

Ατομική Διπλωματική Εργασία

**ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ ΑΝΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ
ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΕΜΠΕΙΡΟΓΝΩΜΟΣΥΝΗΣ ΚΥΡΙΩΣ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ**

ΜΑΡΙΑ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΜΑΙΟΣ 2012

Ατομική Διπλωματική Εργασία

**ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ ΑΝΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ
ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΕΜΠΕΙΡΟΓΝΩΜΟΣΥΝΗΣ ΚΥΡΙΩΣ ΣΤΗΝ
ΙΑΤΡΙΚΗ**

Μαρία Παπαδοπούλου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μάιος 2012

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ ΑΝΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΕΜΠΕΙΡΟΓΝΩΜΟΣΥΝΗΣ ΚΥΡΙΩΣ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ

Μαρία Παπαδοπούλου

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

Ελπίδα Κεραυνού-Παπαηλιού

Η Ατομική Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων απόκτησης του πτυχίου Πληροφορικής του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου

Μάιος 2012

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κ. Ε. Κεραυνού τόσο για την εμπιστοσύνη και το ενδιαφέρον που έδειξε κατά την ανάθεση της εργασίας, όσο και για τη βοήθεια και τη καθοδήγηση που πρόσφερε κατά τη διάρκεια της συγγραφής της εργασίας αυτής. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για τη συμπαράσταση της καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μου.

Περίληψη

Η διπλωματική αυτή εντάσσεται στα πεδία της Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligent) και γνωστικής επιστήμης (Cognitive Science). Οι στόχοι της αναλύονται ως εξής: α) Η διεξαγωγή μίας βιβλιογραφικής μελέτης ανασκόπησης πάνω στο θέμα της ανάπτυξης της ανθρώπινης εμπειρογνωμοσύνης κυρίως στην ιατρική. β) Η γραπτή παρουσίαση των ευρημάτων της βιβλιογραφικής μελέτης ανασκόπησης με κεντρικά σημεία αναφοράς τα εξής: i) τις δομές γνώσεις που διακρίνουν τους έμπειρους επιλυτές προβλημάτων, ii) τις στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων των εμπείρων, και iii) πως οι στρατηγικές αυτές εμπλέκουν τις βασικές μορφές συλλογισμού, συμπεράσμα (deduction), απαγωγή (abduction), και επαγωγή (induction).

Η μελέτη, του ιατρικού συλλογισμού αποδείχθηκε κατά καιρούς πολύ σημαντική για την έρευνα της γνωστικής (cognitive) επιστήμης και της Τεχνητής Νοημοσύνης στην ιατρική. Ο ιατρικός συλλογισμός περιέχει μια επαγωγική/συμπερασματική διαδικασία για την εξαγωγή μιας διάγνωσης ή μιας θεραπευτικής απόφασης, ή την κατανόηση της παθολογίας σε μια ασθένεια.

Μέσα λοιπόν από τη διερεύνηση και κατανόηση της διαμόρφωσης της ανθρώπινης εμπειρογνωμοσύνης στην ιατρική διάγνωση, παρατηρήσαμε ότι η επαναλαμβανόμενη χρήση της απαιτούμενης γνώσης από τους ιατρούς αλλάζει τη δομή της γνώσης τους, βελτιώνει την ικανότητά τους να μπορούν να αξιολογούν τις υποθέσεις τους, και τέλος διαμορφώνει και καθορίζει τις μορφές συλλογισμού που εφαρμόζουν. Με την ολοκλήρωση λοιπόν, της διπλωματικής αυτής, συμπεραίνουμε ότι η κατανόηση του πως διαμορφώνεται κάποια εμπειρογνωμοσύνη, αποτελεί σημαντικό μέρος της θεμελιακής βάσης της τεχνολογίας της Τεχνητής Νοημοσύνης και πιο συγκεκριμένα των έμπειρων συστημάτων.

Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή	- 1 -
Κεφάλαιο 2 Τεχνητή Νοημοσύνη και είδη γνώσης.....	- 3 -
2.1 Τεχνητή Νοημοσύνη και βασικές εφαρμογές στην ιατρική.....	- 3 -
2.1.1 Ιστορική αναδρομή.....	- 3 -
2.1.2 Τι είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη.....	- 7 -
2.1.3 Σύγχρονες Εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης	- 12 -
2.2 Γνώση.....	- 14 -
2.2.1 Διαχωρισμός δεδομένων, πληροφορίας και γνώσης	- 15 -
2.2.2 Είδη γνώσης στην εμπειρογνωμοσύνη	- 16 -
2.2.3 Βασικές μορφές συλλογισμού.....	- 18 -
2.2.3.1 Συμπέρασμα.....	- 20 -
2.2.3.2 Απαγωγή.....	- 20 -
2.2.3.3 Επαγωγή	- 21 -
Κεφάλαιο 3 Διαμόρφωση της ανθρώπινης εμπειρογνωμοσύνης στην ιατρική διάγνωση.....	- 22 -
3.1 Ιατρικός συλλογισμός	- 22 -
3.2 Εμπειρογνωμοσύνη στην ιατρική	- 25 -
3.2.1 Γνώση αναφορικά με ασθένειες	- 28 -
3.2.2 Οργάνωση της γνώσης: Γνωστικές δομές.....	- 30 -
3.2.2.1 Πρωτότυπα (Prototypes).....	- 30 -
3.2.2.2 Σχήματα (Schemas).....	- 30 -
3.2.2.3 Σημασιολογικά δίκτυα (Semantic networks).....	- 32 -

Κεφάλαιο 4 Μορφές ιατρικού συλλογισμού.....	- 34 -
4.1 Μορφές ιατρικού συλλογισμού στην εμπειρογνωμοσύνη	- 34 -
4.2 Μετασχηματισμός της βιοϊατρικής γνώσης σε κλινική γνώση (Encapsulation of Knowledge)	- 38 -
4.3 Ενδιάμεσο αποτέλεσμα (Intermediate Effect).....	- 40 -
 Κεφάλαιο 5 Συμπεράσματα.....	 - 44 -
5.1 Γενικά συμπεράσματα.....	- 44 -
5.2 Εισηγήσεις για δυνατή επέκταση της εργασίας.....	- 52 -
 Βιβλιογραφία	 - 54 -

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Είναι πλέον γεγονός ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligent), ή για συντομία TN, έχει διεισδύσει για τα καλά στην καθημερινή ζωή του ανθρώπου μέσα από τη μορφή ‘έξυπνων’ κατασκευών, σκοπός των οποίων είναι να κάνουν τη χρήση της τεχνολογίας ευκολότερη. Η διπλωματική αυτή εντάσσεται στα πεδία της TN και της γνωστικής επιστήμης (cognitive science) και οι στόχοι της αναλύονται ως εξής: α) Η διεξαγωγή μίας βιβλιογραφικής μελέτης ανασκόπησης πάνω στο θέμα της ανάπτυξης της ανθρώπινης εμπειρογνωμοσύνης κυρίως στην ιατρική. β) Η γραπτή παρουσίαση των ευρημάτων της βιβλιογραφικής μελέτης ανασκόπησης με κεντρικά σημεία αναφοράς τα εξής: i) τις δομές γνώσεις που διακρίνουν τους έμπειρους επιλυτές προβλημάτων, ii) τις στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων των εμπείρων, και iii) πως οι στρατηγικές αυτές εμπλέκουν τις βασικές μορφές συλλογισμού, συμπεράσμα (deduction), απαγωγή (abduction), και επαγωγή (induction).

Το εισαγωγικό αυτό κεφάλαιο κατατοπίζει τον αναγνώστη στο θέμα, στους στόχους αλλά και στα βασικά συμπεράσματα της διπλωματικής αυτής. Ακολουθεί στο δεύτερο κεφάλαιο μια ιστορική αναδρομή για την ανάπτυξη της TN και ένα θεωρητικό υπόβαθρο σχετικά με τα είδη γνώσης στην εμπειρογνωμοσύνη και τις βασικές μορφές συλλογισμού. Στο τρίτο κεφάλαιο δίνονται πληροφορίες για τον ιατρικό συλλογισμό και εξηγείται πόσο σημαντικός είναι ο ρόλος του για την έρευνα της γνωστικής επιστήμης και της Τεχνητής Νοημοσύνης στην ιατρική. Στη συνέχεια ακολουθεί μια βιβλιογραφική ανασκόπηση από εμπειρικές μελέτες και έρευνες όσον αφορά την εμπειρογνωμοσύνη στην ιατρική όπου συγκρίνουμε την ανάπτυξη και την οργάνωση της γνώσης μεταξύ των εμπειρών και μη εμπειρών ιατρών.

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση συνεχίζεται και στο τέταρτο κεφάλαιο όπου αυτή τη φορά μελετούμε και συγκρίνουμε τις μορφές συλλογισμού που χρησιμοποιούν οι έμπειροι και μη έμπειροι ιατροί. Στο ίδιο κεφάλαιο ακολουθούν αποτελέσματα και πληροφορίες από τη βιβλιογραφία όσον αφορά το φαινόμενο του ενδιάμεσου αποτελέσματος καθώς επίσης και το μετασχηματισμό της δομής της γνώσης κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης της εμπειρογνωμοσύνης. Τέλος, στο κεφάλαιο πέντε αναλύονται τα γενικά συμπεράσματα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και προτείνονται εισηγήσεις για ενδεχόμενες επεκτάσεις της εργασίας.

Μέσα από τη διερεύνηση και κατανόηση της διαμόρφωσης της ανθρώπινης εμπειρογνωμοσύνης στην ιατρική διάγνωση, καταλήγουμε στα εξής γενικά συμπεράσματα: η επαναλαμβανόμενη χρήση της απαιτούμενης γνώσης από τους ιατρούς αλλάζει τη δομή της γνώσης τους, βελτιώνει την ικανότητά τους να μπορούν να αξιολογούν τις υποθέσεις τους, και τέλος διαμορφώνει και καθορίζει τις μορφές συλλογισμού που εφαρμόζουν. Με την ολοκλήρωση λοιπόν, της διπλωματικής αυτής, διαφαίνεται ότι η κατανόηση του πως διαμορφώνεται κάποια εμπειρογνωμοσύνη, αποτελεί σημαντικό μέρος της θεμελιακής βάσης της τεχνολογίας της ΤΝ και πιο συγκεκριμένα των έμπειρων συστημάτων.

Κεφάλαιο 2

Τεχνητή Νοημοσύνη και είδη γνώσης

2.1 Τεχνητή Νοημοσύνη και βασικές εφαρμογές στην ιατρική	3
2.1.1 Ιστορική αναδρομή	3
2.1.2 Τι είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη	7
2.1.3 Σύγχρονες Εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης	12
2.2 Γνώση	14
2.2.1 Διαχωρισμός δεδομένων, πληροφορίας και γνώσης	15
2.2.2 Είδη γνώσης στην εμπειρογνωμοσύνη	16
2.2.3 Βασικές μορφές συλλογισμού	18
2.2.3.1 Συμπέρασμα	20
2.2.3.2 Απαγωγή	20
2.2.3.3 Επαγωγή	21

2.1 Τεχνητή Νοημοσύνη και βασικές εφαρμογές στην ιατρική

2.1.1 Ιστορική αναδρομή

Η ΤΝ θεωρείται από τις νεότερες επιστήμες, αλλά αυτό εξαρτάται από το πότε τοποθετείται χρονικά η έναρξή της. Η σοβαρή δουλειά άρχισε να γίνεται λίγο μετά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, και ο ίδιος ο όρος ‘Τεχνητή Νοημοσύνη’ επινοήθηκε από τον

John McCarthy στο συνέδριο του Dartmouth το καλοκαίρι του 1956. Αναμφισβήτητα, οι ρίζες της ΤΝ μπορούν να χρονολογηθούν πολύ πιο πριν επινοηθεί ο όρος της, στο έργο των αρχαίων Ελλήνων φιλοσόφων, κυρίως του Αριστοτέλη (350 π.Χ.) ο οποίος ανέλυσε τη λογική ως εργαλείο σκέψης, και σε μεταγενέστερο στάδιο, στο έργο διάσημων μαθηματικών όπως του George Boole (1840) ο οποίος ανέπτυξε τους ‘νόμους σκέψης’ και τον παραλληλισμό μεταξύ αλγεβρικών πράξεων (Κεραυνού, 2000, Ταμπουρατζή, 2009). Υπήρχαν μερικά πρώιμα παραδείγματα εργασιών που θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως δείγματα ΤΝ, αλλά ο Άγγλος μαθηματικός Alan Turing, ο οποίος θεωρείται ένας από τους πατέρες της ΤΝ, ήταν εκείνος που διατύπωσε πρώτος ένα πλήρες όραμα για την ΤΝ το 1950, στο άρθρο του ‘Computing Machinery and Intelligence’. Στο άρθρο αυτό, παρουσίασε τη δοκιμασία Turing την οποία θα αναλύσουμε αργότερα στο κεφάλαιο αυτό, τη μηχανική μάθηση, τους γενικούς αλγόριθμους και την ενισχυτική μάθηση (Russell and Norvig, 2005).

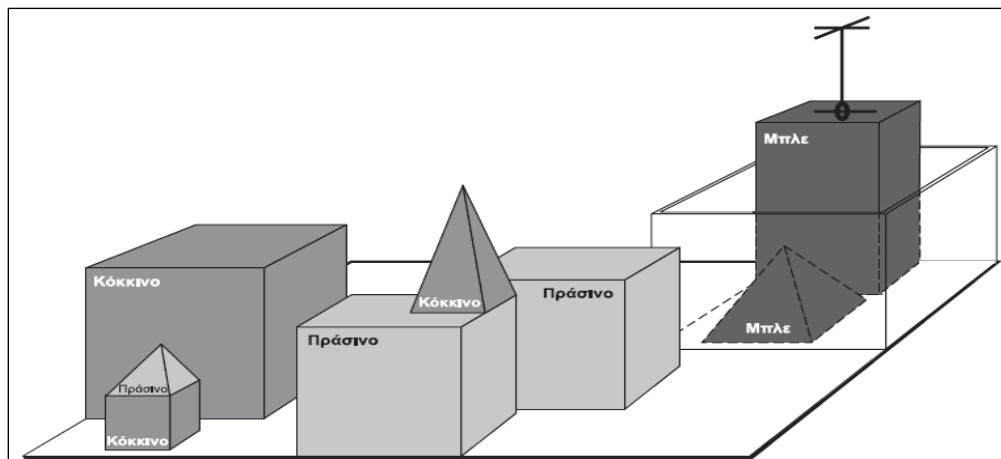
Γενικά το χρονικό διάστημα από το 1950 μέχρι τα μέσα του 1970 θεωρείται ως η πρώτη φάση της ΤΝ (συμβολική/κλασσική ΤΝ). Κατά την περίοδο αυτή σημειώθηκαν σημαντικές επιτυχίες της ΤΝ οι οποίες αφορούσαν στη μετάφραση (language translation) τεχνικών κειμένων και στη επίλυση προβλημάτων (problem solving) π.χ. Logistic Theorist (LT), και General Problem Solver (GPS). Το Logistic Theorist ήταν ένα πρόγραμμα συλλογιστικής το οποίο δημιουργήθηκε από τους Allan Newell και Herbert Simon το 1957. Το πρόγραμμα αυτό μπορούσε και αποδείκνυε θεωρήματα της λογικής και μάλιστα – ορισμένες φορές – μέσω συντομότερων αποδείξεων από τις υπάρχουσες (Ταμπουρατζή, 2009). Το General Problem Solver δημιουργήθηκε και πάλι από τους Allan Newell και Herbert Simon το 1972. Το GPS σε αντίθεση με το Logistic Theorist, ήταν σχεδιασμένο από την αρχή να μιμείται τα ανθρώπινα πρωτόκολλα επίλυσης προβλημάτων και στόχος του ήταν να μπορέσει να επιλύσει οποιοδήποτε πρόβλημα σε οποιοδήποτε τομέα. Μετά από μία σχεδόν δεκαετία προσπαθειών, αποδείχθηκε ότι ο στόχος αυτός δεν ήταν κατορθωτός συμπεραίνοντας ότι η γνώση παίζει ουσιαστικό ρόλο για την επίλυση ενός προβλήματος. Αυτό το αποτέλεσμα, άλλαξε ριζικά τον προσανατολισμό στους στόχους του πεδίου και εστίασε το ενδιαφέρον στην αναπαράσταση της ανθρώπινης γνώσης με συμβολικό τρόπο και τη χρήση της μέσα στα πλαίσια υπολογιστικών συστημάτων

(Κεραυνού, 2000). Όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται: ‘Η αποδοχή της σημασίας της γνώσης στην επίλυση προβλημάτων αποτελεί το θεμέλιο λίθο της τεχνολογίας των έμπειρων συστημάτων, η έναρξη της οποίας χρονολογείται στις αρχές της δεκαετίας του 70. Εδώ κεντρικός στόχος είναι η αυτοματοποίηση εξειδικευμένης γνώσης, κάτι το οποίο είναι πιο συγκεκριμένο από την αυτοματοποίηση κοινής γνώμης και αυτονόητου συλλογισμού, που επίσης αποτελούν περιοχές έντονου ενδιαφέροντος’, (Κεραυνού, 2000).

Άλλες σημαντικές επιτυχίες κατά την πρώτη φάση της TN είναι η ανάπτυξη της γλώσσας λογικού προγραμματισμού LISP από τον John McCarthy το 1959 και της PROLOG από τον Robinson το 1965, η οποία πήρε την ονομασία της από τη φράση ‘programming in logic’ (Kurfess, 2001). Ακόμη μία επιτυχία σημειώθηκε το 1972 όταν ο Winograd εισήγαγε ένα σύστημα αναγνώρισης τεχνητού μικρόκοσμου κύβων (blocks world). Το σύστημα αυτό αποτελείτο από ένα σύνολο στερεών γεωμετρικών σχημάτων τοποθετημένων πάνω σε ένα τραπέζι, όπως στο Σχήμα 2.1, και στόχος του ήταν να αναδιαταχθούν τα σχήματα με έναν ορισμένο τρόπο με τη χρήση ενός ρομποτικού βραχίονα που μπορούσε να σηκώνει ένα κύβο κάθε φορά (Russell and Norvig, 2005).

Συνεχίζοντας την ιστορική διαδρομή της TN, η δεκαετία που ακολουθεί από τα μέσα του 1970 μέχρι τα μέσα του 1980, θεωρείται ως η δεύτερη φάση της TN (ακμή της TN). Κατά το χρονικό διάστημα αυτό η TN εκτός από τις ερευνητικές εφαρμογές είχε χρησιμοποιηθεί και σε κάποιες εμπορικές εφαρμογές. Είχαν γίνει κάποιες επιδείξεις προγραμμάτων /συστημάτων της TN όπου αποδείκνυαν ότι ο χειρισμός προβλημάτων με πρακτική σημασία ήταν εφικτός. Το ενδιαφέρον αυτής της περιόδου εστιάστηκε στην αναπαράσταση γνώσης και στη δημιουργία αποδοτικών τεχνικών (Ταμπουρατζή, 2009).

Ακολουθεί η τρίτη φάση της TN που χρονολογείται από το 1980 μέχρι σήμερα, όπου η TN γίνεται βιομηχανία. Κατά την περίοδο αυτή, πειράματα και εφαρμογές επιλύουν δύσκολα προβλήματα ξεπερνώντας την επιφανειακή επίδειξη. Επίσης δημιουργούνται παρακλάδια της TN όπως τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, η ασαφής λογική, τα έμπειρα συστήματα και οι γενετικοί αλγόριθμοι, οι κοινωνίες μυρμηγκιών κλπ. (Ταμπουρατζή, 2009).



Σχήμα 2.1 Σκηνή από τον κόσμο των κύβων. Το πρόγραμμα SHRDLU έχει μόλις ολοκληρώσει την διαταγή, ‘Βρες ένα σχήμα που είναι ψηλότερο από εκείνο που κρατάς και τοποθέτησέ το στο κουτί. Πηγή: (Russell and Norvig, 2005) σελ.51.

Το πρώτο επιτυχημένο έμπειρο σύστημα που εμφανίστηκε στην αγορά ήταν το R1 (McDermott, 1982), το οποίο βοηθούσε στη διαμόρφωση παραγγελιών για τα νέα υπολογιστικά συστήματα της Digital Equipment Corporation (DEC). Εκτιμάται ότι το 1986, το σύστημα αυτό εξοικονομούσε για την εταιρεία \$40 εκατομμύρια το χρόνο (Russell and Norvig, 2005, Kurfess, 2001). Το 1988 η DEC είχε το δικό της τμήμα TN στο οποίο είχε εγκατεστημένα 40 έμπειρα συστήματα και ακόμα περισσότερα στο στάδιο ανάπτυξης. Μια άλλη εταιρεία η Du Pont είχε 100 σε χρήση και 500 υπό ανάπτυξη, εξοικονομώντας γύρω στα \$10 εκατομμύρια το χρόνο (Russell and Norvig, 2005). Την περίοδο αυτή κάθε μεγάλη εταιρεία στις Η.Π.Α. είχε το δικό της τμήμα TN και είτε χρησιμοποιούσε έμπειρα συστήματα είτε έκανε σχετικές έρευνες.

