

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ
ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗ**

**Πιλοτική Σχεδίαση και Ανάπτυξη Αυτοματοποιημένου
Συστήματος Ορισμού Ιατρικών Ραντεβού σε Νοσοκομειακές
Μονάδες**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Δημήτριου Παρούση

Επιβλέπουσα: Δρ. Σταυρούλα – Γεωργία Μουγιακάκου
Λέκτορας (Π.Δ. 407/80)

Λαμία, Δεκέμβριος 2008



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ
ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗ**

**Πιλοτική Σχεδίαση και Ανάπτυξη Αυτοματοποιημένου
Συστήματος Ορισμού Ιατρικών Ραντεβού σε Νοσοκομειακές
Μονάδες**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Δημήτριου Παρούση

Επιβλέπουσα: Δρ. Σταυρούλα – Γεωργία Μουγιακάκου
Λέκτορας (Π.Δ. 407/80)

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 2008

Λαμία, 2008

.....

Δημήτριος Ι. Παρούσης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της πτυχιακής είναι η παρουσίαση των πληροφοριακών συστημάτων υγείας που εφαρμόζονται στις μέρες για την οργάνωση των ραντεβού σε νοσοκομειακές μονάδες και η ανάπτυξη μιας πιλοτικής εφαρμογής που στόχο έχει την καλύτερη εξυπηρέτηση των ασθενών, την εξοικονόμηση χρόνου και την όσο το δυνατό καλύτερη αξιοποίηση των πληροφοριακών συστημάτων των νοσοκομείων. Για το σκοπό αυτό έγινε μελέτη και αξιολόγηση των τεχνικών βελτιστοποίησης (γενετικοί αλγόριθμοι, τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, πράκτορες, ασαφής λογική) προκειμένου να επιλεγεί η καταλληλότερη για την ανάπτυξη αυτοματοποιημένου συστήματος διαχείρισης των ραντεβού.

Λέξεις Κλειδιά

Σύστημα ορισμού ιατρικών ραντεβού, χρονοδιάγραμμα, διαχείριση, δρομολόγηση, βελτιστοποίηση, προγραμματισμός ραντεβού, γενετικός αλγόριθμος, τεχνητή νοημοσύνη.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα νοσοκομειακά πληροφοριακά συστήματα (ΝΠΣ) έχουν ως στόχο την αύξηση της αποδοτικότητας του προσωπικού, τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης των πληροφοριών και των πόρων ενός νοσοκομείου, τη μείωση του χρόνου λήψης αποφάσεων, τη μείωση των λαθών και γενικότερα τη βελτίωση των παροχών υγείας στον πολίτη. Τα τελευταία χρόνια μέρος ενός ΝΠΣ αποτελούν τα συστήματα διαχείρισης ιατρικών ραντεβού. Τα συστήματα αυτά σχεδιάζονται για να καλύπτουν τις υψηλές απαιτήσεις προγραμματισμού ραντεβού για τους εσωτερικούς και εξωτερικούς ασθενείς ενός οργανισμού υγείας. Με βάση τα συστήματα διαχείρισης ιατρικών ραντεβού γίνεται ο προγραμματισμός των ιατρικών επισκέψεων, με σκοπό τη βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών και την καλύτερη εξυπηρέτηση των ασθενών ως προς τον προγραμματισμό επισκέψεων σε ιατρούς ή σε διαγνωστικά κέντρα και την πραγματοποίηση εργαστηριακών εξετάσεων.

Στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής εργασίας σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε πιλοτική εφαρμογή διαχείρισης ιατρικών ραντεβού ένα νοσοκομείου, με σκοπό στη βελτιστοποίηση της διαχείρισης των διαφόρων αιτημάτων για εξετάσεις συμπεριλαμβάνοντας τα επείγοντα περιστατικά.

Η πτυχιακή εργασία είναι οργανωμένη σε έξι (6) κεφάλαια. Συγκεκριμένα, στο **Κεφάλαιο 1** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής επισκόπησης αναφορικά με τα ΝΠΣ και τα διάφορα στάδια σχεδίασης και ανάπτυξής τους. Στη συνέχεια στο **Κεφάλαιο 2** πραγματοποιείται αναφορά στα διαθέσιμα χρησιμοποιούμενα συστήματα ορισμού ιατρικών ραντεβού και στον τρόπο με τον οποίο συνεργάζονται με τα ΝΠΣ. Στο **Κεφάλαιο 3** γίνεται παρουσίαση των εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν για τη σχεδίαση της πιλοτικής εφαρμογής και συγκεκριμένα της βάσης δεδομένων και των διεπιφανειών χρήστη. Για την σχεδίαση και ανάπτυξη ενός αυτοματοποιημένου συστήματος ορισμού ιατρικών ραντεβού μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέθοδοι υπολογιστικής νοημοσύνης. Οι βασικές αρχές των συγκεκριμένων μεθόδων, καθώς και ο τρόπος εφαρμογής τους στην ανάπτυξη υποσυστημάτων ορισμού ιατρικών ραντεβού αποτελούν το αντικείμενο του **Κεφαλαίου 4**. Στο **Κεφάλαιο 5** παρουσιάζονται οι διεπιφάνειες της πιλοτικής εφαρμογής, ενώ τέλος στο **Κεφάλαιο 6** παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της πτυχιακής εργασίας και δίνονται οι προοπτικές και οι τάσεις αναφορικά με τα αυτοματοποιημένα συστήματα διαχείρισης ιατρικών ραντεβού.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους εκείνους που με τη βοήθεια, την υπομονή, αλλά κυρίως την πολύτιμη συμπαράστασή τους, με βοήθησαν να ολοκληρώσω την παρούσα πτυχιακή εργασία. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τη Δρ. Σταυρούλα Μουγιακάκου, η οποία με εμπιστεύθηκε με την ανάθεση του θέματος. Η συνεργασία αλλά και η υποστήριξη σε κάθε στάδιο της πτυχιακής υπήρξε πολύτιμη. Παράλληλα, ένα ευχαριστώ, οφείλω στον κύριο Μάριο Σκευοφύλακα, ο οποίος με τις συμβουλές του συνέβαλε στην ομαλή περάτωση της πτυχιακής εργασίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	10
1.1.Εισαγωγή	10
1.2 Σύστημα	10
1.3 Πληροφοριακά Συστήματα	11
1.4 Βάση Δεδομένων	13
1.5 Δομή Πληροφοριακού Συστήματος.....	14
1.6 Είδη Πληροφοριακών Συστημάτων.....	15
1.7 Μοντέλα Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων.....	16
1.8 Φάσεις Ανάπτυξης Πληροφοριακού Συστήματος	19
1.9 Εσωτερικό του Συστήματος.....	20
1.10 Μορφές Μετάδοσης.....	20
1.11 Πρωτόκολλα Επικοινωνίας.....	21
1.12 Πρότυπα Επικοινωνίας στον Τομέα της Υγείας.....	23
1.13 Μοντέλο Κύκλου Ζωής Πληροφοριακών Συστημάτων Υγείας.....	24
1.14 Υποσυστήματα.....	25
1.15 Επιμέρους Τμήματα Πληροφοριακών Συστημάτων Υγείας.....	26
1.16 Ηλεκτρονικές Κάρτες Υγείας	28
1.17 Η Τηλεϊατρική και οι Υπηρεσίες της.....	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	33
2.1 Εισαγωγή	33
2.2 Σύστημα Ορισμού Ιατρικών Ραντεβού σε Κέντρα Υγείας της Ελλάδας.....	34
2.3 Σύστημα Ορισμού Ιατρικών Ραντεβού σε Νοσοκομεία της Ελλάδας.....	35
2.4 Σύστημα Ορισμού Ιατρικών Ραντεβού στο Ι.Κ.Α. (184)	36
2.5 Σύστημα «Φωνητική Πύλη- Γραμμή για την Υγεία»	39
2.6 Σύστημα Διαχείρισης Ραντεβού MOS.....	39
2.7 Σύστημα CLINIC- CLII1	42
2.8 Σύστημα Choose and Book (Επιλογή και Κράτηση).....	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	45
3.1 Εισαγωγή	45
3.2 SQL Server.....	45
3.3 Visual Basic	46
3.4 Μεθοδολογίες	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	55
4.1 Εισαγωγή	55
4.2 ΓΑ και Πληροφοριακά Συστήματα Νοσοκομειακών Μονάδων	56
4.3 ΤΝΔ και Πληροφοριακά Συστήματα Νοσοκομειακών Μονάδων.....	65
4.4 ΑΛ και Πληροφοριακά Συστήματα Νοσοκομειακών Μονάδων.....	71
4.5 ΠΡ και Πληροφοριακά Συστήματα Νοσοκομειακών Μονάδων	72
4.6 Αλγόριθμος Βελτιστοποίησης με τη Χρήση ΓΑ.....	74
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	79
5.1 Εισαγωγή	79
5.2 Μοντέλο Ανάπτυξης του Συστήματος.....	79
5.3 Χρήστες του Συστήματος	80
5.4 Σχεδιαγράμματα Λειτουργιών Εφαρμογής.....	81
5.5 Λειτουργίες Διαχείρισης Ασθενών	82
5.6 Λειτουργίες Διαχείρισης Ιατρών.....	84

5.7 Λειτουργίες Διαχείρισης Ραντεβού.....	86
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	88
6.1 Συμπεράσματα και Μελλοντικές Κατευθύνσεις.....	88
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	90

1.1.Εισαγωγή

Είναι πλέον αναμφισβήτητο ότι ο τομέας της πληροφορικής επιδρά ποικιλοτρόπως στην καθημερινή ζωή του ατόμου, επηρεάζοντας πολλούς τομείς. Η τεχνολογική ανάπτυξη σε θέματα υπολογιστικών συστημάτων, η εξέλιξη των τηλεπικοινωνιών και η καλύτερη αξιοποίηση των διαθέσιμων πληροφοριών είναι μόνο μερικά βήματα προόδου της επιστήμης της πληροφορικής. Ο χώρος της υγείας έχει πολλές ιδιαιτερότητες και μπορεί να επωφεληθεί σημαντικά από την καλύτερη αξιοποίηση των νέων δεδομένων και τη λειτουργία των πληροφοριακών συστημάτων. Εκτός από τα οικονομικά και λειτουργικά οφέλη που προκύπτουν άμεσα, βελτιώνεται και το βιοτικό επίπεδο του πληθυσμού. Παρέχεται καλύτερη ιατροφαρμακευτική περίθαλψη και γενικότερα καλύτερη οργάνωση σε όλους τους τομείς υγείας. Επιπλέον, η συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων των πληροφοριακών συστημάτων είναι χρήσιμες στην έρευνα πάνω σε θέματα υγείας, αποσκοπώντας μελλοντικά στη βελτίωση του τρόπου λειτουργίας των νοσοκομειακών μονάδων. Επομένως, είναι ιδιαίτερα σημαντική η μελέτη και η ανάπτυξη ενός πληροφοριακού συστήματος (ΠΣ).

Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζονται τα χαρακτηριστικά στα οποία στηρίζεται ένα ΠΣ, ξεκινώντας με τη δομή και τις φάσεις ανάπτυξής του. Γίνεται αναφορά σε αρχιτεκτονικές σχεδιασμού ΠΣ και μετάδοσης πληροφορίας, στην ανάλυση των πρωτοκόλλων επικοινωνίας και στον καθορισμό του ρόλου της βάσης δεδομένων μέσα στο σύστημα. Στη συνέχεια, γίνεται αναφορά στο πληροφοριακό σύστημα υγείας (ΠΣΥ), τους στόχους και τα πλεονεκτήματά του, ενώ στο τέλος παρουσιάζονται αναλυτικά τα υποσυστήματα που βρίσκονται μέσα σε ένα ΠΣΥ.

1.2 Σύστημα

Η βασική αρχή ενός συστήματος παρουσιάζεται στο σχήμα 1.1. Το σύστημα είναι σύνολο στοιχείων, τα οποία είναι οργανωμένα κατά τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνουν ένα στόχο, δηλ. να επιτελούν συγκεκριμένη δουλειά. Τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα σύστημα, είναι τα ακόλουθα:

1. **Είσοδος:** Είναι το σύνολο των δεδομένων που εφαρμόζονται στο σύστημα προκειμένου να λειτουργήσει.
2. **Έξοδος:** Το αποτέλεσμα της επεξεργασίας των δεδομένων εισόδου.
3. **Επεξεργασία:** Το σύνολο των λειτουργιών παραγωγής εξόδου για συγκεκριμένες εισόδους.
4. **Έλεγχος:** Οι κανόνες σύμφωνα με τους οποίους γίνεται η επεξεργασία.
5. **Ανάδραση:** Προσαρμογή της εξόδου στην είσοδο, ώστε μετά την επεξεργασία να επιτευχθεί η επιθυμητή έξοδος.
6. **Περιβάλλον:** Είναι οτιδήποτε υπάρχει έξω από τον έλεγχο του συστήματος.
7. **Πόροι:** Είναι όλα τα μέσα που διαθέτει το σύστημα για την επίτευξη των στόχων του.

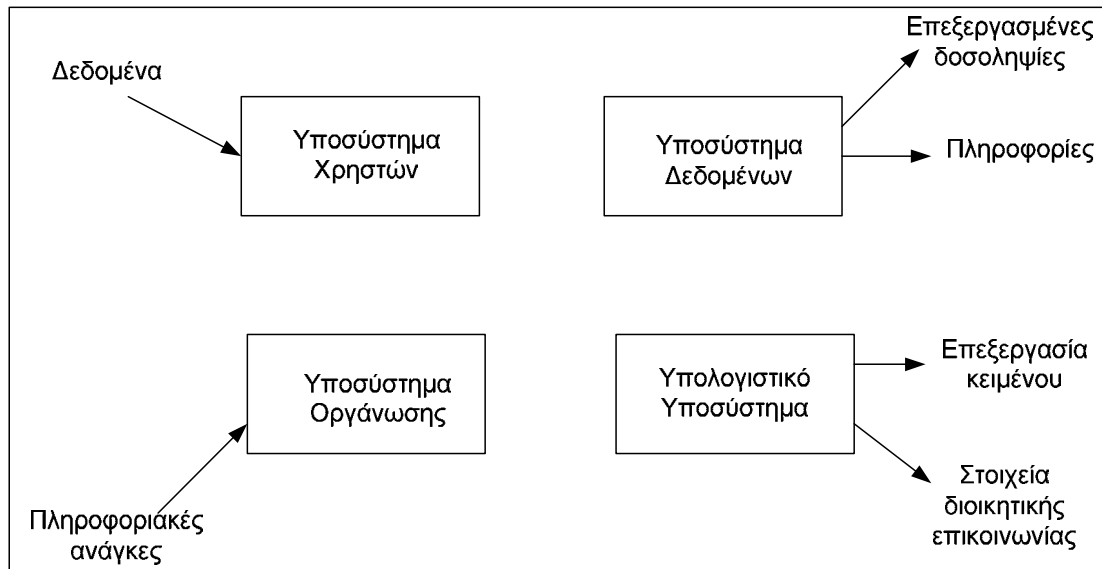


Σχήμα 1.1: Σχηματική αναπαράσταση συστήματος

Κάθε σύστημα αποτελείται από επιμέρους υποσυστήματα, τα οποία διατηρούν την αυτοτέλεια τους, έχουν τα χαρακτηριστικά του συστήματος και εξυπηρετούν τους στόχους του. Αποτελείται από πολλά υποσυστήματα, τα οποία έχουν αλληλοκαλυπτόμενα όρια, δηλαδή χαρακτηριστικά του ενός συστήματος συναντώνται και σε άλλα υποσυστήματα. Ένα υποσύστημα ορίζεται με τον ίδιο τρόπο με ένα σύστημα, διαφέρει μόνο στην οπτική γωνία. Ένα σύστημα στηρίζεται σε ορισμένα στάδια ανάπτυξης και απαιτήσεων. Αρχικά, απαιτεί το καθορισμό των λειτουργικών του απαιτήσεων και στη συνέχεια τον σχεδιασμό του συστήματος. Σε επόμενη φάση γίνεται η υλοποίηση και η τελική παραμετροποίηση του. Ελέγχεται η επικοινωνία μεταξύ των συστημάτων και σε τελικό στάδιο, αφού προηγηθεί μια διαδικασία εκπαίδευσης, το σύστημα αρχίζει την λειτουργία του.[23]

1.3 Πληροφοριακά Συστήματα

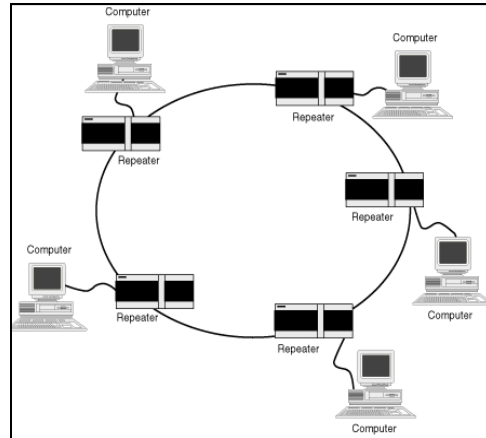
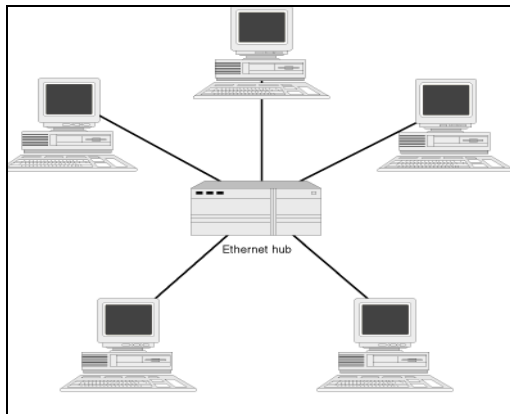
Ένα ΠΣ αποτελείται από ένα σύνολο διαδικασιών που έχουν στόχο τη συλλογή, την επεξεργασία, την αποθήκευση και τη διανομή πληροφορίας με τελικό σκοπό τη δημιουργία πληροφοριών που είναι αναγκαίες ή και χρήσιμες σε μια επιχείρηση-οργανισμό. Θεωρείται υποσύστημα της επιχείρησης-οργανισμού, και αποτελείται από επιμέρους υποσυστήματα, τα οποία απεικονίζονται στο σχήμα 1.2. Δέχεται δεδομένα και αιτήσεις ως εισερχόμενη πληροφορία, τα επεξεργάζεται, τα μετασχηματίζει και παρέχει διάφορα εξερχόμενα δεδομένα, όπως πληροφορίες, αποτελέσματα μετεπεξεργασίας, κείμενα και διάφορα στοιχεία για τη διευκόλυνση της επικοινωνίας μέσα στον οργανισμό.



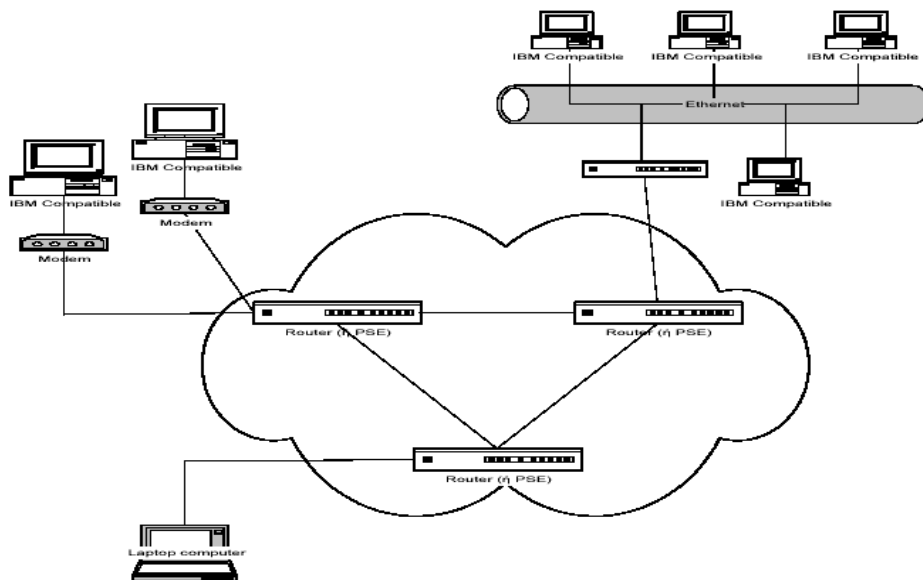
Σχήμα 1.2: Υποσυστήματα πληροφοριακού συστήματος

Τα δεδομένα μπορεί να είναι γεγονότα, έννοιες, αντικείμενα, αλλά και δραστηριότητες του πραγματικού χρόνου. Πληροφορία είναι τα δεδομένα και η ερμηνεία τους, το αποτέλεσμα της επεξεργασίας τους με στόχο την αύξηση της γνώσης.

Το ΠΣ ενός νοσοκομείου βασίζεται στη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή. Χρησιμοποιείται εξοπλισμός μέσω του οποίου παράγονται, φυλάσσονται, διακινούνται και μετασχηματίζονται οι πληροφορίες, που είναι χρήσιμες για την επίτευξη των στόχων του. Η επικοινωνία των πληροφοριακών συστημάτων γίνεται με τη χρήση δικτύων. Τα δίκτυα συνδέουν υπολογιστές τελικών χρηστών με τέτοιο τρόπο ώστε να επικοινωνούν και να συνεργάζονται. Η μετάδοση των μηνυμάτων μέσα σε ένα δίκτυο γίνεται είτε ασύρματα είτε ενσύρματα. Στην περίπτωση της ασύρματης μετάδοσης τα σήματα μεταδίδονται μέσα από καλώδια, ενώ στην περίπτωση της ασύρματης μετάδοσης τα σήματα μεταδίδονται χωρίς τη χρήση καλωδίων. Ως μέσο μετάδοσης στην πρώτη περίπτωση είναι το καλώδιο (ομοαξονικό καλώδιο, οπτική ίνα) ενώ στη δεύτερη περίπτωση η ακτινοβολία (ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, υπέρυθρη). Υπάρχουν τρία είδη δικτύων, τα τοπικά δίκτυα (Local Area Networks-LAN), τα μητροπολιτικά δίκτυα (Metropolitan Area Networks-MAN) και τα δίκτυα ευρείας περιοχής (World Area Networks-WAN). Τα τοπικά δίκτυα χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση υπολογιστών που βρίσκονται στον ίδιο χώρο, όπως για παράδειγμα η σύνδεση των υπολογιστών μέσα σε ένα τμήμα κάποιου νοσοκομείου. Τα μητροπολιτικά δίκτυα χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση υπολογιστών που βρίσκονται μέσα στην ίδια πόλη ή περιφέρεια, σε σχετικά κοντινές αποστάσεις, όπως η σύνδεση των υπολογιστικών συστημάτων των κέντρων υγείας μιας περιοχής με το ΠΣ του κεντρικού νοσοκομείου. Για τη σύνδεση υπολογιστών που βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση χρησιμοποιούνται τα δίκτυα ευρείας περιοχής, με τα οποία μπορούν να συνδεθούν υπολογιστές που βρίσκονται σε διαφορετικές χώρες. Στο σχήμα 1.3 απεικονίζονται δύο παραδείγματα τοπικών δικτύων-LAN ενώ στο σχήμα 1.4 παρουσιάζεται η μορφή ενός δικτύου WAN.[20]



Σχήμα 1.3: Ethernet και Token Ring

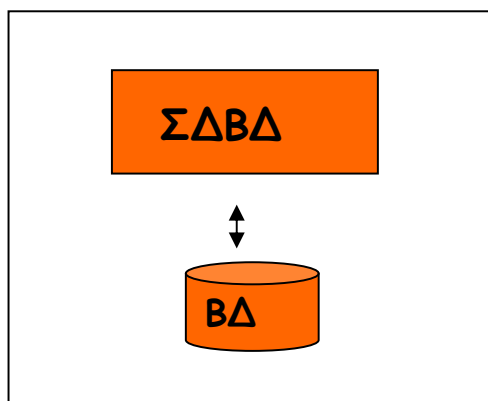


Σχήμα 1.4: Δίκτυο WAN

1.4 Βάση Δεδομένων

Τα δεδομένα και οι πληροφορίες μέσα σε ένα πληροφοριακό σύστημα αποθηκεύονται σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων (ΒΔ). ΒΔ είναι ένα σύνολο δεδομένων τα οποία έχουν ενταχθεί σε μια δομή, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από διάφορους χρήστες και εφαρμογές. Ένα σύστημα ΒΔ είναι ένα σύστημα για υπολογιστές που ο γενικός σκοπός του είναι να διατηρεί πληροφορίες και να τις δίνει όταν του ζητούνται. Οι ΒΔ χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση, ανάκτηση, διαγραφή και τροποποίηση δεδομένων. Υπάρχει ένα σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων το οποίο είναι ένα λογισμικό για δημιουργία και χρήση μιας βάσης δεδομένων. Για να είναι λειτουργικές πρέπει να είναι εύκολα προσπελάσιμες και να απαιτείται ελάχιστος χρόνος προκειμένου να εκτελεστεί οποιαδήποτε λειτουργία. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται πρόγραμμα διαχείρισης ΒΔ, το οποίο διαχειρίζεται τα ερωτήματα για κάποιες πληροφορίες, καθώς και τις πληροφορίες που αποθηκεύονται στο σύστημα. Ορισμένες ΒΔ είναι προσβάσιμες από το διαδίκτυο, ενώ άλλες μόνο μέσα στις εγκαταστάσεις του πληροφοριακού συστήματος. Πολλές φορές περιέχουν

εμπιστευτικές πληροφορίες και για λόγους ασφαλείας η πρόσβαση σε αυτές γίνεται με τη χρήση κάποιου κωδικού ασφαλείας.[26]



Σχήμα 1.5: Σύστημα βάσεων δεδομένων

Για το σχεδιασμό μιας βάσης δεδομένων απαιτείται:

1. Μοντελοποίηση:
 - Μοντέλο υλοποίησης (σχεσιακό μοντέλο)
 - Εννοιολογικό μοντέλο (μοντέλο οντοτήτων-συσχετίσεων)
2. Προγραμματισμός / Υλοποίηση:
 - Ορισμός σχέσεων (πρόθεση, σχήμα)
 - Εισαγωγή στοιχείων (δημιουργία του αρχικού στιγμιότυπου)
 - Διατύπωση ερωτήσεων

Το σχεσιακό μοντέλο είναι ο λογικός σχεδιασμός και η κατασκευή του λογικού σχήματος της βάσης δεδομένων. Το μοντέλο οντοτήτων συσχετίσεων περιγράφει τα δεδομένα χρησιμοποιώντας τις έννοιες της οντότητας, του γνωρίσματος και της συσχέτισης.

Τα πλεονεκτήματα χρήσης βάσεων δεδομένων: η οικονομία χώρου, η ανεξαρτησία δεδομένων, η αποδοτική προσπέλαση δεδομένων, η ακεραιότητα δεδομένων και η ασφάλεια της διαχείρισης δεδομένων και τέλος η γρήγορη ανάπτυξη εφαρμογών.[8]

1.5 Δομή Πληροφοριακού Συστήματος

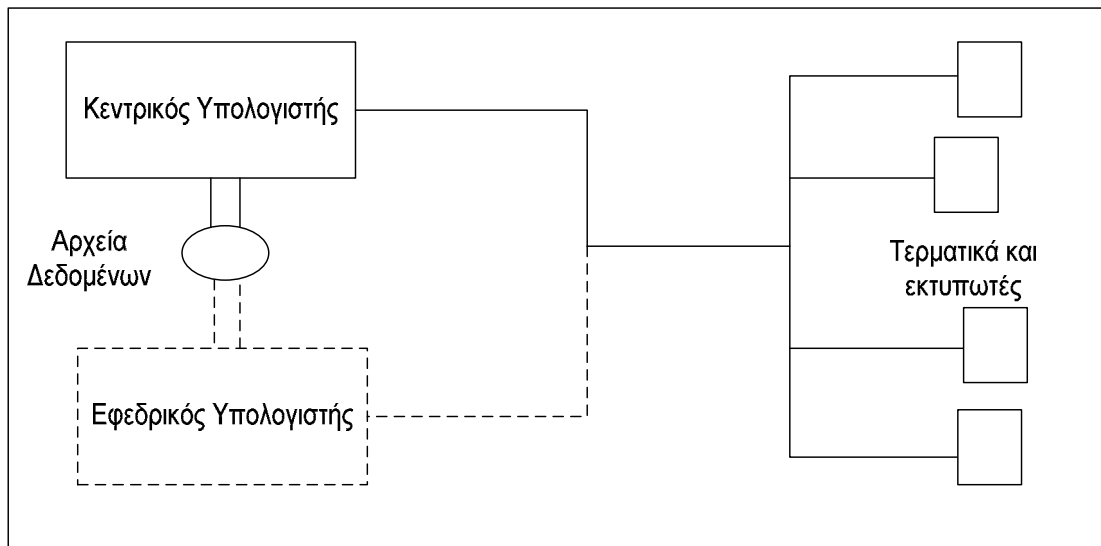
Το ΠΣ αποτελείται από ανθρώπους, διαδικασίες, λογισμικό, δεδομένα και υλικό, τα οποία συνδυάζονται κατάλληλα για την επίτευξη της ομαλής και σωστής λειτουργίας του. Παρακάτω δίνονται οι σχετικές λεπτομέρειες για τα μέρη του πληροφοριακού συστήματος. Οι άνθρωποι είναι οι χειριστές και οι χρήστες του συστήματος, ενώ οι διαδικασίες, είναι μία σειρά από οδηγίες που καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο θα ενεργήσουν οι άνθρωποι σε συγκεκριμένες περιστάσεις. Το λογισμικό διακρίνεται σε λογισμικό συστήματος (δηλ. το λειτουργικό σύστημα και οι μεταγλωττιστές), εφαρμογών (π.χ. ελέγχου μισθοδοσίας, παρακολούθησης προμηθειών κ.λπ.), και λογισμικό για την αύξηση της παραγωγικότητας (στα συστήματα διαχείρισης ΒΔ, επεξεργαστές πινάκων κ.λπ.). Τα δεδομένα είναι τα στοιχεία εκείνα σε κατάλληλη μορφή για επικοινωνία, ερμηνεία ή επεξεργασία από άνθρωπο ή αυτοματοποιημένο μέσο. Το υλικό είναι ο εξοπλισμός, οι περιφερειακές συσκευές και ο δικτυακός εξοπλισμός που χρησιμοποιούνται από το πληροφοριακό σύστημα. [23]

1.6 Είδη Πληροφοριακών Συστημάτων

Τα ΠΣ ανάλογα με την αρχιτεκτονική τους διακρίνονται σε

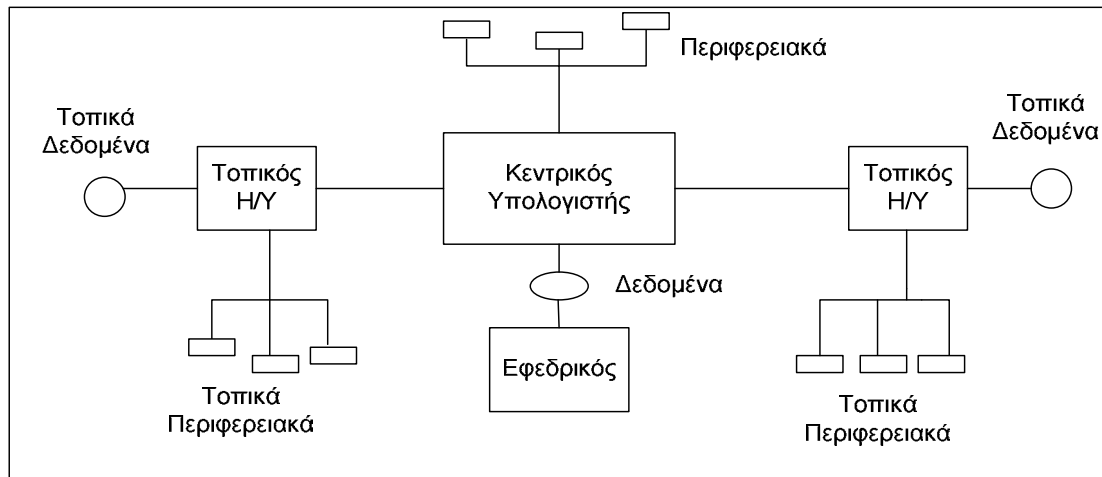
1. Κεντρικά
2. Αρθρωτά
3. Κατανεμημένα

Ένα σύστημα που εφαρμόζει την **κεντρική** αρχιτεκτονική αποτελείται από έναν κεντρικό υπολογιστή, με μεγάλες υπολογιστικές δυνατότητες, ο οποίος κάνει όλες τις λειτουργίες. Έχει πρόσβαση στα αρχεία δεδομένων και εκτελεί όλες τις λειτουργίες του πληροφοριακού συστήματος. Υπάρχει ένας δεύτερος κεντρικός υπολογιστής, που ονομάζεται εφεδρικός και μπαίνει σε λειτουργία σε περίπτωση βλάβης ή συντήρησης του κεντρικού υπολογιστή προκειμένου να μην καταρρεύσει το σύστημα και να βρίσκεται διαρκώς σε λειτουργία. Η επικοινωνία με τον κεντρικό υπολογιστή γίνεται με τη χρήση διάφορων τερματικών συσκευών και εκτυπωτών. Οι χρήστες πραγματοποιούν ανάκτηση και επεξεργασία δεδομένων από τα αρχεία που βρίσκονται στον κεντρικό υπολογιστή. Η μορφή ενός κεντρικού συστήματος απεικονίζεται στο σχήμα 1.6.



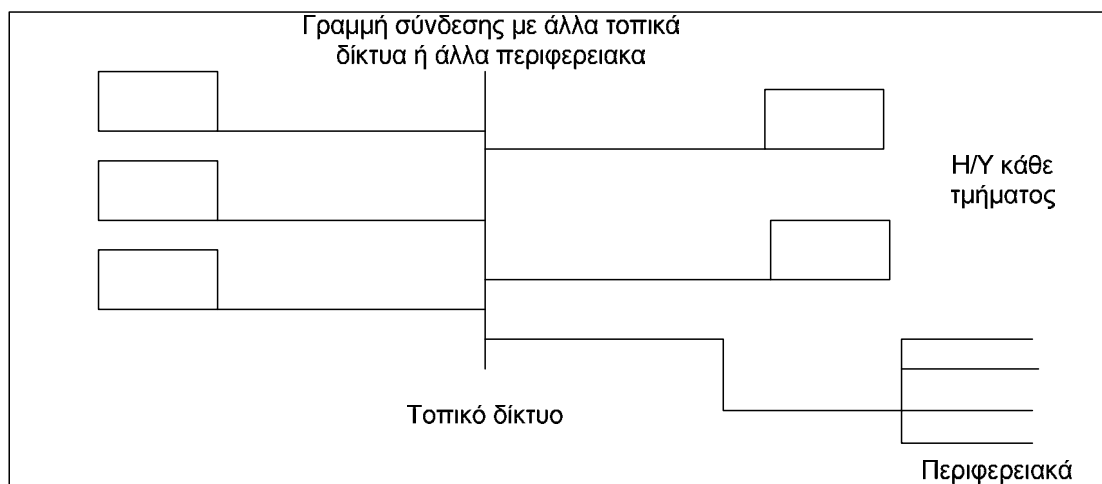
Σχήμα 1.6: Κεντρικά συστήματα

Ένα **αρθρωτό** σύστημα αποτελείται από τον κεντρικό υπολογιστή, τα κεντρικά αρχεία δεδομένων, τερματικά και εκτυπωτές καθώς και τον εφεδρικό υπολογιστή, διαφοροποιείται από το κεντρικό σύστημα, επειδή διαθέτει τοπικά δίκτυα. Κάθε τοπικό δίκτυο έχει έναν τοπικό υπολογιστή, τοπικά αρχεία δεδομένων και τοπικά τερματικά και εκτυπωτές. Οι χρήστες χρησιμοποιούν τα τοπικά τερματικά και επικοινωνούν με τα τοπικά δίκτυα. Στη συνέχεια οι τοπικοί υπολογιστές των δικτύων αυτών επικοινωνούν με τον κεντρικό υπολογιστή. Η μορφή ενός αρθρωτού συστήματος φαίνεται στο σχήμα 1.7.



