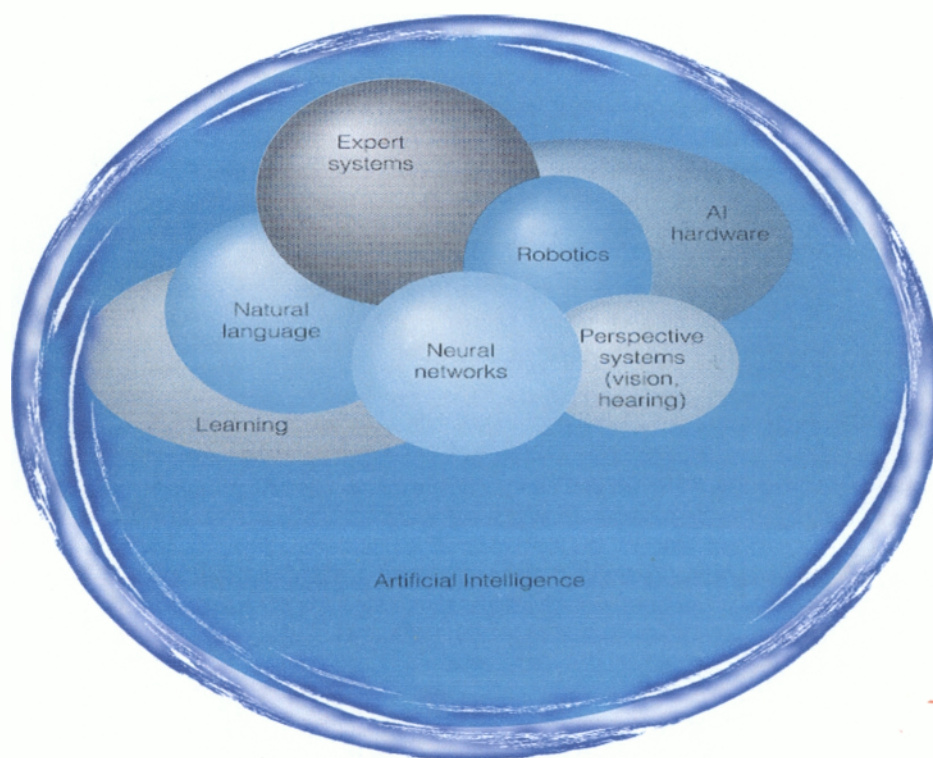


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ
ΠΡΟΝΟΙΑΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΠΑΠΟΥΤΣΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΚΩΣΤΟΠΟΥΛΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2004

Τεχνητή νοημοσύνη: Αυτοκαταστροφή ή θέωση;

Το ζήτημα είναι τεχνοκοινωνιολογικό με φιλοσοφικά αίτια και όχι τεχνοκρατικό. Εάν όντως συμβαίνει αυτό τότε την βάψαμε. Ο εγκέφαλός μας είναι αρκετά πολύπλοκος και αυτός είναι ο στοχασμός. Πάμε στο διάστημα και τρέχουμε να ανακαλύψουμε άλλους πλανήτες ενώ δεν μπορούμε να προσδιορίσουμε τι βρίσκεται μέσα στο κεφάλι μας. Αποτελούμαστε από δισεκατομμύρια νευρώνες οι οποίοι επικοινωνούν και συνδυάζονται με τέτοιες χημικές αντιδράσεις που δημιουργούν τα συναισθήματα. Από μία καθαρά βιολογική πράξη «κατασκευάζουμε» συναισθήματα.

Πολλά μπορούμε να πούμε. Το ζήτημα είναι εάν τελικά το αποκαλούμενο artificial intelligence ή αλλιώς τεχνητή νοημοσύνη (TN), είναι ικανή σαν αυτούσια τεχνολογία να κατασκευάσει υπολογιστές με την δυνατότητα του ανθρώπινου εγκεφάλου. Φυσικά στην αρχή θα περιοριστεί στην λογική σκέψη και κατόπιν στην κρίση, ίσως μακροπρόθεσμα και στην συνείδηση. Οι επιπτώσεις στην ανθρωπότητα θα είναι δύσκολο να προβλεφθούν...

Αφιερώνεται στην οικογένειά μου.



Κεφάλαιο 1^ο – Εισαγωγή στην Επιστήμη της Τεχνητής Νοημοσύνης

1.1 Εισαγωγή

Εάν «φυσιολογία» σημαίνει η «λογική της ζωής» και «παθολογία» σημαίνει η «λογική της ασθένειας», τότε πληροφορική της υγείας σημαίνει η «λογική των υγειονομικών υπηρεσιών». Είναι η ορθολογιστική μελέτη του τρόπου με τον οποίο σκεπτόμαστε για τους ασθενείς και του τρόπου με τον οποίο οι θεραπείες προσδιορίζονται, επιλέγονται και εξελίσσονται. Είναι η μελέτη του πώς η κλινική γνώση δημιουργείται, δομείται, μοιράζεται και εφαρμόζεται. Εν κατακλείδι είναι η μελέτη του πώς οργανώνουμε τους εαυτούς μας ώστε να δημιουργήσουν και να διοικήσουν οργανισμούς παροχής υγειονομικών υπηρεσιών. Με ένα τέτοιο ζωτικό ρόλο, είναι πιθανό τον επόμενο αιώνα η μελέτη των πληροφοριακών συστημάτων να είναι θεμελιώδης για την εφαρμογή της ιατρικής όπως αναγκαία είναι για την ιατρική η μελέτη της ανατομίας.

Η πληροφορική της υγείας αφορά πάνω κάτω την πληροφορική και τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Ακόμα καλύτερα από τα φάρμακα, τα μηχανήματα που εκπέμπουν ακτινοβολία «χ» ή τα μηχανήματα του χειρουργείου, τα εργαλεία που χρησιμοποιεί η πληροφορική της υγείας είναι σαν καθοδηγητές ιατρών, με γλωσσάρια ιατρικών όρων, πληροφοριακά συστήματα ή συστήματα επικοινωνίας όπως είναι το Internet. Αυτά τα εργαλεία παρ' όλα αυτά είναι μόνο τα μέσα για την εκπλήρωση ενός σκοπού, ο οποίος είναι η παροχή άριστων υγειονομικών υπηρεσιών.

Παρ' όλο που ο όρος "health informatics" άρχισε να χρησιμοποιείται γύρω στο 1973 (Protti, 1995), η μελέτη της πληροφορικής της υγείας είναι τόσο παλιά όσο είναι η παροχή υγειονομικών υπηρεσιών. Γεννήθηκε την ημέρα που ο ιατρός πρωτοέγραψε μερικές ιδέες και παρατηρήσεις που αφορούσαν την ασθένεια του πελάτη του και τις χρησιμοποίησε ώστε να μελετήσει πώς θα μεταχειριστεί τον επόμενο πελάτη – ασθενή. Η πληροφορική της υγείας έχει αυξηθεί αισθητά καθώς η πειθαρχία ενός ιατρού ή απασχολούμενου σε επαγγέλματα υγείας, έχει τροφοδοτηθεί τα τελευταία χρόνια και ένα μέρος οφείλεται χωρίς αμφιβολία στα πλεονεκτήματα που προσφέρει η τεχνολογία των υπολογιστών. Αυτό που άλλαξε ριζικά ήταν η ικανότητα μας να περιγράψουμε και να μεταχειριζόμαστε την ιατρική γνώση σε υψηλά περιληπτικά επίπεδα, η δημιουργία υψηλών επικοινωνιακών συστημάτων για να υποστηρίξουν την διαδικασία παροχής υγειονομικών υπηρεσιών.

Μπορούμε τυπικά να πούμε ότι η πληροφορική υγείας είναι η μελέτη πληροφοριακών συστημάτων και των συστημάτων επικοινωνιών που βρίσκουν εφαρμογή στην υγειονομική περίθαλψη. Η πληροφορική υγείας στρέφεται ιδιαίτερα γύρω από:

- Την κατανόηση της θεμελιώδης φύσης αυτών των πληροφοριακών συστημάτων και συστημάτων επικοινωνιών και στην περιγραφή των αρχών που τα διαμορφώνουν,
- Την ανάπτυξη των επεμβάσεων που μπορούν να βελτιώσουν τα υπάρχοντα πληροφοριακά συστήματα και συστήματα επικοινωνιών,
- Την ανάπτυξη των μεθόδων και των αρχών που επιτρέπουν σε τέτοιες παρεμβάσεις για να σχεδιαστούν,

- Την αξιολόγηση του αντίκτυπου αυτών των παρεμβάσεων στον τρόπο της εργασίας των ατόμων ή των οργανώσεων ή στην έκβαση της εργασίας.

1.1.1 Η άνοδος της πληροφορικής της υγείας

Ίσως η μέγιστη αλλαγή στην κλινική σκέψη κατά τη διάρκεια των τελευταίων δύο αιώνων είναι η υπεροχή της επιστημονικής μεθόδου. Από την αποδοχή της, έχει γίνει ο φακός μέσω του οποίου βλέπουμε τον κόσμο και κυβερνά τα πάντα, από τον τρόπο που βλέπουμε την ασθένεια, μέχρι τον τρόπο που την καταπολεμούμε. Είναι τώρα δύσκολο να φανταστεί κανείς πόσο πολύ αμφισβητούμενη ήταν η εισαγωγή της θεωρίας και της πειραματικής μεθόδου στην ιατρική κάποτε. Κατόπιν, ο κόσμος ήταν έντονα αντίθετος από τις απόψεις των εμπειριστών, οι οποίοι θεώρησαν ότι η παρατήρηση, παρά τη θεωρητική υπόθεση, ήταν η μόνη βάση για τη λογική πρακτική της ιατρικής.

Με αυτήν την προοπτική, είναι σχεδόν παράξενο να ακουστεί πάλι το επιχείρημα των παλαιών εμπειριστών ότι η υγειονομική περίθαλψη είναι μια τέχνη και όχι ένας τρόπος για περιττή κερδοσκοπία. Αυτή τη φορά, οι εμπειριστές παλεύουν ενάντια σε εκείνους που επιθυμούν να αναπτύξουν τις επίσημες θεωρητικές μεθόδους για να ρυθμίσουν την κοινωνική πρακτική της υγειονομικής περίθαλψης. Μερικές λέξεις όπως «ποιότητα» και «ασφάλεια», «κλινικός λογιστικός έλεγχος», «μέτρα έκβασης», «διανομή δελτίου υγειονομικής περίθαλψης» και «στοιχείο-βασισμένη πρακτική» καθορίζουν τώρα το νέο διανοητικό πεδίο μάχης.

Ενώ η πρόοδος της επιστήμης ωθεί την κλινική γνώση σε ένα λεπτόκοκκο μοριακό και γενετικό επίπεδο, υπάρχουν γεγονότα στο άλλο άκρο της κλίμακας που την αναγκάζει να αλλάξει. Αρχικά, οι επιχειρήσεις παροχής της υγειονομικής περίθαλψης έχουν γίνει τόσο πολλές που καταναλώνουν τόσους πολλούς εθνικούς πόρους που καμία χώρα δεν είναι πρόθυμη να αντέξει. Παρά τις μερικές φορές ηρωικές προσπάθειες να ελεγχθεί αυτή η αύξηση της κατανάλωσης, ο προϋπολογισμός υγειονομικής περίθαλψης συνεχίζει να επεκτείνεται. Υπάρχει έτσι μια κοινωνική και οικονομική προστακτική για να ελεγχθούν οι παροχές υγειονομικών υπηρεσιών και να ελαχιστοποιηθεί ο αγωγός τους στους κοινωνικούς πόρους.

Η δομή της κλινικής πρακτικής έρχεται επίσης κάτω από πίεση στο εσωτερικό της. Η επιστημονική μέθοδος, η σπονδυλική στήλη της ιατρικής, τώρα απειλείται. Ο λόγος δεν είναι ότι η πειραματική επιστήμη είναι ανίκανη να απαντήσει στις ερωτήσεις μας για τη φύση της ασθένειας και την θεραπείας της. Αντίθετα, είναι σχεδόν πάρα πολύ καλή στην εργασία της. Καθώς η κλινική έρευνα προχωρά γοργά στα εργαστήρια και στις κλινικές ανά τον κόσμο, σαν μια μεγάλη μηχανή παροχής πληροφοριών, οι επαγγελματίες υγείας κατακλύζονται από τα αποτελέσματά της. Σήμερα δημοσιεύονται τόσα πολλά αποτελέσματα ερευνών ώστε μπορεί κυριολεκτικά να περάσουν ολόκληρες δεκαετίες ώστε αυτά τα αποτελέσματα να μεταφραστούν σε αλλαγές στην κλινική πρακτική.

Έτσι, οι εργαζόμενοι σε μονάδες υγειονομικής περίθαλψης βρίσκονται πάντα με περιορισμένους πόρους και ανίκανοι, ακόμα κι αν είχαν το χρόνο, να συμβαδίσουν με τη γνώση της καλύτερης πρακτικής που κρύβεται στη λογοτεχνία. Κατά συνέπεια, η επιστημονική βάση της κλινικής πρακτικής είναι πολύ πίσω από αυτήν της κλινικής έρευνας.

Διακόσια έτη πριν, οι διαφωτισμένοι παθολόγοι κατάλαβαν ότι η εμπειριοκρατία έπρεπε να αντικατασταθεί από έναν πιο επίσημο και ελέγξιμο τρόπο που να χαρακτηρίζει την ασθένεια και τη θεραπεία της. Το εργαλείο που

χρησιμοποίησαν τότε ήταν η επιστημονική μέθοδος. Σήμερα είμαστε σε ανάλογη κατάσταση. Τώρα οι απαιτήσεις αφορούν την αντικατάσταση των οργανωτικών διαδικασιών και των δομών που αναγκάζουν την αυθαίρετη επιλογή μεταξύ των θεραπειών με τους αυτούς που μπορούν να τυποποιηθούν, να εξεταστούν, και να εφαρμοστούν λογικά.

Η σύγχρονη υγειονομική περίθαλψη έχει απομακρυνθεί από την άποψη της παρακολούθησης της ασθένειας μεμονωμένα, κατανοώντας ότι η ασθένεια εμφανίζεται σε σύνθετο επίπεδο συστημάτων. Η μόλυνση δεν είναι απλά το αποτέλεσμα της εισβολής ενός παθογόνου οργανισμού, αλλά η σύνθετη αλληλεπίδραση του ανοσοποιητικού συστήματος ενός ατόμου, με περιβαλλοντικά και γενετικά χαρακτηριστικά. Αντιμετωπίζοντας τα πράγματα σε επίπεδο συστημάτων, ερχόμαστε πάντα πιο κοντά στην κατανόηση τι σημαίνει πραγματικά για να είσαι ασθενής, και πώς εκείνη η κατάσταση μπορεί να αντιστραφεί.

Πρέπει τώρα να κάνουμε το ίδιο εννοιολογικό άλμα και να αρχίσουμε να βλέπουμε τα μεγάλα συστήματα της γνώσης που μπερδεύουν την παράδοση της υγειονομικής περίθαλψης. Αυτά τα συστήματα παράγουν τη γνώση, τα εργαλεία, τις γλώσσες και τις μεθόδους μας. Κατά συνέπεια, καμία νέα επεξεργασία δεν δημιουργείται ποτέ και δεν εξετάζεται μεμονωμένα. Κερδίζει την προσοχή ως τμήμα ενός μεγαλύτερου συστήματος της γνώσης, δεδομένου ότι εμφανίζεται στα πλαίσια των προηγούμενων θεραπειών και ιδεών, καθώς επίσης και του πλαισίου των πόρων και των αναγκών μιας κοινωνίας. Περαιτέρω, η εργασία δεν τελειώνει όταν αποδεικνύουμε επιστημονικά το αποτέλεσμα της εργασίας. Πρέπει να προσπαθήσουμε να επικοινωνήσουμε με αυτήν την νέα γνώση και να βοηθήσουμε άλλους για να καταλάβουμε, να την εφαρμόσουμε, και να προσαρμόσουμε.

Αυτές είναι έπειτα οι προκλήσεις για την υγειονομική περίθαλψη. Μπορούμε να βάλουμε μαζί τις λογικές δομές ώστε τα κλινικά στοιχεία να συγκεντρώνονται, να διαβιβάζονται και να εφαρμόζονται με στερεότυπη προσοχή. Μπορούμε να αναπτύξουμε τις οργανωτικές διαδικασίες και τις δομές που ελαχιστοποιούν τους πόρους που χρησιμοποιούμε και μεγιστοποιούμε τα οφέλη που θα προκύψουν; Και τελικά, ποια εργαλεία και μέθοδοι πρέπει να αναπτυχθούν για να βοηθήσουν να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι με έναν τρόπο που είναι εφαρμόσιμος, ελέγξιμος και σύμφωνα με το θεμελιώδη στόχο της υγειονομικής περίθαλψης την ανακούφιση από την ασθένεια; Ο ρόλος της πληροφορικής υγείας είναι να αναπτυχθεί μια επιστήμη συστημάτων για την υγειονομική περίθαλψη που παρέχει μια λογική βάση για να απαντήσει σε αυτές τις ερωτήσεις, καθώς επίσης και να δημιουργηθούν τα εργαλεία για να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι.

Το πεδίο της πληροφορικής είναι έτσι τεράστιο. Βρίσκει εφαρμογή στο σχεδιασμό των κλινικών συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων για τους επαγγελματίες, στην ανάπτυξη των εργαλείων υπολογιστών για την έρευνα, και στη μελέτη της ίδιας της ουσίας της ιατρικής - το σώμα γνώσης της. Ακόμα η σύγχρονη πειθαρχία στην πληροφορική της υγείας είναι σχετικά νέα.

1.2 Πραγματικές μηχανές

Προ τεχνητής νοημοσύνης

Οι υπολογιστές υπήρχαν ανέκαθεν εντυπωσιακά μηχανήματα. Η Αναλυτική Μηχανή με την ακρίβεια ωρολογιακού μηχανισμού και τις διαστάσεις ατμομηχανής θα ήταν ένα από τα θαύματα του κόσμου. Ο ENIAC, ο πρώτος ηλεκτρονικός γίγαντας, είχε μια πρόσοψη μήκους 30 μέτρων περίπου, περιείχε 18000 λυχνίες, ζύγιζε τριάντα τόνους και χρειάστηκαν δύομισι χρόνια για να κατασκευαστεί. Την ίδια περίοδο (μέσα της δεκαετίας του 1940) είδαμε έναν Δορυφορικό Αναλυτή των εκατό τόνων υπερήφανο για τα 300000 μέτρα των καλωδίων του και ένα τέρας (τη Μπέσυ), με 760000 κομμάτια γραναζιών και οδοντωτών τροχών, που θα έκανε σίγουρα τον Babbage να πετάξει από την χαρά του. Τα θαύματα αυτά δεν ήταν μόνο πελώρια αλλά και «ταχύτατα». Ο ENIAC, πρωταθλητής ταχύτητας του 1946, μπορούσε να εκτελέσει διαιρέσεις τριάντα οχτώ εννιαψηφίων αριθμών μόνο μέσα σε ένα δευτερόλεπτο. Και πραγματικά, έλυσε μέσα σε δύο ώρες ένα πρόβλημα για το οποίο κάποιος άνθρωπος ειδικά ειδικευμένος θα χρειαζόταν πάνω από εκατό χρόνια. Όπως ήταν αναμενόμενο, οι έκπληκτοι δημοσιογράφοι κατέφυγαν σε εκφράσεις του τύπου «υπερανθρώπινος εγκέφαλος», «τεχνητή μεγαλοφυΐα», ακόμα και «ρομπότ Αϊνστάιν».

Σήμερα, φυσικά, μπορείτε να αγοράσετε την ισχύ του ENIAC με ένα μικρό κλάσμα του μισθού σας, και να την πάρετε σπίτι σας μέσα σε μία χάρτινη σακούλα. Οι σημερινοί «υπερυπολογιστές» είναι χοντρικά ένα εκατομμύριο φορές ταχύτεροι, και με ένα εκατομμύριο φορές μεγαλύτερη μνήμη, σε τιμή περίπου εξαπλάσια (σε σταθερές τιμές). Η βελτίωση στη σχέση απόδοσης κόστους είναι της τάξεως του $100000 / 1$. Για να κάνουμε μια εντυπωσιακή σύγκριση, αν τα αεροπορικά ταξίδια είχαν στην ίδια περίοδο και τον ίδιο αριθμό προόδου θα πετάγαμε από πόλη σε πόλη μέσα σε λίγα λεπτά, πληρώνοντας κάτι λιγότερο από ένα δολάριο.

Τα πρώτα χρόνια η προοπτική μιας άνευ προηγουμένου υπολογιστικής ισχύος μας έκανε να χάσουμε την αίσθηση του μέτρου: φαινόταν ότι μηχανές για οτιδήποτε μπορούν να κάνουν οι άνθρωποι (και περισσότερα) θα κατασκευάζονταν από στιγμή σε στιγμή. Αλλά οι διαστάσεις από μόνες τους δεν επαρκούν, όπως διδάξαν αρκετές από ατελέσφορες προσπάθειες κατά την δεκαετία του 1950. Η πιο διάσημη είναι η «θεωρία των συστημάτων» ή «θεωρία ελέγχου», που ονομάστηκε επίσης κυβερνητική από τον μαθηματικό Norbert Wiener. Ας θεωρήσουμε ένα σύστημα, S , το οποίο υποτίθεται ότι παράγει μια συγκεκριμένη έξοδο, E . Στον πραγματικό κόσμο φυσικά, το S θα είναι ατελές, δηλαδή η έξοδος που θα περιέχει κάποιο λάθος (δεν θα είναι ακριβώς E). Υπάρχουν δύο βασικές μέθοδοι για να απαλείψουμε αυτό το λάθος:

- ➔ Να κατασκευάσουμε το S καλύτερα ευθύς εξαρχής, με ακριβέστερα τμήματα, με προσεκτικότερο υπολογισμό των ατελειών κ. λ. π ή
- ➔ Να κατασκευάσουμε το S με τέτοιο τρόπο ώστε να μετρά την ίδια του την έξοδο, να ανιχνεύει τα πιθανά σφάλματα της και να εξαλείφει αυτόματα μέσω των αναγκαίων επανορθώσεων.

Και οι δύο προσεγγίσεις έχουν το κόστος τους, αλλά σε ιδιαίτερα πολύπλοκα συστήματα η δεύτερη είναι πολύ πιο αποτελεσματική.

Η θεωρία των συστημάτων που έχουν την ικανότητα της αυτοεπιδιόρθωσης (ή αυτορρυθμισης) είναι το κεντρικό θέμα της κυβερνητικής και η βασική της αρχή είναι η αρνητική αντίδραση (στην ουσία είναι ένα πιο περισπούδαστο όνομα για την «επιδιόρθωση»). Η ανάδραση είναι μια γενική και βαθιά έννοια που παράδειγμά της βρίσκουμε παντού. Το γνωστότερο είναι ίσως ο θερμοστάτης, ο οποίος διατηρεί την θερμοκρασία ενός σπιτιού κατά προσέγγιση σταθερή παρακολουθώντας την και

θερμαίνοντας (ή ψύχοντας) το σπίτι μόλις αυτή πέσει (ή ανεβεί) πολύ. Υπάρχουν επίσης αναρίθμητοι βιολογικοί ρυθμιστές που ελέγχουν διάφορες πιέσεις, δυναμικά, συγκεντρώσεις κ. λ. π. του σώματος.

Η αρνητική ανάδραση παρουσιάζει γοητευτική αναλογία με την επιδίωξη ενός στόχου, με την εξής έννοια. Όταν προβλέπουμε σε ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα και κάποια παρέμβαση μας κάνει να αποτύχουμε, προσπαθούμε να προσαρμόσουμε την κατάσταση στον αρχικό μας σκοπό. Έτσι, αν σκοπός μου ήταν η σταθερή θερμοκρασία, θα είχα την τάση να ανάψω την θερμάστρα μόλις κρύωνε το δωμάτιο, ακριβώς όπως θα έκανε και ένας θερμοστάτης. Επιφανειακά, αυτό μοιάζει γενικεύσιμο: ο κήπος σας χάνει την μάχη του με τα έντομα, και εσείς αντισταθμίζεται το γεγονός ρίχνοντας λίγο περισσότερο εντομοκτόνο ή αλλάζοντας τα φυτά σας με ανθεκτικότερες ποικιλίες. Αυτές οι τροποποιήσεις τείνουν να επανορθώσουν τις ανισορροπίες της εξόδου, και έτσι μοιάζουν κάπως με αρνητική αντίδραση. Δεν απομένει λοιπόν παρά ένα μικρό βήμα για να δούμε την κυβερνητική ως επιστήμη όλης της ανθρώπινης δραστηριότητας. «Φυσικά», θα αναγνωρίσει κάποιος μεγάλου μεγέθους, «οι άνθρωποι είναι πολύ πιο πολύπλοκοι από τους θερμοστάτες. Αλλά η ουσία της ζωής είναι η επιδίωξη στόχων και αυτό μπορεί να εξηγηθεί σήμερα από την αρνητική ανάδραση».

Μόνο που δεν μπορεί. Η κυβερνητική, ως επιστήμη είναι μια μαθηματική θεωρία, που συσχετίζει ποσοτικές αποκλίσεις ανάμεσα σε εισόδους και εξόδους, που αλληλεπιδρούν με συγκεκριμένο τρόπο και καθορισμένη καθυστέρηση όλα αυτά εκφράζονται με διαφορετικές εξισώσεις σε συνάρτηση με το χρόνο. Αφαιρέστε αυτές τις εξισώσεις και δεν απομένουν παρά ευχές για καλό ταξίδι ή κάποιος άλλος διασκεδαστικός παραλληλισμός. Γιατί βεβαίως μπορούμε να φανταστούμε εντομοστάτες που ψεκάζουν όταν οι ενδείξεις των εντόμων ανεβαίνουν ψηλά οι κηπουροί όμως δεν δουλεύουν με αυτό τον τρόπο. Ένας άνθρωπος θα προσέξει τη ζημιά, θα μαντέψει την αρρώστια από τα συμπτώματα, (θα συμβουλευτεί ίσως κάποιο βιβλίο), θα βρει ποιες τεχνικές είναι ασφαλείς και αποτελεσματικές (θα κοιτάξει πάλι το βιβλίο), θα υπολογίσει τις διαθέσιμες προμήθειες, θα φτιάξει ένα σχέδιο και θα το ακολουθήσει.

Δεν υπάρχουν εξισώσεις για την κηπουρική ή την ζωή. Οι σχετικές «μεταβλητές» - αντίληψη, εξαγωγή συμπερασμάτων, γνώσεις, σχέδια- δεν είναι ποσοτικά μεγέθη. Είναι αδύνατο να προσδιοριστούν με αριθμούς ή διανύσματα. Το να προσπαθούμε να εξηγήσουμε την σκέψη και την λογική με τους όρους της κυβερνητικής είναι εξίσου ανέλπιδο και παραπλανητικό όσο και η προσπάθεια να τα εξηγήσουμε με όρους εξαρτημένων αντανεκλαστικών ή με τον ανάλογο με την βαρύτητα συνειρμό ιδεών του Χιουμ. Αναμφισβήτητα υπάρχουν συνειρμοί, εξαρτημένα αντανεκλαστικά και αρνητική ανάδραση σε όλους μας. Αλλά κανένα τους δεν είναι η βάση της ψυχολογίας.

Ένα διαφορετικό όραμα της δεκαετίας του 1950 ήταν η αυτόματη μετάφραση φυσικών γλωσσών. Η ιδέα άρχισε να αποκτά οπαδούς το 1949 (χάρη σ' ένα «υπόμνημα» που κυκλοφορούσε ο μαθηματικός Warren Weaver) και για την επίτευξή της προσπάθησαν με επιμονή στην Αμερική, την Αγγλία και την Ρωσία τουλάχιστον για μία δεκαετία. Το πρόβλημα, βασικά, το είχαν συλλάβει από δύο απόψεις: γραμματική και λεξιλόγιο. Το μέρος της γραμματικής κάλυπτε όλα αυτά τα βαρετά πράγματα που την απομνημόνευσή τους την μισούσανε στο μάθημα της ξένης γλώσσας στο σχολείο - κλίσεις, συζυγίες, σειρά των λέξεων κ.α, τα οποία ούτε ή αλλιώς έπρεπε να μετατραπουν για να μην ακούγεται γελοία η μετάφραση (ή να μη διαστρεβλωθεί το νόημα). Το έργο του λεξιλογίου, ωστόσο, έμοιαζε επιφανειακά απλούστερο: να βρεθεί ένας ισοδύναμος όρος στην άλλη γλώσσα για κάθε λέξη (ή

ιδίωμα) του αρχικού κειμένου μέσω (για παράδειγμα) αναζήτησης σ' ένα μηχανικό λεξικό.

Το πρόβλημα είναι ότι πολλές συνηθισμένες λέξεις έχουν διαφορετική σημασία και αυτές οι διαφορετικές σημασίες σπανίως είναι οι ίδιες από γλώσσα σε γλώσσα. Για παράδειγμα, το ελληνικό ουσιαστικό «παραβολή» σημαίνει «σύγκριση», σημαίνει όμως και καμπύλη για έναν μαθηματικό, καθώς και «αλληγορία» για έναν θεολόγο. Η αγγλική λέξη comparison σημαίνει σύγκριση αλλά δεν σχετίζεται ούτε με τις καμπύλες ούτε με διδακτικές ιστορίες. Parabola είναι η αγγλική λέξη για την καμπύλη (αλλά όχι για την σύγκριση ή την αλληγορία). Parable ή allegory, τέλος οι λέξεις που θα χρησιμοποιούσατε στα αγγλικά για την αλληγορία (αλλά όχι για την σύγκριση ή τη γεωμετρική καμπύλη). Είναι σαφές ότι δεν υπάρχει «ισοδύναμο» για την «παραβολή».

Μία μεταφραστική μηχανή είναι υποχρεωμένη να αντιμετωπίσει αυτό το ζήτημα, διότι διαφορετικά κινδυνεύει να δημιουργήσει ασυναρτησίες. Ο Weaver πρότεινε μια στατιστική λύση βασισμένη στις N πλησιέστερες λέξεις ή (ουσιαστικά) στα πλησιέστερα συμφραζόμενα. Έτσι, αν η «εκκλησία» ή το «ευαγγέλιο» εμφανίζονται κοντά στο «παραβολή», αυξάνονται οι πιθανότητες να είναι σωστό το «parable», ενώ ένας κοντινός «κύκλος» καθιστά πιθανότερο το «parabola». Φυσικά ποτέ δεν θα μπορούσε να λυθεί το πρόβλημα με κάτι τόσο απλό: μπορούμε πάντοτε να κάνουμε σύγκριση δύο εκκλησιών ή ευαγγελίων και οι πιστοί μπορούν να σχηματίσουν έναν κύκλο γύρω από τον ιερέα για να ακούσουν την παραβολή του Ασώτου. Μήπως μια ποιο εξελιγμένη «στατιστική σημασιολογία» (φράση του ίδιου του Weaver) θα έλυne το πρόβλημα; ούτε στο ελάχιστο.

Το 1951, ο Yehoshua Bar-Hillel έγινε ο πρώτος άνθρωπος στον κόσμο που κέρδισε χρήματα δουλεύοντας πάνω στην αυτόματη μετάφραση. Εννιά χρόνια αργότερα ήταν ο πρώτος που επισήμανε τη μοιραία αποτυχία του όλου επιχειρήματος, και επομένως το ότι έπρεπε να εγκαταλειφθεί. Ο Bar-Hillel πρότεινε μια απλή δοκιμαστική πρόταση, και με βάση αυτή έδειξε ότι μία μηχανή δεν μπορούσε να αντιμετωπίσει μερικά προβλήματα που ο άνθρωπος τα αντιμετωπίζει χωρίς καμία ουσιαστικά προσπάθεια. Μια πρόταση –στα ελληνικά– ανάλογη του παραδείγματός του είναι η παρακάτω:

Έβαλε το μπρίκι μέσα στο ντουλάπι

Στη πρόταση αυτή έχουμε το διαφορετικό: (1) μπρίκι = δοχείο μικρό με λαβή για την παρασκευή καφέ, και (2) μπρίκι = παλιό ιστιοφόρο εμπορικό πλοίο. Αν εξαιρέσουμε ιδιαίτερα εξαιρετικές περιστάσεις (που θα έκαναν το πρόβλημα δυσκολότερο και τίποτα άλλο), οποιοσδήποτε φυσιολογικός ομιλητής της ελληνικής γλώσσας θα διάλεγε στη στιγμή την πρώτη εκδοχή ως σωστή. Πως; κατανοώντας την πρόταση και χρησιμοποιώντας λίγη κοινή λογική. Όπως ξέρουν οι πάντες, αν ένα φυσικό αντικείμενο βρίσκεται μέσα σε κάποιο άλλο, τότε το τελευταίο πρέπει να είναι μεγαλύτερο. Το μπρίκι του καφέ χωρά μέσα σε ένα ντουλάπι, ενώ τα καράβια είναι ακόμα μεγαλύτερα!

Γιατί να μην κωδικοποιήσουμε αυτά τα γεγονότα (και άλλα παρόμοια) κατευθείαν στο σύστημα; Ο Bar-Hillel παρατηρεί:

Η πρόταση αυτή ισοδυναμεί αν λάβουμε σοβαρά υπόψη, με την απαίτηση να εφοδιάσουμε μία μηχανή μετάφρασης όχι μόνο με ένα λεξικό αλλά με μία παγκόσμια εγκυκλοπαίδεια. Οποιοδήποτε, κάτι τέτοιο είναι απολύτως ουτοπικό και δεν αξίζει περισσότερη συζήτηση.

Με άλλα λόγια, είναι αδύνατο να υπάρξει ένας «απλός» μεταφραστής: οποιοδήποτε σύστημα για αυθεντική, ακριβή μετάφραση πρέπει να γνωρίζει ότι γνωρίζουν και οι άνθρωποι και πρέπει να εφαρμόζει τη γνώση του λογικά. Δηλαδή,

για απλούς και βασικούς λόγους, η αυτόματη μετάφραση προϋποθέτει πλήρως ανεπτυγμένη Τεχνική Νοημοσύνη. Το κατά πόσον η Τεχνική Νοημοσύνη είναι «απολύτως ουτοπική» είναι κάτι που ακόμα δεν έχει αποσαφηνιστεί, οπωσδήποτε όμως αξίζει ενδελεχέστερη συζήτηση.

Ευρετική Αναζήτηση

Η σύλληψη της Τεχνητής Νοημοσύνης έγινε στο Carnegie Institute of Technology το φθινόπωρο του 1955. Τα πρώτα της σκιρτήματα άρχισαν τα Χριστούγεννα και είδε το φως την άνοιξη πάνω στον υπολογιστή JOHNNIAC. Τον Ιούνιο έκανε ένα εντυπωσιακό ντεμπούτο στο συνέδριο, από το οποίο πήρε αργότερα το όνομά της. Οι υπερήφανοι γονείς ήταν μία γόνιμη τριάδα: ο Allen Newell, ο Cliff Shaw και ο Herbert Simon. Όταν παρουσίαζαν τα προγράμματα τους με το όνομα Logic Theorist στο Symmer Project η Τεχνητή Νοημοσύνη είχε οργανωθεί στο Νταρτμουθ ο McCarthy, έκλεψαν την παράσταση από ένα πεδίο που υπόσχονταν πολλά. Αυτό που διαφοροποιούσε τους Newell, Shaw και Simon από την προηγούμενη εργασία στην κυβερνητική και την αυτόματη μετάφραση ήταν η σαφή εστίασή τους στη σκέψη.

Συγκεκριμένα, συνέλαβαν την νοημοσύνη ως ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και συνέβαλαν την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και συνέβαλαν την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων ως την εύρεση λύσεων μέσω ευρετικά καθοδηγούμενης αναζήτησης. Αν και τα πρώτα προγράμματα αφορούσαν κυρίως παιχνίδια και σπαζοκεφαλιές, είναι αρκετά εύκολο να αναλύσουμε τη συνηθισμένη δραστηριότητα, ακόμα και τη συζήτηση, σε μία σειρά νοητικών αναζητήσεων: «βρες» ένα τρόπο να ξεκινήσει το αυτοκίνητο, «βρες» (σκέψου) κάτι να πεις, κ.λ.π. Και φυσικά, οι τρεις τους είχαν στο μυαλό τους κάτι περισσότερο από μία απλή μεταφορά: είχαν μια ιδιαίτερη εξήγηση για το τι ισοδυναμεί με τη διανοητική αναζήτηση και πώς θα την υλοποιήσουν σε ένα μηχάνημα.

Κάθε αναζήτηση έχει δύο βασικές πλευρές: το αντικείμενό της (αυτό που αναζητείται) και την εμβέλειά της (την περιοχή ή το σύνολο των πραγμάτων ανάμεσα στα οποία αναζητείται το αντικείμενο). Στο σχεδιασμό των πραγματικών συστημάτων κάθε πλευρά πρέπει να καθοριστεί ρητά, με βάση συγκεκριμένες δομές και διαδικασίες. Για παράδειγμα, ένα σύστημα δεν μπορεί να αναζητήσει ένα αντικείμενο που αδυνατεί να το αναγνωρίσει: πρέπει να έχει την ικανότητα να «πει» τότε φτάνει στο στόχο του. Επομένως, ο σχεδιασμός πρέπει να περιλαμβάνει έναν πρακτικό (εκτελέσιμο) έλεγχο επιτυχίας, και αυτός ακριβώς ο έλεγχος ορίζει ουσιαστικά τι πραγματικά αναζητεί το σύστημα.

Ο σχεδιαστής πρέπει επίσης να επινοήσει μια διαδικασία έτσι ώστε το σύστημα να αποδίδει περισσότερο μέσα στον σχετικό χώρο αναζήτησης. Για παράδειγμα, αν έχω ξεχάσει τα κλειδιά μου κάπου μέσα στο σπίτι, δεν έχει νόημα να ψάχνω στην αυλή. Αλλά θα ήταν εξίσου ανόητο να ψάχνω συνέχεια σένα δωμάτιο ή στα ίδια σημεία. Ο χώρος αναζήτησης πρέπει να είναι ολόκληρο το σπίτι και πρέπει να τον διατρέξω σύμφωνα με κάποιο σχέδιο ακριβές, χωρίς πλεονασμούς. Γενικότερα κάθε καλοσχεδιασμένος ερευνητής χρειάζεται μια πρακτική γεννήτρια που θα προσφέρει πιθανές λύσεις, εργαζόμενη μεθοδικά με τις σχετικές δυνατότητες. Και πάλι, η γεννήτρια ορίζει τον αποτελεσματικό χώρο αναζήτησης.

Με δεδομένο ένα συγκεκριμένο σύστημα εφοδιασμένο με διαδικασίες για τη δημιουργία και τον έλεγχο πιθανών λύσεων, η βασική δομή μιας αναζήτησης καταλήγει ένας επαναλαμβανόμενος κύκλος: η γεννήτρια προτείνει έναν υποψήφιο και ο ελεγκτής τον ελέγχει. Αν ο έλεγχος είναι επιτυχής η αναζήτηση σταματά. Αν όχι, το σύστημα επιστρέφει στη γεννήτρια και ο κύκλος αρχίζει ξανά (τουλάχιστον ώσπου να εξαντληθεί ο χώρος).

Μέχρι στιγμής δεν έχουμε αναφέρει τίποτε περί σκέψεων. Δεν έχουμε αναφέρει όμως τίποτε και για το πόσο δύσκολη μπορεί να είναι μία αναζήτηση. Ας πάρουμε το σκάκι: οι κανόνες του ορίζουν έναν δένδροειδή χώρο αναζήτησης, στον οποίο κάθε κόμβος (σύνδεσμος) είναι μια δυνατή θέση πάνω στη σκακίερα και κάθε κλάδος που αναπτύσσεται από τον κόμβο είναι μία κίνηση νόμιμη για τη θέση αυτή. Έτσι μπορούμε να φανταστούμε την αρχική (ή την τρέχουσα) θέση σαν τον κορμό, με τους κύριους κλάδους να οδηγούν σε κάθε πιθανή θέση που προκύπτει μετά την πρώτη κίνηση. Τα μικρότερα κλαδιά θα οδηγούσαν τότε από αυτές στις επόμενες δυνατές θέσεις, και ούτω καθεξής μέχρι να φτάσουμε στο ματ και στις ισοπαλίες στις άκρες των κλαριών. Σε αυτόν τον χώρο αναζήτησης είναι απλό να διαπιστώσουμε κατά πόσον το παιχνίδι έχει τελειώσει, και αν ναι ποιος έχει κερδίσει. Επιπλέον, υπάρχει μια μηχανική διαδικασία, όπου ονομάζεται ελαχιστομεγιστοποίηση, για τη μετατροπή αυτών των τελικών ελέγχων στην άριστη επιλογή για την τρέχουσα κίνηση. Δουλεύετε προς τα πίσω από το τέλος, υποθέτοντας πως ο αντίπαλός σας δεν κάνει ποτέ λάθος, και κόβοντας ανελέητα κάθε κλάδο για τον οποίο προκύπτει ήττα σας ή ισοπαλία. Οτιδήποτε παραμένει είναι υποχρεωτικά νίκη για εσάς (και επομένως άριστη επιλογή).

Δυστυχώς, αυτή η αισιόδοξη θεωρητική ανάλυση είναι εξ ολοκλήρου και απολύτως ανέφικτη. Και να γιατί: Σε μία συνηθισμένη θέση στο σκάκι, ένας παίκτης έχει τριάντα με τριάντα πέντε επιλογές νόμιμων κινήσεων. Για την καθεμία τους υπάρχει ανάλογος αριθμός νομίμων απαντήσεων. Επομένως, όταν βλέπουμε μία πλήρη κίνηση μπροστά (δηλαδή όταν παίζουν και οι δύο αντίπαλοι από μία φορά), σημαίνει πως αντιμετωπίζουμε περίπου χίλιες διαφορετικές δυνατότητες. Με τον ίδιο συλλογισμό διαπιστώνουμε πως το να δούμε δύο πλήρεις κινήσεις μπροστά σημαίνει ότι εξετάζουμε χίλιους διαφορετικούς τρόπους συνέχειας από χίλιες διαφορετικές θέσεις, οπότε συνολικά προκύπτουν ένα εκατομμύριο συνδυασμοί. Τρεις κινήσεις μπροστά μας δίνουν ένα δισεκατομμύριο, και τέσσερις ένα τρισεκατομμύριο. Συμπερασματικά, σένα ολοκληρωμένο παιχνίδι (ας πούμε 40 πλήρεις κινήσεις) μια εξαντλητική αναζήτηση θα έπρεπε να δημιουργήσει και να ελέγξει 10^{120} (η μονάδα ακολουθημένη από 120 μηδενικά!) διαφορετικούς συνδυασμούς. Αυτός ο αριθμός δεν είναι απλώς «αστρονομικός», είναι τερατώδης: δεν έχουν υπάρξει 10^{120} διαφορετικές κβαντικές καταστάσεις όλων των υποατομικών σωματιδίων σε ολόκληρη την ιστορία του γνωστού σύμπαντος. Γι' αυτό υποστηρίζω ανεπιφύλακτα πως δεν θα υπάρξει ποτέ υπολογιστής που θα παίζει τέλειο ρόλο στο σκάκι χρησιμοποιώντας εξαντλητική έρευνα.

Αυτή η δυσκολία ονομάζεται παραστατικά συνδυαστική έκρηξη. Κατατρώχει όχι μόνο το σκάκι, αλλά σχεδόν και κάθε άλλη αναζήτηση στην οποία κάθε κόμβος οδηγεί σε πολλούς εναλλακτικούς κόμβους, και αυτό συνεχώς για αρκετά επίπεδα – με άλλα λόγια, κάθε ενδιαφέρουσα περίπτωση. Με τον έναν ή τον άλλον τρόπο ο έλεγχος ή η υπέρβαση της συνδυαστικής έκρηξης έχει γίνει βασικός στόχος της Τεχνικής Νοημοσύνης από το ξεκίνημά της. Το θέμα είναι ευρύ και βαρύ.

Επομένως η αναζήτηση πρέπει να είναι επιλεκτική, δηλαδή μερική και ριψοκίνδυνη, η κρίσιμη έμπνευση όμως είναι ότι η επιλογή δεν είναι κατ' ανάγκη και τυχαία. Οι Newell, Shaw και Simon ισχυρίζονται πως η αναζήτηση κατά την επίλυση προβλημάτων χρησιμοποιεί πάντοτε ευρετικές κατευθυντήριες γραμμές, αυξάνοντας έτσι κατά πολύ τις πιθανότητες επιτυχίας. Επιπλέον υποθέτουν ότι ο βαθμός βελτίωσης (σε σχέση με την τυχαία επιλογή) αποτελεί μέτρο της ευφυΐας του συστήματος. Η εφαρμογή, λοιπόν, τέτοιων ευρετικών είναι το νόημα του σκέφτομαι για ένα δύσκολο πρόβλημα, προσπαθώντας να βρω μια λύση του. Και η πρόκληση

του σχεδιασμού μιας νοήμονος μηχανής ανάγεται στο έργο της επινόησης και της υλοποίησης κατάλληλων «ισχυρών» ευρετικών που θα χρησιμοποιεί η μηχανή.

Για παράδειγμα, μετά το Logic Theorist οι Newell, Shaw και Simon δούλεψαν πάνω σε ένα πρόγραμμα που, πολύ σεμνά, ονομάστηκε General Problem Solver(GPS), στο οποίο ανέπτυξαν ένα είδος ευρετικού συλλογισμού που ονομάστηκε ανάλυση μέσων και σκοπών. Για να δούμε τι σημαίνει αυτό, ας σκεφτούμε σε τι συνίσταται, γενικά, ένα πρόβλημα. Ξεκινάτε πάντοτε με:

- Μια καθορισμένη αρχική κατάσταση (ηγούμενη πρόταση, θέση, δεδομένα...),
- Μια καθορισμένη επιδιωκόμενη κατάσταση (ή καταστάσεις), και
- Ένα σύνολο τελεστών, για το μετασχηματισμό μιας κατάστασης σε κάποια άλλη.

Αυτό που έχουμε να κάνουμε είναι να βρούμε μια ακολουθία πράξεων που θα μετασχηματίσουν την αρχική κατάσταση στην επιδιωκόμενη. Αν υπάρχουν πολλές διαφορετικές καταστάσεις και τελεστές. Ο χώρος αναζήτησης θα υποστεί συνδυαστική έκρηξη και έτσι το πρόβλημα είναι δύσκολο.

Υποθέστε ότι το σύστημα είναι εφοδιασμένο με ευρετικές μεθόδους δύο ειδών:

- Διαδικασίες που ανιχνεύουν την ύπαρξη έντονων διαφοροποιήσεων ανάμεσα σε καθορισμένες καταστάσεις (πιθανόν υποδεικνύοντας πόσο «σπουδαίες» είναι οι διαφορές), και
- Πρακτικούς κανόνες σχετικούς με το ποιες πράξεις συνήθως απαλείφουν διαφορές (και ποιες).

Τότε η επίθεση μπορεί να οργανωθεί ως εξής: ανίχνευση κάποιων σημαντικών διαφορών ανάμεσα στη δεδομένη και στην επιδιωκόμενη κατάσταση κατόπιν εφαρμογή κάποιου τελεστή που τυπικά απαλείφει αυτές τις διαφορές. Αν η κατάσταση που προκύπτει είναι ίδια με την επιδιωκόμενη (δεν υπάρχουν πια διαφορές), η δουλειά έγινε. Διαφορετικά, εφαρμόζουμε ξανά την ίδια στρατηγική, παίρνοντας την νέα κατάσταση ως δεδομένη.

Μ' αυτόν βασικά τον τρόπο δουλεύει το GPS αλλά μπορεί ακόμα να αντιμετωπίσει και δύο σημαντικές περιπλοκές. Πρώτον, μια πράξη έχει μερικές φορές ανεπιθύμητες παρενέργειες που καθιστούν δυσκολότερο το νέο πρόβλημα. Στην περίπτωση αυτή το GPS μπορεί να επιστρέψει σε μία παλιότερη κατάσταση, να αναζητήσει μία άλλη έντονη διαφορά, και να δουλέψει με αυτήν. Δεύτερον, οι τελεστές γενικά απαιτούν κάποιες προϋποθέσεις για να είναι δυνατή η εφαρμογή τους, και αρκετά συχνά μια δεδομένη κατάσταση δεν ικανοποιεί ακριβώς όλες τις προϋποθέσεις. Στην περίπτωση αυτή το GPS μπορεί να καθορίσει μια ενδιάμεση κατάσταση που ικανοποιεί τις προϋποθέσεις και να ορίσει ως «υπόστοχο» το μετασχηματισμό της δεδομένης κατάστασης στην ενδιάμεση. Έτσι, η αναζήτηση μπορεί να αποφεύγει τα αδιέξοδα και επιπλέον να κάνει έναν βραχυπρόθεσμο σχεδιασμό, συνταιριάζοντας διάφορα τμήματα της λύσης.