Το 1981 η Ιαπωνία ανακοίνωσε το πρόγραμμα ‘Fifth Generation’ (Πέμπτη Γενιά), ένα δεκαετές πρόγραμμα για την κατασκευή υπολογιστών με γλώσσα μηχανής την PROLOG. Ακολούθησαν αντίστοιχα προγράμματα στις Η.Π.Α από την Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC) και στη Μεγάλη Βρετανία με την έκθεση Alvey η οποία οδήγησε σε νέες εθνικές πρωτοβουλίες χρηματοδότησης της έρευνας στην TN. Σε αυτά τα προγράμματα, η TN ήταν μέρος μιας ευρύτερης προσπάθειας που περιλάμβανε τη σχεδίαση ολοκληρωμένων κυκλωμάτων και την έρευνα στις ανθρώπινες διασυνδέσεις. Την περίοδο αυτή η βιομηχανία της TN αναπτύχθηκε εκρηκτικά και επενδύονταν

δισεκατομμύρια δολάρια στην έρευνα του πεδίου αυτού. Αργότερα, στα τέλη του '80 ακολουθεί μια περίοδος την οποία πολλές εταιρίες υπέφεραν διότι δεν κατάφεραν να επιτύχουν τους φιλόδοξους στόχους που είχαν θέσει. Η περίοδος αυτή έχει δικαιολογημένα ονομαστεί 'Winter of Artificial Intelligence' (χειμώνας της ΤΝ).

Γύρω στο 1986 ακολουθεί η αναζωπύρωση του ενδιαφέροντος στα νευρωνικά δίκτυα, όπου το ενδιαφέρον στρέφεται στα συνδεσμικά μοντέλα (connectionist models) ευφυών συστημάτων. Από το 1987 μέχρι και τις μέρες μας, η ΤΝ μετεξελίχθηκε σε επιστήμη και τα επιτεύγματα στηρίζονται πλέον σε αυστηρές θεωρίες και τα 'νέα' επιτεύγματα γίνονται αποδεκτά μόνο κατόπιν αυστηρής απόδειξης ή εξαντλητικής πειραματικής επιβεβαίωσης. Σε αυτή την περίοδο έχουμε ενδιαφέροντα αποτελέσματα στην αναπαράσταση γνώσης, αναγνώριση ομιλίας, νευρωνικά δίκτυα, εξόρυξη δεδομένων, δίκτυα Bayes, ρομποτική και μηχανική όραση.

Ακολουθεί η χρονική περίοδος 1995 μέχρι σήμερα, κατά την οποία οι ερευνητές έχοντας λύσει αρκετά από τα επιμέρους προβλήματα στράφηκαν ξανά στο 'συνολικό πρόβλημα', αυτό της κατασκευής ευφυών πρακτόρων (intelligent agents), οι οποίοι προσλαμβάνουν αντιλήψεις (percept) από το περιβάλλον και πραγματοποιούν ενέργειες. Ένα από τα σημαντικότερα περιβάλλοντα για ευφυείς πράκτορες είναι το Διαδίκτυο. Τεχνολογίες ΤΝ βρίσκονται κάτω από πολλά εργαλεία του Διαδικτύου, όπως οι μηχανές αναζήτησης, τα συστήματα παροχής συμβουλών και τα συστήματα κατασκευής ιστοσελίδων (Russell and Norvig, 2005).

2.1.2 Τι είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη

Είδαμε στις πιο πάνω παραγράφους τα σημαντικότερα βήματα της ιστορίας της ΤΝ, αλλά δεν είπαμε τι είναι. Ο όρος 'Τεχνητή Νοημοσύνη' δεν έχει σαφή ερμηνεία και έχει οδηγήσει αρκετές φορές σε έντονες συζητήσεις ακόμη και σε διαμάχες, εντός και εκτός της ερευνητικής κοινότητας, για το τι τέλος πάντων σημαίνει.

Αυτό είναι απολύτως αποδεχτό και αναμενόμενο για ένα σχετικά νέο πεδίο όπως είναι η ΤΝ, της οποίας τα ‘σύνορα’ δεν έχουν ακόμη σταθεροποιηθεί και συνεχώς επεκτείνεται σε νέες κατευθύνσεις (Κεραυνού, 2000). Αυτό συμβαίνει διότι η ΤΝ μπορεί να έχει εφαρμογή σε οποιαδήποτε σφαίρα της ανθρώπινης διανοητικής δραστηριότητας, λόγω του ότι μπορεί να συστηματοποιεί και να αυτοματοποιεί τις διανοητικές εργασίες (Russell and Norvig, 2005). Σε γενικές γραμμές, η ΤΝ αντλεί από πολλούς διαφορετικούς τομείς όπως τη Φιλοσοφία, τα Μαθηματικά, τη Ψυχολογία, τη Μηχανική με αποτέλεσμα οι εφαρμογές της να αφορούν πολλούς και διαφορετικούς τομείς όπως η Ιατρική, Νομική, Γλωσσολογία, Βιολογία, Εκπαίδευση κτλ. (Σχήμα 2.2) (Κεραυνού, 2000).



Σχήμα 2.2 Η ΤΝ αντλεί από πολλούς διαφορετικούς τομείς όπως την Φιλοσοφία, τα Μαθηματικά, τη Ψυχολογία, τη Μηχανική με αποτέλεσμα οι εφαρμογές της να αφορούν πολλούς και διαφορετικούς τομείς όπως η Ιατρική, Νομική, Εκπαίδευση, Γλωσσολογία, Βιολογία κτλ.

Κατά καιρούς προτάθηκαν διάφοροι ορισμοί για τον όρο ‘Τεχνητή Νοημοσύνη’ αλλά κανένας δεν είναι καθολικά αποδεκτός. Μερικοί από τους ορισμούς αυτούς που βρίσκονται στα σχετικά εγχειρίδια είναι:

1. “Η μελέτη του πώς μπορούμε να κάνουμε τους υπολογιστές να κάνουν πράγματα στα οποία, προς το παρόν, οι άνθρωποι είναι καλύτεροι.” (Rich και Knight, 1991)

2. “Η τέχνη της δημιουργίας μηχανών που πραγματοποιούν λειτουργίες οι οποίες απαιτούν νοημοσύνη όταν πραγματοποιούνται από ανθρώπους.” (Kurzweil, 1990)
3. “Η συναρπαστική νέα προσπάθεια για να κάνουμε τους υπολογιστές να σκέπτονται ... μηχανές με νόηση, με πλήρη και κυριολεκτική έννοια.” (Haugeland, 1985)
4. “Η μελέτη των υπολογιστικών εργασιών που μας δίνουν την δυνατότητα να αντιλαμβανόμαστε, να συλλογιζόμαστε, και να ενεργούμε.” (Winston, 1992)
5. “Η τεχνητή νοημοσύνη ασχολείται με τη ευφυή συμπεριφορά των τεχνουργημάτων.” (Nilsson, 1998)

Κανένας όμως από τους ορισμούς που προτάθηκαν κατά καιρούς για το τι σημαίνει ‘Τεχνητή Νοημοσύνη’ δεν καλύπτει επακριβώς τις διάφορες περιοχές που περιλαμβάνονται σε αυτό το πεδίο (Κεραυνού, 2000). Μπορούμε όμως να τους κατηγοριοποιήσουμε ως εξής:

Η ΤΝ είναι η επιστήμη που έχει στόχο την ανάπτυξη συστημάτων:

- που ενεργούν σαν τον άνθρωπο (Ορισμοί 1 και 2)
- που σκέφτονται σαν τον άνθρωπο (Ορισμός 3)
- που σκέφτονται ορθολογικά (rationally) (Ορισμός 4)
- που ενεργούν ορθολογικά¹ (Ορισμός 5)

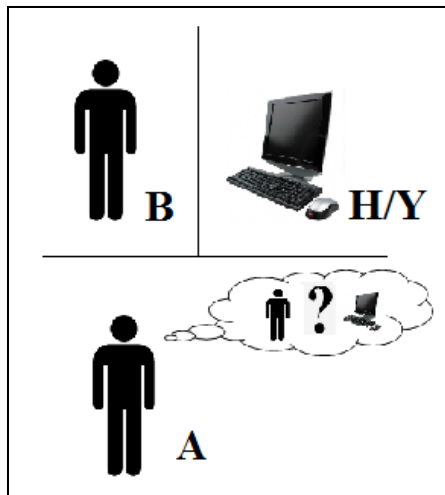
Ανθρώπινη Δράση: Η Δοκιμασία Turing

Το 1950, ο Alan Turing πρότεινε τη δοκιμασία Turing (Turing Test), μια θεωρία για τη διαπίστωση του κατά πόσον ένας υπολογιστής κατέχει ευφυΐα. Για τη δοκιμασία αυτή απαιτούνται τρία δωμάτια χωρίς άμεση επικοινωνία, δύο άνθρωποι (Α και Β) και ένας Ηλεκτρονικός Υπολογιστής (Η/Υ). Ο άνθρωπος Α βρίσκεται απομονωμένος στο πρώτο δωμάτιο και στέλνει ταυτόχρονα πληκτρολογημένες ερωτήσεις ευφυΐας, υποκειμενικές,

¹ Ένα σύστημα είναι ορθολογικό αν κάνει το ‘σωστό’, με δεδομένα όσα γνωρίζει.

συναισθηματικές, κρίσεως, εγκυκλοπαιδικών γνώσεων κλπ., στον άνθρωπο B και στον H/Y που βρίσκονται στα άλλα δυο δωμάτια. Ο άνθρωπος B και ο H/Y απαντούν γραπτώς στις ερωτήσεις του A, ο οποίος προσπαθεί μέσα από τις απαντήσεις, να ανακαλύψει ποιος είναι ο B και ποιος ο H/Y (Σχήμα 2.3). Εάν ο A δεν μπορέσει να διαχωρίσει τους δύο, τότε μπορεί να θεωρηθεί ότι ο H/Y κατέχει ευφυΐα. Οπότε, για να περάσει τη δοκιμασία αυτή ένας υπολογιστής, πρέπει να έχει τις εξής ικανότητες:

- ✓ επεξεργασία φυσικής γλώσσας (natural language processing)
- ✓ αναπαράσταση γνώσης (knowledge representation)
- ✓ αυτοματοποιημένη συλλογιστική (automated reasoning)
- ✓ μηχανική μάθηση (machine learning)
- ✓ μηχανική όραση (computer vision)
- ✓ ρομποτική (robotics)



Σχήμα 2.3 Δοκιμή Turing για μηχανική ευφυΐα.

Φυσικά, κανένας H/Y μέχρι σήμερα δεν έχει περάσει τη δοκιμασία αυτή, και ίσως αυτό να μην γίνει ποτέ εφικτό. Πάντως, οι ερευνητές της ΤΝ έχουν αφιερώσει ελάχιστη προσπάθεια στη δημιουργία μηχανών που να μπορούν να περάσουν τη δοκιμασία Turing, καθώς πίστευαν ότι είναι πιο σημαντικό να μελετήσουν τις αρχές στις οποίες βασίζεται η νοημοσύνη παρά να αντιγράψουν ένα πρωτότυπο (Russell and Norvig, 2005).

Ανθρώπινη σκέψη: Η προσέγγιση με γνωστικά μοντέλα

Στην προσέγγιση της ανθρώπινης σκέψης, σημαντικές επιστήμες είναι η Ψυχολογία και η γνωστική επιστήμη, διότι για να μπορέσουμε να πούμε αν ένα δεδομένο πρόγραμμα σκέπτεται σαν άνθρωπος, θα πρέπει πρώτα να μάθουμε πως δουλεύει ο ανθρώπινος νους, και για το σκοπό αυτόν υπάρχουν δύο τρόποι, η ενδοσκόπηση και τα ψυχολογικά πειράματα. Αν οι συμπεριφορές εισόδου-εξόδου και χρονισμού του προγράμματος συμφωνούν με τις αντίστοιχες ανθρώπινες συμπεριφορές, αυτό είναι τεκμήριο ότι μερικοί από τους μηχανισμούς του προγράμματος μπορεί να λειτουργούν όμοια και στον άνθρωπο (Russell and Norvig, 2005). Για παράδειγμα οι Allan Newell και Herbert Simon στο πρόγραμμα τους General Problem Solver (GPS) (1961), δεν αρκέστηκαν στο να λύνει σωστά τα προβλήματα το πρόγραμμα, αλλά ενδιαφέρθηκαν περισσότερο για τη σύγκριση της ακολουθίας συλλογιστικών βημάτων του προγράμματος με την αντίστοιχη ακολουθία συλλογιστικών βημάτων των ανθρώπων που έλυναν το ίδιο πρόβλημα (Russell and Norvig, 2005).

Ορθολογική σκέψη: Η προσέγγιση με τους “νόμους της σκέψης”

Ποιοι είναι οι “νόμοι της σκέψης”; Η μελέτη αυτής της ερώτησης από τον άνθρωπο ξεκίνησε με τους συλλογισμούς του Αριστοτέλη. Οι *αριστοτέλειοι συλλογισμοί* (syllogisms), όπως ονομάστηκαν, παρείχαν πρότυπα δομής επιχειρημάτων που έδιναν πάντα σωστά συμπεράσματα όταν ξεκινούσαν από σωστές υποθέσεις. Για παράδειγμα, “Ο Σωκράτης είναι άνθρωπος. Όλοι οι άνθρωποι είναι θνητοί. Επομένως, ο Σωκράτης είναι θνητός”. Αυτοί οι “νόμοι της σκέψης” θεωρήθηκαν ότι κυβερνούν τη λειτουργία της νόησης, και από αυτούς ξεκίνησε το πεδίο που ονομάζεται λογική (logic) (Russell and Norvig, 2005).

Ορθολογική Δράση: Η προσέγγιση με τους Ορθολογικούς Πράκτορες

Πράκτορας (agent) είναι οτιδήποτε μπορεί να θεωρηθεί ότι αντιλαμβάνεται το περιβάλλον (environment) του μέσω αισθητήρων (sensors) και αλληλεπιδρά με αυτό μέσω μηχανισμών δράσης (effectors – actuations). Ορθολογικός Πράκτορας (rational agent) είναι ένας πράκτορας που ενεργεί έτσι ώστε να επιτυγχάνει το καλύτερο αποτέλεσμα ή, όταν υπάρχει αβεβαιότητα, το καλύτερο αναμενόμενο αποτέλεσμα (Russell and Norvig, 2005).

Η μελέτη της TN ως σχεδίασης ορθολογικών πρακτόρων είναι πιο γενική από την προσέγγιση που βασίζεται στους νόμους της σκέψης και ‘ευκολότερη’ από τις προσεγγίσεις που βασίζονται στην ανθρώπινη σκέψη ή δράση.

2.1.3 Σύγχρονες Εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης

Όπως αναφέραμε πιο πάνω, η TN συστηματοποιεί και αυτοματοποιεί τις διανοητικές εργασίες, γι’ αυτό και μπορεί να έχει εφαρμογή σε οποιαδήποτε σφαίρα της ανθρώπινης διανοητικής δραστηριότητας. Οπότε, υπάρχουν τόσες πολλές δραστηριότητες και εφαρμογές της TN σε τόσα πολλά επιμέρους πεδία. Στις παραγράφους που ακολουθούν θα αναφερθούμε στις βασικές εφαρμογές της TN στην Ιατρική (διάγνωση, τηλεϊατρική και ρομποτική) καθώς επίσης και σε μερικές από τις γενικές εφαρμογές.

Διάγνωση (Diagnosis)

Ιατρικά προγράμματα διάγνωσης ασθενειών που βασίζονται σε ανάλυση πιθανοτήτων, έχουν αποκτήσει τις ικανότητες έμπειρων θεραπευτών σε πολλές ειδικότητες. Πολύ καλό παράδειγμα είναι το σύστημα MYCIN, το οποίο ήταν από τα πρωταρχικά έμπειρα συστήματα, σκοπός του οποίου ήταν η υποβοήθηση μη έμπειρων ιατρών στη διάγνωση και θεραπευτική αγωγή μικροβιολογικών μολύνσεων του αίματος, όπως μηνιγγίτιδα (Κεραυνού, 2000). Το κίνητρο για την ανάπτυξη του MYCIN ήταν η ανάγκη εξάπλωσης της εμπειρογνωμοσύνης, για το λόγο ότι συχνά παρατηρούνταν λάθη, τα οποία είχαν τραγικές συνέπειες για τους ασθενείς, αλλά και σοβαρές μακροπρόθεσμες συνέπειες για την κοινωνία ολόκληρη (Κεραυνού, 2000).

Τηλεϊατρική (Telemedicine)

Η τηλεϊατρική είναι η χρήση των τηλεπικοινωνιών και των τεχνολογιών της πληροφορίας για την παροχή υπηρεσιών φροντίδας υγείας, χωρίς να έχει σημασία που βρίσκονται οι προμηθευτές φροντίδας, οι ασθενείς, τα αρχεία πληροφοριών υγειονομικής περίθαλψης ή ο εξοπλισμός (Mantas and Hasman, 2007). Σήμερα η τηλεϊατρική προσφέρει ένα πλήθος υπηρεσιών, μεταξύ των οποίων είναι οι ακόλουθες:

- ✓ *Τηλεσυμβουλευτική*: Η εξ' αποστάσεως πρόσβαση σε ειδικές γνώσεις.
- ✓ *Τηλεδιάγνωση*: Η διάγνωση ενός ασθενούς από έναν γιατρό που βρίσκεται μακριά.
- ✓ *Τηλεπαρακολούθηση*: Ο έλεγχος των φυσιολογικών τιμών των ασθενών από μακριά. Αυτό το είδος υπηρεσίας χρησιμοποιείται στους χρόνιους ή/και υψηλού κινδύνου ασθενείς.
- ✓ *Τηλεφροντίδα*: Η χρήση των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων για την παροχή απομακρυσμένης βοήθειας στη θεραπεία ασθενών. Αυτή η υπηρεσία χρησιμοποιείται συνήθως στον έλεγχο των ηλικιωμένων ανθρώπων που ζουν στα σπίτια τους, όπως και στον έλεγχο της φυσιοθεραπείας, στις ψυχιατρικές ασθένειες και στους χρόνιους ασθενείς, κλπ.

Ρομποτική

Σήμερα, πολλοί και διάφοροι ρομποτικοί βοηθοί χρησιμοποιούνται από χειρουργούς σε μικρό-εγχειρίσεις. Για παράδειγμα, το σύστημα HipNav (1996), το οποίο αναπτύχθηκε στο Carnegie Mellon University, χρησιμοποιούσε τεχνικές υπολογιστικής όρασης για να δημιουργήσει ένα τρισδιάστατο μοντέλο της εσωτερικής ανατομίας του ασθενή και μετά χρησιμοποιούσε ρομποτικό έλεγχο για να καθοδηγήσει την εισαγωγή ενός προσθετικού γοφού (Russell and Norvig, 2005).

Ακολουθούν κάποιες άλλες εφαρμογές της TN:

Αυτόνομος σχεδιασμός και χρονοπρογραμματισμός (autonomous planning and scheduling)

Παράδειγμα αυτόνομου σχεδιασμού και χρονοπρογραμματισμού είναι το Remote Agent της NASA, το οποίο είναι ένα πρόγραμμα με σκοπό τον έλεγχο της λειτουργίας ενός διαστημικού σκάφους, ανιχνεύοντας προβλήματα καθώς παρουσιάζονταν, κάνοντας διαγνώσεις και αποκαθιστώντας τη σωστή λειτουργία (Russell and Norvig, 2005).

Αυτόνομος έλεγχος (autonomous control)

Σημαντικό παράδειγμα αυτής της εφαρμογής είναι το σύστημα υπολογιστικής όρασης ALVINN, το οποίο εκπαιδεύτηκε να κατευθύνει ένα αυτοκίνητο ώστε να παραμένει σε μια

λωρίδα. Τα ελεγχόμενα από τον υπολογιστή οχήματα, έχουν βιντεοκάμερες που μεταδίδουν εικόνες του δρόμου στο ALVINN, το οποίο στη συνέχεια υπολογίζει την καλύτερη κατεύθυνση για το τιμόνι με βάση την πείρα από προηγούμενες δοκιμές (Russell and Norvig, 2005).