Σχήμα 1.7: Αρθρωτά συστήματα

Τα **κατανεμημένα** συστήματα αποτελούν συνδυασμό των δύο αρχιτεκτονικών, αποτελούνται από ανεξάρτητες, αυτόνομες υπολογιστικές συσκευές, που επικοινωνούν μεταξύ τους και λειτουργούν συντονισμένα για την επίτευξη ενός κοινού στόχου. Υπάρχει ένα τοπικό δίκτυο που συνδέει απευθείας τους υπολογιστές κάθε τμήματος του νοσοκομείου, τόσο μεταξύ τους, όσο και με τις περιφερειακές συσκευές. Οι πόροι και το λογισμικό μοιράζονται μέσω του δικτύου και αξιοποιούνται και από τους υπόλοιπους υπολογιστές. Αυτής της μορφής τα συστήματα έχουν μεγαλύτερη ανοχή στα λάθη και δεν καταρρέουν σε περίπτωση βλάβης, καθώς δε στηρίζονται στη λειτουργία κάποιου κεντρικού υπολογιστή ή κάποιας συγκεκριμένης περιφερειακής συσκευής. Ένα ακόμη χαρακτηριστικό τους είναι ότι η λειτουργία τους γίνεται ευκολότερα αντιληπτή από το χρήστη ως μια ενότητα και όχι ως ομάδα επιμέρους συστημάτων. Το σχήμα 1.8 παρουσιάζει τη μορφή ενός κατανεμημένου συστήματος.[23]



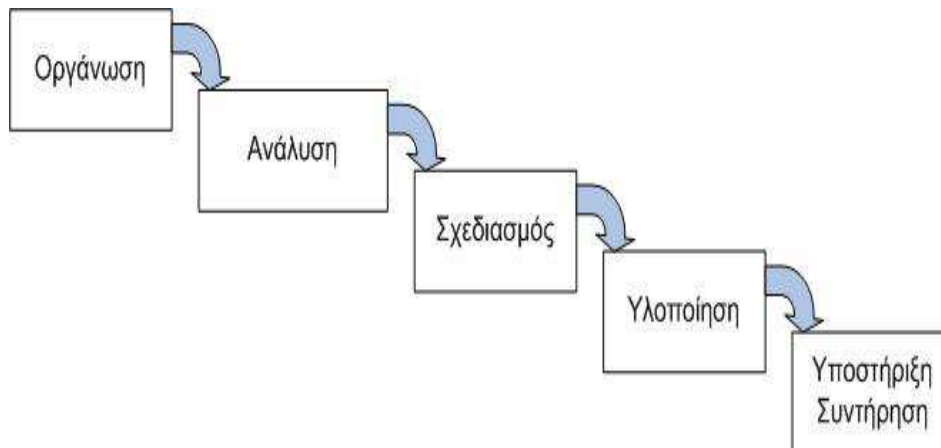
Σχήμα 1.8: Κατανεμημένα συστήματα

1.7 Μοντέλα Ανάπτυξης Πληροφοριακών Συστημάτων

Υπάρχουν διάφορα είδη ΠΣ. Ορισμένα είναι απλά, ενώ άλλα είναι εξαιρετικά πολύπλοκα. Για το λόγο αυτό απαιτείται η μοντελοποίηση τους, η οποία συνδέεται με την οργάνωση τους, την θέσπιση των στόχων τους, τον καθορισμό των απαιτήσεων και γενικά τον καθορισμό κάθε φάσης υλοποίησής τους. Τα μοντέλα ονομάζονται μοντέλα κύκλου ζωής

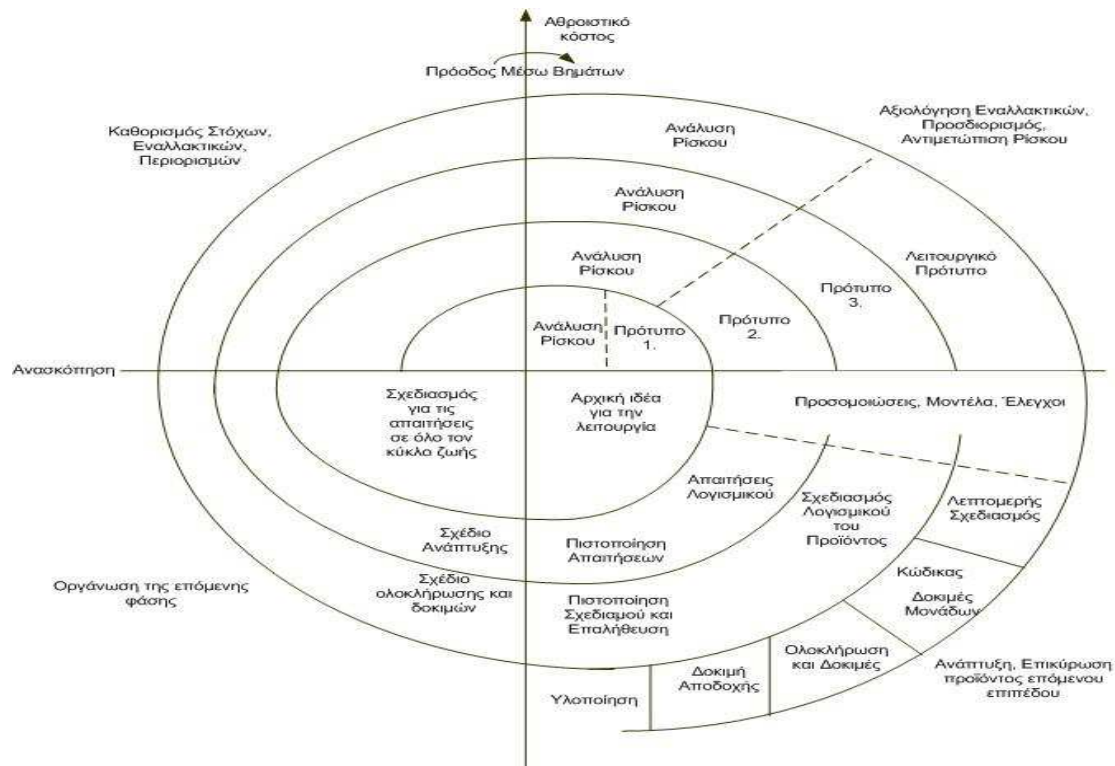
και περιλαμβάνουν την περιγραφή του συστήματος σε όλη τη διάρκεια της ζωής του, από τον αρχικό σχεδιασμό του μέχρι το τελικό στάδιο της αποτίμησης της αξίας του. Η πιο απλή μορφή αυτού του μοντέλου είναι το «μοντέλο του καταρράκτη», ενώ υπάρχουν και άλλες πιο πολύπλοκες μορφές.

Το μοντέλο του καταρράκτη απεικονίζεται στο σχήμα 1.9. Αποτελεί το πιο απλό μοντέλο ανάπτυξης και περιλαμβάνει συγκεκριμένα στάδια, τα οποία εκτελούνται διαδοχικά χωρίς δυνατότητα επιστροφής και διόρθωσης. [1]



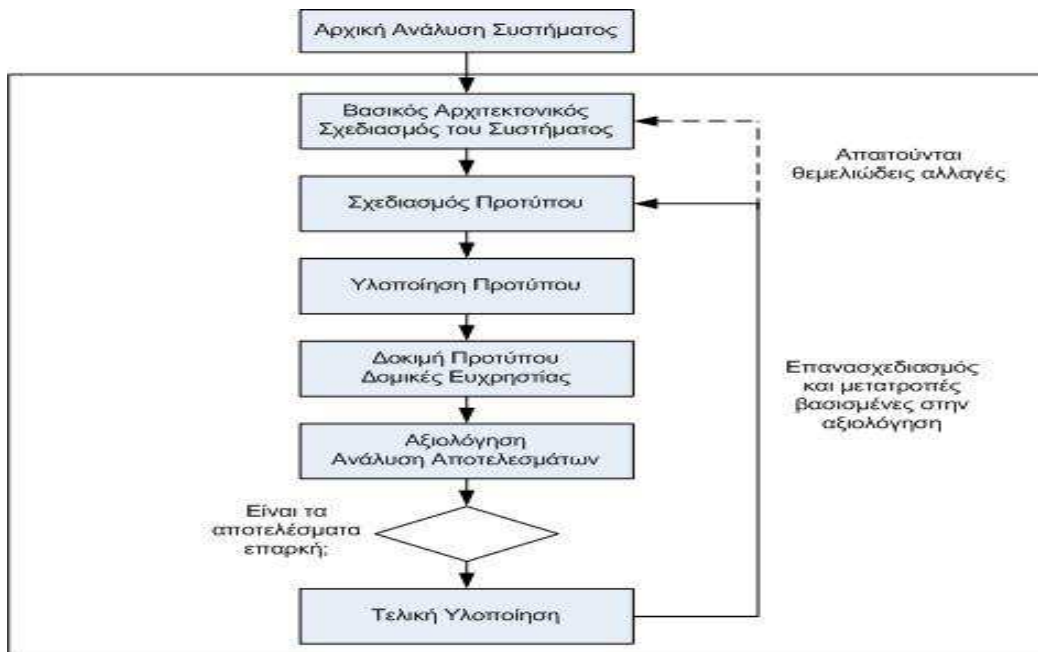
Σχήμα 1.9: Μοντέλο του καταρράκτη

Το μοντέλο σπирάλ απεικονίζεται στο σχήμα 1.10, στο οποίο εκτελούνται επαναλαμβανόμενοι κύκλοι που περιλαμβάνουν την ίδια διαδοχή δραστηριοτήτων. Κάθε επανάληψη βελτιώνει τη λειτουργία του συστήματος αυξάνοντας όμως παράλληλα και την πολυπλοκότητά του. [1]



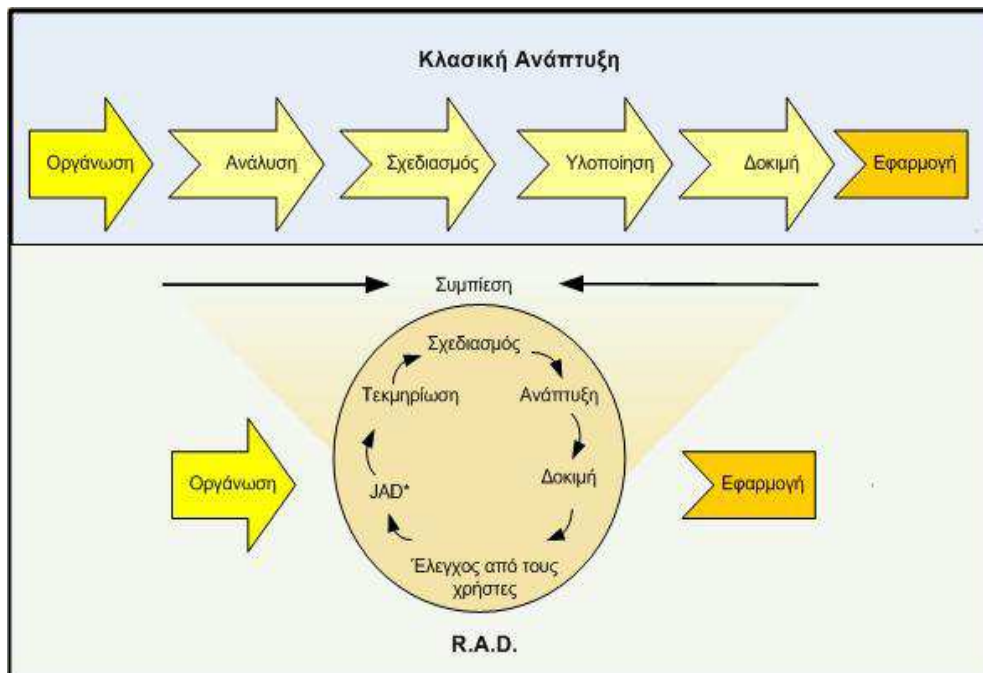
Σχήμα 1.10: Μοντέλο του σπирάλ

Στο σχήμα 1.11 παρουσιάζεται το μοντέλο ανάπτυξης προτύπων, το οποίο αξιολογείται στη φάση του σχεδιασμού και πραγματοποιείται επανασχεδιασμός και δοκιμές μέχρι να επιτευχθεί ο αρχικός στόχος.[15]



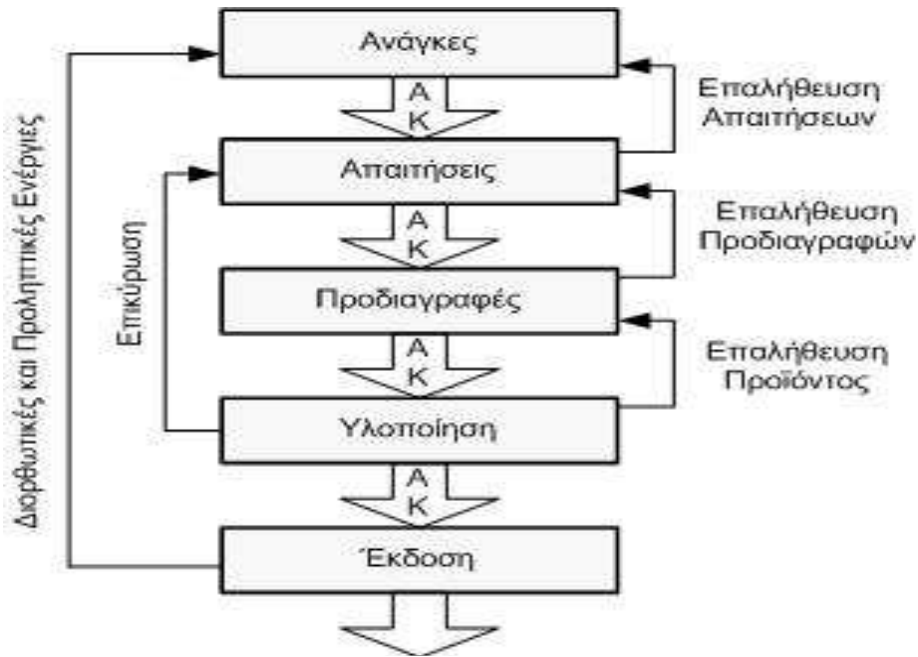
Σχήμα 1.11: Μοντέλο ανάπτυξης προτύπων

Το μοντέλο ανάπτυξης εφαρμογών δίνεται στο σχήμα 1.12, με τη βοήθεια του οποίου επιτυγχάνεται η ανάπτυξη εύχρηστων συστημάτων σε μικρό χρονικό διάστημα. Η μέθοδος προτείνει λύσεις σε συγκεκριμένον τύπου προβλήματα με αντίκτυπο στη λειτουργία της εφαρμογής.



Σχήμα 12: Μοντέλο ανάπτυξης εφαρμογών

Το μοντέλο μεθοδολογίας συστήματος δίνει έμφαση στη διαφάνεια και τη σαφήνεια μέσα από τον καθορισμό στόχων και περιορισμών (σχήμα 1.13). [17]



Σχήμα 1.13: Μοντέλο μεθοδολογίας συστήματος

1.8 Φάσεις Ανάπτυξης Πληροφοριακού Συστήματος

Η ανάπτυξη ενός ΠΣ για τις ανάγκες μιας νοσοκομειακής μονάδας στόχο έχει τη μείωση των ιατρικών λαθών, τη μείωση του κόστους λειτουργίας των νοσοκομείων, την αύξηση της αποδοτικότητας του προσωπικού και την καλύτερη οργάνωσή του. Οι κύριες φάσεις υλοποίησης και αναβάθμισης ενός ΠΣ είναι οι φάσεις:

1. Προγραμματισμού
2. Ανάλυσης
3. Σχεδιασμού
4. Ανάπτυξης
5. Υλοποίησης
6. Αξιολόγησης
7. Αναβάθμισης

Στη φάση προγραμματισμού καθορίζονται οι στόχοι του συστήματος, γίνεται μια μελέτη για να διαπιστωθεί το ποσοστό της επίτευξής τους και κατανέμονται οι διαθέσιμοι πόροι του συστήματος. Στη δεύτερη φάση, της ανάλυσης, γίνεται συλλογή και ανάλυση των απαιτήσεων, ενώ στη συνέχεια ακολουθεί η αξιολόγησή τους. Στη φάση σχεδιασμού, υπάρχει ο λειτουργικός σχεδιασμός (προσωπικό, κόστος, εγκαταστάσεις, αλληλεπιδράσεις κτλ) και ο σχεδιασμός υλοποίησης (σχεδιασμός εισαγωγών, αποτελεσμάτων, ελέγχων των αρχείων και των βάσεων δεδομένων). Στη φάση ανάπτυξης, γίνεται η επιλογή του υλικού, η ανάπτυξη του κατάλληλου λογισμικού, η δοκιμή και η τεκμηρίωση του συστήματος. Η κατάρτιση και η εκπαίδευση των χρηστών, η εγκατάσταση του συστήματος και η διαχείριση και συντήρησή του είναι αντικείμενα της φάσης υλοποίησης. Η φάση αξιολόγησης περιλαμβάνει κριτήρια και μεθόδους αξιολόγησης. Ορισμένα κριτήρια αξιολόγησης είναι η γενική απόδοση του συστήματος, η ευκολία χρήσης, η ασφάλεια, η πρόσβαση στις ΒΔ και η συνδεσιμότητα του

με άλλες εφαρμογές. Στην τελευταία φάση, που είναι το στάδιο αναβάθμισης, πραγματοποιείται η εφαρμογή νέων τεχνολογιών και προηγμένων εργαλείων που στόχο έχουν τη βελτίωση της λειτουργίας του συστήματος.

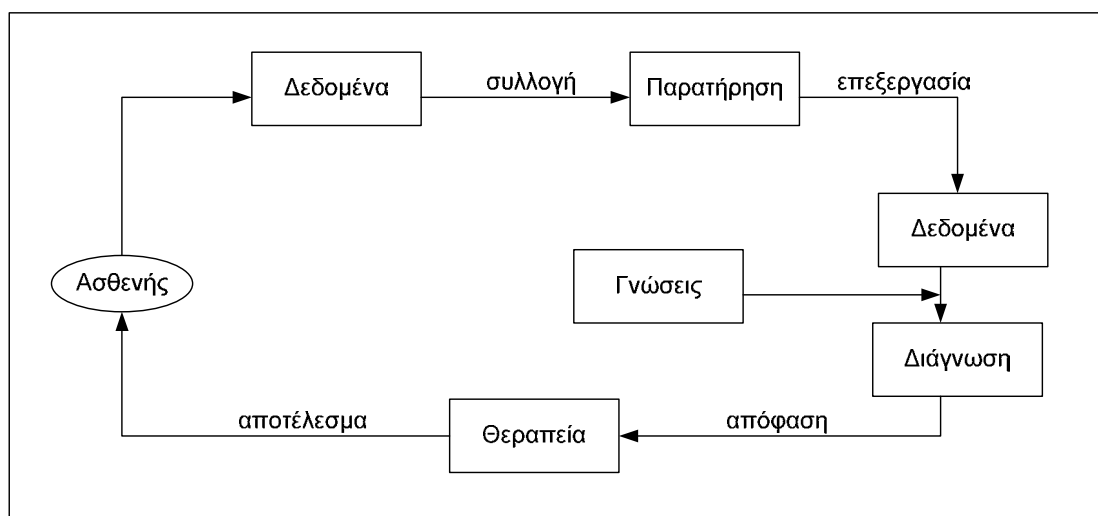
1.9 Εσωτερικό του Συστήματος

Στο εσωτερικό αυτού του πληροφοριακού συστήματος νοσοκομείου, με τη βοήθεια της παρατήρησης, συλλέγονται χρήσιμα δεδομένα, όπως το ιατρικό ιστορικό, μιας κλινικής εξέτασης ή εργαστηριακών εξετάσεων. Τα δεδομένα αυτά επεξεργάζονται και προκύπτει η διάγνωση. Από την επεξεργασία των δεδομένων διάγνωσης γίνεται λήψη απόφασης για τη θεραπεία του ασθενή. Ενώ στο τελικό στάδιο γίνεται η συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων και ο απολογισμός της όλης διαδικασίας.[8]

Τα δεδομένα αυτά μπορεί να είναι σε μία από τις παρακάτω μορφές:

- Κείμενο: αναφορά, επιστολή ή ιατρικός φάκελος ασθενή. Η μετάδοση τέτοιων δεδομένων γίνεται χέρι-χέρι, με χρήση Fax ή με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή.
- Εικόνα: που προέρχεται από ιατρικά μηχανήματα (υπερηχογράφημα, μικροσκόπιο) ή εικόνα που προέρχεται από scanner, βίντεο ή ψηφιακή κάμερα.
- Ήχος: φωνή ή ήχος που προέρχεται από ιατρικά μηχανήματα.
- Βίντεο: ιατρικό βίντεο ή τηλεδιάσκεψη

Στο σχήμα 1.14 φαίνεται η ροή της πληροφορίας μέσα σε ένα τέτοιο σύστημα.



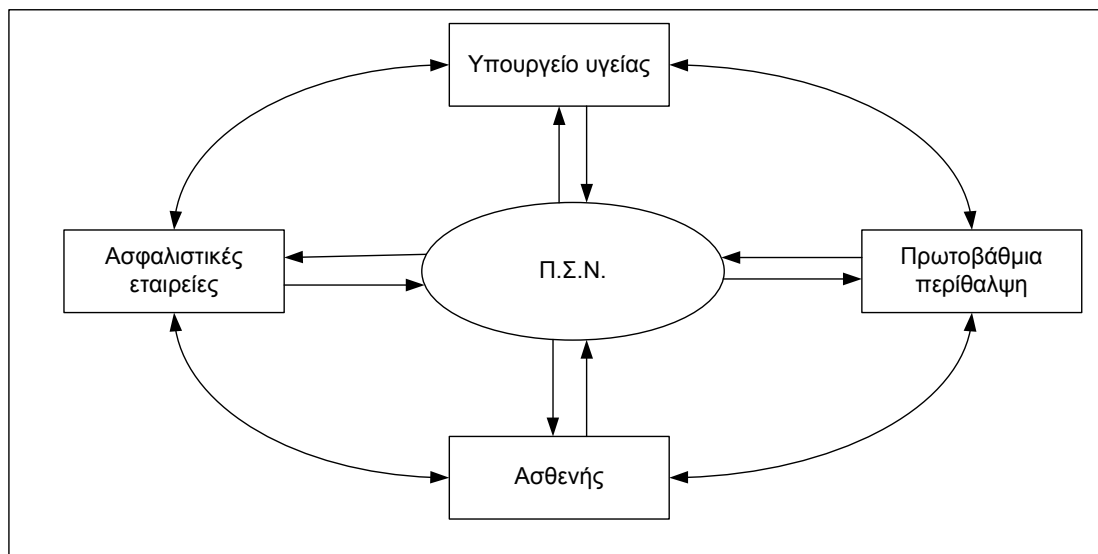
Σχήμα 1.14: Ροή πληροφορίας

1.10 Μορφές Μετάδοσης

Η μετάδοση των πληροφοριών μέσα σε ένα πληροφοριακό σύστημα πραγματοποιείται με δύο τρόπους, σύγχρονα ή ασύγχρονα. Συγχρονισμένη χαρακτηρίζεται η επικοινωνία όταν ο αποστολέας και ο παραλήπτης των πληροφοριών επικοινωνούν την ίδια στιγμή (σε πραγματικό χρόνο) είτε βρίσκονται στο ίδιο μέρος, είτε σε διαφορετικό. Ασύγχρονη επικοινωνία υπάρχει όταν ο αποστολέας και ο παραλήπτης δεν ανταλλάσσουν δεδομένα την ίδια χρονική στιγμή. [20],[26]

Εκτός από τη ροή πληροφοριών εντός του συστήματος, τις εσωτερικές ροές, υπάρχει και ροή πληροφοριών μεταξύ του νοσοκομείου και άλλων ΠΣ του. Οι εξωτερικές ροές όπως

ονομάζονται, συνδέουν το ΠΣ του νοσοκομείου με το ΠΣ άλλου φορέα όπως π.χ. το υπουργείο υγείας, τους ασθενείς, την πρωτοβάθμια περίθαλψη, καθώς και με τις ασφαλιστικές εταιρείες.



Σχήμα 1.15: Εξωτερικές ροές πληροφορίας

1.11 Πρωτόκολλα Επικοινωνίας

Κατά την επικοινωνία δύο ΠΣ ακολουθούνται προκαθορισμένες διαδικασίες για τη σωστή ανταλλαγή των δεδομένων και των πληροφοριών. Όλες οι διαδικασίες, που αποβλέπουν στη σωστή ανταλλαγή των μηνυμάτων, καλούνται πρωτόκολλα επικοινωνίας. Συνεπώς, ως πρωτόκολλο επικοινωνίας ορίζεται ένα σύνολο κανόνων που εξυπηρετούν την ανταλλαγή πληροφοριών και καθορίζουν τη μορφή, το χρόνο και τη σειρά μετάδοσης των πληροφοριών στο δίκτυο. Επίσης, ελέγχουν και διορθώνουν τυχόν σφάλματα στη διάρκεια μετάδοσης των πληροφοριών. Η ύπαρξη των προτύπων βοηθά στη συμβατότητα ανάμεσα στους κατασκευαστές υλικού και λογισμικού.

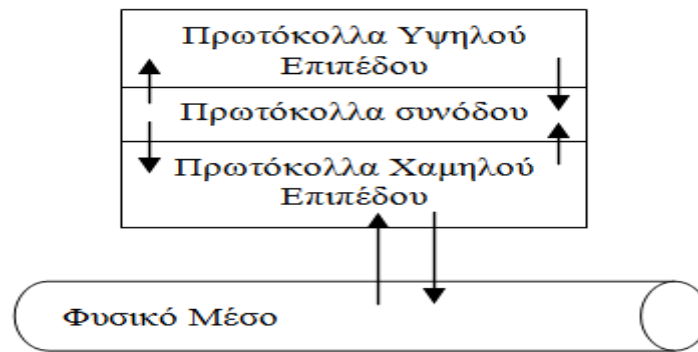
Η διαδικασία μετάδοσης δεδομένων σε ένα δίκτυο περιλαμβάνει:

- Τον υπολογιστή - αφετηρία
- Το πρωτόκολλο επικοινωνίας
- Το μεταδότη
- Το καλώδιο μεταφοράς
- Το δέκτη
- Τον υπολογιστή – προορισμό

Ο υπολογιστής - αφετηρία μπορεί να είναι οποιοσδήποτε υπολογιστής του δικτύου. Το πρωτόκολλο επικοινωνίας αποτελείται από ολοκληρωμένα κυκλώματα καθώς και από τα προγράμματα της κάρτας διασύνδεσης του δικτύου και είναι υπεύθυνο για τη λογική της επικοινωνίας του δικτύου. Ο μεταδότης στέλνει ηλεκτρικά σήματα μέσα από το καλώδιο. Ο δέκτης λαμβάνει τα σήματα και τα αποκωδικοποιεί για το μηχανισμό πρωτοκόλλου. Η μετάδοση ξεκινά με τον υπολογιστή που στέλνει ακατέργαστα δεδομένα (bits) στο μηχανισμό πρωτοκόλλου. Αυτός αναλαμβάνει να δημιουργήσει πλαίσια δεδομένων που περιέχουν πεδία δεδομένων, ελέγχου και της διεύθυνσης όπου θα αποσταλούν. Στη συνέχεια, μετατρέπονται σε ηλεκτρικά σήματα και προωθούνται στο δέκτη όπου πάλι ο μηχανισμός πρωτοκόλλου αναλαμβάνει να μεταβιβάσει τα δεδομένα στον υπολογιστή- προορισμό, αφού προηγουμένως

ανιχνεύσει λάθη μετάδοσης και επιβεβαιώσει την ορθή λήψη, μέσω των πεδίων ελέγχου. Το πρωτόκολλο επικοινωνίας ελέγχει τη λογική της επικοινωνίας του δικτύου. Κάθε τύπος πρωτοκόλλου έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, ανάλογα με τον τρόπο εγκατάστασης του δικτύου, το πλήθος των δεδομένων που μεταφέρονται, τον αριθμό των σταθμών εργασίας κλπ. Επιπλέον, το πρωτόκολλο που επιλέγεται επηρεάζει και το είδος της καλωδίωσης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

Υπάρχουν διάφορα πρωτόκολλα δικτύου, κυριότερο θεωρείται το TCP/IP. Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας χωρίζονται σε δύο κατηγορίες όπως φαίνεται και στο σχήμα 1.16.



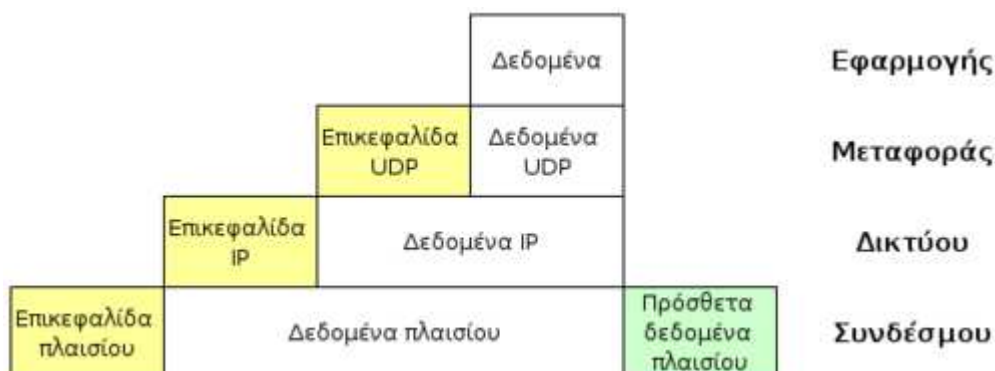
Σχήμα 1.16: Επίπεδα πρωτοκόλλων επικοινωνίας

Τα πρωτόκολλα υψηλού επιπέδου, καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο επικοινωνούν μεταξύ τους οι εφαρμογές, που χρησιμοποιεί ο τελικός χρήστης (ένα τέτοιο πρωτόκολλο είναι το POP3 που χρησιμοποιείται για την λήψη Ηλεκτρονικού Ταχυδρομείου (email) από προγράμματα όπως το Outlook Express). Τα πρωτόκολλα χαμηλού επιπέδου, καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο μεταδίδονται τα σήματα με τη βοήθεια του μέσου μετάδοσης.

Το TCP/IP είναι το πρωτόκολλο επικοινωνίας, στο οποίο βασίζεται το διαδίκτυο αλλά και ένα υψηλό ποσοστό των εμπορικών δικτύων. Το TCP/IP ορίζει τον τρόπο σύνδεσης των ηλεκτρονικών συσκευών στο διαδίκτυο, καθώς και τον τρόπο μετάδοσης των δεδομένων ανάμεσά τους. Η ονομασία TCP/IP προέρχεται από τις συντομογραφίες των δυο κυριότερων πρωτοκόλλων που περιέχει:

- TCP ή Transmission Control Protocol (Πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης) και
- IP ή Internet Protocol (Πρωτόκολλο Διαδικτύου).

Στο σχήμα 1.17 απεικονίζονται τα τέσσερα (4) επίπεδα του TCP/IP (εφαρμογής, μεταφοράς, δικτύου και συνδέσμου).



Σχήμα 1.7: Επίπεδα TCP/IP

Στο εσωτερικό του TCP/IP υπάρχουν πολλά πρωτόκολλα για τον χειρισμό της επικοινωνίας των δεδομένων (data communication), όπως τα:

- **TCP** (Transmission Control Protocol), για επικοινωνία ανάμεσα σε εφαρμογές (applications).
- **UDP** (User Datagram Protocol), για απλή επικοινωνία ανάμεσα σε εφαρμογές (applications).
- **IP** (Internet Protocol), για επικοινωνία ανάμεσα σε υπολογιστές.
- **ICMP** (Internet Control Message Protocol), για λάθη και στατιστικές.
- **DHCP** (Dynamic Host Configuration Protocol), για δυναμική διευθυνσιοδότηση (dynamic addressing). [20],[26]

1.12 Πρότυπα Επικοινωνίας στον Τομέα της Υγείας

Το πιο γνωστό πρότυπο επικοινωνίας που εφαρμόζεται στον τομέα της υγείας είναι το HL-7, το οποίο επιτρέπει την επικοινωνία αλλά και την ανεξάρτητη λειτουργία των διαφόρων συστημάτων υγείας. Δημιουργήθηκε από μια ομάδα με απώτερο σκοπό τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου νοσοκομειακού πληροφοριακού συστήματος. Ο αριθμός επτά (7) αντιστοιχεί στο έβδομο επίπεδο του OSI, το οποίο περιλαμβάνει πρωτόκολλα για τη μεταφορά αρχείων. Σκοπός του HL-7 είναι να παρέχει ένα πρότυπο για την ανταλλαγή, διαχείριση και την ανάπτυξη των δεδομένων τα οποία αφορούν την ιατρική φροντίδα που παρέχεται στον ασθενή καθώς και τη διαχείριση, μεταφορά και εκτίμηση των υπηρεσιών υγείας. Ορίζει το περιεχόμενο και τη μορφή των δεδομένων με την οποία τα κλινικά και οικονομικά δεδομένα θα ανταλλάσσονται μεταξύ διαφορετικών υπολογιστικών συστημάτων υγείας. Τα πλεονεκτήματα του HL-7, παρατίθενται παρακάτω.[25],[26],[31]

1. Είναι ένα ανοιχτό πρότυπο, δεν εξαρτάται από την πλατφόρμα και την τεχνολογία η οποία χρησιμοποιείται.
2. Επιτρέπει την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ υπολογιστικών εφαρμογών, οι οποίες αναπτύχθηκαν από διαφορετικούς παραγωγούς.
3. Μειώνει τον όγκο που καταλαμβάνουν οι χάρτινοι ιατρικοί φάκελοι των ασθενών, βελτιώνει τον τρόπο λήψης απόφασης και επιτρέπει την αναδιοργάνωση-ανάπτυξη των πληροφοριών με την εμφάνιση νέων συστημάτων παροχής υγείας.
4. Παρέχει μια αποτελεσματική, από πλευράς κόστους, επικοινωνία μεταξύ διαφόρων πληροφοριακών συστημάτων υγείας.
5. Επιτρέπει την επικοινωνία όλων των τομέων που ασχολούνται με την υγεία και δεν περιορίζεται σε ένα συγκεκριμένο τομέα.
6. Το HL-7 έχει μια δομή, η οποία μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί στις απαιτήσεις της αγοράς που αφορά την υγεία.