Αυτή είναι η ανάλυση «μέσων και σκοπών», επειδή οι τελεστές αποτελούν τα μέσα, και ο στόχος και οι «υπόστοχοι» το σκοπό της. Το σύστημα είναι «γενικό» γιατί ο βασικός μηχανισμός της ανάλυσης «μέσων και σκοπών» είναι ανεξάρτητος από οποιοδήποτε ιδιαίτερο σύνολο ευρετικών και τελεστών. Επομένως, οι τελευταίοι μπορούν να αλλάξουν εύκολα και να ταιριάσουν σε προβλήματα διαφόρων ειδών. Η βασική ιδέα είναι απλή αλλά εμβριθής: η ανάλυση «μέσων και σκοπών»-που βασίζεται στο τι θέλετε και πώς το πετυχαίνετε- είναι θεμελιώδης σε όλες τις επιλύσεις προβλημάτων που προϋποθέτουν την ύπαρξη σκέψης. Επομένως, ένα σύστημα σχεδιασμένο με βάση αυτές τις αρχές θα μπορούσε να κινηθεί έξυπνα και με φυσικότητα σε κάθε είδους χώρο αναζήτησης.

Η πρόθεση των Newell, Shaw και Simon , ήταν τα συστήματά τους να λύνουν τα προβλήματα με το ίδιο ακριβώς τρόπο, όπως και οι άνθρωποι. Πραγματικά, θεώρησαν το σχεδιασμό των προγραμμάτων σαν νέο και καλύτερο τρόπο για τη διατύπωση ψυχολογικών θεωριών. Συνεπώς, για να ελέγξουν τις υποθέσεις τους, έπρεπε να συγκρίνουν τις αποδόσεις του ανθρώπου και της μηχανής, πράγμα που το έκαναν με ορισμένα πειράματα ανάλυσης πρωτοκόλλου. Ζήτησαν από ανυποψίαστους σπουδαστές να λύσουν ένα πρόβλημα, «περιγράφοντας» τις σκέψεις τους σε όλη τη διάρκεια της διαδικασίας. Έπειτα έδωσαν το ίδιο πρόβλημα στο GPS, το οποίο το επεξεργάστηκε με τη «μέθοδο της βηματικής εκτέλεσης». Τα αντίστοιχα κείμενα (πρωτόκολλα) συγκρίθηκαν για να διαπιστωθεί κατά πόσον ο σπουδαστής και η μηχανή αντιμετώπισαν το πρόβλημα με παρόμοιο τρόπο. Τα αποτελέσματα, αν και όχι τέλεια, ήταν ιδιαίτερα αξιοσημείωτα και εντυπωσιακά για την εποχή.

Εδώ κρύβεται ένα πολύτιμο, αν και περιθωριακό, μάθημα σχετικά με τους υπολογιστές και τη λογική. Στη δημοφιλή επιστημονική φαντασία, οι ευφυείς υπολογιστές είναι συνήθως υπερβολικά, ακόμα και τρομακτικά «λογικοί»-σαν να ήταν γι' αυτούς ο ορθολογικός συλλογισμός κάτι τόσο τετριμμένο όσο η πρόσθεση για μια αριθμομηχανή. Και όμως, το GPS, που εκτελείται σ' ένα πραγματικά μεγάλο μηχανήμα, μόλις και τα καταφέρνει με τη στοιχειώδη λογική σε επίπεδο αρχαρίου. Το θέμα δεν είναι ότι το GPS είναι πρωτόγονο πρόγραμμα, αλλά ότι η επίλυση γενικών προβλημάτων είναι κάτι πολύ διαφορετικό από τους υπολογισμούς, ακόμα και αν ο συλλογισμός είναι λογικός. Το GPS υποτίθεται 'τι σκέφτεται το πρόβλημα, δοκιμάζοντας διάφορους συνδυασμούς που φαίνονται εύλογοι και εξετάζει ποιοι είναι ορθοί. Εάν εμείς καταφέρουμε να λύσουμε προβλήματα με αυτό τον τρόπο, τότε υπάρχει ελπίδα ότι, δυνητικά, οι μηχανές θα μπορέσουν να γίνουν ευέλικτες και ικανές σαν και εμάς. Ωστόσο, βάσει αυτής της συλλογιστικής, θα μπορούσαμε να υποστηρίξουμε πως οι μηχανές που σκέπτονται σαν εμάς δεν θα θεωρούσαν τη λογική ιδιαίτερα εύκολη, τουλάχιστον όχι περισσότερο απ' ότι εμείς.

Το GPS ήταν ένα όνειρο που δεν βγήκε αληθινό. Το ιδανικό του για γενικότητα στηρίχτηκε σε διάφορες ανεκπλήρωτες υποθέσεις, από τις οποίες αξίζει να σημειώσουμε δύο. Η μια είναι ότι, κατά βάθος, όλα τα προβλήματα (ή τουλάχιστον όλες οι λύσεις) είναι σε μεγάλο βαθμό όμοια. Έτσι, από τη στιγμή που ένα πρόβλημα διατυπωθεί με τον κατάλληλο τρόπο, θα αντιμετωπιστεί επιτυχημένα με την ίδια γενική τακτική ανάλυση «μέσων και σκοπών» ή οτιδήποτε άλλο, όπως και κάθε άλλο πρόβλημα. Οι μόνες παραλλαγές βρίσκονται στην αρχική δήλωση των συνθηκών και στόχων, συν λίγες επιπλέον υποδείξεις για το χώρο του ιδιαίτερου προβλήματος (π.χ. τις ευρετικές για την επισήμανση διαφορών και την επιλογή τελεστών).

Όμως, αλίμονο αποδείχθηκε δύσκολο να βρεθούν ισχυρές και γενικές τεχνικές, μολονότι ειδικές μέθοδοι, προσαρμοσμένες σε συγκεκριμένα πεδία προβλημάτων, υπήρξαν αρκετά συχνά πολύ επιτυχείς. Αυτό προκάλεσε, γύρω στα μέσα της δεκαετίας του 1960, μια τάση για την παραγωγή σημασιολογικών προγραμμάτων, που ονομάστηκαν έτσι εξαιτίας της νέας έμφασης που δόθηκε στις «εξειδικευμένες ως προς το πεδίο» πληροφορίες και διαδικασίες. Τελικά βρέθηκε ότι αποδοτικότερα είναι τα προγράμματα με περισσότερο ιδιαίτερη «εξειδίκευση», με τη μορφή ιδιόμορφων δομών δεδομένων, ιδιαίτερων ευρετικών, και άλλων τεχνασμάτων. Αυτές οι βελτιώσεις όμως είχαν και τα τίμημά τους: τα προκύπτοντα συστήματα τείνουν να συμπεριφέρονται σαν ειδικοί με πολύ περιορισμένες ικανότητες, ένα είδος ηλιθίων σοφών που διαπρέπουν σε ένα περιορισμένο πεδίο αλλά είναι απελπιστικά ακατάλληλοι για οτιδήποτε άλλο. Χρειαζόταν μια μέθοδος να απολαμβάνουμε τα πλεονεκτήματα της λεπτομερούς γνώσης χωρίς τα μειονεκτήματα της υπερεξειδίκευσης.

Η δεύτερη ανεκπλήρωτη υπόθεση υπονομεύει όχι μόνο το GPS αλλά και την ευρετική έρευνα γενικότερα, συμπεριλαμβανομένης της «σημασιολογικής» της διάστασης. Σύμφωνα με αυτή την υπόθεση, η διατύπωση ενός προβλήματος είναι ευκολότερη από τη διαδικασία επίλυσής του αφού διατυπωθεί. Με δεδομένη αυτήν την υπόθεση, οι πειραματιστές είχαν το δικαίωμα να κάνουν μόνοι τους την άριστη διατύπωση και ν' αφήσουν στον υπολογιστή μόνο τη διαδικασία της επίλυσης. Δυστυχώς, η επιλογή του κατάλληλου χώρου αναζήτησης (όπως και η επιλογή καλής ευρετικής για την έρευνα του χώρου) αποδεικνύεται και πολύ δύσκολη και πολύ σημαντική. Συγκριτικά, η πραγματική αναζήτηση, αν και κουραστική, είναι απλώς ρουτίνα. Με άλλα λόγια, μεγάλο μέρος (ίσως και η περισσότερη) της ευφυΐας που δείχνει κάποιος κατά την επίλυση ενός προβλήματος απαιτείται σ' αυτό το «προκαταρκτικό» στάδιο, στην ευρετική έρευνα απομένει μόνο η κουραστική δουλειά.

Από μια άποψη, φυσικά ένα πρόβλημα διατυπώνεται από τη στιγμή που τίθεται. Αλλά η διατύπωση που απαιτείται για να θέσουμε ένα πρόβλημα (στην ελληνική γλώσσα ας πούμε) και αυτή που απαιτείται για να το επιλύσουμε μέσω ευρετικής έρευνας είναι δύο διαφορετικά πράγματα. Το κλασικό παράδειγμα είναι αυτό με την «ακρωτηριασμένη» σκακίερα. Φανταστείτε πως έχετε ένα σύνολο από ντόμινα, που το καθένα έχει ακριβώς το μέγεθος που χρειάζεται για να καλύψει δύο διαδοχικά τετράγωνα μιας σκακίερας. Τότε ολόκληρη η σκακίερα (και τα εξήντα τέσσερα τετράγωνα) μπορούν να καλυφθούν από τριάντα δύο ακριβώς ντόμινα. Πρόβλημα: υποθέστε πως αφαιρούνται από τη σκακίερα δύο τετράγωνα που καταλαμβάνουν τα δύο αντίθετα άκρα μιας διαγωνίου. Μπορούμε να καλύψουμε πλήρως την «ακρωτηριασμένη» σκακίερα με τριανταένα ντόμινο;

Λοιπόν, δοκιμάστε μερικές διατάξεις για να δείτε αν είναι εφικτό κάτι τέτοιο. Αυτό υποδεικνύει έναν τρόπο διατύπωσης του προβλήματος: έστω πως ο χώρος είναι το σύνολο των τρόπων κατανομής των τριανταένα ντόμινο πάνω στη σκακίερα και ας αναζητήσουμε μια κατανομή που θα αφήνει ακάλυπτες τις αντίθετες γωνίες. Η δουλειά θα είναι σκληρή! Υπάρχει, όμως και μια απλούστερη διατύπωση. Επειδή οι αντίθετες γωνίες στη σκακίερα έχουν το ίδιο χρώμα, υπάρχουν δύο πιθανότητες είτε η «ακρωτηριασμένη» σκακίερα να έχει τριάντα άσπρα τετράγωνα και τριάντα δύο μαύρα είτε το αντίστροφο. Έστω τώρα πως αυτές οι δύο περιπτώσεις είναι ο χώρος αναζήτησης. Επειδή κάθε ντόμινο καλύπτει μόνο ένα άσπρο και ένα μαύρο τετράγωνο κάθε σκακίερα που καλύπτεται πλήρως από τριανταένα ντόμινο πρέπει να έχει τριανταένα άσπρα και τριανταένα μαύρα τετράγωνα ακριβώς. Μπορούμε να βρούμε μια σκακίερα σαν και αυτή στο νέο μας χώρο αναζήτησης; Δεν χρειάζεται και πολλή ώρα για να το διαπιστώσουμε. Και οι δύο διατυπώσεις μπορούν να προγραμματιστούν εύκολα για μια αναζήτηση μέσω υπολογιστή. Υιοθετήστε την πρώτη και η λύση δεν θα βρεθεί ποτέ τουλάχιστον όχι όσο ζούμε. Υιοθετήστε, όμως τη δεύτερη και το πρόβλημα έχει ήδη λυθεί. Δεν έχει μείνει τίποτε για να κάνει η μηχανή. Με άλλα λόγια, η «πραγματική» πρόκληση δεν είναι να βρούμε τη λύση, με δεδομένη μια πλήρως διαμορφωμένη διατύπωση, αλλά να βρούμε μια καλή διατύπωση (μικρός χώρος αναζήτησης, αποτελεσματικοί έλεγχοι) με δεδομένη την «άτυπη» δήλωση του προβλήματος στη φυσική μας γλώσσα.

Η ιδέα της χρήσης ρητά καθορισμένων ευρετικών επιλογής για τη χαλιναγωγή της συνδυαστικής έκρηξης αποτελεί ένα μεγάλο διανοητικό ορόσημο. Αποτέλεσε ίσως το κρίσιμο στοιχείο για την πραγματική ανάπτυξη του πεδίου της Τεχνητής Νοημοσύνης και υπήρξε έκτοτε ένα εννοιολογικό υποστήριγμα. Τα πρώτα προγράμματα ίσως φαίνονται, τώρα πια, πρωτόγονα και ιδιαίτερα εκτεθειμένα σε σφάλματα, δεν πρέπει όμως να ξεχνάμε τι κατάφεραν. Το Logic Theorist

(ερμηνευόμενο) δεν ήταν αλγοριθμικό: επιδίωκε την επίτευξη ενός συμβολικό καθορισμένου στόχου πραγματοποιώντας λογικές συμβολικές εξερευνήσεις, καθοδηγούμενος από συμβολικά κωδικοποιημένη γνώση. Επομένως, ήταν το πρώτο ανθρώπινο δημιούργημα που δικαιούται να περιγραφεί ως κάτι που έλυνε προβλήματα σκεπτόμενο πάνω σε αυτά. Οι εφευρέτες του είχαν κάθε λόγο να είναι υπερήφανοι.

Μέσα σε ένα τέταρτο του αιώνα, η Τεχνητή Νοημοσύνη αναπτύχθηκε εκπληκτικά και σε εμβέλεια και σε πολυπλοκότητα. Προβλήματα που δεν ήταν δυνατόν καν να τεθούν (πολύ περισσότερο να αντιμετωπιστούν) στα τέλη της δεκαετίας του 1950, αποτελούν σήμερα τα θέματα μιας καλοδουλεμένης και ζωντανής έρευνας. Το υπολογιστικό μοντέλο κατέστησε τη θεωρία πιο πειθαρχημένη και συγχρόνως την απελευθέρωσε: είναι δυνατό πλέον να διατυπωθούν προβλήματα και να αναπτυχθούν ερμηνείες που έως εκείνη τη στιγμή ήταν ουσιαστικά αδιανόητες. Οποσδήποτε, αυτές οι πρώτες εξερευνήσεις συνάντησαν απρόσμενες περιπλοκές και δυσκολίες, αλλά και έτσι ακόμα συνιστούν έναν άνευ προηγουμένου πλούτου εμπειρικής γνώσης. Παράλληλα η Τεχνητή Νοημοσύνη δεν παραμένει η ίδια αλλά βελτιώνεται. Κάθε χρόνο εμφανίζονται συστήματα με ικανότητες που κανένα προηγούμενο δεν τις διέθετε και δεν διαφαίνεται κάποιο τέλος στον ορίζοντα.

Κεφάλαιο 2^ο – Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence)

2.1 Γενικά

Ένας υπολογιστής δεν χρησιμοποιείται μόνο για να επεξεργάζεται δεδομένα. Υπάρχει και μία άλλη κατηγορία εφαρμογών, με τις οποίες επιδιώκεται η «διανοητική ωρίμανση» του υπολογιστή, που θα μπορεί, όπως προβλέπουν οι ειδικοί επιστήμονες, να κάνει «νοήμονες» επεξεργασίες όπως ο άνθρωπος. Οι εφαρμογές αυτές αποδίδονται με τον όρο **Τεχνητή Νοημοσύνη (TN)** ή **Artificial Intelligence (AI)**.

Η **Τεχνητή Νοημοσύνη** περιλαμβάνει ενέργειες, με τις οποίες παρέχεται η ικανότητα σε μηχανές, όπως οι υπολογιστές να παρουσιάζουν συμπεριφορά, που θα μπορούσε να χαρακτηριστεί τόσο ευφυής, σαν να επρόκειτο να παρατηρηθεί στο άνθρωπο.

Ανοιχτός ορισμός την TN, είναι η προσομοίωση ανθρώπινων διαδικασιών. Έχει την ικανότητα να προσομοιώνει θεωρήσεις της ανθρώπινης ευφυΐας, όπως επαγωγή και συμπερασματολογία.

Η ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης (TN) είναι μια μικρή πτυχή της επανάστασης των υπολογιστών: εν τούτοις με τη δημιουργία της TN, ως άνθρωποι, είμαστε σε θέση να βελτιώσουμε την ποιότητα ζωής μας. Παραδείγματος χάριν, η TN μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ελέγξει τις εγκαταστάσεις παραγωγής δύναμης ή για να καταστήσει τις μηχανές όλων των ειδών πιο κατανοητές και υπό τον έλεγχο των ανθρώπων: ακόμη και με όλη την ικανότητα του είναι απίθανο ότι ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης θα είναι σε θέση να αντικαταστήσει το ανθρώπινο μυαλό. Ένας τυποποιημένος καθορισμός της τεχνητής νοημοσύνης, είναι ότι είναι απλά η προσπάθεια να παραγάγει στους υπολογιστές τις μορφές συμπεριφοράς που, εάν γίνονταν από ανθρώπινα όντα, θα θεωρούνταν ως ευφυείς. Αλλά μέσα σε αυτόν τον καθορισμό, υπάρχουν ακόμα ποικίλες αξιώσεις και τρόποι ερμηνείας των αποτελεσμάτων των προγραμμάτων της TN. Η πιο κοινή και φυσική προσέγγιση στην έρευνα της TN είναι να ερωτηθεί οποιουδήποτε πρόγραμμα, τι μπορεί αυτό να κάνει. Ποια είναι τα πραγματικά αποτελέσματα από την άποψη της παραγωγής; Από αυτήν την άποψη, όσον αφορά ένα πρόγραμμα παρτίδας σκάκι, παραδείγματος χάριν, είναι απλό το πόσο καλό είναι. Μπορεί, παραδείγματος χάριν, να κτυπήσει τους μεγάλους κυρίους του σκακιού; Αλλά υπάρχει επίσης μια θεωρητικότερα προσανατολισμένη προσέγγιση στην τεχνητή νοημοσύνη, η οποία ήταν η βάση της συμβολής της TN στη νέα πειθαρχία της γνωστικής επιστήμης.

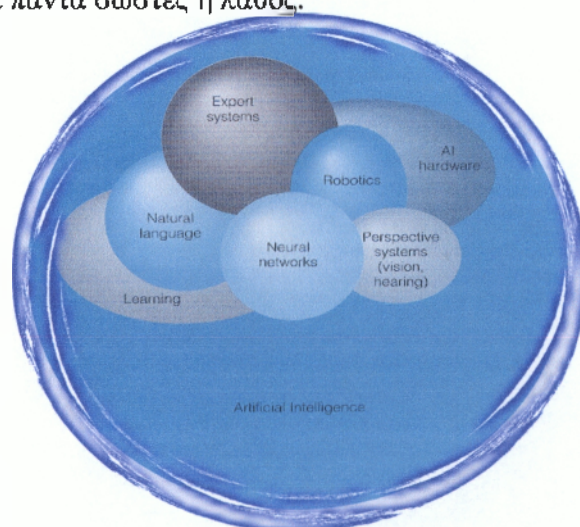
2.2 Περιοχές της Τεχνητής Νοημοσύνης

Η TN είναι μια ευρύτερη επιστημονική περιοχή που περιλαμβάνεται στην επιστήμη της πληροφορικής, η οποία έχει αναπτυχθεί τα τελευταία τριάντα χρόνια. Η αρχική της παρουσία γίνεται με το πρόγραμμα Logic Theorist, ένα πρόγραμμα απόδειξης θεωρημάτων απειροστικού λογισμού και στην συνέχεια με την ανάπτυξη των GPS (General Problem Solver). Η έρευνα συνεχίστηκε, αλλά την προτεραιότητα έλαβαν άλλα συστήματα λιγότερο φιλόδοξα, όπως τα Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης (MIS) και Προγράμματα Υποστήριξης Αποφάσεων (DSS). Με την πάροδο του χρόνου και την εξέλιξη της τεχνολογίας επίπονες έρευνες επανέφεραν την χρήση των υπολογιστών για διεργασίες που απαιτούν ανθρώπινη ευφυΐα. Η πιο κοινή απάντηση στο χώρο της αγοράς για την χρήση της TN είναι η εφαρμογή των **Έμπειρων Συστημάτων (Expert Systems)**. Τα έμπειρα συστήματα αναφέρονται και

σαν **Συστήματα Γνώσης (Knowledge Based Systems)**. Μερικοί θεωρούν ότι τα έμπειρα συστήματα δεν πρέπει να κατηγοριοποιούνται στην περιοχή της ΤΝ.

Στην περιοχή αυτή, εκτός των έμπειρων συστημάτων, περιλαμβάνονται και οι παρακάτω κλάδοι τεχνολογιών, όπως:

- **Νευρωνικά δίκτυα (neural networks)** είναι υψηλά απλοποιημένο μοντέλο του ανθρώπινου νευρικού συστήματος, το οποίο επιδεικνύει ικανότητες, όπως εκμάθηση, γενίκευση και υπεξείρεση.
- **Συστήματα Προοπτικής (Perspective systems)** είναι συνηθισμένες εικόνες και ακουστικά σήματα που καθοδηγούν τους υπολογιστές με άλλες συσκευές.
- **Μάθηση (learning)** εμπεριέχει όλες τις ενέργειες οι οποίες διευκολύνουν έναν υπολογιστή ή μια συσκευή να αποκτήσει επιπλέον γνώση σε σχέση με αυτή που ήδη έχει στην μνήμη του από τους κατασκευαστές ή προγραμματιστές. Η μάθηση μηχανής είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για αναγνώριση σύνθετων προτύπων και σχέσεων δεδομένων.
- **Ρομποτική (robotics)** αποτελείται από συσκευές οι οποίες ελέγχονται από υπολογιστή οι οποίες μιμούνται τις κινητήριες ενέργειες του ανθρώπου. Η ρομποτική χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο στη βιομηχανία, σε εργασίες ρουτίνας, μηχανικής συναρμολόγησης προϊόντων και έχει επιτύχει μεγάλη αύξηση της παραγωγικότητας με παράλληλη μείωση του κόστους.
- **Υλικό της Τεχνητής Νοημοσύνης (AI Hardware)** περιέχει τις φυσικές συσκευές οι οποίες στοχεύουν στην εφαρμογή της ΤΝ.
- **Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας (Natural Language Processing)** επιτρέπει στους χρήστες να επικοινωνούν με τον υπολογιστή χρησιμοποιώντας γλώσσες όπως Ελληνικά, Ισπανικά, Γερμανικά, Αγγλικά, Γαλλικά, Κινέζικα κ.λ.π.
- **Fuzzy Logic** είναι μια τεχνική βασισμένη στην τεχνολογιών λογικών κανόνων. Η θεωρία αυτή αναφέρει ότι οι διαχειριστικές αποφάσεις πρέπει να βασίζονται μερικώς σε πραγματικά δεδομένα, αντιλήψεις ή καταστάσεις οι οποίες μπορεί να μην είναι πάντα σωστές ή λάθος.



Περιοχές της Τεχνητής Νοημοσύνης

2.2.1 Συγκεχυμένη λογική (Fuzzy logic)

Οι υπολογιστές συνήθως χρησιμοποιούν πληροφορίες σε δύο εκδοχές: ανοικτό ή κλειστό, αληθές ή ψευδές, μαύρο ή άσπρο, ζεστό ή κρύο. Όμως στην πραγματικότητα τα πράγματα δεν είναι πάντα στο ένα άκρο ή στο άλλο. Για παράδειγμα, μπορεί να κάνει παγωνιά, κρύο, να έχει δροσιά, ζέστη ή καύσωνα. Οι εγκέφαλοι των ρομπότ πρέπει να έχουν την ικανότητα να χειρίζονται τέτοιου είδους πληροφορίες της «αληθινής ζωής». Μια λύση σε αυτό το θέμα μας δίνει η **συγκεχυμένη λογική**. Σε ένα σύστημα fuzzy logic, όλες οι θερμοκρασίες αντιμετωπίζονται σαν μερικά ζεστές. Έτσι, η θερμοκρασία μια ημέρα μπορεί να είναι 20% ζεστή. Επιπρόσθετα, θα μπορούσε να έχει 65% ηλιοφάνεια, 15% άνεμο και 0% βροχή. Το Fuzzy Logic είναι μία τεχνική βασισμένη στην τεχνολογία κανόνων, οι οποίοι κανόνες αναπτύχθηκαν μετά τη θεωρία fuzzy το 1965 από τον L.A. Zaden. Η θεωρία αυτή αναφέρει ότι οι ιατρικές και διαχειριστικές αποφάσεις πρέπει να βασίζονται σε μερικώς πραγματικά δεδομένα, αντιλήψεις ή καταστάσεις οι οποίες μπορεί να μην είναι πάντα σωστές ή λάθος. Στην ουσία. Ο βαθμός ή η πιθανότητα αλήθειας μπορεί να κυμαίνονται ανάμεσα σε ναι περιοχή από το μηδέν έως το ένα. Επίσης καταστάσεις, γεγονότα και ενότητες μπορούν να προσδιοριστούν σε περισσότερες από μία ομάδες. Έτσι, εκεί που τα έξυπνα συστήματα βασίζονται σε ορισμένους κανόνες και αναγνωρίζουν την κάθε προσδοκία του κανόνα, η συγκεχυμένη λογική μπορεί να δεχτεί τα πιθανά σπάνια γεγονότα αν η τεράστια πλειοψηφία των άλλων γεγονότων είναι μέσα στα όρια.

Ο συνδυασμός αυτών των συγκεχυμένων πληροφοριών, μπορεί να δώσει σε έναν υπολογιστή ή ένα ρομπότ μια «αίσθηση» του πραγματικού κόσμου.

2.3 Περιοχές της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Υγεία

Δεν υπάρχει γενικά αποδεκτός ορισμός της Τεχνητής Νοημοσύνης (TN), επειδή δεν υπάρχει ακόμα γενικά αποδεκτός ορισμός της ανθρώπινης νοημοσύνης.

Με πολύ γενικούς όρους, ορισμένες τεχνικές και συστήματα επιστήμης των υπολογιστών αναγνωρίζονται ότι ανήκουν στην Τεχνητή Νοημοσύνη, διότι σε αυτές οι υπολογιστές κάνουν κάτι, που αν γινότανε από άνθρωπο θα θεωρούταν νοήμων.

Η Τεχνητή Νοημοσύνη στην ιατρική καλύπτει μια ποικιλία εφαρμογών που περιέχονται στα Συστήματα:

- ❖ Υποστήριξης ιατρικών αποφάσεων
- ❖ Μάθησης
- ❖ Αναγνώρισης Μορφών
- ❖ Ρομπότ
- ❖ Τεχνητών Νευρωνικών δικτύων.

2.3.1 Οι «Έξυπνες» Ιατρικές Συσκευές

Η Τεχνητή Νοημοσύνη είναι ο τομέας εφαρμογών της Πληροφορικής που ασχολείται με την μελέτη και το σχεδιασμό τεχνητός νοημόνων συστημάτων που με κατάλληλα προγράμματα, χρησιμοποιούνται σε πολλές δραστηριότητες της ανθρώπινης κοινωνίας, την ιατρική, τις τηλεπικοινωνίες και αλλού. Η επιστήμη αυτή μελετά τις ιδέες που δίνουν την δυνατότητα στα συστήματα των υπολογιστών να συμπεριφέρονται με ανθρώπινη εξυπνάδα. Η μηχανή για την ζωντανή συνομιλία, μέσω του Διαδικτύου, είναι ένα παράδειγμα έξυπνης μηχανής. Η Τεχνητή Νοημοσύνη είναι δυνατό, με κατάλληλη κλίμακα, να συγκριθεί. Έτσι μπορούμε να λέμε ότι ένας υπολογιστής με προγράμματα επεξεργασίας κειμένου και εξυπνότερος της απλής γραφομηχανής ή ότι ένα άτομο με μεγαλύτερο IQ είναι εξυπνότερο άλλου.

Η έρευνα στην ΤΝ άρχισε την δεκαετία του 1950 με την οργάνωση των πρώτων συνεδρίων και εργαστηρίων, συνεχίστηκε στη δεκαετία του 1960 με προόδους στα βιομηχανικά ρομπότ και συνεχίζεται τα τελευταία χρόνια, με εμπειρογνομονικά κυρίως συστήματα. Βρίσκεται σε βρεφική κατάσταση χωρίς ακόμα να έχουν ικανοποιηθεί οι περισσότερες από τις αρχικές της προσδοκίες. Από τις πολλές εφαρμογές που έχουν δημιουργηθεί και ελεγχθεί, πολύ λίγες είναι πρακτικά χρήσιμες, για να χρησιμοποιηθούν στην καθημερινή μας ζωή.

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας επιτρέπει την ενσωμάτωση της «έξυπνάδας» σε πάρα πολλές ηλεκτρονικές συσκευές, από τα κινητά τηλέφωνα μέχρι τις έξυπνες κάρτες υγείας. Πολλές έξυπνες μη παρεμβατικές συσκευές όπως για παράδειγμα ο ψηφιακός μετρητής αρτηριακής πίεσης, οι αυτόματοι ανιχνευτές αρρυθμίας, το ηλεκτρονικό θερμόμετρο, το στηθοσκόπιο κ.α., σχεδιάστηκαν για να διευκολύνουν κυρίως τους ασθενείς που πάσχουν από χρόνια νοσήματα.

Πολλά έξυπνα ιατρικά μηχανήματα όπως ο μετρητής σακχάρου, ο ηλεκτροκαρδιογράφος, για παράδειγμα χρησιμοποιούνται για την κατ' οίκον παρακολούθηση ασθενών με τέτοιο τρόπο ώστε τα αποτελέσματά τους να μεταφέρονται στον υπολογιστή του θεράποντα ιατρού τους μέσω της τηλεφωνικής γραμμής. Πολλές ακόμα έξυπνες συσκευές χρησιμοποιούνται στα νοσοκομεία, στις Μονάδες Εντατικής Θεραπείας, στα μηχανήματα που δείχνουν τις τιμές εργαστηριακών εξετάσεων και αλλού.

Πολλές εφευρέσεις και μηχανήματα προβάλλονται σαν έξυπνες όπως για παράδειγμα οι έξυπνες ιατρικές μπλούζες που θα είναι ταυτόχρονα συλλέκτες, φορείς και πομποί πληροφοριών. Οι μπλούζες αυτές που έχουν στην ύφανσή τους αισθητήρες, καλώδια, οπτικές ίνες και μικροεπεξεργαστές, θα καταγράφουν πολλές ζωτικές ενδείξεις ενός οργανισμού, όπως τον καρδιακό του παλμό, την αρτηριακή του πίεση, τον αναπνευστικό του ρυθμό και θα τις μεταδίδουν σε κατάλληλα κέντρα αναλύσεων.

Στις εφαρμογές της ΤΝ σημαντικό ρόλο, εκτός από τον μηχανικό εξοπλισμό, έχει και Λογισμικό. Τα προγράμματα που υλοποιούν τις εφαρμογές της ΤΝ γράφονται σε παραδοσιακές γλώσσες προγραμματισμού, όπως είναι η LISP, η PROLOG και άλλες.

Τα σημαντικότερα προγράμματα ιατρικών εφαρμογών ΤΝ που θα εξετάσουμε στην συνέχεια, είναι:

- ❖ Υποστήριξης Ιατρικών Αποφάσεων
- ❖ Μάθησης
- ❖ Αναγνώρισης Ανθρώπινης Ομιλίας
- ❖ Αναγνώρισης Μορφών
- ❖ Ρομπότ

2.3.2 Τα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων.

Τα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (DSS - Decision Support Systems) είναι τα προγράμματα που χρησιμοποιούν την γνώση των εμπειρογνομόνων για να δώσουν συμβουλές που θα υποστηρίξουν Διαγνωστικές και Θεραπευτικές κυρίως αποφάσεις. Ο ρόλος τους είναι χρήσιμος και στην προληπτική ιατρικά, όπως για παράδειγμα τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων για την ανίχνευση των πρώτων σταδίων του καρκίνου.

Τα συστήματα DSS βρίσκουν ανταπόκριση στον ιατρικό κόσμο και θεωρούνται από πολλούς ιατρούς συνώνυμα της Τεχνητής Νοημοσύνης.

Χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα σε μέρη που δεν υπάρχουν ειδικοί εμπειρογνώμονες ή σε μέρη στα οποία υπάρχουν λίγοι ιατροί που αντιμετωπίζουν μόνοι τους πολλές ασθένειες και διάφορες επιδημίες.

2.3.3 Τα Συστήματα Μάθησης

Ο τομέας έρευνας της ΤΝ που ασχολείται κυρίως με τις τεχνικές που δίνουν την ικανότητα στον υπολογιστή να βγάζει συμπεράσματα, να αυξάνει τις γνώσεις του και μαθαίνει από τα λάθη του, είναι τα Συστήματα Μάθησης. (Learning Systems).

Τα Συστήματα Μάθησης είναι προϋπόθεση για οποιαδήποτε προχωρημένη μορφή νοημοσύνης.

Δεν υπάρχουν μηχανές που μπορεί να σκέπτονται, αλλά υπάρχουν μηχανές που μπορούν να μάθουν να σκέπτονται.

Η βασική μέθοδος μάθησης, είναι η μέθοδος δοκιμής και λάθους (trial or error), που επιδεικνύεται με το μηχανικό ποντίκι.

Όταν ένα μηχανικό ποντίκι τοποθετηθεί στο εσωτερικό ενός λαβύρινθου που έχει διαμορφωθεί από διαδοχικούς συνδυασμούς δεξιόστροφων και αριστερόστροφων στροφών, προσπαθώντας και βρίσκοντας μετά από προσπάθειες, τον σωστό συνδυασμό εξόδου του από τον λαβύρινθο, τον απομνημονεύει και τον χρησιμοποιεί σε οποιαδήποτε μελλοντική του προσπάθεια.

Το μηχανικό ποντίκι στις προσπάθειές του μπορεί να μαθαίνει από τα λάθη του, ώστε να μην κάνει ένα συγκεκριμένο λάθος περισσότερο από μία φορά.

Το ποντίκι μαθαίνει αποτυπώνοντας ενέργειες που οδηγούν σε ικανοποιητικά αποτελέσματα και διαγράφοντας τις άλλες.

Μπορεί ακόμα να αντιμετωπίζει νέες καταστάσεις βασιζόμενο στην προηγούμενη εμπειρία του και να γίνεται «εξυπνότερο», με όσες περισσότερες καταστάσεις αντιμετωπίζει επιτυχώς.

Με παρόμοιο τρόπο οι υπολογιστές, όπως και οι άνθρωποι, αντιμετωπίζουν τις νέες καταστάσεις βασιζόμενοι στην «εμπειρία» που έχουν αποκτήσει παλαιότερα επιλύοντας πολλές ανάλογες εφαρμογές.

Οι τεχνικές μάθησης χρησιμοποιούνται και στα συστήματα εμπειρογνομώνων καθώς και στα συστήματα Ασφάλειας ώστε να μπορούν να ανιχνεύουν και να αντιμετωπίζουν αυτόματα τα σχετικά προβλήματα που ανακύπτουν.

2.3.4 Τα Συστήματα Αναγνώρισης της Ανθρώπινης Ομιλίας

Η επικοινωνία των ανθρώπων με τα κομπιούτερ, είναι μια άλλη περιοχή εφαρμογής της ΤΝ.

Οι παραδοσιακές εφαρμογές επεξεργασίας της ανθρώπινης ομιλίας γίνονται με τον γραπτό λόγο. Τα έγγραφα και οι σε ψηφιακή μορφή φράσεις πληκτρολογούνται άμεσα στον υπολογιστή.

Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται σε ασθενείς που δεν ομιλούν ή δεν καταλαβαίνουν την μεταξύ τους γλώσσα, οπότε η τροφοδοσία του συστήματος με κείμενα σε μία γλώσσα, παράγει κείμενα σε άλλη γλώσσα.

Οι μελλοντικές εφαρμογές επεξεργασίας επιτρέπουν την προφορική υπαγόρευση πληροφοριών με τη φυσική γλώσσα του χρήστη και την μετατροπή τους, στη συνέχεια σε κείμενο ψηφιακής μορφής.

Τα προγράμματα των εφαρμογών αυτών μπορούν να δέχονται λέξεις ή προτάσεις συνεχή λόγο ενός ή περισσότερων χρηστών.

Με τα συστήματα αυτά μπορεί ακόμα ο χρήστης να υποβάλει ερωτήματα στη φυσική του γλώσσα και να πάρει απαντήσεις από τον υπολογιστή, αφού προηγουμένως μεταφερθούν σε κατάλληλη Βάση Δεδομένων.

Το πληκτρολόγιο χρησιμοποιείται προφανώς για τις διορθώσεις των κειμένων που εμφανίζονται στην οθόνη του υπολογιστή.

Η αναγνώριση ομιλίας δεν έχει ακόμα φτάσει σε επιθυμητό βαθμό τελειότητας, διότι προς το παρόν τα μηχανήματα αναγνώρισης ομιλίας χρησιμοποιούνται για ορισμένες φυσικές γλώσσες και με περιορισμένο λεξιλόγιο ολίγων εκατοντάδων λέξεων.

Στην Ιατρική διατίθενται συστήματα για ορισμένες φυσικές γλώσσες και για ορισμένες ιατρικές ειδικότητες.

Οι παθολόγοι, οι ακτινολόγοι, οι κυτταρολόγοι, οι χειρουργοί, οι εργαστηριακοί ιατροί μπορούν με τα συστήματα αυτά να μεταφέρουν προφορικά τα διαγνωστικά ή απεικονιστικά τους ευρήματα και να δημιουργήσουν γρηγορότερα το αντίστοιχο γραπτό κείμενο.

Η πλήρης ανάπτυξη ενός συστήματος αναγνώρισης της ανθρώπινης ομιλίας θα φέρει προφανώς επανάσταση στη διαχείριση των πληροφοριών ενός νοσοκομείου.

Η Αναγνώριση Ομιλίας (Speech ή Voice Recognition) συμπληρώνεται με την Σύνθεση Ομιλίας (Voice Synthesis) με την οποία το σύστημα δίνει λεκτική απάντηση, σε μία μορφή που ομοιάζει με την ανθρώπινη ομιλία.

Η απάντηση του υπολογιστή στη σύνθεση ομιλίας μπορεί ακόμα να ηχεί χαρούμενη, λυπημένη ή και οργισμένη.

Οι τεχνολογίες Αναγνώρισης - Σύνθεσης της ανθρώπινης ομιλίας υπάρχουν, στο εμπόριο, σε CD - ROM, DVD ή και μέσω του Ιντερνετ.

Αναγνώριση φωνής

Είναι πιο δύσκολο να κάνουμε τις μηχανές να καταλαβαίνουν τι τους λέμε από το να τις κάνουμε να μιλάνε. Χρειάζεται να συνεννοούνται με ανθρώπους που μιλάνε με διαφορετικές ταχύτητες και με διαφορετική προφορά. Πρέπει επίσης να αντιλαμβάνονται προτάσεις ανολοκλήρωτες ή με γραμματικά λάθη. Το πρώτο **σύστημα αναγνώρισης φωνής** έπρεπε να «εκπαιδευτεί» για να αναγνωρίζει τη φωνή ενός συγκεκριμένου ανθρώπου. Πιο προηγμένα συστήματα μπορούν να αναγνωρίσουν οποιαδήποτε φωνή χωρίς εκπαίδευση. Το Ινστιτούτο Τεχνολογίας στη Μασαχουσέτη των ΗΠΑ έχει δημιουργήσει ένα σύστημα που μπορεί να απαντά σε προφορικές ερωτήσεις πάνω σε συγκεκριμένα ιατρικά θέματα. Το σύστημα το οποίο αποκαλείται Galaxy, καταλαβαίνει τι του λέμε και απαντά. Μιλάει αγγλικά, ισπανικά και κινέζικα. Φορτώνει τις πληροφορίες που χρειάζεται από το Internet και τις μετατρέπει σε ομιλία.

Κατανόηση του προφορικού λόγου

Οι λέξεις που χρησιμοποιούμε μπορούν να διαιρεθούν σε απλούς ήχους, οι οποίοι λέγονται φωνήματα. Ένας τύπος συστήματος αναγνώρισης φωνής αναζητεί τα φωνήματα στην ομιλία. Στην συνέχεια ψάχνει για ομάδες φωνημάτων που μεταξύ τους σχηματίζουν λέξεις. Είναι προγραμματισμένο με τους κανόνες της γλώσσας. Για παράδειγμα, μια πρόταση όπως «το σκυλί τρώει το φαγητό» αποτελείται από ένα υποκείμενο (το σκυλί), ένα ρήμα (τρώει) και ένα αντικείμενο (το φαγητό). Χρησιμοποιώντας αυτούς τους κανόνες που και εμείς χρησιμοποιούμε για να σχηματίσουμε προτάσεις με νόημα, μαντεύει ποια θα μπορούσε να είναι η κάθε πρόταση, καταλήγοντας ίσως σε διαφορετικές πιθανές απαντήσεις. Το σύστημα αντιμετωπίζει προβλήματα με τις μικρές προτάσεις επειδή δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία στις λέξεις για να καταλάβει ο υπολογιστής τι αφορά η πρόταση.

2.3.5 Η Αναγνώριση Μορφών

Η Αναγνώριση Μορφών (Pattern Recognition) είναι ο τομέας της ΤΝ που ασχολείται με τις τεχνικές που τακτοποιούν ένα σύνολο αντικειμένων σε διακεκριμένες τάξεις ομοίων αντικειμένων.

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πλήθος εφαρμογών όπως για παράδειγμα στις Ρομποτικές συσκευές, στα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα, στην Καρδιολογία (ανίχνευση ασθενειών στεφανιαίας, μέσω ηλεκτροκαρδιογραφημάτων), στην Ογκολογία (ανίχνευση καρκινωμάτων, με την μελέτη κυττάρων), στην Νευρολογία (ανίχνευση νευρολογικών συνθηκών, μέσω εγκεφαλογραφημάτων), στην Φαρμακολογία (έλεγχος συνταγών και Φαρμάκων), στην Διαγνωστική και αλλού.

Οι εφαρμογές επεξεργασίας και αναγνώρισης εικόνας, όπου η εικόνα με σάρωση μετασχηματίζεται σε ψηφιακούς παλμούς που συγκρίνονται με τους αποθηκευμένους στη μνήμη του μηχανήματος παλμούς, οι τεχνολογίες που μπορούν να εντοπίζουν αυτόματα τις σημαντικές αποκλίσεις από ένα συνηθισμένο περιβάλλον, η ταυτοποίηση προσώπων που βασίζεται σε βιομετρικές τεχνικές και σε βιολογικά χαρακτηριστικά που θεωρούνται μοναδικά για κάθε άνθρωπο (δακτυλικά αποτυπώματα, ιριδογραφήματα), είναι ορισμένες άλλες ερευνητικές κατευθύνσεις στην Αναγνώριση Μορφών με μεγαλύτερες μελλοντικές προοπτικές.

2.3.6 Τα Ρομπότ και η Ρομποτική

Ο όρος ρομπότ είναι τσέχικος και πρωτοπαρουσιάστηκε από τον Τσέχο συγγραφέα Τσάπεκ με την λέξη ρομπότα (Robota) που σημαίνει «σκλαβωμένος εργάτης».

Τα ρομπότ (Robot) είναι μηχανισμοί που προγραμματίζονται ή διδάσκονται να εκτελούν συγκεκριμένες εργασίες που μπορούν να αυτοματοποιηθούν χωρίς να απαιτούνται σημαντικές πρωτοβουλίες για την εκτέλεσή τους.

Οι ρομποτικές συσκευές που υπάρχουν σήμερα, ιδιαίτερα στις πρωτοπόρες χώρες ΗΠΑ και Ιαπωνία πλησιάζουν το 1.000.000, με τα 98% αυτών να αξιοποιούνται σε εργοστάσια.

Ο τεχνολογικός κλάδος που ασχολείται με τον σχεδιασμό, δημιουργία και εκπαίδευση των ρομπότ, λέγεται Ρομποτική (Robotics).

Οι μηχανικές αισθήσεις των ρομπότ είναι οι ψηφιακοί αισθητήρες (Sensors). Είναι μηχανισμοί ικανοί να κωδικοποιούν ένα φυσικό γεγονός σε ψηφιακά δεδομένα, με πιο περιορισμένες όμως δυνατότητες σε σχέση με τα ανθρώπινα αισθητήρια όργανα.

Με αυτούς μπορούν να καταγράφονται οι αλλαγές στο περιβάλλον τους, στη θερμοκρασία, στο βάρος, να αναγνωρίζονται σχήματα και να προσδιορίζονται οι θέσεις διαφόρων αντικειμένων.

Νοήμονες αισθητήρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στην Ιατρική, όπως π.χ. οι αισθητήρες γλυκόζης που ελέγχουν και παρέχουν τη σωστή δόση ινσουλίνης στα διαβητικά άτομα.

Το έργο των ρομπότ βοηθείται από τα συστήματα της Μηχανικής Ακοής (ML: Machine Listening) και της Μηχανικής Όρασης (MV: Machine Vision).

Τα συστήματα Όρασης βασίζονται απλά στη χρησιμοποίηση μιας κάμερας TV που ψηφιοποιεί τα αναλογικά σήματα που δέχεται.

Η Μηχανική Όραση χρησιμοποιείται στην καθοδήγηση ρομποτικών μηχανών, για να «βλέπουν» και να αναγνωρίζουν το σχήμα αντικειμένων, στον αυτοματισμό εργαστηρίων, στον έλεγχο ποιότητας, στις αναλύσεις και αλλού.

Μπορεί ακόμα να βοηθήσει στον εντοπισμό σημαντικών πληροφοριών, π.χ. ανεύρεση καρκινικών κυττάρων που βρίσκονται κρυμμένα ανάμεσα σε χιλιάδες άλλα κύτταρα που εξετάζονται στο εργαστήριο.

Τα ρομπότ μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο Φαρμακείο ενός νοσοκομείου, να παίρνουν φαρμακευτικές εντολές, να βρίσκουν τα κατάλληλα φάρμακα, να τα διοχετεύουν στους ασθενείς, στη μεταφορά αντικειμένων σε αποστειρωμένους χώρους και αλλού.

Η έρευνα στην Ρομποτική οδήγησε στην σχεδίαση και ανάπτυξη συσκευών Ιατρικής και Φυσικής Αποκατάστασης (αναπηρικές καρέκλες, ρομποτικά πόδια), στην ανάπτυξη Ρομποτικής Χειρουργικής και στα Νανορομπότ.

Τα Νανορομπότ είναι ρομπότ μικροσκοπικού μεγέθους, μεγέθους ασπρίνης που μπορούν να εισχωρήσουν στον ανθρώπινο οργανισμό και να διατρέχουν τις φλέβες και τις αρτηρίες του.

Τα ενσωματωμένα μικροσυστήματά τους μπορούν να καταγράφουν την πίεση του αίματος, να ελέγχουν την χοληστερίνη, να μετρούν το σάκχαρο του αίματος, τα επίπεδα ορμονών, την αποτελεσματικότητα του ανοσοποιητικού συστήματος και να τροφοδοτούν με δεδομένα έναν υπολογιστή που μπορεί να έχει τοποθετηθεί κάτω από το δέρμα, για παράδειγμα.

Τα συστήματα Ρομποτικής αναμένεται να χρησιμοποιηθούν και στο περιβάλλον ενός νοσοκομείου.

Μικρά έξυπνα αυτοκινούμενα ρομπότ, για παράδειγμα, μπορούν να ενημερώνουν τους ασθενείς, να καθοδηγούν ασθενείς στους χώρους του νοσοκομείου, να μεταφέρουν στοιχεία ασθενών ή και να εκτελούν βοηθητικές νοσοκομειακές εργασίες.

2.4 Τεχνητή Νοημοσύνη και Ιατρική

Το άτομο προσπαθεί να αυξήσει τις δυνατότητές του με το να δημιουργεί εργαλεία. Από την εφεύρεση του ροπαλού για ενισχύσει το χτύπημά του, μέχρι το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο για να ακονίσει το όραμά του, τα εργαλεία έχουν επεκτείνει τη δυνατότητά τους μέχρι και να αισθάνονται και να χειρίζονται τον κόσμο αντί για τον άνθρωπο. Σήμερα στεκόμαστε στο κατώφλι των νέων τεχνικών εξελίξεων που θα αυξήσουν τον ανθρώπινο συλλογισμό. Ο υπολογιστής και οι μέθοδοι προγραμματισμού που επινοούνται για αυτόν τον σκοπό είναι τα νέα εργαλεία που θα πραγματοποιήσουν αυτήν την αλλαγή.