Παιχνίδια (game playing)

Ο υπολογιστής της IBM Deep Blue έγινε ο πρώτος που νίκησε τον παγκόσμιο πρωταθλητή στο σκάκι Garry Kasparov με σκορ 3.5-2.5, σε αγώνα επίδειξης το 1996. Μετά από αυτό το γεγονός, η αξία των μετοχών της IBM αυξήθηκαν κατά 18 δισεκατομμύρια δολάρια. Αυτή ίσως να είναι η μεγαλύτερη επιτυχία της TN μέχρι σήμερα, η οποία δεν μπορεί να αμφισβητηθεί από κανέναν (Κεραυνού, 2000, Kurfess, 2001).

2.2 Γνώση

Σύμφωνα με τους (Mantas and Hasman, 2007), το Principia Cybernetica, το οποίο είναι ένα πολύ σημαντικό διεθνές πρόγραμμα με στόχο τη συλλογή και τον ορισμό όλων των φιλοσοφικών και επιστημονικών εννοιών μέσα σε ένα θεωρητικό πλαίσιο, «η γνώση γίνεται αντιληπτή ως αποτελούμενη από μοντέλα τα οποία επιτρέπουν την προσαρμογή ενός (κυβερνητικού) συστήματος στο περιβάλλον του, αναμένοντας πιθανές διαταραχές. Τα μοντέλα λειτουργούν ως αναδρομικές γεννήτριες προβλέψεων για τον κόσμο αλλά και για τα ίδια.»

Στις παραγράφους που ακολουθούν θα διαχωρίσουμε από πρακτικής απόψεως, τα δεδομένα, την πληροφορία και τη γνώση. Στη συνέχεια θα μελετήσουμε τα είδη γνώσης στην εμπειρογνωμοσύνη και τέλος θα συζητήσουμε τις βασικές μορφές συλλογισμού, οι οποίες θα παίξουν σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της διπλωματικής αυτής.

2.2.1 Διαχωρισμός δεδομένων, πληροφορίας και γνώσης

Κατ' αρχήν, τα δεδομένα αναπαριστούν συγκεκριμένα γεγονότα ή συγκεκριμένες καταστάσεις. Τα δεδομένα αποθηκεύονται στους υπολογιστές με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να υποστούν επεξεργασία σύμφωνα με κάποιο προκαθορισμένο τρόπο που καλείται πρόγραμμα ή αλγόριθμος. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει διαδικασίες, που έχουν δημιουργηθεί από ανθρώπους, αναπαριστώντας έτσι τη σχετική γνώση που απαιτείται για την επεξεργασία των δεδομένων (Mantas and Hasman, 2007).

Η γνώση που ενσωματώνεται στις διαδικασίες αναπαρίσταται σε συνολική μορφή όπως συμβαίνει και με τα δεδομένα. Αυτό που καθορίζει ποιες λειτουργίες πρέπει να εκτελεστούν από τους υπολογιστές είναι οι διαδικασίες. Η γνώση δεν μπορεί να γίνει 'αντιληπτή' από τον υπολογιστή με την έννοια που γίνεται αντιληπτή από έναν ανθρώπινο νου, ο οποίος έχει την δυνατότητα να βγάλει νόημα από τη συγκεκριμένη γνώση.

Η πληροφορία μπορεί να ορισθεί ως ερμηνευμένο δεδομένο ενώ η γνώση μπορεί να θεωρηθεί ως δεδομένο σύνολο πληροφοριών και σχέσεων μεταξύ αυτών (Mantas and Hasman, 2007). Η γνώση είναι το εργαλείο της ερμηνείας των δεδομένων για την παραγωγή πληροφοριών και αντίστροφα η πληροφορία είναι δυνατό να οδηγήσει σε νέα γνώση.

Με πιο απλά λόγια μπορούμε να πούμε ότι τα δεδομένα γίνονται πληροφορίες όταν συνδυάζονται, ερμηνεύονται, οργανώνονται και δομούνται μέσα σε κάποιο πλαίσιο για να αποδώσουν πρόσθετη ουσία (νόημα). Ενώ οι πληροφορίες γίνονται γνώση από τη στιγμή που θα συντεθούν, έτσι ώστε οι δια-σχέσεις μεταξύ πληροφοριών από διάφορες πηγές να προσδιοριστούν και να τυποποιηθούν.

Τέλος, κάποιες διαφορές μεταξύ πληροφορίας και γνώσης που αναφέρει ο Machlup είναι ότι η πληροφορία είναι τμηματική, αποσπασματική και ειδική ενώ η γνώση δομημένη, έχουσα συνοχή και συχνά καθολικότητα (Mantas and Hasman, 2007). Η πληροφορία είναι

επίκαιρη και εφήμερη ενώ η γνώση χαρακτηρίζεται από διαχρονική σημαντικότητα. Επίσης, η πληροφορία είναι μια ροή μηνυμάτων ενώ η γνώση απόθεμα, που σε μεγάλο βαθμό προκύπτει από αυτή τη ροή, υπό την έννοια ότι η 'εισαγωγή' πληροφοριών μπορεί να επηρεάσει το απόθεμα προκαλώντας αύξηση, αναδιάταξη ή άλλου είδους μεταβολή σε αυτό (Mantas and Hasman, 2007).

2.2.2 Είδη γνώσης στην εμπειρογνωμοσύνη

Ένα άτομο θεωρείται έμπειρος όταν κατέχει γνώση συγκεκριμένη του τομέα του, καθώς επίσης και γνώση έξω από τον τομέα του. Στις πιο κάτω παραγράφους θα συζητήσουμε σε γενικό επίπεδο τα είδη γνώσης που συναντούμε στην εμπειρογνωμοσύνη, όπως παρουσιάζονται από την (Κεραυνού, 2000).

Καταρχήν η γνώση που είναι συγκεκριμένη του τομέα ενός έμπειρου ατόμου μπορεί να αναλυθεί στα ακόλουθα μέρη:

- ✓ *Θεωρητική γνώση:* Η γνώση αυτή είναι η 'βαθιά γνώση', δηλαδή η γνώση των πρωτευόντων αρχών (first principles), που διέπουν το γνωστικό πεδίο. Η θεωρητική γνώση αποτελείται από δομικά και σχεσιακά μοντέλα, π.χ. μαθηματικά μοντέλα, καθώς επίσης ταξινομίες και μερονομίες εννοιών.
- ✓ *Γνώση από πηγές αναφοράς:* Η γνώση αυτή προέρχεται από έγγραφα, επιστημονικές δημοσιεύσεις και άλλους έμπειρους.
- ✓ *Πρακτική ή λειτουργήσιμη γνώση:* Αυτή είναι η γνώση που αφορά άμεσα την επίλυση προβλημάτων. Αποτελείται από διαδικαστική γνώση (π.χ. γνώση συγκεκριμένων μεθόδων επίλυσης προβλημάτων), ευρετικά, καθώς επίσης την «μεταγλωττισμένη» (compiled) ή «συμπιεσμένη» (compressed) γνώση.
- ✓ *Γνώση Περιστατικών:* Είναι αποδεδειγμένο από αρκετές έρευνες, ότι η εμπειρογνωμοσύνη απορρέει σε μεγάλο βαθμό από εκτενή γνώση πραγματικών

περιστατικών του προβλήματος. Στη συνέχεια, ο έμπειρος έχει εκτενή εμπλοκή στην επίλυση προβλημάτων, διότι η εμπειρογνωμοσύνη αποκτάται μέσω εμπειρίας.

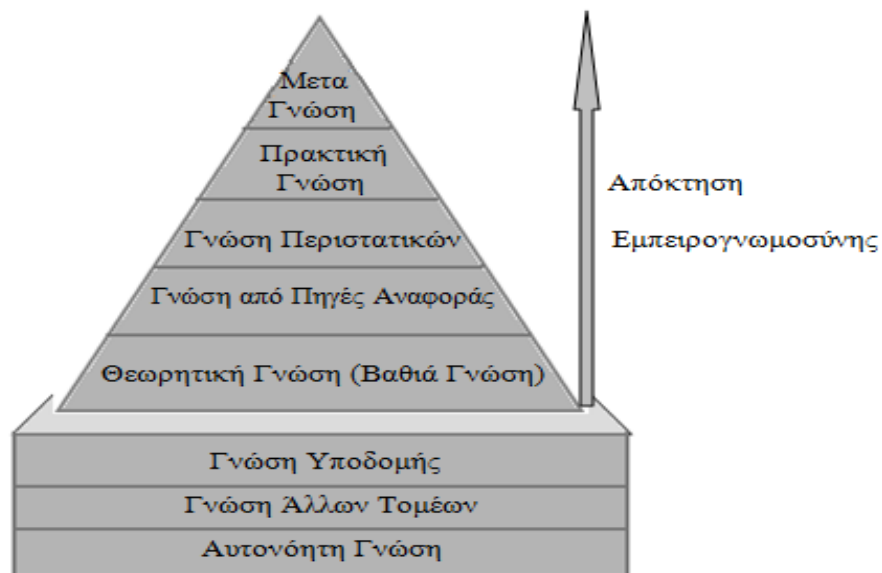
✓ *Μετα-γνώση*: Η «γνώση πάνω σε γνώση» παίζει σημαντικό ρόλο στην εμπειρογνωμοσύνη. Αυτό το είδος γνώσης υπάρχει σε διάφορα επίπεδα και έχει διάφορες όψεις. Για την επίλυση προβλημάτων οι σημαντικές όψεις είναι οι εξής:

1. Η στρατηγική όψη, όπου η μετα-γνώση ενσωματώνει στρατηγικές για την αποδοτική και αποτελεσματική εφαρμογή της γνώσης σε χαμηλότερα επίπεδα.
2. Η στοχαστική όψη, όπου η μετα-γνώση είναι η γνώση του τι γνωρίζω και κατά συνέπεια του τι δεν γνωρίζω. Είναι δηλαδή η γνώση των ορίων της γνώσης μου και επομένως των ορίων των ικανοτήτων μου ως επιλυτή προβλημάτων.

Όπως αναφέραμε πιο πάνω, ένας έμπειρος πέραν της συγκεκριμένης γνώσης που κατέχει στον τομέα του, πρέπει να κατέχει και άλλη γνώση έξω από τον τομέα του, όπως:

- ✓ *Γνώση «υποδομής» (background knowledge)*: Είναι η θεμελιώδης γνώση, άμεσα σχετιζόμενη με το γνωστικό πεδίο και που ο καθένας που ασκεί το συγκεκριμένο επάγγελμα πρέπει να κατέχει.
- ✓ *Γνώση άλλων τομέων*: Η γνώση αυτή δεν είναι απαραίτητο να σχετίζεται άμεσα με το γνωστικό πεδίο της εμπειρογνωμοσύνης, αλλά να είναι σχετική με συγγενικούς τομείς. Με βάση τη γνώση αυτή, μπορεί να αναγνωριστεί κατά πόσον το υπό εξέταση πρόβλημα δεν ανήκει στο εν λόγω πεδίο, αλλά σε κάποιο συγγενικό πεδίο.
- ✓ *Αυτονόητη γνώση (commonsense knowledge)*: Αυτή αποτελείται από γενική γνώση για τον κόσμο, όπως για παράδειγμα γνώση της ανθρώπινης φυσιολογίας και συμπεριφοράς, της χρήσης και κατανόησης της φυσικής γλώσσας, της χημείας και φυσικής των υλών, των ιδιοτήτων του χώρου και χρόνου, κτλ.

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι ένας έμπειρος κατέχει διάφορα, αλληλοεπιδρώντα στρώματα γνώσης, τα οποία για καλύτερη κατανόηση, μπορούν να οργανωθούν σε μία πυραμίδα γνώσης, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.4. Τα περιεχόμενα των διαφόρων στρωμάτων μεταβάλλονται με δυναμικό τρόπο μέσω μηχανισμών αυτοβελτίωσης. Η πυραμίδα της γνώσης που αποτελεί την εμπειρογνωμοσύνη κτίζεται σταδιακά αρχίζοντας από τα χαμηλότερα στρώματα προς τα πάνω (Κεραυνού, 2000).



Σχήμα 2.4 Πυραμίδα Γνώσης (Τροποποίηση από (Κεραυνού, 2000) σελ. 65)

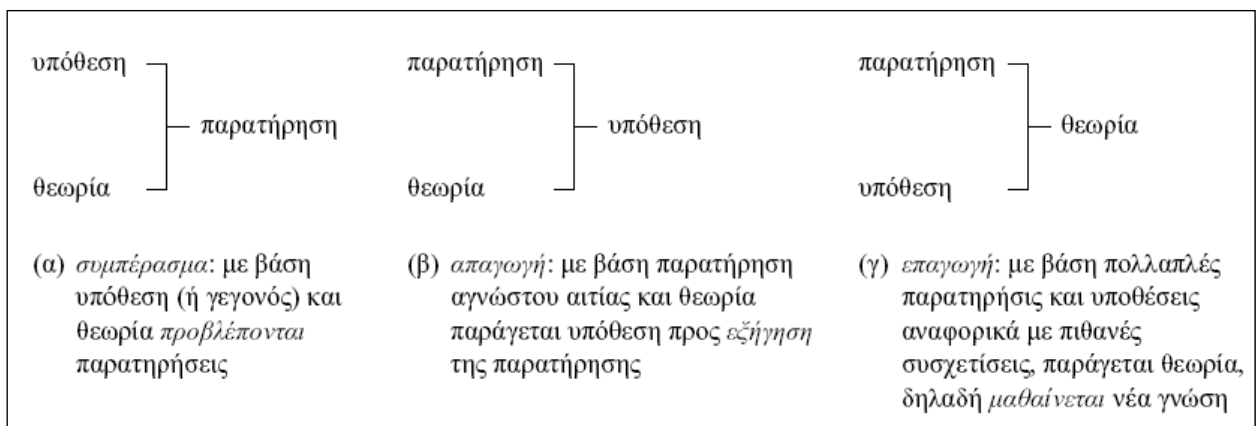
2.2.3 Βασικές μορφές συλλογισμού

Ο ορισμός του συλλογισμού (reasoning) αναφέρεται στους διάφορους τρόπους με τους οποίους ένας άνθρωπος μπορεί να σκεφτεί και να ερμηνεύσει μια ιδέα ή ένα φαινόμενο. Μπορεί να είναι από μία απλή αντίληψη μέχρι μια πολύπλοκη νόηση, και περιλαμβάνει διάφορα είδη έρευνας και εξήγησης (Hayes M.F., 1991). Γενικά ο όρος αυτός μπορεί να θεωρηθεί σαν μία ομπρέλα που καλύπτει όλες τις σκοπιές της σκέψης.

Συλλογιστική: Μέθοδος με την οποία τμήματα υπάρχουσας γνώσης συνδυάζονται μεταξύ τους ώστε να παράγουν νέα γνώση ή να εξάγουν συμπεράσματα.

Επομένως, η συλλογιστική (reasoning) είναι αναπόσπαστο συστατικό της νοημοσύνης, και κάθε μέθοδος αναπαράστασης της γνώσης έχει τις δικές της συλλογιστικές.

Οι τρεις βασικές μορφές κατά το φιλόσοφο C.S. Pierce στο (Pierce C.S., 1931-58), είναι το συμπέρασμα (deduction), η απαγωγή (abduction) και η επαγωγή (induction), οι οποίες αντιστοίχως αφορούν την πρόβλεψη (prediction), την εξήγηση (explanation) και τη μάθηση (learning) (Κεραυνού, 2000, Patel et.al., 2004). Με αυτές τις τρεις βασικές μορφές θα ασχοληθούμε και εμείς σε αυτή την διπλωματική. Η ροή συλλογισμού σε καθεμία από τις βασικές μορφές δίνεται στο Σχήμα 2.5.



Σχήμα 2.5 Οι τρεις βασικές μορφές συλλογισμού (Κεραυνού,2000).

Για να κατανοήσουμε περισσότερο τις τρεις βασικές μορφές συλλογισμού, θα χρησιμοποιηθεί το ακόλουθο απλό παράδειγμα όπου η γενική θεωρία αναφέρεται στο ότι ο καθένας που πάσχει από γρίπη εκδηλώνει πυρετό, κτλ. (Κεραυνού, 2000).

$\forall x \text{ Έχει_γρίπη } (x) \Rightarrow \text{Εκδηλώνει } (x, \text{πυρετό})$
$\forall x \text{ Έχει_γρίπη } (x) \Rightarrow \text{Εκδηλώνει } (x, \text{πονοκέφαλο})$
$\forall x \text{ Έχει_ιλαρά}(x) \Rightarrow \text{Εκδηλώνει } (x, \text{πυρετό})$
$\forall x \text{ Έχει_ιλαρά } (x) \Rightarrow \text{Εκδηλώνει } (x, \text{κόκκινα_ερεθίσματα})$

Όπου $\forall$ είναι ο ποσοδείκτης καθολικότητας (universal quantifier).

2.2.3.1 Συμπέρασμα

Η συμπερασματική συλλογιστική εξάγει συμπεράσματα βασισμένη στους κλασικούς μηχανισμούς εξαγωγής συμπερασμάτων της λογικής.

Έστω η θεωρία και η υπόθεση ότι ο Κώστας έχει γρίπη (*Έχει_γρίπη (Κώστας)*), εξάγονται τα συμπεράσματα ότι *Εκδηλώνει (Κώστας, πυρετό)* και *Εκδηλώνει (Κώστας, πονοκέφαλο)*. Προβλέπονται δηλαδή οι συνέπειες της δεδομένης υπόθεσης με βάση τη δεδομένη θεωρία.

2.2.3.2 Απαγωγή

Η απαγωγική συλλογική εξάγει συμπεράσματα βασισμένη σε μία θεωρία/γνώση και μερικές παρατηρήσεις, τα οποία παράγουν υποθέσεις (hypothetical reasoning) προς εξήγηση της παρατήρησης.

Οπότε, βάσει της δεδομένης θεωρίας και της παρατήρησης ότι ο Κώστας εκδηλώνει πυρετό, αξιόπιστες υποθέσεις, αναφορικά με την αιτία του πυρετού αποτελούν τα ενδεχόμενα της γρίπης ή της ιλαράς. Το ερώτημα που προκύπτει είναι ποια από τις υποθέσεις είναι η καλύτερη εξήγηση της ύπαρξης του πυρετού του Κώστα. Από τα πιο πάνω, κατανοούμε ότι αυτή η διερεύνηση εμπλέκει συμπερασματική συλλογική: Εάν η αιτία είναι η γρίπη, αυτό συνεπάγεται την εκδήλωση πονοκεφάλου. Εάν όμως η αιτία είναι η ιλαρά, αυτό συνεπάγεται την εκδήλωση κόκκινων ερεθισμάτων.

Εδώ σημειώνουμε ότι στη συμπερασματική συλλογική, η πρόθεση είναι να αποδειχθεί κατά πόσον κάτι ευσταθεί, ενώ στην απαγωγική συλλογική η πρόθεση είναι να απαντηθεί γιατί κάτι ευσταθεί. Όμως, για να απαντηθεί κάποιο γιατί, πρέπει να αποφασισθεί κατά πόσον. Οπότε, η συμπερασματική συλλογική μπορεί να θεωρηθεί υποδιεργασία της απαγωγικής. Αυτή η “σύμπραξη” αποτελεί το υποθετικό-συμπερασματικό (hypothetico-deductive) σχήμα, το οποίο εμφανίζεται σε πολλά έμπειρα συστήματα, κυρίως συστήματα που αφορούν διάγνωση και αποσφαλμάτωση.

2.2.3.3 Επαγωγή

Η επαγωγική συλλογική αφορά την εξαγωγή γενικών συμπερασμάτων από ένα σύνολο παραδειγμάτων. Στοχεύει στην ανάπτυξη θεωριών και στην ανακάλυψη γνώσης, επομένως, αφορά τη μάθηση.

Βάσει της πιο πάνω θεωρίας, έστω ότι έγιναν οι ακόλουθες παρατηρήσεις:

Έχει_γρίπη (Κώστας) Εκδηλώνει (Κώστας, πυρετό)

Έχει_γρίπη (Μαρία) Εκδηλώνει (Μαρία, πυρετό)

Έχει_γρίπη (Ελένη) Εκδηλώνει (Ελένη, πυρετό)

.....

Έχει_γρίπη (Γιάννης) Εκδηλώνει (Γιάννης, πυρετό)

Από αυτές τις παρατηρήσεις εξάγεται η γενική συσχέτιση ότι:

$\forall x \text{ Έχει_γρίπη } (x) \Rightarrow \text{Εκδηλώνει } (x, \text{πυρετό})$

Παρατηρούμε λοιπόν ότι η απαγωγή και το συμπέρασμα αφορούν την επίλυση προβλημάτων εκ μέρους του έμπειρου συστήματος, και επομένως αφορούν το συλλογισμό του συστήματος αναφορικά με την παραγωγή λύσεων. Ενώ η επαγωγή αφορά το αναπτυξιακό στοιχείο του συστήματος.