Η έννοια του ΠΣ νοσοκομείου περιλαμβάνει τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών και διαδικτυακού εξοπλισμού με σκοπό τη συλλογή, επεξεργασία, αποθήκευση και ανάκτηση πληροφοριών σχετικά με τη φροντίδα υγείας των ασθενών. Το νοσοκομείο χειρίζεται καθημερινά δεδομένα και πληροφορίες που διακινούνται μέσα στον τομέα της υγείας γεγονός που καθιστά αναγκαία την ύπαρξη ενός ΠΣ υγείας (ΠΣΥ). Σκοπός του είναι η διατήρηση και βελτίωση της υγείας της ανθρώπινης κοινότητας. Ένα ΠΣΥ περιλαμβάνει λειτουργίες που αφορούν τον έλεγχο, τη διάγνωση, τη θεραπεία και την αποκατάσταση των ασθενών. Ως έξοδοι από το ΠΣ υγείας βγαίνουν στο περιβάλλον στοιχεία για τη νοσηλεία των ασθενών και των ιατρικών υπηρεσιών που λαμβάνουν. Αποτέλεσμα της χρήσης ΠΣΥ είναι η μείωση της νοσηρότητας και της θνησιμότητας του πληθυσμού. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα την βελτίωση του επιπέδου υγείας, της ευημερίας καθώς και της ποιότητας ζωής.[26]

Οι κυριότερες λειτουργίες του ΠΣΥ είναι:

- Καταχώρηση του ασθενή και οπτικοποίηση των δεδομένων του ασθενή (μέσω ηλεκτρονικού φακέλου υγείας).
- Εισαγωγή- διακομιδή- εξιτήριο
- Λίστες αναμονής
- Ραντεβού
- Εργαστηριακοί έλεγχοι
- Διαχείριση εντολών
- Νοσοκομειακή περίθαλψη
- Φαρμακευτική αγωγή
- Προμήθεια γευμάτων
- Οικονομικά/ διοίκηση
- Προϋπολογισμός
- Έλεγχος αποθεμάτων
- Προσωπικό / καταστάσεις μισθοδοσίας

1.13 Μοντέλο Κύκλου Ζωής Πληροφοριακών Συστημάτων Υγείας

Ο κύκλος ζωής των ΠΣΥ αποτελείται από την ανάλυση, την δοκιμή, την υλοποίηση, την συντήρηση, και την ανανέωση/ επέκταση. Οι επιστήμονες που έχουν αναλάβει την ανάλυση, υλοποίηση και τον έλεγχο της άρτιας λειτουργίας του ΠΣΥ πρέπει να μεριμνήσουν ώστε να συμμορφώνεται με τα διεθνή πρότυπα και πρωτόκολλα.

Ειδικότερα, η ανάλυση έχει ως σκοπό την ικανοποίηση των τελικών χρηστών. Ο ειδικός επιστήμονας (αναλυτής συστημάτων) αναλύει λεπτομερώς με τους χρήστες τις απαιτήσεις τους από το σύστημα. Ο αναλυτής θα σχεδιάσει τον τρόπο με τον οποίο θα υλοποιείται το σύστημα και θα ζητήσει από τους προγραμματιστές να φτιάξουν συγκεκριμένες εφαρμογές.

Οι εφαρμογές που σχεδιάζουν οι προγραμματιστές δοκιμάζονται από τους χρήστες ώστε να διαπιστωθεί αν ικανοποιούνται οι απαιτήσεις τους. Η συγκεκριμένη ενέργεια, προηγείται του σταδίου της υλοποίησης, επειδή μετά την υλοποίηση πιθανές τροποποιήσεις είναι περισσότερο δύσκολες και δαπανηρές.

Αφού σχεδιαστεί το ΠΣ και δοκιμασθούν επιτυχώς οι εφαρμογές του, υπάρχει το στάδιο της υλοποίησης. Χρησιμοποιείται το κατάλληλο υλικό και συνδυαστικά με το λογισμικό, προσφέρει υψηλή ταχύτητα, αξιοπιστία και ασφάλεια. Η εγκατάσταση θα γίνει από εξειδικευμένους τεχνικούς και στη συνέχεια θα δοκιμασθεί η σωστή λειτουργία.

Απαιτούνται περιοδικές εργασίες και έλεγχοι για να δουλεύει συνεχώς ικανοποιητικά το ΠΣΥ. Πρέπει να γίνονται έλεγχοι με στόχο τον εντοπισμό κακόβουλων ενεργειών και την αποσφαλματοποίηση του λογισμικού. Ακόμη, αντικαθιστώνται μέρη του υλικού που φθείρονται από τη χρήση και τον χρόνο.[27]

Οι αλλαγές στις τεχνολογίες και στις απαιτήσεις από ένα ΠΣΥ πραγματοποιούνται με ταχύτετους ρυθμούς. Η ανανέωση του υλικού και του λογισμικού, αλλά και η επέκταση αυτών και η προσφορά νέων υπηρεσιών είναι ζωτικής σημασίας ώστε να μπορεί το ΠΣΥ να ανταποκριθεί στις σύγχρονες ανάγκες.

Σχετικά με τις βασικότερες λειτουργικές απαιτήσεις των συστημάτων υγείας είναι:

- Η ύπαρξη επικοινωνίας πληροφοριών μεταξύ των επαγγελματιών υγείας σε όλες τις μονάδες παροχής υπηρεσιών και σε όλες τις βαθμίδες περίθαλψης.
- Η πληροφοριακή κάλυψη της μετακίνησης τόσο των επαγγελματιών υγείας όσο και των ασθενών.

- Η ύπαρξη για κάθε ασθενή ενός πλήρους φακέλου με τις διαχειριστικές και ιατρικές πληροφορίες που τον αφορούν.
- Η εγγύηση της μεταφερσιμότητας, της ασφάλειας και της ακεραιότητας των πληροφοριών.
- Η δυνατότητα πρόσβασης σε διαφορετικά επίπεδα πληροφοριών, ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις.

Το ΠΣΥ των νοσοκομειακών μονάδων προσφέρει σημαντικά οφέλη, δίνοντας τη δυνατότητα να συνδεθούν σε αυτό αναλυτές για να επεξεργαστούν δεδομένα εξόδου του συστήματος. Οι διαδικασίες είναι αυτοματοποιημένες σε υψηλό βαθμό και γίνεται καλύτερα ο έλεγχος, περιορίζοντας την πιθανότητα λαθών. Επιτυγχάνεται βελτιστοποιημένη οργάνωση του προσωπικού και των διαφόρων διαδικασιών. Επίσης, διατηρείται αρχείο ιστορικού και στατιστικά στοιχεία με σκοπό την παροχή αποτελεσματικότερων υπηρεσιών υγείας. Ωστόσο, αρνητικό στοιχείο είναι ο χρόνος που απαιτείται για την εκπαίδευση των χρηστών και η δυσκολία σύνδεσης του με τον εργαστηριακό εξοπλισμό. Ένα από τα πιο σημαντικά οφέλη που μπορεί να αποφέρει το ΠΣΥ στο νοσοκομείο είναι η εξοικονόμηση χρόνου τόσο για τους επαγγελματίες υγείας, όσο και για την μεταφορά δεδομένων, αλλά και το χρόνο νοσηλείας του ασθενούς. Σε αυτό συμβάλλει καθοριστικά η μείωση του όγκου των εγγράφων. Ακόμη, ελαττώνεται ο κύκλος χρόνου μέσω της κοινής χρήσης συμπληρωματικών εξετάσεων. Το διοικητικό, ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό έχει λιγότερη «δουλειά γραφείου» με αποτέλεσμα να επικεντρώνεται περισσότερο στη φροντίδα του ασθενή. Επιπλέον, με το ΠΣΥ βελτιώνεται η ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας στον ασθενή με ενδεχόμενο αποτέλεσμα την ταχύτερη ανάρρωσή του και έξοδο από το νοσοκομείο. Επιπρόσθετα, είναι ευρέως γνωστό ότι τα υπολογιστικά συστήματα είναι σχεδόν απίθανο να κάνουν λάθος, συγκριτικά με τον άνθρωπο. Έτσι, με το ΠΣΥ μειώνονται στο ελάχιστο τα σφάλματα, που προκύπτουν από μη προσαρμοσμένες ιατρικές συνταγές, από ελλιπείς συνταγές και από λάθη στη καταγραφή αποτελεσμάτων. Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα είναι η ιδιαίτερα εύκολη πρόσβαση στη γνώση, εφόσον με τη βοήθεια του διαδικτύου, καθίσταται εφικτή η γρήγορη πρόσβαση σε μεγάλες βάσεις δεδομένων αλλά και σε πορίσματα ερευνών. Έτσι, μειώνεται η μεταβλητότητα της ιατρικής συμπεριφοράς καθώς συνήθως προτιμάται η θεραπεία που έχει τις καλύτερες πιθανότητες επιτυχίας, σύμφωνα με προηγούμενες στατιστικές μελέτες. Ακόμη, μπορεί να γίνει μία καλή θεωρητική και πρακτική μελέτη, τόσο από φοιτητές, όσο και από γιατρούς και νοσηλευτές. Παράλληλα, αυξάνεται η παραγωγικότητα, εξαιτίας της μείωσης κάποιων μη παραγωγικών δραστηριοτήτων και από την ανακατανομή, τον αναπροσανατολισμό, ακόμα και τη μείωση του προσωπικού. Ένα τελευταίο όφελος είναι η καλύτερη διαφύλαξη του ιατρικού απορρήτου, καθώς η πρόσβαση σε ηλεκτρονικά δεδομένα από μη εξουσιοδοτημένους χρήστες είναι ιδιαίτερα δύσκολη αν έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα ασφαλείας. [23]

1.14 Υποσυστήματα

Υποσυστήματα ενός συστήματος υγείας είναι οι μονάδες παραγωγής υγείας (νοσοκομεία, κέντρα υγείας κ.ά.). Η πληροφορική της υγείας, όπως ονομάζεται, έχει ως στόχο τη βελτίωση της περίθαλψης και της υγείας του πληθυσμού μέσα από την αξιολόγηση των επιδημιολογικών δεδομένων και της βελτιωμένης αποτελεσματικότητας των διαφόρων υπηρεσιακών βαθμίδων του συστήματος υγείας. [8]

Σε μια νοσοκομειακή μονάδα ο μεγάλος αριθμός υποσυστημάτων πληροφορικής, διαχωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- Εσωτερικό πληροφοριακό σύστημα (εξασφάλιση επικοινωνίας με άλλες νοσοκομειακές μονάδες, μισθοδοσίες, διαχείριση αδειών, διαχείριση πρωτοκόλλου και αρχειακού υλικού)

- Ηλεκτρονικές υπηρεσίες στη κοινωνία(παρουσίαση του θεσμικού και κανονιστικού πλαισίου λειτουργίας του νοσοκομείου, στατιστικά στοιχεία για το νοσοκομείο, έντυπα, εφημερίες, κόστος νοσηλίων, ηλεκτρονικό ραντεβού για τα τακτικά εξωτερικά ιατρεία, ηλεκτρονική παραλαβή εξετάσεων, ηλεκτρονική παραγωγή και διανομή πιστοποιητικών)
- Ενημερωτικές υπηρεσίες στους λειτουργούς της νοσοκομειακής μονάδας (ώρες λειτουργίας, εφημερίες, στατιστικά και έρευνες, διάφορες δημοσιεύσεις και πληροφορίες)
- Συναλλακτικές υπηρεσίες στους λειτουργούς της νοσοκομειακής μονάδας (ηλεκτρονική υποβολή και λήψη αιτήσεων και εντύπων)
- Ηλεκτρονική εκπαίδευση και συνεργασία (ιατρικά πολυμέσα, εξ' αποστάσεως ηλεκτρονική εκπαίδευση και συνεργασία με σύγχρονη και ασύγχρονη επικοινωνία)
- Άλλες ηλεκτρονικές υπηρεσίες (συστήματα αξιολόγησης, ψηφιακή βιβλιοθήκη, διαχείριση γνώσης).

Μια άλλη διάκριση των συστημάτων είναι ως προς το είδος των λειτουργιών που εκτελούν και ανάλογα με τις αποφάσεις στις οποίες συμμετέχουν. Έτσι, διακρίνονται σε συστήματα επεξεργασίας συναλλαγών, συστήματα δομημένων αποφάσεων και συστήματα στήριξης αποφάσεων. Στην κατηγορία επεξεργασίας συναλλαγών ανήκουν εκείνα τα συστήματα που αποθηκεύουν αποτελέσματα συναλλαγών, όπως για παράδειγμα, εντολές εξετάσεων, εργαστηριακά αποτελέσματα και αναφορές ακτινογραφιών. Η επίλυση των προβλημάτων στο χώρο του νοσοκομείου γίνεται από το σύστημα δομημένων αποφάσεων. Γίνεται λήψη αποφάσεων για προβλήματα ανάλογα την αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα των εναλλακτικών λύσεων. Ένα τέτοιο σύστημα λειτουργεί στο τμήμα της αποθήκης, όπου γίνεται η παραγγελία ενός προϊόντος μόλις η ποσότητα του αποθέματος πλησιάσει ένα καθορισμένο όριο. Τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων αποτελούνται από παραμετρικά μοντέλα μαθηματικών και στατιστικής αποθηκευμένα σε μια βάση προτύπων. Η βάση αυτή εξομοιώνει όλες τις πιθανές καταστάσεις και διευκολύνει το χρήστη στη λήψη μιας απόφασης, αφού το σύστημα του επιστρέφει τα πιθανά ενδεχόμενα για μια ερώτηση που απευθύνει σε αυτό. Τα έμπειρα συστήματα είναι συστήματα που εντάσσονται σε αυτή την κατηγορία καθώς προσφέρουν μία λύση ως απάντηση σε κάποιο ερώτημα.

1.15 Επιμέρους Τμήματα Πληροφοριακών Συστημάτων Υγείας

Το ΠΣ του νοσοκομείου φροντίζει για την επικοινωνία της εξωτερικής και της εσωτερικής ροής των πληροφοριών, καθώς και για τον κοινό τρόπο λειτουργίας των εφαρμογών, που υπάρχουν μέσα στο νοσοκομείο. Τα επιμέρους τμήματά του ταξινομούνται σε:[32]

1. Ιατρικά πληροφοριακά συστήματα
2. Διαχειριστικά συστήματα ασθενών
3. Διαχειριστικά συστήματα υπηρεσιών
4. Διοικητικο-οικονομικά συστήματα

Με αυτήν την ταξινόμηση διακρίνονται διάφορα υποσυστήματα του ΠΣΝ, ανάλογα με τις διαχειριστικές λειτουργίες που υποστηρίζουν. Έτσι για ένα ΠΣ νοσοκομείου, υπάρχουν:

1. η διαχείριση λειτουργιών του νοσοκομείου
2. η διαχείριση οικονομικών και ανθρώπινων πόρων
3. η ιατρική και η διοικητική διαχείριση ασθενών.
4. η διαχείριση αποθηκών
5. η διαχείριση πόρων

Το ιατρικό, καλύπτει τις ανάγκες διεκπεραίωσης των εργασιών που επιτελούνται στα κλινικά και περιλαμβάνει τις ακόλουθες λειτουργίες:

- Διαχειριστικές λειτουργίες:
 1. διαχείριση ασθενή (εισαγωγή, έξοδος, μετακίνηση ασθενούς)
 2. διαχείριση ιστορικού ασθενούς
 3. παρακολούθηση πορείας υγείας (συμπτώματα ασθενή, κλινικά σημεία, διαγνώσεις, πορεία νόσου)
 4. διαχείριση ιατρικών εντολών και παρουσίαση αποτελεσμάτων

- Εφαρμογές παροχής νοσηλευτικής φροντίδας. Περιλαμβάνουν:
 1. σχεδιασμός νοσηλευτικής φροντίδας
 2. νοσηλευτική παρακολούθηση
 3. νοσηλευτικές ενέργειες και πράξεις
 4. φαρμακολογική παρακολούθηση ασθενούς

- Παράλληλες υποστηρικτικές εφαρμογές
 1. νοσοκομειακό φαρμακείο
 2. προγραμματισμός ιατρικού και νοσηλευτικού προσωπικού
 3. διαχείριση τακτικών εξωτερικών ιατρείων
 4. προγραμματισμός χειρουργείων
 5. διαιτολογικό

Το διαχειριστικό/οικονομικό, περιλαμβάνει τις λειτουργίες διαχειριστικής και οικονομικής οργάνωσης:

- Διαχειριστικές λειτουργίες:
 - Διαχείριση ασθενών
 1. Νοσηλευομένων (Γραφείο Κίνησης)
 2. Εξωτερικών ασθενών (Γραμματεία Εξωτερικών Ιατρείων)
 3. Επειγόντων περιστατικών (Τμήμα Επειγόντων Περιστατικών)
 - Διαχείριση προσωπικού
 - Διαχείριση υλικών
 - Διαχείριση προμηθειών
 - Διαχείριση εγκαταστάσεων
 - Τιμολόγηση παρεχόμενων υπηρεσιών (νοσηλείας, ιατρικών πράξεων, εργαστηριακών εξετάσεων, χρήσης υλικών και φαρμάκων)

- Οικονομικές λειτουργίες:
 1. Γενική λογιστική
 2. Αναλυτική λογιστική
 3. Ταμειακός προγραμματισμός
 4. Προϋπολογισμός
 5. Λογιστήριο ασθενών
 6. Εκκαθάριση ασφαλιστικών ταμείων
 7. Διαχείριση παραμέτρων νοσηλίων
 8. Εισπράξεις / πληρωμές
 9. Διαχείριση παγίων

Πληροφοριακό Σύστημα Νοσοκομείων – Zviran 1990



Σχήμα 1.18: Πληροφοριακό σύστημα νοσοκομείων[18]

Το εργαστηριακό, αποτελείται από εξειδικευμένα συστήματα τα οποία επιτρέπουν την σύνδεση των σύγχρονων αναλυτικών συσκευών με το διαχειριστικό σύστημα του κάθε εργαστηρίου.

Το Πληροφοριακό Σύστημα Διοίκησης (ΠΣΔ), παρέχει τη δυνατότητα συγκέντρωσης στοιχείων από όλες τις δραστηριότητες του οργανισμού, ώστε μέσα από την κατάλληλη σύνδεσή τους να προκύψουν οι δείκτες εκείνοι που θα αξιολογήσουν τις δραστηριότητες αυτές και θα βοηθήσουν το διοικητικό μηχανισμό στην λήψη αποφάσεων.

1.16 Ηλεκτρονικές Κάρτες Υγείας

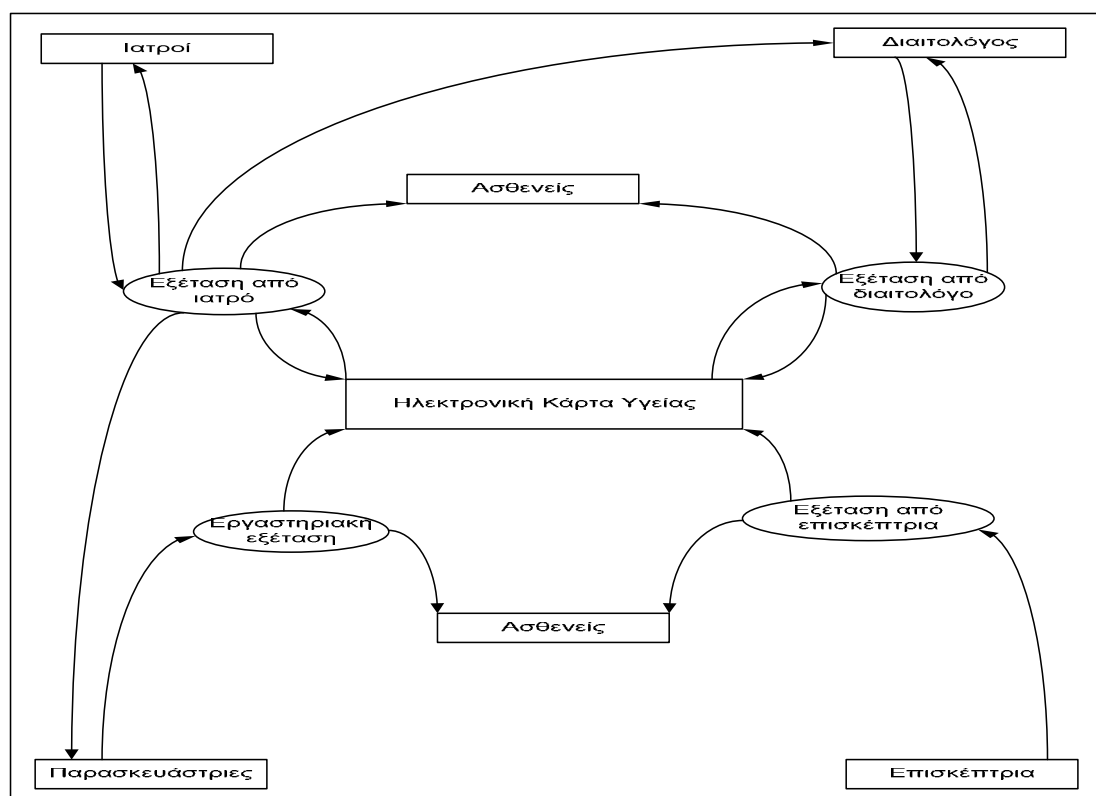
Το ΠΣΥ δέχεται ως είσοδο τις πληροφορίες και τα δεδομένα που αφορούν τους επισκέπτες των μονάδων υγείας. Οι έξυπνες ηλεκτρονικές κάρτες υγείας χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό, ενώ ο βασικός τους ρόλος είναι η αποθήκευση δεδομένων. Η κύρια εφαρμογή τους είναι η παρακολούθηση χρόνιων ασθενειών, όπως ασθενών που πάσχουν από διαβήτη. Οι κάρτες περιέχουν ολοκληρωμένα κυκλώματα, το μέγεθος του είναι ίσο με μια πιστωτική κάρτα, περισσότερο ασφαλείς και ισχυρές είναι οι έξυπνες κάρτες, οι οποίες αποτελούνται από τρία τμήματα. Το έξυπνο μέρος που είναι η μονάδα επεξεργασίας, τη μονάδα αποθήκευσης και ένα μέσο για την είσοδο-έξοδο δεδομένων.

Η ηλεκτρονική κάρτα υγείας προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα σε ένα σύστημα υγείας. Παρέχει τη δυνατότητα μεταφοράς των πληροφοριών σε όλες τις μονάδες παροχής ιατρικών υπηρεσιών, ανεξάρτητα, τόσο από το ηλεκτρονικό σύστημα που αυτές

χρησιμοποιούν, όσο και από την απόσταση που αυτές βρίσκονται από τον τόπο όπου έγινε η ενημέρωση της κάρτας ή που φυλάσσεται το αρχείο του ασθενούς. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα ενημέρωσης της κάρτας από όλες τις μονάδες παροχής ιατρικών υπηρεσιών. Χρησιμοποιεί κρυπτογράφηση, διασφαλίζοντας έτσι το απόρρητο των αποθηκευμένων πληροφοριών. Επιπλέον, δικαίωμα πρόσβασης και ενημέρωσης των διαφορετικών ομάδων πληροφοριών, έχουν μόνο οι επαγγελματίες υγείας.[24]

Σε μία κάρτα υγείας αποθηκεύονται στοιχεία που διακρίνονται σε 7 κατηγορίες ανάλογα με το είδος της πληροφορίας που μεταφέρουν.

1. διαχειριστικές πληροφορίες (προσωπικά στοιχεία)
2. κοινωνικο-δημογραφικές (οικονομική, οικογενειακή, μορφωτική κατάσταση)
3. πληροφορίες για έκτακτα περιστατικά (ομάδα αίματος, αλλεργίες, ειδικές ασθένειες)
4. πληροφορίες σχετικές με το διαβήτη (στοιχεία για την παρακολούθηση διαβητικών)
5. ατομικό και οικογενειακό ιστορικό (ασθένειες, εγχειρήσεις, τοκετοί, εμβόλια)
6. παρακολούθηση ασθενών (συνταγογραφία, αποτελέσματα εξετάσεων, δίαιτες, συστάσεις)
7. πληροφορίες σχετικές με τη λειτουργία της κάρτας



Σχήμα 1.19: Παράδειγμα λειτουργίας συστήματος με κάρτες

Σε αυτό το σημείο είναι απαραίτητη η ανάλυση μιας περίπτωσης λειτουργίας πληροφοριακού συστήματος νοσοκομείου, στο οποίο χρησιμοποιούνται οι ηλεκτρονικές κάρτες υγείας. Ο ασθενής εξετάζεται από έναν ιατρό και είναι η πρώτη φορά που επισκέπτεται το νοσοκομείο, άρα δεν υπάρχουν στοιχεία του. Ο ιατρός στο συγκεκριμένο παράδειγμα παίρνει το ιστορικό του ασθενή, κάνει την διάγνωση, προτείνει μια θεραπευτική αγωγή, δίνει παραπεμπτικό για δίαιτα και ένα άλλο παραπεμπτικό για εργαστηριακές εξετάσεις. Το ιστορικό και όλα τα άλλα στοιχεία που προκύπτουν από την εξέταση από το γιατρό γίνονται γνωστά στον ασθενή και αποθηκεύεται στην ηλεκτρονική κάρτα υγείας. Ο

διαιτολόγος παίρνει το παραπεμπτικό για δίαιτα και μελετά και το ιστορικό. Στη συνέχεια προτείνει την κατάλληλη δίαιτα, η οποία γνωστοποιείται στον ασθενή και αποθηκεύεται στην ηλεκτρονική κάρτα υγείας. Οι παρασκευάστριες παίρνουν το παραπεμπτικό, πραγματοποιούν τις εξετάσεις και δίνουν τα αποτελέσματα στους ασθενείς ενώ παράλληλα αποθηκεύονται στην ηλεκτρονική του κάρτα υγείας. Η επισκέπτρια που πραγματοποιεί επισκέψεις στα σπίτια των ασθενών, πραγματοποιεί διάφορες εξετάσεις και τα αποτελέσματα μέσω φορητών συσκευών αποθηκεύονται στις κάρτες ενώ ταυτόχρονα γνωστοποιούνται στους ασθενείς.

Θα ήταν παράλειψη να μη σχολιαστεί και ο ηλεκτρονικός φάκελος ασθενή (ΗΦΑ), όπου γίνεται η αποθήκευση των πληροφοριών για κάθε άτομο από τους επαγγελματίες υγείας. Επίσης, αποθηκεύονται τα αποτελέσματα των ιατρικών εξετάσεων, οι ακτινογραφίες, τα ηλεκτροκαρδιογραφήματα, τα αποτελέσματα βιοψιών και πλήθος άλλων πληροφοριών σχετικά με κάθε άτομο. Σε πολλές νοσοκομειακές μονάδες οι φάκελοι είναι χειρόγραφοι, στόχος όμως των πληροφοριακών συστημάτων είναι η μετάβαση από τους χειρόγραφους στους ΗΦΑ, με αποτέλεσμα την ταχεία πρόσβαση στα δεδομένα, την καλύτερη διαχείριση των πόρων με μεγαλύτερη απόδοση, την προστασία των δεδομένων, τη δυνατότητα ανάλυσης και επεξεργασίας των δεδομένων, δεν χάνονται και δεν καταστρέφονται δεδομένα, υπάρχει επεκτασιμότητα, ο φάκελος έχει μεταφερσιμότητα, και υπάρχει μικρότερη πιθανότητα ασάφειας δεδομένων. Αντιθέτως, όμως, το συγκεκριμένο σύστημα έχει υψηλό κόστος, απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό διαχείρισης των συστημάτων καθώς και τη χρήση υψηλής και ακριβής τεχνολογίας.

Ο σύγχρονος ΗΦΑ, χωρίζεται σε κύρια μέρη ανάλογα με την πηγή των δεδομένων. Στο πρώτο μέρος βρίσκονται τα δεδομένα που συλλέγονται από τις επισκέψεις του ατόμου, στο δεύτερο τα εργαστηριακά αποτελέσματα ενώ στο τελευταίο οι γνωματεύσεις από ακτινογραφίες, αξονικές τομογραφίες κ.λπ.. Σε κάποιες περιπτώσεις απαιτείται πιο αναλυτική παρουσίαση και η μορφή του φακέλου τροποποιείται.

Επισκέψεις	
Ημερομηνία	Διάγνωση
.....
Εργαστηριακά δεδομένα	
.....
Ακτινογραφίες	
.....

Σχήμα 1.20: Δομή του ΗΦΥ ανάλογα με τις πηγές δεδομένων

Ο ηλεκτρονικός φάκελος στηρίζεται στην εφάπαξ εισαγωγή ορισμένων στοιχείων, στην ευκολία αναζήτησης αποθηκευμένων δεδομένων, στη διαθεσιμότητα πληροφοριών σε όλα τα επιμέρους τμήματα του νοσοκομείου, στην μεταφορά δεδομένων σε κάποιο άλλο σύστημα αλλά και μέσα στο ίδιο σύστημα, στις αποθηκευτικές δυνατότητες, και στην ασφάλεια που παρέχει το σύστημα. Αυτά είναι ορισμένα από τα κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη κατά τον σχεδιασμό του ηλεκτρονικού φακέλου. Επειδή το σύστημα απευθύνεται σε απλούς και μη εξοικειωμένους με τους υπολογιστές χρήστες, τα πιο σημαντικά κριτήρια σχεδιασμού είναι η ευκολία χρήσης, η υποστήριξη των γρήγορων διαδικασιών και η απλότητα στην εισαγωγή και διαχείριση των δεδομένων.

Η χρησιμότητα του συστήματος επικεντρώνεται στον ασθενή, στην φροντίδα υγείας και στην αυτόματη λήψη των εξετάσεων του ασθενή. Η εφαρμογή του στο διοικητικό τομέα αφορά τη διασύνδεση με άλλα υποσυστήματα, τον προγραμματισμό ασθενών και εργασιών και τις λογιστικές χρήσεις. Εκτός από τους δύο αυτούς τομείς, ο ηλεκτρονικός φάκελος

χρησιμεύει στην στατιστική επεξεργασία δεδομένων και στην έρευνα, στην υποστήριξη της απόφασης και στη μελέτη κόστους-οφέλους.[26]

1.17 Η Τηλεϊατρική και οι Υπηρεσίες της

Μια σημαντική λειτουργία των πληροφοριακών συστημάτων υγείας, οι υπηρεσίες της οποίας χρησιμοποιούνται όλο και σε μεγαλύτερο βαθμό είναι τηλεϊατρική. Η τηλεϊατρική είναι η παροχή ιατρικών υπηρεσιών σε περιπτώσεις, όπου παρεμβάλλεται απόσταση μεταξύ ασθενούς, ιατρού και άλλων εξειδικευμένων πληροφοριών και γνώσεων. Σε αυτή την εξ αποστάσεως ιατρική, χρησιμοποιούνται τηλεματικές υπηρεσίες, συνδυασμός δηλαδή υπολογιστών και επικοινωνιών προκειμένου να στηριχθούν οι ιατρικές υπηρεσίες.

Μια άλλη υπηρεσία της τηλεϊατρικής είναι η τηλεδιάσκεψη, η ζωντανή ανταλλαγής πληροφορίας μεταξύ ατόμων και μηχανημάτων που δε βρίσκονται στο ίδιο φυσικό σημείο αλλά συνδέονται μέσα από ένα τηλεπικοινωνιακό σύστημα, που συνήθως είναι τηλεφωνική γραμμή. Μια τηλεδιάσκεψη μπορεί να είναι απλή και να βασίζεται σε μια απλή τηλεφωνική κλήση αλλά ενδέχεται να είναι πιο σύνθετη και να περιέχει και μετάδοση κινούμενης εικόνας και δεδομένων σε μεγάλους χώρους που υπάρχουν οθόνες και ανεπτυγμένα οπτικοακουστικά μέσα. Με τη βοήθεια της τηλεδιάσκεψης εξοικονομείται χρόνος που θα διέθετε κανείς για να παραστεί φυσικά σε ένα χώρο και χρήματα, προκειμένου να καταφέρουν να έρθουν όσοι επιθυμούν να συμμετάσχουν στην τηλεδιάσκεψη και να βρίσκονται στον ίδιο φυσικό χώρο. Επίσης η λήψη αποφάσεων ολοκληρώνονται σε μικρότερο χρονικό διάστημα. Οι εφαρμογές που ασχολούνται με ιατρικά θέματα και συνδυάζονται με την τηλεδιάσκεψη ονομάζονται τηλεϊατρική και επιτρέπουν την ταχύτατη μεταφορά ιατρικών στοιχείων που βοηθούν στην καλύτερη αντιμετώπιση των ιατρικών περιστατικών. Οι πηγές και τα ιατρικά μέσα των τεχνολογικά εξελιγμένων ιατρικών κέντρων ή νοσοκομείων επιτρέπουν την πρόσβαση σε ιατρικό προσωπικό να έρθουν σε επαφή με άλλους ιατρούς που βρίσκονται σε απομακρυσμένα σημεία και να αποφασίσουν από κοινού για την αντιμετώπιση ενός περιστατικού.

Μία άλλη κατηγορία της τηλεϊατρικής είναι η τηλεδιάγνωση, η από απόσταση δηλ. μελέτη από ειδικούς των αποτελεσμάτων των ιατρικών εξετάσεων και τη σύνταξη ιατρικών αναφορών. Στην τηλεθεραπεία, την από απόσταση παρακολούθηση ασθενών, ο ασθενής επισκεπτόμενος το τηλεϊατρικό κέντρο λαμβάνει ιατρική φροντίδα από το συνδεδεμένο νοσοκομειακό κέντρο ως προς την πάθησή του. Η τηλεκπαίδευση είναι και αυτή μέρος της τηλεϊατρικής, εφόσον παρέχει την ενημέρωση του ιατρικού προσωπικού αλλά και των επισκεπτών του τηλεϊατρικού κέντρου για τους ιατρικούς και κοινωνικούς τομείς. Σκοπός της τηλεκπαίδευσης είναι η διαμόρφωση νέων τρόπων συμπεριφοράς για την πρόληψη των νοσημάτων, αλλά και για την προαγωγή της υγείας. Επιπλέον, μέσω της εκπαίδευσης του υγιούς πληθυσμού (ειδικά προγράμματα Αγωγής Υγείας), καθιερώνονται νέοι τρόποι συμπεριφοράς, όχι μόνο για την πρόληψη των νοσημάτων, αλλά και για την προστασία και προαγωγή της υγείας. Τέλος, η ανταλλαγή απόψεων και η οργάνωση συμβουλίων νοσοκομειακού προσωπικού και κοινωνικών λειτουργών, η τηλεσυμβουλευτική, όπως ονομάζεται αποσκοπεί στην αντιμετώπιση σύνθετων καταστάσεων.