Η ιατρική είναι ένας τομέας στον οποίο τέτοια βοήθεια απαιτείται αυστηρά. Οι αυξανόμενες προσδοκίες μας για την υψηλότερη ποιοτική υγειονομική περίθαλψη και η ταχεία ανάπτυξη πάντα της πιο λεπτομερούς ιατρικής γνώσης, αφήνουν τον ιατρό χωρίς επαρκή χρόνο για να αφιερώσει σε κάθε ασθενή και να αγωνίζεται να συμβαδίσει με τις νεώτερες εξελίξεις στον τομέα του. Ελλείψει του χρόνου, οι περισσότερες ιατρικές αποφάσεις πρέπει να βασιστούν σε γρήγορες κρίσεις για την περίπτωση του ασθενούς που στηρίζονται στην αβοήθητη μνήμη του ιατρού. Μόνο σε σπάνιες καταστάσεις μπορεί μια γραπτή ή άλλη εκτεταμένη έρευνα να ληφθεί υπόψη για να βεβαιώσει το γιατρό (και τον ασθενή) ότι η πιο πρόσφατη γνώση εφαρμόζεται σε οποιαδήποτε ιδιαίτερη περίπτωση. Οι συνεχείς διαδικασίες κατάρτισης και ανανέωσης του πτυχίου ενθαρρύνουν τους ιατρούς να κρατήσουν περισσότερο τις σχετικές πληροφορίες συνεχώς στο μυαλό τους, αλλά οι θεμελιώδεις περιορισμοί της ανθρώπινης μνήμης και η επανάκληση πληροφοριών συνδεδεμένη με την αύξηση της γνώσης, βεβαιώνουν ότι το μεγαλύτερο μέρος από αυτό που είναι γνωστό δεν μπορεί να μαθευτεί από τα περισσότερα άτομα. Αυτή είναι η ευκαιρία για τα νέα υπολογιστικά εργαλεία: να βοηθήσουν να οργανωθεί, να αποθηκευτεί και να

ανακτηθεί η κατάλληλη ιατρική γνώση που απαιτείται από τον επαγγελματία όσον αφορά κάθε δύσκολη περίπτωση και να προτείνουν τις κατάλληλες διαγνωστικές, προγνωστικές και θεραπευτικές τεχνικές.

Σε ένα επαναληπτικό άρθρο του ο Schwartz το 1990 μιλά για τη δυνατότητα που ο υπολογιστής ως διανοητικό εργαλείο έχει να αναδιαμορφώσει το παρόν σύστημα της υγειονομικής περίθαλψης, αλλάζοντας πλήρως το ρόλο του ιατρού και αλλάζοντας βαθιά τη φύση της ιατρικής στρατολόγησης εργατικού δυναμικού και της ιατρικής εκπαίδευσης. Εν ολίγοις, αναφέρει ότι το σύστημα υγειονομικής περίθαλψης μέχρι το έτος 2010 θα είναι βασικά διαφορετικό από αυτό που είναι σήμερα.

Οι βασικές τεχνικές εξελίξεις που οδηγούν σε αυτήν την αναδιαμόρφωση σχεδόν βεβαία, θα περιλαμβάνουν την εκμετάλλευση του υπολογιστή ως «διανοούμενο», «παραγωγικό» όργανο, ένα σύμβουλο που χιτίζεται στην ίδια την δομή του υγειονομικού συστήματος και που αυξάνει ή αντικαθιστά πολλές παραδοσιακές δραστηριότητες του ιατρού. Πράγματι, φαίνεται πιθανό ότι στο πολύ κοντινό μέλλον ο ιατρός και ο υπολογιστής θα συμμετάσχουν σε ένα συχνό διάλογο, τον υπολογιστή που συνεχώς θα κρατά σημειώσεις στο ιστορικό για τα φυσικά συμπεράσματα, τα εργαστηριακά στοιχεία και άλλα παρόμοια, προειδοποιώντας τον ιατρό στις πιθανότερες διαγνώσεις και προτείνουν το κατάλληλο και ασφαλέστερο σχέδιο δράσης.

Αυτό το όραμα μόνο αργά έρχεται στην πραγματικότητα. Οι τεχνικές που απαιτούνται για να εκτελέσουν τα προγράμματα υπολογιστών για να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι είναι ακόμα αόριστες και πολλοί άλλοι παράγοντες επηρεάζουν την αποδοχή των προγραμμάτων αυτών.

Αυτή η εργασία είναι μια εισαγωγή στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης στην ιατρική, (AIM) που δέχεται τώρα την πρόκληση της δημιουργίας και της διανομής των προαναφερθέντων εργαλείων. Αυτό το εισαγωγικό κεφάλαιο καθορίζει τα προβλήματα που εξετάζονται από τον τομέα, δίνει μια σύντομη επισκόπηση άλλων τεχνικών προσεγγίσεων σε αυτά τα προβλήματα, εισάγει μερικές από τις θεμελιώδεις ιδέες της τεχνητής νοημοσύνης, περιγράφει εν συντομία την τρέχουσα κατάσταση προόδου του AIM, συζητά τις τεχνικές ολοκληρώσεις και τα τρέχοντα προβλήματά του και εξετάζει τις πιθανές μελλοντικές εξελίξεις.

2.4.1 Ορισμοί

Τι σημαίνει «τεχνητή νοημοσύνη στην ιατρική»; Ένα εισαγωγικό εγχειρίδιο καθορίζει την τεχνητή νοημοσύνη (αποκαλούμενη AI) με αυτό τον τρόπο:

Τεχνητή νοημοσύνη είναι η μελέτη των ιδεών που επιτρέπει στους υπολογιστές να κάνουν τα πράγματα που κάνουν τους ανθρώπους να φαίνονται ευφυείς... Οι κεντρικοί στόχοι της τεχνητής νοημοσύνης είναι να κατασταθούν οι υπολογιστές πιο χρήσιμοι και να γίνουν κατανοητές οι αρχές που καθιστούν τη νοημοσύνη πιθανή.

Αυτό είναι ένας μάλλον απλός καθορισμός, αλλά ενσωματώνει ορισμένες υποθέσεις για την ιδέα της νοημοσύνης και τη σχέση μεταξύ του ανθρώπινου συλλογισμού και του υπολογισμού που είναι, σε μερικούς κύκλους, αρκετά αμφισβητούμενες. Η σύζευξη της μελέτης για το πώς να καταστήσει τους υπολογιστές χρήσιμους με τη μελέτη των αρχών που κρύβονται κάτω από την ανθρώπινη νοημοσύνη σαφώς υπονοεί ότι ο ερευνητής αναμένει τα δύο να είναι συνδεδεμένα. Πράγματι, στον πρόσφατα-αναπτυσσόμενο τομέα της γνωστικής επιστήμης, τα πρότυπα υπολογιστών της σκέψης χρησιμοποιούνται ρητά για να περιγράψουν τις ανθρώπινες ικανότητες.

Ιστορικά, οι ερευνητές της TN έπρεπε να υπερασπίσουν αυτόν τον σύνδεσμο ενάντια στις επιθέσεις ανθρωπιστών που αφορούσαν τη μείωση της ανθρώπινης

διάνοιας στα υπολογιστικά βήματα. Η συζήτηση έχει θερμοθεθεί μερικές φορές, όπως εξηγείται από το ακόλουθο απόσπασμα από την εισαγωγή σε μια πρόωρη συλλογή των εγγράφων της TN:

Είναι δυνατό για τις μηχανές υπολογισμού να σκεφτούν;

- Όχι εάν κάποιος καθορίζει τη σκέψη ως δραστηριότητα παραδόξως και αποκλειστικά ανθρώπινη. Οποιαδήποτε τέτοια συμπεριφορά στις μηχανές, επομένως, θα έπρεπε να ονομάζεται σκεπτόμενη συμπεριφορά.
- Όχι εάν κάποιος θέτει ως αίτημα ότι υπάρχει κάτι στην ουσία της σκέψης το οποίο είναι ανεξερεύνητο, μυστήριο, μυστικό.
- Ναι εάν κάποιος αναγνωρίζει ότι η ερώτηση πρόκειται να απαντηθεί από το πείραμα και την παρατήρηση, συγκρίνοντας τη συμπεριφορά του υπολογιστή με εκείνη την συμπεριφορά των ανθρώπινων όντων στην οποία ο όρος «σκέφτεται» εφαρμόζεται γενικά.

Θεωρούμε τις δύο αρνητικές απόψεις ως μη επιστημονικές και δογματικές.

Η TN στην ιατρική (AIM) είναι TN που ειδικεύεται στις ιατρικές εφαρμογές. Οι ερευνητές της AIM δεν χρειάζονται να συμμετέχουν στη διαμάχη που αναφέρεται ανωτέρω. Αν και χρησιμοποιούμε τεχνικές συλλογισμού που είναι σαν ανθρώπινες στα προγράμματα που γράφουν, μπορούμε να δικαιολογήσουμε εκείνη την επιλογή είτε ως δέσμευση για μια ισοδυναμία μεταξύ ανθρώπων και υπολογιστών που επιδιώκεται από κάποιους, είτε ως καλή τεχνική εφαρμοσμένης μηχανικής για την συγκράτηση των καλύτερων κατανοητών υπάρχοντων πηγών που βρίσκουν εφαρμογή στην ιατρική καλύτερος. Οι περισσότεροι ερευνητές υιοθετούν την τελευταία άποψη.

Η επιλογή για να διαμορφωθεί η συμπεριφορά ενός έμπειρου υπολογιστή στην ιατρική σύμφωνα με την πείρα των ανθρώπινων συμβούλων δεν είναι με κανένα τρόπο λογικά απαραίτητη. Εάν θα μπορούσαμε να καταλάβουμε τη λειτουργία του ανθρώπινου σώματος στην υγεία και στην ασθένεια σε ικανοποιητικό βάθος, που διαμορφώνει τις λεπτομερείς διαδικασίες ασθενειών που διαταράσσουν την υγεία, κατόπιν, τουλάχιστον σε γενικές γραμμές, θα μπορούσαμε να εκτελέσουμε τη διάγνωση με την εγκατάσταση του προτύπου μας στα πραγματικά αισθητά χαρακτηριστικά του ασθενή. Περαιτέρω, θα μπορούσαμε να δοκιμάσουμε πιθανές θεραπείες στο μοντέλο για να επιλέξουμε το βέλτιστο που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στον ασθενή. Δυστυχώς, αν και η βιοϊατρική έρευνα προσπαθεί για μία ουσιαστική κατανόηση, δεν έχει επιτευχθεί ουσιαστικά σε οποιοδήποτε τομέα της ιατρικής πρακτικής. Η μεθοδολογία AIM δεν απορρίπτει δογματικά τη χρήση των μη ανθρώπινων τρόπων πείρας στον υπολογιστή. Πράγματι, οι ακριβείς υπολογισμοί των πιθανοτήτων και οι λύσεις των απλών διαφορικών εξισώσεων, στόχοι στους οποίους οι άνθρωποι εμπειρογνώμονες είναι μάλλον φτωχοί χωρίς ειδική κατάρτιση, διαδραματίζουν έναν ρόλο σε μερικά από τα προγράμματά. Εντούτοις, τα περισσότερα από αυτά που ξέρουμε κατά την εξάσκηση της ιατρικής τα ξέρουμε μετά από ερώτηση στους καλύτερους ανθρώπινους επαγγελματίες επομένως, οι τεχνικές που τείνουμε να ενσωματώσουμε στα προγράμματά μας μιμούνται εκείνες που χρησιμοποιούνται από τους πληροφοριοδότες νοσοκομειακούς γιατρούς.

Η στήριξη στη γνώση των ανθρώπινων εμπειρογνομένων για να χριστούν τα ειδικά προγράμματα υπολογιστών είναι πραγματικά χρήσιμη για διάφορους πρόσθετους λόγους: Κατ' αρχάς, οι αποφάσεις και οι συστάσεις ενός προγράμματος μπορούν να εξηγηθούν στους χρήστες και στους εκτιμητές τους με όρους που είναι γνωστοί στους εμπειρογνώμονες. Δεύτερον, επειδή ελπίζουν να αναπαραγάγουν την πείρα των ανθρώπινων ειδικών, μπορούν να μετρήσουν το βαθμό στον οποίο ο

στόχος επιτυγχάνεται από μια άμεση σύγκριση της συμπεριφοράς του προγράμματος με αυτή των εμπειρογνομόνων. Τέλος, μέσα στη ομάδα των συνεργατών επιστημόνων και υπολογιστών που συμμετέχουν στην έρευνα για την TN, που βασίζει τη λογική των προγραμμάτων πάνω στα ανθρώπινα πρότυπα υποστηρίζει κάθε ένας από τους τρεις κάπως ανόμοιους στόχους που οι ερευνητές μπορούν να κρατήσουν:

- ➔ Το να αναπτύξει τα ειδικά προγράμματα υπολογιστών για κλινική χρήση, που καθιστά πιθανή την ανέξοδη διάδοση καλύτερης ιατρικής πείρας στις γεωγραφικές περιοχές όπου εκείνη η πείρα λείπει και καθιστώντας τη βοήθεια των ειδικών διαθέσιμη σε μη ειδικούς που δεν είναι ευκολοπρόσιτοι σε ομάδες ειδικών ανθρώπινων συμβούλων.
- ➔ Να τυποποιήσει την ιατρική πείρα, για να επιτρέψει στους ιατρούς να καταλάβουν καλύτερα τι ξέρουν και να τους δώσουν μια συστηματική δομή για τη διδασκαλία της πείρας τους στους σπουδαστές ιατρικής.
- ➔ Για να εξετάσουν τις θεωρίες της TN σε μια περιοχή «πραγματικού κόσμου» και για να χρησιμοποιήσουν εκείνη την περιοχή για να προτείνουν τα νέα προβλήματα για την περαιτέρω έρευνα στην TN.

2.4.2 Ιστορία

Η TN στην υγεία δεν είναι βεβαίως η πρώτη χρήση των υπολογιστών στην ιατρική. Πολλές από τις διοικητικές και οικονομικές ανάγκες τήρησης αρχείων του νοσοκομείου, του κέντρου υγείας, ακόμη και της πιο μικρής ιατρικής πρακτικής ομάδας έχουν χρησιμοποιήσει τα συκροτήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών. Τέτοια χρήση των υπολογιστών διαφέρει ελάχιστα από παρόμοιες εφαρμογές για το ευρύ φάσμα των επιχειρήσεων και λίγες τεχνικές εξελίξεις έχουν παρακινηθεί συγκεκριμένα από την ιατρική χρήση για αυτό που θα μπορούσε να κληθεί ως «επιχειρησιακός υπολογισμός». Προφανώς, τέτοια χρήση θα συνεχίσει να ωφελείται από την αυξανόμενη απόδοση των γενικών προσανατολισμένων στις επιχειρήσεις συστημάτων ακριβώς όπως οι προμηθευτές υπολογιστών στοχεύουν τώρα για το μικρό κατάστημα λιανικής πώλησης σαν μια πιθανή αγορά, προβλέπουν επίσης τη μηχανοργάνωση ακόμη και των γραφείων των μεμονωμένων γιατρών, που παρέχουν την τιμολόγηση, το σχεδιασμό, την προετοιμασία μορφών, την επεξεργασία κειμένου, και άλλες υπηρεσίες.

Εμφανίζεται απίθανο, εντούτοις, ότι τέτοιες επιχειρησιακές χρήσεις των υπολογιστών στις ιατρικές εφαρμογές θα εκπληρώσουν την υπόσχεση «να αναδιαμορφωθεί» η ιατρική. Σε ένα πρόσφατο βιβλίο για τα πληροφοριακά συστήματα υποστήριξης αποφάσεων, των McCosh και Scott Morton, (ΠΣΔ), σημειώνουν ότι παρά την τεράστια αύξηση των σχετικών με τον υπολογιστή δραστηριοτήτων, (ΠΣΔ) έχει ασκηθεί λίγη επίδραση στη διαχείριση. Ομοίως, ένα μεγάλο μέρος της πληροφορικής που αφορά διοικητικά θέματα στην ιατρική προσκρούει μόνο στην περιφέρεια του στόχου του ιατρού.

Εάν ο υπολογιστής είναι ένας χρήσιμος διαχειριστής της τιμολόγησης των αρχείων, πρέπει επίσης να διατηρήσει ιατρικά αρχεία, εργαστηριακά στοιχεία, στοιχεία από τις κλινικές δοκιμές, κ.λπ. και εάν ο υπολογιστής είναι χρήσιμος στο να αποθηκεύσει τα στοιχεία, πρέπει επίσης να βοηθήσει να τα αναλύσει, να τα οργανώσει και να τα ανακτήσει. Τρεις κύριες προσεγγίσεις σε αυτόν τον δεύτερο τύπο ιατρικού υπολογισμού έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι τώρα: ο κλινικός αλγόριθμος ή το διάγραμμα ροής, το ταίριασμα των περιπτώσεων σε μεγάλες βάσεις δεδομένων των προηγούμενων περιπτώσεων, και εφαρμογές της θεωρίας των

αποφάσεων. Κάθε ένας από αυτούς είχε ξεχωριστές επιτυχίες, αλλά και μια περιορισμένη δυνατότητα εφαρμογής από ότι είχαν υπολογίσει να δημιουργήσουν

2.4.3 Διαγράμματα ροής

Ένα διάγραμμα ροής είναι εννοιολογικά το απλούστερο εργαλείο λήψης απόφασης. Κωδικοποιεί, σε γενικές γραμμές, τις ακολουθίες των ενεργειών που ένας καλός νοσοκομειακός γιατρός θα απέδιδε για οποιονδήποτε από το πληθυσμό των ασθενών. Μπορούμε να φανταστούμε, παραδείγματος χάριν, να καταγράφει όλες τις ερωτήσεις που υποβάλλονται, τις απαντήσεις που δίνονται, τις διενεργηθείσες διαδικασίες, εργαστηριακές αναλύσεις, αποκτηθείσες και ενδεχόμενες διαγνώσεις, θεραπείες και εκβάσεις θεραπείας για διάφορους ασθενείς που εμφανίζονται στο τμήμα έκτακτων περιστατικών με δριμύ θωρακικό πόνο. Εάν παρατηρούμε αρκετούς ασθενείς και επιτρέψουμε στους ειδικούς καρδιολόγους να προτείνουν μια κατάλληλη αναδρομική ανάλυση για κάθε περίπτωση βασισμένη στην άριστη γνώση τους στον τομέα, μπορούμε να είμαστε σε θέση να προσδιορίσουμε μια κατάλληλη ακολουθία ενεργειών που αντιστοιχούν σε όλες τις πιθανές περιστάσεις. Αυτή η προσέγγιση έχει εφαρμοστεί επιτυχώς στην κωδικοποίηση των πρωτοκόλλων επιλογής και κατάταξης των θυμάτων σε κατηγορίες με σκοπό την κατάλληλη αγωγή ανάλογα με τη σοβαρότητα της κατάστασης προς χρήση από τις νοσοκόμες. Ένα πολύ μεγάλο πρόγραμμα διαγραμμάτων ροής έχει χτιστεί επίσης για την παροχή των θεραπευτικών συμβουλών σε περιοχές με αυξημένο νοσολογικό χάρτη.

Η κύρια ανεπάρκεια του διαγράμματος ροής ως γενική τεχνική για την ιατρική γνώση λήψης αποφάσεων είναι η έλλειψή της συνοχής και διαύγειας. Όταν χρησιμοποιείται σε μια πολύ μεγάλη περιοχή προβλήματος, το διάγραμμα ροής είναι πιθανό να γίνει τεράστιο, επειδή ο αριθμός των πιθανών ακολουθιών που εξετάζονται είναι τεράστιος. Επιπλέον, το διάγραμμα ροής δεν περιλαμβάνει τις πληροφορίες για τη δική του λογική οργάνωση: κάθε σημείο απόφασης εμφανίζεται να είναι ανεξάρτητο από άλλα, κανένα αρχείο δεν υπάρχει από όλες τις λογικές θέσεις όπου κάθε κομμάτι των πληροφοριών χρησιμοποιείται και καμία πειθαρχία δεν υπάρχει για τη συστηματική αναθεώρηση ή την ενημέρωση του προγράμματος. Επομένως, οι ασυνέπειες μπορούν εύκολα να προκύψουν λόγω της ελλιπούς ενημέρωσης της γνώσης μόνο σε μερικές από τις κατάλληλες θέσεις, το σύνολο της γνώσης του διαγράμματος ροής είναι δύσκολο να χαρακτηριστεί και η έλλειψη οποιουδήποτε ρητού προτύπου καθιστά την αιτιολόγηση του προγράμματος πολύ δύσκολη.

2.4.4 Βάσεις δεδομένων

Οι μεγάλες βάσεις δεδομένων με κλινικά στοιχεία που αφορούν το ιστορικό των ασθενών που μοιράζονται μια κοινή παρουσίαση ή μια ασθένεια συλλέγονται τώρα σε διάφορους τομείς. Η αύξηση της συλλογής δεδομένων και της αποθήκευσης και η εμφάνισή τους, κάνει ελκυστική τη συσσώρευση τεράστιων αριθμών περιπτώσεων, και για την έρευνα και για τις κλινικές χρήσεις. Σήμερα γίνονται πολυάριθμες μακροπρόθεσμες μελέτες για τις επιπτώσεις στην υγεία των διάφορων ουσιών, τις ενδεχόμενες εκβάσεις των ανταγωνιστικών μεθόδων θεραπείας και την κλινική ανάπτυξη τρόπων αντιμετώπισης των ασθενειών. Μεγάλες βάσεις δεδομένων για τους σημαντικούς πληθυσμούς, επικεντρωμένες στην καρδιαγγειακή πάθηση, στην αρθρίτιδα, στον καρκίνο και σε άλλα σημαντικά ιατρικά προβλήματα, συλλέγονται τώρα και χρησιμοποιούνται για να διευκρινίσουν την αληθινή επίπτωση των ασθενειών, για να προσδιορίσουν τους δημογραφικούς παράγοντες και για να μετρήσουν τη θεραπευτική αποτελεσματικότητα των φαρμάκων και των διαδικασιών.

Για κλινικούς λόγους, η χαρακτηριστική χρήση των μεγάλων βάσεων δεδομένων είναι να επιλεχθεί ένα σύνολο προηγούμενων γνωστών περιπτώσεων όποιοι είναι οι πιο παρόμοιες με την περίπτωση τη συγκεκριμένη μέσω μερικών στατιστικών μέτρων για την ομοιότητα. Κατόπιν, διαγνωστικά, θεραπευτικά και προγνωστικά συμπεράσματα μπορούν να συναχθούν με να υποθέσει ότι η περίπτωση προέρχεται από το ίδιο δείγμα όπως το συγκεκριμένο περιστατικό και παρεκτείνουν τις γνωστές εκβάσεις των προηγούμενων περιπτώσεων στην τρέχουσα. Η χρήση των συλλεχθέντων προηγούμενων αρχείων είτε για την έρευνα είτε την κλινική πρακτική είναι σαφώς μια εντατική δραστηριότητα που αφορά τα δεδομένα. Για να κοσκινίσουν μέσω των ογκωδών πληροφοριών για να βρουν τις προσιτές, για να προσδιορίσουν τις σημαντικές γενικεύσεις που βρίσκονται μεταξύ χιλιάδων λεπτομερών αρχείων και για να επιλέξουν προηγούμενες περιπτώσεις πιθανά για να ρίξει φως στην υπό τρέχουσα εξέταση, πολυάριθμες στατιστικές τεχνικές έχουν αναπτυχθεί και έχουν εφαρμοστεί. Η φιλοσοφία των ιατρικών στατιστικών είναι μεγάλη και δεν θα αναφερθεί εδώ.

Αν και οι απέραντες συλλογές των τεχνικών στοιχείων και επεξεργασίας έχουν κάνει μια σημαντική πρόοδο, η εφαρμογή αυτής της μεθοδολογίας σε όλη την ιατρική φαίνεται απίθανη για διάφορους λόγους. Αρχικά, η συλλογή και η συντήρηση των στοιχείων σε μια συνεπή και προσιτή μορφή είναι πολύ δαπανηρή και εξαιρετικά χρονοβόρα. Τα παλαιά στοιχεία είναι δύσκολο να συμφιλιωθούν με τα νέα, επειδή οι συνεχείς καθορισμοί που εισάγονται ως ιατρική γνώση ώστε να εμβαθύνουν στις διακρίσεις που ήταν απύσες σε προηγούμενες συλλεχθείσες περιπτώσεις. Οι ιστορικές και περιφερειακές διαφορές στην ονοματολογία και την ερμηνεία μπορούν να καταστήσουν τη συμφιλίωση των χωριστά-συλλεχθέντων στοιχείων ουσιαστικά αδύνατη. Κατά συνέπεια, φαίνεται πιθανό ότι μόνο οι πιο κοινές και αυστηρές αναταραχές παράγουν αρκετό ενδιαφέρον, οι πόροι και οι κλινικές περιπτώσεις για να καταστήσει τη συλλογή των στοιχείων πρακτική. Αφετέρου, και εξίσου σημαντικά, η υπάρχουσα πείρα των ιατρών είναι ιδιαίτερα πολύτιμο σώμα γνώσης που δεν μπορεί να ανακτηθεί ακριβώς από την επεξεργασία πολλών περιπτώσεων από τις στατιστικές τεχνικές. Μια μέθοδος διάγνωσης, πρόγνωση ή θεραπεία η οποία στηρίζεται στην προβολή προηγούμενων στοιχείων χωρίς λεπτομερείς εξηγήσεις για την αιτία της ασθένειας μετά από σκέψη φαίνεται απίθανο να προσελκύσει την εμπιστοσύνη του ιατρού ή του ασθενή. Οι άνθρωποι αισθάνονται την ανάγκη να εξηγήσουν τα φαινόμενα από την άποψη των μηχανισμών που καταλαβαίνουν οι ίδιοι και τείνουν να απορρίπτουν τις προβλέψεις που δεν μπορούν να γίνουν κατανοητές σε τέτοιο επίπεδο. Επομένως, η κλινική κρίση βασισμένη στις συγκρίσεις με συλλεχθέντα στοιχεία θα γεμίσει έναν σημαντικό αλλά περιορισμένο ρόλο. Άλλες μέθοδοι υπολογιστή που χρησιμοποιούνται στην ιατρική, που στηρίζονται στην κωδικοποίηση της γνώσης που κατέχει ο ειδικός ιατρός, θα είναι τουλάχιστον σημαντικά.

2.4.5.Θεωρία αποφάσεων

Η θεωρία αποφάσεων είναι μια μαθηματική θεωρία της λήψης αποφάσεων κάτω από την αβεβαιότητα. Λαμβάνοντας υπόψη αυτά τα στοιχεία, η θεωρία αποφάσεων προσφέρει μια κανονιστική, λογική θεωρία της βέλτιστης λήψης απόφασης που ωθείται από τους επαγγελματίες της ως αποτελεσματική τεχνική για τα ιατρικά προβλήματα λήψης αποφάσεων.

Υπάρχουν αρκετά στοιχεία για τα οποία οι περισσότεροι άνθρωποι που είναι υπεύθυνοι για τη λήψη αποφάσεων, δεν έχουν εκπαιδευτεί πάνω σε αυτά και

παρεκκλίνουν από το πρότυπο κατά τη διάρκεια λήψης αποφάσεων. Η θεωρία είναι εντούτοις να απευθυνθεί για βοήθεια για να καταστήσει ρητές τις βάσεις της λήψης αποφάσεων και να ενημερωθεί για οποιεσδήποτε υπάρχουσες διαφωνίες μεταξύ των υπεύθυνων για τη λήψη αποφάσεων. Πολυάριθμα προγράμματα υπολογιστών για τη λήψη αποφάσεων στις μικρές περιοχές της ιατρικής έχει υιοθετήσει το θεωρητικό φορμαλισμό απόφασης.

Τα κύρια μειονεκτήματα της θεωρητικής προσέγγισης των αποφάσεων είναι οι δυσκολίες από τη λήψη των λογικών εκτιμήσεων των πιθανοτήτων για μια ιδιαίτερη ανάλυση. Αν και τεχνικές όπως η ανάλυση ευαισθησίας βοηθούν πολύ στην υπόδειξη ποιες πιθανές ανακρίβειες είναι ασήμαντες, η έλλειψη επαρκών στοιχείων συχνά αναγκάζει τις τεχνητές απλοποιήσεις του προβλήματος και μειώνει την εμπιστοσύνη στην έκβαση της ανάλυσης. Οι προσπάθειες να επεκταθούν αυτές οι τεχνικές στους μεγάλους ιατρικούς τομείς στις οποίες μπορούν να συμβούν πολλές αναταραχές, δεν ήταν επιτυχής. Η χαρακτηριστική γλώσσα της πιθανότητας και χρησιμότητα δεν είναι αρκετά πλούσια ώστε να συζητήσει τέτοια ζητήματα και η επέκτασή του μέσα στο αρχικό πνεύμα οδηγεί σε τεράστια προβλήματα αποφάσεων.

Παραδείγματος χάριν, κάποιος θα μπορούσε να χειριστεί το πρόβλημα των πολλαπλών αναταραχών με την εξέταση όλων των πιθανών υποσυνόλων των αρχικών αναταραχών ως αμοιβαία ανταγωνιστική υπόθεση. Το σύνολο των κύριων και υποθετικών πιθανοτήτων που απαιτούνται για μια τέτοια ανάλυση είναι, εντούτοις, εκθετικά μεγαλύτερος από αυτόν που απαιτείται για το αρχικό πρόβλημα, και αυτός είναι απαράδεκτος.

Μια δεύτερη δυσκολία για την ανάλυση αποφάσεων είναι η σχετικά μυστήρια αιτιολόγηση ενός προγράμματος θεωρητικών εξηγήσεων που πρέπει να κατανοηθεί με αριθμητικούς χειρισμούς που περιλαμβάνονται στους αναμενόμενους υπολογισμούς αξίας, η οποία δεν είναι ένας φυσικός τρόπος για τους περισσότερους ανθρώπους.

2.4.6 Πρόσθετη ευελιξία

Μια προσεκτική ανάλυση των ανεπαρκειών οποιασδήποτε από τις ανωτέρω τεχνικές αποκαλύπτει πολυάριθμες πιθανές βελτιώσεις. Μια ενδιαφέρουσα παρατήρηση της κοινότητας TN της υγείας είναι ότι οι βελτιώσεις συνήθως περιλαμβάνουν την εφαρμογή της συγκεκριμένης γνώσης σχετικά με τα επλεγμένα υποπροβλήματα μιας εφαρμογής παρά την ανάπτυξη μιας νέας πλήρης θεωρίας. Παραδείγματος χάριν, στο θεωρητικό πλαίσιο αποφάσεων, εάν οι περισσότερες υποθέσεις είναι ασύνδετες και οι περισσότερες παρατηρήσεις είναι υποθετικά ανεξάρτητες, τότε είναι πολύ χρήσιμο να είναι σε θέση να εκφράσει τις λίγες εξαιρέσεις χωρίς προσφυγή στην εκτεταμένη πλήρη βάση δεδομένων για να δώσει τις κοινές πιθανότητες. Η ευελιξία στις αντιπροσωπευτικές τεχνικές γνώσης και επίλυσης προβλημάτων είναι ιδιαίτερα επιθυμητή να επιτρέψει το συνυπολογισμό αυτών των κομματιών της συγκεκριμένης γνώσης χωρίς να ενισχυθεί σημαντικά ολόκληρο το πρόγραμμα.

2.4.7 Πείρα και κοινή αίσθηση

Η κωδικοποίηση της ανθρώπινης εμπειρίας στον υπολογιστή είναι εκπληκτικά δύσκολη. Η δυσκολία οφείλεται:

- στην έλλειψη κατανόησης για το πώς οι άνθρωποι ξέρουν ότι ξέρουν και
- στα τεχνικά προβλήματα που προκύπτουν και αφορούν την δόμηση και πρόσβαση σε ένα τεράστιο όγκο πληροφοριών στην μηχανή.

Έχουμε το παράδειγμα ενός απλού ανθρώπινου συλλογισμού που είναι κάπως πέρα από τη δυνατότητα διαχείρισης των τρεχουσών τεχνικών υπολογιστών.

Η κα. Eloise Dobbs, 38 ετών, είναι παντρεμένη με έναν ιδιοκτήτη καταστημάτων τροφών και επισκέπτεται τον παθολόγο της τον Δρ. Elwood Schmidt. Παραπονιέται για πόνο στο θώρακα. Ο διάλογος είναι ο ακόλουθος:

- Πονάει ολόκληρη η πλευρά του στήθους μου, Elwood. Πονάει πραγματικά.
- Τι γίνεται με την καρδιά σας, κτυπά καθόλου περίεργα;
- Δεν έχω παρατηρήσει οτιδήποτε. Elwood, θέλω να αισθανθώ καλά πάλι.
- Αυτό είναι ένα λογικό αίτημα και θα ξαναγίνεις καλά.
- Αλλά τι σκέφτεστε; Είναι η καρδιά μου; Είναι οι πνεύμονές μου;
- Τώρα, δεν θα το πιστέψετε δεν ξέρω. Δεν ξέρω. Αλλά αναρωτιέμαι. Σηκώνετε βάρος τώρα τελευταία στο κατάστημα;
- Σηκώνω μερικά. Αλλά μόνο πενήντα λίβρες. Και μόνο για γυναίκες.
- Σκέφτομαι ότι θα ήταν καλύτερο να άφησε τις γυναίκες πελάτες να σηκώνουν μόνοι τους τα βάρη τους και από ότι ξέρω εκείνες οι κυρίες, μπορούν να το κάνουν εξ ίσου καλά όπως μπορείτε και εσείς. Ίσως και καλύτερα.

Ο γιατρός σε αυτήν την ιστορία στηρίζεται όχι μόνο στην κατανόηση της φυσιολογικής αιτίας του πόνου, αλλά και στη γνώση του χαρακτήρα του ασθενή και του επαγγέλματός της, τις κοινές συνήθειες, το βάρος των χαρακτηριστικών σάκων της τροφής, κ.λπ. Επομένως, δεν θα αναμέναμε ούτε το περιτλοκότερο πρόγραμμα υπολογιστών, στο οποίο έχει καταχωρηθεί η τελευταία παθοφυσιολογικής θεωρία, για να φθάσουμε στη φειδωλή διάγνωση του τοπικού γιατρού.

Μια αισιόδοξη αξιολόγηση υποστηρίζει ότι «τα τεχνάσματα» όπως τα ανωτέρω δεν θέτουν ουσιαστικά οποιαδήποτε πραγματική δυσκολία. Τελικά, εκείνη η διαδικασία συλλογισμού μπορεί να καθοριστεί από την άποψη ενός μικρού συνόλου κανόνων και γεγονότων: Προσπαθήστε να εξηγήσετε τα απομονωμένα παράπονα που δεν έχουν σχέση με παθολογικές αιτίες:

Η υπερβολική προσπάθεια μπορεί να προκαλέσει το θωρακικό πόνο. Οι άνθρωποι της πόλης αυτής είναι επιρρεπείς στην υπερβολική προσπάθεια.

Μερικά προγράμματα κατορθώνουν πραγματικά να χρησιμοποιήσουν κάποια τέτοια γνώση. Παραδείγματος χάριν, το πρόγραμμα ασθένειας RIP είναι σε θέση να συμπεράνει ότι εάν ο ασθενής πέρασε φυσικά ή στρατιωτικά μία εξέταση υγείας μιας ασφαλιστικής επιχείρησης, τότε ούτε αίμα, ούτε σάκχαρα, ούτε πρωτεΐνη δεν ήταν παρούσα εκείνη την στιγμή στα ούρα. Αυτό είναι ευρέως-γνωστό μεταξύ των ιατρών, ότι τα προηγούμενα στοιχεία μπορούν να προκύψουν ελλείψει των οριστικών εκθέσεων.

Μια πιο απαισιόδοξη αξιολόγηση των εφαρμογών TN, που κατέχουν μερικοί από τους κύριους επαγγελματίες της TN, έχουν την ψυχρή άποψη ότι τα «έμπειρα συμβουλευτικά προγράμματα» του τύπου που δημιουργούνται από τους ερευνητές της TN στην υγεία δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν την πρόκληση του γενικού ανταγωνισμού και της αξιοπιστίας έως ότου σημειωθεί θεμελιώδης πρόοδος από την TN πάνω στην κατανόηση της λειτουργίας της κοινής αίσθησης. Αυτό το επιχείρημα προτείνει ότι η απόλυτη αξιοπιστία όλου του συλλογισμού, είτε του ανθρώπου είτε του υπολογιστή, εξαρτάται από μια εποπτική αξιολόγηση του αποτελέσματος για να βεβαιώσει ότι είναι λογικό. Τι ακριβώς σημαίνει αυτό με υπολογιστικούς όρους είναι μάλλον δύσκολος να το φανταστούμε, αν και υποψιαζόμαστε ότι έχει πολλά να κάνει με τον έλεγχο του αποτελέσματος σε σχέση με ένα ιδιαίτερο απόθεμα εμπειρίας που αποκτιέται με την αλληλεπίδραση με τον πραγματικό κόσμο. Η ιστορία της κας Dobbs και του παθολόγου της είναι μια απεικόνιση της ενδεχομένως απαραίτητης εμπειρίας.

Αν και η γνώση γενικών θεωριών ακούγεται πολύ λογικό και ως ένα αναμφισβήτητο όφελος, η τρέχουσα έλλειψή της δεν είναι μια τόσο μεγάλη αναπηρία της ΤΝ στην υγεία. Η δημιουργία ενός ιατρικού «έμπειρου συμβούλου» μπορεί στην πραγματικότητα να είναι ευκολότερο από τη δημιουργία ενός προγράμματος που θα ενεργήσει ως ιατρός παθολόγος. Ο οικογενειακός γιατρός ενδιαφέρεται πολύ για την ερμηνεία των καθημερινών γεγονότων με ιατρικούς όρους. Ο έμπειρος ιατρός, αντιθέτως, παίρνει τις πληροφορίες από την έκθεση του ιατρού παθολόγου και από τα εργαστηριακά στοιχεία. Κάποιος μπορεί να φανταστεί έναν ειδικό σύμβουλο, αλλά όχι έναν οικογενειακό γιατρό, που να κατανοεί μιας περίπτωση τηλεφωνικώς.

Η ιατρική πείρα, από την ίδια της τη φύση σαν διδαγμένο υλικό, τυποποιείται όπως δεν τυποποιείται καμία κοινή εμπειρία. Η δομή της διαμόρφωσης που χρησιμοποιείται στην διδασκαλία των ιατρών στους παθολόγους είναι χρήσιμη στη σύλληψη εκείνης της πείρα μέσα στον υπολογιστή. Κατά συνέπεια, ο επίσημος συλλογισμός από τον έμπειρο παθολόγο, φαινομενικά παράδοξα, είναι πραγματικά ένα καλύτερο έδαφος για την δημιουργία υπολογιστικών μοντέλων από τη λιγότερο επίσημη γνώση του ιατρού ποιος πρέπει να είναι σε άμεση επαφή με τους ασθενείς και τον κόσμο τους. Υποθέτοντας ότι το πρόγραμμα συμπεριφέρεται ως σύμβουλος σε ένα πρόσωπο (γιατρό, νοσοκόμα, ιατρικό τεχνικό), παρέχοντας ένα κρίσιμο στρώμα από την ερμηνεία μεταξύ ενός πραγματικού ασθενή και των επίσημων πρότυπων προγραμμάτων, η περιορισμένη δυνατότητα από το πρόγραμμα για να οδηγήσει στα λίγα συμπεράσματα κοινής λογικής είναι πιθανό να είναι αρκετό για να καταστήσει το ειδικό πρόγραμμα χρησιμοποιήσιμο και πολύτιμο.

2.4.8 Τεχνητή νοημοσύνη και βασισμένα στη γνώση συστήματα

Πώς καταλαβαίνουμε σήμερα εκείνες «τις ιδέες οι οποίες επιτρέπουν στους υπολογιστές για να κάνουν τα πράγματα που κάνουν τους ανθρώπους να φανούν ευφυείς;» Αν και οι λεπτομέρειες είναι αμφισβητούμενες, οι περισσότεροι ερευνητές συμφωνούν ότι η επίλυση του προβλήματος (γενικά) είναι κατάλληλο να γίνει από προγράμματα της ΤΝ και ότι η δυνατότητα να λυθούν τα προβλήματα οδηγεί σε δύο: γνώση και τη δυνατότητα στο λόγο.

Ιστορικά, το τελευταίο έχει προσελκύσει περισσότερη προσοχή, οδηγώντας στην δημιουργία σύνθετων συλλογιστικών προγραμμάτων που συνεργάζονται με σχετικά απλές βάσεις δεδομένων. Το General Problem Solver (GPS), τυποποίησε έννοιες των λύσεων του προβλήματος με τη διαδοχική αποσύνθεση ενός στόχου σε υποστόχους και με τη δημιουργία νέων στόχων βασισμένων σε διαφορές μεταξύ των υπάρχοντων και των επιθυμητών δηλώσεων. Θεωρήματα βασιζόμενα στις παραλλαγές της αρχής του ψηφίσματος ανακάλυψαν την γενικότητα στην αιτιολόγηση, παράγοντας λύσεις για το πρόβλημα με την μέθοδο της αντίφασης. Πιο πρόσφατα, οι γλώσσες της ΤΝ όπως οι: PLANNER, CONNIVER, και ένα πλήθος άλλων συστημάτων που δημιουργούσαν γλώσσες, έχουν πολλούς ελεγκτικούς μηχανισμούς για να παράγουν δυναμικές εξηγήσεις powerful. Στο Truth Maintenance System (TMS), τέτοια σχέδια ενισχύονται από την εισαγωγή της ανεξαρτησίας, στην οποία οι αντιφάσεις είναι αποτελέσματα υποθέσεων που γίνονται από τους αιτιολογητές. Ακόμα και εξαιρετικά απλές εξηγήσεις μπορούν ορισμένες φορές να φανούν χρήσιμες, όπως «British Museum Algorithm», το οποίο δοκιμάζει όλες τις πιθανές καταλήξεις από όλα τα γνωστά γεγονότα και τους εμπλεκόμενους κανόνες. Επιπλέον, για να καταλάβουμε πως αιτιολογεί ένα πρόγραμμα, είναι αναγκαίο να ρωτήσουμε τι είδος δεδομένα αιτιολογεί, πως η γνώση του παρουσιάζεται. Κατά την διάρκεια των τελευταίων ετών, έχει αρχίσει να γίνεται αποδεκτό ότι η αιτιολόγηση γίνεται απλούστερη εάν η δομή της αντιπροσώπευσης αντανάκλα την δομή της

πραγματικότητας στην οποία αναφέρεται. Οι τρέχουσες έρευνες εστιάζονται στο σχεδιασμό παρουσίασης νέας γλωσσών, οι οποίες επιτρέπουν σε αυτή την αρχή να χρησιμοποιηθεί. Δύο πτυχές αυτής της δομής που δέχονται μεγάλη προσοχή είναι η αντιπροσώπευση δομημένων αντικειμένων και διαδικασιών.

2.4.9 Το βάθος της γνώσης

Ποιο τεχνικό πρόβλημα κυρίως είναι υπεύθυνο για την αποτυχία των προγραμμάτων TN στην υγεία; Η πιο συνηθισμένη απάντηση είναι ότι δεν μπορούν τα προγράμματα να εκμεταλλευτείτε την αναγνώριση ότι ένα πρόβλημα υπάρχει και να ψάξουν να δημιουργήσουν μια πιο βαθιά ανάλυση του προβλήματος. Για παράδειγμα ένας κανόνας στο MYCIN που σχετίζει την μορφολογία ενός οργανισμού με την πιθανή του ταυτότητα, βασίζεται στο ανθρώπινο πιστεύω της ισχύς αυτής της αφαίρεσης και όχι σε μια σημαντική θεωρία μικροσκοπικής παρακολούθησης. Ομοίως, το συμπέρασμα ενός ψηφιακού σύμβουλου θεραπείας ότι η αύξηση των παλμών μαζί με πρόωρους κοιλιακούς πόνους παραπέμπει σε τοξική αντίδραση με ένα φάρμακο, προσπαθεί να το βασίσει την άποψή του σε συγκεκριμένη γνώση, που έχει διδαχθεί από έναν ειδικό και από όχι να βασίζεται σε μία βιοηλεκτρική θεωρία που συνδέει τους χτύπους της καρδιάς με την επίδραση ενός φαρμάκου. Τέτοιες φαινομενολογικές περιγραφές της πραγματικότητας παρέχουν μία καλή πρώτη προσέγγιση στον τρόπο που οι ιατροί αιτιολογούν την ιατρική πραγματικότητα, αλλά αποτυχαίνουν να συλλάβουν την οξύνοια ποιοι ιατροί είναι ικανοί να ανταποκριθούν σε δύσκολες περιπτώσεις, όταν τα περιστατικά φαινομενικά είναι απλά στην ερμηνεία τους.

Εξετάστε τι συμβαίνει όταν δύο «rules of thumb» (έτσι αποκαλείται η φαινομενική γνώση στην ιατρική) συγκρουστούν. Κάθε πρόγραμμα της TN στην υγεία μέχρι τώρα αξιολογεί αυτή την σύγκρουση με το να την μειώνει σε αριθμητικές κρίσεις πιθανοτήτων (ή βεβαιότητα, πεποίθηση, κ.λ.π...), στις υποθέσεις κρατά:

- ➔ ο MYCIN υπολογίζει έναν αναθεωρημένο παράγοντα βεβαιότητας,
- ➔ ο CASNET υπολογίζει νέα βάρη,
- ➔ ο INTERNIST υπολογίζει νέα αποτελέσματα και
- ➔ το ψηφιακό πρόγραμμα συνήθως υπολογίζει ένα ζυγισμένο σύνολο παρατηρήσεων για να εκτιμήσει την κοινή τους επίδραση.

Κατά συνέπεια, σύγκρουση, ακριβώς ως συμφωνία, μειώνεται στη διαχείριση της δύναμη της πεποίθησης. Ακόμα, σε αντίθεση, πιστεύεται ότι οι άνθρωποι ειδικοί χρησιμοποιούν πολύ περισσότερο τις περιπτώσεις που ανιχνεύτηκαν στη σύγκρουση. Δεν είναι ικανοποιημένοι από μια απλή αναθεώρηση στις γνώσεις του πτυχίου τους. Αυτοί ψάχνουν μια βαθύτερη αιτιολόγηση για τα αίτια της διαφωνίας με τον συνάδελφό τους.

Το πεδίο της TN στην υγεία, μόλις και μετά βίας μερικά έτη παλαιό, έχει παραγάγει ήδη βοηθητικά ή εντυπωσιακά προγράμματα επιδεικνύοντας ότι οι εφαρμογές της TN πάνω στο ιατρικό σύστημα αποφάσεων είναι μία καρποφόρα μεθοδολογία. Το πεδίο έρευνας είναι επίσης πολύ πλούσιο με πολλά άλλα προβλήματα να αιτιολογηθούν και ήδη έχει προκαλέσει το ενδιαφέρον των ερευνητών με εργασίες πάνω στην TN, ωθώντας εμάς όλους για να ανακαλύψουμε και να χρησιμοποιήσουμε τι είναι γνωστό στην τέχνη και την επιστήμη της ιατρικής.

2. 5 Οι κλάδοι της Τεχνητής Νοημοσύνης

Ποιοι είναι οι κλάδοι της ΤΝ?

Εδώ αναφέρεται ένας κατάλογος, αλλά μερικοί κλάδοι λείπουν σίγουρα, επειδή κανείς δεν τους έχει προσδιορίσει ακόμα. Μερικοί από αυτούς μπορούν να θεωρηθούν περισσότερο ως έννοιες ή θέματα παρά ως πλήρεις κλάδοι.

Logical AI

Το τι γνωρίζει ένα πρόγραμμα για τον κόσμο γενικά, για τα γεγονότα της συγκεκριμένης κατάστασης στην οποία πρέπει να ενεργήσει και τους στόχους του, όλα αντιπροσωπεύονται από προτάσεις κάποιας μαθηματικής γλώσσας λογικής. Το πρόγραμμα αποφασίζει τι να κάνει, με το να συμπεράνει ότι ορισμένες ενέργειες είναι κατάλληλες για την επίτευξη των στόχων τους.

Search

Τα προγράμματα της ΤΝ εξετάζουν συχνά μεγάλο αριθμό δυνατοτήτων, π.χ. κινήσεις σε ένα παιχνίδι σκάκι ή συμπεράσματα από ένα πρόγραμμα παρουσίασης αποδείξεως θεωρημάτων. Γίνονται συνεχώς ανακαλύψεις για το πώς να γίνει αυτό περισσότερο αποτελεσματικό σε διάφορες περιοχές.

Pattern recognition

Όταν ένα πρόγραμμα κάνει παρατηρήσεις κάποιου είδους, είναι συχνά προγραμματισμένο για να συγκρίνει τι βλέπει με ένα σχέδιο. Παραδείγματος χάριν, ένα πρόγραμμα οράματος μπορεί να προσπαθήσει να ταιριάξει ένα σχέδιο των ματιών και μια μύτη σε μια σκηνή προκειμένου να βρεθεί ένα πρόσωπο. Μελετώνται επίσης πιο σύνθετα σχέδια, όπως π.χ. ένα κείμενο φυσικής γλώσσας, μια θέση σκακιού, ή η ιστορία κάποιου γεγονότος. Αυτά τα πιο σύνθετα σχέδια απαιτούν αρκετά διαφορετικές μεθόδους από τα απλά σχέδια.

Representation

Τα γεγονότα που αφορούν τον κόσμο πρέπει να αντιπροσωπευθούν με κάποιο τρόπο. Συνήθως χρησιμοποιούνται γλώσσες μαθηματικής λογικής.