Ένα έμπειρο σύστημα, πρέπει να έχει την ικανότητα σταδιακής βελτίωσης με βάση τις εμπειρίες του στην επίλυση προβλημάτων. Γι' αυτό το λόγο, ένα σύστημα πρέπει να καταγράφει με κάποιο τρόπο τις εμπειρίες του, δηλαδή τα περιστατικά με τα οποία έχει καταπιαστεί, το συλλογισμό που διεξήγαγε σε σχέση με αυτά τα περιστατικά, τις λύσεις τις οποίες κατέληξε και κατά πόσον αυτές ήταν ορθές ή όχι. Αυτή η μνημόνευση προηγούμενων περιστατικών βοηθά το σύστημα να επαναλαμβάνει τις επιτυχίες του σε παρόμοια μελλοντικά περιστατικά και κυρίως να αποφεύγει σοβαρά λάθη.

Κεφάλαιο 3

Διαμόρφωση της ανθρώπινης εμπειρογνωμοσύνης στην ιατρική διάγνωση

3.1 Ιατρικός συλλογισμός	22
3.2 Εμπειρογνωμοσύνη στην ιατρική	25
3.2.1 Γνώση αναφορικά με ασθένειες	28
3.2.2 Οργάνωση της γνώσης: Γνωστικές δομές	30
3.2.2.1 Πρωτότυπα (Prototypes)	30
3.2.2.2 Σχήματα (Schemas)	30
3.2.2.3 Σημασιολογικά δίκτυα (Semantic networks)	32

3.1 Ιατρικός συλλογισμός

Ο ιατρικός συλλογισμός περιγράφει ένα είδος ποιοτικής αναζήτησης της γνωστικής (cognitive) διαδικασίας η οποία βοηθά στη λήψη ιατρικών αποφάσεων. Οι όροι όπως κλινικός συλλογισμός (clinical reasoning), επίλυση ιατρικού προβλήματος (medical problem solving), διαγνωστικός συλλογισμός (diagnostic reasoning) και λήψη αποφάσεων (decision-making) χρησιμοποιούνται σε θέματα που αναζητούν το πως οι νοσοκομειακοί (clinicians) παίρνουν τις κλινικές αποφάσεις (Patel et.al., 2004). Η ιατρική γνωστική (medical cognition) αναφέρεται σε έρευνες που είναι σχετικές με τις γνωστικές διαδικασίες όπως η διαίσθηση (perception), η αντίληψη (comprehension), η λήψη αποφάσεων και η επίλυση προβλήματος στην ιατρική άσκηση ή σε άλλες εργασίες που την

αντιπροσωπεύουν. Σε αυτές τις έρευνες λοιπόν, χρησιμοποιούνται άτομα τα οποία δουλεύουν στην ιατρική, συμπεριλαμβανομένων φοιτητών ιατρικής, ιατρών και βιοϊατρικών επιστημόνων (Patel et.al., 2004).

Η μελέτη του ιατρικού συλλογισμού έχει αποδειχθεί πολύ σημαντική στην έρευνα της γνωστικής (cognitive) επιστήμης και της Τεχνητής Νοημοσύνης στην ιατρική. Ο ιατρικός συλλογισμός περιέχει μια επαγωγική/συμπερασματική διαδικασία για την εξαγωγή μιας διάγνωσης ή μιας θεραπευτικής απόφασης, ή την κατανόηση της παθολογίας σε μια ασθένεια (Patel et.al., 2004).

Το να κατανοεί κάποιος τις διαδικασίες σκέψης σχετικά με τον ιατρικό συλλογισμό ούτως ώστε να συμβάλλει σε πιο δυναμικές πρακτικές, είναι ένα θέμα συζήτησης σχεδόν ενός αιώνα (Olser, 1906; Patel et.al., 2004). Έχουν γίνει δύο βασικές προσεγγίσεις στην έρευνα της κατανόησης κλινικού συλλογισμού στην ιατρική. Η πρώτη προσέγγιση είναι η αποφασιστικό-αναλυτική (decision-analytic) προσέγγιση και η δεύτερη είναι η επίλυση προβλήματος (problem-solving). Η αποφασιστικό-αναλυτική προσέγγιση χρησιμοποιεί ένα τυπικό ποσοτικό μοντέλο εξαγωγής συμπεράσματος, και τη διαδικασία απόφασης (decision-making) ως το πρότυπο σύγκρισης (Dowie and Elstein, 1988; Patel et.al., 2004). Συγκρίνει την απόδοση του ιατρού/θεραπευτή με μαθηματικό μοντέλο, το οποίο συγκεντρώνεται στο συλλογισμό ‘σφαλμάτων’ (‘fallacies’) και στα συστηματικά σφάλματα δείγματος που είναι έμφυτα στον άνθρωπο κατά την διάρκεια της κλινικής λήψης αποφάσεων (Leaper et.al, 1972; Patel et.al., 2004). Σε αντίθεση, η προσέγγιση της διαδικασίας πληροφορησης (information-processing) εστιάζεται στην περιγραφή της γνωστικής διαδικασίας (cognitive process) στο συλλογισμό και στην ανάπτυξη των γνωστικών μοντέλων απόδοσης, τα οποία συνήθως βασίζονται από τα πρωτόκολλα ανάλυσης (protocol analysis) (Ericsson and Simon, 1993; Patel et.al., 2004) και σε άλλες τεχνικές παρατήρησης.

Η συστηματική έρευνα στην ιατρική εμπειρογνωμοσύνη έχει αρχίσει εδώ και σχεδόν 50 χρόνια, με την εργασία των Ledley και Lusted (1959). Στην εργασία τους αυτή (Ledley and Lusted, 1959), εισηγήθηκαν ένα μοντέλο κλινικού συλλογισμού με δύο στάδια, το στάδιο

δημιουργίας των υποθέσεων (hypothesis-generation), το οποίο ακολουθείται από το στάδιο αξιολόγησης των υποθέσεων (hypothesis-evaluation).

Από τις πρώτες πρακτικές μελέτες που έγιναν στον ιατρικό συλλογισμό είναι και η δουλειά του Rimoldi (1961) ο οποίος διεξήγαγε πειραματικές έρευνες στο διαγνωστικό συλλογισμό (diagnostic reasoning) συγκρίνοντας μαθητευόμενους με έμπειρους ιατρούς σε εικονικές αποστολές επίλυσης προβλημάτων (simulated problem-solving) (Patel et.al., 2004). Τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών δίνουν έμφαση στην καλύτερη ικανότητα των έμπειρων ιατρών να επιλέγουν σχετικές πληροφορίες και να στενεύουν τις διαγνωστικές πιθανότητες (Patel et.al., 2004).

Ο ιατρικός συλλογισμός ως έννοια της γνωστικής επιστήμης αναπτύχθηκε κατά την αρχή της δεκαετίας του '70, μετά από την πολύ σημαντική δουλειά των Newell και Simon (Newell and Simon, 1972; Patel et.al., 2004) στην επίλυση προβλημάτων. Κατά την εργασία αυτή, αναπτύχθηκε η αντίληψη ότι ο υπεύθυνος για την επίλυση προβλημάτων διαλέγει μια επιλογή (π.χ. μια υπόθεση ή μια εξαγωγή συμπεράσματος) ή εκτελεί μια εφαρμογή (από ένα σύνολο εφαρμογών) (Patel et.al., 2004). Η αντίληψη αυτή επηρέασε σημαντικά την έρευνα στη γνωστική ψυχολογία και στην Τεχνητή Νοημοσύνη, καθώς επίσης στην πρόοδο του ιατρικού συλλογισμού. Στη συνέχεια κατά το τέλος της δεκαετίας του '70 και αρχές της δεκαετίας του '80, η πρόοδος στην έρευνα της ανθρώπινης εμπειρογνωμοσύνης αναπτυσσόταν παράλληλα με αυτή της Τεχνητής Νοημοσύνης στην ιατρική και πιο συγκεκριμένα στα έμπειρα συστήματα, όπως το Internist (Miller et.al., 1982) και το MYCIN (Shortliffe, 1976). Τα συστήματα αυτά εισήγαγαν την ιδέα της βάσης γνώσης (knowledge-based) στη στρατηγική επίλυσης μέσα από το γνωστικό πεδίο. Αργότερα, μέσα από την εργασία του ο Clancey (Clancey, 1988), επέκτεινε και μορφοποίησε το MYCIN ούτως ώστε να δημιουργήσει ένα νέο σύστημα, το NEOMYCIN, το οποίο προσέφερε αποδοτική διδασκαλία διαγνωστικού συλλογισμού, καθώς επίσης και ακριβή ερμηνεία της συμπεριφοράς κάποιου μαθητή κατά την επίλυση προβλημάτων (Κεραυνού, 2000; Patel et.al., 2002).

Στη συνέχεια αναπτύχθηκε μεγάλο ενδιαφέρον για την εμπειρογνωμοσύνη στην ιατρική και άρχισαν έρευνες για την απεικόνιση σκέψης, οργάνωση γνώσης/πληροφορίας, στρατηγική επίλυσης προβλημάτων, επεξήγηση της διαδικασίας για τη λήψη αποφάσεων κτλ., μέσα από διάφορα στάδια εμπειρογνωμοσύνης στην ιατρική. Αυτό το θέμα θα συζητηθεί και θα σχολιαστεί πιο αναλυτικά στη συνέχεια της διπλωματικής αυτής.

3.2 Εμπειρογνωμοσύνη στην ιατρική

Στην εργασία του ο Chi και η ομάδα του (Chi et al., 1981), συμπέραναν ότι οι μη έμπειροι για την επίλυση κάποιου προβλήματος χρησιμοποιούν τα μέσα που έχουν στόχο την επιφανειακή δομή (surface structure), όπως για παράδειγμα αντικείμενα, κυριολεκτικές απόψεις φυσικής και σωματικές διαμορφώσεις που περιγράφονται στο πρόβλημα. Σε αντίθεση όμως, οι έμπειροι τείνουν να αντιμετωπίζουν τα προβλήματα που συναντούν με μια πιο βαθιά δομή (deep structure) όπως για παράδειγμα τους νόμους της φυσικής ή τις αρχές που βρίσκονται μέσα στο πρόβλημα. Αυτή είναι μια γενική διατύπωση, στην οποία έχουν καταλήξει οι περισσότερες έρευνες που έγιναν σε διάφορες ειδικότητες, όσον αφορά την ανθρώπινη εμπειρογνωμοσύνη (Weiser and Shertz, 1983; Smith, 1990). Σε αυτό το κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με διάφορα πορίσματα από έρευνες και μελέτες που έγιναν αναφορικά με τη διαμόρφωση της ανθρώπινης εμπειρογνωμοσύνης στην ιατρική.

Οι Joseph και Patel σε μια εργασία τους (Joseph and Patel, 1990), ζήτησαν από έμπειρους ιατρούς/θεραπευτές και μη έμπειρους (που εργάζονται εκτός της ειδικότητάς τους) να διατυπώσουν τη σκέψη τους και να εξηγήσουν τα κλινικά δεδομένα σχετικά με κάποια ενδοκρινικά προβλήματα και να τα παρουσιάσουν σε μια πρόταση κάθε φορά, σε διαδοχική μορφή. Αυτή η μέθοδος προτάθηκε για να καθρεφτιστεί σε κάποιο βαθμό η αλληλεπίδραση μεταξύ της κλινικής πληροφορίας και της διαδικασίας συλλογής της πληροφορίας αυτής (clinical information-gathering process) (Patel et.al., 2002). Τα αποτελέσματα από αυτή την εργασία ήταν ότι οι έμπειροι ιατροί/θεραπευτές παρήγαγαν τις σωστές υποθέσεις από την αρχή του προβλήματος και αφιέρωναν τον υπόλοιπο χρόνο για να επιβεβαιώσουν και να διαφωτίσουν τη διάγνωσή τους με το να εξηγούν τις υπόλοιπες

πληροφορίες του ασθενή (Patel et.al., 2002). Οι μη έμπειροι ιατροί/θεραπευτές παρήγαγαν επίσης τη σωστή διάγνωση, αλλά χρειαζόνταν περισσότερο χρόνο για την τελική τους απόφαση. Οπότε, η βασική διαφορά μεταξύ των έμπειρων και μη έμπειρων ιατρών/θεραπευτών είναι η δυσκολία που αντιμετωπίζουν οι μη έμπειροι να αξιολογήσουν τις υποθέσεις τους με αποτέλεσμα να μην μπορούν να αποκλείσουν τις λανθασμένες εναλλακτικές υποθέσεις (Patel et.al., 2002).

Μια προηγούμενη έρευνα (Patel et.al., 1989) έδειξε ότι όταν οι έμπειροι ιατροί/θεραπευτές περιλάβουν τη σωστή υπόθεση για διάγνωση μέσα σε ένα σύνολο υποθέσεων, τότε μέσα από μια επακόλουθη διαδικασία κατευθύνονται στην επιβεβαίωση της υπόθεσης αυτής παρά στη δημιουργία μιας νέας υπόθεσης. Οπότε, αν η σωστή υπόθεση δεν έχει συμπεριληφθεί, η διαδικασία δημιουργίας νέων εναλλακτικών υποθέσεων θα συνεχιστεί καθώς παρουσιάζονται νέα δεδομένα (Patel et.al., 1989).

Μια άλλη πειραματική έρευνα με παρόμοια αποτελέσματα, είναι αυτή των Patel, Arocha και Kaufman (Patel et.al., 1994) η οποία βασίστηκε στη διαδικασία απόφασης και λήψης τελικών αποφάσεων για τη διάγνωση καρδιακών προβλημάτων από καρδιολόγους και ενδοκρινολόγους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι έμπειροι ιατροί/θεραπευτές ερμηνεύουν τα δεδομένα των προβλημάτων από τα πρώτα τμήματα των διαγνωστικών υποθέσεων και στη συνέχεια χρησιμοποιούν τις υποθέσεις αυτές για να αξιολογήσουν τα νέα δεδομένα που παρουσιάζονται. Σε αντίθεση οι μη έμπειροι ιατροί/θεραπευτές συνεχίζουν να δημιουργούν νέες υποθέσεις ακόμη και αν έχουν ήδη βρει τη σωστή διάγνωση. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν βρεθεί και στην έρευνα του Lesgold και των συνεργατών του (Lesgold et.al., 1988), σκοπός της οποίας ήταν η διερεύνηση της δυνατότητας των ραδιολόγων να ερμηνεύουν και να διαβάζουν εικόνες από ακτινογραφίες θώρακα (chest X-ray pictures). Η έρευνα αυτή έδειξε ότι οι έμπειροι έχουν τη δυνατότητα να παρατηρούν αρχικά μια/ένα γενική/ό μορφή/μοτίβο της ασθένειας (general pattern of disease). Στη συνέχεια αυτό τους βοηθά στην ολική ανατομική εντόπιση (gross anatomical localization) και στον περιορισμό πιθανών ερμηνειών. Οι μη έμπειροι από την άλλη μεριά, έχουν περισσότερη δυσκολία στο να συγκεντρώνονται στις σημαντικές δομές και είναι πολύ πιθανόν να κρατούν/διατηρούν ανάρμοστες ερμηνείες παρά τα ασύμφωνα ευρήματα που

βρίσκουν στο ιστορικό του ασθενούς (Lesgold et.al., 1988; Patel et.al., 2002). Η γρήγορη αυτή διαδικασία της αναγνώρισης της/του μορφής/μοτίβου της ασθένειας είναι χαρακτηριστικό των έμπειρων στα αντιληπτικά (perceptual) και στα απολύτως συμβολικά (richly symbolic) πεδία (Patel et.al., 2002).

Μέσα από την έρευνα των Hackling και Lawrence (Hackling and Lawrence, 1988), που αναφέρθηκε και πιο πάνω, οι έμπειροι ιατροί/θεραπευτές που έχουν να κάνουν με επίλυση προβλημάτων που αφορούν γενεαλογικά προβλήματα (pedigree problems), έχουν παρομοιαστεί με έμπειρους παίχτες σκακιού, για την ιδιότητα που έχουν να κωδικοποιούν τις κρίσιμες ενδείξεις μέσα από πληροφορίες και δεδομένα που παρουσιάζονται. Οι Chase και Simon σε μια έρευνά τους (Chase and Simon, 1973) που έκαναν για να συγκρίνουν τον τρόπο σκέψης μεταξύ των έμπειρων και μη έμπειρων παιχτών σκακιού, συμπέραναν ότι οι έμπειροι παίχτες είναι ικανοί να κωδικοποιούν τις θέσεις της σκακιέρας οι οποίες έχουν ουσιαστική διαμόρφωση (configuration) και είναι σημαντικές για την απόφαση της επόμενης κίνησης (Chase and Simon, 1973).

Ένα άλλο σημαντικό συμπέρασμα από την έρευνα των Hackling και Lawrence (Hackling and Lawrence, 1988), είναι ότι τα προβλήματα γενετικής γενεαλογίας λύνονται χρησιμοποιώντας τη στρατηγική του έλεγχου των πολλαπλών υποθέσεων (multiple hypothesis testing strategy). Για να χρησιμοποιηθεί η στρατηγική αυτή αποτελεσματικά, το άτομο που ψάχνει τη λύση του προβλήματος πρέπει να κατέχει πλούσια γνώση της γενετικής ούτως ώστε να αναγνωρίζει και να ερμηνεύει τις κρίσιμες ενδείξεις μέσα από τα δεδομένα που παρουσιάζονται. Επίσης πρέπει να κατέχει γνώση για τις διαδικασίες που υπάρχουν για τα προσδιορισμένα γονότυπα (assigning genotypes) για να μπορεί να ελέγχει/δοκιμάζει τις εναλλακτικές υποθέσεις (Hackling and Lawrence, 1988).

Έρευνες που έγιναν σχετικά με τις δεξιότητες που αποκτούν οι χειρουργοί ιατροί όσο αυξάνεται η εμπειρογνωμοσύνη, έδειξαν ότι οι έμπειροι παρουσιάζουν περισσότερη ευκολία στην κίνηση, περισσότερη συνέπεια και πιο αυτοματοποιημένη επίδοση (Schaverien, 2010). Οι έμπειροι χειρουργοί αποκτούν συγκεκριμένες ικανότητες μνήμης, οι οποίες τους κάνουν ικανούς να βασίζονται σε μακριάς διάρκειας (long-term) μνήμη

επεκτείνοντας έτσι τον αριθμό πληροφοριών κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού και συλλογισμού σχετικά με εναλλακτικές κινήσεις, επιτρέποντας έτσι την αυτοματοποίηση ορισμένων δεξιοτήτων όπως η πρόβλεψη για αρνητικά αποτελέσματα (Schmidt et.al., 1990; Ericsson and Kintsch, 1995; Schaverien, 2010). Επίσης οι έμπειροι έδειξαν ότι είναι ανώτεροι στο να παρακολουθούν και να αξιολογούν τις αποδόσεις τους στις γνωστικές και μηχανικές αποστολές, μαζί με μια πολύ καλά αναπτυγμένη ικανότητα να εντοπίζουν και να διορθώνουν τα λάθη τους κατά τη διάρκεια των κινήσεών τους. Από την άλλη πλευρά, οι μη έμπειροι χειρουργοί εξαρτώνται κυρίως από την ανατροφοδότηση (feedback) εξωτερικών πηγών για την εντόπιση και διόρθωση των λαθών τους (Ericsson and Lehmann, 1996; Glaser, 1996).

3.2.1 Γνώση αναφορικά με ασθένειες

Αρκετές μελέτες και έρευνες που έγιναν για τις διαφορές μεταξύ έμπειρων και μη έμπειρων ιατρών/θεραπευτών, συμπέραναν ότι μια από τις σημαντικές διαφορές είναι και η 'γνώση της ασθένειας' (disease knowledge) (Wortman, 1972; Chase and Simon, 1973; Rubin, 1975; Pople, 1977; Feltovich et.al., 1980). Η 'γνώση της ασθένειας' αναφέρεται σε μια αποθήκευση μνήμης (memory store) των μοντέλων της ασθένειας (disease models), καθένα από τα οποία προσδιορίζει, για μια συγκεκριμένη ασθένεια, την παθοφυσιολογία (pathophysiology) της ασθένειας και το σύνολο των κλινικών εκδηλώσεων όπου ένας ασθενής με τη συγκεκριμένη ασθένεια θα πρέπει να παρουσιάσει (Feltovich et.al., 1980). Στους έμπειρους, το σύνολο των μοντέλων της ασθένειας είναι εκτεταμένο (extensive) (deGroot, 1965; Chase and Simon, 1973) και οργανωμένο ιεραρχικά (Wortman, 1972; Pople, 1977). Στα υψηλότερα (πιο γενικά) στάδια της ιεραρχίας αυτής, βρίσκονται οι κατηγορίες της ασθένειας (disease categories), οι οποίες αποτελούνται από σύνολα ασθενειών που παρουσιάζονται όμοια λόγω των φυσιολογικών ή κλινικών ομοιοτήτων που παρουσιάζουν. Στη μεσαία τάξη της ιεράρχησης αυτής, βρίσκονται οι συγκεκριμένες ασθένειες, οι οποίες στη συνέχεια διαχωρίζονται σε διάφορες παραλλαγές, στη χαμηλότερη τάξη της ιεράρχησης. Κάθε παραλλαγή παρουσιάζεται κάπως διαφορετικά, λόγω κάποιων

διαφορών στην ανατομία, τη φυσιολογία, τη σοβαρότητα ή την ηλικία που παρουσιάζεται η ασθένεια σε έναν ασθενή.