Για την παροχή τηλεϊατρικής φροντίδας υπάρχει ο σταθμός υποστήριξης με τους γιατρούς που διαθέτουν εξειδικευμένες γνώσεις και εμπειρία και ο σταθμός στον οποίο βρίσκεται γιατρός που δεν διαθέτει αυτές τις γνώσεις και την εμπειρία (π.χ. αγροτικό ιατρείο) ή άτομο που δεν ανήκει στον υγειονομικό χώρο (π.χ. αξιωματικός πλοίου).

Ένα άλλο υποσύστημα του πληροφοριακού συστήματος νοσοκομείου είναι το σύστημα διαχείρισης ασθενών, με το οποίο γίνεται η παρακολούθηση της πορείας του νοσηλευόμενου ασθενή από την εισαγωγή του στο νοσοκομείο έως και την έξοδο του από αυτό. Επίσης, καταγράφεται οποιαδήποτε κίνηση ασθενή (π.χ. εισαγωγή, αλλαγή κλίνης, χειρουργείο, εξιτήριο) και ενημερώνονται αυτόματα τα υπόλοιπα υποσυστήματα που αντλούν πληροφορίες από αυτό.

Το σύστημα διαχείρισης ραντεβού, ανήκει και αυτό στο πλαίσιο των υποσυστημάτων του νοσοκομείου. Το σύστημα διαχειρίζεται ραντεβού ανά ιατρό, ανά τμήμα, ανάλογα με τις απαιτήσεις. Καθορίζεται ο αριθμός των εξωτερικών ιατρείων και το ωράριο λειτουργίας τους, στοιχεία τα οποία χρησιμοποιούνται για τη συμπλήρωση του πίνακα των ραντεβού. Επιπρόσθετα, ορισμένες λειτουργίες που έχει το σύστημα είναι η δυνατότητα καθορισμού επανεξέτασης, αλλαγής ημερομηνίας και ώρας του ραντεβού και η αυτόματη αναζήτηση πρώτης διαθέσιμης ημερομηνίας και ώρας για κάθε γιατρό.

Επιμέρους πληροφοριακά υποσυστήματα του νοσοκομείου είναι η ηλεκτρονική συνταγογράφηση, τα ηλεκτρονικά πρωτόκολλα, η διαχείριση εργαστηριακών-διαγνωστικών τμημάτων, η διαχείριση των κλινικών, η γραμματειακή υποστήριξη, το γραφείο κίνησης και το σύστημα διαχείρισης ιατρικού προσωπικού(π.χ. μισθοδοσία).[26]

2.1 Εισαγωγή

Ένα από τα σημαντικότερα υποσυστήματα των νοσοκομειακών μονάδων, όπως προαναφέρθηκε είναι το σύστημα ορισμού των ιατρικών ραντεβού (ΣΟΙΡ) στα εξωτερικά ιατρεία. Τα συστήματα διαχείρισης ραντεβού σχεδιάζονται για να καλύπτουν τις υψηλές απαιτήσεις προγραμματισμού ραντεβού για τους εσωτερικούς και εξωτερικούς ασθενείς ενός οργανισμού υγείας. Είναι το σύστημα με βάση το οποίο γίνεται ο προγραμματισμός των ιατρικών επισκέψεων. Ο στόχος τέτοιων συστημάτων είναι η προσπάθεια βελτίωσης των παρεχόμενων υπηρεσιών και η καλύτερη εξυπηρέτηση των ασθενών ως προς τον προγραμματισμό επισκέψεων σε ιατρούς και σε διαγνωστικά κέντρα.



Στο θέμα των ΣΟΙΡ έχει παρατηρηθεί αξιόλογη πρόοδος τα τελευταία χρόνια, που οφείλεται στη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας και στη καλύτερη οργάνωση του τομέα της υγείας. Στο παρελθόν δεν υπήρχε οργάνωση στο θέμα των ιατρικών ραντεβού, δηλαδή το άτομο που ήθελε να εξεταστεί επισκεπτόταν το ιατρείο και περίμενε τη σειρά του μέχρι να εξεταστεί. Η συγκεκριμένη μέθοδος παρουσίασε πολλά μειονεκτήματα και δεν ήταν καθόλου αποδοτική. Ενδεικτικά αναφέρονται οι μεγάλες ουρές αναμονής και η ταλαιπωρία των ασθενών. Πολλοί ασθενείς που επιθυμούσαν να εξεταστούν αναγκαζόταν να προσέλθουν την επόμενη μέρα και να περιμένουν στην ουρά για την εξέτασή τους. Στην πορεία εφαρμόστηκαν κάποια συστήματα για το κλείσιμο ραντεβού, το άτομο προσερχόταν στον πάροχο υγείας και εισαγόταν σε μια λίστα εξέτασης. Η μέθοδος αυτή υπερτερούσε της προηγούμενης καθώς, αποτελούσε μια μορφή οργάνωσης. Φυσικά και σε αυτή την περίπτωση υπήρχαν μειονεκτήματα, καθώς για να εξεταστεί κάποιος, πολλές φορές έμπαινε σε λίστες αναμονής με διάρκεια μεγαλύτερη από μήνα. Επίσης, για να κλείσει κάποιος ραντεβού έπρεπε να το κάνει ο ίδιος από τη γραμματεία του ιατρικού παρόχου, γεγονός που δυσκόλευε τους κατοίκους των απομακρυσμένων περιοχών. Τέτοιου είδους συστήματα εφαρμόστηκαν από όλους τους οργανισμούς υγείας για μεγάλο χρονικό διάστημα. Στην πορεία έγινε σύνδεση του τηλεφωνικού κέντρου με τα ΣΟΙΡ, έτσι μπορούσε κάποιος να κλείσει ραντεβού τηλεφωνικά χωρίς να χρειάζεται να προσέλθει σε κάποια γραμματεία. Η χρήση του τηλεφώνου βοήθησε καθοριστικά στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των ΣΟΙΡ. Σε επόμενο στάδιο στα συστήματα αυτά προστέθηκε ο ηλεκτρονικός υπολογιστής, ως άμεση συνέπεια της ραγδαίας εξάπλωσης των υπολογιστικών συστημάτων. Τα συστήματα απέκτησαν την υποστήριξη των υπολογιστών με όφελος την αυτοματοποίηση της διαδικασίας κράτησης και τη μείωση της πιθανότητας λαθών, εξαιτίας του ανθρώπινου

παράγοντα. Η αναζήτηση κενής θέσης για κράτηση, καθώς και η αλλαγή ημερομηνίας εξέτασης απλοποιήθηκαν σε σημαντικό βαθμό. Σε όλες τις ήδη υπάρχουσες λειτουργίες προστέθηκαν η δυνατότητα αποστολής από το σύστημα ενημερωτικών μηνυμάτων για το κλείσιμο των ραντεβού, η εξαγωγή στατιστικών συμπερασμάτων για την αποδοτικότητα του κάθε συστήματος, καθώς και για την συμπεριφορά των ατόμων και το κλείσιμο ραντεβού μέσω του διαδικτύου από τον ίδιο τον ενδιαφερόμενο χωρίς τη μεσολάβηση υπαλλήλου του οργανισμού υγείας. Δημιουργήθηκαν ενιαίες βάσεις δεδομένων και έγινε εφικτή η επικοινωνία μεταξύ των ΣΟΙΡ, δίνοντας τη δυνατότητα μέσω του διαδικτύου, κράτησης ραντεβού στις διαθέσιμες μονάδες υγείας. [8]

Οι εφαρμογές ΣΟΙΡ είναι ιδιαίτερα φιλικές προς το χρήστη και υποστηρίζουν τη γρήγορη ανεύρεση ενός προγραμματισμένου ραντεβού, τη μεταφορά ραντεβού σε άλλη μέρα/ώρα ή/και ιατρείο, τη λίστα αναμονής, των προσωπικών στοιχείων των ασθενών, καθώς και στοιχεία του ιστορικού των ραντεβού. Οι περισσότερες περιλαμβάνουν τη δυνατότητα δημιουργίας επαναλαμβανόμενων ραντεβού με ημερήσια, εβδομαδιαία, μηνιαία ή ετήσια επανάληψη, εκτύπωση ιστορικού συναντήσεων ασθενή, λίστα με όλα τα επερχόμενα ραντεβού καθώς και εκτυπώσεις παραστατικών, παραπεμπτικών και σημειωμάτων υπενθύμισης.

Η δημιουργία συναντήσεων, προγραμματισμένων και μη, βοήθησε σημαντικά στην πρόοδο του ιατρικού τομέα, συγκεκριμένα στις έγκαιρες διαγνώσεις και στη διατήρηση του ιστορικού του ασθενούς. Μέσα από ένα γραφικό περιβάλλον, φιλικό προς το χρήστη, γίνεται η διαχείριση των ιατρικών συναντήσεων. Το γραφικό περιβάλλον αποτελείται από εύχρηστα, ευδιάκριτα κουμπιά, πάνω στα οποία αναφέρεται ακριβώς η λειτουργία τους, γεγονός που οδηγεί στην αποφυγή λαθών από την πλευρά του χρήστη του συστήματος και στην απλοποίηση της διαδικασίας ορισμού ιατρικών ραντεβού. Η ηλεκτρονική μορφή που έχουν πλέον τέτοια συστήματα παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα, όπως, την εύκολη μεταφορά ενός ραντεβού σε άλλη μέρα, ώρα ή ιατρείο, αλλά και την δημιουργία λίστας αναμονής.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι ΣΟΙΡ, ορισμένα είναι απλά, ο ασθενής πηγαίνει στη γραμματεία του νοσοκομείου και κλείνει ραντεβού για εξέταση, ενώ άλλα είναι πιο σύνθετα. Στα περισσότερο σύνθετα συστήματα ο ασθενής μπορεί να κανονίσει το ραντεβού τηλεφωνικά, εφόσον το σύστημα έχει τη δυνατότητα να ειδοποιεί τους ασθενείς σε περίπτωση που προκύψουν αλλαγές στις μέρες ή στις ώρες των προγραμματισμένων εξετάσεων, διατηρούνται στοιχεία για το ιστορικό των ραντεβού, ενώ άλλα συστήματα έχουν τη δυνατότητα να εξυπηρετούν τους ασθενείς ανάλογα με τη σοβαρότητα της ιατρικής επίσκεψης.



2.2 Σύστημα Ορισμού Ιατρικών Ραντεβού σε Κέντρα Υγείας της Ελλάδας

Τα κέντρα υγείας δε χρησιμοποιούν κάποιο συγκεκριμένο σύστημα διαχείρισης ραντεβού εκτός συγκεκριμένων περιπτώσεων, λόγω του μικρού όγκου των ατόμων που εξυπηρετούν, οπότε και δεν απαιτείται κάποιος ιδιαίτερος προγραμματισμός. Τα άτομα προσέρχονται στο κέντρο υγείας, και εξυπηρετούνται με βάση αριθμό προτεραιότητας από τους γιατρούς που βρίσκονται εκείνη την ώρα σε αυτό (η εξέταση γίνεται την ίδια μέρα). Αν υπάρχουν και άλλα άτομα εκείνη τη στιγμή, τότε η εξέταση γίνεται με σειρά προτεραιότητας. Επείγοντα περιστατικά εξυπηρετούνται αμέσως μόλις προσέλθουν στο κέντρο υγείας. Προγραμματισμός ιατρικών επισκέψεων γίνεται σε περιόδους, όπου γίνονται τακτικές εξετάσεις για μεγάλο αριθμό ατόμων. Για παράδειγμα στην περίπτωση όπου οι αλλοδαποί πραγματοποιούν εξετάσεις για την έκδοση της πράσινης κάρτας και στην περίπτωση όπου τα σχολεία πραγματοποιούν τις καθιερωμένες ετήσιες εξετάσεις για τους μαθητές τους. Σε ειδικό βιβλίο καταχωρούνται τα στοιχεία των ασθενών που εξετάστηκαν ανά ημέρα, στις περιπτώσεις που αφορούν τα ραντεβού των σχολείων, ο ιατρός κρατάει ένα ατομικό δελτίο υγείας για κάθε μαθητή.[30]

2.3 Σύστημα Ορισμού Ιατρικών Ραντεβού σε Νοσοκομεία της Ελλάδας

Τα ραντεβού στα περισσότερα νοσοκομεία της χώρας ορίζονται είτε απευθείας από τα εξωτερικά ιατρεία, είτε τηλεφωνικώς. Στην πλειονότητα τους τα συστήματα αυτά είναι απλά και υποστηρίζουν τις βασικές λειτουργίες. Κάθε ασθενής, που επισκέπτεται το νοσοκομείο, συμπληρώνει σε μια καρτέλα τα απαραίτητα στοιχεία που χρειάζονται για το ιατρικό ραντεβού, συγκεκριμένα τον αριθμό μητρώου, το όνομα, το επώνυμο, τη διεύθυνση, το τηλέφωνο και το ασφαλιστικό του ταμείο.



Η μορφή αυτής της καρτέλας δίνεται στο σχήμα 2.1:

	Υπουργείο Υγείας & Κοινωνικής Αλληλεγγύης Γενικό Νοσοκομείο	
Αρ. Μητρώου:		
Γραμματεία Εξωτερικών Ιατρείων και Τμήματος Επείγοντων Περιστατικών		
<u>ΔΕΛΤΙΟ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ</u>		
ΟΝΟΜΑ:	ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΟ	
ΕΠΩΝΥΜΟ:	ΤΑΜΕΙΟ:	
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ:	ΤΗΛΕΦΩΝΟ:	
Τηλέφωνα για Πληροφορίες-Ραντεβού		
Προσπαθείστε να μη χάσετε το δελτίο αυτό, και να το προσκομίζετε κάθε φορά που προσέρχεστε στο Νοσοκομείο για εξέταση.		

Σχήμα 2.1: Δελτίο εξεταζόμενου

Στη συνέχεια δημιουργείται το ημερήσιο «φύλλο» ραντεβού για κάθε γιατρό, το οποίο περιέχει το ονοματεπώνυμο των ασθενών που θα προσέλθουν για εξέταση σε μια συγκεκριμένη μέρα, ενώ ταυτόχρονα γίνεται η καταχώρηση ανάλογα με την ώρα εξέτασης. Το ίδιο «φύλλο» αναρτάται και έξω από το ιατρείο για την ενημέρωση των ασθενών.

Η μορφή αυτού του ημερήσιου «φύλλου» ιατρικών επισκέψεων φαίνεται στο σχήμα 2.2:


Νοσοκομείο


Ημερήσιο φύλλο ραντεβού της .../.../200...

Ιατρός:
Ωράριο:-.....

Ειδικότητα:

<u>Α/Α</u>	<u>ΩΡΑ</u>	<u>ΕΠΩΝΥΜΟ</u>	<u>ΟΝΟΜΑ</u>	<u>ΠΑΤΡΩΝΥΜΟ</u>
1	8.00	Παπαδόπουλος	Δημήτριος	Ιωάννη
2	8.30	.....	.....	.....
3	9.00	.....	.....	.....
4	...	.....	.....	.....
5	...	.....	.....	.....
...

Σχήμα 2.2: Ημερήσιο φύλλο ραντεβού

Αν το νοσοκομείο διαθέτει σύστημα ηλεκτρονικού φακέλου υγείας, ο γιατρός συμπληρώνει το φάκελο κάθε ασθενή με τα στοιχεία του ραντεβού, καθώς και με τη διάγνωση, τη θεραπεία, τα φάρμακα ή τις εξετάσεις που προτείνει. [28]

2.4 Σύστημα Ορισμού Ιατρικών Ραντεβού στο Ι.Κ.Α. (184)

Ένας άλλος οργανισμός υγείας που διαθέτει ηλεκτρονικό σύστημα διαχείρισης ραντεβού είναι το **Ι.Κ.Α.** (Ίδρυμα Κοινωνικών Ασφαλίσεων). Το Ι.Κ.Α. διαθέτει εξωτερικά ιατρεία και νοσοκομειακές μονάδες, όπου προσέρχονται οι ασφαλισμένοι για ιατρικές εξετάσεις. Μέχρι σήμερα έχει εγκατασταθεί και λειτουργεί παραγωγικά σύστημα ζήτησης υπηρεσιών υγείας σε 101 μονάδες υγείας, ενώ μέσω τηλεομοιότυπου (fax) εξυπηρετούνται 213 μικρές μονάδες υγείας και τοπικά ιατρεία. Το σύστημα εξυπηρετεί 770 περίπου χρήστες και κλείνονται καθημερινά περίπου 90.000 ραντεβού.

Ο ασφαλισμένος του Ι.Κ.Α μπορεί να κανονίσει ραντεβού με κάποιο γιατρό είτε τηλεφωνικά καλώντας το 184, είτε απευθείας από τη γραμματεία των πολύ-ιατρείων. Η τηλεφωνική γραμμή του 184 δίνει τη δυνατότητα της γρήγορης και άμεσης εξυπηρέτησης χωρίς πολλή ώρα αναμονής. Λειτουργεί καθημερινά από 7.00 π.μ. μέχρι 7.00 μ.μ. και ο ασθενής ορίζει την ημέρα και ώρα που θα επισκεφθεί τον γιατρό, ενώ παράλληλα μπορεί να γίνει και επιλογή γιατρού. Για το κλείσιμο κάποιου ραντεβού χρειάζεται ο αριθμός μητρώου ή το βιβλιάριο υγείας. Φυσικά, υπάρχει δυνατότητα ακύρωσης ραντεβού, καθώς και αλλαγής ημερομηνίας, ιατρού και ώρας. Τα επείγοντα περιστατικά εξυπηρετούνται άμεσα από τα ιατρεία του Ι.Κ.Α.

Το «έντυπο προγραμματισμένου ραντεβού για ιατρική εξέταση» που δίνεται στον ασφαλισμένο έχει τη μορφή που δίνεται στο σχήμα 2.3:



Ημερομηνία έκδοσης: .../.../20..
Ωρα έκδοσης:

I.K.A.

ΕΝΤΥΠΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΑΙΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΙΑΤΡΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ

ΙΑΤΡΟΣ:
ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ:
ΑΡΙΘΜΟΣ:
ΗΜΕΡΑ:
ΩΡΑ:
ΕΠΩΝΥΜΟ:
ΟΝΟΜΑ:
ΠΑΤΡΩΝΥΜΟ:
ΑΡ. ΜΗΤΡΩΟΥ:

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

Σας παρακαλούμε να φυλάξετε αυτό το έντυπο για δική σας εξυπηρέτηση

Σχήμα 2.3: Έντυπο προγραμματισμού ιατρικής εξέτασης

Στο έντυπο αυτό αναγράφεται η ημερομηνία έκδοσης του ραντεβού, το ονοματεπώνυμο του ιατρού, ο αριθμός μητρώου και η ειδικότητα του, η ημερομηνία και ώρα που είναι προγραμματισμένη η επίσκεψη, καθώς και το όνομα, επώνυμο, πατρώνυμο και ο αριθμός μητρώου του ασφαλισμένου.

Έξω από κάθε ιατρείο του I.K.A. υπάρχει αναρτημένο το ημερήσιο φύλλο ραντεβού, στο οποίο αναγράφονται το ονοματεπώνυμο κάθε ιατρού, η ειδικότητά του, το ωράριό του, η ώρα του κάθε ραντεβού, καθώς και το επώνυμο, το όνομα και το πατρώνυμο του προς εξέταση ατόμου. Η μορφή του παρουσιάζεται στο σχήμα 2.4 που ακολουθεί.

I.K.A.:

Ημερήσιο φύλλο ραντεβού της .../.../200...

Ιατρός: Ωράριο:-.....
Ειδικότητα:

<u>Α/Α</u>	<u>ΩΡΑ</u>	<u>ΕΠΩΝΥΜΟ</u>	<u>ΟΝΟΜΑ</u>	<u>ΠΑΤΡΩΝΥΜΟ</u>
------------	------------	----------------	--------------	------------------

Σχήμα 2.4: Ημερήσιο φύλλο ραντεβού (ανάρτηση)

Στο σχήμα 2.5, φαίνεται το ημερήσιο φύλλο ραντεβού του ιατρού, όμοιο με το προηγούμενο με μόνη διαφορά την επιπλέον στήλη «αποτέλεσμα» στην οποία συμπληρώνει ένα κωδικό που περιγράφει την φύση της επίσκεψης.



I.K.A.:

Ημερήσιο φύλλο ραντεβού της .../.../200...

Ιατρός:

Ωράριο:-.....

Ειδικότητα:

<u>Α/Α</u>	<u>ΩΡΑ</u>	<u>ΕΠΩΝΥΜΟ</u>	<u>ΟΝΟΜΑ</u>	<u>ΠΑΤΡΩΝΥΜΟ</u>	<u>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ</u>
------------	------------	----------------	--------------	------------------	-------------------

Σχήμα 2.5: Ημερήσιο φύλλο ραντεβού (ιατρού)

Η στήλη «αποτέλεσμα» συμπληρώνεται με έναν αριθμό αντιπροσωπευτικό της μορφής της κάθε ιατρικής επίσκεψης. Έτσι δίνεται η δυνατότητα τήρησης ιστορικού των ιατρικών επισκέψεων και στατιστικής μελέτης των χαρακτηριστικών τους.[29]
Ο πίνακας των «αποτελεσμάτων» μπορεί να έχει τις ακόλουθες μορφές:

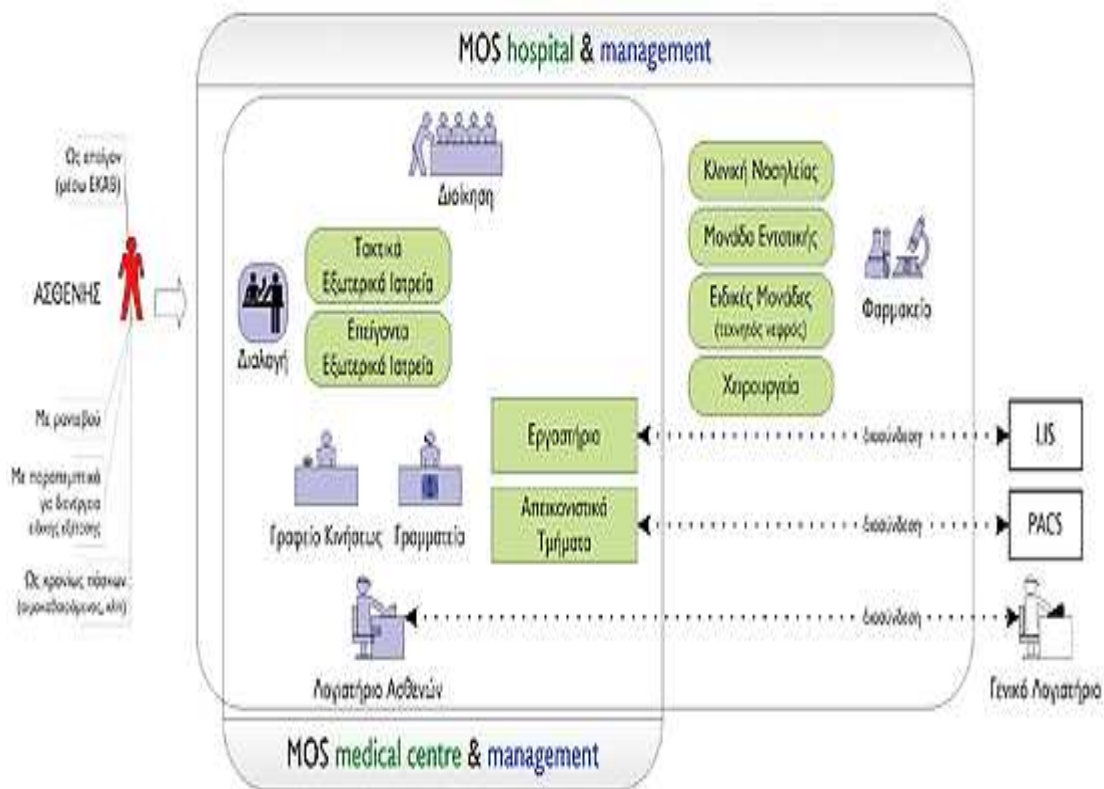
1. Απλή επίσκεψη
2. Επίσκεψη με συνταγογραφία
3. Επίσκεψη με παραπομπή σε άλλο γιατρό
4. Επίσκεψη με παραπομπή για εξετάσεις
5. Επίσκεψη με παραπομπή για εξετάσεις υψηλής τεχνολογίας
6. Επίσκεψη με παραπομπή σε νοσοκομείο
7. Επίσκεψη για έκδοση πιστοποιητικού
8. Επίσκεψη και παραλαβή εξετάσεων
9. Επίσκεψη με συνταγογραφία και παραπομπή για εξετάσεις
10. Επίσκεψη με συνταγογραφία και παραπομπή για άλλο γιατρό
11. Επίσκεψη με παραλαβή εξετάσεων και συνταγογραφία
12. Επίσκεψη με παραλαβή εξετάσεων με συνταγογραφία και άδεια
13. Επίσκεψη και παραπομπή για φυσικοθεραπεία
14. Επίσκεψη και ιατρική πράξη
15. Επίσκεψη και παραπομπή για υγειονομική επιτροπή
16. Επίσκεψη και άδεια
17. Επίσκεψη για παραπομπή για εξετάσεις και άδεια
18. Επίσκεψη για άδεια και συνταγογραφία
19. Επίσκεψη και χορήγηση πρόσθετων ειδών
20. Επίσκεψη και χορήγηση γυαλιών οράσεως
21. Επίσκεψη και προγραμματισμός χειρουργείου σαν εξωτερικοί ασθενείς
22. Επίσκεψη και προγραμματισμός LASER σαν εξωτερικοί ασθενείς
23. Επίσκεψη και προγραμματισμός λίστας για εισαγωγή
24. Επίσκεψη και άμεση εισαγωγή
25. Επίσκεψη για έγκριση ακτινοθεραπείας

2.5 Σύστημα «Φωνητική Πύλη- Γραμμή για την Υγεία»

Είναι ένα σύστημα διαχείρισης ιατρικών ραντεβού που εφαρμόζεται στα εξωτερικά ιατρεία των νοσοκομείων της Αττικής. Στόχος του συστήματος είναι η ανάπτυξη του σε περισσότερες περιοχές, ώστε να λυθεί το σημαντικό πρόβλημα της διαχείρισης των ραντεβού. Το σύστημα λειτουργεί από το 2003, προγραμματίζονται 3.500 ραντεβού κάθε μέρα, ενώ συνολικά μέχρι σήμερα έχουν καταχωρηθεί 2.500.000 εκατομμύρια ασθενείς. Μέχρι το 2007 είχαν ενταχθεί σε αυτό το σύστημα 19 νοσοκομεία της Αττικής, ενώ το 2006 εντάχθηκαν και 5 νοσοκομεία της Θεσσαλίας. Το ραντεβού κλείνεται με μια τηλεφωνική κλήση στο 1535, ο χρήστης κλείνει το ραντεβού αυτόματα, μέσω του τηλεφώνου χρησιμοποιώντας απλά τη φωνή του. Το κλείσιμο γίνεται με τη χρήση τεχνολογίας αναγνώρισης ομιλίας που επιτρέπει στο χρήστη να «συνομιλήσει» με έναν υπολογιστή. Ο χρήστης δίνει απαντήσεις σε ερωτήσεις που του κάνει το σύστημα στο πλαίσιο ενός μοντέλου διαλόγου. Το σύστημα είναι συνδεδεμένο με ένα κέντρο εξυπηρέτησης για τη διεκπεραίωση συναλλαγών σε περίπτωση που ο χρήστης δε μπορεί να εξυπηρετηθεί από το αυτόματο σύστημα. Ο ασθενής τροφοδοτεί το σύστημα με τις επιλογές του, το νοσοκομείο, την κλινική, την ημερομηνία εξέτασης και αυτό με τη σειρά του κάνει έλεγχο διαθεσιμότητας. Η συναλλαγή ολοκληρώνεται με την εισαγωγή των προσωπικών στοιχείων του ασθενή στο σύστημα. Σε περίπτωση αδυναμίας εξυπηρέτησης, ο ασθενής συνδέεται με τους διαχειριστές του συστήματος που έχουν πρόσβαση σε μια «γενική» ΒΔ. Αν και σε αυτή την περίπτωση ο ασθενής δεν είναι εφικτό να εξυπηρετηθεί, τότε συνδέεται με το τηλεφωνικό κέντρο του νοσοκομείου στο οποίο επιθυμεί να πραγματοποιήσει ιατρική εξέταση. Η υπηρεσία λειτουργεί αποτελεσματικά και αποσυμφορίζει σε υψηλό ποσοστό τη λειτουργία των νοσοκομείων. Επίσης, παρέχεται άμεση εξυπηρέτηση των ασθενών 24 ώρες το 24ώρο, κάθε μέρα της εβδομάδας. Η υπηρεσία αυτή προσφέρει στατιστικά δεδομένα γύρω από το ποσοστό διαθέσιμων ραντεβού ανά νοσοκομείο, την κατανομή των ραντεβού και τον αριθμό των υπεράριθμων επισκέψεων. Σχεδιάζεται στο μέλλον η λειτουργία της υπηρεσίας με τη χρήση γραπτών μηνυμάτων μέσω κινητού τηλεφώνου, ενώ στα άμεσα σχέδια είναι η λειτουργία ιστόπου για την παροχή όλων των απαραίτητων πληροφοριών σχετικά με τα διαχειριστικά συστήματα ιατρικών ραντεβού. [12]

2.6 Σύστημα Διαχείρισης Ραντεβού MOS

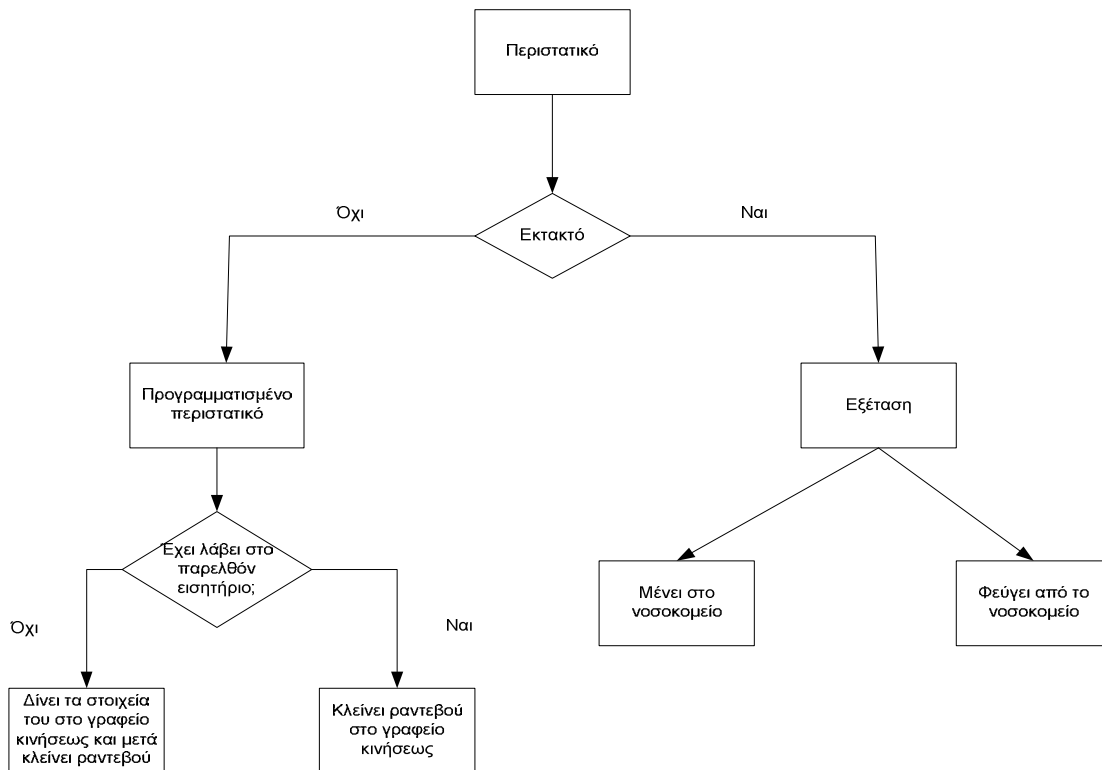
Το σύστημα MOS (Medical Operation System) αποτελεί ένα ολοκληρωμένο πληροφοριακό σύστημα διαχείρισης των λειτουργιών και διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα σε ένα νοσοκομείο. Αποσκοπεί στην ευκολία χρήσης και στην καλύτερη εξυπηρέτηση των προσώπων, και περιλαμβάνει όλα τα υποσυστήματα που βρίσκονται σε ένα ΠΣΝ και μεταξύ αυτών και ένα σύστημα διαχείρισης ιατρικών επισκέψεων.



Σχήμα 2.6: Διάγραμμα λειτουργίας MOS

Τα περιστατικά διαχωρίζονται σε επείγοντα και σε προγραμματισμένα, στην περίπτωση που ένα περιστατικό είναι επείγον, το άτομο παραπέμπεται για εξέταση στο κατάλληλο εξωτερικό ιατρείο. Στη συνέχεια εξετάζεται από το ιατρικό δυναμικό των εξωτερικών ιατρείων και αν δεν χρήζει νοσοκομειακής φροντίδας, έχοντας λάβει τις κατάλληλες οδηγίες, φεύγει από το νοσοκομείο. Αν κριθεί σκόπιμη η εισαγωγή στο νοσοκομείο, δίνεται εντολή έκτακτης εισαγωγής, ενώ στην περίπτωση που ένα περιστατικό είναι προγραμματισμένο, αν το άτομο είχε λάβει στο παρελθόν εντολή τακτικού εισιτηρίου, προωθείται στο Γραφείο Κινήσεως για τακτική εισαγωγή. Αν, ο εξεταζόμενος δεν έλαβε στο παρελθόν εντολή τακτικού εισιτηρίου, αλλά το περιστατικό είναι προγραμματισμένο προωθείται στο Γραφείο Κινήσεως για να δώσει τα στοιχεία του για την τακτική εισαγωγή. Αν ζητηθούν εργαστηριακές εξετάσεις θα κληθεί εκ νέου στο Γραφείο Κινήσεως, κατόπιν φεύγει από το νοσοκομείο. Σε σπάνιες περιπτώσεις μετά από τακτικό ραντεβού, μπορεί να δοθεί επείγον εισιτήριο, οπότε ακολουθείται και πάλι η διαδικασία εισαγωγής στο νοσοκομείο.

Στο σχήμα 2.7 δίνεται μια σχηματική αναπαράσταση της διαδικασίας ορισμού ραντεβού με το σύστημα MOS.