Inference

Από μερικά γεγονότα, μπορούν να προκύψουν άλλα. Η μαθηματική λογική αφαίρεση είναι επαρκής για ορισμένους σκοπούς, αλλά οι νέες μέθοδοι μη μονοτονικού συμπεράσματος έχουν προστεθεί στη λογική από τη δεκαετία του '70. Το απλούστερο είδος μη μονοτονικού συλλογισμού είναι προεπιλογή συλλογισμού στην οποία ένα συμπέρασμα πρόκειται να προκύψει εξ' ορισμού, αλλά το συμπέρασμα μπορεί να αποσυρθεί εάν υπάρχουν στοιχεία για το αντίθετο. Παραδείγματος χάριν, όταν ακούμε ένα πουλί, συμπεραίνουμε ότι μπορεί να πετάξει, αλλά αυτό το συμπέρασμα μπορεί να αντιστραφεί όταν διαπιστώσουμε ότι το πουλί αυτό είναι πγκουϊνος. Είναι η δυνατότητα ότι ένα συμπέρασμα μπορεί να πρέπει να αποσυρθεί που αποτελεί το μη μονοτονικό χαρακτήρα του συλλογισμού. Ο συνηθισμένος λογικός συλλογισμός είναι μονοτονικός δεδομένου ότι το σύνολο συμπερασμάτων που προκύπτει από ένα σύνολο προϋποθέσεων είναι μια μονοτονική αυξανόμενη λειτουργία των προϋποθέσεων αυτών. Το περίγραμμα είναι μια άλλη μορφή μη μονοτονικού συλλογισμού.

Common sense knowledge and reasoning

Αυτή είναι η περιοχή στην οποία η ΤΝ είναι ανώτερο από το ανθρώπινο επίπεδο, παρά το γεγονός ότι είναι ένας ενεργός ερευνητικός τομέας από τη δεκαετία του '50. Ενώ έχει υπάρξει σημαντική πρόοδος, π.χ. στην ανάπτυξη των συστημάτων του μη μονοτονικού συλλογισμού και των θεωριών της δράσης, υπάρχει ανάγκη για περισσότερες νέες ιδέες. Το σύστημα Cyc περιέχει μια μεγάλη αλλά διάσπικτη συλλογή γεγονότων κοινής λογικής.

Learning from experience

Τα προγράμματα το κάνουν αυτό. Οι προσεγγίσεις της TN βασισμένες στη σύναψη σχέσεων και τα νευρικά δίκτυα ειδικεύονται σε αυτό. Μαθαίνουν επίσης τους νόμους που εκφράζονται στη λογική. Το Mit97 είναι περιεκτικό προπτυχιακό κείμενο στην εκμάθηση μηχανών. Τα προγράμματα μπορούν μόνο να μάθουν τα γεγονότα ή τις συμπεριφορές τις οποίες τα στερεότυπα τους μπορούν να αντιπροσωπεύσουν και τα συστήματα δυστυχώς εκμάθησης είναι σχεδόν όλα βασισμένα σε πολύ περιορισμένες ικανότητες αντιπροσώπευσης πληροφοριών.

Planning

Τα προγράμματα προγραμματισμού αρχίζουν με γενικά γεγονότα για τον κόσμο (ειδικά γεγονότα για τα αποτελέσματα των ενεργειών), γεγονότα για την ιδιαίτερη κατάσταση και μια δήλωση στόχου. Από αυτά, παράγουν μια στρατηγική για την επίτευξη του στόχου. Στις πιο κοινές περιπτώσεις, η στρατηγική είναι ακριβώς μια ακολουθία ενεργειών.

Epistemology

Αυτή είναι μια μελέτη των ειδών γνώσης που απαιτούνται για την επίλυση των προβλημάτων στον κόσμο.

Ontology

Η οντολογία είναι μελέτη των ειδών πραγμάτων που υπάρχουν. Στην TN, τα προγράμματα και οι προτάσεις εξετάζουν τα διάφορα είδη αντικειμένων, και μελετάμε τι είναι αυτά τα είδη και ποιες είναι οι βασικές τους ιδιότητες. Η έμφαση στην οντολογία αρχίζει στη δεκαετία του '90.

Heuristics

Ο Heuristics είναι ένας τρόπος να ανακαλυφθεί κάτι ή μια ιδέα που συναρμολογείται σε ένα πρόγραμμα. Ο όρος χρησιμοποιείται ποικιλοτρόπως στην TN. Οι ευρετικές λειτουργίες χρησιμοποιούνται σε μερικές προσεγγίσεις στην αναζήτηση του πόσο μακριά ένας κόμβος αναζήτησης φαίνεται να είναι από έναν στόχο. Τα ευρετικά κατηγορήματα που συγκρίνουν δύο κόμβους μιας αναζήτησης για να δουν εάν κάποιος είναι καλύτερος από τον άλλο, δηλ. αποτελούν μια πρόοδο προς το στόχο, μπορούν να είναι πιο χρήσιμα.

Genetic programming

Ο γενετικός προγραμματισμός είναι μια τεχνική προγραμμάτων για να λυθεί ένας στόχος με το ζευγάρισμα τυχαίων προγραμμάτων ψευδισμού και την επιλογή της καταλληλότερης από αυτές στα εκατομμύρια των γενεών.

Κεφάλαιο 3ο – Τα Έμπειρα Συστήματα

Ο αρχικός στόχος της έρευνας έμπειρων συστημάτων είναι να κατασταθεί στους υπεύθυνους διαθέσιμη η πείρα για τη λήψη αποφάσεων και στους τεχνικούς που χρειάζονται τις απαντήσεις γρήγορα. Δεν υπάρχει ποτέ αρκετή πείρα για να χρησιμοποιηθεί, βεβαίως και δεν είναι πάντα διαθέσιμη στο σωστό τόπο και σωστό χρόνο. Οι φορητοί υπολογιστές που φορτώνονται με τη γνώση συγκεκριμένων θεμάτων μπορούν να φέρουν την αξία ολόκληρων δεκαετιών συσσωρευμένης γνώσης σε ένα συγκεκριμένο πρόβλημα. Τα ίδια συστήματα μπορούν να βοηθήσουν τους επόπτες και τους διευθυντές με την αξιολόγηση της κατάστασης και τον προγραμματισμό. Πολλά μικρά συστήματα υπάρχουν τώρα που φέρουν ένα μικρό ποσοστό γνώσης σε ένα συγκεκριμένο πρόβλημα, και αυτά παρέχουν τα στοιχεία που πιστοποιούν ότι ο ευρύτερος στόχος είναι επιτεύξιμος. Αυτές οι βασισμένες στη γνώση εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης έχουν ενισχύσει την παραγωγικότητα στην επιχείρηση, την επιστήμη, την εφαρμοσμένη μηχανική, και τους στρατιωτικούς.

Με τις προόδους την τελευταία δεκαετία, οι σημερινοί πελάτες των έμπειρων συστημάτων μπορούν να επιλέξουν από τις δωδεκάδες των εμπορικών πακέτων λογισμικού με τις εύχρηστες διεπαφές.

Κάθε νέα επέκταση ενός έμπειρου συστήματος παράγει πολύτιμα στοιχεία για συγκεκριμένες εργασίες σε συγκεκριμένο πλαίσιο, τροφοδοτώντας κατά συνέπεια την έρευνα της ΤΝ που παρέχει ακόμα καλύτερες εφαρμογές.

3.1 Τι είναι Έμπειρο Σύστημα

Έμπειρο σύστημα είναι το ειδικό λογισμικό που ενσωματώνει την εμπειρία του ειδικού. Προσδίδει στον υπολογιστή τη διάσταση της γνώσης ώστε να μπορεί να δίνει έξυπνες συμβουλές και να λαμβάνει αποφάσεις ανάλογα με τα δεδομένα και την αποθηκευμένη γνώση.

Τα έμπειρα συστήματα με βάση τον τομέα εξειδίκευσής τους χωρίζονται σε διαγνωστικά-προγνωστικά, επιχειρησιακά έλεγχου και συμβουλευτικά. Οι απαιτήσεις από ένα έμπειρο σύστημα είναι η λύση προβλημάτων που απαιτούν την γνώση ειδικών, η παροχή εναλλακτικών λύσεων και η τεκμηρίωσή τους, η ευελιξία στην σύλληψη και πρόσκτηση νέας γνώσης, η μετάδοση της γνώσης στον γενικό επιστήμονα και τέλος η παρουσίαση της γνώσης με εύκολο και καταληπτό τρόπο στην δική μας γλώσσα.

3.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα έμπειρων συστημάτων

3.2.1 Πλεονεκτήματα των έμπειρων συστημάτων

- **Permanence (Μονιμότητα):** Τα έμπειρα συστήματα δεν ξεχνούν, αλλά οι ανθρώπινοι εμπειρογνώμονες μπορεί να ξεχάσουν.
- **Reproducibility (Δυνατότητα αναπαραγωγής):** Πολλά αντίγραφα ενός έμπειρου συστήματος μπορούν να γίνουν, αλλά η κατάρτιση νέων ανθρώπων εμπειρογνομώνων είναι χρόνος που καταναλώνεται και ο χρόνος είναι ακριβός.
- Εάν υπάρχει ένας λαβύρινθος των κανόνων, το έμπειρο σύστημα μπορεί «να διευκρινίσει» το λαβύρινθο.
- **Efficiency (Αποδοτικότητα):** Μπορεί να αυξήσει το ρυθμό απόδοσης και να μειώσει τις δαπάνες προσωπικού.

- Αν και τα έμπειρα συστήματα είναι ακριβά να δημιουργηθούν και να διατηρηθούν, είναι ανέξοδα να λειτουργήσουν.
- Οι δαπάνες ανάπτυξης και συντήρησης μπορούν να εξαπλωθούν σε πολλούς χρήστες.
- Το γενικό κόστος μπορεί να είναι αρκετά λογικό όταν συγκρίνεται με τους ακριβούς και λιγοστούς ανθρώπινους εμπειρογνώμονες.
- Μείωση κόστους: Αμοιβές (μείωση των δωματίων γεμάτα με γραφείς), άλλες δαπάνες.
- **Consistency (Συνέπεια):** Με τις παρόμοιες συναλλαγές έμπειρων συστημάτων που αντιμετωπίζονται με τον ίδιο τρόπο, το σύστημα θα υποβάλει συγκρίσιμες συστάσεις για ομοειδείς καταστάσεις.
- **Documentation (Τεκμηρίωση):** Ένα έμπειρο σύστημα μπορεί να παρέχει τη μόνιμη τεκμηρίωση της διαδικασίας απόφασεων.
- **Completeness (Πληρότητα):** Ένα έμπειρο σύστημα μπορεί να αναθεωρήσει όλες τις συναλλαγές, ένας εμπειρογνώμονας μπορεί μόνο να αναθεωρήσει ένα δείγμα.
- **Timeliness (Επικαιρότητα):** Τα λάθη μπορούν να αποτραπούν. Οι πληροφορίες είναι διαθέσιμες πιο σύντομα για τη λήψη απόφασης.
- **Breadth (Εύρος):** Η γνώση των πολλαπλών εμπειρογνομώνων μπορεί να συνδυαστεί για να δώσει σε ένα σύστημα περισσότερο εύρος από ότι είναι πιθανό να επιτύχει ένα μεμονωμένο πρόσωπο.
- **Entry barriers (Εμπόδια εισόδου):** Τα έμπειρα συστήματα μπορούν να βοηθήσουν μια εταιρία να δημιουργήσει τα εμπόδια εισόδου για τους πιθανούς ανταγωνιστές.
- **Differentiation (Διαφοροποίηση):** Σε μερικές περιπτώσεις, ένα έμπειρο σύστημα μπορεί να διαφοροποιήσει ένα προϊόν ή μπορεί να αφορά την εστίαση της εταιρίας.

3.2.2 Μειονεκτήματα των βασισμένων στους κανόνες έμπειρων συστημάτων

- **Common sense (Κοινή λογική):** Εκτός από πολλές τεχνικές γνώσεις, οι εμπειρογνώμονες έχουν την κοινή λογική. Δεν είναι ακόμα γνωστό πώς να δοθεί στα έμπειρα συστήματα η κοινή λογική.
- **Creativity (Δημιουργικότητα):** Οι εμπειρογνώμονες μπορούν να ανταποκριθούν δημιουργικά στις ασυνήθιστες καταστάσεις, τα έμπειρα συστήματα δεν μπορούν.
- **Learning (Εκμάθηση):** Οι εμπειρογνώμονες προσαρμόζονται αυτόματα στα μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα, τα έμπειρα συστήματα πρέπει να ενημερωθούν ρητά. Τα νευρωνικά δίκτυα είναι μέθοδοι που μπορούν να ενσωματώσουν την εκμάθηση.
- **Sensory Experience (εμπειρία):** Οι εμπειρογνώμονες έχουν διαθέσιμος ένα ευρύ φάσμα εμπειρίας, τα έμπειρα συστήματα εξαρτώνται κυρίως από τη συμβολική εισαγωγή.
- **Degradation (Υποβάθμιση):** Τα έμπειρα συστήματα δεν είναι καλά στην αναγνώριση όταν δεν υπάρχει καμία απάντηση ή όταν είναι το πρόβλημα έξω από τον τομέα εμπειρίας τους.

3.3 Σύστημα εξειδικευμένα στην ιατρική

Προγράμματα υπολογιστών σχεδιασμένα για να κάνουν διάγνωση σε ασθένειες υπάρχουν από την δεκαετία του 1960. Αυτά τα συστήματα δεν ήταν δημοφιλή τότε, επειδή ήταν αναξιόπιστα και επειδή «έτρεχαν» σε τεράστιους **κεντρικούς υπολογιστές** που ήταν αργοί και δύσκολοι στη χρήση. Από τότε τα προγράμματα έχουν βελτιωθεί θεαματικά και το κόστος της υπολογιστικής μνήμης σήμερα είναι σημαντικά λιγότερο από τότε. Έτσι τα υπολογιστικά συστήματα σήμερα μπορούν να αποθηκεύουν περισσότερες πληροφορίες με λιγότερο κόστος, πράγμα που σημαίνει ότι τα εξειδικευμένα συστήματα απαιτούν πολύ περισσότερη γνώση από ποτέ. Οι υπολογιστές έχουν επίσης σημαντικά μικρότερο μέγεθος από ότι είχαν το 1960, έχουν μεγαλύτερη ταχύτητα και είναι πιο εύχρηστοι. Ένα σύστημα εξειδικευμένο στην ιατρική δουλεύει σε έναν κανονικό προσωπικό υπολογιστή.

Οι γιατροί χρησιμοποιούν ένα διαγνωστικό σύστημα απαντώντας σε ερωτήσεις γύρω από τα συμπτώματα του ασθενή, το ιατρικό ιστορικό του και, ίσως, τα αποτελέσματα των εξετάσεων. Κατόπιν το σύστημα παράγει μία λίστα από πιθανές διαγνώσεις, δίνοντας σε καθεμιά από αυτές μια πιθανότητα. Οι πόνοι στο στήθος ενός ασθενή μπορεί να οφείλονται κατά 80% σε δυσπεψία, ενώ οι πόνοι στο στήθος ενός άλλου ασθενή ίσως σημαίνουν κατά 90% καρδιακή νόσο. Η διαφορά μεταξύ των δύο διαγνώσεων πιθανών να οφείλεται στον διαφορετικό τρόπο ζωής και διατροφής του ασθενή, καθώς και σε παλαιότερες ασθένειες.

Έχουμε την απαίτηση από τους ιατρούς να γνωρίζουν τι μας συμβαίνει, όμως οι γιατροί σήμερα βρίσκονται αντιμέτωποι με περισσότερες ασθένειες και ιατρικές καταστάσεις από ποτέ. Λόγω των γρήγορων υπερατλαντικών ταξιδιών, κάποιος που περιμένει στην αίθουσα αναμονής ενός γιατρού μπορεί να έχει κολλήσει έναν τροπικό ιό σε μία ξένη χώρα μόλις λίγες ώρες πριν. Στις περισσότερες καταστάσεις μπορεί να ταίριαζε κάποτε η συνηθισμένη διάγνωση: «είναι μάλλον κάποια ίωση». Σήμερα, πολλές καταστάσεις γνωρίζουμε ότι μπορεί να οφείλονται σε διάφορες αιτίες, όπως έλλειψη βιταμινών, ενζυμικά ή ορμονικά προβλήματα, ακόμα και στην ατμοσφαιρική μόλυνση.

Ασθένειες όπως η φυματίωση και η ελονοσία, που θεωρούσαμε κάποτε ότι έχουν σχεδόν εξαλειφθεί από τις ανεπτυγμένες χώρες, εμφανίζονται ξανά. Οι γιατροί όμως που έχουν εκπαιδευτεί σε αυτές τις χώρες τα τελευταία 20 χρόνια, μπορεί να μην τις έχουν συναντήσει. Τα «έμπειρα συστήματα» βοηθούν τους γιατρούς προτείνοντας μια μεγαλύτερη ποικιλία διαγνώσεων και υποδεικνύοντας τους τις πιο πιθανές. Μπορούν ακόμα να μειώσουν το κόστος της ιατρικής περίθαλψης ελαττώνοντας την ανάγκη για ορισμένες εξετάσεις, αναλύσεις, ακόμα και κάποιες χειρουργικές επεμβάσεις.

3.4 Μελέτη περιπτώσεων – εφαρμογή έμπειρων συστημάτων

3.4.1 Το Ιατρικό κέντρο Montefiore

Τα έμπειρα συστήματα, ήδη χρησιμοποιούνται για αναδρομικές αναλύσεις και για την παραγωγή αποτελεσμάτων. Έχουν αρχίσει να είναι το σημείο της προσοχής όσο αφορά τη λήψη αποφάσεων.

Ένα από τα πιο βασικά στοιχεία που περιλαμβάνει ένα έμπειρο σύστημα είναι τουλάχιστον μια βάση γνώσεων (μια «βιβλιοθήκη» γνωστών πληροφοριών πάνω σε ένα θέμα και λίγη από την νοημοσύνη των υπολογιστών (βασισμένοι συνήθως σε κανόνες μηχανής) για να επεξεργαστεί το υλικό των βάσεων γνώσεων ώστε να ισχύει για μια συγκεκριμένη κατάσταση. Τα περισσότερα έμπειρα συστήματα σχεδιάζονται για να κάνουν ένα πράγμα καλά, όπως είναι ο έλεγχος μιας συνταγογράφησης φαρμάκων για τις πιθανές αλληλεπιδράσεις ή τα λάθη δόσεων. Έτσι η δημιουργία ενός καλού έμπειρου συστήματος είναι η βάση γνώσεών του. Το κλινικό περιεχόμενο μπορεί να αναπτυχθεί με δύο τρόπους: είτε να αναπτυχθεί στο εσωτερικό της επιχείρησης είτε να χορηγηθεί άδεια από κάποιον άλλον.

Κλινικές επιχειρήσεις βάσεων γνώσεων, όπως οι Littleton, Colo.-based MicroMedex, προσφέρουν μια σειρά βάσεων γνώσεων. Η MicroMedex's UltiMedex Suite έχει άδεια πρώτιστα από τους προμηθευτές συστημάτων διαχείρισης και αυτών με την φαρμακευτική πρακτική, όπως η MEDITECH, Westwood, Mass. Όταν οι ενότητες των βιβλιοθηκών συνδυάζονται με το σύστημα πληροφοριών υγειονομικής περιθαλψής τις γλώσσες αναζήτησης, τα εργαλεία διαλογής φαρμάκων, τις αλληλεπιδράσεις των φαρμάκων, την δοσολογία των φαρμάκων των ασθενών, την παροχή υγειονομικής φροντίδας ο ασθενής γίνεται το κέντρο του συστήματος.

Τα «ιατρικά λάθη θα εντοπιστούν ενώ ο παθολόγος ασχολείται διανοητικά με την πράξη της δημιουργίας μιας διαταγής» λέει ο Richard Saxon, R.Ph., ανώτερο στέλεχος προϊόντων για το ενσωματωμένο περιεχόμενο, MicroMedex. Σήμερα η κύρια εστίαση της εφαρμογής της τεχνολογίας των έμπειρων συστημάτων είναι η μείωση των λαθών που έχουν σχέση με τα φάρμακα, κυρίως επειδή λειτουργούν εάν αυτά εφαρμόζονται καλά. Το Ιατρικό κέντρο Montefiore, μία σύνθεση δύο νοσοκομείων στο Bronx, N.Y., έχει περίπου 1.200 κρεβάτια. Το γεγονός ότι περισσότερο από 600 κλίνες τους χρησιμοποιούνται από παθολογικά περιστατικά βοήθησε στη δημιουργία του κλινικού συστήματος πληροφοριών LastWord IDX. Η αξιολόγηση του συνόλου των αναδρομικών στοιχείων των νοσοκομείων διάρκειας ενός έτους, δείχνει ότι η τεχνολογία έχει μειώσει τα ιατρικά λάθη στο μισό.

Το σύστημα Montefiore πηγαίνει αρκετά πέρα από τις πιθανές επιφυλακές φαρμακοαλληλεπιδράσεων. Παραδείγματος χάριν, από τη στιγμή που η χορήγηση του Digoxin μπορεί να προκαλέσει σοβαρό προβλήματα στους ασθενείς που έχουν ένα χαμηλό επίπεδο καλίου (hypokalemia), το σύστημα ελέγχει αυτόματα το αρχείο ασθενών για μια πρόσφατη εργαστηριακή δοκιμή για κάλιο. Εάν καμία δοκιμή δεν βρίσκεται, υπενθυμίζεται στον παθολόγο την ώρα που αυτός θα συνταγογραφήσει. «Εσείς συνταγογραφείτε Digoxin. Δεδομένου ότι υπάρχει κίνδυνος hypokalemia αυξάνεται ο κίνδυνος τοξικότητας από την χορήγηση του Digoxin, καλό θα ήταν να ελέγξετε τα επίπεδα καλίου του ασθενή.» «Η υποστήριξη αποφάσεων είναι κάτι πολύ περισσότερο από μερικούς ειδικούς κανόνες,» λέει ο Donnie Napoleone, διευθυντής του Montefiore στον τομέα των πληροφοριών των κλινικών υπηρεσιών. «Εάν χτίζετε πολύ καλά τα σύνολα διαταγών, μπορεί να βελτιωθεί η ποιότητα των αποφάσεών σας παρά πολύ.» Συνδυάζοντας τη λογική των έμπειρων συστημάτων και τις βάσεις γνώσεων με τα στοιχεία των ασθενών μπορέστε να είστε κοντά στο μετασχηματισμό μιας γραπτής στατικής αναφοράς σε έναν διαλογικό και αυτόματο φύλακα λαθών,

αλλά οι παγίδες δυνατότητας χρησιμοποίησης αφθονούν. Ένα ζήτημα είναι πώς να συνδυάσει τις κλινικές υπενθυμίσεις με τα έμπειρα συστήματα χωρίς τη ροή της δουλειάς ενός παθολόγου. Οι υπενθυμίσεις μπορούν γρήγορα να μετατοπιστούν από τις χρήσιμες σε ερεθιστικές χρονοβόρες υπενθυμίσεις και έτσι το έμπειρο σύστημα να πρέπει να προσαρμοστεί σε ένα υπηρεσιακό επίπεδο, προειδοποιεί ο Nick Beard, M.D., αντιπρόεδρος του τμήματος της πληροφορικής υγειονομικής περίθαλψης, IDX. «Μπορεί να θέλετε ένα έμπειρο σύστημα να σας προειδοποιήσει εάν το επίπεδο κρεατινίνης ενός ασθενή είναι υψηλό (ένα σημάδι της δυσλειτουργίας νεφρών),» αυτός λέει. «Αλλά εσείς δεν θα θέλατε προειδοποίηση στη νεφρική μονάδα, όπου η κρεατινίνη κάθε ασθενή είναι υψηλή, επειδή θα τρέλαινε τον οποιοδήποτε.»

Η μείωση των ιατρικών λαθών είναι πολύ συνηθισμένη και εύκολη εργασία αλλά το επόμενο βήμα είναι η βιομηχανία να εξερευνήσει τι άλλο μπορεί να κάνει ένα έμπειρο σύστημα. Σε όσα περισσότερα στοιχεία έχει το έμπειρο σύστημα πρόσβαση, τόσο βαθύτερη είναι η κλινική υποστήριξη.

Χάρη σε μια νέα συνεργασία με το πανεπιστήμιο Vanderbilt, Νάσβιλ, Tenn, το πληροφοριακό σύστημα υποστήριξης κλινικών αποφάσεων «Pathways Care Manager», από την εταιρία Alpharetta, Ga.-based McKessonHBOC θα αυξηθεί σύντομα από τις βάσεις δεδομένων των κλινικών συνόλων διαταγής και των οδηγιών επεξεργασίας. Το σύστημα όχι μόνο θα προειδοποιήσει τους παθολόγους για τα πιθανά λάθη που αφορούν τα φάρμακα, θα τους βοηθήσει επίσης να επιλέξουν το σωστό σχέδιο επεξεργασίας και να αποφασίσουν μετά από δοκιμές για τη διαχείριση περιπτώσεων.

Τα έμπειρα συστήματα επίσης, έχουν έναν ρόλο πέρα από το άμεσο σημείο της προσοχής. Οι υπενθυμίσεις συντήρησης μπορούν να πληροφορήσουν έναν εργαζόμενο ότι η κα Jones είναι πάνω από 50 ετών και δεν είχε κάνει μαστογραφία για δύο έτη ή στέλνουν σε επιφυλακή προτεραιότητας ότι ο κ.Smith είχε τον κώδικα XYZ για να κάνει ορισμένες εξετάσεις δύο εβδομάδες πριν και δεν έχει σχεδιάσει την ακόλουθη εξέτασή του ακόμα. Ανεξάρτητα από τη συγκεκριμένη αίτησή τους, ο αρχικός ρόλος των έμπειρων συστημάτων είναι ένας μηχανισμός υπενθυμίσεων παρά ένας δάσκαλος, λέει ο IDX's Beard. «Δεν αντιμετωπίζω το έμπειρο σύστημα σαν το κιβώτιο με τα έγγραφα που αντικαθιστά την ιατρική σκέψη. Σκέφτομαι ότι υπάρχει για να κάνει σίγουρο ότι μια συγκεκριμένη μέθοδος εκείνη την στιγμή αποτελεί την καλύτερη πρακτική και να παρέχει ένα δίχτυ ασφάλειας που παρεμβαίνει όταν κάνουν οι άνθρωποι ολισθήσεις ή παραλείψεις επειδή είναι κουρασμένοι ή υπερφορτισμένοι.»

3.4.2 Η εταιρεία Blue Cross Blue Shield

Οι manager υγειονομικής περίθαλψης, τώρα, χρησιμοποιούν πολύπαιρα λογισμικά για να προβλέψουν ποιος είναι πλέον πιθανός να ασθενήσει

Το ποσοστό με το οποίο αυξάνονται οι δαπάνες υγειονομικής περίθαλψης είναι αρκετό για να κάνει τους manager υγειονομικής περίθαλψης άρρωστους.

Μετά από μια περίοδο στα μέσα της δεκαετίας του '90, κατά την διάρκεια της οποίας οι τιμές υγειονομικής περίθαλψης σταθεροποιήθηκαν, όταν επιχειρήσεις διαχείρισης της υγειονομικής περίθαλψης πλημμύρισαν την αγορά, οι τιμές άλλη μια φορά αναπτύσσονται σε ένα νούμερο διψήφιων.

Ο Hochberg, ο ιατρικός διευθυντής του Boston-based Provider Services Network, το οποίο διαπραγματεύεται συμβόλαια για διοικούμενη φροντίδα και πλάνα Medicare, είναι έτοιμος για να πάρει οποιαδήποτε βοήθεια στο τμήμα ελέγχου του κόστους από τους πολιτικούς στη Washington, όπου οι συζητήσεις για ένα σύστημα μονής χρηματοδότησης παραμένει ένας ψίθυρος.

Αυτό για το οποίο μιλάει ο Hochberg, γι' αυτό που άλλωστε μιλούν όλοι στη κοινότητα της υγειονομικής περιθαλψης αυτές τις μέρες, είναι η δυνατότητα για να προβλέψουν ποιοι ασθενείς είναι πιο πιθανό να ασθενήσουν, χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο λογισμικού με την δυνατότητα πρόβλεψης. «εάν δεν το ξέρεις αυτό, αυτό είναι για το οποίο μιλούν όλοι τώρα τελευταία», λέει ο Hochberg. Αυτό το μοντέλο προβλέψεων είναι «ο νέος παλμός στην Αμερική».

Η κοινότητα του management επικινδυνότητας, έχει χρησιμοποιήσει διάφορους τέτοιους τύπους προγραμμάτων για να προβλέψει την πιθανότητα να συμβούν κατασκοπικές ενέργειες και σεισμούς, τυφώνες ακόμα και επιθέσεις τρομοκρατών ώστε να προμηθεύσει τους πολιτικούς τα απαραίτητα ώστε να καλύψουν ένα ορισμένο επίπεδο ρίσκου. Αλλά η χρησιμοποίηση τέτοιων μοντέλων ώστε να προβλεφθεί ποιος θα ασθενήσει και πόσο θα κοστίσει στην ασφαλιστική εταιρεία είναι κάτι σχετικά καινούργιο.

Για ένα τέτοιο μοντέλο με απώτερο σκοπό την αύξηση των κερδών και την μείωση του κόστους, το οποίο ονομάζεται «Astounding», ο Steve Coulter, ανώτατο στέλεχος και αντιπρόεδρος του οργανισμού Blue Cross Blue Shield στην Tennessee, λέει ότι έχει «κάποια αρκετά εξωπραγματικά ωραία αποτελέσματα» για την εταιρεία του.

«Αυτό έχει βοηθήσει στην ικανότητα μας να κάνουμε τιμολόγηση ακρίβειας, που σημαίνει ότι είμαστε ικανοί να κοστολογούμε ακριβώς την επικινδυνότητα», λέει. «Νομίζω ότι είναι αυτό που θέλουν οι περισσότεροι άνθρωποι. Θέλουν να πληρώσουν μια δίκαιη τιμή για την ασφάλεια που θα πάρουν». Το λογισμικό κοστολόγησης MedPlus χρησιμοποιείται κυρίως από τους manager επικινδυνότητας και τους αναλογιστές στο Blue Cross Blue Shield της Tennessee.

Επιπλέον, η εταιρεία Blue Cross Blue Shield της Tennessee χρησιμοποιεί ένα πακέτο λογισμικού, γνωστό ως MC Source για να προβλέπει το κόστος των ασθενών. Αυτό το λογισμικό λέει ο Coulter, είναι ακριβές τις 85 από τις 100 φορές όταν προβλέπει το κόστος για ένα μεγάλο μέρος του κλινικού πληθυσμού, και είναι ακριβές 65 φορές στις 100 όταν προβλέπει το κόστος για ένα άτομο την ερχόμενη χρονιά.

Η εταιρία αυτή ξόδεψε μεταξύ ενός και δύο εκατομμυρίων \$ για να πάρει την άδεια λειτουργίας του λογισμικού λέει ο Coulter. Οι manager υγειονομικής περιθαλψης εκεί άρχισαν να το χρησιμοποιούν το 2003, μετά από έξι μήνες δοκιμών. Η Sylvia Sherrill, διευθύντρια του τμήματος management χρησιμότητας στην Cross Blue Shield της Tennessee's, λέει ότι το λογισμικό έχει περιορίσει το κόστος με το να επικεντρώνεται στους διοικητικοί πόροι νωρίτερα σε καταστροφικές περιπτώσεις παροχής φροντίδας, οι όποιες είναι αυτές που είναι οι πιο ακριβές. Τα κέρδη για τον ανά τμήμα manager έχουν σχεδόν τετραπλασιαστεί λέει η Sherrill.

Ο Hochberg, προηγούμενος αντιπρόεδρος στην McKesson Corp., όπου εφάρμοσε λογισμικά τεχνίτης νοημοσύνης για τα μοντέλα πρόγνωσης, εκτιμά ότι αυτές οι τεχνικές οδήγησαν σε κέρδη από τα κόστη των πελατών γύρω στο 1,5% τα των προηγούμενων εξόδων τους για υγειονομική περιθαλψη. Το νούμερο φαντάζει μικρό σε ποσοστό, αλλά σε \$ η αποταμίευση είναι εκατομμυρίων.

Μακρόχρονα κέρδη από τα παραδοσιακά προγράμματα διαχείρισης των ασθενειών έχουν αρχίσει να φθίνουν και δεν είναι αποτελεσματικά στην διαχείριση ορισμένων ασθενειών λέει επίσης ο Hochberg. Για παράδειγμα, τα προγράμματα που είναι αποτελεσματικά για τους ασθενείς με άσθμα δεν σημαίνει ότι είναι το ίδιο αποτελεσματικά για τους ασθενείς με διαβήτη.

3.4.3 Στην Πενσυλβανία, σχέδια κινδύνου και ευκαιρίας

Για μερικούς managers στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, το προφητικό μοντέλο έχει βοηθήσει στην διάθεση των πηγών μιας εταιρείας πιο σωστά.

Ας πάρουμε ως παράδειγμα τον Chris Scheib, manager για τον οικονομικό σχεδιασμό στο Highmark Blue Cross Blue Shield, που παρέχει κάλυψη για τους ασθενείς στην δυτική Πενσυλβανία και σε εθνικό επίπεδο, ο οποίος λέει ότι οι τεχνικές πρόβλεψης says έχουν βοηθήσει τους ανάδοχους του Highmark να διαθέσουν τους πόρους του κέντρου κλήσης πιο αποτελεσματικά μέσω δενδρικού μοντέλου στήριξης αποφάσεων και των στρατηγικών επικινδυνότητας.

«Εμείς δεν θέλουμε να σπαταλούμε πόρους σε άτομα που φαίνεται ότι είναι καλά», λέει. Το Highmark έχει στρωματοποιήσει περίπου 250,000 άτομα τους τελευταίους 20 μήνες σε χωριστούς «κάδους κινδύνου» που προσδιορίζουν το μέλλον επικινδυνότητας ενός ασθενή και τα χρόνια προβλήματά του.

Τα προβλεπτικά μοντέλα βοηθούν επίσης στο χρόνο ανανέωσης, επιτρέποντας στους εμπειρογνώμονες για να καθορίσουν εάν ή αύξηση του ποσοστού ενός πελάτη είναι δικαιολογημένη εξαιτίας πληθωριστικών αυξήσεων ή γιατί οι πελάτες έχουν προσβληθεί από μία ασθένεια η οποία απαιτεί υγειονομική περίθαλψη για παραπάνω από 10 φορές το χρόνο.

Ο προβλεπτικός σχεδιασμός, συμπληρώνει ο Tom Schultz, manager στο τμήμα αναλύσεων του Highmark', έχει παράσχει στην ομάδα του πληροφορίες που δεν είχαν κατά το παρελθόν. Κατά την διάρκεια των δύο τελευταίων χρόνων, για παράδειγμα, οι διοικητές του ανακάλυψαν μεγάλες αλλαγές στην φύση της λίμνης στην οποία δούλευαν οι εργαζόμενοι που κάλυπτε το Highmark.

Val Dean, πρεσβύτερος πρόεδρος του management φροντίδας και δικτύου για την ομάδα TriZetto Inc., λέει ότι μία εταιρεία τεχνολογία πληροφοριών για την υγειονομική περίθαλψη, το μεγάλο πλεονέκτημα του προβλεπτικού σχεδιασμού είναι 'το «είναι μία προσπάθεια να μικρύνει ο κύκλος μεταξύ δυσμενών γεγονότων και επεμβάσεων». Επιχειρήσεις που κάνουν αυτή εργασία καλύτερα εργασία, τη μείωση του κύκλου δηλαδή, είναι πιθανό να ανταμειφθούν με την καλύτερη επένδυση που προκύπτει από τα ίδια τα λογισμικά. «Ο προβλεπτικός σχεδιασμός έχει αρχίσει να έχει πολλούς οπαδούς και πολύ δικαίως μάλιστα», λέει.

Για να δικαιολογηθεί το κόστος της επένδυσης σε προγράμματα προβλεπτικού σχεδιασμού, ο Dean λέει επίσης, ότι πολλές εταιρείες κορυφαίες στο χώρο της παροχής υγειονομικής περίθαλψης, πρέπει να αναλογιστούν περισσότερο από έναν τρόπους για να χρησιμοποιήσουν τα δεδομένα που παράγονται από το λογισμικό. Άλλες επιχειρηματικές μονάδες, το τμήμα ασφάλισης για παράδειγμα, μπορούν να έχουν και αυτές όφελος από τον προβλεπτικό σχεδιασμό.

Οι υπερασπιστές του προβλεπτικού σχεδιασμού λένε ότι είναι πολύ σημαντικός αυτές τις μέρες, γιατί το ποσοστό αύξησης του κόστους υγειονομικής περίθαλψης είναι αναμενόμενο να φτάσει στα ύψη, μετά από τις τάσεις εξομάλυνσης της προηγούμενης δεκαετίας όταν η κυβέρνηση ανάμειξε την υγειονομική περίθαλψη στον ανταγωνισμό των ιδιωτικών παροχών υγειονομικής περίθαλψης.

Σύμφωνα με την ένωση ασφάλειας υγείας της Αμερικής, ένας γηρασμών πληθυσμός, η στήριξη περισσότερο στις τεχνολογίες αιχμής, στους νέους νόμους και οι αυξανόμενες τιμές φαρμάκων εγγυούνται ότι τα έξοδα των καταναλωτών για αγαθά και υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης θα συνεχίζουν να αυξάνουν τον πληθωρισμό.

Το κόστος των συνταγογραφημένων φαρμάκων, παραδείγματος χάριν, αυξάνεται με μια εκτίμηση γύρω 16% κάθε χρόνο. Μέχρι το 2011, τα συνολικά εθνικά έξοδα για την υγειονομική περίθαλψη θα αγγίξουν τα 2.8 τρισεκατομμύρια \$.

3.4.4 Το Accucode, ένα έμπειρο σύστημα από το Ινστιτούτο HSS

Achieving Expert Ease

Τα έμπειρα συστήματα μπορούν να επιταχύνουν την εργασία, να απαντήσουν ερωτήσεις και να προσφέρουν καθοδήγηση σε πάρα πολλούς τομείς της υγειονομικής περιθαλψής.

Η υγειονομική περίθαλψη από την πιο μικρή διαχειριστική διοικητική περίπτωση μέχρι και το πιο μικρό ιατρικό περιστατικό είναι γεμάτη από δεδομένα γνωστά γεγονότα και γενικούς κανόνες.

Αυτά τα τελευταία προκύπτουν από έμπειρο και μορφωμένο προσωπικό σε ένα δεδομένο πεδίο δράσης. Παρ' όλα αυτά ο αριθμός των εργαζομένων-επιστημόνων είναι περιορισμένος και οποιαδήποτε στιγμή που εφαρμόζεται ένα συγκεκριμένο κομμάτι στην υγειονομική περίθαλψη, μάλλον δεν θα δούμε να χρησιμοποιούν αυτοί οι επιστήμονες όλη την γνώση τους. Έτσι τα έμπειρα συστήματα μπορούν να θεωρηθούν ως ένα πολύτιμο υποστηρικτικό εργαλείο.

Οι επιστήμονες που ασχολούνται με τους υπολογιστές συχνά ορίζουν ένα έμπειρο σύστημα ως ένα σύστημα που μπορεί να εμπεριέχει κάποια δεδομένα, ορισμένους γενικούς κανόνες και μία λογική μηχανή η οποία μπορεί να ελέγξει την αξία μιας νέας θέσης σε αντίθεση με τα καθιερωμένα. Για παράδειγμα, ένα δεδομένο μπορεί να είναι ότι η Jan Jones είναι μέλος ενός HMO και ως γενικό κανόνα να έχουμε ότι τα μέλη των HMO είναι εγγεγραμμένα σε μια λίστα ατόμων τα οποία απολαμβάνουν συγκεκριμένα προνόμια. Αυτή η λογική μηχανή μπορεί να αποφασίσει εάν μπορεί να εφαρμοστεί στην Jan Jones μια συγκεκριμένη φαρμακευτική αγωγή σύμφωνα με τα δικαιώματα που έχει εφ' όσον είναι εγγεγραμμένος στην συγκεκριμένη λίστα. Σύμφωνα με τη λίστα που είναι εγγεγραμμένη μπορεί να δικαιούται μαιευτήρα – γυναικολόγο, ενώ παράλληλα το HMO να της προσφέρει και οικογενειακό ιατρό.

Η λογική μηχανή μπορεί να αναγνωρίσει την ικανότητά της να δεχθεί υπηρεσίες από τον οικογενειακό ιατρό καθώς επίσης να της εξασφαλίσει και ένα ετήσιο check up από τον γυναικολόγο αφού είναι πάνω από πενήντα ετών.

Administrative Authority

Πριν οι κλινικοί λάβουν την πληρωμή τους για τις υπηρεσίες που παρείχαν αυτοί πρέπει να αναφέρουν ένα συγκεκριμένο κώδικα, όπως το ICD-9 που αφορά τις υπηρεσίες. «Αυτοί οι κωδικοί είναι σχεδόν μυστικοί και μόνο αυτός που τους εισάγει γνωρίζει καλά τους κωδικούς για τις εκάστοτε διαγνώσεις» (Steven Schwartz, Ph. D. Institute HSS, Hamden, Conn). Στην πραγματικότητα, η εκπαίδευση για την εκμάθηση κωδικών μπορεί να πάρει μέχρι και δύο χρόνια για να ολοκληρωθεί, βέβαια το να γίνει αυτό σε έναν εργαζόμενο είναι μεγάλη επένδυση από μέρους της επιχείρησης. Εδώ εισάγεται και η έννοια της χρησιμότητας ενός έμπειρου συστήματος.

Το Accucode, ένα έμπειρο σύστημα από το Institute HSS, (Hamden, Conn), γνωρίζει τους κωδικούς και το πώς η γνώση συνδέεται με τους κωδικούς αυτούς. Ένας χρήστης μπορεί να αποφασίσει τον σωστό κωδικό για την διάγνωση με το να απαντήσει διάφορες ερωτήσεις που αφορούν την συγκεκριμένη περίπτωση. Έμπειρα συστήματα σαν αυτό, χρησιμοποιούν μια δενδρική δομή αποφάσεων: Κάθε απάντηση οδηγεί τον ασθενή σε ένα διαφορετικό τομέα και ένα ολοκληρωμένο σύστημα απαντήσεων οδηγεί σε ένα μοναδικό συμπέρασμα που δεν είναι άλλο από τον σωστό κωδικό ICD-9, που αντιστοιχεί στις υπηρεσίες που εδόθησαν στον συγκεκριμένο ασθενή.

Ένα έμπειρο σύστημα όπως αυτό επιτρέπει σε έναν χρήστη ο οποίος δεν είναι εξειδικευμένος με τους κωδικούς του ICD-9 να βρει τους σωστούς κωδικούς χωρίς να

χρειαστεί εξωτερική ανθρώπινη βοήθεια. Πολλοί παροχείς μπορούν να έχουν αξιολογηθεί και ευρείς ιατρικές γνώσεις, αλλά δεν είναι αναμενόμενο να γνωρίζουν ή να μάθουν όλους τους κωδικούς. Άλλο ένα πλεονέκτημα είναι η εξασφάλιση της ορθότητας των κωδικών – αναγκαίοι για την κατάλληλη αποζημίωση. Ορθοί κωδικοί επίσης σημαίνει απλούστερη απαιτητική διαδικασία για τον πελάτη – ασθενή. Με προγράμματα σαν το Medicare, οι σωστοί κωδικοί μπορούν να κρατήσουν μακριά έναν οργανισμό από εξαναγκαστικούς κανόνες και υφιστάμενες κυρώσεις.

Τα έμπειρα συστήματα είναι περισσότερο χρήσιμα σε δύο τύπους. Ο ένας είναι ένα προϊόν πάνω σε ένα γραφείο, όπου ο οποιοσδήποτε μπορεί να το χρησιμοποιήσει και να βρει ή να διευκρινίσει κωδικούς για οποιοδήποτε σκοπό. Ο άλλος τύπος είναι ένα εμπειροσύστημα - μηχανή το οποίο μπορεί να είναι μέρος ενός μεγαλύτερου συστήματος. Αυτός ο «ευρετής κωδικών» μπορεί να είναι μέρος ενός γενικού συστήματος με αρχεία ασθενών. Αφού αυτό το σύστημα έχει να κάνει με τους ευρέως διαδεδομένους και χρησιμοποιούμενους κωδικούς, υπάρχει και μια ευρύ αγοραστικό κοινό για τις δυνατότητές του.

Εάν κάποιος δεν μπορεί να φανταστεί τον εαυτό του να απαντά αυτές τις ερωτήσεις, είναι απλά πολύ εύκολο να απευθυνθεί σε ένα έμπειρο σύστημα που να κατανοεί την ομιλία του ανθρώπου.

Τα συστήματα κατανόησης ομιλίας δεν παρασύρουν του χρήστες στην διαδικασία ερωτοαπαντήσεων. Αντίθετα το σύστημα κάνει εισροές από την ομιλία, όπως είναι διάφορες προφορικές ή γραπτές οδηγίες σχετικά με την διάγνωση, μετά επεξεργάζεται την ομιλία ώστε να καθορίσει το σωστό κωδικό. Η προσέγγιση αυτού του συστήματος κατανόησης της ομιλίας έχει ως πλεονέκτημα την εξοικονόμηση χρόνου και κόπου, αφού δεν χρησιμοποιούνται γραπτές οδηγίες.

Τσως η πιο διαδεδομένη χρήση των έμπειρων συστημάτων είναι η αυτόματη και ταχεία ανάλυση ιατρικών απαιτήσεων. Τέτοια έμπειρα συστήματα λειτουργούν με ένα κωδικοποιημένο πακέτο αποδοχών με εντολές του τύπου «if-then-else».

Medical Mastery

Οι τεχνολογικές εφαρμογές των έμπειρων συστημάτων δεν είναι μόνο διαχειριστικές και οικονομικές. Μπορούν επίσης να έχουν σημαντικό ρόλο στις κλινικές εφαρμογές. «Με την ανάπτυξη της ποιότητας, η επίσημη φροντίδα παρουσιάζεται ως μία από τις καλύτερες εφαρμογές των έμπειρων συστημάτων», λέει ο Dr. Warwick Charton αντιπρόεδρος του τμήματος εξέλιξης προϊόντων στο Thinkmed Milwaukee. Τα έμπειρα συστήματα μπορούν να μετατρέψουν την χιονοστιβάδα των διαθέσιμων δεδομένων που αφορούν τις εισροές – από υψηλά δομημένα στοιχεία που αφορούν απαιτήσεις – αναφορές εργαστηρίων, δεδομένα ασθενών και αρχεία του φαρμακείου – σε πληροφορίες οι οποίες οι ιατροί θα χρησιμοποιήσουν για να βελτιώσουν τις ιατρικές πράξεις.

Η πολλαπλότητα των διαθέσιμων κλινικών δεδομένων αμφισβητεί την χρήση των έμπειρων συστημάτων: οι απλοί άνθρωποι δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν την ευμετάβλητη πιθανή ανάλυση. Μόνο και μόνο με το να προσπαθούν να φανταστούν τα νοσήματα, τα ψυχοκοινωνικά χαρακτηριστικά, τα στοιχεία του περιβάλλοντος, τα είδη των θεραπειών, τις συνήθειες και τις συμπεριφορές των ασθενών στην προσπάθεια να δημιουργήσουν μία θεωρία, δημιουργούν απλά μία σπαζοκεφαλιά.

Οι ειδικοί – που ασχολούνται με την ανάλυση και τον τύπο των δεδομένων καθώς και τα διάφορα κλινικά πεδία – είναι αναγκαίο να συμβάλλουν στους κανόνες που το σύστημα θα χρησιμοποιήσει στην προσπάθεια εύρεσης των αποτελεσμάτων. Οι κανόνες από μόνοι τους μπορεί να είναι απευθείας Boolean λογικής ή να είναι Fussy λογικής (για ιδεολογικές προσεγγίσεις όπως «ψηλός» ή «υπερβαρος») ή να εμπεριέχουν πιθανότητες. Οι χρήστες μπορούν να ζητήσουν από ένα έμπειρο

σύστημα βασισμένο σε κανόνες να επιστήσει την προσοχή σε αυτό το σύστημα, να αγνοήσει κάποιο άλλο ζήτημα και στο τέλος να κάνει «turn it loose» στα δεδομένα. Ο χρήστης μπορεί να θέσει ερωτήματα τύπου «ad hoc». Το αποτέλεσμα μπορεί να είναι μία σχέση μεταξύ που θα προκαλέσει έκπληξη - μεταξύ της συμπεριφοράς του ασθενή και της πορείας της νόσου την οποία ίσως ο ιατρός να μην είχε προβλέψει. Τα αποτελέσματα δεν μπορούν να υποστηρίξουν τροποποιησιμες διαδικασίες, όπως πιο φάρμακο είναι αποτελεσματικότερο κάτω από ορισμένες συνθήκες. Αυτό μπορεί να αλλάξει μια αντιδραστική πρακτική σε μία πολύ καλή πρακτική, αντιμετωπίζοντας διάφορα προβλήματα πριν καν αυτά εμφανιστούν.

Expert Assistant

Τα έμπειρα συστήματα μπορούν να πάρουν προαγωγή από απλά εργαλεία που βοηθούν, συμβουλεύουν ή υποστηρίζουν αποφάσεις, σε «αληθινούς ιατρούς» που αντιμετωπίζουν περιστατικά. «Οι ιατροί προχωρούν μία θεραπεία υπό την καθοδήγηση και υποστήριξη των έμπειρων συστημάτων», λέει η Melinda Costin manager του τμήματος αποφάσεων μάρκετινγκ 3M Health Information Systems, Salt Lake City.