Από την άλλη μεριά, τα χαρακτηριστικά της γνώσης της ασθένειας των μη έμπειρων ιατρών/θεραπευτών μπορούν να βρεθούν μέσω της ανάλυσης της εμπειρίας κατάρτισης που κάνουν οι εκπαιδευόμενοι ιατροί/θεραπευτές, το εκπαιδευτικό υλικό που χρησιμοποιούν, καθώς επίσης και τη ψυχολογική θεωρία που αφορά γενικότερα την ανάπτυξη των βάσεων γνώσης.

Το πρώτο αξίωμα για τη βάση των γνώσεων των ασθενειών του μη έμπειρου ιατρού/θεραπευτή είναι ότι είναι κλασικά επικεντρωμένο (classically centered). Το αρχικό εκπαιδευτικό υλικό (Moller, 1973; Johnson, 198), καθώς επίσης και η πιθανότητα κατανομής των ασθενειών που παρουσιάζουν στο νοσοκομείο, τονίζουν τις πιο κοινές εκδόσεις των ασθενειών που αποτελούν «σημεία αγκύρωσης» για μετέπειτα επεξεργασία της αποθήκευσης των ασθενειών (Feltovich et.al., 1980).

Ένα δεύτερο αξίωμα για τους μη έμπειρους ιατρούς/θεραπευτές είναι ότι η αποθήκευση των ασθενειών (disease store) είναι σποραδική και έχει έλλειψη εκτενών παραπομπών και σύνδεση των νοσημάτων με τη μνήμη (Elstein et al., 1971; Shavelson, 1972; Feltovich et.al., 1980). Με την εμπειρία τους, αυξάνεται το σύνολο των ασθενειών και το γενικεύουν σε κατηγορηματικές ομάδες/συμπλέγματα, καθώς συναντούν και ανακαλύπτουν ομοιότητες μεταξύ των ασθενειών, και επίσης το διαχωρίζουν σε περαιτέρω κατηγορίες καθώς μαθαίνουν τα σημεία διαφοροποίησης μεταξύ και εντός των ασθενειών.

Καθώς αναπτύσσεται η εμπειρογνωμοσύνη σε έναν ιατρό/θεραπευτή, η γνώση της ασθένειας (disease knowledge) εξαρτάται όλο και πιο πολύ από την κλινική εμπειρία και η διαδικασία επίλυσης κλινικού προβλήματος η οποία κατευθύνεται από τη χρήση προτύπων και αναλογία, γίνεται λιγότερο εξαρτώμενη από τη λειτουργική κατανόηση (functional understanding) του εν λόγω συστήματος. Ωστόσο, μια σε βάθος (in-depth) θεμελιώδης κατανόηση (conceptual understanding) της βασικής επιστήμης παίζει σημαντικό ρόλο στο

συλλογισμό κάποιου πολύπλοκου προβλήματος και επίσης είναι σημαντικό στη δημιουργία επεξηγήσεων και αιτιολογήσεων για τη λήψη αποφάσεων (Patel et.al., 2002).

3.2.2 Οργάνωση της γνώσης: Γνωστικές δομές

Συνήθως σε μια διάγνωση κάποιας ασθένειας διαπιστώνεται ότι δεν εμφανίζονται όλα τα κύρια συμπτώματα/χαρακτηριστικά που είναι πιθανόν να παρουσιαστούν στη συγκεκριμένη ασθένεια. Αυτό το φαινόμενο οδήγησε στον ορισμό του πρωτοτύπου (prototype).

3.2.2.1 Πρωτότυπα (Prototypes)

Το πρωτότυπο θεωρείται ως το ‘καλύτερο παράδειγμα’ (‘best example’) κάποιου πράγματος (Gruppen and Frohna, 2002). Οι Bordage και Zacks, σε μια εργασία τους (Bordage and Zacks, 1984), ισχυρίστηκαν ότι τα πρωτότυπα έχουν άμεση σχέση με την οργάνωση της γνώσης (knowledge organisation) των ιατρών και των φοιτητών ιατρικής. Το πρόβλημα με το πρωτότυπο σε αυτό το περιβάλλον είναι ότι δεν επηρεάζει την ανάκτηση της γνώσης (Brooks et.al. 1991). Η θεωρία των σχημάτων (schemas) δημιουργήθηκε για να καλύψει τις αδυναμίες των πρωτοτύπων.

3.2.2.2 Σχήματα (Schemas)

Η έρευνα που έγινε από τους Hackling και Lawrence (Hackling and Lawrence, 1988), ασχολήθηκε με τις διαφορές στη στρατηγική επίλυσης προβλημάτων μεταξύ των έμπειρων και μη έμπειρων ιατρών/θεραπευτών όσον αφορά γενεαλογικά προβλήματα (pedigree problems). Η έρευνα αυτή έδειξε ότι αν και δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές στον αριθμό των σωστών διαγνώσεων μεταξύ των έμπειρων και μη έμπειρων ιατρών/θεραπευτών, ωστόσο υπήρξαν διαφορές όσον αφορά την πληρότητα (completeness) και την ‘αποδεικτικότητα’ (conclusiveness) των διαγνώσεων, που ήταν πιο ευνοϊκές για τους έμπειρους ιατρούς/θεραπευτές. Η έρευνα αυτή συμπέρανε επίσης ότι οι έμπειροι οργανώνουν τις γνώσεις τους σε σχήματα (schemas) αναλόγως των κατηγοριών των πληροφοριών που έχουν. Αυτό το συμπέρασμα συμφωνεί με το συμπέρασμα μιας άλλης

έρευνας, (Johnson et.al., 1981) σχετικά με τα γενεαλογικά προβλήματα, καθώς επίσης και σε μια άλλη έρευνα που έγινε σχετικά με την ιατρική διάγνωση (Elstein et.al., 1978). Το γεγονός ότι οι έμπειροι οργανώνουν τις γνώσεις τους σε σχήματα (schemas), έχει επιβεβαιωθεί και από άλλες έρευνες που έγιναν πάνω στην εμπειρογνωμοσύνη διαφόρων ειδικοτήτων (Bobrow and Norman, 1975; Chi et.al., 1981; McGaw and Lawrence, 1984).

Στην περίπτωση όπου οι ιατροί/θεραπευτές αντιμετωπίζουν προβλήματα για ιατρική διάγνωση, η οργάνωση των γνώσεων τους με σχήματα (schemas) γίνεται με τον εξής τρόπο: τα σχήματα καθορίζουν για μια συγκεκριμένη ασθένεια το σύνολο των κλινικών εκδηλώσεων που θα παρουσιαστούν από τον ασθενή που πάσχει από αυτή τη συγκεκριμένη ασθένεια (Hackling and Lawrence, 1988). Στα πρώτα βήματα της αντιμετώπισης κάποιας συγκεκριμένης ασθένειας, ο ιατρός/θεραπευτής δημιουργεί μια μικρή συστοιχία από προσωρινές υποθέσεις (provisional hypotheses) μέσω μιας διαδικασίας κρίσιμων ενδείξεων/ερεθισμάτων, τα οποία στην συνέχεια συνδέει με τα σχήματα (schemas) της συγκεκριμένης ασθένειας (Hackling and Lawrence, 1988). Κατά τη διάρκεια της σωματικής εξέτασης του ασθενή η βάση δεδομένων (knowledge base) των σχημάτων (schemas) κατευθύνει τον ιατρό να ψάξει για κρίσιμες/α ενδείξεις/ερεθίσματα τα οποία θα στηρίξουν ή θα διαψεύσουν τις προσωρινές υποθέσεις (provisional hypotheses) (Hackling and Lawrence, 1988).

Παρ' όλα αυτά, οι Gruppen και Frohna, ανέφεραν στην εργασία τους (Gruppen and Frohna, 2002) ότι ο ορισμός των σχημάτων (schemas) είχε γίνει αποδεκτός χωρίς να κριθεί αρκετά και ότι δεν είναι πλέον ένας ακριβής ορισμός, διότι έχει γίνει πολύ ασαφής και γενικός όσον αφορά την εφαρμογή του. Ο Gilhooly, 1987, ισχυρίστηκε ότι τα σχήματα (schemas) είναι πολύ στατικά για να περιγράψουν επαρκώς τη λύση του προβλήματος (Gilhooly, 1987). Η πιο πρόσφατη δομή (conceptualisation) όσον αφορά τις γνωστικές δομές είναι αυτή των σημασιολογικών δικτύων (semantic networks).

3.2.2.3 Σημασιολογικά δίκτυα (Semantic networks)

Τα σημασιολογικά δίκτυα έχουν προταθεί ως ένας πιο δυναμικός και πιο σοφιστικός τρόπος για την αναπαράσταση της γνώσης (knowledge representation). Η δημιουργία τους οφείλεται σε έρευνες της TN και είναι τελικά ένας γραφικός τρόπος αναπαράστασης διαφόρων οντοτήτων και των σχέσεων μεταξύ τους, χρησιμοποιώντας κομβικά σημεία (nodes) και συνδέσμους (links) μεταξύ τους. Οι Schmidt και Boshuizen υποστηρίζουν ότι η κλινική εμπειρία βοηθά τον ιατρό/θεραπευτή να επεκτείνει τα δίκτυα αυτά (Schmidt and Boshuizen, 1993). Για παράδειγμα τα σημασιολογικά δίκτυα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη γραφική αναπαράσταση της γνώσης με εννοιολογικούς χάρτες (concept maps). Οπότε με αυτό τον τρόπο μπορεί να θεωρηθεί ότι μερικοί ιατροί χρησιμοποιούν τα σημασιολογικά δίκτυα ως γνωστικά εργαλεία για να τους βοηθήσουν στον κλινικό συλλογισμό.

Μέχρι σήμερα λοιπόν, έχουν γίνει πολλές έρευνες και μελέτες όσον αφορά την ιατρική εμπειρογνωμοσύνη, τα συμπεράσματα των οποίων επηρέασαν σημαντικά την έρευνα στη γνωστική ψυχολογία και στην Τεχνητή Νοημοσύνη, καθώς επίσης στην πρόοδο του ιατρικού συλλογισμού. Μέσα από το κεφάλαιο αυτό είδαμε διάφορα συμπεράσματα από τέτοιες έρευνες και μελέτες. Είδαμε κατά πρώτο λόγο ότι οι μη έμπειροι ιατροί επεξεργάζονται την επιφανειακή δομή, ενώ οι έμπειροι τείνουν να αντιμετωπίζουν τα προβλήματα που συναντούν με μία πιο βαθιά δομή όπως για παράδειγμα τους νόμους της φυσικής ή τις αρχές που βρίσκονται μέσα στο πρόβλημα. Κατά δεύτερο λόγο είδαμε μια βασική διαφορά μεταξύ των έμπειρων και μη έμπειρων ιατρών, που είναι η δυσκολία την οποία αντιμετωπίζουν οι μη έμπειροι για την αξιολόγηση των υποθέσεών τους με αποτέλεσμα να μην μπορούν να αποκλείουν τις λανθασμένες εναλλακτικές.

Είδαμε επίσης ότι οι χειρουργοί μέσα από την εμπειρία τους, αποκτούν συγκεκριμένες ικανότητες μνήμης επεκτείνοντας έτσι τον αριθμό των πληροφοριών κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού και συλλογισμού σχετικά με τις εναλλακτικές κινήσεις, επιτρέποντας έτσι την αυτοματοποίηση ορισμένων δεξιοτήτων όπως η πρόβλεψη για αρνητικά αποτελέσματα. Ένα άλλο βασικό συμπέρασμα που είδαμε σ' αυτό το κεφάλαιο είναι ότι καθώς

αναπτύσσεται η εμπειρογνωμοσύνη σε έναν ιατρό, η γνώση της ασθένειας εξαρτάται όλο και πιο πολύ από την κλινική εμπειρία και η διαδικασία επίλυσης κλινικού προβλήματος η οποία κατευθύνεται από τη χρήση προτύπων και αναλογία, γίνεται λιγότερο εξαρτώμενη από τη λειτουργική κατανόηση του εν λόγω συστήματος. Σχετικά με την οργάνωση της γνώσης των ιατρών και τη στρατηγική επίλυσης προβλημάτων, είδαμε ότι οι έμπειροι οργανώνουν τις γνώσεις τους σε σχήματα αναλόγως των κατηγοριών των πληροφοριών που έχουν, και επιπρόσθετα η κλινική εμπειρία βοηθά τους ιατρούς να επεκτείνουν τα σημασιολογικά τους δίκτυα, συνεπώς τους βοηθά στον κλινικό συλλογισμό.

Κεφάλαιο 4

Μορφές ιατρικού συλλογισμού

4.1 Μορφές ιατρικού συλλογισμού στην εμπειρογνωμοσύνη	34
4.2 Μετασχηματισμός της βιοϊατρικής γνώσης σε κλινική γνώση (Encapsulation of Knowledge)	38
4.3 Ενδιάμεσο αποτέλεσμα (intermediate effect)	40

4.1 Μορφές ιατρικού συλλογισμού στην εμπειρογνωμοσύνη

Όπως αναφέραμε στην ενότητα 2.2.3 οι τρεις βασικές μορφές συλλογισμού είναι το συμπέρασμα, η απαγωγή και η επαγωγή. Η συλλογιστική διαδικασία δημιουργίας υποθέσεων στην απαγωγή μπορεί να χαρακτηριστεί ως ‘συλλογιστική οδηγούμενη από γεγονότα’ ή ‘ορθή συλλογιστική’ (forward-driven reasoning), ενώ η διαδικασία δημιουργίας υποθέσεων στο συμπέρασμα χαρακτηρίζεται ως ‘συλλογιστική οδηγούμενη από στόχους’ ή ‘ανάστροφη συλλογιστική’ (backward-driven reasoning). Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω στην ενότητα 2.2.3., ο συνδυασμός αυτών των δύο μορφών συλλογισμού (συμπερασματικός και απαγωγικός) ονομάζεται υποθετικός-συμπερασματικός (hypothetico-deductive). Πιο κάτω δίνονται οι ορισμοί για τις προαναφερόμενες μορφές συλλογισμού, όπως αναφέρονται στο βιβλίο της Κεραυνού Ε., (Κεραυνού, 2000).

Συλλογιστική οδηγούμενη από γεγονότα (forward-driven reasoning): Η εφαρμογή αυτής της συλλογιστικής προϋποθέτει την ύπαρξη κάποιων αρχικών δεδομένων

(γεγονότων) στη μνήμη εργασίας. Συμπεράσματα/ενέργειες που απορρέουν από τα δεδομένα εξάγονται/εκτελούνται και έτσι καταχωρούνται νέα δεδομένα στη μνήμη εργασίας. Η εφαρμογή της συλλογιστικής επαναλαμβάνεται απροσδιόριστα, ενόσω καταχωρούνται νέα δεδομένα στη μνήμη εργασίας (είτε από το συλλογισμό που εκτελείται ή/και από έξω). Αυτή η συλλογιστική δεν έχει συγκεκριμένη εστία.

Συλλογιστική οδηγούμενη από στόχους (backward-driven reasoning): Αυτή είναι συλλογιστική από πάνω προς τα κάτω. Η εφαρμογή της προϋποθέτει την ύπαρξη κάποιου απώτερου στόχου (εστία του συλλογισμού), ο οποίος διαδοχικά διασπάται σε υποστόχους, καταλήγοντας σε υποστόχους οι οποίοι είναι άμεσα επιτεύξιμοι (η επίτευξή τους συνεπάγεται την εκτέλεση κάποιας στοιχειώδους εργασίας). Η διάσπαση του στόχου σε υποστόχους καταγράφεται σε ένα δέντρο στόχων.

Υποθετικός-συμπερασματικός συλλογισμός (hypothetico–deductive):

Στο συμπερασματικό συλλογισμό η πρόθεση είναι να αποδειχθεί κατά πόσον κάτι ευσταθεί, ενώ στον απαγωγικό συλλογισμό η πρόθεση είναι να απαντηθεί γιατί κάτι ευσταθεί. Προς απάντηση κάποιου γιατί είναι σημαντικό να αποφασισθεί κατά πόσον. Ως εκ τούτου, το συμπέρασμα μπορεί να θεωρηθεί υποδιεργασία της απαγωγής. Αυτή η ‘σύμπραξη’ αποτελεί το υποθετικό-συμπερασματικό μοντέλο συλλογισμού, το οποίο εμφανίζεται σε πολλά έμπειρα συστήματα, κυρίως αυτά που αφορούν διάγνωση και αποσφαλμάτωση.

Οι Patel και Groen, μελέτησαν τις στρατηγικές επίλυσης βασισμένες στη γνώση (knowledge-based solution strategies) των έμπειρων καρδιολόγων ως ένδειξη των παθοφυσιολογικών (pathophysiological) τους επεξηγήσεων για πολύπλοκα κλινικά προβλήματα (Patel and Groen, 1986). Τα αποτελέσματα από την εργασία αυτή, έδειξαν ότι οι ιατροί που διέγνωναν το πρόβλημα με ακρίβεια, είχαν χρησιμοποιήσει μια στρατηγική ορθού συλλογισμού (forward-oriented) βασιζόμενη στα δεδομένα (data-driven), όπου χρησιμοποίησαν τα δεδομένα του ασθενούς για να τους οδηγήσουν σε μια ολοκληρωμένη διάγνωση, δηλαδή συλλογισμός από τα δεδομένα στις υποθέσεις (reasoning from data to hypothesis). Σε αντίθεση οι ιατροί που διέγνωναν μερικώς ή λανθασμένα το πρόβλημα του

ασθενούς, είχαν χρησιμοποιήσει στρατηγική ανάστροφου συλλογισμού (backward) βασιζόμενη στις υποθέσεις (hypothesis-driven). Τα πιο πάνω αποτελέσματα εμφανίζονται σαν πρόκληση για τα συμπεράσματα μιας άλλης εργασίας που είχε γίνει νωρίτερα, αυτή του Elstein και των συνεργατών του, (Elstein et.al., 1978), όπου είχαν βρει το μοντέλο του υποθετικού-συμπερασματικού (hypothetico-deductive) συλλογισμού κατά το οποίο δεν διαφοροποιούνται οι στρατηγικές συλλογισμού των έμπειρων με αυτές των μη έμπειρων ιατρών.

Η Patel και οι συνεργάτες της αναφέρθηκαν σε μια υπόθεση για να ‘συμφιλιώσουν’ αυτά τα αντιφατικά αποτελέσματα των πιο πάνω εργασιών, όπου ο ορθός συλλογισμός χρησιμοποιείται σε κλινικά προβλήματα στα οποία οι ιατροί έχουν άφθονη εμπειρία (Patel et.al., 2004). Ενώ όταν οι ιατροί έχουν να αντιμετωπίσουν άγνωστες ή δύσκολες περιπτώσεις, χρησιμοποιούν τον ανάστροφο συλλογισμό επειδή η γνώση τους δεν υποστηρίζει τη διαδικασία του ταιριάσματος-προτύπου (pattern-matching). Αυτή η υπόθεση υποστηρίζεται από μια εργασία που έγινε νωρίτερα, κατά την οποία οι συγγραφείς μελέτησαν τις συνθήκες κατά τις οποίες ο ορθός συλλογισμός καταρρέει/διαταράσσεται (Patel et.al., 1990). Για το σκοπό αυτό, ζητήθηκε από καρδιολόγους και ενδοκρινολόγους να λύσουν διαγνωστικά προβλήματα καρδιολογίας και ενδοκρινολογίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σε δύσκολες και αβέβαιες περιπτώσεις το πρότυπο του ορθού συλλογισμού διαταρασσόταν. Ενώ σε περιπτώσεις όπου τα αποτελέσματα υποστηρίζονταν από προηγούμενες εργασίες και η διάγνωση ήταν ακριβής, οι ιατροί χρησιμοποιούσαν καθαρά τον ορθό συλλογισμό.