Σχήμα 2.7: Διάγραμμα περιπτώσεων MOS

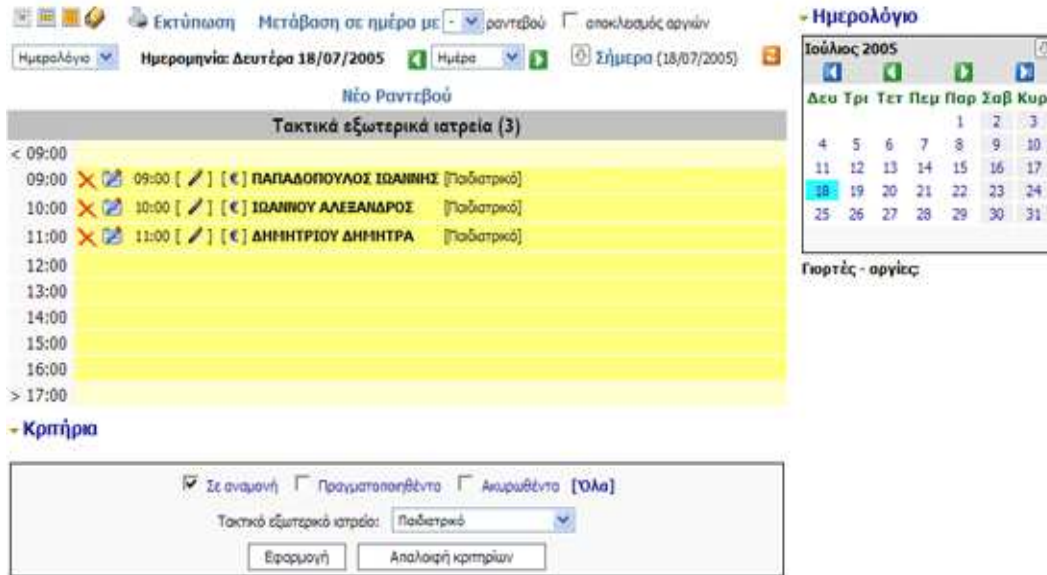
Προγραμματισμός Εισαγωγής Τακτικών Εξωτερικών Ιατρείων

Κωδικός ασθενούς:	10693	Αριθμός φακέλου (μητρώο νοσοκομείου):	176657
Επώνυμο:	ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ	Όνομα:	ΙΩΑΝΝΗΣ
Όνομα πατρός:	ΣΤΕΦΑΝ	Φύλο:	Άρρεν
Ημ/νία Γέννησης:	15/03/1996		
Αιτία προσέλευσης:	<input type="text" value="Πυρετός"/>		
ΠΡΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΙΑΤΡΕΙΟ:	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <ul style="list-style-type: none"> Παιδιατρικό Διαβητολογικό Αλλεργιολογικό Αντιφυματικό Καρδιολογικό Νευρολογικό Δερματολογικό Νεφρολογικό Ενδοκρινολογία </div>		
Προγραμματίζεται για:	<input type="text" value="18/07/2005"/>	επιλογή	<input type="text" value="09"/> : <input type="text" value="00"/>
(Ωράριο εξωτερικών ιατρείων)			
<input type="button" value="Επιστροφή"/>		<input type="button" value="Ολοκλήρωση"/>	

Σχήμα 2.8: Καρτέλα προγραμματισμού εισαγωγής

Στην καρτέλα εισαγωγής τακτικών εξωτερικών ιατρείων (σχήμα 2.8) γίνεται καταχώριση των προσωπικών στοιχείων του ατόμου, της αιτίας προσέλευσης, επιλογή του αντίστοιχου εξωτερικού ιατρείου και επιλογή ημερομηνίας και ώρας για την εξέταση. Τα δεδομένα αυτά καταχωρούνται στη ΒΔ του νοσοκομείου για αποθήκευση και περαιτέρω ανάλυση, παράλληλα συμπληρώνεται και το φύλλο ραντεβού. Το φύλλο των ραντεβού μπορεί να είναι ημερήσιο ή μηνιαίο δηλαδή να εμφανίζονται τα ραντεβού που είναι προγραμματισμένα για μία συγκεκριμένη μέρα ή για έναν ολόκληρο μήνα, αντίστοιχα. Σε

όποια μορφή και αν είναι το φύλλο των ραντεβού, αναγράφονται, η ημερομηνία, ο μήνας, η ώρα που είναι προγραμματισμένη η επίσκεψη, καθώς και το ονοματεπώνυμο του ατόμου και το είδος του εξωτερικού ιατρείου στο οποίο αναφέρεται. Ανάλογα με το εξωτερικό ιατρείο και τις απαιτήσεις του ιατρού χρησιμοποιείται αντίστοιχα η κάθε μία από τις παρακάτω μορφές (σχήματα 2.9 και 2.10 αντίστοιχα).[10]



Σχήμα 2.9: Ημερήσιο φύλλο ραντεβού

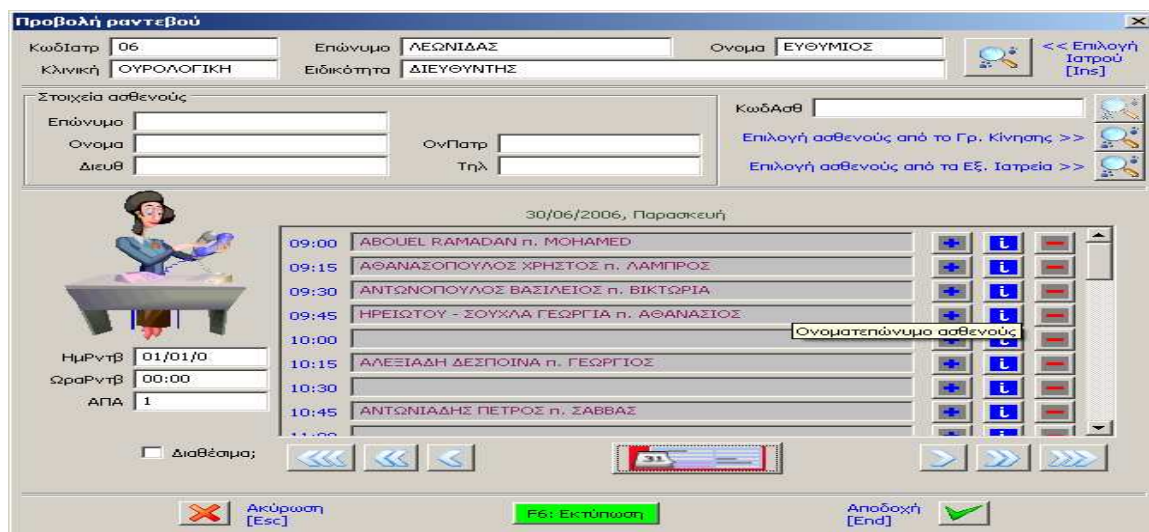


Σχήμα 2.10: Μηνιαίο φύλλο ραντεβού

2.7 Σύστημα CLINIC- CLI11

Το συγκεκριμένο σύστημα διαχείρισης ραντεβού εξωτερικών ιατρείων, αποτελεί ένα απλό και εύχρηστο εργαλείο διαχείρισης προσφέροντας αξιοπιστία, ταχύτητα και ασφάλεια.

Η επιλογή του ασθενή γίνεται είτε από το γραφείο κίνησης, είτε από τα εξωτερικά ιατρεία. Διατηρείται πλήρες αρχείο ιατρών με καθορισμό των ωρών που δέχεται επισκέψεις κάθε ιατρός, της μέσης διάρκειας των ραντεβού και του μέγιστου αριθμού ραντεβού κάθε ημέρας. Το πρόγραμμα προτείνει αυτόματα την πλησιέστερη ημερομηνία, που υπάρχει δυνατότητα να ορισθεί ένα ραντεβού.[9]



Σχήμα 2.11: Σύστημα CLI-11

2.8 Σύστημα Choose and Book (Επιλογή και Κράτηση)

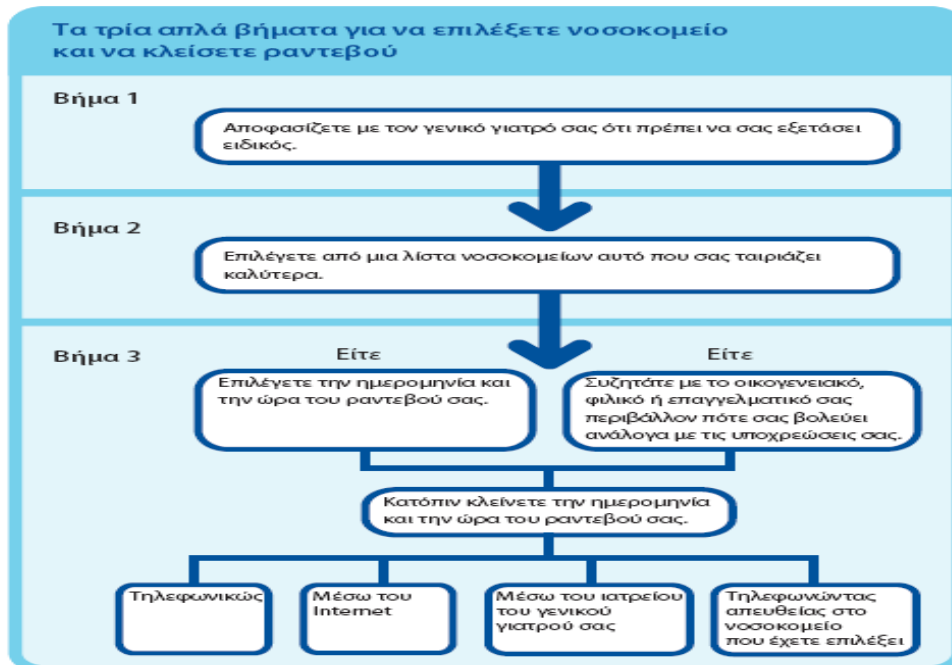
Το πρόγραμμα Choose and Book είναι μια νέα υπηρεσία που επιτρέπει την επιλογή νοσοκομείου ή κλινικής για τον προγραμματισμό ιατρικού ραντεβού με κάποιον ειδικό. Λειτουργεί από το καλοκαίρι του 2004 σε ολόκληρη την Αγγλία και επιτρέπει την επιλογή ημερομηνίας και ώρας του ραντεβού, καθώς και την επιλογή ανάμεσα σε τέσσερα τουλάχιστον νοσοκομεία ή κλινικές. Τα πλεονεκτήματα του συγκεκριμένου συστήματος είναι: η δυνατότητα επιλογής νοσοκομείου, ημερομηνίας και ώρας του ραντεβού, καθώς και η μεγαλύτερη ευκολία και ασφάλεια. Το σύστημα παρέχει ευκολία καθώς η κράτηση γίνεται μέσα από απλά βήματα με τη χρήση της τηλεφωνικής γραμμής ή του διαδικτύου. Παράλληλα παρέχει υψηλά επίπεδα ασφάλειας καθώς η επικοινωνία γίνεται μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών και συσκευών τηλεφώνου, καθιστώντας μικρή την πιθανότητα να χαθούν πληροφορίες σε αντίθεση με την επικοινωνία μέσω του ταχυδρομείου.

Ο αριθμός γραμμής ραντεβού Επιλογής και Κράτησης είναι: 0845 60 88888 (λειτουργεί καθημερινά, από τις 7 π.μ. έως τις 10 μ.μ.), στην οποία το προσωπικό του τηλεφωνικού κέντρου δίνει πληροφορίες για τα νοσοκομεία ή τις κλινικές της λίστας, καθώς και για το ποιες ημερομηνίες και ώρες είναι ελεύθερες για ραντεβού με κάθε ειδικό. Η κλήση χρεώνεται βάσει του ισχύοντος τοπικού τιμολογίου.

Σε περίπτωση που κάποιος δε γνωρίζει Αγγλικά διατίθενται υπηρεσίες διερμηνείας/μετάφρασης. Επίσης, στον αριθμό 0845 850 2250 υπάρχουν και υπηρεσίες κειμενοτηλεφώνου σε περίπτωση που κάποιος δεν είναι σε θέση να χρησιμοποιήσει το τηλέφωνο. Το κειμενοτηλέφωνο είναι τηλεφωνική συσκευή που εξυπηρετεί άτομα με προβλήματα ακοής, μέσω μηνυμάτων που εμφανίζονται στην οθόνη. Παράλληλα πληροφορίες δίνονται και από το διαδίκτυο στη διεύθυνση www.nhs.uk/healthspace., όπου πληκτρολογώντας τον αριθμό αναφοράς του ραντεβού, το έτος γέννησης και τον κωδικό πρόσβασης, μπορεί κάποιος να κανονίσει ραντεβού ή να το μεταθέσει.

Για την καλύτερη ενημέρωση υπάρχει βαθμολογία με αστέρια ή πρότυπα υπηρεσιακής επίδοσης βάση των πληροφοριών που συλλέγονται για κάθε νοσοκομείο ή κλινική. Η βαθμολογία αυτή αποδεικνύει το βαθμό που οι υπηρεσίες υγείας επιτυγχάνουν ορισμένους

από τους κύριους στόχους που έχει καθορίσει η κυβέρνηση για το εθνικό σύστημα υγείας. Περιλαμβάνονται πληροφορίες που προέρχονται από δημοσκοπήσεις ασθενών και ιατρικού προσωπικού, καθώς και άλλα μέτρα που είναι χρήσιμα για τους ασθενείς και για τα άτομα που τους φροντίζουν. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται τα βήματα επιλογής νοσοκομείου και ορισμού ιατρικού ραντεβού.[7]



Σχήμα 2.12: Βήματα λειτουργίας Choose and Book

3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται εκτενή αναφορά στις μεθοδολογίες και τις τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του πιλοτικού συστήματος ορισμού ιατρικών ραντεβού. Το ΣΟΙΡ διαχειρίζεται δεδομένα των ατόμων που προσέρχονται στο νοσοκομείο, των ιατρών, καθώς και στοιχεία για τα ιατρικά ραντεβού. Η φύση των δεδομένων που αποθηκεύονται σε συνδυασμό με το ρόλο της εφαρμογής στο σύστημα υγείας, απαιτούν ασφάλεια, ταχύτητα, ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων και ευκολία στην κατανόηση του συστήματος. Για την κάλυψη των παραπάνω απαιτήσεων γίνεται χρήση των κατάλληλων μεθοδολογιών, με τη βοήθεια αλγορίθμων, ερωτήσεων στη ΒΔ, καθώς και άλλων τεχνικών βελτιστοποίησης. Όλο το σύστημα οφείλει να προσαρμόζεται στις ανάγκες των ατόμων που το χρησιμοποιούν, ενώ ενσωματώνει τις τεχνολογίες που θα βοηθήσουν στην επικοινωνία με άλλα ΠΣ, και θα παρέχουν πληθώρα δυνατοτήτων και ευκολιών, που θα ανταποκρίνονται στις ανάγκες των χρηστών.

Η εφαρμογή υλοποιήθηκε με τη σχεδίαση και ανάπτυξη ΒΔ και συνόλου διεπιφανειών για την επικοινωνία με το χρήστη. Η ΒΔ χρησιμοποιείται για την αποθήκευση στοιχείων, είναι δηλαδή ο χώρος στον οποίο βρίσκονται αποθηκευμένα όλα τα δεδομένα του συστήματος. Για τους σκοπούς της ανάπτυξης του συστήματος έγινε επιλογή του SQL Server για την ανάπτυξη της ΒΔ και της Visual Basic version 9 από το πακέτο εφαρμογών Microsoft Visual Studio 2008 για την ανάπτυξη των διάφορων διεπιφανειών.

3.2 SQL Server

Όπως προαναφέρθηκε, η ΒΔ αναπτύχθηκε σε SQL server express στην έκδοση 2005. Ανήκει στην οικογένεια προγραμμάτων της Microsoft. Είναι ένα ολοκληρωμένο πακέτο σχεδίασης και ανάλυσης ΒΔ, που παρέχει μια ενοποιημένη κονσόλα για τη διαχείριση των βάσεων. Συμπεριλαμβάνει τον SQL server agent για τον προγραμματισμό οποιαδήποτε ενέργειας διαχείρισης, όταν ζητηθεί. Με το λογισμικό αυτό γίνεται εύκολα και γρήγορα η κατασκευή των πινάκων, η εισαγωγή στοιχείων σε αυτούς, καθώς και η τροποποίηση ή διαγραφή των δεδομένων τους. [11]



3.3 Visual Basic

Η Visual Basic είναι η πιο δημοφιλής γλώσσα οπτικού προγραμματισμού, είναι πρόγραμμα της Microsoft, που χρησιμοποιείται για τη σχεδίαση και την ανάπτυξη εφαρμογών πληροφορικής. Χρησιμοποιήθηκε η έκδοση Visual Studio 2008. Δημιουργούνται φόρμες σχεδίασης για την επικοινωνία χρήστη-προγράμματος σε γραφικό περιβάλλον. Οι εφαρμογές σε γραφικό περιβάλλον αποτελούνται από μία ή περισσότερες οθόνες με αντικείμενα, όπως πλήκτρα εντολών, λίστες, πλαίσια κειμένου και άλλα, τα οποία ενεργοποιούνται από κάποιο συμβάν, όπως το πάτημα ενός πλήκτρου από το πληκτρολόγιο ή το ποντίκι. Η Visual Basic προσφέρει διάφορα εργαλεία που τοποθετούνται πάνω στις φόρμες. Αυτά είναι τα στοιχεία ελέγχου πάνω στα οποία βασίζεται το χτίσιμο μιας εφαρμογής. Η εφαρμογή δίνει την δυνατότητα ρύθμισης των ιδιοτήτων του κάθε στοιχείου.

Τα βήματα για την κατασκευή μιας εφαρμογής σε Visual Basic είναι:

1. Δημιουργία μιας φόρμας (form)
2. Σχεδίαση μέσα στη φόρμα και ονομασία των αντικειμένων της (objects)
3. Προσάρτηση στα αντικείμενα, του κώδικα για την απόκριση στα συμβάντα (events) του χρήστη ή του συστήματος



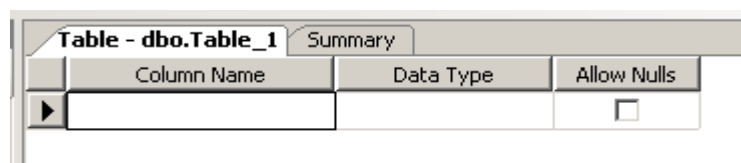
3.4 Μεθοδολογίες

Αφού προηγηθεί ο καθορισμός των απαιτήσεων του προγράμματος και πραγματοποιηθεί η επιλογή των κατάλληλων πακέτων λογισμικού, το επόμενο βήμα είναι ο σχεδιασμός της εφαρμογής. Για την ανάπτυξη της εφαρμογής πρέπει να σχεδιαστεί και υλοποιηθεί μια ΒΔ, που θα περιλαμβάνει πίνακες στους οποίους θα αποθηκεύονται τα δεδομένα. Επομένως, είναι απαραίτητο να καθοριστούν τα δεδομένα που πρέπει να αποθηκευτούν. Τα δεδομένα ομαδοποιούνται και αποθηκεύονται με τη μορφή πινάκων, που αφορούν τους ασθενείς, τους ιατρούς και τα ιατρικά ραντεβού.

Για να αποθηκευτούν τα παραπάνω στοιχεία στη βάση πρέπει προηγουμένως να έχουν κατασκευαστεί οι αντίστοιχοι πίνακες στον SQL Server. Υπάρχουν δύο τρόποι για την κατασκευή των πινάκων, η κατασκευή με χρήση T-SQL, που απαιτεί κώδικα και είναι μια σχετικά πολύπλοκη διαδικασία και η κατασκευή με χρήση πινάκων, μέσω γραφικού περιβάλλοντος, που θεωρείται πιο αυτοματοποιημένη διαδικασία.

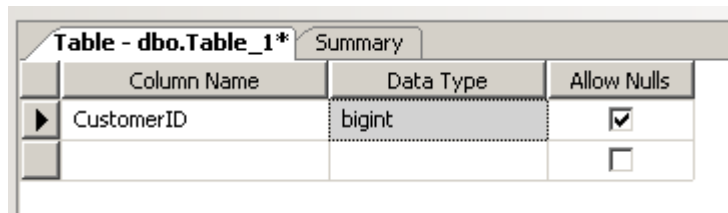
Τα βήματα που χρειάζονται για την δημιουργία πίνακα είναι:

1. Επιλογή από το μενού: πίνακες
2. Προσθήκη νέου
3. Ονομασία πίνακα(σχήμα 3.1)



Σχήμα 3.1: Ονομασία πίνακα

4. Ορισμός ονόματος κάθε στήλης, τύπου δεδομένων και γίνεται επιλογή για την αποδοχή ή όχι κενών τιμών(σχήμα 3.2)



Column Name	Data Type	Allow Nulls
CustomerID	bigint	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Σχήμα 3.2: Αποδοχή ή όχι κενών τιμών

5. Ορισμός πρωτεύοντος κλειδιού. Επιλογή επιθυμητής στήλης και από τις ιδιότητες επιλογή Identity Specification-> Is Identity=Yes, ώστε η στήλη να αποτελεί αναγνωριστικό της βάσης. Ρύθμιση αρχικής τιμής και ρυθμού αύξησης.

Συνεχίζοντας, τα βήματα που απαιτούνται για τη σχεδίαση βάσης με T-SQL είναι:

1. Από το Query Panel επιλογή New Query.
2. Σύνταξη κώδικα T-SQL. Κατά την σύνταξη ορίζονται κάποιες παράμετροι:
 - Database name=Το όνομα της βάσης
 - Filename=Το μονοπάτι στο οποίο θα αποθηκευτούν τα δεδομένα
 - Size=Το μέγεθος σαν KB,MB,GB, των αρχείων που θα αποθηκευτούν

Μετά τη δημιουργία όλων των πινάκων και τον ορισμό των αναγνωριστικών τους, ορίζονται οι συσχετίσεις μεταξύ των πινάκων, συνδέονται δηλαδή μεταξύ τους τα κλειδιά καθώς και άλλα γνωρίσματα, ώστε να φαίνονται οι εξαρτήσεις τους. Στο τέλος της συγκεκριμένης διαδικασίας, έχει πλέον ολοκληρωθεί η διαδικασία σχεδιασμού της ΒΔ.

Παρακάτω παρατίθενται τα προγράμματα που δημιουργήθηκαν για τους σκοπούς του ΠΣ.

Ο κώδικας για τη δημιουργία της ΒΔ. είναι ο ακόλουθος:

```
sqlStatement = New SqlClient.SqlCommand( _
"create table eidikotita ( " _
& "id_eidikotitas int not null identity(1,1) primary key clustered," _
_
& "onoma varchar(50) not null)", _
cn)
sqlStatement.ExecuteNonQuery()
```

```
sqlStatement = New SqlClient.SqlCommand( _
"create table xristis ( " _
& "id_xristi int not null identity(1,1) primary key clustered," _
& "eponymo varchar(50) not null," _
& "onoma varchar(50) not null," _
& "kinito varchar(50)," _
& "stathero varchar(50)," _
& "email varchar(50)," _
& "dieuthinsi varchar(50)," _
& "shmeiwseis varchar(200)," _
& "imerominia_gennisis datetime," _
& "username varchar(50) not null," _
& "kodikos varchar(50) not null," _
```

```

& "isAdmin bit not null," _
& "id_eidikotitas int not null references
eidikotita(id_eidikotitas))", _
cn)
sqlStatement.ExecuteNonQuery()

```

```

sqlStatement = New SqlClient.SqlCommand( _
"create table stoixeia_astheni (" _
& "id_astheni int not null identity(1,1) primary key," _
& "eponymo varchar(50) not null," _
& "onoma varchar(50) not null," _
& "asfalistikos_foreas varchar(50) not null," _
& "arithmos_asfaleias varchar(50)," _
& "onoma_patera varchar(50)," _
& "onoma_miteras varchar(50)," _
& "email varchar(50)," _
& "diefthinsi varchar(50)," _
& "kinito varchar(50)," _
& "stathero varchar(50)," _
& "simioseis varchar(50)," _
& "iatrikos_fakelos varchar(50)," _
& "farmaka varchar(50)," _
& "klironomiko varchar(50)," _
& "sinithies varchar(50)," _
& "imerominia_gennisis datetime)", _
cn)
sqlStatement.ExecuteNonQuery()

```

```

sqlStatement = New SqlClient.SqlCommand( _
"create table fakelos_astheni (" _
& "id_fakelos int not null identity (1,1) primary key," _
& "id_astheni int not null foreign key references
stoixeia_astheni(id_astheni)," _
& "imerominia varchar(50) not null," _
& "diagnosi varchar(100) not null," _
& "aitia varchar(50) not null," _
& "apo datetime not null," _
& "eos datetime not null," _
& "ekvasi varchar(50) not null)", _
cn)
sqlStatement.ExecuteNonQuery()

```

```

sqlStatement = New SqlClient.SqlCommand( _
"create table farmaka (" _
& "id_farmaka int not null identity (1,1) primary key," _
& "id_astheni int not null foreign key references
stoixeia_astheni(id_astheni)," _
& "farmaka varchar(50))", _
cn)
sqlStatement.ExecuteNonQuery()

```

```

sqlStatement = New SqlClient.SqlCommand( _
"create table atomiko_anamnistiko (" _
& "id_atomiko_anamnistiko int not null identity (1,1) primary key," _
& "id_astheni int not null foreign key references
stoixeia_astheni(id_astheni)," _

```



```

& "atomiko_anamnistiko varchar(50))", _
cn)
sqlStatement.ExecuteNonQuery()

sqlStatement = New SqlClient.SqlCommand( _
"create table klironomiko_anamnistiko (" _
& "id_klironomiko_anamnhstiko int not null identity (1,1) primary
key," _
& "id_astheni int not null foreign key references
stoixeia_astheni(id_astheni)," _
& "klironomiko_anamnistiko varchar(50))", _
cn)
sqlStatement.ExecuteNonQuery()

sqlStatement = New SqlClient.SqlCommand( _
"create table ekseis_kai_sunithies (" _
& "id_ekseis_kai_sunithies int not null identity (1,1) primary key," _
_
& "id_astheni int not null foreign key references
stoixeia_astheni(id_astheni)," _
& "ekseis_kai_sunithies varchar(50))", _
cn)
sqlStatement.ExecuteNonQuery()

sqlStatement = New SqlClient.SqlCommand( _
"create table asfalistikos_foreas (" _
& "id_asfalistikos_foreas int not null identity (1,1) primary key," _
& "id_astheni int not null foreign key references
stoixeia_astheni(id_astheni)," _
& "onoma varchar(50))", _
cn)
sqlStatement.ExecuteNonQuery()

sqlStatement = New SqlClient.SqlCommand( _
"create table rantevou (" _
& "id_rantevou int not null identity(1,1) primary key," _
& "id_xristi int not null references xristis(id_xristi)," _
& "id_astheni int not null references stoixeia_astheni(id_astheni)," _
_
& "apotelesma varchar(100) not null," _
& "imerominia datetime)", _
cn)
sqlStatement.ExecuteNonQuery()

sqlStatement = New SqlClient.SqlCommand( _
"create table apotelesma (" _
& "id_rantevou int not null references rantevou(id_rantevou)," _
& "apotelesma int," _
& "primary key(id_rantevou, apotelesma))", _
cn)
sqlStatement.ExecuteNonQuery()

sqlStatement = New SqlClient.SqlCommand( _
"create table vardies (" _
& "id_vardies int not null identity(1,1) primary key," _
& "id_xristi int not null references xristis(id_xristi)," _

```

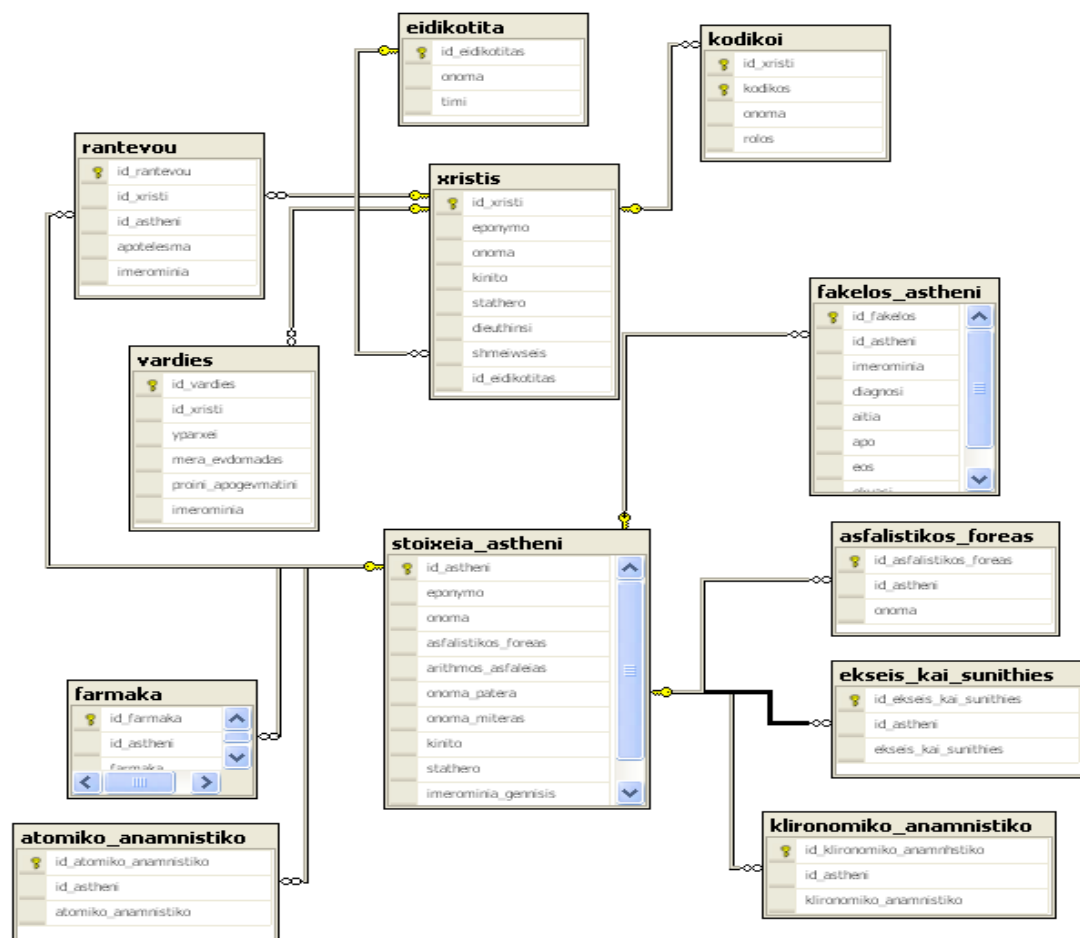
```

& "yparxei bit," _
& "mera_evdomas int not null," _
& "proini_apogevmatini varchar(20) not null," _
& "imerominia datetime)", _
cn)
sqlStatement.ExecuteNonQuery()

```

Με τον παραπάνω κώδικα κατασκευάζετε η ΒΔ με όλα τα πεδία τα οποία απαιτούνται για την αποθήκευση των στοιχείων σύμφωνα με τις ανάγκες της εφαρμογής. Ορίζονται οι πίνακες, τα πεδία τους και οι σχέσεις εξάρτησης ανάμεσα τους.

Στο σχήμα 3.3 απεικονίζεται το διάγραμμα της ΒΔ, όπου παρουσιάζονται οι πίνακες, τα κλειδιά του καθενός και οι μεταξύ τους διασυνδέσεις.



Σχήμα 3.3: Διάγραμμα ΒΔ

Αφού ολοκληρωθεί η ΒΔ του συστήματος, συνέχεια έχει η κατασκευή των διεπιφανειών στη Visual Basic. Στόχος είναι να κατασκευαστεί ένα γραφικό περιβάλλον όσο το δυνατό περισσότερο φιλικό προς το χρήστη χωρίς όμως να περιορίζεται η λειτουργικότητά του.

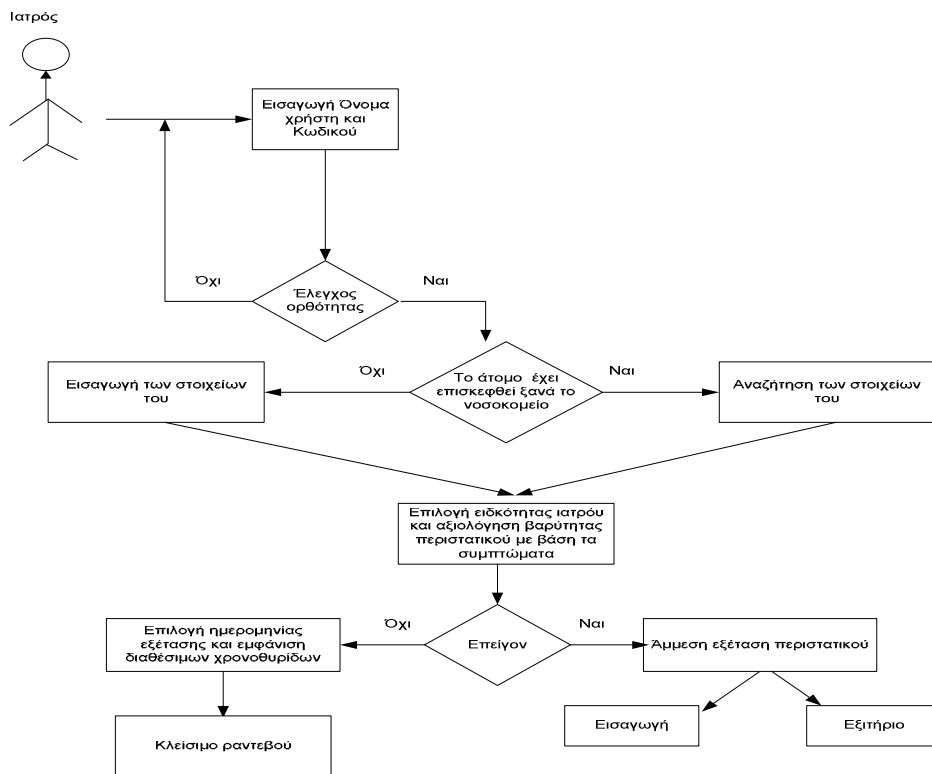
Σε αυτή τη διαδικασία αρχικά γίνεται ένα διάγραμμα χρήσης, δηλαδή, ένα προσχέδιο του τρόπου λειτουργίας της εφαρμογής. Στην περίπτωση του συστήματος διαχείρισης ιατρικών ραντεβού ισχύει το ακόλουθο σενάριο χρήσης:

1. Ο χρήστης της εφαρμογής είναι ο ίδιος ο ιατρός

2. Για να ενεργοποιήσει την εφαρμογή εισάγει κωδικό και όνομα χρήστη, προκειμένου να υπάρχει ένα επίπεδο ασφαλείας.
3. Γίνεται επαλήθευση των στοιχείων και είσοδος στην εφαρμογή
4. Μόλις ένας ασθενής προσέλθει για να θέσει αίτημα για ιατρική εξέταση, γίνεται εισαγωγή των στοιχείων του.
5. Αν ο ασθενής έχει προσέλθει ξανά στο νοσοκομειακό ίδρυμα τότε αντί για εισαγωγή στοιχείων γίνεται αναζήτηση.
6. Γίνεται επιλογή της ειδικότητας του ιατρού που θα εξετάσει τον ασθενή, και
7. Καθορισμός ημερομηνίας και ώρας εξέτασης.