Καθώς οι περισσότερες καθοδηγήσεις βρίσκονται μόνο στα χαρτιά, η τρέχουσα μόδα είναι η αυτοματοποίηση αυτών των καθοδηγιών μετατρέποντας 'τες σε έμπειρα συστήματα τα οποία οι παροχείς φροντίδας μπορούν να συμβουλευτούν καθημερινά.

Τα έμπειρα συστήματα μπορούν να βοηθήσουν στην επιβεβαίωση ότι οι παροχείς φροντίδας ακολουθούν τα πρωτόκολλα και ακόμα να προτείνουν το επόμενο βήμα που θα ακολουθηθεί. Τα συστήματα αυτά μπορούν να αναγνωρίσουν την αξία της συνοχής της ποιότητας και της φροντίδας και να βοηθούν στην διατήρηση της συνοχής αυτής.

Ας δούμε εδώ παραδειγματικά την λειτουργία ενός τύπου έμπειρου συστήματος. Όταν οι ασθενείς αναζητούν οποιαδήποτε επαφή με την υγειονομική φροντίδα, το σύστημα μπορεί να υπενθυμίσει στον παροχέα φροντίδας κάποια προληπτική θεραπεία, όπως είναι η ανοσοποίηση, το test pap, ή το εμβόλιο γρίπης. Φυσικά τα συστήματα αυτά μπορούν να τεθούν σε λειτουργία βασιζόμενοι στην ηλικία, το φύλλο, το ιατρικό ιστορικό του ασθενούς, καθώς επίσης την ημερομηνία και την ώρα. Μερικά συστήματα, όπως το 3M HIS, επιτρέπουν στο χρήστη να γράψει σε δικές του οθόνες. Μία απλά επιφάνεια GUI παρουσιάζει αντικείμενα τα οποία μπορεί κάποιος να επλέξει, ενώ παράλληλα υπάρχουν διάφορες διευκρινίσεις για το κάθε αντικείμενο.

Άσχετα με συγκεκριμένους ρόλους που θα διαδραματίζουν τα έμπειρα συστήματα στο μέλλον, είναι εμφανές ότι υπάρχουν και θα παραμείνουν. Σκοπός των έμπειρων συστημάτων που χρησιμοποιούνται σε διάφορους τομείς της υγειονομικής περίθαλψης είναι να κάνουν την υγειονομική περίθαλψη πιο επίσημη στην διαχείριση, πιο συνεπή και πιο αξιόπιστη για τον ασθενή αλλά και τον παροχέα υγειονομικών υπηρεσιών.

3.4.5 To Focal Point

Η διαίσθηση μπορεί να φαίνεται ως ένα ανθρώπινο τέχνασμα, αλλά οι μηχανές μπορούν να είναι καλές σε αυτό, επίσης. Είναι δωδεκάδες μικροσκοπικοί, υποσυνείδητοι κανόνες που έχουμε μάθει από την εμπειρία. Τους προσθέτετε και παίρνετε το ένστικτο: η αίσθηση ενός γιατρού ότι ένας ασθενής με στομαχόπονο μπορεί πραγματικά να έχει σκωληκοειδίτιδα, παραδείγματος χάριν. Προγραμματίστε εκείνους τους κανόνες σε έναν υπολογιστή και εσείς θα πάρετε ένα έμπειρο σύστημα - ένα από τα πολλά που μπορούν να καλύψουν τις δοκιμές εργαστηρίων, να

εντοπίσουν τις μολύνσεις αίματος και να προσδιορίσουν τους όγκους σε μια μαστογραφία. Οι τεχνικοί εργαστηρίων δεν έχουν εξαφανιστεί, αλλά έχουν ενωθεί από μηχανές όπως το Focal Point, το οποίο εξετάζει τις κηλίδες για τα σημάδια του αυχενικού καρκίνου. Δημιουργημένο από το TriPath Imaging, το Focal Point φωτογραφίζει 5 εκατομμύρια φωτογραφικές διαφάνειες κάθε έτος, ή περίπου 10 τοις εκατό όλων των φωτογραφικών διαφανειών που λαμβάνονται στις ΗΠΑ.

Για να κατασκευάσει το Focal Point, οι προγραμματιστές ρώτησαν τους παθολόγους για να υπολογίσουν τα κριτήρια που εξετάζουν κατά προσδιορισμό ενός παρεκκλίνοντος κυττάρου. Οι πυρήνες που φαίνονται σκοτεινότεροι ή μεγαλύτεροι από άλλους, παραδείγματος χάριν, έχουν συχνά πάρα πολλά χρωμοσώματα μέσα. Όπως οι άνθρωποι στην εργαστηριακή κατάρτιση, το Focal Point διδάσκει τον εαυτό του με άσκηση στις φωτογραφικές διαφάνειες που οι παθολόγοι έχουν ήδη διαγνώσει. Αλλά αντίθετα από ένα πραγματικό πρόσωπο, το σύστημα δεν μπορεί να αλλάξει μόλις φύγει το TriPath. «Πρέπει να εγγυηθούμε την ακρίβειά μας», εξηγεί ο Bob Schmidt, ο τεχνικός διευθυντής προϊόντων για το TriPath. «Εάν Focal Point συνέχισε να μαθαίνει σε δύσκολους τομείς η απόδοσή του θα ποίκιλλε ανάλογα με την ικανότητα της τεχνολογίας εργαστηρίων που το δίδασκε.» Που σημαίνει ότι ένας κακός τεχνικός θα μπορούσε να υπονομεύσει ένα ήδη έξυπνο πρόγραμμα.

3.4.6 Το λογισμικό CaseAlert

Για να βοηθηθούν οι διοικητικές οργανώσεις προσδιορισμού των ομάδων υψηλών κινδύνων των ασθενών, η ομάδα MEDecision Inc., Wayne, PA, αποφάσισε να ενσωματώσει την τεχνητή νοημοσύνη (AI) σε ένα ιατρικό σύστημα διοικητικού λογισμικού. Αυτό το μοντέλο AI μπορεί να παρέχει τη μεγαλύτερη ακρίβεια στην αναγνώριση και τη στρωματοποίηση των ασθενών πληθυσμών σύμφωνα με τον κίνδυνο. Με την αξιολόγηση πολλαπλών πηγών, ένα μίγμα των κλινικών, οικονομικών και δημογραφικών στοιχείων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διακρίνει τις συγκεκριμένες υποομάδες στον υψηλό κίνδυνο. Τα προγράμματα τεχνητής νοημοσύνης και οι αλγόριθμοι για τη μηχανή λογικής, πρέπει να οργανωθούν προσεκτικά και να εξεταστούν. Η οργάνωση και ο προμηθευτής λογισμικού πρέπει λεπτομερώς να αναθεωρήσει τις πηγές στοιχείων και τα κλινικά συστατικά (π.χ., ηλικία, διάγνωση) που χρησιμοποιούνται και να καθιερώσουν τα κριτήρια για τις φυσικές καταστάσεις που προσδιορίζονται και που αποκλείονται. Οι αλγόριθμοι πρέπει να είναι αρκετά ρητοί, παραδείγματος χάριν, να διαφοροποιήσουν τη μειονότητα των διαβητικών ασθενών στον υψηλό κίνδυνο από χιλιάδες διαβητικούς ασθενείς που εγγράφονται στο σχέδιο υγείας. Ένας μεγάλος, αδιαφοροποίητος κατάλογος θα μπορούσε να βοηθήσει την οργάνωση, από το να έρθει σε επαφή με τους ασθενείς που πραγματικά το έχουν ανάγκη.

Αρχιτεκτονική του προγράμματος

Με την ενσωμάτωση τεσσάρων στρωμάτων στην αρχιτεκτονική του ιατρικού προγράμματος διοικητικού αναλυτικού λογισμικού CaseAlert, είναι σε θέση να λάβουν το «καλύτερο όλου του κόσμου» μέσω της προφητικά-βασισμένης διαμόρφωσης και των στοιχείο-βασισμένων στην ιατρικά αλγορίθμους. Τα τέσσερα αποτελούνται από:

- ➔ το σημασιολογικό στρώμα, το οποίο επιτρέπει την περιγραφή των πηγών στοιχείων για να διευκολύνει την εφαρμογή του συστήματος στις βάσεις δεδομένων των διαφορετικών δομών,
- ➔ το στρώμα κατασκευής εξελιξιμότητας, όποιος επιτρέπει στο σύστημα για να λειτουργήσει με τις μεταβλητές των διαφορετικών κλιμάκων, ποσοτικών και ποιοτικών, για να δημιουργήσει μια ενοποιημένη

εσωτερική αντιπροσώπευση των τιμών που διαβάζονται από τη βάση δεδομένων,

- τους αλγόριθμους για το στρώμα παραγωγής κανόνα, το οποίο αποτελείται από το συνειρμικά συμπέρασμα και την επίσης σαν ειδική κλινική άποψη, στοιχειοβασισμένες συστάσεις και οδηγίες ιατρικής, και
- το στρώμα βελτιστοποίησης, το οποίο επιτρέπει στο σύστημα να μάθει και να προσαρμοστεί, να βελτιώσει τη στατιστική ποιότητα των κανόνων κατά τη διάρκεια του χρόνου και της αλλαγής τους ώστε να ακολουθήσει τις τάσεις πληθυσμών.

Στο βασικό σύστημα λογισμικού, το προϊόν παρέχει τους ειδικούς βασισμένους στη γνώση κανόνες για να καλύψει τα τυποποιημένα προσδιοριστικά για τη διαχείριση περιπτώσεων και τα υψηλά προφίλ για τη διαχείριση ασθενειών και ένα σύνολο κανόνων που δημιουργούνται από τη μηχανή συμπεράσματος. Μπορούν επίσης να εισαχθούν συγκεκριμένοι κανόνες γνώσης που αφορούν τους πελάτες.

Ο πελάτης μπορεί έπειτα να αποφασίσει πού να τεθούν οι προφητικές μεγάλης σημασίας ομάδες για τη μηχανή συμπεράσματος, καθώς «μαθαίνει» ποιοι παράγοντες έχουν ισχυρή επιρροή (προφητική δύναμη) σε μια μελλοντική έκβαση. Η ικανότητα των πόρων ενός συγκεκριμένου σχεδίου υγείας καθορίζει συχνά το προφητικό κατώτατο όριο. Παραδείγματος χάριν, μια πιθανότητα 85 τοις εκατό του περάσματος ενός κατώτατου ορίου δαπανών παράγει έναν μακρύτερο κατάλογο ασθενών από ένα κατώτατο όριο που τίθεται σε 95 τοις εκατό.

Να συμβαδίζει με την αλλαγή

Η απόφασή να ενσωματώσουν τους ειδικούς-βασισμένους κανόνες γνώσης με τη διαμόρφωση μηχανών συμπεράσματος προσδοκά τους περιορισμούς της εργασίας μόνο με τα ιστορικά στοιχεία αξιώσεων. Νέοι κώδικες CPT, HCPCS προστίθενται ετήσια και οι κλινικοί εμπειρογνώμονες μπορούν να ενημερώσουν τους υπάρχοντες κανόνες γνώσης για να παρέχουν την κλινική συνοχή. Σημαντικότερα, ο συνδυασμός AI-VASJSME'NWN κανόνων με την έξυπνη γνώση, μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση πληροφοριών που μπορεί να μην υπάρχουν στη βάση δεδομένων του πελάτη σε επαρκείς ποσότητες ώστε να είναι στατιστικά σχετικές. Κατά συνέπεια, το προφητικό σύστημα είναι πιο ισχυρό λαμβάνοντας υπόψη τα μεταβαλλόμενα χαρακτηριστικά του πληθυσμού και των σχετικών στοιχείων.

Οι κανόνες απόφασης πρέπει να είναι κατανοητοί από τους παροχείς φροντίδας. Το σύνολο κανόνων που δημιουργούνται από τους αλγορίθμους AI εκφράζεται σε μια ειδική γλώσσα τους κανόνες CaseAlert. Χρησιμοποιεί τις έννοιες από πρότυπα όπως το Bethesda, MD-VASJSME'NI στην εθνική βιβλιοθήκη του ομοιόμορφου ιατρικού γλωσσικού συστήματος της ιατρικής Ann Arbor, Mich.-based Health Level 7's Arden Syntax, για τα ιατρικά συστήματα λογικής του Cambridge. Η γλώσσα χρησιμοποιείται ως εργαλείο ομοιόμορφης αντιπροσώπευσης για μηχανή. Και η TX και οι ειδικοί κανόνες αποθηκεύονται σε μια μορφή ερμηνεύσιμη από τους παροχείς φροντίδας. Η TX είναι σχεδόν 50 ετών, αλλά μόνο με τις πρόσφατες προόδους στο υλικό υπολογιστών και το λογισμικό αρχίζει να γίνεται αισθητή. Δεδομένου ότι τα προγράμματα με τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της TX υιοθετούνται ευρύτερα ακόμη πιο εντυπωσιακές ικανότητες μπορούν να αναμένονται.

3.5 Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης σε στερεότυπη χρήση

Αυτά τα παραδείγματα εμφανίζουν την εφαρμογή εργαλείων ΤΝ σε επιστημονικές περιοχές όπως η συγκράτηση ιατρικών διαγνώσεων και δαπανών. Λόγω της προστασίας προσωπικών δεδομένων, θα αναφερθούν μόνο οι εφαρμογές που έχουν τεθεί στην διάθεση του κοινού. Αναφέρεται το όνομα του κάθε συστήματος, η υπεύθυνη εταιρεία, η περιγραφή τους, οι απαιτήσεις αλλά και τα οφέλη τους.

Τίτλος:	Μείωση του χρόνου παραμονής στο νοσοκομείο πριν το χειρουργείο.
Υπεύθυνος για την ανάπτυξη:	SolveTech
Περιγραφή:	Ο υπεύθυνος για την ανάπτυξη προσδιόρισε πέντε ανεξάρτητες μεταβλητές που καθορίζουν το μήκος της παραμονής στο νοσοκομείο για τη στεφανιαία χειρουργική επέμβαση παράκαμψης. Οι μεταβλητές επέτρεψαν τις ρυθμίσεις ώστε το μικρότερο μήκος της παραμονής στο νοσοκομείο να μειωθεί από 13 ημέρες σε 5,5 ημέρες.
Κόστος:	\$ 20,000 to \$ 50,000
Απαιτήσεις:	<ul style="list-style-type: none">• Λεπτομερής βάση δεδομένων των όρων και των θεραπειών των ασθενών.
Οφέλη	<ul style="list-style-type: none">• Προσδιορισμός των μεταβλητών ελέγχου που οδηγούν στη μείωση της παραμονής στο νοσοκομείο και του σχετικού κόστους στο μισό.• Προσδιορισμός των σημαντικών παραγόντων που παρατείνουν το μήκος της παραμονής.

Τίτλος:	Αξιολόγηση της καρκινογόνου δυνατότητας των χημικών ουσιών
Υπεύθυνος για την ανάπτυξη:	Health Designs Inc. National Institute of Environmental Health Sciences Research Triangle Park, NC, USA
Περιγραφή:	Ο υπεύθυνος για την ανάπτυξη πρότεινε ένα πρότυπο για την πρόβλεψη των εθνικών κλήσεων τοξικολογίας για τους χρήστες χημικών ουσιών.
Απαιτήσεις:	<ul style="list-style-type: none">• Μεγάλες βάσεις δεδομένων των στοιχείων τοξικότητας από τις βιολογικές αναλύσεις.
Οφέλη	<ul style="list-style-type: none">• Ακριβείς κανόνες (85 έως 95 τοις εκατό) για τον προσδιορισμό της θετικής και αρνητικής δυνατότητας για την καρκινογόνο δραστηριότητα των μη δοκιμασμένων χημικών ουσιών. Ανακάλυψη ότι η αξιολόγηση των συγκεκριμένων στοιχείων μπορεί να είναι χρήσιμη στην πρόβλεψη της καρκινογένεσης.

Τίτλος:	Ενδείξεις για την επεξεργασία του δωδεκαδακτυλικού έλκους από το HSV
Υπεύθυνος για την ανάπτυξη:	Department of Surgery F. Raszeja Hospital Pozana, Poland
Περιγραφή:	Το ίδρυμα ανέπτυξε μια μέθοδο για την ταξινόμηση των ασθενών με το δωδεκαδακτυλικό έλκος που αντιμετωπίστηκε από HSV. Κάθε ασθενής περιέγραψε από ένδεκα μεταβλητές σχετικά με τα στοιχεία ανάμνησης και της προεγχειρητικής γαστρικής έκκρισης. Οι αναπτυγμένοι κανόνες επιβεβαιώνουν τυπικά τις ενδείξεις που χρησιμοποιούνται από τους νοσοκομειακούς γιατρούς για το HSV.
Απαιτήσεις:	<ul style="list-style-type: none"> Κλινική βάση δεδομένων που περιέχει τα στοιχεία ανάμνησης και τα προεγχειρητικά στοιχεία γαστρικής έκκρισης.
Οφέλη	<ul style="list-style-type: none"> Μια μέθοδος για την ταξινόμηση των ασθενών για τη θεραπεία του δωδεκαδακτυλικού έλκους με HSV. Ασφαλέστερη επεξεργασία του δωδεκαδακτυλικού έλκους με τη χαμηλότερη συχνότητα των περιπλοκών και τη χαμηλότερη θνησιμότητα.

Τίτλος:	Ανακάλυψη γνώσης από τις κλινικές βάσεις δεδομένων
Υπεύθυνος για την ανάπτυξη:	Medical Research Institute Tokyo Medical and Dental University Tokyo, Japan
Περιγραφή:	Ο υπεύθυνος για την ανάπτυξη συγκρίνει την εφαρμογή των ιατρικών μεθόδων επαγωγής κανόνων διαγνώσεων για την ειδική γνώση από τις ιατρικές βάσεις δεδομένων. Η σύγκριση παρουσιάζει πλεονεκτήματα αυτών των μεθόδων στις καταστάσεις όπου οι ιατρικές βάσεις δεδομένων περιέχουν τις πληροφορίες και της αιτιοκρατικής και πιθανολογικής φύσης.
Απαιτήσεις:	<ul style="list-style-type: none"> Ιατρικές βάσεις δεδομένων που περιέχουν τις διαγνώσεις και τα συμπτώματα των ασθενών.
Οφέλη	<ul style="list-style-type: none"> Υψηλοί διαγνωστικοί κανόνες ακρίβειας για την ιατρική ταξινόμηση περιπτώσεων πονοκέφαλου, μηνιγγίτιδας.

Τίτλος:	Πρόβλεψη των ποσοστών αντίδρασης οργανικών ενώσεων από τα φασματικά στοιχεία
Υπεύθυνος για την ανάπτυξη:	US Environmental Protection Agency Athens, Georgia, USA
Περιγραφή:	Ο υπεύθυνος για την ανάπτυξη εφάρμοσε την ανάλυση των φασματοσκοπικός-βασισμένων στοιχείων ως μέσα για τις μολυσματικές παραμέτρους μεταφορών και μετασχηματισμού για τη χρήση στην περιβαλλοντική εκτίμηση του κινδύνου. Ένα από τα ζητήματα που αντιμετωπίστηκαν ήταν ανάπτυξη μιας μεθόδου για την προφητική δύναμη των μεμονωμένων σημείων.
Απαιτήσεις:	<ul style="list-style-type: none"> • Βάσεις δεδομένων σταθερών ποσοστών υδρόλυσης και των σημείων για τις οργανικές ενώσεις.
Οφέλη	<ul style="list-style-type: none"> • Ευρύτερα εφαρμόσιμα πρότυπα για την πρόβλεψη της μολυσματικής μεταφοράς. Ένα εργαλείο για καλύτερη κατανόηση και ερμηνεία των μηχανισμών και των διαβάσεων διαδικασίας.

Κεφάλαιο 4^ο – Ρομπότ

Οι επιστήμονες που εργάζονται πάνω στη ρομποτική δημιουργούν μηχανές που συμπεριφέρονται σαν άνθρωποι ή ζώα. Οι ερευνητές της τεχνητής νοημοσύνης αναπτύσσουν ηλεκτρονικούς εγκεφάλους για ρομπότ που θα μπορούν να σκέφτονται. Αλλά ας δούμε τι είναι ακριβώς είναι η ρομποτική.

4.1 Ρομποτική

Η ρομποτική είναι ο κλάδος της επιστήμης και της τεχνολογίας που ασχολείται με τον σχεδιασμό και την κατασκευή των ρομπότ. Ένα ρομπότ είναι μια μηχανή ικανή να εκτελεί εργασίες οι οποίες κανονικά εκτελούνται από ανθρώπους ή ζώα.

Μπορεί βέβαια να μοιάζει με άνθρωπο ή με ζώο, χωρίς όμως να είναι απαραίτητο αυτό. Μπορεί να είναι ένα μηχανικό χέρι ή ένα όχημα με τροχούς. Μπορεί να έχει οποιοδήποτε μέγεθος ή μορφή.

Η λέξη ρομπότ χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1921 από τον Τσέχο θεατρικό συγγραφέα Karel Capek (1890-1938) στο έργο του R.U.R. (Rossum 's Universal Robots). Προέρχεται από την λέξη robota, η οποία στα τσέχικα σημαίνει εργασία. Στο έργο του παρουσιάζει πώς τα ρομπότ μπορούν να είναι χρήσιμα για την κοινωνία, αλλά μπορούν και να δημιουργήσουν προβλήματα, όπως είναι η ανεργία. Η λέξη «ρομποτική» χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1942 σε ένα δημιούργημα με τίτλο Runaround, του συγγραφέα επιστημονικής φαντασίας Isaac Asimov (1920-1992).

Το πρώτο ρομπότ

Το πρώτο ρομπότ που δόθηκε στο εμπόριο ήταν ένα μηχανικό χέρι με την ονομασία «Unimate». Δημιουργήθηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες τη δεκαετία του 1950 από την εταιρεία Unimation, η οποία ιδρύθηκε από τον Joseph F. Engelberger. Η ονομασία της Εταιρείας είναι σύντμηση των λέξεων «Universal» (διεθνής) και «Automation» (αυτοματισμός). Ο Engelberger εμπνεύστηκε για τη δημιουργία της πρώτης κατασκευαστικής εταιρείας ρομπότ από τα διηγήματα επιστημονικής φαντασίας του Isaac Asimov. Η βιομηχανία αυτοκινήτων General Motors χρησιμοποίησε τα πρώτα Unimate για να εξάγουν τα καυτά χυτά από τα καλούπια, μια εργασία επικίνδυνη για τους ανθρώπους.

Μην ξεχνάμε βέβαια και την Αρχαία Ελλάδα, με τον Τάλω. Ο Τάλως ήταν ένα από τα πιο γνωστά αρχαία ρομπότ στην Ελλάδα. Κατασκευάστηκε από τον Θεό Ήφαιστο σαν δώρο στον βασιλιά της Κρήτης Μίνωα. Ο Τάλως ήταν τεράστιος ανθρωπόμορφος και χάλκινος. Προστάτευε την Κρήτη από τους εχθρούς της κι επέβλεπε την εφαρμογή των νόμων. Μπορούσε να κινείται πολύ γρήγορα και ήταν σε θέση να κάνει σε μία μέρα τρεις φορές το γύρο της Κρήτης (μέση ταχύτητα 250 km/h;). Είχε την δύναμη να εκσφενδονίζει τεράστιους βράχους εναντίων των αντιπάλων του ή να τους καίει με την καυτή αναπνοή του! Με αυτόν τον τρόπο απωθούσε τα εχθρικά πλοία προστατεύοντας την Κρήτη. Το όνομα Τάλως στην αρχαία Κρητική διάλεκτο σημαίνει και ήλιος. Όπως λέει ο μύθος, όταν οι Αργοναύτες επέστρεφαν απ' την Κολχίδα, με την δύναμη της μάγισσας Μήδειας κατάφεραν να καταστρέψουν τον Τάλω. Η Μήδεια κατάφερε να προκαλέσει σύγχυση στον Τάλω και τραυματίστηκε άσχημα στο πόδι του. Το αίμα έφυγε απ' την μία και μόνη φλέβα του σαν λιωμένο μέταλλο!

Ρομπότ στην εξυπηρέτηση

Το 1988 το νοσοκομείο Danbury στο Κονέκτικατ των ΗΠΑ ήταν το πρώτο που χρησιμοποίησε ένα ρομπότ, το «HelpMate», το οποίο μεταφέρει μέχρι 100 κιλά φαγητού και εγγράφων μέσα στο νοσοκομείο. Χρησιμοποιεί ανιχνευτές και

αισθητήρες μαζί με λογισμικό πλοήγησης για να βρίσκει τον δρόμο του στο κτίριο αποφεύγοντας τα εμπόδια. Μπορεί να ζητήσει από τους ανθρώπους να βγουν από τον δρόμο του, ακόμα και να ενεργοποιήσει το ασανσέρ από μόνο του. Στη Γερμανία, το Ινστιτούτο Fraunhofer έχει δημιουργήσει ένα ρομπότ με το όνομα Care-O-Bot, για να βοηθά ηλικιωμένους και αδύναμους ανθρώπους να αυτοεξυπηρετούνται. Η ιαπωνική βιομηχανία και ακαδημαϊκοί ειδικοί προβλέπουν ότι σε λιγότερο από δεκαπέντε χρόνια τα ευφυή προσωπικά ρομπότ θα είναι τόσο συνηθισμένα όσο οι προσωπικοί υπολογιστές σήμερα.

Έλεγχος του εγκεφάλου

Ένα τμήμα του μύλου μιας σμέρνας (είδους ψαριού σαν χέλι), έχει χρησιμοποιηθεί για να ελέγχει τις κινήσεις ενός μικρού τροχοφόρου οχήματος. Αυτό το τμήμα του εγκεφάλου, που συνήθως κρατά το ψάρι σε σωστή θέση στο νερό, συνδέεται στο ρομπότ για να ελέγχει τους ηλεκτρικούς κινητήρες που γυρνούν τους τροχούς. Με αυτόν τον τρόπο, ο εγκέφαλος του ψαριού κατευθύνει το ρομπότ. Σε ένα άλλο πείραμα, οι επιστήμονες συνέδεσαν μέσω καλωδίων έναν τροφοδότη νερού στον εγκέφαλο ενός αρουραίου. Ο αρουραίος, ο οποίος συνήθιζε να ενεργοποιεί τον τροφοδότη πιέζοντας έναν μοχλό, έμαθε να τον θέτει σε λειτουργία με τη σκέψη. Αυτή η συχνά αμφισβητήσιμη έρευνα είχε σκοπό να βοηθήσει την ανάπτυξη τεχνητών μελών που θα συνδέονταν απευθείας στον εγκέφαλο του κάτοχού τους. Τα νέα μέλη θα θέτονταν σε κίνηση μόνο με την θέληση, όπως ακριβώς ένα αληθινό μέλος.

Το 1996, χειρουργοί στο νοσοκομείο Radcliffe στην Οξφόρδη της Αγγλίας πέτυχαν να συνδέσουν τον εγκέφαλο ενός ασθενή απευθείας με έναν υπολογιστή. Ο ασθενής είχε υποστεί παραλυσία από τον λαιμό και κάτω σε ένα αυτοκινητιστικό ατύχημα. Ηλεκτρόδια που εμφυτεύτηκαν στον εγκέφαλό του συνδέθηκαν με τον υπολογιστή, επιτρέποντάς του να κινεί έναν κέρσορα (δείκτη) στην οθόνη του υπολογιστή. Το σύστημα αυτό βελτίωσε την ικανότητα επικοινωνίας του ασθενή με το περιβάλλον του.



Ένα ανθρώπινο νευρικό κύτταρο αναπτύσσεται πάνω σε ένα κύκλωμα ποριτίου. Οι επιστήμονες έχουν καταφέρει να κάνουν τέτοιες συνδέσεις με επιτυχία

Ρομπότ με βιολογικούς εγκεφάλους

Οι βιολογικοί εγκέφαλοι ονομάζονται ακόμα «wetware» (υγροί) για να διακρίνονται από τα κυκλώματα πυριτίου (**hardware: εξαρτήματα υπολογιστή**) και τα προγράμματα υπολογιστή (**software: λογισμικό**). Υπάρχουν σαφή πλεονεκτήματα στη χρήση «υγρών» εγκεφάλων αντί για κυκλώματα πυριτίου στον έλεγχο ενός ρομπότ. Οι περισσότεροι υπολογιστές χρειάζονται ακριβείς, σωστές και ολοκληρωμένες πληροφορίες προκειμένου να βρουν τη σωστή απάντηση σε μια ερώτηση. Αλλά οι βιολογικοί εγκέφαλοι είναι πολύ καλοί στο να βγάζουν νόημα από ανολοκλήρωτες ή ασαφείς πληροφορίες, σαν και αυτές που συχνά ερχόμαστε αντιμέτωποι στην πραγματικότητα. Στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Georgia των ΗΠΑ, οι επιστήμονες κατασκεύασαν ένα «wetware» υπολογιστή από νευρικά κύτταρα βδέλλας. Στη συνέχεια εκπαίδευσαν αυτόν τον υπολογιστή να κάνει απλές προσθέσεις. Οι δυνατότητες του υπολογιστή αυτού είναι λίγο μεγαλύτερες από μιας απλής αριθμομηχανής, αλλά ο απώτερος σκοπός αυτής της έρευνας είναι να αναπαραγάγει έναν ζωντανό εγκέφαλο για ένα ρομπότ.



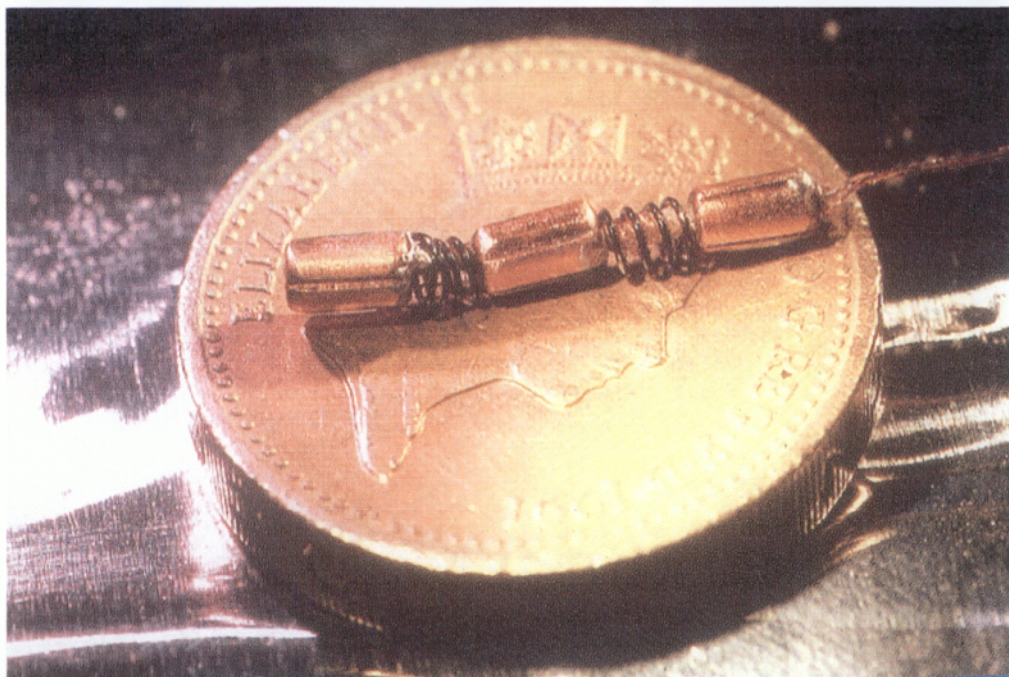
Ο καθηγητής Sando Mussa-Ivaldi κρατάει τον εγκέφαλο μιας σμέρνας, τον οποίο χρησιμοποίησε για να κατευθύνει ένα ρομπότ προς μια πηγή φωτός

Ρομποϊατρική

Τα ρομπότ χρησιμοποιούνται ήδη σε νοσοκομεία και όχι μόνο για μεταφορά φαρμάκων. Ρομπότ-χειρουργοί έχουν κάνει εγχειρήσεις σε εγκεφάλους, καρδιές και μηριαίες αρθρώσεις. Ένα ρομπότ-χειρουργός, ο Robodoc, έχει πάρει μέρος σε περισσότερες από 8000 εγχειρήσεις αποκατάστασης ισχίου. Μπορεί να ανοίξει μια τρύπα σε ένα οστό ποδιού με μεγαλύτερη ακρίβεια απ' ό,τι ένας άνθρωπος. Αυτό σημαίνει ότι η τεχνητή άρθρωση που τοποθετείται στην τρύπα ταίριαζει καλύτερα, εξασφαλίζοντας μεγαλύτερη λειτουργικότητα.

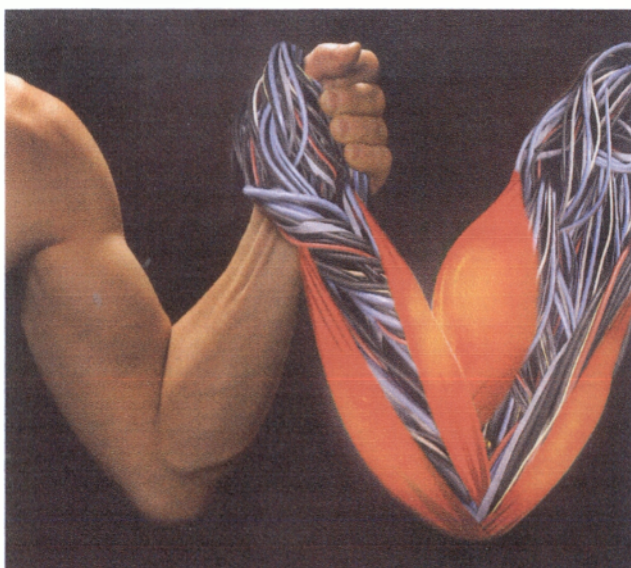
Ένα ιατρικό ρομπότ, ο Pathfinder σχεδιάστηκε για να παίρνει δείγματα από όγκους και να εμφυτεύει ηλεκτρόδια με πολύ μεγάλη ακρίβεια στον εγκέφαλο ενός ασθενή. Κανονικά, αυτό γίνεται βιδώνοντας ένα μεταλλικό πλαίσιο στο κρανίο του ασθενή για να καθοδηγούνται τα εργαλεία του χειρουργού. Με τον Pathfinder ένας χειρουργός προγραμματίζει στο ρομπότ την καλύτερη διαδρομή του εργαλείου μέσα στον εγκέφαλο. Κατόπιν, το ρομπότ μετακινεί το εργαλείο μέσα στον εγκέφαλο ακριβώς στο σωστό σημείο. Ένα άλλο ιατρικό ρομπότ που κατασκευάζεται στη

Γαλλία είναι τόσο μικρό, ώστε να μπορεί ο ασθενής να το καταπιεί. Καθώς κινείται μέσα στο σώμα του ασθενή, ένας μικροσκοπικός τροχός μετρά το μήκος του υπογαστρίου. Στη διαδρομή μπορεί να πάρει δείγμα των περιεχόμενων υγρών ή ιστών. Όταν φτάσει στο κατάλληλο σημείο, μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα νυστέρι ή άλλο εργαλείο για να εκτελέσει εγχείρηση ή μπορεί να αποδεσμεύσει μια δόση φαρμάκων. Ένα ακόμα μικρότερο ρομπότ εργάζεται μέσα σε αγγεία αίματος. Το 1999, επιστήμονες στη Γερμανία δημιούργησαν ένα ρομπότ λεπτό όσο ένα σπιρτόξυλο. Τα τρία τμήματά του κινούνται σπρώχνοντας και τραβώντας, το ένα μετά το άλλο, όπως ένας γαιοσκώληκας.



Ένα από τα μικρότερα ιατρικά ρομπότ που έχουν μέχρι τώρα κατασκευαστεί, είναι σχεδιασμένο για να κινείται μέσα στα αγγεία αίματος.

Ρομποτικοί μύες



Μέχρι σήμερα, τα μέλη των περισσότερων ρομπότ κινούνταν με σύρματα που έλκονταν από ηλεκτρικούς κινητήρες. Τα μέλη αυτά όμως είναι ογκώδη και περίπλοκα, έτσι είναι δύσκολα στη σχεδίαση τους, ακριβώς στην παραγωγή τους και έχουν πολλά κινούμενα μέλη που μπορεί να σπάσουν. Ένας νέος τύπος ρομποτικών «μυών» αντικαθιστά τους κινητήρες και τα σύρματα με ένα πλαστικό υλικό που λέγεται ηλεκτροενεργό πολυμερές (electroactive polymer EAP). Αυτοί οι μύες αλλάζουν σχήμα κάτω από

την επίδραση ηλεκτρισμού. Δεσμίδες από ίνες αυτού του υλικού αλλάζουν μήκος όπως οι αληθινές μυϊκές ίνες χωρίς την ανάγκη κινητήρων γραναζιών ή καλωδίων

ελέγχου. Απαιτούν επίσης, πολύ λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια από αυτή που απαιτούν τα μηχανοκίνητα μέλη. Αυτό κάνει τα μέλη με ρομποτικούς μύες ελαφρύτερα, λιγότερο πολύπλοκα και με λιγότερες πιθανότητες να σπάσουν.

Η έρευνα στους ρομποτικούς μύες, η οποία αποσκοπεί να δημιουργήσει ρομπότ με μύες παρόμοιους με τους ανθρώπινους, μπορεί να εφαρμοστεί στην Ιατρική.

Ηλεκτροενεργό πολυμερές

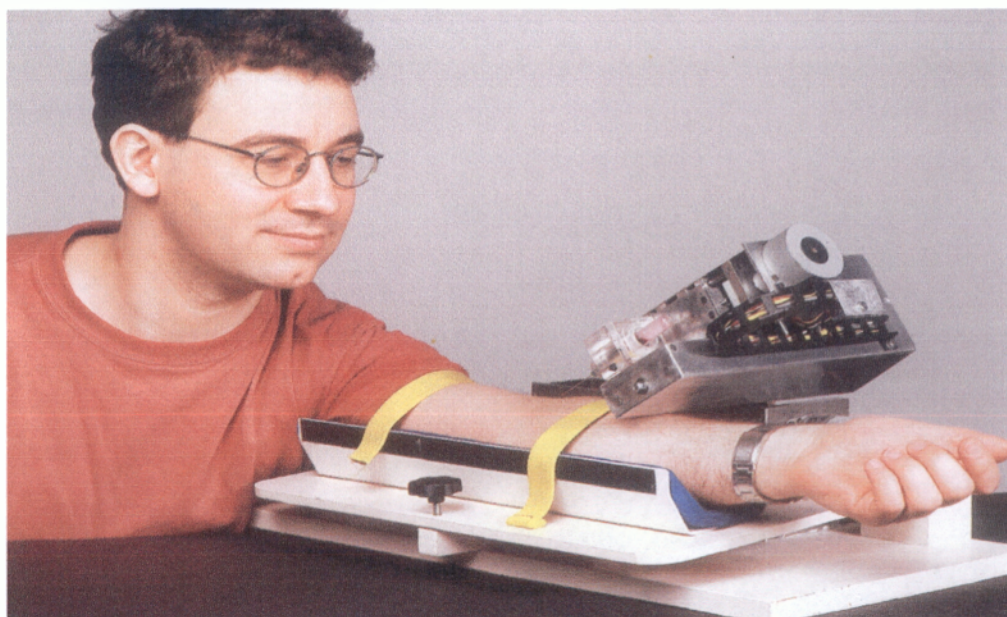
Υπάρχουν δύο τύποι EAP κατάλληλοι για την χρήση ως ρομποτικοί μύες. Ο πρώτος είναι μια εύκαμπτη ταινία αποτελούμενη από μακριές αλυσίδες ατόμων άνθρακα, φθορίου και οξυγόνου. Όταν το ηλεκτρικό ρεύμα ρέει μέσα από την ταινία, αυτή λυγίζει όπως ένα δάχτυλο. Οι επιστήμονες τοποθετούν έναν αριθμό τέτοιων ταινιών όλων μαζί, κατασκευάζοντας έτσι μια λαβίδα που μοιάζει με χέρι, η οποία μπορεί να σηκώνει μικρούς βράχους.

Ο δεύτερος τύπος μύος EAP κατασκευάζεται από ένα φύλλο του υλικού, τυλιγμένο σε μορφή αγωγού. Παρέχοντας ηλεκτρικό φορτίο στον αγωγό, αυτός επεκτείνεται ή συστέλλεται, παρόμοια με τις πραγματικές μυϊκές ίνες.

Ρομπότ αιμοληψίας

Η εξέταση αίματος είναι ένας από τους πιο συνηθισμένους τρόπους εντοπισμού των προβλημάτων που παρουσιάζει ο ασθενής. Το δείγμα αίματος λαμβάνεται αντλώντας αίμα μέσα μια φλέβα του χεριού με μια σύριγγα. Κάποιοι νοσηλευτές είναι καλοί στη διαδικασία αιμοληψίας. Κάποιοι άλλοι όμως, δυσκολεύονται να εντοπίσουν μια κατάλληλη φλέβα ή να εισάγουν τη βελόνα ακριβώς στο σωστό βάθος. Αν κάνουν λάθος, προκαλείται σοβαρός μώλωπας στον ασθενή.

Οι επιστήμονες στο Imperial College του Λονδίνου έχουν δημιουργήσει ένα ρομπότ που μπορεί να κάνει τη λήψη του αίματος πιο αξιόπιστα απ' ό,τι ο άνθρωπος. Το ρομπότ εντοπίζει τη φλέβα πιέζοντας το χέρι του ασθενή και μετρώντας την αντίσταση του δέρματος. Η αντίσταση αυτή δείχνει στο ρομπότ εάν κάτω από το δέρμα βρίσκεται μυς, λίπος ή φλέβα. Με αυτό τον τρόπο εντοπίζει φλέβα με ακρίβεια χιλιοστού. Προς το παρόν, ένας χειριστής επιβλέπει το μηχάνημα και δίνει την τελική έγκριση. Κατά την είσοδο της βελόνας, η αντίσταση της φλέβας δείχνει στο ρομπότ ακριβώς πότε αυτή εισέρχεται στο αγγείο.



Ο Alex Zivanovic παρατηρεί, καθώς η εφεύρεσή του, ένα ρομπότ σχεδιασμένο να παίρνει δείγματα αίματος, εξετάζει το μπράτσο του

4.2 Ανθρώπινες μηχανές

Οι σχεδιαστές ρομπότ επιθυμούν να κατασκευάζουν ρομπότ που να μπορούν να περπατούν, γιατί αυτά θα κινούνται σε ανώμαλο έδαφος και θα ανεβαίνουν σκάλες καλύτερα από τα ρομπότ με τροχούς. Όμως έχει αποδειχθεί ανέφικτο, μέχρι τώρα τουλάχιστον να κατασκευαστεί μια μηχανή που να περπατά τόσο καλά όσο ο άνθρωπος. Ορισμένα ρομπότ μπορούν να περπατούν, αλλά δεν μπορούν να κρατήσουν την ισορροπία τους όπως οι άνθρωποι.

Οι άνθρωποι ξεκινούμε το περπάτημα γέρνοντας προς τα εμπρός. Βάζοντας ένα πόδι μπροστά αποφεύγουμε να πέσουμε. Για να συνεχίσουμε το περπάτημα, ακολουθούμε την ίδια διαδικασία. Κάθε βήμα διαδέχεται το άλλο με ακρίβεια και συγχρονισμό. Αυτή η διαδικασία γίνεται αυτόματα. Τα ρομπότ, όμως χρησιμοποιούν τεράστια υπολογιστική ισχύ για να κάνουν το ίδιο πράγμα και το αποτέλεσμα δεν είναι το ίδιο καλό. Σήμερα οι επιστήμονες, αντί να προγραμματίζουν ένα ρομπότ με μια ομάδα εντολών για να περπατάει, σχεδιάζουν μηχανές που μαθαίνουν να περπατούν με τον ίδιο τρόπο όπως εμείς: μέσα από δοκιμές και αποτυχίες.

4.2.1 Ανδροειδή

Τα Ανδροειδή είναι ρομπότ που μοιάζουν με τους ανθρώπους και τα οποία βλέπουμε συχνά σε ταινίες επιστημονικής φαντασίας να μιλούν και κινούνται όπως εμείς. Είναι ανεξάρτητες, αυτοκινούμενες μηχανές με νοημοσύνη και τεχνητές αισθήσεις. Είμαστε πολύ μακριά από την κατασκευή ενός αληθινού ανδροειδούς, αλλά οι επιστήμονες, κυρίως σε ΗΠΑ και Ιαπωνία, εργάζονται προς αυτή την κατεύθυνση.

Όταν οι επιχειρήσεις άρχισαν να χρησιμοποιούν υπολογιστές τη δεκαετία του 1950, οι άνθρωποι είχαν εντυπωσιαστεί από τις δυνατότητες τους. Είχαν γίνει προβλέψεις ότι θα αποτελούσαν τους εγκέφαλους εξελιγμένων ανδροειδών μέσα στα επόμενα είκοσι χρόνια. Στην πραγματικότητα, η πρόοδος είναι πιο αργή απ' ό,τι θα περίμενε κανείς. Οι μηχανικοί έχουν την ικανότητα να κατασκευάσουν το σώμα ενός ανδροειδούς, όσον αφορά τον εγκέφαλο όμως, τα πράγματα είναι πολύ δύσκολα.

Ανδροειδή στη δουλειά

Αν ποτέ οι επιστήμονες καταφέρουν να κατασκευάσουν ανδροειδή, υπάρχει πολλή δουλειά που τα περιμένει. Στην Ιαπωνία, απλά ρομπότ ήδη αντικαθιστούν τους ανθρώπους που στέκονται στους δρόμους και κινούν σημαίες για να κατευθύνουν τους οδηγούς μακριά από περιοχές όπου εκτελούνται έργα. Αυτά τα ρομπότ σώζουν ζωές: κάθε μήνα περίπου, ένα από αυτά χτυπέται από αυτοκίνητο. Ένα ρομπότ που θα τοποθετεί κώνους κυκλοφορίας στους δρόμους δημιουργείται στην Βρετανία. Τα ανδροειδή θα μαθαίνουν με τον ίδιο τρόπο που μαθαίνουν οι άνθρωποι. Το Cog, ένα ρομπότ που κατασκευάζεται στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης των ΗΠΑ, έχει ήδη όραση. Τώρα αναπτύσσονται γι' αυτό οι καρποί, η αίσθηση της αφής και της ακοής και η ομιλία. Σε αντίθεση με έναν υπολογιστή, το Cog δεν χρειάζεται να προγραμματιστεί για να εκτελεί εργασίες, αλλά μαθαίνει πώς να κάνει κάτι παρακολουθώντας έναν άνθρωπο και αντιγράφοντας τον. Κάνει δοκιμές και μαθαίνει από τα λάθη του. Εάν κάνει κάποιο σφάλμα, δοκιμάζει κάτι διαφορετικό την επόμενη φορά. Με απλά λόγια, το Cog μπορεί να σκέφτεται. Όσο προηγμένο όμως και αν ακούγεται, στην πραγματικότητα το Cog δεν έχει διανοητική ικανότητα μεγαλύτερη ενός παιδιού δύο ετών.

Κάποιοι επιστήμονες αναρωτιούνται αν υπάρχει λόγος και αν αξίζει τελικά τον κόπο να ξοδεύονται τεράστια ποσά στην προσπάθεια δημιουργίας ανδροειδών που να μιλάνε και να περπατάνε κάτι που μπορεί τελικά να αποδειχτεί ακατόρθωτο. Μπορούν να σχεδιαστούν πιο απλές μηχανές που να κάνουν μόνο μία ή δύο

συγκεκριμένες εργασίες καλύτερα απ' ότι ένα ανδροειδές γενικής χρήσης. Άλλοι επιστήμονες διαφωνούν' πιστεύουν ότι όλο το κόστος και η προσπάθεια δικαιολογούνται, επειδή ρομπότ που θα μας μιιάζουν και θα περπατούν και θα μιλούν όπως εμείς θα γίνουν πιο εύκολα αποδεκτά από την κοινωνία μας.

Τα ανδροειδή αισθάνονται

Ένα ανδροειδή δεν χρειάζεται να διαθέτει ακριβώς τις πέντε αισθήσεις των ανθρώπων. Η όραση και η ακοή είναι σίγουρα απαραίτητες για να βλέπει πού πηγαίνει και να ανταποκρίνεται σε ήχους και στην ομιλία. Η αφή είναι σημαντική, επίσης, ώστε να καταλαβαίνει πότε συγκρούεται πάνω σε κάτι ή για να αντλαμβάνεται πόσο σφιχτά κρατάνε τα χέρια του κάποιο αντικείμενο. Η γεύση είναι περιττή για ένα τέτοιο μηχάνημα που δεν τρώει ούτε πίνει. Η όσφρηση δεν είναι ζωτικής σημασίας επίσης. Ένα ανδροειδές θα μπορούσε να έχει επιπλέον αισθήσεις που εμείς δεν διαθέτουμε. Για παράδειγμα, θα μπορούσε να ξέρει πόσο ζεστό είναι κάτι, αλλά κοιτάζοντάς το.