Αρκετές εργασίες έγιναν για τη διερεύνηση της σχέσης του ιατρικού συλλογισμού και της πολυπλοκότητας, και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι έμπειροι και οι μη έμπειροι ιατροί έχουν διαφορετικά πρότυπα συλλογισμού βασιζόμενου στα δεδομένα (data-driven) και συλλογισμού βασιζόμενου στις υποθέσεις (hypothesis-driven) (Patel and Groen, 1991; Patel et.al., 1994). Όπως ειπώθηκε και πιο πάνω, οι έμπειροι ιατροί χρησιμοποιούν συλλογισμό που βασίζεται στα δεδομένα (data-driven), ο οποίος εξαρτάται από τον ιατρό/θεραπευτή που έχει υψηλά οργανωμένη βάση γνώσης σχετικά με την ασθένεια (συμπεριλαμβανομένων σειρών από σημάδια και συμπτώματα). Επιπλέον, λόγω της

εκτεταμένης βάσης γνώσης και των υψηλού επιπέδου συμπερασμάτων που κάνουν, οι έμπειροι συνήθως παραλείπουν βήματα από το συλλογισμό τους. Σε αντίθεση, οι μη έμπειροι ιατροί είτε λόγω της έλλειψής ουσιαστικής γνώσης είτε λόγω της ανικανότητάς τους να ξεχωρίσουν τη σχετική με την άσχετη γνώση, χρησιμοποιούν συλλογισμό που βασίζεται στις υποθέσεις (hypothesis-driven reasoning), ο οποίος συνήθως τους οδηγεί σε πολύπλοκα πρότυπα συλλογισμού.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, ο Elstein και οι συνεργάτες του σε μια εργασία τους που ασχολήθηκε με τη συσχέτιση της εμπειρογνωμοσύνης και της διαδικασίας όπου οι ιατροί/θεραπευτές επεξεργάζονται/αναλύουν τις πληροφορίες που παίρνουν από τους ασθενείς τους, κατέληξαν ότι οι έμπειροι ιατροί/θεραπευτές λειτουργούν με μια γνωστική διαδικασία που ονομάζεται υποθετική-συμπερασματική (hypothetico-deductive), όπου ο έμπειρος θα δημιουργήσει υποθέσεις από την αρχή της συνάντησής του με τον ασθενή και θα ελέγχει/αξιολογεί τις υποθέσεις αυτές κατά τη συνέχεια της συνάντησης τους (Elstein et.al., 1978). Επιπρόσθετα, κάποιες άλλες εργασίες (Proctor and Dutta, 1995; Ericsson and Lehmann, 1996; VanLehn, 1996; Moskowitz et.al., 1988; Choudhry et.al., 2005), σημειώνουν ότι οι έμπειροι χειρουργοί είναι αποδοτικοί και αποτελεσματικοί επιλυτές προβλημάτων, διότι χρησιμοποιούν ορθό συλλογισμό (forward reasoning) και καταλήγουν γρήγορα στη διάγνωση και στη θεραπευτική στρατηγική με αποτέλεσμα να κάνουν λιγότερα γνωστικά λάθη.

Επίσης, σε μια εργασία τους οι Norman και Schmidt (Norman and Schmidt, 2000) μελέτησαν τις στρατηγικές ορθού και ανάστροφου συλλογισμού μεταξύ των έμπειρων και μη έμπειρων φοιτητών ιατρικής (δηλ. αυτών που έχουν κάνει εργαστήρια και αυτών που δεν έκαναν κατά την διάρκεια της φοίτησής τους). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μη έμπειροι τα πήγαν πολύ καλύτερα όταν χρησιμοποιούσαν ανάστροφο συλλογισμό (backward reasoning). Αυτό το αποτέλεσμα χρησιμοποιήθηκε για να βρεθεί η θεωρία για το τι συμβαίνει κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας που είναι βασισμένη σε προβλήματα (problem-based learning), και αυτός είναι ο λόγος που το υποθετικό-συμπερασματικό (hypothetico-deductive) μοντέλο εξακολουθεί να είναι σημαντικό για τη θεωρία της εκπαίδευσης του ιατρικού συλλογισμού.

Από την άλλη μεριά ο Norman και οι συνεργάτες του σε μια εργαστηριακή έρευνα που έκαναν κατά την οποία είχαν ζητήσει από διάφορα άτομα να κάνουν τεχνητές εργασίες/αποστολές έξω από το περιεχόμενό τους, κατέληξαν ότι η έννοια του ορθού συλλογισμού (forward reasoning) από τους έμπειρους είναι προβληματική (Norman et.al., 1999). Οι Lumieux και Bordage μελέτησαν το θέμα μεταξύ του ορθού και του ανάστροφου συλλογισμού σε βάθος και συμπέραναν ότι οι μελέτες/σπουδές που βασίζονται σε εργαστήρια (laboratory-based studies) είναι πολύ περιορισμένες και ότι συνήθως τα αποτελέσματά τους είναι μια αντανάκλαση/σκέψη της μεθόδου της έρευνας παρά ο πραγματικός συλλογισμός του ιατρού (Lumieux and Bordage, 1992).

Τα αδέρφια Dreyfus δηλώνουν ότι η εμπειρία είναι πολύ σημαντική στον τρόπο σκέψης και συλλογισμού. Ένας έμπειρος ιατρός για ένα άγνωστο περιστατικό θα προσφύγει στην υποθετικό-συμπερασματική (hypothetico-deductive) σκέψη, ενώ ο μη έμπειρος ιατρός θα πρέπει να το κάνει αυτό συνέχεια μέχρι να αποκτήσει επαρκή εμπειρία (Dreyfus and Dreyfus, 1986). Καθώς αυτοί οι τρόποι σκέψης είναι συνέχεια της γνωστικής, δεν χρειάζεται να είναι αποκλειστικοί. Η δημιουργία της υπόθεσης μπορεί να είναι διαισθητική και ο επακόλουθος έλεγχός της να είναι πιο αναλυτικός. Άλλοι συγγραφείς, όπως οι Higgs, Burn και Jones σε μια εργασία τους, (Higgs et. al., 2001), διερωτούνται για τη διαδεδομένη χρήση της έννοιας της διαίσθησης, αναφορικά με τη χρήση των προχωρημένων δεξιοτήτων συλλογισμού των εμπειρών. Συγκεκριμένα, διερωτούνται αν συνιστά επαγγελματική κρίση και πρακτική σοφία στηριζόμενη στη βαθιά γνώση η οποία βασίζεται στην εμπειρία (experienced-based knowledge) που αποκτιέται και είναι μια εκλεπτυσμένη μορφή της συλλογιστικής ικανότητας, ή αν η διαίσθηση συνιστά ένα σημαντικό συμπλήρωμα της συλλογιστικής.

4.2 Μετασχηματισμός της βιοϊατρικής γνώσης σε κλινική γνώση (Encapsulation of Knowledge)

Ο Chi και οι συνεργάτες του σε μια εργασία τους (Chi et.al., 1981) κατέληξαν στη θεωρία ότι η ανάπτυξη εμπειρογνωμοσύνης βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην επέκταση της

αιτιολογικής γνώσης (causal knowledge) σχετικά με ένα συγκεκριμένο πεδίο. Θεώρησαν δηλαδή ότι μέσα από την εκπαίδευση και εμπειρία οι μαθητευόμενοι αποκτούν όλο και περισσότερες σχετικές έννοιες και αναπτύσσουν περισσότερες ουσιαστικές σχέσεις μεταξύ των εννοιών αυτών.

Σε μια πιο πρόσφατη έρευνα που έγινε από τους Schmidt και Rikers (Schmidt and Rikers, 2007) για το πώς αναπτύσσεται η εμπειρογνωμοσύνη στην ιατρική μέσα από την εκπαίδευση και την κατάρτιση δηλώνεται διαφορετική άποψη. Οι συγγραφείς αυτής της συγκεκριμένης έρευνας, πιστεύουν ότι στα αρχικά στάδια της εκπαίδευσης οι φοιτητές δημιουργούν γρήγορα νοητικές δομές (mental structures) οι οποίες μπορούν να περιγραφούν ως πλούσια *αιτιολογικά δίκτυα* (causal networks), τα οποία επεξηγούν τις αιτίες και τις συνέπειες κάποιας συγκεκριμένης ασθένειας, όσον αφορά γενικές βιολογικές (biological) ή παθοφυσιολογικές (pathophysiological) διαδικασίες. Στη συνέχεια της εκπαίδευσης και της ανάπτυξης της εμπειρογνωμοσύνης, όταν οι φοιτητές έρθουν αντιμέτωποι με μια κλινική περίπτωση, συγκεντρώνονται σε απομονωμένα σημάδια και συμπτώματα και προσπαθούν να συσχετίσουν το κάθε ένα από αυτά με τις παθοφυσιολογικές έννοιες που έχουν μάθει από το προηγούμενο στάδιο της εκπαίδευσής τους. Αυτή η διαδικασία κατά την άποψη των ερευνητών όχι μόνο απαιτεί αρκετή προσπάθεια αλλά μπορεί να επιφέρει λάθος διάγνωση. Επίσης για το λόγο ότι οι φοιτητές δεν βρίσκονται ακόμη στο επίπεδο που πρέπει για να αναγνωρίζουν το/τη μοτίβο/μορφή (pattern) των συμπτωμάτων και τη συσχέτιση μεταξύ τους, η διαδικασία αυτή είναι λεπτομερής (Schmidt and Rikers, 2007). Γι' αυτόν το λόγο παρατηρείται συνήθως το εξής φαινόμενο, όπου οι φοιτητές που βρίσκονται στο ενδιάμεσο επίπεδο της εκπαίδευσής τους (intermediate level) μπορούν να θυμούνται περισσότερες λεπτομέρειες τέτοιων κλινικών υποθέσεων από τους έμπειρους ιατρούς. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται *ενδιάμεσο αποτέλεσμα/επιρροή* (intermediate effect) στην ανάκληση κλινικών υποθέσεων (clinical case recall) (Rikers et.al., 2000; Schmidt and Boshuizen, 1993). Στο φαινόμενο αυτό θα αναφερθούμε με περισσότερες λεπτομέρειες στην ενότητα που ακολουθεί.

Οπότε, μέσα από την εκτενή και επαναλαμβανόμενη χρήση της απαιτούμενης γνώσης και κυρίως μέσα από την έκθεση στα προβλήματα των ασθενών, παρατηρείται μια αλλαγή στη

δομή της γνώσης των μαθητών. Τα νοητικά δίκτυα γνώσης αυτών των μαθητών από λεπτομερή, αιτιολογικά και παθοφυσιολογικά ‘συνοψίζονται’ (encapsulated) σε διαγνωστικές ετικέτες (diagnostic labels) ή σε υψηλού επιπέδου απλοποιημένα μοντέλα (models) τα οποία επεξηγούν σημάδια και συμπτώματα διάφορων ασθενειών. Η συνοψισμένη γνώση (encapsulated knowledge) είναι ένας μηχανισμός μάθησης που ορίζεται ως η ταύτιση των λεπτομερών και πιο χαμηλών επιπέδων εννοιών, συμπεριλαμβανομένου και του συσχετισμού μεταξύ τους, με άλλων λιγότερων σε αριθμό και πιο υψηλού επιπέδου εννοιών, που να έχουν την ίδια επεξηγηματική δύναμη (Boshuizen and Schmidt, 1992; Schmidt and Rikers, 2007). Οπότε, μέσα από κλινική εξάσκηση, η βιοϊατρική γνώση πιθανόν να ολοκληρώνεται σε κλινική γνώση. Η βιοϊατρική γνώση μπορεί να μετέρχεται όποτε χρειάζεται, αλλά δεν χρησιμοποιείται ως επεξήγηση πρώτης γραμμής (Patel et.al., 2004).

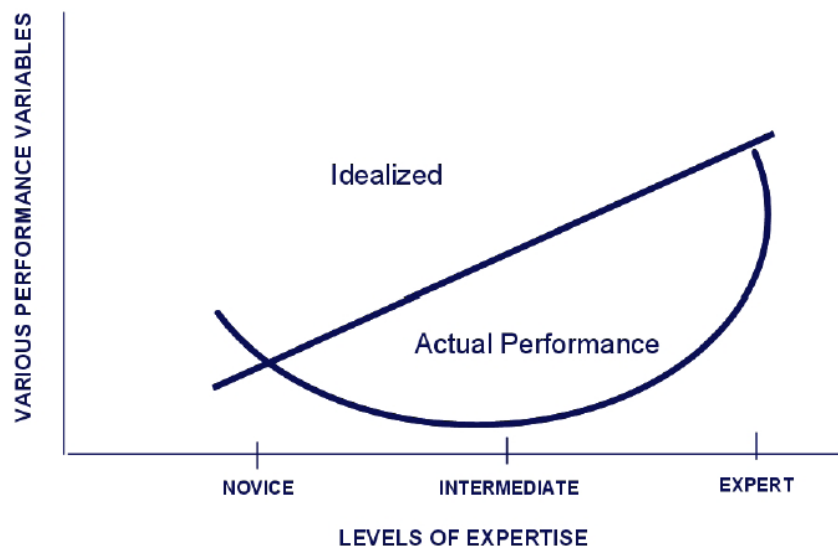
4.3 Ενδιάμεσο αποτέλεσμα (intermediate effect)

Παρόλο που η θεωρία του συλλογισμού στην ιατρική είναι βασικά μία θεωρία εξειδικευμένης γνώσης, φτάνει το επίπεδο του αποτελεσματικού συλλογισμού του έμπειρου ιατρού και αντικατοπτρίζει την επεκταμένη συνέχεια της εκπαίδευσης καθώς επίσης και τα επίπεδα της συλλογιστικής απόδοσης (Hardiman et.al., 1989; Chi et.al., 1989).

Έχουν αναφερθεί κατά καιρούς, διάφορες αλλαγές που συμβαίνουν κατά τη διαδικασία χαρακτηρισμού των σταδίων που περνούν οι εκπαιδευόμενοι για να γίνουν έμπειροι ιατροί. Σημαντικό χαρακτηριστικό αυτής της διαδικασίας είναι το ενδιάμεσο αποτέλεσμα (intermediate effect). Το φαινόμενο αυτό αναφέρεται στο γεγονός όπου κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης και το χρόνο που ξοδεύει κάποιος πάνω σε μια δραστηριότητα αντί να σημειώνει βελτίωση στην απόδοσή του στη συγκεκριμένη δραστηριότητα, σημειώνει εξασθένηση μετά από ένα ορισμένο σημείο (Patel et.al., 2004). Το ενδιάμεσο αποτέλεσμα είναι μια καμπύλη μάθησης ή ένα αναπτυξιακό πρότυπο που σχηματίζεται όπως το λατινικό γράμμα U, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 4.1. Στο σχήμα αυτό η ευθεία γραμμή

δείχνει την αναμενόμενη αναπτυξιακή απόδοση με τα επίπεδα εμπειρογνωμοσύνης, ενώ η καμπύλη U αντιπροσωπεύει την πραγματική ανάπτυξη από το επίπεδο του μη έμπειρου στο επίπεδο του έμπειρου. Ο άξονας y αντιπροσωπεύει τις μεταβλητές απόδοσης (performance variables), όπως για παράδειγμα τον αριθμό των σφαλμάτων που έγιναν, τις άσχετες ιδέες/αντιλήψεις, εννοιολογικές επεξεργασίες και τον αριθμό των εξωτερικών υποθέσεων που δημιουργήθηκαν σε μια ποικιλία εργασιών. Ο άξονας x αντιπροσωπεύει τα στάδια/επίπεδα της εμπειρογνωμοσύνης.

Στην ανάπτυξη της ιατρικής εμπειρογνωμοσύνης, το ενδιάμεσο αποτέλεσμα αντιπροσωπεύει τον υποβιβασμό του συλλογισμού, που προκύπτει από την απόκτηση της γνώσης κατά το διάστημα όπου η γνώση αυτή δεν ήταν καλά οργανωμένη και όπου αφθονούν άσχετοι (irrelevant) σύνδεσμοι στην ενδιάμεση βάση γνώσεων (knowledge base). Αντίθετα, η βάση γνώσεων (knowledge base) των μη έμπειρων είναι σποραδική και αποτελείται από πολύ λίγους συνδέσμους, ενώ η βάση γνώσεων του έμπειρου είναι αρκετά φιλτραρισμένη από τους άσχετους (irrelevant) συνδέσμους που χαρακτηρίζουν το ενδιάμεσο επίπεδο (μεταξύ έμπειρων και μη έμπειρων) (Patel et.al., 2004). Πρέπει να σημειωθεί ότι το φαινόμενο αυτό δεν αναφέρεται σε όλη την επίδοση των ενδιάμεσων επιπέδων, για παράδειγμα σε κάποια κριτήρια όπως είναι η διαγνωστική ακρίβεια, παρατηρείται μία σταδιακή βελτίωση.



Σχήμα 4.1 Γραφική παράσταση που αντιπροσωπεύει το φαινόμενο του ενδιάμεσου αποτελέσματος (intermediate effect). Πηγή: Patel et.al., 2004.

Το φαινόμενο του ενδιάμεσου αποτελέσματος συμβαίνει σε πολλές εργασίες/δραστηριότητες και σε διάφορα επίπεδα εμπειρογνωμοσύνης. Οι εργασίες/δραστηριότητες ποικίλουν από την κατανόηση των κλινικών περιπτώσεων και την εξήγηση των κλινικών προβλημάτων μέχρι την επίλυση του προβλήματος και τη δημιουργία εργαστηριακών δεδομένων. Το φαινόμενο μπορεί να παρουσιάζεται λόγω του ότι οι εκπαιδευόμενοι που βρίσκονται στο ενδιάμεσο επίπεδο, μεταξύ των έμπειρων και μη έμπειρων, έχουν αποκτήσει ένα εκτεταμένο σώμα γνώσης, αλλά δεν έχουν αναδιοργανώσει ακόμα τη γνώση αυτή σε ένα λειτουργικό τρόπο (Patel et.al., 2004). Έτσι η γνώση των εκπαιδευόμενων που βρίσκονται στο ενδιάμεσο επίπεδο, έχει μια δομή δικτύων που αποτελεί μια αξιοσημείωτη έρευνα, γεγονός που κάνει ακόμη πιο δύσκολη για τους εκπαιδευόμενους αυτού του επιπέδου τη δημιουργία κάποιας δομής για την αποκωδικοποίηση και την επιλεκτική ανάκτηση των πληροφοριών (Patel and Groen, 1991). Σε αντίθεση, η γνώση των έμπειρων ιατρών είναι σωστά ρυθμισμένη για να εκτελεί διάφορες εργασίες/δραστηριότητες και έτσι μπορεί να 'φιλτράρει' τις άσχετες πληροφορίες με τη χρήση των ιεραρχικά οργανωμένων σχημάτων (hierarchically organised schemata). Η διαφορά φαίνεται από την οργάνωση της δομής της γνώσης και στο σημείο που έχει διαρρυθμιστεί για να εκτελεί συγκεκριμένες εργασίες.

Οι Schmidt και Boshuizen σε μια εργασία τους (Schmidt and Boshuizen, 1993), αναφέρουν ότι οι εκπαιδευόμενοι που βρίσκονται στο ενδιάμεσο επίπεδο, μεταξύ των έμπειρων και μη έμπειρων, για την ανάκληση πληροφορίας χρησιμοποιούν πολύ σύντομο χρόνο έκθεσης (περίπου 30 δευτερόλεπτα). Αυτό δείχνει ότι σε συνθήκες που απαιτούν περιορισμένο χρόνο, οι εκπαιδευόμενοι που βρίσκονται στο ενδιάμεσο επίπεδο, δεν μπορούν να εμπλακούν με εξωτερική/άσχετη έρευνα. Αναφέρουν επίσης ότι ενώ η βάση γνώσης των μη έμπειρων ιατρών είναι σποραδική και η βάση γνώσης των έμπειρων είναι πολύπλοκα αλληλοσυνδεδεμένη, η βάση γνώσης των εκπαιδευόμενων ενδιάμεσου επιπέδου περιέχει πολλά σημεία της γνώσης στη θέση που πρέπει, αλλά δεν έχει την εκτεταμένη συνδεσιμότητα που έχει η γνώση των έμπειρων.