Το παραπάνω είναι ένα τυπικό σενάριο, καθώς μπορεί να παρατηρηθούν συγκρούσεις στις ημερομηνίες εξέτασης με αποτέλεσμα να χρειαστεί η αναζήτηση νέας ελεύθερης ημερομηνίας. Συγκρούσεις παρατηρούνται όταν ζητηθεί μια χρονοθυρίδα η οποία είχε ήδη δοθεί σε κάποιο άτομο που ζήτησε ραντεβού για ιατρική εξέταση. Σε αυτή την περίπτωση το σύστημα είτε αναζητά νέα χρονοθυρίδα για ένα από τα δύο ραντεβού. Επίσης, υπάρχει περίπτωση να γίνουν ακυρώσεις ή να προσέλθουν επείγοντα περιστατικά τα οποία φυσικά και τροποποιούν το όλο χρονοδιάγραμμα του νοσοκομείου.

Μία απλή μορφή του διαγράμματος χρήσης παρουσιάζεται στο σχήμα 3.4.



Σχήμα 3.4: Διάγραμμα χρήσης της εφαρμογής

Με τη χρήση της Visual Basic, σε πρώτη φάση δημιουργούνται οι φόρμες σχεδίασης διεπιφανειών. Ακολουθώντας, πάνω σε αυτές τοποθετούνται κουμπιά, πλαίσια κειμένου και άλλα στοιχεία ελέγχου χρήσιμα για την υλοποίηση της εφαρμογής. Το στάδιο αυτό είναι καθοριστικό σημαντικό για την πορεία της εφαρμογής, επειδή αφορά στην ευχρηστία του προγράμματος και στην αποτελεσματικότητα του ως προς τους στόχους του. Μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής κάθε φόρμας σειρά έχει η σύνδεση τους με τη ΒΔ. Τα δεδομένα θα εισάγονται και εμφανίζονται στις φόρμες, αλλά η αποθήκευσή τους θα γίνεται σε μια ΒΔ.

Ο χρήστης της εφαρμογής είναι ο ίδιος ο ιατρός, διαθέτει ένα όνομα χρήστη και ένα κωδικό για την είσοδο του στο σύστημα. Μόλις ο χρήστης εισάγει αυτά τα στοιχεία τότε γίνεται αναζήτηση στη ΒΔ, προκειμένου να εντοπιστεί αν υπάρχει το συγκεκριμένο όνομα χρήστη, ενώ ταυτόχρονα επιβεβαιώνεται και ο κωδικός που εισήγαγε ο χρήστης στο σύστημα. Σε περίπτωση που επαληθευτούν αυτά τα στοιχεία αυτά επιτυγχάνεται η είσοδος στο σύστημα, σε διαφορετική περίπτωση ζητείται από το χρήστη να εισάγει ξανά τα στοιχεία του. Ως προεπιλεγμένα στοιχεία για την πρώτη ενεργοποίηση της εφαρμογής είναι Όνομα Χρήστη: Administrator και ο Κωδικός: Administrator. Μέσα από την εφαρμογή παρέχεται η δυνατότητα αλλαγής των στοιχείων εισόδου. Με την εισαγωγή νέων ιατρών, ο καθένας ορίζει τα προσωπικά του στοιχεία εισόδου με τα οποία εισέρχεται στην εφαρμογή.

Η εφαρμογή δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να εισάγει νέο ιατρό ή νέο ασθενή, με την εντολή insert στον SQL Server. Ο ορισμός αυτής της εντολής παρουσιάζεται στο σχήμα 3.5.

```

INSERT [ INTO]
    { table_name WITH ( < table_hint_limited > [
...n ] )
        | view_name
        | rowset_function_limited
    }
    { [ ( column_list ) ]
    { VALUES
        ( { DEFAULT | NULL | expression } [
...n] )
        | derived_table
        | execute_statement
    }
}

```

Σχήμα 3.5: Παράδειγμα εισαγωγής στοιχείων με T-SQL

Αντίστοιχα γίνεται και η διαγραφή ιατρού και ασθενή, όπως ορίζεται στο σχήμα 3.6.

```

DELETE [ FROM]
    { table_name
    }
    { [ WHERE ]
    { <SEARCH CONDITION>
    }
}

```

Σχήμα 3.6: Παράδειγμα διαγραφής στοιχείων με T-SQL

Εκτός από τις παραπάνω λειτουργίες ο SQL Server επιτρέπει την τροποποίηση χρησιμοποιώντας τις εντολές UPDATE και ALTER, οι οποίες υλοποιούνται με παρόμοιες διαδικασίες. Εκτός από αυτές υπάρχει και η εντολή SELECT, που εμφανίζει τα στοιχεία ενός πίνακα, τα οποία πληρούν κάποια συγκεκριμένη συνθήκη.

Μερικά παραδείγματα υλοποίησης με χρήση Visual Basic:

Insert:

```
"INSERT INTO [dbo].[Person1] ([LastName]) VALUES (@LastName)"
```

Το παραπάνω παράδειγμα ορίζει την εισαγωγή στη ΒΔ και πιο συγκεκριμένα στα πεδία LastName του πίνακα Person1, την τιμή που έχει η μεταβλητή LastName. Η μεταβλητή LastName παίρνει τιμή από textbox το οποίο βρίσκεται στις φόρμες σχεδίασης, με τον ίδιο τρόπο γίνονται όλες οι ενθέσεις στοιχείων στη βάση.

Select:
"SELECT LastName FROM dbo.Person1"

Σε αυτό το παράδειγμα υπάρχει η επιλογή και η εμφάνιση των στοιχείων LastName του πίνακα Person1 που βρίσκεται στη ΒΔ. Κάποιες φορές γίνεται αναζήτηση με κάποιο κριτήριο, οπότε στην εντολή select πρέπει να προστεθεί μία συνθήκη, ώστε να εμφανίζονται μόνο οι εγγραφές που ικανοποιούν τη συνθήκη αυτή. Στο παράδειγμα που ακολουθεί εμφανίζονται τα πεδία FirstName, MiddleName κι id_astheni, των εγγραφών που ικανοποιούν τη συνθήκη. Το id_astheni χρησιμοποιείται στην πραγματοποίηση αναζητήσεων και πρέπει να είναι ίσο με μια τιμή που όρισε ο χρήστης μέσα στην εφαρμογή.

```
"SELECT LastName, FirstName, MiddleName, id_astheni"& _  
" FROM Person1 WHERE (id_astheni = @id_astheni)"
```

Στη συνέχεια ορίζονται queries για τη βάση μέσα από την Visual Basic:

Η εντολή select:

```
SELECT yparxei, mera_evdomadas FROM vardies WHERE (id_xristi = @id_xristi) AND  
(mera_evdomadas = @mera_evdomadas) AND (proini_apogevmatini =  
@proini_apogevmatini)
```

Η εντολή update:

```
UPDATE [vardies] SET [id_xristi] = @id_xristi, [imerominia] = @imerominia, [yparxei] =  
@yparxei, [proini_apogevmatini] = @proini_apogevmatini, [mera_evdomadas] =  
@mera_evdomadas WHERE (([id_vardies] = @Original_id_vardies) AND ([id_xristi] =  
@Original_id_xristi) AND ((@IsNull_imerominia = 1 AND [imerominia] IS NULL) OR  
([imerominia] = @Original_imerominia)) AND ((@IsNull_yparxei = 1 AND [yparxei] IS  
NULL) OR ([yparxei] = @Original_yparxei)) AND ([proini_apogevmatini] =  
@Original_proini_apogevmatini) AND ([mera_evdomadas] =  
@Original_mera_evdomadas));
```

Η εντολή Delete:

```
DELETE FROM [vardies] WHERE (([id_vardies] = @Original_id_vardies) AND ([id_xristi]  
= @Original_id_xristi) AND ((@IsNull_imerominia = 1 AND [imerominia] IS NULL) OR  
([imerominia] = @Original_imerominia)) AND ((@IsNull_yparxei = 1 AND [yparxei] IS  
NULL) OR ([yparxei] = @Original_yparxei)) AND ([proini_apogevmatini] =  
@Original_proini_apogevmatini) AND ([mera_evdomadas] = @Original_mera_evdomadas))
```

Η εντολή insert:

```
INSERT INTO [vardies] ([id_xristi], [imerominia], [yparxei], [proini_apogevmatini],  
[mera_evdomadas]) VALUES (@id_xristi, @imerominia, @yparxei, @proini_apogevmatini,  
@mera_evdomadas);  
SELECT id_vardies, id_xristi, imerominia, yparxei, proini_apogevmatini, mera_evdomadas  
FROM vardies WHERE (id_vardies = SCOPE_IDENTITY())
```

Και τα τέσσερα παραδείγματα αφορούν τον ίδιο πίνακα, με σκοπό να προσδιοριστούν καλύτερα οι διαφορές κατά τον ορισμό των εντολών. Με τον παρακάτω κώδικα ορίζεται ότι το κουμπί νούμερο 3 (Button 3) αντιστοιχεί στην «ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ». Με την ίδια διαδικασία γίνεται και η ονομασία στα υπόλοιπα κουμπιά, στις ετικέτες και στα άλλα εργαλεία που χρησιμοποιούνται στην εφαρμογή.

```
'Button3'  
Me.Button3.Location = New System.Drawing.Point(298, 18)  
Me.Button3.Name = "Button3"  
Me.Button3.Size = New System.Drawing.Size(124, 23)  
Me.Button3.TabIndex = 40
```

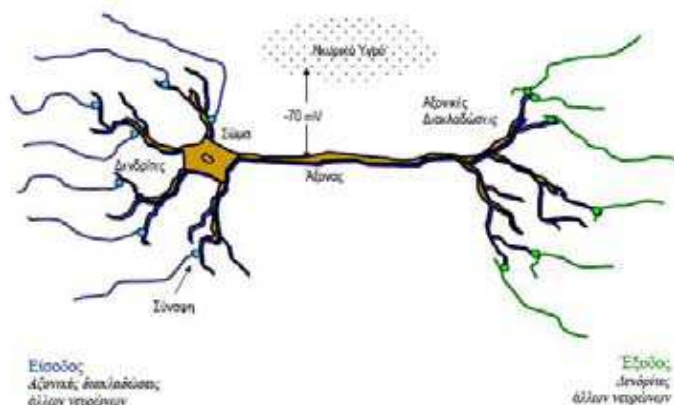
```
Me.Button3.Text = "ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ"  
Me.Button3.UseVisualStyleBackColor = True
```

4.1 Εισαγωγή

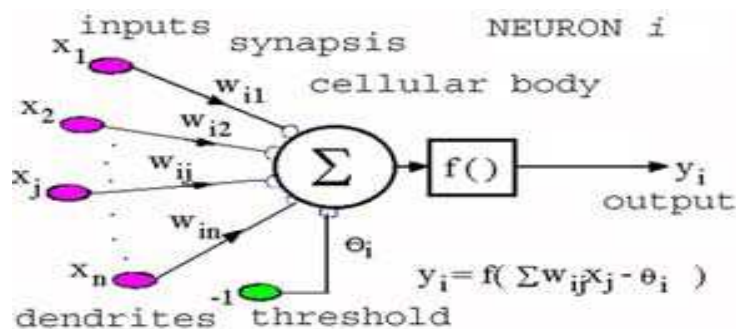
Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζονται ορισμένα χαρακτηριστικά στοιχεία για τις μεθόδους υπολογιστικής νοημοσύνης (Γενετικοί Αλγόριθμοι – ΓΑ, Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα – ΤΝΔ, Ασαφής Λογική – ΑΛ, Πράκτορες – ΠΡ) και τον τρόπο εφαρμογής τους στα πληροφοριακά συστήματα των νοσοκομείων και συγκεκριμένα στη βελτιστοποίηση νοσοκομειακών εργασιών, όπως ο ορισμός ραντεβού, η εύρεση βαρδιών κ.λπ.. Στα συγκεκριμένα συστήματα είναι απαραίτητη η εφαρμογή μεθόδων υπολογιστικής νοημοσύνης μιας και την εφαρμογή του ενισχύεται η υψηλή αποδοτικότητα τους και η άμεση αντιμετώπιση πολύπλοκων προβλημάτων.

Οι ΓΑ (Genetic Algorithms) αποτελούν μια μέθοδο αναζήτησης βέλτιστων λύσεων σε συστήματα που περιέχουν πολλές παραμέτρους-διαστάσεις. Βρίσκουν το βέλτιστο συνδυασμό τιμών για τις μεταβλητές ώστε οι λύσεις που βρίσκονται να είναι πιο κοντά στην επιθυμητή.

Τα ΤΝΔ (Neural Networks) είναι δίκτυα από υπολογιστικούς κόμβους (νευρώνες), συνδεδεμένους μεταξύ τους. Εμπνεύστηκαν από το κεντρικό νευρικό σύστημα του ανθρώπου (φυσικοί νευρώνες), το οποίο και προσπαθούν να προσομοιάσουν. Οι τεχνητοί νευρώνες είναι οργανωμένοι κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να προσομοιώνουν την ανατομία του ανθρώπινου εγκεφάλου και πιο συγκεκριμένα τις νευρικές συνάψεις κατά την διαδικασία με την οποία τα νευρικά σήματα μετακινούνται από και προς τον εγκέφαλο. Προσεγγίζουν ένα μεγάλο αριθμό χαρακτηριστικών της δομής αλλά και της λειτουργίας των φυσικών νευρώνων του εγκεφάλου. Στα δύο παρακάτω σχήματα (4.1 και 4.2) απεικονίζεται ένας φυσικός νευρώνας του εγκεφάλου και ένας τεχνητός. Όπως φαίνεται και από τις εικόνες οι ομοιότητες τους είναι πολλές.



Σχήμα 4.1: Φυσικός νευρώνας του εγκεφάλου



Σχήμα 4.2: Τεχνητός νευρώνας

Έχουν την ικανότητα να μαθαίνουν χρησιμοποιώντας εμπειρία την οποία έχουν συσσωρεύσει. Επίσης, έχουν την ικανότητα γενίκευσης από προηγούμενα παραδείγματα σε νέα ενώ επιπλέον μπορούν να επεξεργαστούν μια ομάδα δεδομένων και να ξεχωρίσουν από αυτή τα ουσιωδέστερα χαρακτηριστικά.

Η ΑΛ (Fuzzy Logic) λειτουργεί σε περιβάλλον ασάφειας και αβεβαιότητας και δίνει αποτελέσματα που έχουν νόημα για τον άνθρωπο, ενισχύοντας τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Δίνει ικανοποιητική λύση εκεί όπου υπάρχει αναπαράσταση μη ακριβούς ή ασαφούς γνώσης. Η ιστορία της ασαφούς λογικής ξεκινά από το 500 π.Χ. Ο πρώτος άνθρωπος που συνέβαλλε σημαντικά στην εξέλιξή της ήταν ο Βούδας, υποστηρίζοντας ότι ο κόσμος είναι γεμάτος με αντιφάσεις και όλα τα στοιχεία του έχουν και τα αντίθετά τους. Μετά από 200 χρόνια καταγράφηκε στην ιστορία μια άλλη διαφορετική άποψη από τον Αριστοτέλη, ο οποίος θεωρούσε πως ο κόσμος είναι φτιαγμένος από αντιθέσεις. Το 1965, ο καθηγητής Lofti Zadeh του πανεπιστημίου της Καλιφόρνια με το άρθρο του «Ασαφή Συστήματα» προτείνει αυτού του είδους τα μαθηματικά και θέτει τις βάσεις για την εξέλιξη της ΑΛ. Το 1972, ο Michio Sugeno, συμπληρώνει τη θεωρία του Lofti Zadeh με τις έννοιες του «Ασαφή τρόπου σκέψης» και του «Ασαφούς ολοκληρώματος». Το πιο σημαντικό βήμα για την καθιέρωση της ΑΛ έγινε το 1974, όταν οι Mamdani και Assilian δημιουργούν ένα σύστημα που εφαρμόστηκε σε ατμομηχανή, το οποίο δεχόταν από τον άνθρωπο λεκτικές πληροφορίες ελέγχου και τις κωδικοποιούσε απευθείας. Το 1980, είναι η χρονιά ορόσημο, καθώς μετά από αυτή καθιερώνεται η παραγωγή μηχανών που ενσωματώνουν ασαφή συστήματα ελέγχου.

Ο ΠΡ (agent) είναι απλώς κάτι που «πράττει» (ο αγγλικός όρος agent προέρχεται από τη λατινική λέξη agree, που σημαίνει «πράττω»). Οι ΠΡ των υπολογιστών έχουν ορισμένα χαρακτηριστικά, με βάση τα οποία διαφοροποιούνται σε σχέση με τα απλά προγράμματα, όπως το να λειτουργούν κάτω από αυτόνομο έλεγχο, να αντιλαμβάνονται το περιβάλλον τους, να διατηρούνται για ένα εκτεταμένο χρονικό διάστημα, να αντιλαμβάνονται το περιβάλλον τους, να προσαρμόζονται στις αλλαγές, και να έχουν την ικανότητα να αναλαμβάνουν τους στόχους κάποιου άλλου. Πρόκειται, για ένα αυτόνομο λογισμικό τεχνητής νοημοσύνης, τοποθετημένο σε κάποιο περιβάλλον με το οποίο αλληλεπιδρά, βοηθώντας στη συλλογή/ανάλυση μεγάλων συνόλων δεδομένων ή στην αυτοματοποίηση επαναλαμβανόμενων εργασιών [13].

4.2 ΓΑ και Πληροφοριακά Συστήματα Νοσοκομειακών Μονάδων

Τα τελευταία τριάντα χρόνια, έχει παρατηρηθεί ένα συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη συστημάτων επίλυσης προβλημάτων βασισμένων στις αρχές της Γενετικής Εξέλιξης και Κληρονομικότητας. Δηλαδή, στη χρήση συστημάτων, που εφαρμόζουν τα

χαρακτηριστικά των ΓΑ και προσομοιώνουν τη λειτουργία τους, μέσω των μοντέλων που αναπτύσσουν. Ανάμεσα στους τομείς που βρίσκουν εφαρμογή οι ΓΑ, είναι και αυτός των Νοσοκομειακών Μονάδων. Τα μειονεκτήματα που παρουσιάζουν οι κλασσικές μέθοδοι αναζήτησης και βελτιστοποίησης, καθώς και η συνεχώς αυξανόμενη ανάγκη για παραγωγή ευέλικτου λογισμικού που να μπορεί να εκμεταλλεύεται πιο αποδοτικά τις τεράστιες δυνατότητες των υπολογιστικών συστημάτων, ώθησαν τους επιστήμονες σ' αυτού του είδους τα συστήματα. Τέτοια συστήματα κωδικοποιούν τις πιθανές λύσεις, βρίσκουν τον αρχικό πληθυσμό και στη συνέχεια, διατηρώντας μέσα στον αλγόριθμο, ένα πληθυσμό κωδικοποιημένων πιθανών λύσεων, εφαρμόζουν σε αυτό διάφορες διαδικασίες επιλογής της βέλτιστης λύσης, καθώς και διάφορους γενετικούς τελεστές, προκειμένου να πετύχουν το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

Η πρώτη εμφάνιση των ΓΑ καταγράφηκε στις αρχές του 1950, από βιολόγους επιστήμονες, που χρησιμοποίησαν υπολογιστές στην προσπάθειά τους να προσομοιάσουν πολύπλοκα βιολογικά συστήματα.

Τα κυριότερα στάδια ενός ΓΑ, όπως απεικονίζονται και στο σχήμα 4.1, είναι:

1. Κωδικοποίηση των πιθανών λύσεων του προβλήματος
2. Δημιουργία αρχικού πληθυσμού πιθανών λύσεων
3. Προσδιορισμός συνάρτησης αποτίμησης (ή αντικειμενική συνάρτηση), με σκοπό την αποτίμηση της καταλληλότητας μιας λύσης
4. Εφαρμογή σειράς γενετικών τελεστών που επιτρέπουν στη δημιουργία παιδιών(απογόνων)
5. Επιλογή τιμών σε παραμέτρους, όπως το μέγεθος του πληθυσμού, οι πιθανότητες εφαρμογής των γενετικών τελεστών, κ.λπ.



Σχήμα 4.1: Κυριότερα στάδια ΓΑ

Με βάση τα παραπάνω στάδια, ο ΓΑ υλοποιείται σε τρία βήματα:

1. Αρχικοποίηση: Στο στάδιο αυτό γίνεται η κωδικοποίηση των μεταβλητών σε γονίδια και στη συνέχεια σε χρωμοσώματα. Επίσης, η αρχικοποίηση του πληθυσμού (δημιουργία πρώτης γενιάς) και η εφαρμογή της συνάρτησης κόστους σε κάθε χρωμόσωμα.
2. Αναπαραγωγή: Σε αυτό το στάδιο, με βάση τη συνάρτηση κόστους, γίνεται η αναπαραγωγή της επιλογής και στη συνέχεια η εφαρμογή διασταύρωσης και μετάλλαξης που θα οδηγήσουν στον προσδιορισμό της επόμενης γενιάς.

3. Αντικατάσταση γενιάς: Στο στάδιο αυτό γίνεται η αντικατάσταση της προηγούμενης γενιάς με τη νέα, η εφαρμογή της συνάρτησης κόστους σε κάθε χρωμόσωμα και ο έλεγχος του κριτηρίου τερματισμού του ΓΑ.

Η ευρεία χρήση των ΓΑ στις διάφορες εφαρμογές, οφείλεται στις ικανότητές τους να:

- επιλύουν δύσκολα προβλήματα ταχύτατα και αξιόπιστα
- μπορούν εύκολα να συνεργαστούν με υπάρχοντα μοντέλα και συστήματα (συνεργάζονται με τον υπάρχοντα κώδικα, καθώς χρησιμοποιούν μόνο πληροφορίες της διαδικασίας ή της συνάρτησης που πρόκειται να βελτιστοποιήσουν)
- είναι εύκολα επεκτάσιμοι και εξελίξιμοι
- συμμετέχουν σε υβριδικές μορφές με άλλες μεθόδους, δηλαδή, μπορεί να γίνει συνδυασμός ΓΑ και άλλων μεθόδων
- εφαρμόζονται σε περισσότερα επιστημονικά και ερευνητικά πεδία σε σχέση με άλλες μεθόδους (ελευθερία επιλογής των κριτηρίων που καθορίζουν την επιλογή μέσα στο τεχνικό περιβάλλον)
- μην έχουν περιορισμούς στις συναρτήσεις που επεξεργάζονται
- πραγματοποιείται ταυτόχρονα εξερεύνηση του χώρου αναζήτησης και εκμετάλλευση της ήδη επεξεργασμένης πληροφορίας
- έχουν από τη φύση τους το στοιχείο του παραλληλισμού (επεξεργάζονται μεγάλες ποσότητες πληροφορίας)
- επιδέχονται παράλληλη υλοποίηση, μπορούν δηλαδή να εκμεταλλεύονται τα πλεονεκτήματα των παράλληλων μηχανών, οπότε αυξάνεται η απόδοση τους

Οι ΓΑ στηρίζονται στην κωδικοποίηση ενός συνόλου τιμών που μπορούν να λάβουν οι μεταβλητές τους και όχι στις ίδιες τις μεταβλητές του προβλήματος. Δηλαδή, δεν κωδικοποιούν τις λύσεις του προβλήματος, αλλά σχηματίζουν πιθανούς συνδυασμούς τους, κωδικοποιούν τους συνδυασμούς αυτούς και στη συνέχεια, σε αυτούς εφαρμόζουν τεχνικές των ΓΑ για να φτάσουν στη λύση του προβλήματος. Ακόμη, χρησιμοποιούν τη συνάρτηση αποτίμησης χωρίς καμία επιπρόσθετη πληροφορία, και στηρίζονται σε πιθανοθεωρητικούς κανόνες μετάβασης, όχι ντετερμινιστικούς. Η χρήση πιθανοθεωρητικών κανόνων μετάβασης είναι βασικό χαρακτηριστικό των ΓΑ. Η κωδικοποίηση αφορά ένα σύνολο πιθανών λύσεων του προβλήματος, ενώ η αναπαράσταση των λύσεων πρέπει να γίνει με ένα μαθηματικό, φορμαλιστικό τρόπο, ώστε να είναι δυνατή η επεξεργασία από τον υπολογιστή. Η πιο απλή είναι η κωδικοποίηση με δυαδικά ψηφία (bits), όπου κάθε λύση αναπαρίσταται από μια δυαδική συμβολοσειρά (binary string) καθορισμένου μήκους. Άλλες μορφές κωδικοποίησης είναι το αλφάβητο συμβόλων (αντιστοιχία λύσεων σε σύμβολα), οι πραγματικοί αριθμοί (κάθε λύση αντιστοιχίζεται σε έναν πραγματικό αριθμό) και οι ακέραιοι αριθμοί (κάθε λύση αντιστοιχεί σε έναν ακέραιο αριθμό).[34]

Η επιλογή (selection) είναι η διαδικασία κατά την οποία επιλέγονται για αναπαραγωγή τα χρωμοσώματα που ικανοποιούν τα κριτήρια βελτιστοποίησης των συναρτήσεων. Οι πιο σημαντικές μέθοδοι επιλογής είναι:

- *Αποδεκατισμός του πληθυσμού (Population Decimation)*: Ορίζεται μια τιμή κατωφλίου για τη συνάρτηση βελτιστοποίησης και όσα χρωμοσώματα έχουν τιμή μικρότερη από αυτή, απομακρύνονται από τον πληθυσμό. Τα υπόλοιπα επιβιώνουν και συνεχίζουν στην διαδικασία.
- *Αναλογική επιλογή ή επιλογή ρουλέτας (Proportionate Selection)*: Τα άτομα επιλέγονται με βάση μια πιθανότητα επιλογής που δίνεται από τον τύπο

$$P_{selection} = \frac{f(parent_i)}{\sum_i f(parent_i)}$$

όπου $f(parent_i)$ είναι η τιμή της συνάρτησης κόστους του i -οστού γονέα. Όσο αυξάνει η τιμή, τόσο αυξάνει και η πιθανότητα να συμμετέχει το χρωμόσωμα και στη δημιουργία του επόμενου πληθυσμού.

- *Επιλογή «τουρνουά» (Tournament Selection)*: Ορίζεται το μέγεθος N της ομάδας. Η επιλογή γίνεται με την τυχαία επιλογή ενός αριθμού από το ένα ως τον αριθμό του μεγέθους του πληθυσμού. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να συμπληρωθούν τα άτομα N της ομάδας.
- *Διαβάθμιση Σίγμα (Sigma Scaling)*: Στη μέθοδο αυτή η αναμενόμενη τιμή του κάθε ατόμου εξαρτάται από τη τιμή της συνάρτησης κόστους, τη μέση τιμή της συνάρτησης κόστους του πληθυσμού και την τυπική απόκλιση του πληθυσμού σε χρόνο t .

$$ExpVal(i,t) = \begin{cases} 1 + \frac{f(i) - \overline{f(t)}}{2\sigma(t)} & \sigma(t) \neq 0 \\ 1 & \sigma(t) = 0 \end{cases}$$

$ExpVal(i,t)$: αναμενόμενη τιμή, δηλαδή πόσες φορές θα επιλεγεί ένα άτομο για αναπαραγωγή. Όταν $f(i) = \overline{f(t)} + \sigma(t)$ δηλαδή η συνάρτηση κόστους του ατόμου ξεπερνά την μέση τιμή κατά την τυπική απόκλιση, η τιμή της $ExpVal(i,t)$ είναι 1.5. Όταν η $ExpVal(i,t)$ γίνει αρνητική τη θέτουμε ίση με 0.1, ώστε και τα χειρότερα άτομα να έχουν κάποια πιθανότητα να μετέχουν στην αναπαραγωγή.

- *Ελιτισμός (Elitism)*: Στη μέθοδο αυτή μεταφέρονται αυτούσια κάποια χρωμοσώματα από τη μία γενιά στην άλλη.
- *Επιλογή βαθμονόμησης (Rank Selection)*: Η μέθοδος αυτή μειώνει το βαθμό της επιλογής όταν η διασπορά των τιμών της συνάρτησης κόστους είναι μεγάλη και την αυξάνει σε αντίθετη περίπτωση. Στόχο έχει την αποτροπή του φαινομένου της πρόωμης σύγκλισης.
- *Επιλογή σταθερής κατάστασης (Steady-state Selection)*: Αντικαθιστώνται λίγα άτομα, αυτά που είναι λιγότερο κατάλληλα.
- *Κανονικοποιημένη γεωμετρική βαθμονόμηση (Normalized Geometric Ranking)*: Η επιλογή γίνεται σύμφωνα με τη σχέση $P_{selection} = q'(1-q)^{rank(i,t)-1}$ με $q' = q / [1 - (1-q)^N]$, όπου q η πιθανότητα επιλογής του καλύτερου ατόμου, $rank(i,t)$ η βαθμολογία του κάθε χρωμοσώματος όπου 1 είναι η μέγιστη και N το μέγεθος του πληθυσμού.

Μετά την επιλογή του νέου πληθυσμού με μια από τις παραπάνω μεθόδους, ακολουθεί η εφαρμογή γενετικών τελεστών. Από τον αρχικό πληθυσμό επιλέγονται οι δύο γονείς (parents) και στη συνέχεια με την εφαρμογή γενετικών τελεστών δημιουργούνται τα παιδιά. Οι δύο βασικότεροι τελεστές των γενετικών αλγορίθμων είναι η διασταύρωση και η μετάλλαξη των χρωμοσωμάτων.

1. Διασταύρωση (Crossover):

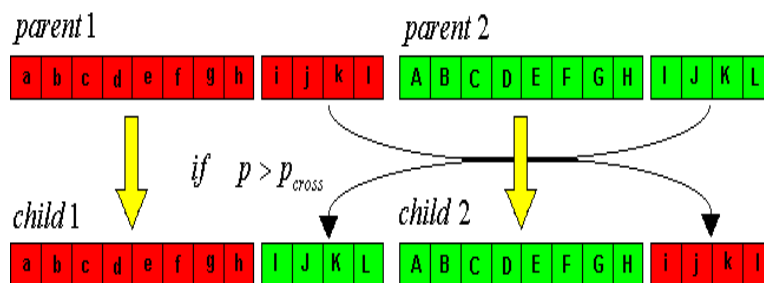
Ορίζεται ως η επανασύνδεση χρωμοσωμάτων. Με βάση τα χρωμοσώματα γονείς συνθέτει τα καλύτερα χρωμοσώματα, τα παιδιά. Έχει παρατηρηθεί ότι τα καλύτερα

αποτελέσματα προκύπτουν όταν η τιμή της πιθανότητας είναι μεταξύ 0.6 και 0.8. Υπάρχουν τέσσερα είδη διασταυρώσεων:

- Διασταύρωση ενός σημείου
- Αριθμητική διασταύρωση
- Ευριστική διασταύρωση
- Διασταύρωση δέντρου

Διασταύρωση ενός σημείου (Simple Crossover):

Η πιο απλή μέθοδος διασταύρωσης. Ορίζεται ως P_{cross} , η πιθανότητα πραγματοποίησης διασταύρωσης. Αν $p > p_{cross}$, τότε επιλέγεται τυχαία ένα σημείο του χρωμοσώματος γονέα. Το τμήμα του χρωμοσώματος πριν από το σημείο αυτό, αντιγράφεται από τον γονέα 1 στο παιδί 1 και από τον γονέα 2 στο παιδί 2. Το τμήμα που ακολουθεί, αντιγράφεται από τον γονέα 1 στο παιδί 2 και από τον γονέα 2 στο παιδί 1. Αν $p < p_{cross}$, το χρωμόσωμα του γονέα 1 αντιγράφεται όλο στο παιδί 1 και αντίστοιχα του γονέα 2 αντιγράφεται στο παιδί 2.



Σχήμα 4.2: Αναπαράσταση διασταύρωσης ενός σημείου

Αριθμητική διασταύρωση (Arithmetic Crossover):

Ορίζεται ως ο γραμμικός συνδυασμός των δύο διανυσμάτων των γονέων. Για παράδειγμα έστω τα δύο διανύσματα x_1 και x_2 , οι απόγονοι των γονέων αυτών είναι $x'_1 = \alpha x_1 + (1 - \alpha)x_2$ και $x'_2 = \alpha x_2 + (1 - \alpha)x_1$. Η τυχαία μεταβλητή $\alpha \in [0,1]$. Για $\alpha=1/2$ ονομάζεται εγγυημένη μέση διασταύρωση

Ευριστική διασταύρωση (Heuristic Crossover):

Από τα χρωμοσώματα γονείς, δημιουργείται ένας μόνο απόγονος από τον τύπο $x_3 = r(x_2 - x_1) + x_2$, όπου $r \in [0,1]$. Για προβλήματα μεγιστοποίησης πρέπει να ισχύει $f(x_2) \geq f(x_1)$, ενώ για προβλήματα ελαχιστοποίησης $f(x_2) \leq f(x_1)$.

Διασταύρωση δέντρου (Tree Crossover):

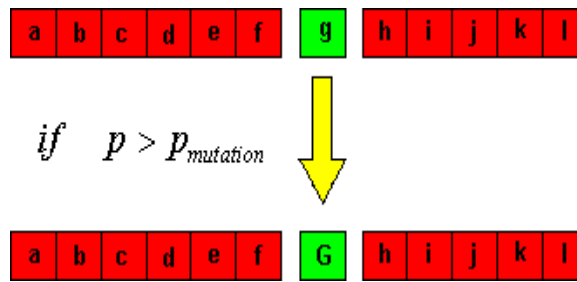
Σχηματίζονται δύο δέντρα γονείς. Από αυτά επιλέγονται στοχαστικά δύο υπόδεντρά τους και ανταλλάσσονται δημιουργώντας δύο νέους απογόνους.

2. Μετάλλαξη (Mutation):

Ορίζεται ως η αλλαγή κάποιου χρωμοσώματος. Η μετάλλαξη γίνεται αν $p > p_{mutation}$, όπου $p_{mutation}$ η πιθανότητα μετάλλαξης. Η πιθανότητα αυτή πρέπει να έχει τιμή κοντά στο 0.01 ώστε να έχει επιτυχή αποτελέσματα η μετάλλαξη. Υπάρχουν τρία είδη μεταλλάξεων:

- Ομοιόμορφη μετάλλαξη
- Οριοθετημένη μετάλλαξη

- Ανομοιόμορφη μετάλλαξη



Σχήμα 4.3: Αναπαράσταση μετάλλαξης

Ομοιόμορφη μετάλλαξη (Uniform Mutation):

Γίνεται στο χρωμόσωμα ενός γονιού και παράγει ένα παιδί. Ο τελεστής αυτός είναι ιδιαίτερα χρήσιμος όταν στον πληθυσμό υπάρχει ομοιομορφία, όταν δηλαδή παρατηρούνται πολλά αντίγραφα του ίδιου χρωμοσώματος. Επιλέγεται $k \in (1, \dots, q)$ από το διάνυσμα $x = (x_1, \dots, x_k, \dots, x_q)$, όπου q είναι το πλήθος των μεταβλητών του διανύσματος και παράγεται το διάνυσμα $x' = (x_1, \dots, x'_k, \dots, x_q)$, όπου το x'_k αποτελεί μια τυχαία τιμή στο πεδίο ορισμού της παραμέτρου x_k .

Οριοθετημένη μετάλλαξη (Boundary Mutation):

Όμοια διαδικασία με αυτή της προηγούμενης μεθόδου. Το x'_k στην περίπτωση αυτή είναι με ίδια πιθανότητα το αριστερό όριο του διαστήματος ορισμού της παραμέτρου x_k ή το δεξί. Βοηθάει όταν η βέλτιστη λύση είναι κοντά στα όρια του πεδίου αναζήτησης, όταν δηλαδή υπάρχουν περιορισμοί.