Cyborgs: άνθρωποι μηχανές

Τα ανδροειδή είναι ανθρωπόμορφα ρομπότ, τα cyborg είναι άνθρωποι και μηχανές μαζί. Καθώς το ανθρώπινο είναι αδύναμο, ένας τομέας της ρομποτικής σκοπεύει μιας στη βελτίωση του ανθρώπινου εγκεφάλου και σώματος, αντικαθιστώντας τμήματά τους με τεχνητά μέρη που θα λειτουργούν πιο αποτελεσματικά. Στην πραγματικότητα, αυτό ήδη συμβαίνει σε ικανοποιητικό βαθμό. Εμφυτεύματα κοχλία αποκαθιστούν την ακοή σε κουφούς, προσθετικά μέλη αντικαθιστούν χαμένα μέλη, συσκευές ευαίσθητες στο φως έχουν εμφυτευτεί πειραματικά στα μάτια τυφλών για να μελετηθεί η δυνατότητα αποκατάστασης της χαμένης όρασης.

Δεν αναμένονται σύντομα δραματικές αλλαγές στην ανθρώπινη ύπαρξη από τις έρευνες σε αυτό τον τομέα. Οι μελέτες έχουν ξεκινήσει δειλά με την ενσωμάτωση ανθρώπινων κυττάρων σε κυκλώματα πυριτίου στο εργαστήριο. Το 1995, επιστήμονες, στο Ινστιτούτο Βιοχημείας Max Planck της Γερμανίας συνέδεσαν ένα νευρικό κύτταρο ενός αρουραίου σε ένα κύκλωμα πυριτίου. Ερευνητές στο Πανεπιστήμιο Stanford των Ηνωμένων Πολιτειών έχουν συνδέσει με επιτυχία ζωντανά νεύρα σε κυκλώματα πυριτίου και κατάφεραν να μεταφέρουν ηλεκτρικούς παλμούς ανάμεσά τους.

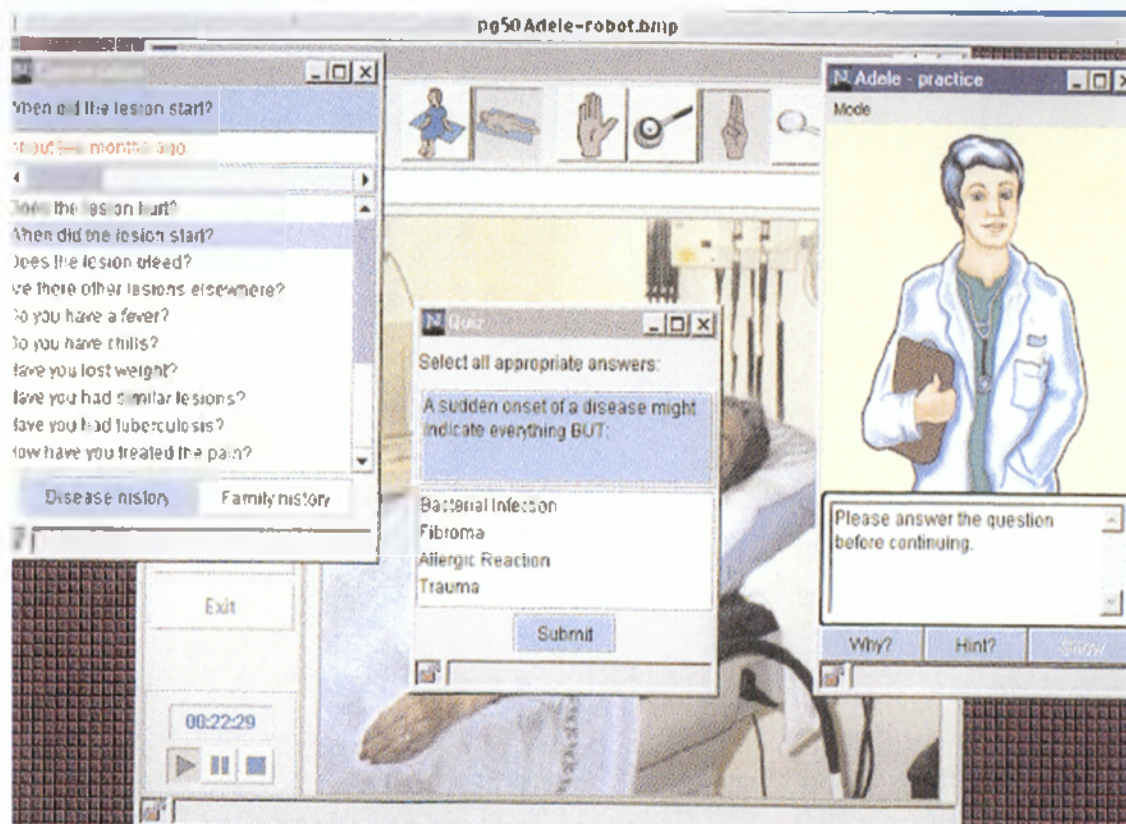
Ρομπότ με συνείδηση

Κανένας δεν καταλαβαίνει απόλυτα γιατί έχουμε συνείδηση και γνώση της ύπαρξής μας, αλλά κάποιοι επιστήμονες πιστεύουν ότι αυτό πρέπει απλά να οφείλεται στην πολυπλοκότητα του ανθρώπινου εγκεφάλου. Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα γίνονται όλο και μεγαλύτερα, όλο και πιο περίπλοκα. Είναι θέμα χρόνου πριν οι επιστήμονες κατασκευάσουν νευρωνικά δίκτυα περίπλοκα όσο και ο ανθρώπινος εγκέφαλος. Κάποιοι ερευνητές πιστεύουν ότι αυτό μπορεί να συμβεί σε 30 έως 50 χρόνια. Αναρωτιούνται αν αυτά τα δίκτυα θα αποκτήσουν συνείδηση της ύπαρξής τους απλά και μόνο λόγω της πολυπλοκότητάς τους. Αν όχι, τότε πρέπει να υπάρχει κάποιο άλλο μυστικό στην ύπαρξη της συνείδησής μας που δεν έχουμε ακόμα ανακαλύψει.

Ρομπότ δάσκαλοι

Στις ΗΠΑ ακόμα στο Κέντρο Προηγμένης Έρευνας της Τεχνολογίας για την Εκπαίδευση του Πανεπιστημίου της Νότιας Καλιφόρνια, έχουν δημιουργηθεί δύο **εικονικά ρομπότ**, ο Steve και ο Adele. Οι φοιτητές που εκπαιδεύονται στη ναυπηγική χρησιμοποιούν τον Steve φορώντας ένα κράνος **εικονικής πραγματικότητας**. Οθόνες video μέσα στο κράνος τους επιτρέπουν να δουν τον

τριδιάστατο κόσμο όπου το ρομπότ «κατοικεί». Οι φοιτητές φορώντας ειδικά γάντια μπορούν να πιάσουν, να σηκώνουν και να μετακινούν αντικείμενα στην εικονική αίθουσα διδασκαλίας. Ο Adele (Agent for Distance Learning Environment, δηλαδή μέσο για περιβάλλον διδασκαλίας από απόσταση) είναι μια ψηφιακή φιγούρα που χρησιμοποιείται για να βοηθά στην εκπαίδευση φοιτητών ιατρικής και οδοντιατρικής.



Ο Adele είναι ένας εικονικός δάσκαλος, που βοηθά τους φοιτητές της ιατρικής και της οδοντιατρικής να κάνουν διαγνώσεις

Οι νόμοι της ρομποτικής

Ο συγγραφέας επιστημονικής φαντασίας Isaac Asimov (1920-1992) πρότεινε τρεις νόμους της ρομποτικής που θα μπορούσαν να προγραμματιστούν σε κάθε ρομπότ:

- Πρώτος νόμος: Κανένα ρομπότ δεν επιτρέπεται να τραυματίσει μία ανθρώπινη ύπαρξη ή, λόγω απραξίας, να αφήσει έναν άνθρωπο να τραυματιστεί.
- Δεύτερος νόμος: Κάθε ρομπότ πρέπει να υπακούει στις εντολές που του δίνουν οι άνθρωποι.
- Τρίτος νόμος: Τα ρομπότ πρέπει να προστατεύουν τον εαυτό τους. Αργότερα, πρόσθεσε έναν τέταρτο νόμο, τον νόμο «Μηδέν». Ο Πρώτος νόμος αναφέρεται σε μεμονωμένα άτομα, ενώ ο Νόμος Μηδέν περιλαμβάνει ολόκληρη την ανθρωπότητα:
- Νόμος Μηδέν: Τα ρομπότ δεν επιτρέπεται να βλάψουν την ανθρωπότητα ή, λόγω απραξίας, να επιτρέψουν στην ανθρωπότητα να βλάψει τον εαυτό της.

Ένα ρομπότ είναι υποχρεωμένο να ακολουθεί κάθε νόμο, εκτός αν έτσι παραβιάζεται ένας πιο σημαντικός νόμος. Για παράδειγμα, αν ένα ρομπότ διαταχθεί

να σκοτώσει κάποιον, του επιτρέπεται να αρνηθεί παραβιάζοντας τον Δεύτερο Νόμο, επειδή ο Πρώτος Νόμος και ο Νόμος Μηδέν είναι πιο σημαντικοί.

Κατασκευάζουν ανθρωποειδή ρομπότ που θα χρησιμοποιούνται ως πειραματόζωα

Τα ρομπότ θα σώσουν τη ζωή μας. Ανθρωποειδή ρομπότ, που θα ελέγχονται και θα ανατέμνονται όπως τα πειραματόζωα, πρόκειται να «γεννηθούν» στα εργαστήρια του Πανεπιστημίου της Αγίας Άννας στην Πίζα. Τα ανθρωποειδή ρομπότ θα «δουν» το φως της ημέρας χάρη στο πρόγραμμα «Παλόμα», ένα τριετές επιστημονικό πρόγραμμα στο οποίο συμμετέχουν ειδικοί στη βιοϊατρική και τη νευροφυσιολογία, με τη χρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Στόχος είναι η δημιουργία ρομποτικών μοντέλων που θα μοιάζουν με τους ανθρώπους όσο και το ρομπότ C-3PO της ταινίας «Πόλεμος των Άστρων». Με τη μελέτη τους, οι επιστήμονες θα είναι σε θέση να κατανοήσουν τις νευροφυσιολογικές λειτουργίες, την όραση και την αφή, κυρίως των μωρών, καθώς και ορισμένες ασθένειες του νευρικού μας συστήματος.

«Σκοπεύουμε να συνδυάσουμε τις πιο σύγχρονες γνώσεις της νευροφυσιολογίας με τις πιο πρόσφατες ανακαλύψεις της ρομποτικής», ο Πάολο Ντάριο, καθηγητής της ρομποτικής βιοϊατρικής στο Πανεπιστήμιο της Αγίας Άννας, στην Πίζα.

Με τα ανθρωπόμορφα ρομπότ που κατασκευάζονται στην Πίζα, οι νευροφυσιολόγοι θα μπορέσουν να πλουτίσουν τις γνώσεις τους για ορισμένες παθολογίες του νευρικού συστήματος. Τα ρομπότ θα προσομοιώνουν τις αλλοιώσεις που υφίσταται ο ανθρώπινος οργανισμός σε περίπτωση συμφόρησης ή σπαστικών φαινομένων. Έτσι οι γιατροί θα μπορούν να χειρίζονται τον εγκέφαλο του ρομπότ και να μελετούν τη συμπεριφορά του χωρίς τους περιορισμούς που υφίστανται όταν πρόκειται για πειραματόζωα ή ανθρώπους.

Ηλεκτρονικές μύτες



Μία από τις πιο εκκεντρικές χρήσεις των συστημάτων της TN στην ιατρική είναι ως τεχνητές μύτες! Η οσμή της αναπνοής ενός ασθενή μπορεί να υποδείξει ασθένειες από διαβήτη ως προβλήματα στο ήπαρ, στο στομάχι ή στα έντερα. Ιστοί που έχουν μολυνθεί συνήθως έχουν μια χαρακτηριστική οσμή. Κάποιοι γιατροί είναι καλύτεροι από άλλους στο να εντοπίζουν αυτές τις οσμές.

Το JPL ENoseσυμπεριφέρεται σαν ανθρώπινη μύτη ανταποκρινόμενο με τους αισθητήρες του σε ένα τεράστιο εύρος οσμών. Η αντίδρασή του στα ίχνη οσμών καταμετρείται και οι ουσίες που συνθέτουν την οσμή αναγνωρίζονται. Μία από τις μελλοντικές χρήσεις του θα είναι ο περιβαλλοντικός έλεγχος, η επεξεργασία τροφίμων και η ιατρική διάγνωση.

Όμως, ένας αναλυτής αερίων εξοπλισμένος με τεχνητή νοημοσύνη είναι ακόμα καλύτερος στον εντοπισμό του παραμικρού ίχνους οσμής στην αναπνοή, στο αίμα, στα ούρα ή σε ένα τραύμα και στη συσχέτιση της με την σωστή ασθένεια. Μια πρωτότυπη «μύτη με νοημοσύνη» έχει δημιουργηθεί από το Εθνικό Εργαστήριο Βορειοδυτικού Ειρηνικού του Υπουργείου Ενέργειας των ΗΠΑ.

Ρομπότ για καλό ή για κακό;

Κάθε νέο επίτευγμα της τεχνολογίας έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Το ίδιο συμβαίνει και με τα ρομπότ. Ένα πλεονέκτημά τους είναι ότι μπορούν να κάνουν βρόμικες, επικίνδυνες και βαρετές εργασίες. Μπορούν να μεταφέρουν προϊόντα στον χώρο του εργοστασίου, να εργάζονται σε μέρη ενός πυρηνικού αντιδραστήρα με θανατηφόρα ραδιενέργεια και να εξερευνούν τη θάλασσα σε μεγάλα βάθη. Μπορούν, συνεπώς, να βελτιώσουν την ποιότητα της εργασίας. Επίσης, επειδή τα ρομπότ χρειάζεται να σχεδιαστούν, να κατασκευαστούν, να πουληθούν, να γίνει η εγκατάστασή τους, η επίβλεψη, η επιδιόρθωση και η συντήρησή τους, δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας. Από την άλλη, αντικαθιστούνται οι εργάτες, καθώς απασχολούνται σε εργασίες που κανονικά θα εκτελούνταν από ανθρώπους, ενώ εργάζονται διαρκώς, χωρίς διακοπή ή διάλειμμα.

Είναι θέλημα θεού;

Κάποιοι θεωρούν ότι ο άνθρωπος, κατασκευάζοντας μηχανές με συνείδηση και νοημοσύνη, παίζει το ρόλο ενός θεού-δημιουργού νέων μορφών ζωής. Όμως, πολλοί θρησκευόμενοι άνθρωποι πιστεύουν ότι η ανθρώπινη νοημοσύνη και ελεύθερη θέληση, που έκαναν δυνατή την ανάπτυξη των ρομπότ, προήλθαν από τον Θεό. Από την άλλη, οι άνθρωποι συχνά κάνουν πράξεις που ένα ανώτερο όν δεν θα ενέκρινε. Ίσως, διαφωνούν κάποιοι πιστοί, η κατασκευή μηχανικής ζωής είναι ένα λάθος και η δημιουργία ζωής, φυσικής ή τεχνητής, πρέπει να αφήνεται στον Θεό.

«Δεν μπορούμε να κάνουμε ένα ρομπότ να σκεφθεί, αν πρώτα δεν καταφέρουμε να το κάνουμε να έχει παραισθήσεις».

*David Galanter, καθηγητής Επιστήμης Υπολογιστών
Πανεπιστήμιο Yale, ΗΠΑ*

4.3 Μελέτη περίπτωσης – εφαρμογή ρομπότ σε νοσοκομείο

Τα ρομπότ περιφέρονται για να μειώσουν τις δαπάνες των νοσοκομείων

Όποτε ένας νέος ασθενής εισάγεται στο ιατρικό κέντρο Veterans Affairs Medical, βλέπει ένα ρομπότ που μιλάει θα κάνει βόλτες στις στάση αδελφής, την πιο κοντινή στα δωμάτια των ασθενών, φέρνοντας δόσεις οτιδήποτε φάρμακων έχει διατάξει ο γιατρός. Ο TOBOR, το ρομπότ, είναι ένας delivery που γλιστρά στους διαδρόμους μέρα νύχτα, μεταφέροντας φάρμακα από το κεντρικό φαρμακείο του νοσοκομείου στους θαλάμους του. Μεγαλύτερος και πιο κουτί από το R2D2, το κυλιόμενο ρομπότ στις ταινίες «Star Wars», ο TOBOR μοιράζεται τους ανελκυστήρες του νοσοκομείου πολλές φορές ημερησίως με τους ασθενείς και τους επισκέπτες. Εξαγγέλλει τις προθέσεις του σε μια σαφή φωνή: «Είμαι έτοιμος να κινηθώ», λέει στους συντροφικούς επιβάτες. «Παρακαλώ σταθείτε». Στάσιμα ρομπότ και εκείνα που κυλούν κατά μήκος των διαδρομών ή των καλωδίων χρησιμοποιούνται σε πολλές βιομηχανίες, αλλά ανεξάρτητα κινητά ρομπότ που αλληλεπιδρούν με τον άνθρωπο, είναι συνεργάτες ή ζουν ανάμεσα στο ευρύ κοινό είναι ακόμα σχετικά ασυνήθιστα. Ακόμα τα «ρομπότ υπηρεσιών» είναι σχεδιασμένα για να εκτελέσουν τις εγκόσμιες εργασίες όπως η παράδοση των φαρμάκων, δίσκοι τροφίμων και εργαστηριακά δείγματα. Υιοθετούνται όλο και περισσότερο στα νοσοκομεία, τα οποία πρέπει να λειτουργήσουν 24 ώρες την ημέρα και έχουν αυστηρές ελλείψεις εργατικού προσωπικού και υψηλές δαπάνες για το προσωπικό. Η Ruxis Corp., η επιχείρηση που κατασκευάζει το HelpMate ρομπότ όπως ο TOBOR, έχει τοποθετήσει σχεδόν 100 από τα ρομπότ του μέσα στα νοσοκομεία.

«Όταν εξετάζετε την έλλειψη εργασίας και φαρμάκων, θέλετε να κρατήσετε το ειδικευμένο προσωπικό με όσο το δυνατόν πιο υψηλού επιπέδου στόχους,» λέει ο Babbitt. «Δεν θέλετε απαραίτητως τους ανθρώπους να μεταφέρουν πράγματα τριγύρω και να περιμένουν στους ανελκυστήρες».

Τα νοσοκομεία είναι ένα περιβάλλον που ταιριάζει ιδανικά στα ρομπότ, είτε ο Joseph F.Engelberger, ένας συνταξιούχος φυσικός και πρωτοπόρος της ρομποτικής ποιος σχεδίασε την HelpMate και την σύστησε στο Νοσοκομείο Danbury μία δεκαετία περίπου πριν. Η εκτενής δοκιμή ενός πρωτοτύπου εκεί, βοήθησε τους μηχανικούς να υιοθετήσουν την συμπεριφορά του ρομπότ όταν αυτό συνεργάζεται με τους ανθρώπους.

Τα κινητά ρομπότ έχουν δημιουργηθεί έτσι ώστε να μάθουν την κίνησή τους γύρω μέσα σε ένα κτήριο με τον εντοπισμό και την ανάμνηση του σχεδίου των σημαδιών στο πάτωμα ή την οροφή, λέει ο Takeo Kanade, ένας καθηγητής της πληροφορικής και της ρομποτικής στο Πανεπιστήμιο Carnegie Mellon.

Τα στάσιμα ρομπότ χρησιμοποιούνται ήδη για να κάνουν μερικά είδη χειρουργικής επέμβασης. Ένας ερευνητής στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης εξετάζει ένα ρομπότ που εκτελεί φυσική θεραπεία για τα θύματα ατυχήματος. Ο Engel Berger λέει ότι αυτό θα είναι πιθανό, με την τρέχουσα τεχνολογία, για να δημιουργήσει ένα κινητό, με τη φωνή ενεργοποιούμενο ρομπότ αυτός θα μπορούσε να βοηθήσει έναν ευπαθή, ένα ηλικιωμένο πρόσωπο να ζει σε ένα διαμέρισμα και θα μπορούσε να εκτελέσει τους απλούς οικιακούς στόχους. Αν και τα ρομπότ είναι ενδεχομένως πολύ γρηγορότερα από τους ανθρώπους, στερούνται την κοινή αίσθηση, έτσι ένα ρομπότ που εκτελεί έναν επικίνδυνο στόχο όπως η χειρουργική επέμβαση πρέπει να προγραμματιστείτε για να προχωρήσει πολύ αργά, επιβεβαιώνοντας κάθε εντολή με το πρόσωπο που το ελέγχει προτού να κάνει μια κίνηση.

Στο ιατρικό κέντρο VA, ένας προηγούμενος προϊστάμενος φαρμακείων εισήγαγε το HelpMate περισσότερο από τέσσερα έτη πριν ως μέτρο αποταμίευσης χρημάτων: εκτελεί καθήκοντα εικοσιτέσσερις ώρες το εικοσιτετράωρο, κοστίζει στο νοσοκομείο λιγότερο από \$5 την ώρα στη μίσθωση και δεν έχει ανάγκη καμία ασφάλεια διακοπών ή υγείας. Ο TOBOR, το όνομα του οποίου επιλέχτηκε σε ένα νοσοκομείο, έχει γίνει από τότε μια γνωστή παρουσία στους διαδρόμους.

Οι άνθρωποι συνεργάτες του TOBOR, την περισσότερη ώρα φαίνεται να τον αγνοούν. Τα παιδιά το χαιρετούν με κραυγές απόλαυσης.

Το ρομπότ που ζυγίζει 400 λίβρες τροφοδοτείται από μια μπαταρία που επαναφορτίζεται από τους εργαζομένους φαρμακείων κάθε 12 ώρες. Χρησιμοποιεί τον υπολογιστή του «εγκέφαλου» του για να σχεδιάσει μια διαδρομή που μπορεί να περιλάβει περισσότερους από 30 πιθανούς προορισμούς μέσα στο νοσοκομείο. Χρησιμοποιεί sonar και υπέρυθρους αισθητήρες για να αποφύγει τα άτομα και άλλα εμπόδια. Στέλνει ένα ραδιοσήμα για να καλέσει τον ανελκυστήρα ή για να ανοίξει τις πόρτες στις μονάδες εντατικής θεραπείας. Όταν δεν κάνει παραδώσεις, περιμένει όπως ένας σκοπός έξω από την πόρτα στο κεντρικό φαρμακείο του νοσοκομείου. Το εσωτερικό του είναι ένα χρηματοκιβώτιο που περιέχει ράφια τα οποία μπορούν να φορτωθούν με φάρμακα ή τσάντες του ενδοφλέβιου ρευστού φαρμάκου, κάθε ένα με το όνομα και τον κώδικα του ασθενή για τον οποίο αυτά προορίζονται. Αρκετές φορές ημερησίως, ένας τεχνικός φαρμακείων τοποθετεί τα στοιχεία στους δίσκους που προορίζονται για τους διάφορους σταθμούς περιποίησης, κλειδώνει το χρηματοκιβώτιο, και βάζει κώδικες. Κατόπιν, το ρομπότ προγραμματίζει την διαδρομή του και φεύγει.

Ο TOBOR χρησιμοποιείται κυρίως για να παραδώσει τις αρχικές δόσεις φαρμάκων για τους νέους ασθενείς ή για να στείλει επάνω την πρώτη δόση όταν διατάζει ένας γιατρός μια νέα θεραπεία, είτε εν ενεργεία προϊστάμενος φαρμακείων Jane Pendergrass. Δεν μπορεί να χειριστεί τον ανεφοδιασμό μιας ολόκληρης ημέρας των φαρμάκων, ο οποίος πρέπει να παραδοθεί στα κάρτα από τους τεχνικούς. Για λόγους ασφάλειας και προστασίας του νοσοκομείου, δεν φέρνει ποτέ το αίμα, τα φάρμακα χημειοθεραπείας, τις επειγόντως αναγκαίες διαταγές ή τις ελεγχόμενες ουσίες όπως τα ναρκωτικά. Τα φαρμακεία στα ιατρικά κέντρα VA όλης της χώρας χρησιμοποιούν ένα ομοιόμορφο συγκρότημα ηλεκτρονικών υπολογιστών για να εισαγάγουν και να επεξεργαστούν τις παραγγελίες φαρμάκων, αλλά μέχρι τώρα, μόνο μερικά χρησιμοποιούν τα ρομπότ παράδοσης.

Εντούτοις, ο TOBOR μπορεί να είναι ένα ηλεκτρονικό harbinger του μέλλοντος της υγειονομικής περίθαλψης. «Αυτό μας έδωσε ακριβώς μια ευκαιρία να αυτοματοποιήσουμε μια ιδιαίτερα απλή λειτουργία», είπε ο Pendergrass. «Τον μονοπωλούμε και τον κρατάμε πολυάσχολο».

Κεφάλαιο 5^ο – Ο κόσμος της τεχνητής ζωής

5.1 Τεχνητή ζωή (a-life)

Η τεχνητή ζωή είναι ένας τομέας της επιστήμης που ασχολείται με τη δημιουργία πλασμάτων που παράγονται από υπολογιστή και συμπεριφέρονται σαν ζωντανά όντα. Αν και συχνά είναι πολύ απλές κατασκευές, ο τρόπος που συμπεριφέρονται, ειδικά σε ομάδες, μπορεί να βοηθήσει τους επιστήμονες να κατανοήσουν γιατί ομάδες αληθινών (ζωντανών) πλασμάτων συμπεριφέρονται με συγκεκριμένο τρόπο. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακόμα και για να γίνει κατανοητή η συμπεριφορά ενός μεγάλου πλήθους ανθρώπων. Μπορούν να δείξουν πώς αναπτύσσονται ολόκληροι πληθυσμοί ζώων, πώς εξαπλώνονται και πώς κάποιες φορές εξαφανίζονται. Με τη μελέτη της τεχνητής ζωής μπορούμε επίσης να βελτιώσουμε, για παράδειγμα, τον τρόπο που οι μεταφορείς κάνουν παραδόσεις. Ένας οδηγός μπορεί να ακολουθήσει διαφορετικές διαδρομές για να εξυπηρετήσει διάφορους πελάτες. Η μελέτη της τεχνητής ζωής **προσομοιωμένων (simulated)** πλασμάτων που κινούνται από μέρος σε μέρος μπορεί να μας βοηθήσει να βρούμε την καλύτερη διαδρομή με το μικρότερο κόστος σε χρόνο και καύσιμα.

Ο κόσμος της τεχνητής ζωής

Η τεχνητή ζωή ή a-life (από το artificial life) αφορά μια αντιγραφή ζωντανών πλασμάτων από υπολογιστές. Η μελέτη πάνω στην τεχνητή ζωή άρχισε με τις εργασίες του John von Neumann τη δεκαετία του 1920, ο οποίος πρότεινε ότι χρησιμοποιώντας μια ομάδα απλών εντολών μπορούμε να κάνουμε μια μηχανή να μιμηθεί τη συμπεριφορά των έμβιων όντων. Το απλούστερο παράδειγμα τεχνητής ζωής βασίζεται σε ένα πλέγμα από τετράγωνα που μοιάζει με σταυρόλεξο. Κάποια τετράγωνα περιέχουν μια κηλίδα που αντιπροσωπεύει ένα πλάσμα. Αυτές οι κηλίδες καλούνται «κυτταρικά αυτόματα». Οι εντολές που καθορίζουν την συμπεριφορά τους μπορεί να είναι τόσο απλές όπως οι παρακάτω:

- Μια κηλίδα με λιγότερο από δύο γειτονικές πεθαίνει,
- Μια κηλίδα με περισσότερο από τρεις γειτονικές πεθαίνει,
- Μια ομάδα από ακριβώς κηλίδες μπορεί να δημιουργήσει μια νέα κηλίδα.

Κάθε φορά που ο υπολογιστής υπολογίζει τη συμβαίνει σε όλα τα πλάσματα και καταγράφει τις νέες θέσεις τους, αυτό αντιπροσωπεύει μια νέα γενιά. Κάποιες φορές, μετά από μερικές γενιές, ολόκληρος ο πληθυσμός εξαλείφεται. Με ένα ελάχιστο διαφορετικό μοντέλο για εκκίνηση ή με ελαφρά διαφορετικές εντολές, ο πληθυσμός θα μπορούσε να αυξηθεί.

Ίσως δεν είναι εμφανής η σχέση των απλών αυτών δημιουργημάτων με τον αληθινό κόσμο. Όμως, τα ζωντανά μέλη ενός πλήθους συχνά δρουν βάση κάποιων απλών κανόνων, όπως οι παραπάνω. Για παράδειγμα, κάθε άνθρωπος σε ένα πλήθος που προσπαθεί να βγει από ένα κτίριο κινείται προς μία πόρτα. Η αντιγραφή της συμπεριφοράς ενός πλήθους ανθρώπων δίνει την δυνατότητα στους σχεδιαστές, για παράδειγμα, μεγάλων αθλητικών εγκαταστάσεων να τοποθετήσουν τα κάγκελα και τις εξόδους κινδύνου στις καλύτερες δυνατές θέσεις ώστε οι άνθρωποι να μπουν και να φύγουν με ασφάλεια.

5.2 Νευρωνικά δίκτυα

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος λειτουργεί διαφορετικά από έναν προσωπικό επιτραπέζιο υπολογιστή. Ένα PC γενικά, κάνει τον έναν υπολογισμό μετά τον άλλον, μέχρι να λυθεί το πρόβλημα. Ο εγκέφαλος όμως χωρίζει κάθε πρόβλημα σε

πολλά μικρότερα τμήματα. Στη συνέχεια επεξεργάζεται τα τμήματα αυτά σε διαφορετικές περιοχές του εγκεφάλου ταυτόχρονα. Είναι δυνατό να φτιαχτούν υπολογιστές που να εργάζονται με αυτόν τον τρόπο χρησιμοποιώντας ένα σύστημα που λέγεται παράλληλη επεξεργασία. Ένας υπολογιστής που η λειτουργία του μοιάζει με αυτή του ανθρώπινου εγκεφάλου, λέγεται **νευρωνικό δίκτυο**.

Μέσα στον εγκέφαλο

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος είναι φτιαγμένος από 100 έως 200000000 νευρικά κύτταρα που λέγονται νευρώνες. Καθένας διαθέτει χιλιάδες αποφύσεις, τους δενδρίτες, που προεξέχουν όπως τα κλαδιά ενός δέντρου. Οι δενδρίτες ακουμπούν σε 250000 γειτονικούς νευρώνες περίπου. Όλοι μαζί σχηματίζουν ένα νευρωνικό δίκτυο με τρισεκατομμύρια εσωτερικές συνδέσεις. Ένα τεχνητό νευρωνικό δίκτυο (**artificial neural network ANN**). Μιμείται αυτό το σύστημα. Αντί για ζωντανά κύτταρα, είναι φτιαγμένα από ηλεκτρονικές μονάδες επεξεργασίας πληροφοριών συνδεδεμένες με καλώδια. Μπορεί επίσης να είναι μια **προσομοίωση** από ένα **πρόγραμμα** που τρέχει σε έναν κανονικό υπολογιστή. Ένα τέτοιο δίκτυο υπάρχει μόνο στη μνήμη του υπολογιστή.

Τα νευρωνικά δίκτυα δεν μπορούν να προγραμματιστούν όπως ένας κοινός υπολογιστής, αλλά «εκπαιδεύονται» από πακέτα δεδομένων που τους δίνονται. Στην συνέχεια επεξεργάζονται τις πληροφορίες ξανά και ξανά μέσα από διαφορετικές ομάδες συνδέσεων μέχρι να προκύψει το καλύτερο αποτέλεσμα που ταιριάζει με τα δεδομένα. Η αντίστοιχη διαδικασία σε έναν άνθρωπο ή ζώο λέγεται μάθηση.

Τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (Artificial Neural Networks) προσεγγίζουν την ΤΝ από μια διαφορετική προσέγγιση, με την μελέτη, δομή και λειτουργία του ανθρώπινου εγκέφαλου και την προσομοίωσή τους σε υπολογιστή.

Ανακαλύφθηκαν και εφαρμόστηκαν από την δεκαετία του '60, χωρίς όμως πρακτικά αποτελέσματα και επαναχρησιμοποιούνται όμως πιο επιτυχημένα τα τελευταία χρόνια.

Η λέξη τεχνητά χρησιμοποιείται για να τα διακρίνει από τα βιολογικά νευρωνικά δίκτυα.

Τα ευφυή αυτά υπολογιστικά συστήματα είναι στην πραγματικότητα προγράμματα υπολογιστή που ενεργοποιούν μεγάλο αριθμό απλών και αλληλοσυνδεδεμένων μονάδων επεξεργασίας, τους τεχνητούς νευρώνες (Nodes).

Οι νευρώνες, είναι ανάλογοι με τα δισεκατομμύρια νευρώνων που υπάρχουν στον ανθρώπινο εγκέφαλο.

Κάθε νευρώνας του ανθρώπινου εγκέφαλου μπορεί να βρίσκεται σε οποιαδήποτε από πολλές διαφορετικές καταστάσεις που του επιτρέπουν να αποθηκεύει πολλές πληροφορίες και μπορεί να αποφασίζει με ποιους άλλους νευρώνες θα συνεργαστεί, αλλάζοντας τις μεταξύ τους συνδέσεις.



Οι δενδρίτες των νευρικών κυττάρων ακουμπούν σαν δάχτυλα
 Στα γειτονικά κύτταρα. Έτσι, παράγονται απειράριθμα περάσματα
 Για να ταξιδεύουν οι πληροφορίες μέσα στον εγκέφαλο.

Ένα Νευρωνικό Δίκτυο θεωρείται έξυπνο, διότι σχεδιάστηκε όπως ο ανθρώπινος εγκέφαλος και κυρίως διότι μπορεί να μαθαίνει από τα παραδείγματα που του δίνονται, μπορεί να αναγνωρίζει νέα πρότυπα βάσει της εμπειρίας, που έχει αποκτήσει με την εκπαίδευσή του σε ειδικής κατηγορίας προβλήματα.

Τα Νευρωνικά Δίκτυα δεν εξαρτώνται από τον παραδοσιακό προγραμματισμό.

Η ανάπτυξή τους εξαρτάται από την ανάπτυξη υπολογιστικών συστημάτων που να μπορούν να δέχονται παράλληλα τα δεδομένα, να εκτελούν πολλές πράξεις ταυτόχρονα και να δίνουν απαντήσεις παράλληλα.

Προφανώς το προς επίλυση πρόβλημα πρέπει να μπορεί να διασπασθεί σε επί μέρους προβλήματα που μπορούν να εκτελεστούν παράλληλα.

Τα Νευρωνικά Δίκτυα αντιμετωπίζουν εφαρμογές στις οποίες δεν υπάρχουν γενικές θεωρίες που μπορούν να εφαρμοσθούν ή όταν το πλήθος των δεδομένων είναι μεγάλο.

Τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα χρησιμοποιούνται σε πολλές ιατρικές εφαρμογές, όπως στον έλεγχο αναπνευστικών λειτουργιών στην διάρκεια χειρουργικών επεμβάσεων, στα Συστήματα Υποστήριξης Ιατρικών Αποφάσεων και αλλού.

Χρήσεις των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων

- Αναγνώριση γονιδίων από συγκεκριμένες αλληλουχίες DNA
- Πρόβλεψη της συμπεριφοράς χημικών ουσιών από τη μοριακή δομή τους
- Ταξινόμηση στη Βοτανική
- Αναγνώριση βακτηρίων
- Γενικότερα σε τομείς που απαιτούν αναγνώριση εικόνας για ερμηνεία των δεδομένων

5.3 Μικρόκοσμοι

Ένας μικρόκοσμος είναι ένα επινοημένο τεχνητό πεδίο στο οποίο όλα τα δυνατά αντικείμενα, ιδιότητες και γεγονότα έχουν καθοριστεί εκ' των προτέρων με ακρίβεια και σαφήνεια. Το σκάκι, για παράδειγμα, είναι ένας μικρόκοσμος: υπάρχουν λίγα μόνο κομμάτια και νόμιμες κινήσεις, διατυπωμένες με σαφήνεια στους κανόνες. Αντίθετα, μ' έναν πραγματικό μεσαιωνικά διοικητή, ένας παίκτης στο σκάκι δεν ανησυχεί μήπως πέσει αρρώστια, διακοπούν οι επικοινωνίες ή κυκλοφορήσουν φήμες

ανάμεσα στις γραμμές του, ούτε μήπως φανούν Κοζάκοι στον ορίζοντα, γιατί σ' ένα μικρόκοσμο δεν μπορεί να συμβεί τίποτε που δεν επιτρέπεται ρητά από τις προδιαγραφές του. Παρομοίως, το «Μονόπολη» είναι μια διασκεδαστική μικροκαρικατούρα των πραγματικών μεσιτικών επιχειρήσεων.

5.3.1 Οι Μικροεπεξεργαστές

Η τεχνολογία της πληροφορικής, που κυριάρχησε στο δεύτερο μισό του προηγούμενου αιώνα, βασίστηκε στους υπολογιστές, ενώ η Βιοτεχνολογία, που θα κυριαρχήσει στο πρώτο μισό του 21^{ου} αιώνα, θα βασίζεται στην μικροηλεκτρονική.

Η πρόοδος της Βιοτεχνολογίας θα παίξει καθοριστικό ρόλο και στην επιστήμη της Ιατρικής. Θα αλλάξει ακόμα τον τρόπο ζωής του ανθρώπου, θα του αποκαλύψει τις διαστάσεις του μικρόκοσμου και θα διευρύνει τις γνώσεις του σε μοριακό επίπεδο.

Η ολοκλήρωση μιας μεγάλης κλίμακας (ULSI: Ultra Large Scale Integration) στη μικροηλεκτρονική, επέτρεψε το σκάλισμα εκατομμυρίων κυκλωμάτων από τρανζίστορ και άλλα εξαρτήματα, στην επιφάνεια ενός μικροτσιπ πυριτίου (σιλικόνης).

Τα τσιπς πυριτίου περιέχουν μικροεπεξεργαστές (microprocessors) και μνήμη. Τα μικροτσιπ αυτά υπάρχουν σε μεγάλη κλίμακα στην καθημερινή μας ζωή και έχουν οδηγήσει σε πάρα πολλές ανακαλύψεις, όπως οι φορητοί υπολογιστές, οι μηχανές fax, τα «έξυπνα» αυτοκίνητα. Υπάρχουν στα ιατρικά μηχανήματα, στα οικιακά και βιομηχανικά προϊόντα, όπως είναι, για παράδειγμα, τα κινητά τηλέφωνα, στους φούρνους μικροκυμάτων κλπ.. χωρίς να μας εντυπωσιάζει πλέον η ύπαρξη τους. Στη Μικροχειρουργική χρησιμοποιούνται ήδη μικρά και ευαίσθητα εργαλεία που εισέρχονται από μικρές και σχεδόν αναίμακτες τομές στο σώμα των ασθενών. Στην ενδοσκόπηση ακόμα, οι γιατροί προσεγγίζουν όργανα που δύσκολα εξετάζονται, όπως το παχύ έντερο, το στομάχι, για παράδειγμα, με μικροσκοπικούς μηχανισμούς που περιέχουν μια πολύ μικρή κάμερα, μικροκαθετήρες με αισθητήρες αφής, ροής και πίεσης, μικροαντλίες κλπ.

Τα μικροτσιπ κατασκευάζονται σε υπερσύγχρονα εργοστάσια, τα οποία ακολουθούν αυστηρούς κανόνες ως προς την κατασκευή τους.

Στη μικροτεχνολογία χρησιμοποιείται η μικρομετρική κλίμακα με μονάδα το ένα μικρό (micron), που είναι το ένα εκατομμυριοστό της μονάδας μέτρησης. Για τη μονάδα μήκους χρησιμοποιείτε το μικρόμετρο (μm), το ένα εκατομμυριοστό δηλαδή του μέτρου (m) ή ισοδύναμα το ένα χιλιοστό του χιλιοστόμετρου (mm).

Για να έχουμε μια εικόνα του μεγέθους αυτού πρέπει να γνωρίζουμε ότι ένας ιός (virus) έχει μήκος 0,1 μm , η ανθρώπινη τρίχα έχει διάμετρο 100 μm , το DNA είναι μικρότερο από 0003 μm , τα ερυθρά αιμοσφαίρια έχουν διάμετρο 0.007 mm κλπ.

Η Τεχνολογία έχει πετύχει την κατασκευή ολοκληρωμένων κυκλωμάτων με μέγεθος 0.2 μm και πύλες στο τρανζίστορ μικρότερες των 0002 μm . Προφανώς, τα πολύ μικρά αυτά μεγέθη είναι μεγάλα λαμβανομένου υπόψη του μεγέθους των ατόμων και των μορίων.

Η τεχνολογία μικροεπεξεργαστών θα χρησιμοποιηθεί σε οτιδήποτε, από τους διακόπτες φωτός μέχρι τους μηχανισμούς αναγνώρισης φωνής και εικονικής πραγματικότητας. Σε συνδυασμό με το ότι σε αυτόν θα συγχωνευθεί στο μέλλον και μνήμη προβλέπεται σύντομα ο μικροεπεξεργαστής να γίνει ένας πλήρης υπολογιστής. Με τη δυνατότητα παράλληλης επεξεργασίας θα οδηγηθούμε στο μικροπολυεπεξεργαστή (micro multiprocessor), όπου θα έχουμε πολλούς επεξεργαστές σε ένα τσιπ.

Η σμίκρυνση συσκευών έχει ανοίξει νέους ορίζοντες για την αντιμετώπιση των προβλημάτων υγείας. Οι τεχνολόγοι έχουν ήδη κατασκευάσει μηχανήματα, εργαλεία και νυστέρια σε διαστάσεις που μετρώνται στη μικρομετρική κλίμακα.

Ήδη πολλοί μικροεπεξεργαστές βρίσκονται πολύ κοντά μας. Οι ηλεκτρονικοί βηματοδότες, οι ενδοσκόποι, οι αισθητήρες αποτελούν πλέον συνήθη εργαλεία στην υπηρεσία των γιατρών. Ένα τσιπ αισθητήρα θα μπορεί να παρακολουθεί. Τους παλμούς της καρδιάς, την πίεση, τη θερμοκρασία ενός σώματος κλπ.

Η ισχύς των μικροτσιπ ακολουθεί τον εμπειρικό κανόνα του Μουρ (Moore's law), που προβλέπει ότι κάθε 15 περίπου μήνες το μέγεθος του τσιπ που έχει την ίδια επεξεργαστική ισχύ, θα έχει τη μισή επιφάνεια του τσιπ της προηγούμενης χρονικής περιόδου. Ο κανόνας αυτός θα εξακολουθήσει να ισχύει ώσπου να φτάσουμε στο θεωρητικό όριο της τεχνολογίας των υλικών από πυρίτιο, όπου από εκεί και κάτω τα ηλεκτρονικά κυκλώματα θα αποκτήσουν το μέγεθος χημικών μορίων.

Τα μοριακά κυκλώματα, που θα είναι μικρότερα και πυκνότερα, θα εκτελούν γρηγορότερα τις ίδιες ή ανάλογες εργασίες με αυτές που εκτελούν τα σημερινά μικροκυκλώματα.

Το μέλλον των μικροϋπολογιστών προβλέπεται να είναι συναρπαστικό. Το επικρατέστερο τσιπ του μέλλοντος θα είναι μια μοριακή ανθρακική δομή με τι ηλεκτρονικές ιδιότητες του πυριτίου. ο νανοκύλινδρος (nanotube) και τα οπτικά τσιπ που χρησιμοποιούν το φως αντί του ηλεκτρισμού.

Διάφορες εταιρείες και διάφορα ερευνητικά κέντρα επιχειρούν να χρησιμοποιήσουν μεμονωμένα μόρια ως τρανζίστορ και να αντικαταστήσουν τα μικροτσιπ πυριτίου με τσιπ από DNA ή άλλο υλικό, «κτίζοντας» το τσιπ μόριο προς μόριο. Στα τσιπ αυτά οι διαστάσεις των τρανζίστορ θα είναι πολύ μικρές της τάξεως του 0.1 μm, οπότε τα ηλεκτρόνια θα περιφέρονται παράξενα υλακούοντας στους νόμους της Κβαντικής Φυσικής, με αποτέλεσμα να οδηγηθούμε, εν είδει μελλοντικής λύσης, στους Κβαντικούς Υπολογιστές.

5.3.2 Τα Βιοτσιπ

Τα Βιοτσιπ είναι τα φυσικά κυκλώματα ή τα κυκλώματα που κατασκευάζονται με τεχνικές που μιμούνται τον τρόπο σύνδεσης των φυσικών κυκλωμάτων. Τα φυσικά βιοτσιπ δεν έχουν προφανώς τρανζίστορ, ούτε κυκλοφορεί σε αυτά ηλεκτρικό ρεύμα.

Η Βιοτεχνολογία προσπαθεί να «παντρέψει» τα ανθρώπινα κύτταρα με τα ηλεκτρονικά κυκλώματα και επιχειρεί να ανακαλύψει νέες βιοσυμβατικές οργανικές ενώσεις που δε θα αποβάλλονται από τα ανθρώπινο σώμα, καθώς και να δημιουργήσει τεχνητά συνθετικά όργανα που θα μπορούν να αντικαταστήσουν τα φυσικά.

Οι προσπάθειές για τη δημιουργία τεχνητών η μεικτών βιοτσιπ ιδιαίτερα στην Αμερική, όπου υπάρχουν οι περισσότερες εταιρείες, προχωρούν με ταχύτατα βήματα. Ήδη έχουν επιτευχθεί η ανάπτυξη ανθρώπινου αυτιού στην πλάτη ποντικού, η ενοποίηση του στερεού κόσμου από πυρίτιο με τον υδάτινο κόσμο του εγκεφάλου, η κατασκευή τσιπ πυριτίου με νεύρα από βδέλλες, σαλιγκάρια κλπ.

Στα τεχνητά βιοτσιπ καταβάλλεται προσπάθεια να αντικατασταθεί το πυρίτιο από διάφορα άλλα βιολογικά υλικά, που θα βοηθήσουν στη σμίκρυνση των μικροεπεξεργαστών και στην αύξηση της ισχύος τους. Για παράδειγμα, μικροσωματίδια χρυσού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία ταχύτερων μικροτσιπ ή να επισυναφθούν σε οργανικά ανθρώπινα μόρια. Μικροσκοπικά βιοτσιπ

από πρωτεΐνες και από ορισμένα βακτηρίδια, καθώς και βιοτσιπ που περιέχουν νευρωνικά χαρακτηριστικά έχουν ήδη κατασκευασθεί στο εργαστήριο. Συγκεκριμένα, αναπτύσσονται βακτηρίδια από πρωτεΐνη, το μόριο των οποίων υφίσταται αλλαγή δομής με την απορρόφηση φωτός.

Η μικρή ηλεκτρική ώθηση που εκπέμπει το βακτηρίδιο με το φως μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παράσταση του «0» και του «1» των υπολογιστών, με συνέπεια να είναι δυνατόν να δημιουργηθεί μνήμη υπολογιστών από πρωτεΐνες,

5.3.3 Οι Μικρομηχανές

Η μικρομηχανή ως εξέλιξη στην τεχνολογία των επεξεργαστών, είναι μια συσκευή που σχεδιάστηκε για να εκτελεί ένα ορισμένο έργο. Διαθέτει ισχύ και λειτουργεί σύμφωνα με πληροφορίες που έχουν εμφυτεύσει οι κατασκευαστές της. Οι μικρομηχανές προκύπτουν με κατάλληλη διάταξη από επάλληλες φέτες (water) πυριτίου ή άλλων υλικών και είναι δυνατόν να περιλαμβάνουν μοτέρ και μηχανισμούς μετάδοσης κίνησης. Υπάρχουν σε οποιοδήποτε καταναλωτικό προϊόν, από τα παιχνίδια μέχρι τα αυτοκίνητα. Μικρομηχανή, για παράδειγμα, είναι ο αισθητήρας που ενεργοποιεί τους αερόσακους ενός αυτοκινήτου σε περίπτωση σύγκρουσής του.

Η ανάπτυξη μικρομηχανών έχει ενδιαφέρον και για την ιατρική επιστήμη. Η ανάπτυξη βιοαισθητήρων για τον προσδιορισμό διάφορων φυσιολογικών παραμέτρων, όπως οι αισθητήρες μέτρησης αίματος, οι αισθητήρες αφής, ροής και πίεσης, οι αισθητήρες θερμοκρασίας, εικόνας και ήχου, αποτελούν παραδείγματα χρησιμοποίησης μικρομηχανών στην ιατρική. Ο τεχνητός βηματοδότης, που έχει διαστάσεις όσο το ρολόι του χεριού και περιέχει μπαταρία και υπολογιστή που παρακολουθεί συνεχώς το ρυθμό της καρδιάς ή μπορεί να βελτιώσει την απόδοσή της, είναι ένα άλλο παράδειγμα μικρομηχανής.

Στο εργαστήριο έχει δημιουργηθεί το βιοτεχνητό ήπαρ, που είναι ένα σύστημα που αποτελείται από βιολογικά στοιχεία (μεμονωμένα ηπατοκύτταρα) και τεχνητά στοιχεία (φίλτρα, σωλήνες).