Το τελικό συμπέρασμα του κεφαλαίου 4, το οποίο αφορά τις μορφές συλλογισμού που χρησιμοποιούν οι έμπειροι και μη έμπειροι ιατροί, είναι ότι οι έμπειροι ιατροί

χρησιμοποιούν τη στρατηγική ορθού συλλογισμού η οποία ανήκει στον απαγωγικό συλλογισμό, ενώ οι μη έμπειροι χρησιμοποιούν τη στρατηγική ανάστροφου συλλογισμού η οποία ανήκει στο συμπερασματικό συλλογισμό. Το γεγονός αυτό στηρίζεται στις διαφορές που έχουν οι έμπειροι και μη έμπειροι ιατροί στα πρότυπα συλλογισμού, δηλαδή σε αυτά που βασίζονται στα δεδομένα και αυτά που βασίζονται στις υποθέσεις αντίστοιχα. Σημαντικό είναι επίσης και το συμπέρασμα ότι οι έμπειροι ιατροί μπορούν να λειτουργούν με μια γνωστική διαδικασία που ονομάζεται υποθετική-συμπερασματική κατά την οποία ο έμπειρος θα δημιουργήσει υποθέσεις από την αρχή της συνάντησής του με τον ασθενή και θα ελέγχει/αξιολογεί τις υποθέσεις αυτές κατά την συνέχεια της συνάντησής τους.

Ένα άλλο συμπέρασμα είναι ότι μέσα από την εμπειρία και την επαναλαμβανόμενη χρήση της απαιτούμενης γνώσης αλλάζει η δομή της γνώσης των εκπαιδευόμενων ιατρών με αποτέλεσμα τα νοητικά δίκτυα γνώσης από λεπτομερή, αιτιολογικά και παθοφυσιολογικά 'συννοψίζονται' σε διαγνωστικές ετικέτες ή σε υψηλού επιπέδου απλοποιημένα μοντέλα τα οποία επεξηγούν σημάδια και συμπτώματα διάφορων ασθενειών. Τέλος, αναφερθήκαμε στο φαινόμενο του ενδιάμεσου αποτελέσματος, το οποίο αντιπροσωπεύει τον υποβιβασμό του συλλογισμού και προκύπτει από την απόκτηση της γνώσης κατά το διάστημα όπου η γνώση αυτή δεν ήταν καλά οργανωμένη και όπου αφθονούσαν άσχετοι σύνδεσμοι στην ενδιάμεση βάση γνώσεων.

Κεφάλαιο 5

Συμπεράσματα

5.1 Γενικά συμπεράσματα	44
5.2 Εισηγήσεις για δυνατή επέκταση της εργασίας	52

5.1 Γενικά συμπεράσματα

Το κύριο θέμα της διπλωματικής αυτής είναι η μελέτη ανασκόπησης αναφορικά με την ανάπτυξη της ανθρώπινης εμπειρογνωμοσύνης κυρίως στην ιατρική. Οι στόχοι είναι:

- α) Η διεξαγωγή μίας βιβλιογραφικής μελέτης ανασκόπησης πάνω στο θέμα της ανάπτυξης της ανθρώπινης εμπειρογνωμοσύνης κυρίως στην ιατρική.
- β) Η γραπτή παρουσίαση των ευρημάτων της βιβλιογραφικής μελέτης ανασκόπησης με τα πιο κάτω κεντρικά σημεία αναφοράς:
 - i) Τις δομές γνώσεις που διακρίνουν τους έμπειρους επιλυτές προβλημάτων
 - ii) Τις στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων των έμπειρων
 - iii) Πως οι στρατηγικές αυτές εμπλέκουν τις βασικές μορφές συλλογισμού, συμπέρασμα (deduction), απαγωγή (abduction), και επαγωγή (induction).

Μετά από μια σύντομη ιστορική διαδρομή για την ανάπτυξη της Τεχνητής Νοημοσύνης και μια γενική ανάλυση για το τι σημαίνει Τεχνητή Νοημοσύνη, είδαμε το διαχωρισμό δεδομένων, πληροφορίας και γνώσης καθώς επίσης και τις αρχές των βασικών μορφών συλλογισμού: συμπέρασμα, απαγωγή και επαγωγή. Στο άλλο μισό της διπλωματικής εργασίας καταπιαστήκαμε με το θέμα της διαμόρφωσης της ανθρώπινης

εμπειρογνωμοσύνης στην ιατρική διάγνωση. Το θέμα αυτό έχει διαχρονικά απασχολήσει επιστήμονες από διαφορετικές περιοχές, οι οποίοι έχουν διεξάγει πολλές εμπειρικές μελέτες, με σκοπό τη διερεύνηση και κατανόηση των διαφορών ανάμεσα στους έμπειρους και μη έμπειρους ενός γνωστικού πεδίου, με άλλα λόγια η κατανόηση του πως διαμορφώνεται κάποια εμπειρογνωμοσύνη. Τα πορίσματα των ερευνών αυτών αποτελούν βασικό μέρος της τεχνολογίας της TN και πιο συγκεκριμένα των έμπειρων συστημάτων.

Μέσα από τη βιβλιογραφική διερεύνηση για τη διαμόρφωση ανθρώπινης εμπειρογνωμοσύνης στην ιατρική διάγνωση, και τις διάφορες στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων μεταξύ των έμπειρων και μη έμπειρων ιατρών καθώς επίσης και των αποτελεσμάτων για το πως οι στρατηγικές αυτές εμπλέκουν τις βασικές μορφές συλλογισμού, συμπίερασμα, απαγωγή και επαγωγή, καταλήγουμε στα ακόλουθα συμπεράσματα.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί και πιο πάνω, η συστηματική έρευνα στην ιατρική εμπειρογνωμοσύνη έχει αρχίσει εδώ και σχεδόν 50 χρόνια, με την εργασία των Ledley και Lusted το 1959 κατά την οποία δίνεται έμφαση στην καλύτερη ικανότητα των έμπειρων ιατρών να επιλέγουν σχετικές πληροφορίες και να στενεύουν τις διαγνωστικές πιθανότητες, με τελικό συμπέρασμα ότι για την επίλυση κάποιου προβλήματος, οι μη έμπειροι ιατροί έχουν στόχο την επιφανειακή δομή (surface structure), ενώ οι έμπειροι τείνουν να αντιμετωπίζουν τα προβλήματα που συναντούν με μια πιο βαθιά δομή (deep structure) όπως για παράδειγμα τους νόμους της φυσικής ή τις αρχές που βρίσκονται μέσα στο πρόβλημα.

Ένα άλλο συμπέρασμα είναι ότι οι έμπειροι ιατροί παράγουν τις σωστές υποθέσεις από την αρχή του προβλήματος και αφιερώνουν τον υπόλοιπο χρόνο για την επιβεβαίωση και αξιολόγηση. Αντιθέτως οι μη έμπειροι ιατροί αν και παράγουν τη σωστή διάγνωση, χρησιμοποιούν το περισσότερο τους χρόνο για την τελική τους απόφαση. Καταλήγοντας έτσι σε μια βασική διαφορά μεταξύ των έμπειρων και μη έμπειρων ιατρών, που είναι η δυσκολία την οποία αντιμετωπίζουν οι μη έμπειροι για την αξιολόγηση των υποθέσεών τους με αποτέλεσμα να μην μπορούν να αποκλείουν τις λανθασμένες εναλλακτικές. Αυτό

μπορεί να συνδεθεί με το γεγονός ότι, όταν οι έμπειροι ιατροί περιλάβουν τη σωστή υπόθεση για διάγνωση μέσα σε ένα σύνολο υποθέσεων, τότε μέσα από μια επακόλουθη διαδικασία κατευθύνονται στην επιβεβαίωση της υπόθεσης αυτής παρά στη δημιουργία μιας νέας. Οπότε, αν η σωστή υπόθεση δεν έχει συμπεριληφθεί, η διαδικασία δημιουργίας νέων εναλλακτικών υποθέσεων θα συνεχιστεί καθώς παρουσιάζονται νέα δεδομένα. Το συμπέρασμα αυτό μπορεί να δικαιολογηθεί με το γεγονός ότι οι έμπειροι έχουν τη δυνατότητα να παρατηρούν από την αρχή το γενικό μοτίβο της ασθένειας που στην συνέχεια τους βοηθάει στην ολική ανατομική εντόπιση και στο περιορισμό πιθανών ερμηνειών.

Όσο αφορά τους έμπειρους χειρουργούς, αποδείχτηκε μέσα από έρευνες, ότι είναι ανώτεροι των μη έμπειρων στο να παρακολουθούν και να αξιολογούν τις αποδόσεις τους στις γνωστικές και μηχανικές αποστολές, μαζί με μια πολύ καλά αναπτυγμένη ικανότητα να εντοπίζουν και να διορθώνουν τα λάθη τους κατά την διάρκεια των κινήσεών τους. Ενώ από την άλλη πλευρά, οι μη έμπειροι χειρουργοί εξαρτώνται κυρίως από την ανατροφοδότηση εξωτερικών πηγών για την εντόπιση και διόρθωση των λαθών τους. Το συμπέρασμα αυτό μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι οι χειρουργοί μέσα από την εμπειρία τους, αποκτούν συγκεκριμένες ικανότητες μνήμης επεκτείνοντας έτσι τον αριθμό των πληροφοριών κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού και συλλογισμού σχετικά με τις εναλλακτικές κινήσεις, επιτρέποντας έτσι την αυτοματοποίηση ορισμένων δεξιοτήτων όπως η πρόβλεψη για αρνητικά αποτελέσματα.

Ένα άλλο βασικό συμπέρασμα μέσα από τη βιβλιογραφία είναι, ότι καθώς αναπτύσσεται η εμπειρογνωμοσύνη σε έναν ιατρό, η γνώση της ασθένειας (disease knowledge) εξαρτάται όλο και πιο πολύ από την κλινική εμπειρία και η διαδικασία επίλυσης κλινικού προβλήματος η οποία κατευθύνεται από τη χρήση προτύπων και αναλογία, γίνεται λιγότερο εξαρτώμενη από την λειτουργική κατανόηση (functional understanding) του εν λόγω συστήματος.

Σχετικά με την οργάνωση της γνώσης των ιατρών και τη στρατηγική επίλυσης προβλημάτων, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι έμπειροι οργανώνουν τις γνώσεις τους

σε σχήματα (schemas) αναλόγως των κατηγοριών των πληροφοριών που έχουν, καθώς επίσης και στο συμπέρασμα ότι η κλινική εμπειρία βοηθά τους ιατρούς να επεκτείνουν τα σημασιολογικά τους δίκτυα (ένα πιο δυναμικό και πιο σοφιστικό τρόπο για την αναπαράσταση της γνώσης), συνεπώς τους βοηθά στον κλινικό συλλογισμό.

Τα τελικά συμπεράσματα όσο αφορά τις μορφές συλλογισμού που χρησιμοποιούν οι έμπειροι και μη έμπειροι ιατροί είναι ότι οι έμπειροι ιατροί χρησιμοποιούν τη στρατηγική ορθού συλλογισμού η οποία ανήκει στον απαγωγικό συλλογισμό, ενώ οι μη έμπειροι χρησιμοποιούν τη στρατηγική ανάστροφου συλλογισμού η οποία ανήκει στο συμπερασματικό συλλογισμό. Η διαφορά αυτή στηρίζεται στις διαφορές που έχουν οι έμπειροι και μη έμπειροι ιατροί στα πρότυπα συλλογισμού, δηλαδή σε αυτά που βασίζονται στα δεδομένα και αυτά που βασίζονται στις υποθέσεις αντίστοιχα. Πολύ πιθανόν οι έμπειροι ιατροί λόγω της πολύ καλά οργανωμένης γνώσης που έχουν όσο αφορά την ασθένεια (σημάδια, συμπτώματα) στηρίζουν το συλλογισμό τους στα δεδομένα, ενώ οι μη έμπειροι ιατροί είτε λόγω της έλλειψης ουσιαστικής γνώσης είτε λόγω της ανικανότητάς τους να ξεχωρίσουν τη σχετική με την άσχετη γνώση, χρησιμοποιούν συλλογισμό που βασίζεται σε υποθέσεις, ο οποίος συνήθως τους οδηγεί σε πολύπλοκα πρότυπα συλλογισμού.

Λόγω του ότι οι έμπειροι και μη έμπειροι ιατροί χρησιμοποιούν διαφορετικούς συλλογισμούς, είναι πιθανόν να οδηγηθούν σε διαφορετικά συμπεράσματα κατά την επίλυση ενός ιατρικού προβλήματος. Παρόλο που ο συλλογισμός ο οποίος βασίζεται στα δεδομένα είναι αρκετά αποδοτικός, σε περιπτώσεις όπου απουσιάζει η κατάλληλη γνώση μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα. Αυτό συμβαίνει επειδή δεν υπάρχουν ενσωματωμένοι έλεγχοι εγκυρότητας στα συμπεράσματα που καταλήγει κάποιος. Επιτυχία από το συλλογισμό αυτό έχουμε μόνο όταν οι γνώσεις κάποιου μπορούν να δημιουργήσουν μια ολοκληρωμένη αλυσίδα συμπερασμάτων από την αρχή μέχρι τη λύση του προβλήματος. Σε αντίθεση, ο συλλογισμός που βασίζεται στις υποθέσεις απαιτεί μεγάλη μνήμη, διότι κάποιος πρέπει να παρακολουθεί τους στόχους και τις υποθέσεις. Οπότε είναι πιο πιθανόν να χρησιμοποιηθεί όταν υπάρχει ανεπαρκής σχετική γνώση ή ένα πολύπλοκο πρόβλημα.

Ακολουθώντας τα πιο πάνω συμπεράσματα, είναι πιθανόν οι έμπειροι χειρουργοί να είναι πιο αποδοτικοί και αποτελεσματικοί επιλυτές προβλημάτων από τους μη έμπειρους, διότι χρησιμοποιούν τον ορθό συλλογισμό και έτσι καταλήγουν πιο γρήγορα στη διάγνωση και στη θεραπευτική στρατηγική με αποτέλεσμα να κάνουν λιγότερα γνωστικά λάθη.

Ένα άλλο σημαντικό συμπέρασμα που προέκυψε από τη βιβλιογραφική διερεύνηση από διάφορες έρευνες και μελέτες για τη συσχέτιση της εμπειρογνωμοσύνης και της διαδικασίας όπου οι ιατροί επεξεργάζονται τις πληροφορίες που παίρνουν από τους ασθενείς τους, είναι ότι οι έμπειροι ιατροί λειτουργούν με μια γνωστική διαδικασία που ονομάζεται υποθετική-συμπερασματική όπου ο έμπειρος θα δημιουργήσει υποθέσεις από την αρχή της συνάντησής του με τον ασθενή και θα ελέγχει/αξιολογεί τις υποθέσεις αυτές κατά την συνέχεια της συνάντησής τους.

Τώρα όσο αφορά το πώς αναπτύσσεται η εμπειρογνωμοσύνη στην ιατρική μέσα από την εκπαίδευση και την κατάρτιση, συμπεραίνουμε ότι μέσα από την εμπειρία και την επαναλαμβανόμενη χρήση της απαιτούμενης γνώσης αλλάζει η δομή της γνώσης των εκπαιδευόμενων ιατρών με αποτέλεσμα τα νοητικά δίκτυα γνώσης από λεπτομερή, αιτιολογικά και παθοφυσιολογικά 'συνοψίζονται' σε διαγνωστικές ετικέτες (diagnostic labels) ή σε υψηλού επιπέδου απλοποιημένα μοντέλα τα οποία επεξηγούν σημάδια και συμπτώματα διάφορων ασθενειών. Οπότε καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι μέσα από κλινική εξάσκηση, η βιοϊατρική γνώση πιθανόν να ολοκληρώνεται σε κλινική γνώση. Είναι σημαντικό το γεγονός ότι η βιοϊατρική γνώση μπορεί να μετέρχεται όποτε χρειάζεται, αλλά δεν χρησιμοποιείται ως πρώτη γραμμή επεξήγησης.

Το ενδιάμεσο αποτέλεσμα (intermediate effect) που παρατηρείται κατά τη διάρκεια αλλαγής σταδίων που περνούν οι εκπαιδευόμενοι για να γίνουν έμπειροι ιατροί, αποτελεί σημαντικό συμπέρασμα όσο αφορά την ανάπτυξη ιατρικής εμπειρογνωμοσύνης. Το φαινόμενο αυτό αντιπροσωπεύει τον υποβιβασμό του συλλογισμού και προκύπτει από την απόκτηση της γνώσης κατά το διάστημα όπου η γνώση αυτή δεν ήταν καλά οργανωμένη και όπου αφθονούσαν άσχετοι σύνδεσμοι στην ενδιάμεση βάση γνώσεων. Η βάση γνώσης των μη έμπειρων ιατρών είναι σποραδική, αντίθετα η βάση γνώσης των έμπειρων είναι

πολύπλοκα αλληλοσυνδεμένη, ενώ η βάση γνώσης των εκπαιδευόμενων ενδιάμεσου επιπέδου περιέχει πολλά σημεία της γνώσης στη θέση που πρέπει, αλλά δεν έχει την εκτεταμένη συνδεσιμότητα που έχει η γνώση των εμπειρών.

Ο πίνακας 5.1 συνοψίζει τα γενικά συμπεράσματα της διπλωματικής αυτής που έχουν αναφερθεί πιο πάνω.

Πίνακας 5.1: Γενικά Συμπεράσματα

Θέμα	Εμπειροι	Μη έμπειροι	Ενδιάμεσοι
Επίλυση προβλήματος	Βαθιά δομή	Επιφανειακή δομή	-
Επιλογή σχετικών πληροφοριών	Ικανοί	Λιγότερο ικανοί	-
Στενεύουν τις διαγνωστικές πιθανότητες	Ικανοί	Λιγότερο ικανοί	-
Σωστή διάγνωση	Υπόλοιπος χρόνος για επιβεβαίωση & αξιολόγηση της διάγνωσης	Χρησιμοποιούν τον περισσότερο τους χρόνο για την τελική τους απόφαση	-
Γενικό μοτίβο της ασθένειας	Έχουν τη δυνατότητα να το παρατηρούν από την αρχή	-	-
Γνώση της ασθένειας	Εξαρτάται όλο και πιο πολύ από την κλινική εμπειρία	-	-
Οργάνωση της γνώσης	-Πρωτότυπα -Σχήματα -Σημασιολογικά δίκτυα	-	-
Σύνολο μοντέλων της ασθένειας	-εκτεταμένο -οργανωμένο ιεραρχικά	-κλασσικά επικεντρωμένο -έλλειψη εκτενών παραπομπών	-

Θέμα	Έμπειροι	Μη έμπειροι	Ενδιάμεσοι
Χειρουργοί	-Ανώτεροι να παρακολουθούν & να αξιολογούν τις αποδόσεις τους -Καλά ανεπτυγμένη ικανότητα να εντοπίζουν και να διορθώνουν τα λάθη τους -Αποκτούν συγκεκριμένες ικανότητες μνήμης επεκτείνοντας έτσι τον αριθμό των πληροφοριών κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού και του συλλογισμού	Εξαρτώνται κυρίως από την ανατροφοδότηση εξωτερικών πηγών για την εντόπιση & διόρθωση των λαθών τους	-
Συλλογιστικές διαδικασίες δημιουργίας υποθέσεων	-Ορθή συλλογιστική: απαγωγικό συλλογισμό -Υποθετική-συμπερασματική συλλογιστική	Ανάστροφη συλλογιστική: συμπερασματικό συλλογισμό	-
Δομή γνώσης εκπαιδευόμενων γιατρών: νοητικά δίκτυα	-Από λεπτομερή αιτιολογικά & παθοφυσιολογικά 'συνοψίζονται' σε διαγνωστικές ετικέτες -Βιοϊατρική γνώση 'συνοψίζεται' σε κλινική γνώση	Δομή γνώσης εκπαιδευόμενων γιατρών: νοητικά δίκτυα	-
Ενδιάμεσο αποτέλεσμα: Βάση γνώσης	Πολύπλοκα αλληλοσυνδεμένη	Σποραδική	Περιέχει πολλά σημεία της γνώσης στη θέση που πρέπει, αλλά δεν έχει την εκτεταμένη συνδεσιμότητα που έχει η γνώση των έμπειρων

Κλείνοντας το συγκεκριμένο κεφάλαιο της διπλωματικής αυτής, θα ήθελα να αναφερθώ σε ορισμένα παραδείγματα συσχετισμού της εμπειρογνωμοσύνης με τον συλλογισμό και τη λήψη αποφάσεων που έχω παρατηρήσει μέσα από τη δική μου εμπειρία ως τεταρτοετής φοιτήτρια στο Τμήμα Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου. Έχω προσέξει σημαντικές αλλαγές όσον αφορά τον τρόπο οργάνωσης της γνώσης, του συλλογισμού και της στρατηγικής επίλυσης προβλημάτων μέσα από τα τρία στάδια (πρωτοετή, ενδιάμεσου και τεταρτοετή) της φοίτησής μου.