Ανομοιόμορφη μετάλλαξη (Non Uniform Mutation):

Έστω ότι από γονέα $x = (x_1, \dots, x_k, \dots, x_q)$ επιλέγεται το γονίδιο $x_k \in (l_k, r_k)$. Το αποτέλεσμα της μετάλλαξης θα είναι $x' = (x_1, \dots, x'_k, \dots, x_q)$ όπου

$$x'_k = \begin{cases} x_k + \Delta(t, r_k - x_k) & r = 0 \\ x_k - \Delta(t, l_k - x_k) & r = 1 \end{cases}$$

t = αριθμός γενιάς, r = τυχαίο δυαδικό ψηφίο

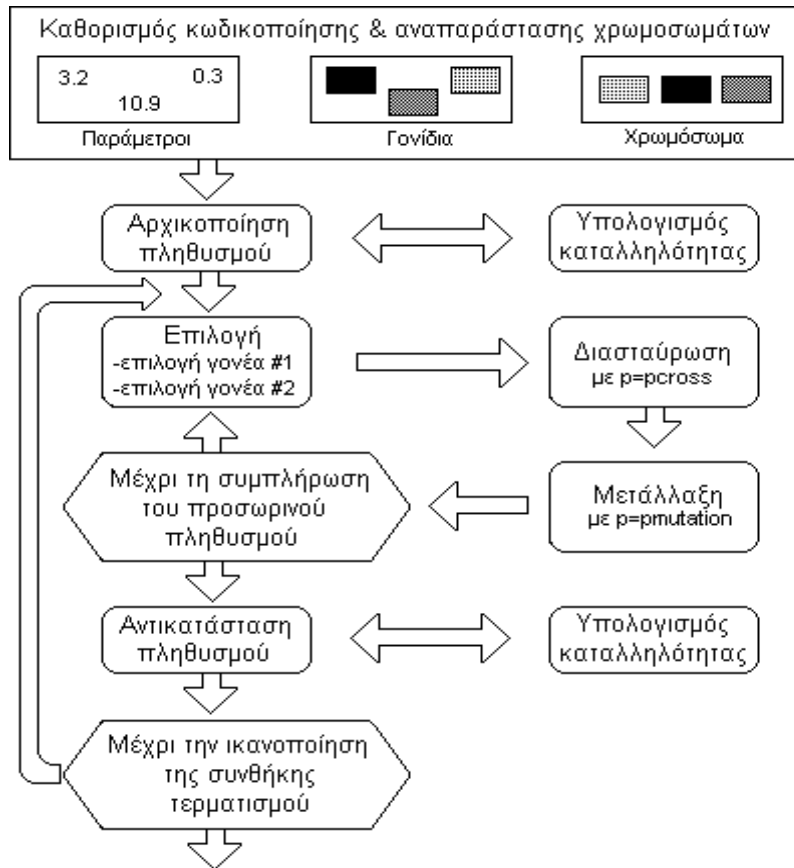
Σε κάθε ΓΑ υπάρχει η αντικειμενική συνάρτηση ή αλλιώς συνάρτηση κόστους. Η συνάρτηση αυτή αντιστοιχεί μια αριθμητική τιμή σε κάθε στοιχείο του πληθυσμού του ΓΑ. Η τιμή που επιστρέφει η συνάρτηση κόστους παρουσιάζει το πόσο καλή είναι η λύση που βρέθηκε. Ορισμένοι αλγόριθμοι επιδιώκουν τη μεγιστοποίηση της συνάρτησης κόστους, ενώ υπάρχουν και άλλοι που προσδοκούν στην ελαχιστοποίηση της τιμής της συνάρτησης κόστους, ανάλογα για το σκοπό με βάση τον οποίο γίνεται η εφαρμογή τους.

Διακρίνονται τα ακόλουθα είδη των ΓΑ:

- ΓΑ γενεών (Generational), όπου η εξέλιξη επιτυγχάνεται μέσα από μία αλληλουχία διακεκριμένων γενιών, που δεν αλληλεπικαλύπτονται (σε κάθε αναπαραγωγικό κύκλο ο αλγόριθμος παράγει μία εντελώς νέα γενιά, η οποία και αντικαθιστά την προηγούμενη).
- Σταθερής κατάστασης (Steady-state) ΓΑ, όπου η γενιά παραμένει σε ένα σταθερό μέγεθος, μόνο ένα μέρος του πληθυσμού αντικαθίσταται από τα παιδιά που

δημιουργήθηκαν κατά τη διάρκεια του κύκλου αναπαραγωγής, γεγονός που οδηγεί σε γενιές που επικαλύπτονται. Οι Steady-state ΓΑ είναι πολύ δημοφιλείς καθώς πετυχαίνουν γρηγορότερη σύγκλιση σε πολλές εφαρμογές [33].

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται το διάγραμμα ροής ενός ΓΑ.



Σχήμα 4.3: Διάγραμμα ροής ΓΑ

Οι Shaw και Fleming (2000), επισημαίνουν ότι οι ΓΑ, εξαιτίας της υψηλής προσαρμοστικότητας και ευελιξίας τους, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο σχεδιασμό προγραμμάτων, αφού μπορούν να ανταπεξέλθουν στις δυσκολίες που προκύπτουν κυρίως στο τομέα των βιομηχανιών. Ειδικότερα οι ΓΑ μπορούν να συνεισφέρουν στα προγράμματα λήψης αποφάσεων, οπότε γίνονται περισσότερο ακριβή και αποτελεσματικοί για το συγκεκριμένο κλάδο. Σε πολλές βιομηχανικές εφαρμογές, όπως, στο βάνιμο, στη συγκόλληση, στην ανίχνευση διαρροής ενέργειας, στο καθαρισμό πυρηνικών αντιδραστήρων, στη μεταφορά αντικειμένων κτλ, απαιτείται στην εργασία η ομαλή διατήρηση (και με μεγάλη ακρίβεια) μιας προκαθορισμένης διαδρομής με την ταυτόχρονη αποφυγή τυχόν εμποδίων που υπάρχουν στο περιβάλλον. Ο ρόλος των ΓΑ είναι καθοριστικός στον τομέα αυτό εξαιτίας της προσαρμοστικότητας που έχουν στις μεταβαλλόμενες συνθήκες του περιβάλλοντος, αλλά και χάρη στην μεγάλη ακρίβεια που διαθέτουν[38].

Οι Puente et al., (2008), αναφέρουν την εφαρμογή ΓΑ στα συστήματα των νοσοκομειακών μονάδων, και ειδικότερα στα επείγοντα περιστατικά, με στη δημιουργία του προγράμματος λειτουργίας του τμήματος, καθορίζοντας τις βάρδιες και την 24ωρη λειτουργία τους. Λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες του προσωπικού, σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις των ιατρών, έγιναν οι ανάλογες κωδικοποιήσεις στις βάρδιες, δημιουργώντας έναν αρχικό πληθυσμό με πολλές λύσεις. Στο επόμενο στάδιο, επιτρεπόταν η ανταλλαγή στις εβδομάδες εργασίας, σχηματίζοντας νέους πληθυσμούς εναλλακτικών λύσεων.

Στην έρευνα τους, υπάρχουν ισχυροί περιορισμοί:

- H1: Στην πρωινή και απογευματινή βάρδια εργάζονται τέσσερα άτομα, δύο στη βραδινή, ένα είναι σε εικοσιτετράωρη αναμονή, ενώ για τα Σαβ/κα τέσσερα άτομα βρίσκονται σε εικοσιτετράωρη αναμονή.
- H2: Από το προσωπικό που βρίσκεται σε αναμονή οι δύο τουλάχιστον ανήκουν στο μόνιμο προσωπικό. Αυτό σχεδιάστηκε έτσι, ώστε να υπάρχει υψηλή ποιότητα παρεχόμενων υπηρεσιών σε όλη τη διάρκεια της εβδομάδας.
- H3: Κάθε εργαζόμενος που είναι σε εικοσιτετράωρη αναμονή ή που δουλεύει βάρδια τη νύχτα, την επόμενη μέρα έχει ρεπό, δεν εργάζεται.
- H4: Προβλέπονται άδειες για λόγους ασθένειας καθώς επίσης και άδειες διακοπών.

Επίσης, υπάρχουν και άλλοι, όχι τόσο ισχυροί περιορισμοί:

- S1: Οι εργαζόμενοι δουλεύουν συγκεκριμένο αριθμό από κάθε βάρδια ανά μήνα. Δεν πρέπει να ξεπερνούν αυτό τον αριθμό.
- S2: Όλοι οι εργαζόμενοι πρέπει να απασχολούνται τον ίδιο αριθμό Σαβ/κων ανά μήνα.
- S3: Το προσωπικό πρέπει να εργάζεται την ίδια βάρδια σε όλη τη διάρκεια της εβδομάδας.
- S4: Διατηρείται αντίστοιχο σύστημα προγραμματισμού βαρδιών από εβδομάδα σε εβδομάδα, το οποίο βασίζεται στη βάρδια που έχει σειρά να εργαστεί κάποιος εργαζόμενος.
- S5: Οι εργαζόμενοι που βρίσκονται σε εικοσιτετράωρη αναμονή τα Σαβ/κα είναι από εκείνους που η βάρδια τους είναι νύχτα.
- S6: Μια μέρα πριν τη βραδινή βάρδια, ο εργαζόμενος απασχολείται την πρωινή βάρδια.
- S7: η διαδικασία ορισμού των βαρδιών πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν πιο δίκαια για όλους τους εργαζομένους.
- S8: Το προσωρινό προσωπικό επηρεάζει όσο το δυνατόν λιγότερο την παραπάνω διαδικασία.
- S9: Το προσωρινό προσωπικό απασχολείται σε περιόδους διακοπών και για να καλύπτει τις βάρδιες εικοσιτετράωρης αναμονής.

Κάθε φορά που ικανοποιείται κάποιο κριτήριο, από τους όχι και τόσο ισχυρούς περιορισμούς, δίνεται μια τιμή σκορ. Το άθροισμα όλων των σκορ είναι η ανταμοιβή. Οι ικανοποίηση των παραπάνω κριτηρίων δίνει διαφορετικούς βαθμούς για κάθε μια περίπτωση, με βάση τις προτεραιότητες που έχουν οριστεί. Υψηλότεροι βαθμοί δίνονται όταν ικανοποιούνται όσο το δυνατόν περισσότερα κριτήρια.

Ακολούθησαν, πολλαπλών σημείων διασταυρώσεις και μεταλλάξεις. Τα καλύτερα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν όταν η πιθανότητα μετάλλαξης ήταν $p=0.01$ και η πιθανότητα διασταύρωσης ήταν $p=0.6$. [37].

Ανάλογα αποτελέσματα αναφέρουν οι Yeh και Lin (2007), στην προσπάθεια τους να βελτιστοποιήσουν το πρόγραμμα των νοσοκόμων χωρίς νέες προσλήψεις. Το πρόγραμμα σχεδιάστηκε με τέτοιο τρόπο, ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες ροής των ασθενών στα επείγοντα περιστατικά. Μετά μέσω του ΓΑ, αναζητήθηκε ένα περισσότερο ευέλικτο εργασιακό πρόγραμμα του νοσοκομειακού προσωπικού, με σκοπό τη μείωση του χρόνου αναμονής των ασθενών. Ως αποτέλεσμα αυξήθηκαν τα ποσοστά ικανοποίησης των ασθενών αλλά και η ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών [39].

Οι Aickelin και Dowsland (2004), διαπίστωσαν την άμεση προσαρμογή ΓΑ στην επίλυση προβλημάτων των προγραμμάτων εργασίας των νοσοκόμων. Στην παραπάνω έρευνα η κωδικοποίηση των πληροφοριών έχει ως εξής:

Δείκτες:

1. $i=1, \dots, n$, ο δείκτης που υπολογίζει τον αριθμό του νοσηλευτικού προσωπικού.
2. $j=1, \dots, m$, ο αριθμός των βάρδιών.
3. $k=1, \dots, 14$, ο αριθμός που δείχνει τη μέρα ή νύχτα (αν είναι από 1 μέχρι 7 τότε είναι μέρα αλλιώς, 8-14 είναι νύχτα). Το 1 αντιστοιχεί στη Δευτέρα και αντιπροσωπεύει μέρα, ενώ το 8 είναι πάλι η Δευτέρα αλλά αντιστοιχεί στη νύχτα.
4. $s=1, \dots, p$ η τιμή που παίρνει η συνάρτηση κόστους.

Μεταβλητές απόφασης:

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{αν η νοσοκόμα } i \text{ δουλεύει την βάρδια } j \\ 0 & \text{αλλιώς} \end{cases}$$

Παράμετροι:

n = αριθμός νοσηλευτικού προσωπικού

m = αριθμός βάρδιών

p = το σκορ της συνάρτησης κόστους

$$a_{jk} = \begin{cases} 1, & \text{αν η βάρδια } j \text{ καλύπτει τη μέρα/νύχτα } k \\ 0, & \text{αλλιώς} \end{cases}$$

$$q_{is} = \begin{cases} 1, & \text{αν η νοσοκόμα } i \text{ έχει σκορ } s \text{ ή μεγαλύτερο} \\ 0, & \text{αλλιώς} \end{cases}$$

P_{ij} = κόστος(σκορ) προτίμησης, η νοσοκόμα i να δουλεύει τη βάρδια j

N_i = οι βάρδιες ανά εβδομάδα για τη νοσοκόμα i εάν οι βάρδιες τη νύχτα έχουν δουλευτεί

D_i = οι βάρδιες ανά εβδομάδα για τη νοσοκόμα i εάν οι βάρδιες τη μέρα έχουν δουλευτεί

B_i = οι βάρδιες ανά εβδομάδα για τη νοσοκόμα i εάν και οι βάρδιες τη μέρα και οι βάρδιες για τη νύχτα έχουν δουλευτεί

R_{ks} = η ζήτηση από τις νοσοκόμες με σκορ s τη μέρα/νύχτα k

F_i = αριθμός επιτυχημένων βάρδιών για τη νοσοκόμα i , όπου F_i είναι:

$$F_i = \begin{cases} \sum a_{jk} = D_i & \text{για } k=1 \text{ μέχρι } 7, \text{ για τις ημερήσιες βάρδιες ή} \\ \sum a_{jk} = N_i & \text{για } k=8 \text{ μέχρι } 14, \text{ για τις βραδινές βάρδιες ή} \\ \sum a_{jk} = B_i & \text{για } k=1 \text{ μέχρι } 14, \text{ για τις συνδυασμένες βάρδιες} \end{cases}$$

Στόχος είναι η ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους για όλες τις νοσοκόμες, δηλαδή το $\sum p_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$ για όλα τα i και j .

Έχουμε:

- $d_{ks} = 1$ εάν υπάρχουν ακόμα νοσοκόμες που να ζητάνε βάρδια στη μέρα k με βαθμό s αλλιώς, $d_{ks} = 0$.
- $a_{jk} = 1$ εάν η βάρδια j καλύπτει μέρα k αλλιώς $a_{jk} = 0$.
- w_s είναι η αξία κάλυψης μιας ακάλυπτης βάρδιας με σκορ s .
- w_p είναι η αξία της τιμής της βάρδιας για τις νοσοκόμες p_{ij} .

Το μικρότερο δυνατό σκορ είναι $(100 - p_{ij})$ και το μεγαλύτερο δυνατό είναι το 100.

Έτσι τα σκορ υπολογίζονται ως:

$$s_{ij} = w_p(100 - p_{ij}) + \sum w_s q_{is} (\sum a_{jk} d_{ks})$$

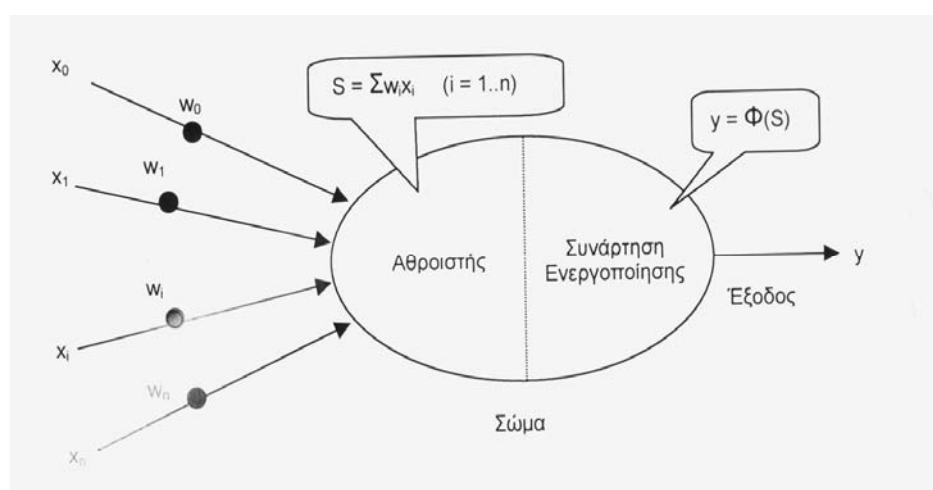
έχουμε: w_{demand} είναι η τιμή της ποινής.

Οπότε η συνάρτηση που πρέπει να ελαχιστοποιήσουμε γίνεται:

$$\sum p_{ij} x_{ij} + w_{\text{demand}} \sum \max[R_{ks} - \sum q_{is} a_{jk} x_{ij}; 0] \rightarrow \min [36].$$

4.3 ΤΝΔ και Πληροφοριακά Συστήματα Νοσοκομειακών Μονάδων

Τα ΤΝΔ είναι μοντέλα που αποτελούνται από διάφορα επίπεδα μονάδων επεξεργασίας. Δίνεται η είσοδος στο πρώτο επίπεδο, γίνεται το πρώτο στάδιο επεξεργασίας και το αποτέλεσμα της επεξεργασίας εισέρχεται στο δεύτερο επίπεδο για επεξεργασία κ.ο.κ. Η μονάδα επεξεργασίας μπορεί να θεωρηθεί ως ένας τεχνητός νευρώνας. Κάθε νευρώνας αθροίζει πληροφορία από άλλους νευρώνες, στη συνέχεια τη μετατρέπει με μη γραμμικό τρόπο στην κατάλληλη μορφή και τη μεταφέρει σε επόμενους νευρώνες. Η επίδραση ενός νευρώνα σε έναν άλλο εξαρτάται από τη βαρύτητα της μεταξύ τους διασύνδεσης. Τα ΤΝΔ χρησιμοποιούνται για να αποδείξουν αν τα εξεταζόμενα μοντέλα, που βασίζονται σε αυτές τις απλές αρχές, μπορούν να εκτελέσουν τους υπολογισμούς που είναι γνωστό ότι εκτελεί ο ανθρώπινος εγκέφαλος. Τα ΤΝΔ, ως μαθηματικό μοντέλο, αποτελούν μια από τις κυριότερες μεθόδους τεχνητής νοημοσύνης. Στο σχήμα 4.4 απεικονίζεται η δομή ενός τεχνητού νευρώνα [13].



Σχήμα 4.4: Δομή τεχνητού νευρώνα

Τα ΤΝΔ με βάση την αρχιτεκτονική τους διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- Πρόσθιας τροφοδότησης: η πληροφορία ρέει από το επίπεδο εισόδου προς το επίπεδο εξόδου (προς μία κατεύθυνση)
- Ανατροφοδότησης: η πληροφορία επιστρέφει σε προηγούμενο επίπεδο που με τη σειρά του ανατροφοδοτεί το κρυφό στρώμα (δεν υπάρχει μόνο μία κατεύθυνση πληροφοριών).

Τα ΤΝΔ εκπαιδεύονται με τρεις κυρίως τρόπους:

- Με εποπτεία: Το σύνολο προτύπων περιέχει τόσο διανύσματα εισόδου όσο και διανύσματα εξόδου. Ο στόχος της εκπαίδευσης είναι η ελαχιστοποίηση του καθολικού σφάλματος και η προσαρμογή των τιμών των σωστών βαρών με τέτοιο τρόπο ώστε όταν διαβιβάσουμε στο δίκτυο τη σωστή είσοδο αυτό να αναπαράγει τη σωστή έξοδο.
- Χωρίς εποπτεία: Το σύνολο προτύπων περιέχει μόνο διανύσματα εισόδου τα οποία ομαδοποιούνται με βάση τα κοινά τους χαρακτηριστικά. Ο στόχος είναι και εδώ η ελαχιστοποίηση μιας συνάρτησης σφάλματος.
- Με ανταγωνισμό: Οι νευρώνες ανταγωνίζονται για το ποιος θα συμμετάσχει πιο ενεργά στην εκπαίδευση και κάποιος από αυτούς

χαρακτηρίζεται ως ο νικητής νευρώνας. Το επιθυμητό αποτέλεσμα είναι η αναπαράσταση μιας κλάσης διανυσμάτων εισόδου από ένα και μοναδικό νευρώνα εξόδου. Με τον τρόπο αυτό η κλάση του κάθε διανύσματος ταυτοποιείται από τον μοναδικό νευρώνα που ενεργοποιείται σε κάθε περίπτωση.

Μερικά είδη ΤΝΔ ανάλογα με τη μέθοδο εκμάθησης που χρησιμοποιούν:

1. Ανατροφοδοτούμενο-Back Propagation
2. RBF-Radial Basis Function Network
3. SOM-Self Organizing Map
4. Πιθανοκρατικά

Στο σχήμα 4.5 παρουσιάζονται μερικά είδη νευρωνικών δικτύων, το είδος της εκπαίδευσης που επιδέχονται, η αρχιτεκτονική τους καθώς και η εφαρμογή τους σε διαδικασίες εξόρυξης δεδομένων.

Μοντέλο	Είδος Εκπαίδευσης	Τοπολογία	Λειτουργία
ART Networks	Χωρίς εποπτεία	Ανατροφοδοτούμενο	Ομαδοποίηση
ARTMAP Networks	Με εποπτεία	Ανατροφοδοτούμενο	Κατηγοριοποίηση
Back Propagation	Με εποπτεία	Feed Forward	Κατηγοριοποίηση, μοντελοποίηση, επεξεργασία χρονοσειρών
RBF Networks	Με εποπτεία	Feed Forward	Κατηγοριοποίηση, μοντελοποίηση, επεξεργασία χρονοσειρών
Probabilistic Neural Networks	Με εποπτεία	Feed Forward	Κατηγοριοποίηση
Kohonen Feature Map	Χωρίς εποπτεία	Feed Forward	Ομαδοποίηση
LVQ Networks	Με εποπτεία	Feed Forward	Κατηγοριοποίηση
Recurrent Back Propagation	Με εποπτεία	Ανατροφοδοτούμενο (κατά ένα τμήμα του)	Μοντελοποίηση, επεξεργασία χρονοσειρών

Σχήμα 4.5: Χαρακτηριστικά ΤΝΔ

ΝΕΥΡΩΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ BACK PROPAGATION

- Πολυ-επίπεδο νευρωνικό δίκτυο πρόσθιας ανατροφοδότησης
- Εκπαίδευση με εποπτεία
- Εφαρμογή του κανόνα εκμάθησης του Back Propagation

Η εκπαίδευση του αποτελείται από τρία στάδια. Αρχικά, υπολογίζεται κάποιο διάνυσμα εισόδου. Στη συνέχεια, ξεκινώντας από τους νευρώνες επιπέδου εξόδου και οδεύοντας προς τα πίσω, υπολογίζεται η τιμή του σφάλματος του κάθε νευρώνα. Τέλος, υπολογίζονται οι νέες τιμές των βαρών με τη βοήθεια των παλιών τιμών, της τιμής του σφάλματος καθώς επίσης και της τιμής του συντελεστή εκπαίδευσης.

ΝΕΥΡΩΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ RBF (RADIAL BASIS FUNCTION NETWORK)

Είναι ένα δίκτυο πρόσθιας τροφοδότησης, τριών στρωμάτων. Λειτουργεί με εποπτεία στο εξωτερικό στρώμα χωρίς την εποπτεία στο κρυφό(ενδιάμεσο στρώμα). Η συνάρτηση ενεργοποίησης νευρώνων για το κρυφό στρώμα είναι συνήθως κάποια Gaussian, ενώ η συνάρτηση ενεργοποίησης των νευρώνων εξόδου είναι γραμμική. Η εκπαίδευση γίνεται με την ταυτοποίηση των κέντρων και η προσαρμογή των βαρών των νευρώνων επιπέδου εξόδου γίνεται με τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων.

ΝΕΥΡΩΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ SOM (SELF ORGANIZING MAP)- Kohonen.

Αποτελείται από ένα επίπεδο εισόδου και ένα επίπεδο εξόδου οι νευρώνες του οποίου είναι τοποθετημένοι στους κόμβους ενός διδιάστατου πλέγματος. Δεν υπάρχει κρυφό στρώμα. Είναι δίκτυο πρόσθιας τροφοδότησης και λειτουργεί με εκπαίδευση χωρίς εποπτεία.

Για κάθε πρότυπο εισόδου:

- Ο κάθε νευρώνας του πλέγματος υπολογίζει την έξοδό του
- Ταυτοποιείται ο νευρώνας που δίνει τη μεγαλύτερη έξοδο, ο οποίος χαρακτηρίζεται ως ο νικητής νευρώνας
- Τα βάρη του νικητή νευρώνα αναβαθμίζονται στις νέες τιμές τους ενώ το ίδιο συμβαίνει και με τα βάρη των νευρώνων που βρίσκονται εντός περιοχής συγκεκριμένης ακτίνας με κέντρο το νικητή νευρώνα.

Σκοπός των ΤΝΔ είναι να παρατηρηθεί σύγκλιση των τιμών των λύσεων. Σε περίπτωση που δεν συγκλίνουν, γίνεται έλεγχος της μεταβολής του μέσου τετραγωνικού σφάλματος σε συνάρτηση με το χρόνο. Αν παραμένει σταθερό, γίνεται εκ νέου εκπαίδευση με διαφορετικές τιμές βαρών. Αν η τιμή έχει εγκλωβιστεί σε ένα τοπικό ελάχιστο, τότε προσθέτουμε στα βάρη τυχαίο θόρυβο και επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία. Σε δεύτερο στάδιο γίνεται τροποποίηση του δικτύου με την προσθήκη κρυφών στρωμάτων ή/και κρυφών νευρώνων. Σε τρίτο επίπεδο, μεταβάλλεται η αναπαράσταση των δεδομένων με στόχο την αναγωγή στην πιο βέλτιστη μορφή.

Ένα σωστά εκπαιδευμένο νευρωνικό δίκτυο μπορεί να παράγει αποδεκτά, από πλευράς ακρίβειας, αποτελέσματα, σε σύντομο υπολογιστικό χρόνο. Η συγκεκριμένη ιδιότητα αποτελεί και το βασικό τους πλεονέκτημα. Η προσέγγιση της λύσης μέσω ενός νευρωνικού δικτύου έχει ιδιαίτερη αξία στις περιπτώσεις χρονοβόρων αναλύσεων, όπου απαιτείται μία ταχύτερη εκτίμηση της συμπεριφοράς των φορέων.

Τα ΤΝΔ βρίσκουν εφαρμογή σε ένα πολύ ευρύ φάσμα προβλημάτων. Στον τομέα της επεξεργασίας σημάτων βοηθούν στην αφαίρεση θορύβου, στη μοντελοποίηση σήματος κ.α. Στον τομέα των συστημάτων ελέγχου συμβάλλουν στον έλεγχο διαφόρων διεργασιών. Επιπλέον, ΤΝΔ περιέχονται στην αναγνώριση προτύπων, στην αναγνώριση προσώπου και φωνής, στην αυτόματη διάγνωση και στην πρόταση φαρμακευτικής αγωγής με βάση τα συμπτώματα ενός ασθενή, στην πρόβλεψη τιμών μετοχών, στην αποτίμηση ρίσκου καθώς και σε προβλήματα συνδυαστικής βελτιστοποίησης. Ακόμη, τα ΤΝΔ έχουν εφαρμοστεί σε πλειάδα προβλημάτων, όπως στην ανάλυση αξιοπιστίας κατασκευών με στόχο στην πρόβλεψη των αποτελεσμάτων της ανάλυσης, σε προβλήματα βέλτιστου σχεδιασμού όπου οι απαιτούμενες τιμές των περιορισμών για κάθε νέο σχεδιασμό προέρχονται από την πρόβλεψη ενός κατάλληλου ΤΝΔ. Επίσης, έχουν εφαρμοστεί σε προβλήματα θραυστομηχανικής. [41].

Η εφαρμογή των ΤΝΔ στα πληροφοριακά συστήματα των νοσοκομειακών μονάδων βρίσκεται ακόμα σε αρχικό στάδιο. Η διαπίστωση αυτή επιβεβαιώνεται από τις ελάχιστες σχετικές βιβλιογραφικές αναφορές, όπως αναφέρουν οι Buchaeur et al., (1999). Το πληροφοριακό σύστημα ενός νοσοκομείου, αποτελείται από πληθώρα παραμέτρων-λεπτομερειών, που στο σύνολο τους συμβάλλουν στη λειτουργικότητα του. Κατά την εισαγωγή του ασθενούς στο νοσοκομείο, αν υπάρχουν τυχόν παλαιότερα στοιχεία του, θα πρέπει να διατίθενται από το σύστημα για εξοικονόμηση χρόνου και μείωση πιθανότητας σφάλματος κατά την καταχώρηση στο σύστημα. Στο ζήτημα ορισμού των ιατρικών ραντεβού, καθοριστικοί παράγοντες είναι η ημερομηνία που προτιμά ο ασθενής, η πρόσβαση στα προσωπικά τους στοιχεία (π.χ. ιατρική ασφάλεια), τα έκτατα περιστατικά, η μετάδοση και στα υπόλοιπα συστήματα του νοσοκομείου για τα συγκεκριμένα ραντεβού. Ακόμη, είναι βασικό το σύστημα να προσαρμόζεται εύκολα και απλά σε πιθανές αλλαγές-ακυρώσεις, οπότε και να ενημερώνεται ο επόμενος ασθενής από τη λίστα εξέτασης ή αναμονής [4].

Κρίνεται σκόπιμο να γίνει μία σύντομη αναφορά στην εφαρμογή των ΤΝΔ στα μέσα μαζικής μεταφοράς. Κύριο πρόβλημα στα πληροφοριακά συστήματα των μέσων μεταφοράς είναι η μοντελοποίηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς σε διαφορετικές συνθήκες. Οπότε και απαιτείται προσεκτική και εντατική μελέτη των στοιχείων που συλλέγονται κατά τις

μετακινήσεις των ατόμων. Η πολυπλοκότητα των αστικών μέσων μαζικής μεταφοράς, καθιστά αδήριτη την ανάγκη ενός δικτύου που θα αποσκοπεί στην πρόβλεψη των καθημερινών μετακινήσεων. Η μοντελοποίηση των αστικών μεταφορών εξαρτάται από το μέσο που χρησιμοποιείται, την τοποθεσία και την ώρα, επηρεάζοντας τη λειτουργία των τους [21].

Η λειτουργία των νοσοκομειακών μονάδων συνδυάζει τη συνεργασία όλων των μελών τους, τόσο σε καθημερινή βάση όσο και σε επείγοντα περιστατικά. Για αυτό το σκοπό απαιτείται πολύ καλή οργάνωση και διοίκηση, προκειμένου να παρέχονται υπηρεσίες υψηλής ποιότητας στους ασθενείς. Ωστόσο, οι περιορισμοί, εξαιτίας των τεράστιων οικονομικών δαπανών, δυσκολεύουν σε πολλές περιπτώσεις την οργάνωση του νοσοκομείου. Ο ρόλος της πληροφορικής είναι σημαντικός για τη βελτίωση της λειτουργίας των νοσοκομείων. Επίσης, τα ΤΝΔ που εφαρμόζονται πρέπει να σχεδιάζονται με επίκεντρο τον ασθενή και κύριο άξονα τα εξής σημεία: την ασφάλεια, την αποτελεσματικότητα, την προσαρμοστικότητα. Η αναπροσαρμογή και οι τροποποιήσεις των ΤΝΔ είναι άμεσα επακόλουθα της τεράστιας τεχνολογικής εξέλιξης στην πληροφορική. Άλλωστε, ο σχεδιασμός χρήσιμων και πρωτότυπων ΤΝΔ στις νοσοκομειακές μονάδες θεωρείται πρόκληση, επειδή εισέρχεται και ο ανθρώπινος παράγοντας στο διοικητικό τομέα του νοσοκομείου [2],[6].

Το κεντρικό σημείο της λειτουργίας μίας νοσοκομειακής μονάδας σχετίζεται με τον προγραμματισμό όλων των εργασιών του ιατρικού προσωπικού, των ιατρικών εξετάσεων. Πολλές φορές, ανάλογα με το βαθμό διαθεσιμότητας του νοσοκομείου, παρατηρείται συμφόρηση εργασιών, οπότε το πρόγραμμα παύει να τηρείται. Σε χώρες, όπως η Ελλάδα και η Ολλανδία συχνά η ζήτηση στα νοσοκομεία είναι μεγαλύτερη από την προσφορά, και ως αποτέλεσμα σχηματίζονται τεράστιες λίστες αναμονής. Ακόμη, και σε αυτές τις περιπτώσεις η χρήση των σωστών αλγόριθμων, μπορεί να επιφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα περιορίζοντας τις λίστες αναμονής και βελτιώνοντας τη λειτουργία του νοσοκομείου [22].

Στις μέρες μας, το ενδιαφέρον των ερευνητών επικεντρώνεται στο σχεδιασμό και την υλοποίηση ΠΣΥ, που στόχο έχουν την βελτίωση της λειτουργίας των νοσοκομειακών μονάδων. Το σπουδαιότερο ρόλο σε τέτοια συστήματα έχουν οι αλγόριθμοι με βάση τους οποίους σχεδιάζονται και πραγματοποιούνται όλες οι διεργασίες του νοσοκομείου. Για πολλά χρόνια, τα προγράμματα χαρακτηρίζονταν ως στατικά, δεν εξελισσόταν, διατηρούσαν μια σταθερή και απλή μορφή, χωρίς να λαμβάνουν υπόψη καθοριστικούς παράγοντες που θα έπρεπε να συμπεριληφθούν. Αργότερα, άρχισε να λαμβάνεται υπόψη ο παράγοντας χρόνος στις διαδικασίες προγραμματισμού. Έτσι, οδηγηθήκαμε στη σχεδίαση συστημάτων που στοχεύουν στη βελτιστοποίηση του χρόνου που απαιτούν για να εκτελεστούν οι λειτουργίες των ΠΣΥ. Τα τελευταία χρόνια, οι έρευνες εστιάστηκαν σε περισσότερο λειτουργικά και άμεσα εφαρμόσιμα, στην καθημερινή ζωή, δίκτυα. Στόχευαν στην βέλτιστη δυνατή λειτουργικότητα και αποδοτικότητα των νοσοκομειακών μονάδων. Την τελευταία δεκαετία άρχισαν με σχετικά αργούς ρυθμούς να δημοσιεύονται ερευνητικά αποτελέσματα για τα δίκτυα που χρησιμοποιούνται στα νοσοκομεία [19].