Η παραδοσιακή μέθοδος σύνδεσης των αισθητήρων είναι η σύνδεση τους με σύστημα μικροϋπολογιστών που βρίσκεται εκτός αυτών. Με νεότερες μεθόδους, οι αισθητήρες και ο μικροϋπολογιστής βρίσκονται στο ίδιο τσιπ, όπως για παράδειγμα, στις μικρομηχανές ανίχνευσης γλυκόζης και απελευθέρωσης της κατάλληλης δόσης ινσουλίνης που θα χρησιμοποιούν τα διαβητικά άτομα.

Η τεχνολογία που αναπτύσσει μικροδομές και μικρομηχανές σε διαστάσεις του 1μm είναι η Μικροτεχνολογία, ενώ για μικρότερα, έναντι αυτού, μεγέθη χρησιμοποιείται η Νανοτεχνολογία.

Υπάρχουν διάφορες τεχνικές «κτισίματος» μικρομηχανών, μέσω της αντιγραφής των αντίστοιχων φυσικών διατάξεων. Τα τελευταία χρόνια, η κατασκευή των μικρομηχανών γίνεται μόριο με μόριο και από υλικά, οι ιδιότητες των οποίων διερευνήθηκαν πρώτα στο εργαστήριο. Συν τοις άλλοις, επιδιώκεται η δημιουργία μεικτών μηχανών που βασίζονται σε ηλεκτρονικά υλικά από πυρίτιο και από οργανικά μόρια που συνδέονται με τα ηλεκτρονικά υλικά.

5.3.4 Η Μοριακή Νανοτεχνολογία

Η φύση εδώ και δισεκατομμύρια χρόνια είναι ο πιο έμπειρος ειδικός στην κατασκευή τέλειων νανομετρικών διατάξεων από συνδυασμούς κυττάρων.

Τα ένζυμα των κυττάρων με τα οποία αντιδρούν τα φάρμακα για να επιδράσουν στον οργανισμό το DNA των κυττάρων που αντιγράφει στοιχεία του γενετικού υλικού ώστε να σχηματίζονται νέα μόρια, είναι παραδείγματα φυσικών νανομηχανών.

Η Νανοτεχνολογία που δημιουργούν οι άνθρωποι αφού προστρέξουν στις φυσικές κατασκευές, αρχίζει τώρα. Η ιδέα του μοριακού υπολογιστή που μπορεί να εκτελεί υπολογισμούς στο επίπεδο ενός μορίου έχει περάσει στο πεδίο της εφαρμοσμένης επιστημονικής και τεχνολογικής έρευνας. Οι μοριακές μηχανές του μέλλοντος θα μπορούν να είναι αυτοσυναρμολογούμενες (self-assembling) να αυτοδημιουργούνται, δηλαδή χωρίς την ενεργό συμμετοχή των ανθρώπων και χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση στη λειτουργία τους.

Αν ο άνθρωπος μπορούσε να κατασκευάσει μια νανομηχανή για να συνδέσει άτομα, τότε η δημιουργία τότε η δημιουργία οργανισμών από άτομα θα ήταν ευκολότερη.

Οι κατασκευές γίνονται με τις μεθόδους «από κάτω προς τα πάνω», κόκκο προς κόκκο, μόριο προς μόριο. Οι μικροσκοπικοί βιοαισθητήρες που γίνονται με την αντιγραφή των μικροσκοπικών διατάξεων που υπάρχουν στη φύση έχουν ήδη δημιουργηθεί.

5.3. 5 Τα Δενδρικά Μόρια

Πολλές ιδέες της Νανοτεχνολογίας αξιοποιούνται από τους ερευνητές. Έχει ήδη αρχίσει η έρευνα για την κατασκευή νανοκάψουλων που θα μπορούν να κατευθύνονται σε πάσχοντα κύτταρα, αφήνοντας ανεπηρέαστα τα υγιή κύτταρα, οι οποίες με υπερήχους, θα μπορούν να ελκύνουν φαρμακευτικές ουσίες, όταν φτάσουν στον στόχο τους. Οι νανοκάψουλες θα μπορούν να εσωκλείονται σε μεμβράνη στην οποία θα είναι χαραγμένοι νανόσποροι δια των οποίων θα παρέχονται οι συγκεκριμένες δόσεις φαρμάκων που χρειάζονται. Η επιλεκτική καταστροφή των ασθενών κυττάρων μπορεί να γίνει με την χρησιμοποίηση δενδρικών μορίων.

Τα δενδρικά μόρια που μοιάζουν με γυμνά κλαδιά δένδρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην τοποθέτηση φαρμακευτικών υλικών μέσα στα κύτταρα. Τα δενδρικά μόρια διαθέτουν μεγάλη ικανότητα κίνησης μέσα στις κυτταρικές μεμβράνες, μπορούν να παρεμβαίνουν στα άτομα των μορίων και να βοηθούν στην ομαλή λειτουργία των κυττάρων.

Ένα δενδρικό μόριο μπορεί να γίνει πολύ καλό αντικαρκινικό φάρμακο, όταν τροποποιηθεί, για να μεταφέρει χημικές ουσίες. Έτσι από τα πέντε κλαδιά ενός δενδρικού μορίου, για παράδειγμα, το ένα κλαδί θα έχει αισθητήρες που θα ανιχνεύουν ουσίες που υπάρχουν στα καρκινικά κύτταρα, το άλλο θα μεταφέρει ειδικά φάρμακα που θα απελευθερώνονται με εντολές που θα δίνονται με την χρήση ακτινών λέιζερ, το τρίτο θα μπορεί να φθορίζει όταν βρει γενετικές μετατροπές κλπ.

5.3.6 Μικροιατρική του Μέλλοντος

Η Βιοτεχνολογία με την επιστήμη των υπολογιστών έχει ανοίξει το δρόμο σε ένα πλήθος πιθανών ιατρικών εφαρμογών.

Με τις εφαρμογές αυτές δημιουργούνται μικρομηχανές οι οποίες, εκτός της λειτουργικότητάς τους, πρέπει να μπορούν να εμφυτευτούν με άψογο τρόπο στο ανθρώπινο σώμα.

Αν και οι προσπάθειες ακριβούς πρόβλεψης της εξάπλωσης των εφαρμογών της είναι αναποτελεσματικές οι ειδικοί εξακολουθούν να κάνουν προβλέψεις. Από κάποια ενδεικτικά σημεία και πειράματα που έχουν ανακοινωθεί προβλέπεται σύντομα να μπορούν να λειτουργούν μικροσκοπικά τσιπ στο εσωτερικό του σώματος. Τα εν λόγω τσιπ θα παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες που θα αφορούν το άτομο που θα τα φέρει, ή θα είναι εφικτό να εμφυτεύεται τσιπάκι που θα επιβεβαιώνει την ταυτοπροσωπία αυτού που τα φέρει.

Θα μπορούσε ακόμα να εκδοθεί και μια γενετική κάρτα αναγνώρισης (Genetic ID card), η οποία θα περιέχει παράλληλα μεταπροσωπικά στοιχεία ενός ατόμου, τις αναλύσεις της προσωπικής γενετικής του σύνθεσης. Βιονικά προσθετικά, βιοεμφυτεύματα, βιοτσιπ και άλλα προϊόντα της σύγχρονης τεχνολογίας είναι πλέον στη διάθεση των ιατρών για να τα τοποθετήσουν στο σώμα και στον οργανισμό των ασθενών. Ήδη έχουν εμφυτευτεί ηλεκτρονικά εξαρτήματα που βελτιώνουν την ακοή. Έχουν κατασκευασθεί αισθητήρες που μπορούν να τοποθετηθούν κάτω από το δέρμα των διαβητικών, να ελέγχουν το επίπεδο γλυκόζης στο αίμα των ασθενών, να προσδιορίζουν και να ελευθερώνουν την κατάλληλη ποσότητα ινσουλίνης που χρειάζεται ο ασθενής. Οι σένσορες αυτοί χαρακτηρίζονται «έξυπνοι» γιατί έχουν την απαιτούμενη γνώση για την ποσότητα της ινσουλίνης και το χρόνο που αυτή πρέπει να απελευθερωθεί. Το σύστημα αυτό προβλέπεται στο προσεχές μέλλον να τοποθετηθεί στο χέρι του ασθενούς στη θέση του ρολογιού χειρός.

Εμφυτευμένες μικροσυσκευές θα μπορούν να κάνουν γρήγορα και αποτελεσματικά τη δουλειά ενός μικρού εργαστηρίου. Θα μπορούν να μετρούν την πίεση του αίματος, τους σφυγμούς της καρδιάς, να εκτελούν εργαστηριακές εξετάσεις, ακόμα και αναλύσεις DNA. Μελλοντικά, από μια σταγόνα αίματος που θα παίρνουν οι γιατροί από τα τσιπάκια DNA θα μπορούν να διαβάζουν και να εξετάζουν τα γονίδια ενός ατόμου, για να ανακαλύψουν τις ασθένειες που γενετικά θα εμφανίσει το εν λόγω άτομο ή να ετοιμάσουν τα κατάλληλα για αυτό φάρμακα.

Μικροεπεξεργαστές θα μπορούν να τοποθετούνται στο νευρικό σύστημα, δίνοντας τη δυνατότητα, στους μεν παραπληγικούς να βελτιώνουν την κατάστασή τους, να κινούνται και να νιώθουν τη θερμοκρασία και τον πόνο, στους δε τυφλούς ορισμένων κατηγοριών να βλέπουν. Εμφυτευμένοι μικροεπεξεργαστές στον αυχένα του ανθρώπου θα μπορούν αποκρυπτογραφούν τα σήματα του εγκεφάλου, να τα μεταγράφουν σε γλώσσα μηχανής και να ανταλλάσσουν μηνύματα με υπολογιστές. Μικροεπεξεργαστές θα εμφυτεύονται στο κρανίο των ασθενών και θα παίζουν το ρόλο ηλεκτρονικών παυσίπων που θα μπορούν να μπλοκάρουν τη μετάδοση του πόνου στις χρόνιες παθήσεις, ενώ άλλοι, οι οποίοι θα περιέχουν αποθηκευμένες ξένες γλώσσες, θα μπορούν να εμφυτευτούν στον ανθρώπινο εγκέφαλο. Ήδη νευρικά εμφυτεύματα έχουν τοποθετηθεί στον ανθρώπινο εγκέφαλο των ασθενών με πάρκινσον και έχουν βελτιώσει την κατάστασή τους.

Η Μικροιατρική θα βοηθήσει στο μέλλον στη δημιουργία τεχνητών οργάνων που θα είναι απόλυτα συμβατά με το ανθρώπινο σώμα.

Οι ερευνητές προσπαθούν να βρουν τεχνικές κατασκευής και αντικατάστασης ανθρώπινων ιστών. Με τη χρήση ειδικών χημικών που μπορούν να ανιχνευθούν στον ανθρώπινο οργανισμό, μπορούν, για παράδειγμα, τα δερματικά κύτταρα να μετατραπούν κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος ή σε νευρικά κύτταρα. Ήδη έχουν κατασκευαστεί υλικά από βιολογικές ουσίες, ορμόνες, πρωτεΐνες κ.α., που μπορούν να συνδράμουν στην ανάπτυξη τεχνητού δέρματος, αγγείων και άλλων οργάνων. Οι επιστήμονες έχουν ήδη δημιουργήσει καρδιακές βαλβίδες, οστά και ιστούς ήπατος στα εργαστήρια. Τεχνικά όργανα που μοντάρονται κομμάτι-κομμάτι είναι δυνατόν να αντικαταστήσουν τα φυσικά. Συνθετικές αρτηρίες, φλέβες και «σκαλωσιές» που βοηθούν την ανάπτυξη των κυττάρων, έχουν ήδη κατασκευαστεί.

Η τροποποίηση της σκέψης και του νου με, ηλεκτρονικά ή βιοιατρικά μοσχεύματα, τα βιονικά μέλη και ο βιονικός άνθρωπος θα είναι εφικτά στον αιώνα που διανύουμε.

Το ταξίδι των Νανοχειρουργών



Μοιάζει με σκηνή από την ταινία «Το Φανταστικό Ταξίδι»: Ένα μικροσκοπικό όχημα - πολύ μικρότερο από ένα ανθρώπινο κύτταρο, ταξιδεύει μέσα στις φλέβες κάποιου ασθενή, ανακαλύπτει αρρωστημένα κύτταρα, διαπερνάει την κυτταρική τους μεμβράνη και αποθέτει την ακριβή δόση θεραπευτικού φαρμάκου. Μόνο που δεν πρόκειται για Hollywood. Ερευνητές της NASA ξεκίνησαν πρόσφατα την προσπάθεια να κάνουν το σενάριο πραγματικότητα, με απώτερο στόχο την ασφαλή υλοποίηση ενός άλλου σεναρίου επιστημονικής φαντασίας, την εξερεύνηση του Άρη και άλλων διαστημικών προορισμών! Όμως φύση της έρευνας έχει προκαλέσει το ενδιαφέρον και της ιατρικής κοινότητας για το θέμα. Κι αυτό γιατί το πρόβλημα που απασχολεί τη NASA σχετίζεται άμεσα με τον καρκίνο.

Συγκεκριμένα, το πρόβλημα για τη NASA είναι οι υψηλές δόσεις ακτινοβολίας στις οποίες εκτίθενται οι αστροναύτες στο διάστημα. Σε μακροχρόνιες αποστολές στη Σελήνη ή στον Άρη, μακριά από την προστατευτική «ομπρέλα» του γήινου μαγνητικού πεδίου, οι αστροναύτες κινδυνεύουν από σωματίδια κοσμικής ακτινοβολίας τα οποία είναι ικανά να διαπεράσουν οποιαδήποτε προστατευτική θωράκιση και να καταστρέψουν μόρια του DNA τους, κάτι που οδηγεί σε καρκινικές καταστάσεις. Αφού λοιπόν η θωράκιση δεν αρκεί, οι επιστήμονες θα πρέπει να βρουν κάποιον τρόπο να κάνουν τα ίδια τα σώματα των αστροναυτών ανθεκτικότερα στις ακτινοβολίες.

Η νανοτεχνολογία στην υπηρεσία της ιατρικής



Τελικά τι σημαίνει νανοτεχνολογία; Είναι πολλοί αυτοί που νομίζουν ότι καταλαβαίνουν την έννοια· αλλά είναι έτσι στ' αλήθεια; Ολοι καταλαβαίνουν ότι πρόκειται για μια τεχνολογία σε μια πολύ - πολύ μικρή κλίμακα, αυτή που ονομάζουμε νάνο. Εκεί μετρούνται μεγέθη σε δισεκατομμυριοστά του μέτρου. Αλλά καθώς αυτό είναι περίπου και το μέγεθος των μεγαλύτερων των μορίων, μερικοί υποστηρίζουν ότι η νανοτεχνολογία δεν είναι τίποτα περισσότερο από ένα πιο φαντεζί όνομα της χημείας. Όμως ο Eric Drexler, που πρωτοκαθιέρωσε τον όρο, είχε σίγουρα μεγαλύτερες φιλοδοξίες. Στο βιβλίο του, «Μηχανές της δημιουργίας», που εκδόθηκε το 1986, υποστήριζε ότι θα γινόταν κατορθωτό μια μέρα να κατασκευαστούν αυτο-αναπαραγόμενες «νανομηχανές», που θα μπορούσαν να συναρμολογήσουν τα άτομα μέσα στα μόρια, ακόμα και να δημιουργήσουν καινούργια όργανα.

Βλέποντας πού βρισκόμαστε σήμερα, κάτι τέτοιο μοιάζει ακόμα φιλόδοξο. Αλλά υπάρχουν ήδη συστήματα που δουλεύουν, περισσότερο ή λιγότερο, με αυτόν τον τρόπο: σαν ζωντανά κύτταρα. Βέβαια, εάν κάποτε το όραμα του Drexler υλοποιηθεί, μάλλον δεν θα μοιάζει με αυτό που εκείνος είχε φανταστεί, αλλά θα πάρει τη μορφή δημιουργημάτων που αλληλεπιδρούν με τη «νανοτεχνολογία» της φύσης...

Νέοι νανο-υπολογιστές για λεπτές επεμβάσεις



Μια μέρα θα έχουμε πολύ εξελιγμένους νανο-υπολογιστές που θα μπορούν να εφαρμοστούν εύκολα και άνετα στο σώμα μας για να καταγράφουν, να διορθώνουν ή και να υποκαθιστούν βιολογικές λειτουργίες μας. Στην κορυφή της λίστας των σημαντικότερων επιστημονικών ανακαλύψεων μέσα στη χρονιά που πέρασε, το περιοδικό «Σάιενς», όπως αναφέρει η εφημερίδα «Λα Ρεπούμπλικα», βάζει την πρόοδο της μοριακής ηλεκτρονικής. Ήδη, η εξέλιξη μεθόδων με συνδυασμό πολύτιμων στοιχείων για τη διενέργεια πολύ λεπτών επεμβάσεων, έχει οδηγήσει σε μια τεχνολογία ικανή να καλύψει ένα πολύ μεγάλο κομμάτι σοβαρών χειρουργείων...

Κεφάλαιο 6ο- Τα νέα από τον κόσμο

Το μικρότερο ρομπότ του κόσμου

Είναι τόσο μικρό που μπορεί να «παρκάρει» πάνω σε ένα δεκάρικο... Μέσα σε 4 cm³ τα εργαστήρια της Sandia κατάφεραν να «στριμώξουν», εκτός από τρεις μπαταρίες ρολογιού χειρός, έναν επεξεργαστή με ROM 8K, έναν αισθητήρα θερμότητας και δύο μικροσκοπικούς ηλεκτρικούς κινητήρες (που εξασφαλίζουν αυτόνομη κίνηση σε κάθε μία από τις δύο ερπύστριες). Το αποτέλεσμα ήταν ένα μίνι-ρομπότ με πλήρη αυτονομία.



Σύμφωνα με τον ερευνητή Ed Heller, της Sandia Laboratories, το μίνι-ρομπότ θα μπορεί στο μέλλον να τα βγάξει πέρα σε δύσκολες αποστολές. Έτσι, η ανίχνευση και εξουδετέρωση ναρκών, εκρηκτικών μηχανισμών ή ακόμα χημικών και βιολογικών βομβών, που σήμερα γίνεται από μεγαλύτερα ρομπότ, θα μπορεί (όχι στο πολύ μακρινό μέλλον) να γίνεται από πιο ευέλικτα και αυτόνομα μίνι-ρομπότ, όπως αυτό της Sandia.

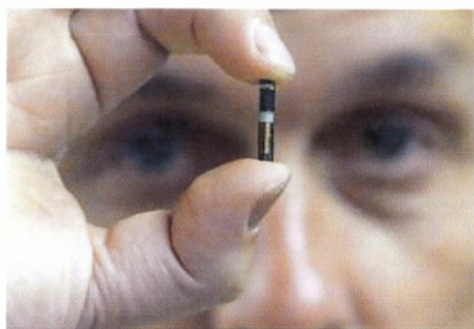
Για να κατασκευαστεί ένα ρομπότ σε τόσο μικρό μέγεθος, χρειάστηκαν τέσσερα χρόνια και ένα πλήθος νέων τεχνικών, όπως η στερεολιθογραφία.

Στη «βελτιωμένη» έκδοση του μίνι-ρομπότ αναμένεται να προστεθούν κάμερα, μικρόφωνο, ένας πομποδέκτης και ένας χημικός μικροανιχνευτής, με την προϋπόθεση, όμως, ότι θα αυξηθεί σημαντικά ο όγκος του.

Το σημαντικότερο πρόβλημα, σύμφωνα με τον Heller, για την κατασκευή ακόμα μικρότερων ρομπότ (αλλά και πολλών άλλων συσκευών π.χ. κινητών τηλεφώνων), είναι οι μπαταρίες. Το μέγεθος τους παραμένει αρκετά μεγάλο σε σχέση με το ενεργειακό τους περιεχόμενο, παρά τις προσπάθειες που γίνονται σε όλο τον κόσμο για την ελάττωση του όγκου τους χωρίς να μειώνεται η ποσότητα της ενέργειας που μπορούν να παρέχουν.

Μικροτσιπ που εμφυτεύεται στο δέρμα αποθηκεύει το ιατρικό ιστορικό

Αμερικανική εταιρεία υψηλής τεχνολογίας ανακοίνωσε ότι σύντομα θα διαθέσει στις αγορές της Νότιας Αμερικής και της Ευρώπης έναν εμφυτεύσιμο, κάτω από το δέρμα, μικροεπεξεργαστή. Το μικροτσιπ θα μπορεί να παρέχει, σε όσους διαθέτουν τα κατάλληλα μηχανήματα ανάγνωσης των πληροφοριών, στοιχεία σχετικά με το ιατρικό ιστορικό αυτού που το φέρει.



Η εταιρεία Applied Digital Solutions ανακοίνωσε ότι είναι έτοιμη να αρχίσει τη διάθεση του μικροεπεξεργαστή, ο οποίος με μια μικροεπέμβαση στο ιατρείο θα τοποθετείται κάτω από το δέρμα του ασθενούς.

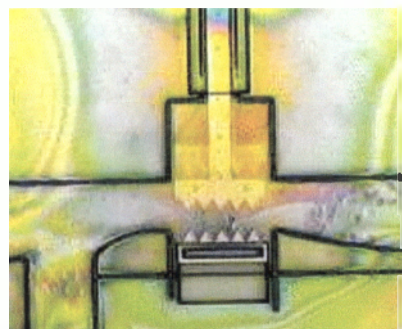
Το τσιπάκι κατασκευάστηκε για να χρησιμοποιηθεί σε άτομα τα οποία φέρουν βηματοδότη, τεχνητά μέλη ή άλλες εμφυτεύσιμες συσκευές. Μέσω ραδιοσημάτων τα οποία θα εκπέμπει, θα μπορεί ο γιατρός -με τη βοήθεια ειδικού μηχανήματος- να πληροφορείται το είδος της ιατρικής συσκευής που φέρει ο ασθενής, αλλά και τον τόπο και το χρόνο της εμφύτευσης.

Στα σχέδιά της εταιρείας περιλαμβάνεται η κατασκευή πιο εξελιγμένων μικροεπεξεργαστών, οι οποίοι θα μπορούν να καταγράφουν ακόμη περισσότερες πληροφορίες, ώστε να αποτελέσουν κάποια στιγμή ακόμα και την προσωπική ταυτότητα του καθενός.

Στόχος είναι η χρήση αυτών των συσκευών όχι μόνο για ιατρικούς λόγους - όπως σε τμήματα επειγόντων περιστατικών- αλλά και για την παρακολούθηση και τον εντοπισμό εγκληματιών, εγκλείστων σε φυλακές καθώς και άλλων «επικίνδυνων» ατόμων.

Ανάλογες συσκευές χρησιμοποιούνται ήδη για την παρακολούθηση των κινήσεων και την καταγραφή πληροφοριών σε διάφορα άγρια ζώα, είναι όμως η πρώτη φορά που κάτι ανάλογο θα χρησιμοποιηθεί στον άνθρωπο.

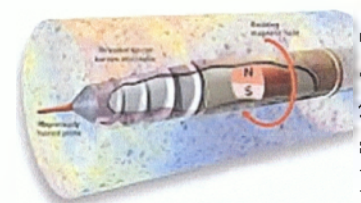
«Παίζοντας» Pac Man μέσα στα αιμοφόρα αγγεία



Ένα ακόμα παράθυρο στο μέλλον άνοιξαν ερευνητές από το Sandia National Laboratories, κατασκευάζοντας τη βασική μονάδα ενός, υπό ανάπτυξη, μικροσκοπικού αυτοματοποιημένου συστήματος για μαζική εμφύτευση γενετικού υλικού σε κύτταρα. Η νέα μικρομηχανή μπορεί, αυτόματα, να «αρπάζει» τα διερχόμενα από αυτήν ερυθρά αιμοσφαίρια, με πολύ μεγάλη ταχύτητα.

Μια μικρομηχανή σε ρευστό μέσο συνήθως αποτελείται από χιλιάδες αγωγούς με διάμετρο που κυμαίνεται μεταξύ 10 έως 100 μικρών. Σήμερα, υπάρχει ήδη ανεπτυγμένη αγορά αυτών των μικροσυστημάτων, τα οποία απαλλάσσουν τις βιομηχανίες από τη χρήση πολλών ακριβών χημικών ουσιών που μέχρι πρότινος ήταν άκρως απαραίτητες.

Φανταστικό ταξίδι: Μικρορομπότ εισέρχονται στην κυκλοφορία του αίματος και καταστρέφουν όγκους



Ένα μικροσκοπικό ρομπότ, μεγέθους μικρότερου από κόκκο ρυζιού, το οποίο έχει τη δυνατότητα να «κολυμπά» μέσα στα αγγεία και να κατευθύνεται σε περιοχές του σώματος που νοσούν, σχεδίασε ομάδα επιστημόνων από την Ιαπωνία με επικεφαλής τον Καζούσι Ισιγιάμα του Πανεπιστημίου Tohoku. Το μικροσκοπικό ρομπότ, που έχει μόλις οκτώ χιλιοστά μήκος και διάμετρο μικρότερη του ενός χιλιοστού, αποτελείται από περιστρεφόμενες έλικες και κινείται σαν περιστρεφόμενη βίδα, με τη βοήθεια κυλινδρικών μαγνητών. Έχει τη δυνατότητα να μεταφέρει φάρμακα σε ιστούς που φλεγμαίνουν ή να τρυπά στο εσωτερικό όγκων και να τους καταστρέφει με ειδικό θερμαινόμενο νυστέρι.

Κάμερα... χάπι



Κάμερα μέσα σε ένα χάπι, που μπορεί να καταπιεί ο ασθενής με σκοπό την ενδοσκόπηση εσωτερικών οργάνων, ανέπτυξαν Βρετανοί επιστήμονες, οι οποίοι εκτιμούν ότι οι ασθενείς θα προτιμούν το χάπι από τις συμβατικές μεθόδους ενδοσκόπησης, καθώς αυτές υποβάλλουν συχνά τον ασθενή σε επώδυνες διαδικασίες. Το «ενδοσκόπιο-κάψουλα» έχει διάμετρο 1mm και μήκος 30mm, και περιέχει, όσο και αν φαίνεται απίστευτο, μία μικρή βιντεοκάμερα, μία πηγή φωτός και έναν πομπό, ώστε να μεταδίδει εικόνες από το εσωτερικό του σώματος σε ένα δέκτη που φορά ο ασθενής. Ο ασθενής μπορεί μάλιστα να καταπιεί το χάπι-κάμερα και να πάει στη δουλειά του. Η κάμερα θα στέλνει εικόνες στο δέκτη, οι οποίες θα «διαβάζονται» αργότερα από έναν υπολογιστή στο νοσοκομείο.

Επειδή το χάπι είναι μικρό, δεν προκαλεί πόνο, δήλωσε ο δρ. Πολ Σουέιν από το Royal London Hospital, όπου αναπτύχθηκε το μικροσκοπικό ενδοσκόπιο. Το χάπι εισάγεται στο σώμα από την εντερική οδό, από όπου και αποβάλλεται με φυσικό τρόπο. Παραμένοντας μέσα στο σώμα του ασθενούς έξι περίπου ώρες, στέλνει εικόνες υψηλής ποιότητας από το στομάχι και τα εσωτερικά όργανα του ασθενή. Η κάμερα βρίσκεται ακόμα στο στάδιο των δοκιμών και αναμένεται να δοθεί στην κυκλοφορία σε ένα χρόνο.

Επιπλέον εφαρμογές των "ηλεκτρονικών ματιών"

Εκτός από τον χώρο της ιατρικής, τα μικροτσιπ μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε άλλα πεδία.



Ο τομέας της ασφάλειας στις Ηνωμένες Πολιτείες, για παράδειγμα, εμφανίζει ευοίωνες προοπτικές, καθώς επιτρέπει την αναγνώριση της ταυτότητας αλλά και τον εντοπισμό του κατόχου ενός μικροτσιπ. Επιπλέον, τα μικροσκοπικά αυτά τσιπ καθορίζουν την πρόσβαση, ή μη, σε χώρους ασφαλείας.

Μάλιστα, είναι εύκολος ο εντοπισμός κάποιου, μέσα σε ένα κτίριο, που διαθέτει ηλεκτρονικούς «σαρωτές» (scanners). Οι κοινωνικές προεκτάσεις είναι, επίσης, αρκετές. Στην Ιαπωνία, αρκετά σχολεία, προκειμένου να εξαλείψουν τα κρούσματα εξαφανίσεων παιδιών, τοποθετούν «τσιπ ανίχνευσης» στα ρούχα των μαθητών. Τέλος, τα μικροτσιπ συμβάλλουν στην ηλεκτρονική καταγραφή κατοικίδιων, και μη, ζώων.

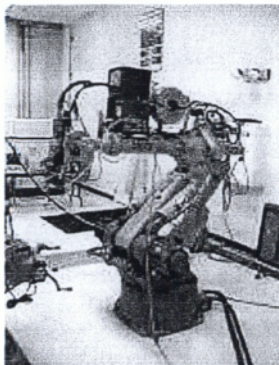
Το πρώτο ρομπότ με μύες αρχίζει να περπατά

Αμερικανοί ερευνητές παρουσίασαν ένα μικροσκοπικό «μυομπότ» από πυρίτιο, το οποίο μπορεί να έρπει σε οποιαδήποτε επιφάνεια, τροφοδοτούμενο με ενέργεια από γλυκόζη.

Όπως εξηγεί άρθρο στο περιοδικό New Scientist, το ρομπότ είναι ουσιαστικά ένα κυρτό έλασμα από πυρίτιο με την κοίλη πλευρά καλυμμένη από ζωντανές μυϊκές ίνες. Το πάχος του είναι μόλις 50 μικρόμετρα (εκατομμυριοστά του μέτρου), περίπου το μισό από μια ανθρώπινη τρίχα.

Καθώς τα μυϊκά κύτταρα διαδοχικά συσπώνονται και χαλαρώνουν, το έλασμα αντίστοιχα κυρτώνεται ή τεντώνεται. Η γεωμετρία του ρομπότ είναι τέτοια ώστε οι

συσπάσεις να προκαλούν την κίνηση της συσκευής προς μία κατεύθυνση. Σύστημα ελέγχου της κίνησης προς το παρόν δεν υπάρχει.



Η NASA, που χρηματοδοτεί την έρευνα, οραματίζεται ρομπότ εξοπλισμένα με μύες, αντί για κινητήρες, τα οποία θα επιδιορθώνουν ζημιές από πρόσκρουση μικρών μετεωριτών στο περίβλημα διαστημικών σκαφών.

Οι ίδιοι οι ερευνητές πιστεύουν ότι το δημιούργημά τους θα μπορούσε να οδηγήσει σε συσκευές με μυϊκά κύτταρα οι οποίες θα επιτρέπουν σε παράλυτα άτομα να αναπνέουν χωρίς μηχανικό αναπνευστήρα.

Οι ερευνητές του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνια στο Λος Άντζελας είναι οι πρώτοι που ανέπτυξαν αυτοματοποιημένη μέθοδο για τη σύνδεση μυϊκών κυττάρων σε υποστρώματα όπως το πυρίτιο.

Αρχικά έκοψαν το έλασμα από μια πλάκα από πυρίτιο και στη συνέχεια την κάλυψαν με ένα ειδικό πολυμερές. Με τεχνικές χαρακτηριστικές, το πολυμερές απομακρύνθηκε από το κοίλο μέρος και αντικαταστάθηκε από μια επίστρωση χρυσού. Ο χρυσός είναι κατάλληλο υλικό για την προσκόλληση κυττάρων. Το έλασμα τοποθετήθηκε μέσα σε μια καλλιέργεια ανθρώπινων καρδιακών μυϊκών κυττάρων και, σε διάστημα τριών μερών, τα κύτταρα αναπτύχθηκαν σε μυϊκές ίνες που προσκολλήθηκαν στο χρυσό σε όλο το μήκος της συσκευής. Το ρομπότ άρχισε αμέσως να συσπάται και να έρπει με ταχύτητα 40 μικρόμετρα ανά δευτερόλεπτο.

Ο επικεφαλής των ερευνητών Κάρλος Μοντεμάγκνο σκοπεύει να χρησιμοποιήσει τη νέα τεχνολογία σε άτομα με βλάβες στο φρενικό νεύρο, το οποίο ελέγχει το διάφραγμα και την αναπνοή.

Στον ασθενή θα εμφυτευόταν μια συσκευή με μυϊκές ίνες που θα ασκούσε περιοδικά πίεση σε ένα πεζοηλεκτρικό υλικό, το οποίο με τη σειρά του θα δημιουργούσε ηλεκτρική τάση για να διεγείρει το καταστραμμένο νεύρο. Το εμφύτευμα θα χρησιμοποιούσε ως πηγή ενέργειας τη γλυκόζη του αίματος.

Η τεχνητή νοημοσύνη αντιμετωπίζει τον καρκίνο του μαστού

Οι τεχνικές που δανείστηκαν οι γιατροί από την τεχνητή νοημοσύνη θα μπορούσαν να βοηθήσουν να αξιολογηθεί ακριβώς πόσο σοβαρή μπορεί να είναι μια ιδιαίτερη περίπτωση καρκίνου του μαστού και επομένως, πώς να αντιμετωπιστεί.

Οι παράγοντες κάθε στατιστικής τεχνικής που χρησιμοποιείται για να γίνει μια πρόγνωση

Ο καρκίνος του μαστού έχει επιπτώσεις σε 1/10 γυναίκες στη δύση και είναι η κύρια αιτία θανάτου για τις περισσότερες γυναίκες από οποιαδήποτε άλλη μορφή καρκίνου. Η ίδια η ασθένεια μπορεί να είναι σχετικά εύκολα να αντιμετωπιστεί εάν διαγνωστεί εγκαίρως. Όπως με τα περισσότερα είδη καρκίνων, ο κίνδυνος είναι ότι θα διαδοθεί σε άλλα μέρη του σώματος, ειδικά εάν αντιμετωπίζεται ανακριβώς.

Όταν εφαρμόστηκε πάνω σε 100 γυναίκες, η νέα τεχνική αποδείχθηκε να είναι σχεδόν 90 τοις εκατό ακριβής στην πρόβλεψη της έκτασης μετάστασης του καρκίνου και εάν θα επιζούσαν για πέντε έτη ακόμα. Η προσέγγιση, αναπτυγμένη από μια ομάδα που καθοδηγείται από τους Raouf Naguib στο πανεπιστήμιο του Coventry και Gajanan Sherbet στο πανεπιστήμιο του Newcastle στην Tyne, στηρίζεται σε μια υπάρχουσα αναλυτική μέθοδο αποκαλούμενη εικόνα cytometry.

Με βάση αυτή τη μέθοδο αναλύονται οι εικόνες του ιστού των όγκων που έχουν παρθεί από μικροσκόπιο και χρησιμοποιείται ένα πρόγραμμα υπολογιστών για να εφαρμοστεί μία πρότυπη στατιστική τεχνική αποκαλούμενη «λογιστική

οπισθοδρόμηση» για να προβλέψει εάν ο ασθενής θα επιζήσει για μια δεδομένη περίοδο. Βασίζει την πρόγνωση του σε παράγοντες όπως η ηλικία της γυναίκας και τύπους ανωμαλιών στον όγκο όπως το ποσοστό κυτταροδιαίρεσης και τη μορφή των πυρήνων των κυττάρων της.

Ένας υπολογιστής στο μικροσκόπιο

Αρκετές ασθένειες, ειδικά ο καρκίνος, εντοπίζονται ή επιβεβαιώνονται από ιατρικούς τεχνικούς που μελετούν δείγματα ιστών στα μικροσκόπια. Η τεχνικοί συχνά εξετάζουν πολλά δείγματα σε μία ημέρα, κάποια από αυτά μπορεί να περιέχουν λίγα ύποπτα κύτταρα ανάμεσα σε 100000 υγιή, οπότε είναι πιθανό να μην ανιχνευθούν τα άρρωστα κύτταρα. Σήμερα υπάρχουν συστήματα σχεδιασμένα να εξετάζουν τέτοια δείγματα στο μικροσκόπιο αυτόματα. Δεν αντικαθιστούν βέβαια τους ανθρώπους τεχνικούς, αλλά η μηχανική τους νοημοσύνη τα βοηθά να επικεντρώσουν την προσοχή στα πιο ύποπτα κύτταρα ώστε οι τεχνικοί να τα ελέγξουν ξανά. Ένα σύστημα που δημιουργήθηκε στη Ν. Υόρκη εξετάζει ένα δείγμα κάθε πέντε λεπτά. Αυτό μπορεί να μην φαίνεται πολύ γρήγορο ακόμα αλλά πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι το σύστημα εργάζεται χωρίς διακοπή, μέρα και νύχτα. Καθώς δουλεύει αποθηκεύει αυτόματα εικόνες των πιο υπόπτων κυττάρων για να μελετηθούν ξανά από τους τεχνικούς.

Ευφυής ακτίνες X

Τα ευφυή συστήματα ανίχνευσης δεν μελετούν μόνο δείγματα ιστών στο μικροσκόπιο, αλλά χρησιμοποιούν την ίδια τεχνική για να εξετάζουν ακτινογραφίες για τυχόν ανωμαλίες. Πρώτα, η εικόνα στην ακτινογραφία ψηφοποιείται, δηλαδή μετατρέπεται από ασπρόμαυρη αρνητική εικόνα σε κώδικα υπολογιστή. Ο κώδικας στη συνέχεια αναλύεται από το σύστημα, το οποίο ψάχνει για εικόνες που δεν είναι φυσιολογικές. Μελέτες στην Αμερική, κατά τις οποίες χρησιμοποιήθηκε ένα νέο διαγνωστικό σύστημα εξέτασης των ακτινογραφιών, βελτίωσαν τον εντοπισμό ανωμαλιών που μπορούσαν να προκαλέσουν καρκίνο του μαστού από το 80% στο 90% ή και περισσότερο.

Έρευνα DNA

Η μελέτη με ρομποτικά συστήματα σάρωσης βοηθά και στις γενετικές έρευνες. Στη Γαλλία η αποκρυπτογράφηση του DNA ανθρώπινων χρωμοσωμάτων επιταχύνεται από την επιλογή και την κλωνοποίηση συγκεκριμένων οικογενειών γονιδίων, οι οποίες εντοπίζονται από ρομπότ και υπολογιστικά συστήματα.

Κεφάλαιο 7^ο – Η Ελληνική πραγματικότητα

Η ανάπτυξη της τηλεϊατρικής, παρά τον αρχικό ενθουσιασμό του τέλους της δεκαετίας του '80 και των αρχών της δεκαετίας του '90, καθυστέρησε πέραν του αναμενόμενου σε όλες σχεδόν τις χώρες. Η Ελλάδα, την περίοδο 1989-1998, υπήρξε από τους πρωτοπόρους στο σχεδιασμό και την υλοποίηση υπηρεσιών Τηλεϊατρικής, χάρη στις πρωτοβουλίες του Εργαστηρίου Ιατρικής Φυσικής της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών. Κύριο πεδίο εφαρμογής ήταν η Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας, Δυστυχώς, μετά την περίοδο αυτή οι προσπάθειες ατόνησαν.

Σε πολλές άλλες χώρες, οι υπηρεσίες υγείας και οι ιατρικές υπηρεσίες υποστηρίζονται σχεδόν όλες, από τηλεματικές τεχνολογίες. Αντίθετα στην Ελλάδα, οι αρμόδιοι δεν φαίνεται να ακολουθούν τις ίδιες στρατηγικές, παρά το γεγονός ότι οι υποδομές μπορούν να δημιουργηθούν εύκολα σε επίπεδα ανάλογα με αυτά των άλλων ευρωπαϊκών χωρών.

Η καθυστέρηση της Ελλάδας ίσως πρέπει να αποδοθεί στην εξαιρετικά μεγάλη διστακτικότητα του δημόσιου τομέα να αξιοποιήσει τις τηλεματικές τεχνολογίες και αυτό παρά τις γενναίες χρηματοδοτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και την πίεση που δέχεται, να προχωρήσει με ρυθμούς ευρωπαϊκούς. Η καθυστέρηση οφείλεται εν μέρει και στις αποτυχημένες επιλογές του παρελθόντος και στις πιλοτικές εφαρμογές που δεν μπόρεσα να αποδείξουν την αξία τους. Τα παραδείγματα είναι πολλά και δυσάρεστα.

Ανεξάρτητα από τα διασταυρούμενα επιχειρήματα, υπάρχουν αντικειμενικοί λόγοι που εξηγούν την καθυστέρηση, παρά το γεγονός ότι η Ελλάδα προσφέρεται ιδιαίτερα για την ανάπτυξη και αξιοποίηση των τηλεματικών τεχνολογιών.

Οι λόγοι πρέπει να αναζητηθούν στις ειδικές απαιτήσεις που διαμορφώνει το περιβάλλον των υπηρεσιών Τηλεϊατρικής και σχετίζονται με τους εξής παράγοντες:

- Νέα πλαίσια παροχής των υπηρεσιών υγείας.
- Εργασία σε ομάδες.
- Ηλεκτρονική καταγραφή όλων των στοιχείων που αφορούν τα περιστατικά.
- Εκτεταμένη χρήση ιατρικών οδηγιών και πρωτοκόλλων.
- Συστηματικοί επιστημονικοί έλεγχοι και διαδικασίες αξιολόγησης.
- Ευχέρεια χειρισμού θεμάτων τηλεματικών τεχνολογιών.

Στο επιχειρησιακό επίπεδο οι λόγοι της καθυστέρησης, αλλά και της μη αποδοχής από τους επαγγελματίες υγείας, αποδίδονται στη δομή και στον τρόπο λειτουργίας του Εθνικού Συστήματος Υγείας.

Στο επίπεδο των επαγγελματιών υγείας μεταξύ των λόγων που έχουν εντοπιστεί περιλαμβάνονται κυρίως:

- Ο περιορισμένος ωφέλιμος χρόνος εργασίας σε σχέση με τις υποχρεώσεις και τις πολιτικές αμοιβών.
- Η έλλειψη ή αδυναμία εκπαίδευσης στο περιβάλλον εργασίας.
- Η παρατεταμένη αποδοχή της συνήθειας της ατομικής εργασίας σε βάρος της ομαδικής και της έλλειψης συντονισμού μεταξύ των μονάδων υγείας.
- Η ανοχή στη μη συστηματική τήρηση ιατρικών φακέλων.
- Η αδυναμία ενθάρρυνσης συμμετοχής σε καινοτομικές προσεγγίσεις.
- Η αδυναμία εφαρμογής καινοτόμων προσεγγίσεων για την ανάπτυξη ερευνητικών και αναπτυξιακών δραστηριοτήτων στα πλαίσια του ΕΣΥ (ας σημειωθεί ότι οι Ειδικά Λογαριασμοί Διαχείρισης Κονδυλίων Έρευνας εισήχθησαν με ρύθμιση του Νόμου 2889/2001, παρά τις εισηγήσεις διαφόρων ατόμων από το 1990).

Το ερώτημα που πρέπει πλέον να απασχολεί όλους μας είναι κατά πόσον «υπάρχει πεδίο εφαρμογής των τηλεματικών τεχνολογιών στις υπηρεσίες υγείας σε μεγάλη κλίμακα και πότε θα υπάρξουν απτά αποτελέσματα για τους πολίτες και τους εργαζόμενους;».

Πρόκειται για όντως δύσκολη ερώτηση και κατά συνέπεια και η απάντηση είναι δύσκολη. Ίσως ένας από τους λόγους να είναι όσοι εμπλέκονται στην παροχή υγειονομικών υπηρεσιών και η στάση τους απέναντι στις καινοτομίες.

Ασφαλώς η πολιτική για την ανάπτυξη τηλεματικών υποδομών στο χώρο της υγείας θα προέλθει από το υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας, δεδομένης της ύπαρξης του Εθνικού Συστήματος Υγείας. Η υλοποίηση της αντίστοιχης στρατηγικής όμως είναι υπόθεση όλων.

Θα πρέπει ωστόσο να σημειωθεί ότι όλες οι «προοπτικές διερευνήσεις των τεχνολογιών» διεθνώς αλλά και η πρόσφατη που ολοκληρώνεται σύντομα στην Ελλάδα, αποφαίνονται ότι οι τηλεματικές υπηρεσίες θα είναι το κατεξοχήν εργαλείο εξασφάλισης της ποιότητας και της διαφανούς και αποτελεσματικής λειτουργίας του τομέα της υγείας και της πρόνοιας. Θα είναι επίσης και το σημαντικότερο εργαλείο έλεγχου των δαπανών.

Κατά συνέπεια, το κύριο ερώτημα που παραμένει είναι το πότε θα γίνει εκτεταμένη χρήση των τηλεματικών τεχνολογιών στην Ελλάδα.

Μετά από δέκα περίπου χρόνια από τις πρώτες υπηρεσίες Τηλεϊατρικής στην Ελλάδα, ο νόμος 2889/2001 έθεσε για πρώτη φορά βάσεις για την αναγκαία εξέλιξη.

Ωστόσο, τρία χρόνια σχεδόν μετά είναι πλέον προφανής η έλλειψη βούλησης και η απουσία κατάλληλων στελεχών που έχουν τις γνώσεις και τις αρετές για να αναπτυχθεί ο τομέας με προδιαγραφές, που θα απαντήσουν στα άμεσα και πιεστικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν πρωτίστως οι πολίτες και οι ασθενείς αλλά και οι επαγγελματίες της υγείας.

Κεφάλαιο 8^ο - Οικονομικά οφέλη και ζητήματα ηθικής

Ο αριθμός των εφαρμογών της ΤΝ εκτιμάται σε πολλά εκατομμύρια Ευρώ σε παγκόσμιο επίπεδο και περιλαμβάνει ευρύ φάσμα εφαρμογών. Παράλληλα, η παγκόσμια αγορά των νέων τεχνολογιών αποκομίζει, σε ετήσια βάση, κέρδη ύψους περίπου 145,6 δισεκατομμυρίων Ευρώ. Ορισμένα παραδείγματα αποτελούν τα ορθοπεδικά ευφυή μέλη (Orthopaedic), η αγορά των οποίων συγκεντρώνει κέρδη περίπου 1,040 δισεκατομμυρίων Ευρώ, η αγορά βιοϋλικά βασισμένων συσκευών αποκατάστασης πληγών (wound care), που εμφανίζει κέρδη 1,120 δισεκατομμυρίων Ευρώ, οφθαλμικών εμφυτευμάτων (ophthalmic), με κέρδη 240 εκατομμυρίων Ευρώ, και καρδιαγγειακών εμφυτευμάτων (cardiovascular), με κέρδη 256 εκατομμυρίων Ευρώ.

Με σκοπό να δοθεί μια γενική εικόνα των πιθανών μελλοντικών κατευθύνσεων στη βιομηχανία των εφαρμογών της ΤΝ στην υγεία, είναι πολύ χρήσιμη η εστίαση του ενδιαφέροντος σε τρεις περιόδους:

- Στο παρελθόν: αφαίρεση των ιστών.
- Στο παρόν: αντικατάσταση των ιστών.
- Στο μέλλον: αναγέννηση των ιστών και αποτροπή εμφάνισης των νόσων.

Στις ημέρες μας, οι ιστοί αντικαθίστανται από ανθρώπινα ή άλλων ειδών, μοσχεύματα και εμφυτεύματα. Προβλήματα, όπως η διαθεσιμότητα, η ανάγκη για ανοσοκαταστολικά φάρμακα και οι πιθανές μολύνσεις, προερχόμενες από ιούς, περιορίζουν την χρήση των μοσχευμάτων. Παράλληλα τα σημερινά εμφυτεύματα παρουσιάζουν και αυτά αρκετά μειονεκτήματα. Αντίθετα με τους ζωντανούς ιστούς δεν μπορούν από μόνα τους να αποκαταστήσουν πιθανές μελλοντικές δυσλειτουργίες τους, να προσαρμοστούν σε αλλαγές των φυσιολογικών συνθηκών του ανθρώπινου οργανισμού, καθώς και να σταθεροποιηθούν. Η αναγέννηση των ιστών, που μπορεί να επιτευχθεί μέσω της επιστήμης της μηχανικής των ιστών, δύναται να ξεπεράσει αυτά τα προβλήματα σχετικά με τα μοσχεύματα και τα εμφυτεύματα, ενώ υπάρχει τάση για αναγέννηση των ιστών και αποτροπή των νόσων (π.χ. κυτταρικές θεραπείες). Πιστεύεται ότι παράλληλα υπάρχει ανάγκη βελτίωσης και επεξεργασίας των ήδη υπαρχόντων υλικών, αλλά και των υπάρχουσων συσκευών, αντικατάστασης ιστών και οργάνων.

Επιπλέον, θα καταστεί ανεπιτυχής μια εκτίμηση για το μέλλον της βιομηχανίας των προγραμμάτων ΤΝ για την υγεία, αν πρώτα δεν εξεταστεί το κοινωνικό και νομικό περιβάλλον, στους κόλπους του οποίου καινούργιες ιατρικές συσκευές και νέες μέθοδοι αντιμετώπισης νόσων θα εισαχθούν.