Κατά το πρώτο έτος της φοίτησής μου, έχω παρατηρήσει ότι απαιτείται περισσότερος χρόνος και προσπάθεια για την κατανόηση και εμπέδωση της διδακτέας ύλης, ενώ κατά το ενδιάμεσο στάδιο απαιτείται λιγότερος χρόνος και προσπάθεια, επομένως κατά το τέταρτο έτος μέσα από την εμπειρογνωμοσύνη και την εκπαίδευση ο φοιτητής χρειάζεται λιγότερο χρόνο και προσπάθεια από τα προηγούμενα έτη.

Άλλη σημαντική παρατήρηση κατά τη διάρκεια φοίτησής μου είναι η ανάπτυξη και διαμόρφωση της εμπειρογνωμοσύνης στον προγραμματισμό. Κατά το πρώτο έτος όπου οι φοιτητές είναι αρχάριοι στον προγραμματισμό χρειάζονται περισσότερο χρόνο για την κατανόηση του προβλήματος που τους δίνεται και στην συνέχεια χρειάζονται περισσότερο χρόνο στην οργάνωση της σκέψης και επομένως στην στρατηγική επίλυσης του προβλήματος. Συνήθως οι αρχάριοι πριν αρχίσουν να επιλύουν προγραμματιστικά το πρόβλημα δημιουργούν σχεδιαγράμματα ροής ούτως ώστε να τους βοηθήσει στην οργάνωση της σκέψης τους. Μέσα από τη συνεχή εμπειρία και εκπαίδευση στον προγραμματισμό έχω παρατηρήσει ότι οι φοιτητές χρειάζονται όλο και λιγότερο χρόνο για την κατανόηση και επίλυση του προβλήματος χωρίς να είναι απαραίτητη η δημιουργία διαγραμμάτων ροής, τα οποία πολύ πιθανόν να επεξεργάζονται στο μυαλό τους κατά τη συγγραφή του κώδικα. Επίσης μέσα από την επανάληψη της διαδικασίας επίλυσης προβλημάτων προγραμματισμού, παρατηρούμε μεγάλη βελτίωση στην απόδοση των αποφάσεων με αποτέλεσμα να μειώνεται ο αριθμός σφαλμάτων στον κώδικα. Οπότε, μέσα από την εμπειρία των φοιτητών παρατηρούμε ότι αναπτύσσονται και διαμορφώνονται οι δομές γνώσεις και οι στρατηγικές επίλυσης των προβλημάτων.

5.2 Εισηγήσεις για δυνατή επέκταση της εργασίας

Μετά από τη διεξαγωγή της βιβλιογραφικής μελέτης ανασκόπησης πάνω στο θέμα της ανάπτυξης της ανθρώπινης εμπειρογνωμοσύνης στην ιατρική, καταλήξαμε σε πολύ σημαντικά συμπεράσματα (ενότητα 5.1.), όσον αφορά τις δομές γνώσεις που διακρίνουν τους έμπειρους επιλυτές προβλημάτων, τις στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων των εμπειρών σε σύγκριση με αυτές των μη εμπειρών και τέλος για το πως οι στρατηγικές αυτές εμπλέκουν τις βασικές μορφές συλλογισμού, συμπίερασμα (deduction), απαγωγή (abduction), και επαγωγή (induction). Όμως επειδή τίποτα δεν είναι δεδομένο και πολλές έρευνες (όλων των ειδικοτήτων), είναι δυνατόν να έχουν διαφορετικά αποτελέσματα πάνω στα ίδια ενδιαφέροντα, πρέπει οπωσδήποτε οι έρευνες και οι μελέτες αυτές να συνεχιστούν με κοινό σκοπό την πιο σαφή και πιο ολοκληρωμένη εικόνα γύρω από το συγκεκριμένο θέμα.

Η διερεύνηση της διπλωματικής αυτής, δεν είχε λάβει υπόψη τους διάφορους παράγοντες που επηρεάζουν τη λήψη αποφάσεων και γενικά την απόδοση των αποφάσεων σε πραγματικές περιπτώσεις (in real-world). Είναι γεγονός ότι το στρες, η πίεση του χρόνου και το ρίσκο, ανάμεσα σε άλλους παράγοντες καθιστούν αναγκαία τη δημιουργία των προσαρμοστικών στρατηγικών που αντιστοιχούν στους περιορισμούς της κάθε συγκεκριμένης κατάστασης/περίπτωσης. Οπότεν θα ήταν πολύ σημαντικό να γίνει στη συνέχεια μια έρευνα που να περιορίζεται και να μελετά αυτούς τους παράγοντες και επομένως μια σύγκριση της απόδοσης των αποφάσεων μεταξύ των εμπειρών και μη εμπειρών ιατρών.

Πολύ σημαντικό θα ήταν επίσης να διερευνηθεί και η συσχέτιση της ανάπτυξης της εμπειρογνωμοσύνης στην ιατρική μέσα από ατομικό ή ομαδικό συλλογισμό. Μέσα από αυτή τη διερεύνηση θα ήταν δυνατόν να δούμε την απόδοση των αποφάσεων αλλά και την ανάπτυξη των γνώσεων καθώς επίσης και τη διαμόρφωση και οργάνωση των γνώσεων των ιατρών. Ενδιαφέρον θα ήταν να διερευνηθεί η ανάπτυξη εμπειρογνωμοσύνης και συλλογισμού μέσα από ομαδικό συλλογισμό μεταξύ εμπειρών ιατρών, μη εμπειρών και μεταξύ των δύο κατηγοριών.

Κατά τη δική μου γνώμη, πιστεύω πως είναι πολύ σημαντικό να γίνει περαιτέρω διερεύνηση και όσον αφορά το ενδιαμέσο αποτέλεσμα, διότι καθώς παρατηρείται κατά τη διάρκεια αλλαγής σταδίων που περνούν οι εκπαιδευόμενοι για να γίνουν έμπειροι ιατροί, αποτελεί σημαντικό κρίκο στην αλυσίδα της ανάπτυξης της ιατρικής εμπειρογνωμοσύνης. Μελέτες αναφέρουν ότι ενώ η βάση γνώσης των μη έμπειρων ιατρών είναι σποραδική και η βάση γνώσης των έμπειρων είναι πολύπλοκα αλληλοσυνδεμένη, η βάση γνώσης των εκπαιδευόμενων ενδιαμέσου επιπέδου περιέχει πολλά σημεία της γνώσης στη θέση που πρέπει, αλλά δεν έχει την εκτεταμένη συνδεσιμότητα που έχει η γνώση των έμπειρων. Οπότεν μέχρι να ενοποιηθεί η βάση γνώσης των εκπαιδευόμενων ενδιαμέσου επιπέδου, είναι πολύ πιθανόν οι εκπαιδευόμενοι να υποστούν πολλές και διάφορες έρευνες και μελέτες. Το αν αυτή η γνώση κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσής των ιατρών (κατά τη διάρκεια του κλινικού συλλογισμού) είναι απαραίτητη, είναι ένα θέμα που χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση και μεγάλη συζήτηση. Μήπως το γεγονός ότι οι έμπειροι ιατροί δεν χρησιμοποιούν αναλυτικά τις θεμελιώδεις αρχές της βιοϊατρικής σημαίνει ότι αυτές δεν είναι απαραίτητες; Ή μήπως πολύ απλά η γνώση αυτή πρέπει να βρίσκεται εκεί μέχρι να χρησιμοποιηθεί; Επομένως αν διερευνηθεί περισσότερο το φαινόμενο αυτό και βρεθούν περαιτέρω πληροφορίες για πιθανές βελτιώσεις τότε θα ήταν σημαντικό βήμα για την ανάπτυξη της εμπειρογνωμοσύνης στην ιατρική.

Για περαιτέρω διερεύνηση του θέματος της ανάπτυξης της εμπειρογνωμοσύνης, θα ήταν ενδιαφέρον να διεξαχθεί μία εμπειρική έρευνα στο Τμήμα Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου, κατά την οποία να λάβουν μέρος φοιτητές της πληροφορικής από 3 διαφορετικά στάδια, πρωτοετής, ενδιαμέσου επιπέδου και τελειόφοιτους. Μέσα από αυτή την έρευνα θα μπορούσαμε να δούμε και να συγκρίνουμε πως αναπτύσσονται και πως διαμορφώνονται ο συλλογισμός, οι δομές γνώσεις αλλά και οι στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων μέσα από την εμπειρογνωμοσύνη μεταξύ των φοιτητών διαφόρων επιπέδων και εν τέλει να μελετήσουμε πως οι στρατηγικές αυτές εμπλέκουν τις βασικές μορφές συλλογισμού.

Βιβλιογραφία

Bobrow D.G. and Norman D.A. (1975). Some principles of memory schemata. In D.G. Bobrow & A.M. Collins (Eds.), *representation and understanding: Studies in cognitive science*. New York: Academic Press, 1975.

Bordage G., and Zacks, R. (1984). The Structure of Medical Knowledge in the Memories of Medical Students and General Practitioners: Categories and prototypes. *Medical Education*. 18, 406-416.

Boshuizen H.P.A. and Schmidt H.G. (1992). 'On the role of biomedical knowledge in clinical reasoning by experts, intermediates, and novices', *Cognitive Science*, 16 (2), pp.153-184.

Brooks L.R., Norman G.R., Allen S.W. (1991). 'Role of specific similarity in a medical diagnostic task', *Journal of Experimental Psychology: General*, 120(3), pp. 278-287.

Chase W.G. and Simon H.A. (1973). 'Perception in chess', *Cognitive Psychology*, 4, 55-81.

Chi M.T.H., Bassok M., Lewis M.W., Reimann P. and Glaser R. (1989). 'Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems', *Cognitive Science*; 13, pp. 145-182.

Chi M.T.H., Feltovich P.J., Glaser R. (1981). 'Categorization and representation of physics problem by experts and novices', *Cognitive Science*, 5, 121-152.

Choudhry N.K., Fletcher R.H., Soumerai S.B. (2005). 'Systematic review: the relation between clinical experience and quality of health care'. *Ann Intern Med*. 142, pp. 260-273.

Clancey W.J. (1988). 'Acquiring, representing and evaluating a competence model of diagnostic strategy', In: Chi M.T.H., Glaser R., Farr M.J., editors. *The nature of expertise*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum. p.343-418.

de Groot, A. D. (1965). 'Thought and choice in chess' (1st ed.). The Hague: Mouton Publishers.

Dowie J. and Elstein A.S.(Eds.). (1988). 'Professional judgment: A reader in clinical decision making', Cambridge: Cambridge University Press.

Dreyfus H.L. and Dreyfus S.E. (1986). 'Mind Over Machine: The Power of Human Intuition and Expertise in the Era of the Computer'. The Free Press, New York.

Elstein A.S., Loupe M.J. and Erdmann J.G. (1971). 'An experimental study of medical diagnostic thinking', *Journal of Structural Learning*, 2. 45-53.

Elstein A.S., Shulman L.S., Sprafka S.A. (1978). *Medical Problem Solving: An analysis of Clinical Reasoning*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Ericsson K.A. and Kintsch W. (1995). 'Long-term working memory', *Psychol Rev.* 102, pp.211-245.

Ericsson K.A. and Lehmann A.C. (1996). 'Expert and exceptional performance: evidence on maximal adaptations on task constraints', *Annu. Rev. Psychol.*, 47, pp.273-305.

Ericsson K.A. and Simon H.A. (1993). *Protocol analysis: verbal reports as data* (Revised ed.). Cambridge, Mass: MIT Press.

Feltovich P.J., Johnson P.E., Moller J.H., Swanson D.B. (1980). 'LCS: The role and Development of Medical Knowledge in Diagnostic Expertise' Chapter 12.

(This chapter is based on the doctoral dissertation of Paul J. Feltovich, which was submitted to the graduate school of the University of Minnesota under the advisorship of

Paul E. Johnson. The first version of this paper was presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Boston, 1980.)

Link: http://www.aaai.org/AITopics/classic/Clancey_Shortliffe/Ch12.pdf

Gilhooly K.J. (1987). 'Metal modelling: A framework for the study of thinking', In D.N. Perkins, J. Lochhead, & J. Bishop (Eds.), *Thinking: The second international conference*, pp. 19-32.

Glaser R. (1996). 'Changing the agency for learning: acquiring expert performance'. In: Ericsson K.A., ed. *The Road to Excellence: The Acquisition of Expert Performance in the Arts and Sciences, Sports, and Games*. Mahwah, N.J.: Elbaum., pp.303-311.

Gruppen L.D. and Frohna A.Z. (2002). 'Clinical reasoning', In: Norman GR, van der Vleuten CPM, Newble DI, eds. *International Handbook of Research in Medical Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 205–230.

Hackling M.W. and Lawrence J.A. (1988). 'Expert and novice solutions of genetic pedigree problems', *Journal of research in science teaching*, Vol. 25, No. 7, pp.531-546.

Hardiman P.T., Dufresne R. and Mestre J.P. (1989). 'The relation between problem categorization and problem solving among experts and novices', *Memory and Cognition*; 17 (5), pp. 627-638.

Hayes F.M. (1991). 'Clinical Reasoning in Medicine Compares with Clinical Reasoning in Occupational Therapy', *The American Journal of Occupational Therapy*, Vol. 45, No. 11, pp.988-996.

Higgs J., Burn A., Jones M. (2001). 'Integrating Clinical Reasoning and Evidence-based Practice', *AACN Clinical Issues: Advanced Practice in Acute & Critical Care*; 12 (4), pp. 482-490.

Johnson P.E., Duran A.S., Hassebrock F., Moller J., Prietula M., Feltovich P.J., Swanson D.B. (1981). 'Expertise and error in problem solving', Engineering Education, 5, 235-283.

Joseph G-M., Patel V.L. (1990). 'Domain knowledge and hypothesis generation in diagnostic reasoning', Med Decis Making; 10:31-46.

Κεραυνού Ε., 'Τεχνητή Νοημοσύνη και έμπειρα συστήματα', Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα, 2000 (ISBN: 960-538-181-8).

Kurfess F.J., 'Artificial Intelligence', In: Meyers Robert A., editor. Encyclopedia of Physical Science and Technology, Eighteen-Volume Set. California, U.S.A: Ramtech Ltd., pp. 609-629, 2001.

Leeper D.J., Horrocks J.C., Staniland J.R. and De Dombal F.T. (1972). 'Computer-assisted diagnosis of abdominal pain using "estimates" provided by clinicians', British Medical Journal, 4(836), 350-354.

Ledley R.S. and Lusted L.B. (1959). 'Reasoning foundations of medical diagnosis', Science, 130, 9-21.

Lemieux M. and Bordage G. (1992). 'Propositional versus structural semantic analyses of medical diagnostic thinking'. Cognitive Science; 12, pp.185-204.

Lesold A., Robinson H., Feltovich P., Glaser R., Klopfer D., Wang Y. (1988). 'Expertise in a complex skill: diagnosing X-ray pictures'. In: Chi MTH, Glaser R., Farr M.J., editors. The nature of expertise. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum; pp.311-42.

Mantas J. and Hasman A., editors. 'Πληροφορική της Υγείας', 2007, Αθήνα: Π.Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ ΕΠΕ. (ISBN: 978-960-399-510-4).

McGaw B., Lawrence J.A. (1984). 'Developing expertise through education', *Herdsa News*, 6 (3), 3-7.

Miller R.A., Pople H.E. and Mayers J.D. (1982). 'Internist-I, an experimental computer-based diagnostic for general internal medicine', In W.J. Clancey and E.H. Shortliffe (Eds.), *Readings in medical artificial intelligence: the first decade* (pp. Xvi, 512 p.) Reading, Mass: Addison-Wesley.

Moller, J. H. (1973). 'Essentials of pediatric cardiology', Philadelphia: F. A. Davis, 1973.

Moskowitz A.J., Kuipers B.J., Kassirer J.P. (1988). 'Dealing with uncertainty, risks, and tradeoffs in clinical decisions. A cognitive science approach', *Ann Intern Med.* 108, pp.435-449.

Newell A. and Simon H.A. (1972). 'Human problem solving'. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.

Norman G.R., Brooks L.R., Colle C.L., Hatala R.M. (1999). 'The Benefit of Diagnostic Hypotheses in Clinical Reasoning: Experimental Study of an Instructional Intervention for Forward and Backward Reasoning', *Cognition and Instruction*; 17 (4), pp. 433-448.

Norman G.R. and Schmidt H.G. (2000). 'Effectiveness of problem-based learning curricula: theory, practice and paper darts', *Medical Education*; 34 (9), pp. 721-728.

Olser W. (1906). 'Aequanimitas. With other addresses to medical students, nurses and practitioners of medicine', Philadelphia: Blakiston's Son & Co.

Patel V.L., Arocha J.F., Kaufman D.R. (1994). 'Diagnostic reasoning and medical expertise', *Psycho Learn Motiv.* 31, pp. 187-252.

Patel V.L., Arocha J.F., and Zhang J. (2004, in press). 'Thinking and reasoning in medicine', In: Keith Holyoak: Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Patel V.L., Evans D.A. and Kaufman D.R. (1989). 'Cognitive framework for doctor-patient interaction', In: Evans D.A., Patel V.L., editors. Cognitive science in medicine: biomedical modelling. Cambridge, MA: MIT Press; pp. 253-308.

Patel V.L. and Groen G.J. (1986). 'Knowledge-based solution strategies in medical reasoning. Cognitive Science, 10, pp.91-116.

Patel V.L. and Groen G.J. (1991). 'The general and specific nature of medical expertise: A critical look', In K.A. Ericsson and J. Smith (Eds.), Toward a general theory of expertise: Prospects and limits (pp. 93-125). New York, NY: Cambridge University Press.

Patel V.L., Groen G.J. and Arocha J.F. (1990). 'Medical expertise as a function of task difficulty', Memory and Cognition, 18 (4), pp. 335-378.

Patel V.L., Kaufman D.R. and Arocha J.F. (2002). 'Emerging paradigms of cognition in medical decision-making', Journal of Biomedical Informatics, 35; p. 52-75.

Peirce C.S. (1931-58), Collected Papers, (eds.) C. Hartshorne, P. Weiss and A. Burks, 8 Vols., Mass.: Harvard University Press.

Pople, H.E. (1977). 'On the Knowledge Acquisition Process in Applied A. I. Systems', Report of Panel on Application of A. I., Proceedings of the Fifth International Joint Conference on Artificial Intelligence.

Proctor R.W. and Dutta A. (1995). 'Skill Acquisition and Human Performance'. Thousand Oaks, CA: Sage.

Rikers R.M.J.P., Schmidt H.G., Boshuizen H.P.A. (2000). 'Knowledge encapsulation and the intermediate effect', *Contemp Educ Psychol*; 25 (2), pp. 150-166.

Rubin A.D. (1975). 'Hypothesis Formation and Evaluation in Medical Diagnosis', in *Medical Diagnosis. Artificial Intelligence Laboratory, MIT, Technical Report AI-TR-316*.

Russell S., Norvig P. (2005). 'Τεχνητή Νοημοσύνη, Μια σύγχρονη προσέγγιση', 2^η Έκδοση, Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Shavelson R.J. (1972). 'Some aspects of the correspondence between content structure and cognitive structure in physics instruction', *Journal of Educational Psychology*, 63, pp. 225–234.

Schaverien M.V. (2010). 'Development of expertise in Surgical Training', *Journal of Surgical Education*, 67 (1), pp.37-43.

Schmidt H.G. and Boshuizen H.P.A. (1993). 'On the origin of intermediate effects in clinical case recall', *Mem Cognit*, 21 (3), pp.338-358.

Schmidt H.G., Norman G.R., Boshuizen H.P.A. (1990). 'A cognitive perspective on medical expertise: theory and implication', *Acad Med*. 65, pp.611-621.

Schmidt H.G. and Rikers R.M.J. (2007). 'How expertise develops in medicine: knowledge encapsulation and illness script formation', *Medical Education*. 41, pp. 113-1139.

Shortliffe E.H. (1976). *Computer-based medical consultations, MYCIN*. New York: Elsevier.

Smith M.U. (1990). 'Knowledge Structure and the Nature of Expertise in Classical Genetics', *Cognition and instruction*, 7(4), pp. 287-302.

Ταμπουρατζή Τατιάνα, 'Μάθημα 1: Εισαγωγικά', Τεχνητή Νοημοσύνη, Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Οκτώβριος 2009.

VanLehn K. (1996). 'Cognitive skill acquisition. Annu Review Psych. 47, pp.513-539.

Wortman P.M. (1972). 'Medical diagnosis: An information-processing approach', Computers and Biomedical Research, Vol. 5, No. 4, pp.315-328.

Weiser M. and Shertz J. (1983). 'Programming problem representation in novice and expert programmers', International Journal of Man-Machine Studies, 19, pp. 391-398.