Σε ποιόν ανήκει το φταίξιμο;

Το νομικό και κοινωνικό πλαίσιο που διέπει κάθε χώρα μπορεί να επηρεάσει καθοριστικά τις καινοτομίες ως προς τη χρήση τέτοιων ιατρικών εφαρμογών. Παραδοσιακά οι νομικές διαδικασίες έβαζαν «φραγμό» στην ανάπτυξη βιοϋλικά βασισμένων συσκευών. Η ζήτηση ασφαλών ιατρικών συσκευών είναι μεγάλη και υπάρχουν ρυθμιστικοί μηχανισμοί, όπως το FDA (Food and Drug Administration) στις ΗΠΑ και το MDA (Medical Device Agency) στην Ευρώπη, οι οποίοι λειτουργούν με στόχο να αποτρέψουν την παραγωγή και την εισαγωγή ατελών συσκευών στην αγορά. Το κόστος των συσκευών, με βάση τα ποιοτικά κριτήρια των παραπάνω ρυθμιστικών αρχών, καθώς και το κόστος από την παραγωγή ως την διάθεση των συσκευών στον τελικό καταναλωτή είναι απαγορευτικό, αγγίζοντας ποσά εκατοντάδων εκατομμυρίων δολαρίων.

Επιπλέον θρησκευτικά και πολιτικά εμπόδια, λόγοι ηθικής και αύξηση του ορίου ζωής καθώς και οικονομικοί λόγοι, επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο η

βιομηχανία των εφαρμογών αυτών επιβάλλεται να προσαρμοστεί στις συνθήκες προόδου της ιατρικής επιστήμης.

Ειδικότερα, υπάρχει ευρύ φάσμα αξιών που αναμφίβολα εμποδίζει τις εταιρίες ιατρικών συσκευών να αναπτύξουν νέα προϊόντα και να προσαρμόσουν νέες μεθόδους για πρόληψη και θεραπεία των νόσων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η χρήση των συσκευών (όπως ορισμένες καρδιαγγειακές) με αποκλειστική λειτουργία να διατηρούν εν' ζωή ασθενείς. Επί του προηγούμενου αναφύετε ηθικός δισταγμός ως προς το πώς ορίζεται η έννοια διατήρησης της ζωής του ανθρώπου σε σχέση με την ποιότητά της. Ένα άλλο γνωστό πρόβλημα είναι η χρησιμοποίηση πειραματόζωων και η άποψη ότι ένας ζωντανός οργανισμός θυσιάζεται και υποφέρει. Εν' τέλη, υπάρχουν πολλές αμφιβολίες σχετικά με τους ποιους κινδύνους πρέπει να αφηγήσουν οι επιστήμονες ώστε να συντελεστεί πρόοδος στην ερευνητική δραστηριότητα. Γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι αυτοί οι ηθικοί δισταγμοί είναι μεγάλης σημασίας και επηρεάζουν την ανάπτυξη αυτής της βιομηχανίας. Ο αυξανόμενος πλούτος στις αναπτυσσόμενες χώρες και η επίταση των προσδοκιών της ποιότητας ζωής λόγω αύξησης του ορίου ζωής, συνιστούν επιπρόσθετους λόγους, οι οποίοι επηρεάζουν των ετήσιο ρυθμό ανάπτυξής της.

Αν κάτι πάει στραβά, από ένα σκεύος που χάλασε μέχρι ένα τρένο που συγκρούστηκε, συνήθως ψάχνουμε κάποιον να κατηγορήσουμε. Ακόμα και αν ένα ρομπότ έχει νοημοσύνη αρκετή για να παίρνει τις δικές του αποφάσεις, μπορούμε να το κατηγορήσουμε για ένα ατύχημα; Αν ένα λεωφορείο χωρίς οδηγό συγκρουστεί ή αν ένα οικιακό ρομπότ σας πατήσει τη γάτα σας, ποιος ευθύνεται; Φταίνει οι μηχανικοί που σχεδίασαν και κατασκεύασαν το ρομπότ, οι προγραμματιστές που το δίδαξαν τι να κάνει ή η εταιρεία που σας το πούλησε; Ακόμα και αν το πρόβλημα οφείλεται στην διαδικασία μάθησης του ίδιου του ρομπότ, θα μπορούσατε να το κατηγορήσετε; Αν τα ρομπότ με νοημοσύνη παίρνουν δικές τους αποφάσεις, τότε θα μπορούσαν να θεωρηθούν υπεύθυνα για τις πράξεις τους. Φτάνοντας σε ένα λογικό συμπέρασμα, είναι πιθανό να δούμε ένα ρομπότ να δικάζεται κάποια μέρα; Και ποια θα ήταν η κατάλληλη τιμωρία αν ένα ρομπότ κριθεί ένοχο για ένα έγκλημα;

Όσο αφορά τα συμβουλευτικά προγράμματα το κύριο ερώτημα που τίθεται είναι σε περίπτωση μιας λάθος διάγνωσης ποιος θα φέρει την ευθύνη. Επίσης εάν κάποιος λάθος χειρισμός ενός ρομπότ-χειρουργού κοστίζει τη ζωή του ασθενή, σε ποιόν θα αποδοθούν ευθύνες;

Πρόσφορο έδαφος για την ανάπτυξη των εφαρμογών της ΤΝ στην υγεία στο μέλλον αποτελούν οι χώρες της Αμερικής. Μια άλλη αναπτυσσόμενη αγορά, με πολλά υποσχόμενο τομέα υγείας, είναι αυτή της Ανατολικής Ευρώπης, που παρουσιάζει αυξανόμενο αριθμό ιδιωτικών κλινικών. Η επιλογή και χρήση των κατάλληλων καναλιών διανομής για διείσδυση σε αυτές τις χώρες κρίνονται απαραίτητες, ενώ η αναλογία τιμής-απόδοσης των εφαρμογών ΤΝ διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο.

Σύμφωνα με τα στοιχεία διαδοχικών ερευνών, σε παγκόσμιο επίπεδο, οικονομικοί αναλυτές προβλέπουν «εκρηκτική» ανάπτυξη της τεχνολογίας της ΤΝ στην υγεία. Στις μέρες μας η «πίτα» των κερδών που προέρχεται από τις εφαρμογές της ΤΝ, περιλαμβάνει αγορές όπως αυτές των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (62,3 δισεκατομμύρια Ευρώ), της Ευρωπαϊκής Ένωσης (39,6 δισεκατομμύρια Ευρώ), της Ιαπωνίας (20,4 δισεκατομμύρια Ευρώ), της Λατινικής Αμερικής (14,5 δισεκατομμύρια Ευρώ), της Ασίας και άλλων ανερχόμενων περιοχών (4,7 δισεκατομμύρια Ευρώ), του Καναδά (2,9 δισεκατομμύρια Ευρώ) και, τέλος, της Αυστραλίας (1,2 δισεκατομμύρια Ευρώ).

Συγκρίνοντας το ρυθμό ανάπτυξης ορισμένων εκ' των παραπάνω αγορών με τον ρυθμό μεταβολής του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (Α.Ε.Π.) αυτών, παρατηρείται ότι στις Η.Π.Α. ο ρυθμός ανάπτυξης της αγοράς είναι 7,0% και ταυτόχρονα, ο ρυθμός μεταβολής του Α.Ε.Π. αυξάνεται κατά 2,5%. Επίσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση ο ρυθμός ανάπτυξης της συγκεκριμένης αγοράς είναι 6,0% και, παράλληλα, το Α.Ε.Π. αυξάνεται με ρυθμό 2,2%. Στην αγορά της Αυστραλίας ο ρυθμός ανάπτυξης της αγοράς είναι ίσως με αυτόν της Ευρώπης, αλλά με διαφορετικό ποσοστό αύξησης του Α.Ε.Π., της τάξεως του 2,0%. Παρόμοιες συνθήκες επικρατούν και στην αγορά του Καναδά, όπου ο ρυθμός ανάπτυξης της αγοράς είναι 5,0% και το Α.Ε.Π. αυξάνεται με ποσοστό 1,9%. Αντίθετα στην Ιαπωνία και στις γύρω περιοχές, ενώ ο ρυθμός ανάπτυξης της αγοράς είναι θετικός, και αγγίζει το 4,0%, το ποσοστό μεταβολής του Α.Ε.Π. παρουσιάζεται κατά 0,9% αρνητικό.

Στην Ελλάδα οι τεχνολογίες πληροφορίας βρίσκονται σε πρώιμο στάδιο, ειδικά στον τομέα της έρευνας αφού δεν υπάρχει καν, ολοκληρωμένη μηχανογράφηση των νοσοκομείων και των εμπλεκόμενων στην υγεία φορέων. Αλλά με την κατάλληλη χρηματοδότηση από ιδιωτικούς και δημόσιους φορείς, μπορεί να αναπτυχθεί κατ' αναλογία άλλων ανεπτυγμένων χωρών. Παράλληλα κρίνεται αναγκαία η δημιουργία των κατάλληλων εκπαιδευτικών προγραμμάτων, που θα ενθαρρύνουν τους νέους να κατευθυνθούν σε αυτόν τον πολλά υποσχόμενο, σε επιστημονικό αλλά και σε οικονομικό επίπεδο, τομέα.

Τεχνολογία και ασφάλεια ασθενών

Η αυτοματοποίηση δεν μπορεί να εγγυηθεί την πλήρη προστασία από τον κίνδυνο, αλλά είναι πολλά τα οποία μπορεί να κάνει.

Πρόσφατες έρευνες που αφορούσαν στα λάθη που έγιναν κατά την παροχή υγειονομικής περίθαλψης έχουν υψώσει τη δημόσια ευαισθητοποίηση για τα ιατρικά λάθη και η βιομηχανία της υγείας είναι υπό πίεση από την Washington, και την ομάδα D.C.-based Leapfrog και άλλους για να υιοθετήσει την τεχνολογία για να ενισχύσει την ασφάλεια των ασθενών. Αλλά οι οργανώσεις βρίσκουν ότι το πρόβλημα δεν λύνεται εύκολα μέσω της αυτοματοποίησης. Η ανάπτυξη προηγμένων πληροφοριακών συστημάτων για την υγεία είναι ακόμα στα αρχικά στάδιά του και οι καλύτερες προσεγγίσεις εφαρμογής δεν είναι πάντα προφανής. Οι διαθέσιμες επιλογές πρέπει να ισορροπηθούν ενάντια στα κέρδη και στους κινδύνους για την ασφάλεια των ασθενών.

Το πρόβλημα

Το Ινστιτούτο Ιατρικής εκτίμησε το 1999 τα ιατρικά λάθη άγγιζαν 44,000 με 98,000 θανάτους κάθε έτος, η όγδοη κύρια αιτία θανάτου στις Ηνωμένες Πολιτείες. Μία έρευνα το 2001 από το Ίδρυμα Commonwealth που εδρεύει στην Νέα Υόρκη έδειξε ότι περισσότερες από μία στις πέντε οικογένειες έχει βιώσει ένα σοβαρό ιατρικό ή φαρμακευτικό λάθος. Οι ακριβείς αριθμοί είναι αμφισβητήσιμοι, αλλά η ιατρική βιβλιογραφία με συνέπεια προτείνει ότι περισσότεροι ασθενείς από προηγουμένως θεωρούν ότι έχουν υποβληθεί σε ένα δυσμενές γεγονός από φάρμακα. Ασκείται πίεση από τους πληρωτές, τους εργοδότες, τις ομάδες πίεσης και άλλων εμπλεκόμενων για να εφαρμοστεί μια αλλαγή που έχει υπογραμμίσει ιδιαίτερα την αυτοματοποιημένη είσοδος των ιατρών σε συστήματα υποστήριξης αποφάσεων (CPOE). Στο προκύπτον περιβάλλον, οι ηγέτες υγειονομικής περίθαλψης αισθάνονται αναγκασμένοι να πάρουν μέτρα.

Η πρόκληση ήταν από πού να αρχίσει. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα μελετών που έγιναν στο τμήμα Adverse Drug Event Prevention του Harvard το 1995, η συνταγογράφηση φαρμάκων και η χορήγησή τους εμπεριείχε γύρω στο 77% λάθη. Αυτές οι διαδικασίες μπορούν πράγματι να είναι το κατάλληλο σημείο εστίασης,

αλλά τα ανώτερα διοικητικά στελέχη των νοσοκομείων δεν μπορούν να ενισχύσουν την ασφάλεια των ασθενών απλά με την αυτοματοποίηση, χωρίς πρώτα να έχουν καταλάβει τι συμβαίνει μέσα στις διαδικασίες τους.

Μια καθολική αλήθεια της εφαρμογής συστημάτων είναι ότι μηχανογραφώντας μια λανθασμένη διαδικασία εργασίας δεν βελτιώνει πραγματικά την απόδοση. Αυτή η κίνηση απλά θα παράγει μία γρηγορότερη αλλά ακόμα περισσότερο λανθασμένη, και ενδεχομένως εξίσου επικίνδυνη έκδοση της χειρωνακτικής διαδικασίας.

Που ήμασταν

Το πρώτο κύμα της Τεχνολογίας Πληροφοριών στην υγειονομική περίθαλψη εισήγαγε προγράμματα που εστίαζαν στην παροχή της καλύτερης λύσης για τα συγκεκριμένα υπηρεσιακά ή κλινικά ζητήματα. Οι προμηθευτές έγιναν γνωστοί για το μοναδικό φαρμακευτικό, εργαστηριακό ή κάποιο άλλο ειδικό διοικητικό σύστημα. Καθώς οι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη λογισμικού ενημερώθηκαν καλύτερα για τα ζητήματα ασφάλειας, καλύτερες γενιές συστημάτων άρχισαν να έχουν περισσότερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα και λειτουργίες, όπως κανόνες και επιφυλακές, έλεγχο αλληλεπίδρασης φαρμάκων και η βελτιωμένη αποθήκευση δεδομένων. Κωδικοποίηση φαρμάκων, σχεδιασμένη για να παρέχει έναν κρίσιμο δεύτερο έλεγχο στο σημείο της χορήγησης, παρουσιάστηκε στην αγορά.

Σύντομα η έλλειψη μέσων να ενσωματωθούν όλα τα εργαλεία για να εξασφαλιστεί αληθινά η ασφάλεια των ασθενών, έγινε προφανής. Κάθε ένα από τα διάφορα τμήματα των συστημάτων είχε περίπλοκα κουδούνια και σφυρίχτρες, έλεγχο αλλεργίας, έλεγχος αλληλεπίδρασης φαρμάκων, μηνύματα συμπληρωματικής προμήθειας και άλλα. Αλλά η δυνατότητα να μοιραστεί ένα συνεπές σύνολο στοιχείων των ασθενών μεταξύ των παροχέων και των συστημάτων, έλλειπε. Η συγκέντρωση των πληροφοριών από ανόμοιες πηγές και το να καταστούν διαθέσιμες στους παροχείς έγινε η επόμενη προτεραιότητα caregivers became the next priority στην εξέλιξη των τεχνολογιών που θα προωθούσαν την ασφάλεια των ασθενών.

Που πηγαίνουμε

Φανταστείτε ένα σύστημα που λειτουργεί σαν αληθινό δίκτυο ασφάλειας στις πιεθαρχίες, τμήματα και στη συνέχεια της φροντίδας. Το εργαστηριακό σύστημα ανιχνεύει ένα επικίνδυνο επίπεδο καλίου ορών σε έναν ασθενή ποιος είναι ειδικά αλλεργικός αλλά σχεδιάζεται για να λάβει ενδοφλέβιο χλωρίδιο καλίου, ένας ενδεχομένως μοιραίος συνδυασμός. Τα τοξικά επίπεδα του εργαστηρίου ωθούν μια επιφυλακή που στέλνεται στα πιο κατάλληλους παροχείς, (π.χ. αρχικό παθολόγο, φαρμακοποιό) μέσω της μεθόδου που προτιμούν (π.χ. μέσω του μπίπερ).

Το φαρμακείο CPOE, και συστήματα ΠΡΟΣΟΧΗΣ θα προειδοποιήσουν οποιοδήποτε που έχει πρόσβαση στο σχεδιάγραμμα του ασθενή, ότι υπάρχει μια κατάσταση έκτακτης ανάγκης. Το σύστημα φαρμακείων προάγει στο συναγερμό σε οποιοδήποτε χρήστη φάρμακου που θα μπορούσε να χειροτερεύσει την κατάσταση, όπως το ενδοφλέβιο χλωρίδιο καλίου και συστήνει την αναστολή τους έως ότου ληφθούν μέτρα. Η αυτοματοποιημένη συσκευή διανομής περιορίζει την πρόσβαση σε αυτά τα φάρμακα και ειδοποιεί τη νοσοκόμα για την κατάσταση. Το τελικό σημείο ελέγχου είναι η έκδοση ενός έγγραφου «STOP!», ώστε να ειδοποιηθεί πριν το κάλιο το χλωρίδιο να χορηγηθεί. Αυτό το σενάριο παρουσιάζει την αληθινή δύναμη ενός ενσωματωμένου συστήματος ασφάλειας: άμεση μετάδοση των πληροφοριών που αφορούν τους ασθενείς, τους παροχείς φροντίδας, ειδοποίηση και επικοινωνία μεταξύ των προμηθευτών, ανεξαρτήτως με την θέση του ασθενή ή που έλαβε τελευταία φροντίδα.

Επιπλέον, ένα πλήρως ενσωματωμένο σύστημα βοηθά πιστοποίηση ζητημάτων συμμόρφωσης, ενσωματώνει τις αποδοτικότητες και χρησιμοποιεί σοφά τους πόρους

του προσωπικού. Οι φαρμακοποιοί μπορούν να «περπατούν» και οι νοσοκόμες μπορούν να ξοδέψουν περισσότερο χρόνο με τους ασθενείς. Οι παθολόγοι έχουν λιγότερη γραφική εργασία και είναι ικανότεροι να παρακολουθήσουν τις πολλές απαιτήσεις των επαγγελματιών και προσωπικών ζωών τους. Τα περισσότερα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης επιλέγονται για πλήρως ενσωματωμένα συστήματα και προσπαθούν να αποδώσουν την φροντίδα με τη μεγαλύτερη ασφάλεια και αποδοτικότητα. Αλλά αυτά τα προγράμματα είναι πολύ πιο προκλητικά από την προσέγγιση των καλύτερων γενικών λογισμικών σε πολλούς τομείς, στο σχεδιασμό συστημάτων, στον επανασχεδιασμό της διαδικασίας, στο υλικό, στις διεπαφές, στην δοκιμή και στην ανθρώπινη προσπάθεια.

Προς την αληθινή ολοκλήρωση

Οι σύνθετες διαδικασίες απαιτούν τη σύνθετη τεχνολογία και το σχεδιασμό. Η προσοχή πρέπει να ληφθεί για να αποφύγουν τις κοινές παγίδες στον προγραμματισμό και την εκτέλεση ενός τέτοιου μετασχηματισμού. Οι ακόλουθες συστάσεις μπορούν να βοηθήσουν στην επιλογή, το σχεδιασμό και την εφαρμογή συστημάτων:

- Σχεδιασμός οράματος για την μελλοντική παροχή φροντίδας.
- Να μην επιλεγεί ποτέ ένα νέο σύστημα ή γίνει κάποιο κατάλληλο για τις υπάρχουσες διαδικασίες χωρίς την εξασφάλιση ότι αυτές οι διαδικασίες είναι η καλύτερες πρακτικές που πρέπει να επιτευχθούν.
- Να γίνει η δουλειά των παροχών φροντίδας πιο εύκολη. Το σύστημα πρέπει να γίνει αποδεκτό από τους παροχείς φροντίδας.
- Πρέπει να σχεδιαστεί με στόχο την αποφυγή λαθών, να κάνει τις σωστές ενέργειες ή να αποθαρρύνει στο να γίνουν επιβλαβείς ενέργειες.
- Η συμβολή ειδικών επιστημόνων πάνω στο management επικινδυνότητας και ποιότητας, κατά την διάρκεια των πρώτων σχεδιαστικών βημάτων του συστήματος είναι απαραίτητη.
- Η οργάνωση μιας ομάδας καθοδήγησης από παθολόγους, νοσοκόμες, φαρμακοποιούς, ακτινολόγους και μικροβιολόγους είναι απαραίτητη.
- Εστίαση στις διαδικασίες. Με το σχεδιασμό όλου του λογισμικού για την γενική διαδικασία παρά για τα μεμονωμένα στάδια, οι ομάδες μπορούν να αποτρέψουν την προσέγγιση που δημιουργεί συχνά τη σύγκρουση μεταξύ των παροχών φροντίδας.
- Είναι απαραίτητη η αξιολόγηση της επένδυσης. Είναι πολύ ακριβότερο να επιλεγεί ένα σύστημα που δεν ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις, από το να πληρωθεί μια γερή εφαρμογή και γίνει μια καλή αρχή με χρήστες που είναι έτοιμοι να «αγκαλιάσουν» το σύστημα.
- Τα πιστοποιητικά έλεγχου των πιθανών προμηθευτών και των συνεργατών είναι απαραίτητα.
- Χρησιμοποίηση έξυπνων εργαλείων. Παραδείγματος χάριν, ο τρόπος αποτυχίας και η ανάλυση αποτελεσμάτων, προκαλεί την ασφάλεια και την ακεραιότητα των διαδικασιών και μπορεί να δείξει ουσιαστικές οι αλλαγές πριν από τις εφαρμογές των διαδικασιών.
- Προσδοκώμενο των πιθανών προβλημάτων. Τα νέα συστήματα μπορούν να προκαλέσουν νέα λάθη
- Η προσοχή στους ανθρώπινους παράγοντες κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού των συστημάτων είναι ζωτικής σημασίας.
- Μέτρηση αποτελεσμάτων με έναν ποιοτικό προσανατολισμό.
- Εκπαίδευση του προσωπικού στις αλλαγές.

- Δημιουργία μιας πολιτικής έναν ασφάλειας.
- Να μην υπάρχει κρίση για τα λάθη.
- Προσδιορισμός αναγκαίων ρυθμίσεων και
- Συνεχόμενη εξέταση και ανασχεδιασμός του συστήματος.

Τα συστήματα, ειλικρινά, ποτέ δεν φροντίζουν για την ασφάλεια των ασθενών μόνα τους και η αποφυγή του κόστους που εντοπίζεται μέσω της εφαρμογής δεν είναι άμεσα μετρήσιμη. Αντί αυτού, ας εξεταστεί πώς η τεχνολογία βελτιώνει την κατώτατη γραμμή με τη γραμμών παραμονής ή παρέχοντας τις λιγότερο ακριβές επιλογές φαρμάκων.

Μελλοντικές ενέργειες

Οποιοδήποτε σύστημα απαιτεί τρέχουσα συντήρηση και αξιολόγηση. Αναθεωρήστε το σχέδιό σας μετά από ένα έτος χρήσης και συγκρίνετε τους στόχους σας με του περασμένου χρόνου. Υπάρχουν αλλαγές που απαιτούνται; Το σύστημα χρησιμοποιείται; Είναι η εκπαίδευση απαραίτητη; Οποιαδήποτε νέα λάθη έχουν επιλυθεί; Τι είναι αυτό που μπορείτε εσείς να μάθετε από τα λάθη σας; Μήπως τα στοιχεία και η ανατροφοδότηση από τους χρήστες δείχνουν ότι το πρόγραμμα είναι επιτυχημένο; Με το τέλος της εφαρμογής αρχίζει η συνεχής διαδικασία της βελτίωσης.

Ζητήματα ηθικής για την τεχνητή νοημοσύνη

Η ΤΝ δημιουργεί ηθικά ζητήματα που μας ενδιαφέρουν όλους.

Δικαιώματα

Σε πολλές πόλεις παρακολουθούμαστε από κλειστά κυκλώματα τηλεόρασης. Οι εικόνες μπορούν να διοχετευθούν σε ευφυή συστήματα αναγνώρισης, τα οποία αναζητούν εγκληματίες. Πολλοί άνθρωποι συμφωνούν με αυτό, αλλά είναι πιο επιφυλακτικοί όταν παρακολουθούνται οι ίδιοι. Όταν τα πλήθη που παρακολουθούσαν το Super bowl (πρωτάθλημα αμερικανικού ποδοσφαίρου) το 2001 ανακάλυψαν ότι είχαν περάσει, χωρίς να το γνωρίζουν, από ένα **σύστημα αναγνώρισης προσώπου**, πολλοί από αυτούς αντέδρασαν βίαια. **Συστήματα αναγνώρισης φωνής** χρησιμοποιούνται σήμερα στην τηλεφωνική εξυπηρέτηση. Στις περισσότερες περιπτώσεις μπορούμε να καταλάβουμε ότι μιλάμε σε ένα μηχάνημα. Στο άμεσο μέλλον, όμως, αυτά τα συστήματα θα έχουν εξελιχθεί τόσο, που δεν θα διακρίνουμε αν μιλάμε σε άνθρωπο ή μηχάνη. Αν πρόκειται να δεχθούμε συμβουλές από ένα μηχάνημα, μήπως θα έπρεπε να γνωρίζουμε ότι δεν συνομιλούμε με άνθρωπο;

Όλοι δεχόμαστε ότι έχουμε δικαιώματα. Θα έπρεπε να έχουν δικαιώματα και τα ευφυή συστήματα; Θα έπρεπε να είναι ίδια αυτά τα δικαιώματα με των ανθρώπων; Αν μια μηχανή σκέφτεται όπως ένας άνθρωπος, είναι ηθικά σωστό να την θέτουμε εκτός λειτουργίας; Έχουν τα **ρομπότ** το δικαίωμα να μην αισθάνονται πόνο; Ο πόνος είναι δυσάρεστος, είναι όμως σημαντικός για την προστασία μας. Ένας ισχυρός πόνος θα σας κάνει να τραβήξετε το χέρι σας από ένα καυτό σκεύος πριν πάθετε σοβαρό έγκαυμα. Μήπως λοιπόν πρέπει να αισθάνονται πόνο τα ρομπότ;

Ευθύνες

Τα δικαιώματα πάντα φέρουν και υποχρεώσεις. Η ευθύνη μας απέναντι στην προστασία των μελλοντικών γενεών, θέτει ένα ερώτημα γύρω από την ρομποτική. Πολλοί ερευνητές πιστεύουν ότι είναι απλά θέμα χρόνου πριν τα ρομπότ γίνουν πιο ευφυή από εμάς. Τότε θα έχουμε χάσει την κυρίαρχη θέση μας ως τα πιο ευφυή πλάσματα στην γη. Κανένας δεν γνωρίζει πως θα συμπεριφερθούν στους ανθρώπους τα καινούργια αυτά μηχανήματα. Μπορούν να κηρύξουν μια νέα εποχή θεαματικής προόδου, θα μπορούσαν όμως και να απειλήσουν την ίδια μας την ύπαρξη.

Συμπεράσματα

Η πρόοδος στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης αποδείχθηκε πιο αργή απ' ό,τι πολλοί ερευνητές είχαν προβλέψει. Στην δεκαετία του 1950, οι επιστήμονες θεωρούσαν ότι το σύστημα **αναγνώρισης φωνής** θα αναπτυσσόταν και θα εξαπλωνόταν μέχρι το 1980-1990. Χρειάστηκαν όμως άλλα είκοσι χρόνια για να εφαρμόσουμε την έρευνα σε συστήματα που λειτουργούν.

Οι έρευνες πάνω στην τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιούν την **υπολογιστική ισχύ** των μεγαλύτερων και πιο ισχυρών υπολογιστών στον κόσμο. Αλλά όταν τα συστήματα με τεχνητή νοημοσύνη τοποθετούνται σε μικρά ανεξάρτητα **ρομπότ**, η μικρή υπολογιστική ισχύς που μπορεί να εφαρμοστεί σε συγκεκριμένο χώρο και το κόστος της, έχουν αποτελέσει προβλήματα κατά το παρελθόν. Αλλά με το πέρασμα του χρόνου και τα δύο αυτά προβλήματα εκμηδενίζονται. Η ποσότητα υπολογιστικής ισχύς που μπορεί να αγοραστεί με 1000 δολάρια στις ΗΠΑ διπλασιάζεται κάθε ένα με δύο χρόνια. Και ο ρυθμός σμίκρυνσης είναι τέτοιος που η ισχύς ενός **επιτραπέζιου υπολογιστή** πριν λίγα χρόνια μπορεί σήμερα να συμπιεστεί στον χώρο που καταλαμβάνει ένα γραμματόσημο.

Όλοι οι τομείς τεχνητής νοημοσύνης και ρομποτικής ανάπτυξης προοδεύουν με μεγάλη ταχύτητα σήμερα. Όμως οι εργασίες έχουν διαφορετικές κατευθύνσεις στα διάφορα μέρη του κόσμου. Κάποιες ερευνητικές ομάδες εργάζονται πάνω στην αναγνώριση φωνής, άλλες διδάσκουν **ανθρωποειδή** ρομπότ να περπατούν, ενώ άλλες ομάδες διδάσκουν ρομπότ να αντιλαμβάνονται τον κόσμο γύρω τους. Όταν στο μέλλον, πιθανόν μέσα στα επόμενα είκοσι χρόνια, γίνει η συνένωση όλων αυτών των εργασιών για την κατασκευή μιας νέας γενιάς ρομπότ με νοημοσύνη, μάλλον θα δούμε ένα ξαφνικό άλμα στη χρήση ρομπότ. Ερευνητές πάνω στην τεχνητή νοημοσύνη προβλέπουν ότι όλοι θα χρησιμοποιούμε ρομπότ με τεχνητή νοημοσύνη στο κοντινό μέλλον με την ίδια περίπου ευκολία που χρησιμοποιούμε σήμερα τα τηλέφωνα, τους υπολογιστές και το **Internet**.

Κάποιοι επιστήμονες πιστεύουν ότι είναι πιθανό μέσα στα επόμενα χρόνια να κατασκευαστεί ένας ρομποτικός εγκέφαλος εφάμιλλος του ανθρώπινου. Οι **επιπτώσεις** για την ανθρωπότητα θα είναι δύσκολο να προβλεφθούν.

Είναι πολύ δύσκολο να προβλέψουμε την επίδραση της τεχνητής νοημοσύνης και της ρομποτικής στην κοινωνία μας και σε εμάς τους ίδιους. Η τεχνητή νοημοσύνη προσφέρει σε εταιρίες υπηρεσίες επιβολής του νόμου και σε κυβερνήσεις την δύναμη να προσεγγίσουν, να συνδυάσουν και να αναλύσουν πληροφορίες για μας γρηγορότερα και με μεγαλύτερη ισχύ. Αυτό όμως μπορεί να απειλήσει την ελευθερία και την ιδιωτική μας ζωή. Και αν τα ευφυή συστήματα που μπορούν να μας ακούν και να μας απαντούν γίνουν είδη καθημερινής χρήσης, είναι δύσκολο να προβλέψουμε πως θα μπορούσαν να αλλάξουν τη σχέση μας με τους άλλους ανθρώπους. Το 1909, ο συγγραφέας E.M. Forster έγραψε μια ιστορία με τίτλο *Η Μηχανή Σταμάτησε*. Περιγράφει έναν μελλοντικό κόσμο στον οποίο οι άνθρωποι ζουν κάτω από τη γη σε σπίτια όπου η «Μηχανή» του παρέχει ό,τι χρειάζονται σε πληροφορίες, υπηρεσίες, διασκέδαση και συντροφιά. Σαν αποτέλεσμα, οι άνθρωποι γίνονται ανίκανοι να λειτουργήσουν χωρίς αυτή. Θα μπορούσε άραγε να συμβεί και σε μας αυτό; Θα βελτιώσουν τον κόσμο και τη ζωή μας τα ρομπότ όπως ελπίζουμε ή θα μας απομονώσουν από τους άλλους και θα μας οδηγήσουν στον εφιαλτικό κόσμο που περιγράφει ο Forster;

Κανένας δεν γνωρίζει...

«Η τεχνητή νοημοσύνη δεν μπορεί να μας απαλλάξει από τη φυσική ηλιθιότητα»

Ανώνυμος

Χρονολόγιο

400 π.Χ. Ο Αρχύτας από τον Τάραντα πιστεύεται ότι κατασκεύασε ένα ξύλινο περιστέρι που μπορούσε να κουνάει τα φτερά του.

1533 Στη Γερμανία, ο Johann Muller λέγεται ότι δημιούργησε μια μηχανική μύγα και έναν αετό που μπορούσαν πραγματικά να πετάνε.

1645 Ο Blaise Pascal δημιουργεί την πρώτη υπολογιστική μηχανή, η οποία μπορεί να κάνει και προσθέσεις και αφαιρέσεις.

1694 Ο Baron Von Leibniz αναπτύσσει μια μηχανή υπολογισμών που μπορεί να κάνει και πολλαπλασιασμούς.

1880 Ο Wilhelm Roentgen πειραματίζεται εφαρμόζοντας ηλεκτρικό ρεύμα σε ελαστικές ταινίες, έρευνα που θα οδηγήσει αργότερα στην ανάπτυξη των ηλεκτρικά κινούμενων πλαστικών μιών των **ρομπότ**.

1921 Ο Τσέχος θεατρικός συγγραφέας Karel Capek δημιουργεί τον όρο «ρομπότ».

1942 Η λέξη «ρομποτική» χρησιμοποιείται για πρώτη φορά από τον συγγραφέα επιστημονικής φαντασίας Isaac Asimov στο έργο του «Runaround», το οποίο επίσης περιλαμβάνει τους αρχικούς τρεις νόμους της ρομποτικής.

1943 Ο Warren McCulloch και ο Walter Pitts μελετούν την ιδέα της δημιουργίας του **τεχνητού νευρωνικού δικτύου** που θα έχει την ικανότητα να μαθαίνει.

1949 Ο William Grey Walter κατασκευάζει δύο μηχανές, τον Elmer και την Elsie, που συμπεριφέρονται σαν ρομπότ-χελώνες.

1950 Ο Alan Turing επινοεί τον Test Turing, που εξετάζει αν ένας υπολογιστής δείχνει σημάδια νοημοσύνης στην συμπεριφορά του.

1954 Κατασκευάζεται το πρώτο σύγχρονο ρομπότ, ένα **βιομηχανικό ρομπότ** με όνομα Ultimate.

1956 Ο όρος «τεχνητή νοημοσύνη» χρησιμοποιείται για πρώτη φορά σε ένα συνέδριο ρομποτικής στο κολέγιο Dartmouth των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής.

1966 Το Ερευνητικό Ινστιτούτο στο Stanford των ΗΠΑ κατασκευάζει τον Shakey, το πρώτο κινητό ρομπότ που μπορεί να συνομιλεί για αυτά που τον περιβάλλουν.

1973 Στη Σκωτία δημιουργείται ένα ρομπότ με την ονομασία Freddy 2, το οποίο μπορούσε να συναρμολογεί αντικείμενα από έναν σωρό με κομμάτια. Ο Victor Scheinman αναπτύσσει το Puma (Programmable Universal Manipulation Arm: Παγκόσμιο Προγραμματιζόμενο Χέρι Λεπτών Χειρισμών), ένα προγραμματιζόμενο βιομηχανικό ρομποτικό χέρι.

1979 Ο Hans Moravec κατασκευάζει το Stanford Cart, ένα ρομπότ που βρίσκει μόνο του τη διαδρομή μέσα σε ένα δωμάτιο γεμάτο εμπόδια.

1989 Ο Genghis, ένα ρομπότ που περπατάει, κατασκευάζεται στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης (MIT) των ΗΠΑ.

1994 Ένα ρομπότ με όνομα Dante 2 δημιουργείται για την μελέτη των αερίων μέσα σε ηφαίστεια.

1996 Η πρώτη εικονική pop star, η Kyoko Date, κατασκευάζεται στην Ιαπωνία. Στο MIT δημιουργούν ένα ρομπότ-ψάρι. Στην Ιαπωνία η Honda αναπτύσσει ένα **πρωτότυπο ρομπότ**, το P-2, που μπορεί να περπατάει και να ανεβαίνει σκάλες.

1997 Ο υπολογιστής Deep Blue της IBM κερδίζει τον Gary Kasparov, τον παγκόσμιο πρωταθλητή στο σκάκι.

Το ρομπότ Sojourner της NASA εξερευνά την επιφάνεια του πλανήτη Άρη.

Ομάδες ρομπότ ανταγωνίζονται για το πρώτο ποδοσφαιρικό κύπελλο μεταξύ ρομπότ, στη Nagoya της Ιαπωνίας.

1998 Στο MIT των ΗΠΑ αρχίζει η δημιουργία του Kismet, ενός ρομπότ που μπορεί να μιμηθεί τα συναισθήματα ενός μωρού.

1999 Αρχίζει να πωλείται το ρομποτικό σκυλί-παιχνίδι της Sony, ο Aibo.

Το ρομπότ Cyg κατασκευάζεται για να εκτελεί οικιακές εργασίες.

Ένα ρομπότ για να εκτελεί αιμοληψίες από ασθενείς δημιουργείται στο Imperial College του Λονδίνου.

Ένα ρομπότ σκουλήκι για τον καθαρισμό λεπτών σωλήνων ή αιμοφόρων αγγείων δημιουργείται στην Γερμανία.

2000 Πάνω από 700.000 ρομπότ χρησιμοποιούνται παγκοσμίως, περισσότερα από τα μισά στην Ιαπωνία.

Η εικονική παρουσιάστρια ειδήσεων Αναπωνα αρχίζει να διαβάζει απευθείας ειδήσεις στο **Internet**.

Το ρομπότ Skyworker δημιουργείται από στο Ινστιτούτο Ρομποτικής του Pittsburg, στην Pennsylvania των ΗΠΑ, για να βοηθάει τους αστροναύτες να κατασκευάζουν και να συντηρούν μεγάλες κατασκευές στο διάστημα.

Ένα γαστρορομπότ, που κατασκευάστηκε στο Πανεπιστήμιο της Νότια Φλόριντα, στην Ταμπα των ΗΠΑ, αποκτά ενέργεια «τρώγοντας» ζάχαρη.

Ο εγκέφαλος μιας σμέρνας χρησιμοποιείται για να κατευθύνει ένα ρομπότ.

Η Honda παραδίνει το τελευταίο της ρομπότ που περπατάει, το P-3.

2001 Κατασκευάζεται το ρομπότ Hyperion στο Pittsburg, για την εξερεύνηση μακρινών πλανητών και δορυφόρων.

Ένα κατασκοπευτικό αεροπλάνο-ρομπότ πετάει μόνο του από τις ΗΠΑ μέχρι την Αυστραλία, μια απόσταση 13.000 km.

2003 Η NASA σχεδιάζει να στείλει δύο ρομπότ στον πλανήτη Άρη.

Γλωσσάριο

Αισθητήρες (sensors): συσκευές που εντοπίζουν ή καταμετρούν κάτι

Ανθρωποειδές: ρομπότ που μοιάζει με άνθρωπο.

Ανιχνευτής (sonar): σύστημα εντοπισμού των αντικειμένων που βρίσκονται μπροστά από ένα ρομπότ. Εκπέμπει υπέρηχους και συγκεντρώνει αυτούς που ανακλούνται όταν χτυπούν πάνω σε αντικείμενα. Η λέξη προκύπτει από τα αρχικά των λέξεων «sound navigation and ranging», δηλαδή «εντοπισμός και ταξινόμηση ήχου».

Αυτόνομος: ανεξάρτητος από κάθε εξωτερικό έλεγχο.

Βάση γνώσης: αποθηκευμένες πληροφορίες και κανόνες που χρησιμοποιούνται από ένα εξειδικευμένο σύστημα για την επίλυση ενός προβλήματος ή τη λήψη μιας απόφασης.

Βιομηχανικά ρομπότ: ρομπότ που χρησιμοποιούνται στις βιομηχανίες, ειδικά στις κατασκευαστικές, όπου εκτελεί εργασίες όπως συγκολλήσεις ή βαψίματα, που πριν γίνονταν από ανθρώπους.

Γαστρορομπότ: ρομπότ που παίρνει ενέργεια από τη λήψη και τη διάσπαση της τροφής. Η ενέργεια που εκλύεται από την τροφή μετατρέπεται σε ηλεκτρική.

Εικονικά ρομπότ: ρομπότ που δεν είναι πραγματικές μηχανές, αλλά υπάρχουν μόνο μέσα στην μνήμη ενός υπολογιστή. Εμφανίζονται σε οθόνες video, παρακολουθούνται πιθανώς με την χρήση κράνους εικονικής πραγματικότητας. Φορώντας ένα γάντι δεδομένων, μπορεί κάποιος να πάσει, να σηκώσει και να μετακινήσει αντικείμενα στον εικονικό κόσμο του ρομπότ.

Εικονική πραγματικότητα (virtual reality): εκδοχή της πραγματικότητας, κατασκευασμένα από τον υπολογιστή.

Εξειδικευμένα συστήματα: μηχανές που διαθέτουν την απαιτούμενη γνώση και εμπειρία ενός ή και περισσότερων ειδικών σε ένα συγκεκριμένο θέμα, όπως είναι η Ιατρική.

Κατανεμημένη ρομποτική: η κατασκευή και χρήση ενός ρομποτικού συστήματος που αποτελείται από μια ομάδα μικρών ρομπότ που επικοινωνούν μεταξύ τους και συνεργάζονται για να εκτελέσουν μια εργασία.

Λογισμικό (software): πρόγραμμα υπολογιστή που καθορίζει τον τρόπο που ο υπολογιστής ή ένα ρομπότ θα λειτουργήσει.

Μικρορομπότ: μικρά ρομπότ. Δεν υπάρχουν αυστηροί κανόνες για το πόσο μικρό πρέπει να είναι ένα ρομπότ για να ονομάζεται έτσι, αλλά τα περισσότερα σε μέγεθος ρομπότ με μέγεθος μικρότερο από ένα κοντί παπουτσιών και μεγαλύτερα από το μέγεθος ενός μπιζελιού, περίπου καλούνται μικρορομπότ.

Νανορομπότ: πολύ μικρά ρομπότ, με μήκος μικρότερο από λίγα χιλιοστά του μέτρου. Κάποια είναι τόσο μικροσκοπικά που διακρίνονται με την χρήση ενός μικροσκοπίου.

Νευρωνικά δίκτυα: συστήματα επεξεργασίας πληροφοριών, κατασκευασμένα από μονάδες που καλούνται νευρώνες, συνδεδεμένους μεταξύ τους με πολύ περίπλοκο τρόπο. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος είναι ένα νευρωνικό δίκτυο. Ένας υπολογιστής που αντιγράφει τη δομή αυτή καλείται τεχνητό νευρωνικό δίκτυο.

Πυρίτιο: ουσία που περιέχεται στην άμμο και χρησιμοποιείται στην κατασκευή κυκλωμάτων υπολογιστών.

Fuzzy Logic (συγκεχυμένη λογική): τύπος προγράμματος λήψης αποφάσεων που χρησιμοποιείται από υπολογιστές και μπορεί να επεξεργαστεί μη ακριβείς ή ατελείς πληροφορίες, παρόμοια με τον ανθρώπινο εγκέφαλο.

Hardware: τα μηχανολογικά και ηλεκτρονικά εξαρτήματα ενός υπολογιστή ή ένα ρομπότ.

Internet: παγκόσμιο δίκτυο από συνδεδεμένα δίκτυα υπολογιστών.

NASA: η Εθνική Αεροναυπηγική και Διαστημική Διοίκηση των ΗΠΑ. Η υπηρεσία της κυβέρνησης των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής που αναλαμβάνει προηγμένες ερευνητικές πτήσεις. Όλες οι επανδρωμένες διαστημικές αποστολές των ΗΠΑ διεύθυνονται από την NASA.

Βιβλιογραφία

Ελληνική βιβλιογραφία

- Haugeland, J. (1992), *Τεχνητή Νοημοσύνη. Σχεδιάζοντας τη νόηση: από την υπολογιστική θεωρία στις σύγχρονες ευφυείς μηχανές*. Εκδόσεις Κάτοπτρο, Αθήνα
- Παπουτσής, Ι. (2002), *Βασικά θέματα πληροφορικής*. Καλαμάτα
- Graham, I. (2004), *Τεχνητή Νοημοσύνη*. Εκδόσεις Σαββάλας, Αθήνα

Αγγλική βιβλιογραφία

- Shortliffe, E. (1990), *Medical Informatics: Computer Applications in Health Care*. Εκδόσεις Addison-Wesley, New York
- McLeod, R. (1993), *Management Information Systems*. Εκδόσεις Macmillan, Toronto
- Horn, W., Yuval, S., Andreassen, S., Wyatt, J. (1999), *Artificial Intelligence in Medicine*. Εκδόσεις Springer, Berlin
- Jeffries, D. (1999), *Artificial Intelligence: Robotics and Machine Evolution*. Εκδόσεις Crabtree, England
- Challoner, J. (1999), *What's the Big Idea? Artificial Intelligence – Can Computer Think?* Εκδόσεις Hodder, Oxford

Websites

- [Http:// www.newscientist.com](http://www.newscientist.com)
- [Http://www.ri.cru.edu](http://www.ri.cru.edu)
- [Http://www.aaai.org](http://www.aaai.org)
- [Http://www.humanoid.waseda.ac.jp](http://www.humanoid.waseda.ac.jp)
- [Http://www.ai.mit.edu](http://www.ai.mit.edu)
- [Http://www.news.bbc.co.uk](http://www.news.bbc.co.uk)
- [Http://www.sciam.com](http://www.sciam.com)
- [Http://www.businessweek.com](http://www.businessweek.com)
- [Http://www.healthcare-informatics.com](http://www.healthcare-informatics.com)
- [Http://www.in.gr](http://www.in.gr)

Περιεχόμενα

ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ: ΑΥΤΟΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ Η ΘΕΩΣΗ;	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο – ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ	2
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	2
1.1.1 Η άνοδος της πληροφορικής της υγείας.....	3
1.2 ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ.....	5
<i>Προ τεχνητής νοημοσύνης</i>	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο – ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ (ARTIFICIAL INTELLIGENCE)	14
2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	14
2.2 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ.....	14
2.2.1 <i>Συγκεκριμένη λογική (Fuzzy logic)</i>	16
2.3 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ.....	16
2.3.1 <i>Οι «Έξυπνες» Ιατρικές Συσκευές</i>	16
2.3.2 <i>Τα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων</i>	17
2.3.3 <i>Τα Συστήματα Μάθησης</i>	18
2.3.4 <i>Τα Συστήματα Αναγνώρισης της Ανθρώπινης Ομιλίας</i>	18
2.3.5 <i>Η Αναγνώριση Μορφών</i>	20
2.3.6 <i>Τα Ρομπότ και η Ρομποτική</i>	20
2.4 ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΙΑΤΡΙΚΗ.....	21
2.4.1 <i>Ορισμοί</i>	22
2.4.2 <i>Ιστορία</i>	24
2.4.3 <i>Διαγράμματα ροής</i>	25
2.4.4 <i>Βάσεις δεδομένων</i>	25
2.4.5 <i>Θεωρία αποφάσεων</i>	26
2.4.6 <i>Πρόσθετη ευελιξία</i>	27
2.4.7 <i>Πείρα και κοινή αίσθηση</i>	27
2.4.8 <i>Τεχνητή νοημοσύνη και βασισμένα στη γνώση συστήματα</i>	29
2.4.9 <i>Το βάθος της γνώσης</i>	30
2.5 <i>ΟΙ ΚΛΑΔΟΙ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ</i>	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο – ΤΑ ΈΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	33
3.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΈΜΠΕΙΡΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	33
3.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΜΠΕΙΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	33
3.2.1 <i>Πλεονεκτήματα των έμπειρων συστημάτων</i>	33
3.2.2 <i>Μειονεκτήματα των βασισμένων στους κανόνες έμπειρων συστημάτων</i>	34
3.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ.....	35
3.4 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ – ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΜΠΕΙΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	36
3.4.1 <i>Το Ιατρικό κέντρο Montefiore</i>	36
3.4.2 <i>Η εταιρεία Blue Cross Blue Shield</i>	37
3.4.3 <i>Στην Πενσυλβανία, σχέδια κινδύνου και ευκαιρίας</i>	39
3.4.4 <i>Το Accusode, ένα έμπειρο σύστημα από το Ινστιτούτο HSS</i>	40
3.4.5 <i>Το Focal Point</i>	42
3.4.6 <i>Το λογισμικό CaseAlert</i>	43
3.5 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΕ ΣΤΕΡΕΟΤΥΠΗ ΧΡΗΣΗ.....	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο – ΡΟΜΠΟΤ	48
4.1 ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ.....	48
4.2 ΑΝΘΡΩΠΙΝΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ.....	53
4.2.1 <i>Ανδροειδή</i>	53
4.3 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ – ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΡΟΜΠΟΤ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ.....	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο – Ο ΚΟΣΜΟΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΖΩΗΣ	60
5.1 ΤΕΧΝΗΤΗ ΖΩΗ (A-LIFE).....	60
5.2 ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ.....	60
5.3 ΜΙΚΡΟΚΟΣΜΟΙ.....	62
5.3.1 <i>Οι Μικροεπεξεργαστές</i>	63
5.3.2 <i>Τα Βιοτσίπ</i>	64

5.3.3 Οι Μικρομηχανές.....	65
5.3.4 Η Μοριακή Νανοτεχνολογία.....	65
5.3.5 Τα Δενδρικά Μόρια.....	66
5.3.6 Μικροιατρική του Μέλλοντος.....	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο- ΤΑ ΝΕΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ.....	70
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ^ο – Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ.....	75
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο - ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΚΑΙ ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΗΘΙΚΗΣ.....	77
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	83
ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΟ.....	84
ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ.....	86
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	88
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	89