Οι πρώτοι αλγόριθμοι ΤΝΔ σχεδιάστηκαν για να βοηθήσουν τους ιατρούς στη διάγνωση αλλά και για τον προγραμματισμό της θεραπείας των ασθενών. Η αξιολόγηση αυτών των ΤΝΔ, απέδειξε ότι ήταν ιδιαίτερα δύσκολη διαδικασία, οπότε αποφασίστηκε η εφαρμογή συγκεκριμένων μόνο σημείων, ανάλογα με τα ιατρικά αποτελέσματα των εξετάσεων. Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στο σχεδιασμό ΤΝΔ για την οργάνωση των μονάδων εντατικής θεραπείας, που στόχο έχουν την άμεση και ορθή πληροφόρηση, καθώς το ΠΣΥ πρέπει να ενημερώνεται συνεχώς για την εξέλιξη της πορείας της υγείας των ασθενών. Μια σημαντική εξέλιξη των ΤΝΔ είναι η χρήση τους με σκοπό το σχεδιασμό των τρόπων θεραπείας των ασθενών, ενώ χρήσιμη είναι η εκπαίδευση του ιατρικού προσωπικού πάνω στη λειτουργία των συστημάτων αυτών.

Όπως, ήδη προαναφέρθηκε, οι νοσοκομειακές μονάδες θεωρούνται ιδιαίτερα πολύπλοκοι οργανισμοί, τόσο από την πλευρά παροχής υπηρεσιών όσο και από την πλευρά διοίκησης τους. Ο κύριος στόχος όλων των ΤΝΔ, που εφαρμόζονται σε αυτά είναι η προσφορά υπηρεσιών υψηλής ποιότητας με σχετικά χαμηλό οικονομικό κόστος. Επιπρόσθετα, ένα λειτουργικό ΠΣ συνεισφέρει στη γενική βελτίωση των υπηρεσιών του νοσοκομείου.

Μελλοντικά, στα ΠΣΥ, πρέπει μέσω των κατάλληλων αλγορίθμων να λαμβάνονται υπόψη προβλήματα, που συχνά αντιμετωπίζουν τα νοσοκομεία, όπως ο σωστός προγραμματισμός των ωρών εργασίας του νοσηλευτικού προσωπικού και οι ώρες λειτουργίας των εργαστηρίων. Με βάση τα σημερινά δεδομένα, χάνεται πολύτιμος χρόνος επειδή το προσωπικό και τα εργαστήρια δεν απασχολούνται στο μέγιστο δυνατό επιτρεπτό βαθμό. Ιδιαίτερη έμφαση, πρέπει πάντα να δίνεται και στις επείγοντες καταστάσεις που προκύπτουν εξαιτίας των αιτιήσεων των ασθενών ή της πορείας της θεραπείας τους. Από όλα όσα προαναφερθήκαν, είναι εμφανές ότι ο χώρος των νοσοκομειακών μονάδων είναι εντελώς διαφορετικός από άλλους χώρους όπως για παράδειγμα των μέσων μεταφοράς, όπου τυχόν λάθη μπορούν να διορθωθούν όταν διαπιστωθούν. Στον τομέα της υγείας τα λάθη πρέπει να προβλεφθούν και να διορθωθούν πριν εμφανιστούν, εξαιτίας της σημασίας των ΠΣΥ για την υγεία των ατόμων. Οπότε, καθίσταται αναγκαίος ο σχεδιασμός ενός δικτύου προγραμματισμού της λειτουργίας του νοσοκομείου, που θα δοκιμαστεί στον προγραμματισμό των θεραπειών, στις ιατρικές εξετάσεις και στη διοίκηση του νοσοκομείου γενικότερα [19].

Στα νοσοκομεία, τα ΠΣ που χρησιμοποιούνται πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους πολλές παράμετροι, όπως τα εργαστήρια, οι φαρμακευτικές αγωγές των ασθενών, τα χειρουργεία και τα επείγοντα περιστατικά. Ειδικότερα, ο προγραμματισμός και η σχεδίαση των εξετάσεων, που πρέπει να πραγματοποιήσουν οι ασθενείς σε ένα νοσοκομείο, είναι μία ενδιαφέρουσα εφαρμογή των ΤΝΔ, ιδίως όταν η επικοινωνία μεταξύ των εργαστηρίων των νοσοκομείων είναι δύσκολη και δεν εφαρμόζεται εξαιτίας της ασυμβατότητας μεταξύ των επιμέρους ΠΣ που υπάρχουν σε ένα νοσοκομείο. Για παράδειγμα όταν απαιτούνται πολλές εξετάσεις για έναν ασθενή, τα εργαστήρια οφείλουν να συνεργαστούν κατάλληλα, ώστε να μειωθεί ο χρόνος αναμονής των ασθενών. Τα ΤΝΔ για τέτοιου είδους εφαρμογές, στηρίζονται στο σχεδιασμό διαφορετικών αλγορίθμων, ώστε να λαμβάνεται υπόψη η γνώμη των ασθενών, όταν αυτή ζητείται, κατά τον προγραμματισμό των ιατρικών εξετάσεων. Για τις ανάγκες των ΤΝΔ λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα σημεία: οι ασθενείς, τα εργαστήρια, ο εργαστηριακός εξοπλισμός, το προσωπικό του νοσοκομείου (γιατροί, νοσοκόμοι, τεχνικοί), οι ιατρικές εξετάσεις και η ζήτηση για αυτές.

Προκειμένου να εξυπηρετηθούν τυχόν επείγοντα περιστατικά, ένας αριθμός προτεραιότητας χαρακτηρίζει κάθε ασθενή. Ακόμη, το κάθε περιστατικό αξιολογείται με ορισμένες ακόμη παραμέτρους, όπως για παράδειγμα εάν η εξέταση πραγματοποιείται για πρώτη φορά ή αν έχει γίνει και άλλη φορά στο παρελθόν, καθώς και αν δε μπόρεσε να πραγματοποιηθεί λόγω έλλειψης προσωπικού ή εξαιτίας τεχνικών προβλημάτων. Επίσης, ο εξοπλισμός κατηγοριοποιήθηκε ανάλογα με τα εργαστήρια και ενδεχομένως ο ίδιος εξοπλισμός να βρίσκεται σε περισσότερα από ένα εργαστήρια. Σημαντικός παράγοντας είναι και ο χρόνος, που πιθανώς να χρειάζεται μεταξύ δύο διαδοχικών εξετάσεων σε διαφορετικά εργαστήρια, αλλά και η δυνατότητα να πραγματοποιούνται διαφορετικές εξετάσεις διαδοχικά. Ένα τέτοιο σύστημα, θα πρέπει να προβλέπει και ενέργειες, όπως η προετοιμασία των ασθενών και οι εξετάσεις που πρέπει να επαναλαμβάνονται τακτικά, π.χ. σε εβδομαδιαία ή μηνιαία βάση, για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Τέλος, το σύστημα παρέχει τη δυνατότητα προσαρμογής σε αστάθμητους παράγοντες, όπως για παράδειγμα νέα δεδομένα για τους ασθενείς, οπότε και απαιτείται συχνά επαναπρογραμματισμός όλων των κανονισμένων εξετάσεων [16].

Παρόμοια είναι και η εφαρμογή που ασχολείται με τη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού των ιατρικών εξετάσεων των ασθενών. Οι ερευνητές επεσήμαναν την ιδιαιτερότητα των νοσοκομειακών μονάδων, εξαιτίας του μεγάλου αριθμού των εργαζομένων και των ασθενών. Τονίστηκε, επίσης ότι είναι αναγκαία η συνεργασία μεταξύ των διαφόρων εργαστηρίων που υπάρχουν μέσα σε ένα νοσοκομείο, καθώς τα αποτελέσματα των εξετάσεων πρέπει να είναι έτοιμα εντός των χρονικών ορίων, όπως καθορίζονται από τους γιατρούς. Τα δεδομένα αυτά πρέπει να είναι διαθέσιμα ανά πάσα στιγμή σε κάθε τμήμα του νοσοκομείου. Στο συγκεκριμένο σύστημα, οι γιατροί τοποθετούσαν τα δεδομένα-τις ιατρικές δηλαδή εξετάσεις που έπρεπε να πραγματοποιηθούν και σχεδιάζονταν το πρόγραμμα ανάλογα με τον απαιτούμενο εξοπλισμό για την κάθε εξέταση. [14]

Στη συνέχεια αναφέρεται η εφαρμογή ενός ΤΝΔ με στόχο τον προσδιορισμό και τον προγραμματισμό της εργασίας του νοσηλευτικού προσωπικού. Τα ΤΝΔ μπορούν να εντοπίσουν και να προσδιορίσουν άμεσα τη λύση σε διάφορα προβλήματα, προσαρμόζοντας ανάλογα τα νέα δεδομένα που προκύπτουν. Ο σκοπός του συγκεκριμένου δικτύου, αφορούσε το σχεδιασμό ικανοποιητικών ωραρίων εργασίας του προσωπικού του νοσοκομείου, προσφέροντας καλύτερη επίβλεψη των ασθενών και βελτιώνοντας την ποιότητα του συστήματος υγείας. Ταυτόχρονα, είναι διαθέσιμο το ιστορικό του ασθενή, τυχόν επιπλοκές που μπορεί να παρατηρηθούν, ενώ συχνά το αρχικό ιατρικό πλάνο μεταβάλλεται με την εμφάνιση επειγόντων περιστατικών. Ας σημειωθεί ότι υπάρχει η δυνατότητα να αντιμετωπίζονται κάποια προβλήματα βάσει το ιατρικό πλάνο και την αγωγή, με βάση τα οποία αντιμετωπίστηκαν παρόμοια περιστατικά στο παρελθόν. Για το σκοπό αυτό, τα διάφορα προβλήματα και οι τρόποι αντιμετώπισης τους κρατούνται στη μνήμη του δικτύου, ώστε να είναι άμεσα δυνατή η ανάκτηση τους με στόχο την υποστήριξη της ιατρικής απόφασης. Εκτός από αυτά, αποθηκεύονται και επιπλέον πληροφορίες, σχετικά με την εξέλιξη της υγείας του ασθενούς και τις εναλλακτικές θεραπείες. Οι δραστηριότητες του νοσηλευτικού προσωπικού χωρίστηκαν σε έμμεσες και άμεσες, ανάλογα με το εάν έπρεπε να πάρουν οδηγίες ή όχι από τους γιατρούς, ενώ καθοριστικό ρόλο σε όλο το δίκτυο είχε ο χρόνος που αφιέρωναν σε κάθε ασθενή. Βέβαια, προέκυψαν και ορισμένα προβλήματα κατά τη λειτουργία του δικτύου, επειδή οι νοσηλευτές δεν ήταν εξοικειωμένοι με τα πληροφοριακά συστήματα και έπρεπε να εκπαιδευτούν. Ακόμη, η αποτελεσματικότητα του δικτύου είχε άμεση σχέση με τον αριθμό των ασθενών που αναλαμβάνει ο κάθε νοσηλευτής [2].

Η χρησιμότητα των ΤΝΔ στα πληροφοριακά συστήματα των νοσοκομείων, εκτός από την καλύτερη λειτουργία που παρέχει, έχει και ως αποτέλεσμα ο ασθενής να παραμένει στο νοσοκομείο μικρότερο χρονικό διάστημα, εφόσον τηρείται σειρά προτεραιότητας ανάλογα με τα περιστατικά. Επομένως, κάθε νοσοκομείο σχεδιάζει το κατάλληλο ΠΣ με βάση τους στόχους του και τις ανάγκες του. Τα νοσοκομεία αναγκαστικά κάποια στιγμή θα πρέπει να μεταβάλλουν τα δίκτυα προγραμματισμού, εφόσον δε θα είναι πλέον λειτουργικά και αποδοτικά. Ωστόσο, μέχρι στιγμής ελάχιστα ΤΝΔ, έχουν διαμορφωθεί με βάση όλα τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ενός νοσοκομείου [6].

Μια ακόμη εφαρμογή που τονίζεται, είναι ένα ΠΣ, όπου τα δεδομένα κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τα προβλήματα των ασθενών, με σκοπό να βοηθηθούν οι γιατροί στη διάγνωση. Εκτός από τη φυσική κατάσταση του ασθενούς, καταγράφονται και οι δραστηριότητες του, καταλήγοντας στον καλύτερο δυνατό τρόπο θεραπείας. Κατά την εφαρμογή του συγκεκριμένου δικτύου, οι γιατροί δήλωσαν ότι υστερούσε σε λειτουργικότητα και χρησιμότητα, επισημαίνοντας ότι οι ίδιοι χρειάζονταν περισσότερη εκπαίδευση. Ακόμη, η απουσία αναφοράς της κλινικής κατάστασης του ασθενούς σε χρονολογική σειρά δυσχέραινε το έργο των γιατρών. Το συγκεκριμένο σύστημα περιλαμβάνει καταγραφή και αξιολόγηση της εξέτασης, του προγραμματισμού και της εκτέλεσης της θεραπείας αλλά και επιπρόσθετες πληροφορίες ανάλογα με την κλινική κατάσταση του ασθενούς. Στην πράξη, ο γιατρός θα μπορούσε απλά να παρατηρήσει τα αποτελέσματα των εξετάσεων του ασθενούς και να ξεκινήσει την κατάλληλη θεραπεία. Έτσι όμως θα αφιέρωνε περισσότερος χρόνο στην καταγραφή της εξέλιξης της υγείας του ασθενούς που δε βοηθά στο σχηματισμό μίας γενικότερης εικόνας της κατάστασης του ασθενούς. Επομένως, το πρόγραμμα πιθανώς να βοηθήσει τους γιατρούς δίνοντας τους κατευθύνσεις για τον τρόπο θεραπείας, χωρίς, ωστόσο να βοηθά αποτελεσματικά το έργο τους. Συνεπώς, ενδείκνυται μόνο για τους ασθενείς που εισάγονται στο νοσοκομείο για σύντομο χρονικό διάστημα, και όχι για εκείνους που έχουν σοβαρά προβλήματα υγείας και νοσηλεύονται για μεγάλο χρονικό διάστημα.[3].

4.4 ΑΛ και Πληροφοριακά Συστήματα Νοσοκομειακών Μονάδων

Η ΑΛ είναι μια επέκταση της Κλασσικής Αριστοτέλειας λογικής. Τα ασαφή συστήματα μπορούν να λειτουργούν σε περιβάλλον ασάφειας και αβεβαιότητας και δίνουν αποτελέσματα που έχουν νόημα για τον άνθρωπο. Πλησιάζουν δηλαδή στην ανθρώπινη λογική. Είναι ιδανικό εργαλείο για την λήψη αποφάσεων. Χαρακτηριστικό πλεονέκτημα της ΑΛ είναι ότι μπορεί και λειτουργεί, αλλά και αναλύει, συστήματα, τα οποία χαρακτηρίζονται από πολυπλοκότητα. Η ΑΛ δίνει μια ικανοποιητική λύση στη λεγόμενη αρχή του ασυμβίβαστου: «Καθώς η πολυπλοκότητα ενός συστήματος αυξάνει, η ικανότητα μας να προβαίνουμε σε ακριβείς και σημαντικές δηλώσεις για τη συμπεριφορά του μειώνεται μέχρι να φθάσουμε σε ένα όριο πέρα του οποίου ακρίβεια και σημαντικότητα καθίστανται σχεδόν αμοιβαίως αποκλειόμενα χαρακτηριστικά». Είναι προφανές ότι η αρχή αυτή είναι απόρροια της κβαντικής αρχής της απροσδιοριστίας του Heisenberg. Ένας ασαφές σύστημα στην ουσία μπορεί να δημιουργηθεί κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να εμπεριέχει τις «ειδικές γνώσεις» που απαιτούνται για την εκτίμηση ενός αντικειμένου. Ουσιαστικά η «ειδική γνώση» κωδικοποιείται μέσα στο σύστημα ΑΛ. Για αυτό το λόγο τα ασαφή συστήματα λέγονται και «Έμπειρα συστήματα» (Expert systems) [42].

Η ΑΛ αποτελεί μέθοδο για την επίλυση ή την προσέγγιση λύσεων σε προβλήματα που χαρακτηρίζονται από πολυπλοκότητα, ασάφεια και αβεβαιότητα. Η θεωρία, η τεχνολογία και οι εφαρμογές της ΑΛ έχουν σημειώσει τα τελευταία χρόνια ταχύτατη ανάπτυξη και αποτελούν πλέον αξιόπιστο και εύχρηστο εργαλείο σε πολλές επιστημονικές και ερευνητικές περιοχές.

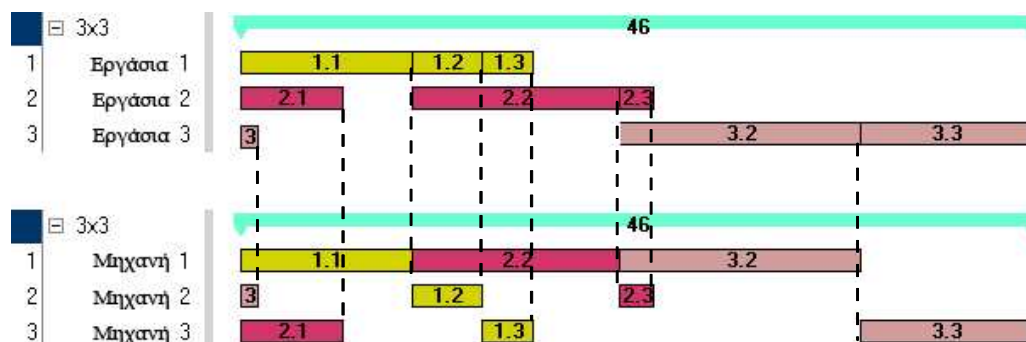
Οι ιδιότητες της ΑΛ, που τη διαφοροποιούν από τη θεωρία των πιθανοτήτων είναι οι εξής:

- η ΑΛ δεν είναι ασαφή, καθώς παράγονται αποτελέσματα, γίνεται αναπαράσταση ανακριβούς ή αδιευκρίνιστης γνώσης.
- η ΑΛ διαφέρει από την πιθανότητα, καθώς καθορίζεται σωστό ένα γεγονός (για αυτό η ασάφεια εκφράζεται συχνά ως αμφιβολία και όχι σαν ανακρίβεια
- η σχεδίαση των ασαφών συνόλων είναι εύκολη
- τα ασαφή συστήματα είναι σταθερά και μπορούν να ελεγχθούν για την αξιοπιστία τους
- τα ασαφή συστήματα δεν είναι ΤΝΔ, ένα ασαφές σύστημα προσπαθεί να εντοπίσει την τομή, την ένωση και το συμπλήρωμα των ασαφών μεταβλητών ελέγχου
- η ΑΛ αποτελεί έναν τρόπο αναπαράστασης και ανάλυσης πληροφοριών ανεξάρτητα από συγκεκριμένες εφαρμογές

Επομένως, η ΑΛ είναι μία παραστατική και συλλογική διαδικασία, που δε μπορεί να επιλύσει όλα τα προβλήματα, αλλά βοηθά στη μοντελοποίηση δυσεπίλυτων προβλημάτων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συστήματα υψηλού επιπέδου αυτόματου ελέγχου (αναγνώριση ήχου και εικόνας, αυτόματο σχέδιο, ανάκτηση δεδομένων, ανάλυση ρίσκου, ανίχνευση σφάλματος κ.λπ.), στην ιατρική (ιατρική διάγνωση, ρομπότ νοσοκόμους, τεχνητά μέλη), στις επιχειρήσεις (συστήματα διοίκησης και απόφασης, μάρκετινγκ, σύμβουλος επιχειρήσεων και επένδυσης, αυτοματοποίηση γραφείου), στις ανθρωπιστικές και κοινωνικές επιστήμες (ψυχολογία, δημόσια παιδεία κ. ά). [35]

Στα συστήματα της ΑΛ χρησιμοποιούνται διαγράμματα Gantt, για τις διεργασίες της κάθε μηχανής και για τις διεργασίες της κάθε εργασίας. Όπως προκύπτει από το παρακάτω σχήμα τόσο το πρώτο όσο και το δεύτερο διάγραμμα στον οριζόντιο άξονα είναι ο χρόνος ενώ στον κατακόρυφο άξονα το πρώτο έχει ενδεικτικά τρεις εργασίες, ενώ το δεύτερο τρεις διαφορετικές μηχανές. Όποτε μία διεργασία χρονοπρογραμματίζεται τότε «ζωγραφίζεται» ταυτόχρονα και στα δύο διαγράμματα Gantt. Για κάθε μηχανή οι λειτουργίες που εκτελεί απεικονίζονται με μια μπάρα (time item) κατά μήκος του άξονα του χρόνου όπου φαίνεται η εξέλιξη κάθε εργασίας στις μηχανές [35]. Αυτό αντιστοιχίζεται με τα εργαστήρια (μηχανές) των νοσοκομείων και τις εξετάσεις(εργασίες) που πρέπει να πραγματοποιηθούν σε αυτά. Η

ΑΛ βρίσκει εφαρμογή σε περιπτώσεις όπου πρέπει να μεγιστοποιηθεί ο αριθμός των εξετάσεων που θα πραγματοποιηθούν στα νοσοκομειακά εργαστήρια. Δίνεται ως είσοδος ο αριθμός των διαθέσιμων θαλάμων εξέτασης και εργαστηρίων, η μέγιστη εξυπηρετική δυνατότητα τους ανά ημέρα καθώς επίσης και οι απαιτήσεις των ασθενών. Το ΠΣΝ εφαρμόζει συστήματα ΑΛ προκειμένου να εξεταστούν όσο το δυνατόν περισσότεροι ασθενείς, πράγμα που ερμηνεύεται διαφορετικά ως τη μέγιστη δυνατή χρησιμοποίηση των θαλάμων εξέτασης και των διαφόρων εργαστηρίων.



Σχήμα 4.1: Διάγραμμα Gantt αναπαράστασης συστήματος job-shop (πηγή: Σαρρή 2006)

Στα πλαίσια του νοσοκομείου η ΑΛ καθίσταται απαραίτητη για τη λήψη αποφάσεων. Ακόμα και οι ακριβέστερες ιατρικές εξετάσεις ενέχουν βαθμό αβεβαιότητας, που εκφράζεται στην ευαισθησία της εργαστηριακής εξέτασης. Όλη η κλινική ιατρική, από τον ορισμό της απλούστερης παραμέτρου (π.χ. πυρετός) μέχρι τη διάγνωση και τη λήψη απόφασης, βασίζεται σε ασαφείς κανόνες. Αυτούς τους κανόνες προσεγγίζει και ερμηνεύει η ΑΛ.

4.5 ΠΡ και Πληροφοριακά Συστήματα Νοσοκομειακών Μονάδων

Οι ΠΡ είναι αυτόματα εργαλεία τα οποία βρίσκονται είτε στον προσωπικό υπολογιστή είτε σε κάποιον εξυπηρετητή (server) και στόχο έχουν να ανακαλύπτουν και να φιλτράρουν πληροφορίες για λογαριασμό των χρηστών τους. Μπορούν να μετακινούνται από υπολογιστή σε υπολογιστή μέσα σε δίκτυα και να αλληλεπιδρούν με άλλους πράκτορες ή υπηρεσίες του υπολογιστή με σκοπό να πετύχουν το στόχο τους. Βασίζονται στις προηγούμενες εμπειρίες τους ώστε να προσαρμόζονται στο περιβάλλον τους.

Τα συστήματα τα οποία στηρίζονται στην τεχνολογία ΠΡ μπορεί να αποτελούνται από ένα ή και περισσότερους ΠΡ. Στην περίπτωση συστημάτων πολλών πρακτόρων, αυτοί έχουν διαφορετικές ιδιότητες ο καθένας, συνεργάζονται, ανταλλάσσουν πληροφορίες με στόχο να επιλύσουν κάποιο πρόβλημα.

Οι ΠΡ ανάλογα με την ικανότητά μεταφοράς διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τους κινητούς και τους στατικούς. Επίσης, μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση των εργασιών που φέρουν σε πέρας ή του είδους της εφαρμογής που συμμετέχουν.

Κινητοί ΠΡ:

Το σκεπτικό τους είναι να μεταφέρεται η επεξεργασία στα δεδομένα και όχι τα δεδομένα στο κέντρο επεξεργασίας. Αυτό μειώνει το φόρτο εργασίας του δικτύου, αφού δεν είναι αναγκαία η μεταφορά δεδομένων και ο έλεγχος της κάθε εργασίας γίνεται τοπικά. Η χρήση της συγκεκριμένης τεχνολογίας βρίσκει εφαρμογή σε διάφορα πεδία, όπως: το ηλεκτρονικό εμπόριο, η παράλληλη επεξεργασία, η ανάκτηση πληροφοριών, τα δίκτυα επικοινωνιών και η παρακολούθηση και άμεση ειδοποίηση.

Στατικοί ΠΡ:

Όλες οι λειτουργίες γίνονται στον υπολογιστή που ανήκει ο ΠΡ. Αν χρειαστεί κάποια πρόσθετη λειτουργία που δεν περιλαμβάνεται στα χαρακτηριστικά του ΠΡ, τότε αυτή καλείται στον υπολογιστή.

Όλοι οι πράκτορες τηρούν μία τουλάχιστον από τις παρακάτω προϋποθέσεις:

1. Ανάκτηση και διαχείριση πληροφοριών
2. Σύνθεση και αναπαράσταση πληροφοριών
3. Έξυπνη βοήθεια (προσαρμογή στις αλλαγές)

Οι πιο διαδεδομένες τεχνικές για την ανάπτυξη πρακτόρων είναι:

- Προγραμματισμός από το χρήστη
- Προκαθορισμένη γνώση
- Μηχανική εκμάθηση

Ιδιαίτερο σημείο των πληροφοριακών συστημάτων, αποτελεί το γεγονός, ότι ο κάθε ασθενής αντιμετωπίζεται ξεχωριστά στον σχεδιασμό των ιατρικών εξετάσεων, για αυτό και δημιουργείται ένας διαφορετικός κάθε φορά πράκτορας (για τις προγραμματισμένες εξετάσεις του ασθενούς). Παρακάτω, θα περιγράψει σύντομα το διάγραμμα εργασίας ενός ασθενή στο σχεδιασμό των ιατρικών εξετάσεων. Ας σημειωθεί, όμως ότι η γενική ιδέα ενός συστήματος ΠΡ αντιπροσωπεύεται από μία ξεχωριστή μονάδα, (ιατρός, ασθενής), που δρα αυτόνομα. Απώτερος σκοπός είναι ο σχεδιασμός ΠΡ, που θα βοηθούν στην πιστή τήρηση του προγράμματος του νοσοκομείου [22].

Αρχικά οι ιατροί εισάγουν τις απαραίτητες πληροφορίες (το είδος δηλ. των ιατρικών εξετάσεων που πρέπει να γίνουν) στη ΒΔ. Επιπλέον, οι υπεύθυνοι των εργαστηρίων εισάγουν άλλες λεπτομέρειες, όπως η διαθεσιμότητα των θέσεων για την κάθε εξέταση. Ένας νέος ΠΡ, μέσω του οποίου λαμβάνονται όλες οι πληροφορίες για το πρόγραμμα εξετάσεων του ασθενή. Αν δεν έχει ξαναζητηθεί παρόμοια εξέταση και δεν μπορεί να γίνει ανάλογος σχεδιασμός, ένα νέο σχέδιο καταρτίζεται. Αν όμως, υπάρχει διαθέσιμο πρόγραμμα, ο ΠΡ προσπαθεί να το εντοπίσει. Στην αντίθετη περίπτωση, αναζητείται μία εναλλακτική λύση. Για έναν ασθενή, που δεν είναι σε θέση υψηλής προτεραιότητας, ο ΠΡ ενεργοποιείται σχεδιάζοντας το πρόγραμμα ή τροποποιώντας το κατάλληλα. Το ίδιο συμβαίνει και στην περίπτωση, που συμβεί ένα απρόσμενο περιστατικό. Βέβαια, σε ειδική ΒΔ, σημειώνεται η χρονική σειρά, με την οποία ζητήθηκαν οι εξετάσεις των ασθενών. Ο διαχωρισμός τους, πραγματοποιείται από τις πληροφορίες σχετικά με τη σειρά ζήτησης των εξετάσεων, τον ειδικό αριθμό αναγνώρισης του ασθενή και με τα προσωπικά του στοιχεία και ειδικότερα το χρονικό διάστημα στο οποίο μπορεί να βρίσκεται στο νοσοκομείο για τις εξετάσεις. Ανάλογα, τοποθετούνται στο σύστημα και τα ιδιαίτερα στοιχεία, που αφορούν το προσωπικό της νοσοκομειακής μονάδας και η διαθεσιμότητα τους, τα εργαστήρια, ο εργαστηριακός εξοπλισμός. Η ικανότητα του συστήματος καθορίζεται από τον αριθμό των ιατρικών εξετάσεων, που μπορούν να πραγματοποιηθούν σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, ενώ προκύπτουν κενές θέσεις με την ολοκλήρωση ορισμένων εξετάσεων ασθενών. Ωστόσο, σε ειδική βάση υπάρχουν όλες οι πληροφορίες για τα σχέδια και τις ιατρικές οδηγίες. Πιο συγκεκριμένα, περιλαμβάνονται πληροφορίες για το είδος των ιατρικών εξετάσεων, αλλά και τις οδηγίες των ιατρών. Προκειμένου, να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα του προγράμματος, ο ασθενής μπορεί να επηρεάσει σε μικρό ή και σε μεγαλύτερο βαθμό, τον προγραμματισμό των ιατρικών εξετάσεων. Για παράδειγμα, ο ασθενής μπορεί να επιλέξει ή να τροποποιήσει ορισμένα σημεία στο πρόγραμμα των ιατρικών του εξετάσεων, ενώ πιθανώς να χρειαστούν κάποια προσωπικά του στοιχεία, που δεν είχαν προβλεφθεί αρχικά. Ανάλογα, πάντα με τη διαθεσιμότητα των θέσεων στα εργαστήρια των νοσοκομειακών μονάδων, υπάρχουν εναλλακτικά σχέδια, προκειμένου να εξεταστεί ο μεγαλύτερος δυνατός αριθμός ασθενών. Κατά το σχεδιασμό του συγκεκριμένου λογισμικού, μετρήθηκαν ο χρόνος πραγματοποίησης των εξετάσεων, που επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως ο αριθμός των εξετάσεων, η πιθανότητα τροποποίησης του προγράμματος σε περίπτωση επειγόντων

περιστατικών, και τα εναλλακτικά προγράμματα. Ας σημειωθεί ότι οι εναλλακτικές λύσεις του δικτύου αποθηκεύονται, ώστε να είναι διαθέσιμες όταν ζητηθούν [16].

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα σύστημα, στο οποίο οι ασθενείς ενός νοσοκομείου, μπορούν να κανονίζουν πολλά ιατρικά ραντεβού. Στο σύστημα χρησιμοποιήθηκε ο όρος «κύκλος φροντίδας της υγείας», καθώς οι περισσότερες ενέργειες των ιατρών ήταν επαναλαμβανόμενες. Ιδιαίτερη βαρύτητα δόθηκε στην αντιμετώπιση προβλημάτων που προέκυπταν κατά την εξέλιξη των ραντεβού. Οι ΠΡ δρούσαν και στις περιπτώσεις ακυρώσεων, αλλά και για να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις των ασθενών, τηρώντας, όμως, αυστηρά τη σειρά προτεραιότητας. Επιπρόσθετα, οι ΠΡ έχουν τη δυνατότητα να μεταθέτουν μεταξύ τους τα προγραμματισμένα ραντεβού, όταν απαιτηθεί. Οι ΠΡ-ασθενείς τροποποιούν το αρχικό πρόγραμμα, ανάλογα με τις ανάγκες τους, υπό την προϋπόθεση ότι όλοι οι ασθενείς είναι ικανοποιημένοι με τις αλλαγές. Με αυτό τον τρόπο μειώνεται και ο χρόνος αναμονής των ασθενών, μία καθοριστική για τους ασθενείς παράμετρος [22].

4.6 Αλγόριθμος Βελτιστοποίησης με τη Χρήση ΓΑ

Ο χρονοπρογραμματισμός είναι μέθοδος λήψης αποφάσεων που παίζει σημαντικό ρόλο στο χώρο των νοσοκομείων. Οι πρώτες εφαρμογές που έδωσαν βάση στο χρονοπρογραμματισμό ανήκαν στον τομέα της βιομηχανίας και πιο συγκεκριμένα της γραμμής της παραγωγής. Ο χρονοπρογραμματισμός ξεκίνησε να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη στις αρχές του 20^{ου} αιώνα με εργασίες του Henry Gantt. Στον σχεδιασμό διεργασιών (process planning) το βασικό αντικείμενο συζήτησης είναι το «πώς» θα χρησιμοποιηθούν οι πόροι του συστήματος προκειμένου να παραχθεί το ζητούμενο προϊόν. Στον χρονοπρογραμματισμό (scheduling), μας ενδιαφέρει το πότε και το με ποια σειρά θα γίνει η ανάθεση των διαφόρων εργασιών στα μέσα παραγωγής.

Μια εφαρμογή χρονοπρογραμματισμού πρέπει να είναι συμβατή με τεχνολογικούς και άλλους περιορισμούς που υπάρχουν κατά την διάρκεια του σχεδιασμού διεργασιών. Επίσης πρέπει να είναι βέλτιστη όσον αφορά στα κριτήρια απόδοσης.

Τα προβλήματα χρονοπρογραμματισμού διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, στα στατικά και στα δυναμικά ή στοχαστικά. Τα στατικά προβλήματα έχουν τους χρόνους εκτέλεσης των διεργασιών σταθερούς μέσα στο χρόνο και γνωστούς εκ των προτέρων. Αντίθετα, τα δυναμικά έχουν διαφορετικούς χρόνους εκτέλεσης και ακαθόριστους.

Σε προβλήματα χρονοπρογραμματισμού σε νοσοκομειακές μονάδες έχουμε τις παρακάτω παραμέτρους:

Για κάθε ιατρικό ραντεβού i έστω:

p_i : ο χρόνος εκτέλεσης

F_i : ο χρόνος ροής, δηλαδή ο συνολικός χρόνος από την ημερομηνία άφιξης του στο σύστημα μέχρι την ολοκλήρωση του

W_i : ο χρόνος αναμονής

L_i : η απόκλιση της ημερομηνίας εξέτασης σε σχέση με την προγραμματισμένη ημερομηνία εξέτασης

E_i : το χρονικό διάστημα νωρίτερης περάτωσης

T_i : το χρονικό διάστημα βραδύτερης περάτωσης.

Κάθε ραντεβού αναμένει στο σύστημα για ένα διάστημα W_i μέχρι να αρχίσει η πραγματοποίησή του, επομένως το ραντεβού που θα εξεταστεί πρώτο έχει χρόνο αναμονής μηδενικό, ενώ το δεύτερο έχει χρόνο αναμονής ίσο με το χρόνο εκτέλεσης του πρώτου

Ισχύει επίσης ότι: $W_i = F_i - p_i$

και, αν της εργασίας (k) προηγούνται οι εργασίες 1, 2, ..., $k-1$,

τότε: $W_k = p_1 + p_2 + \dots + p_{k-1}$

Σε ορισμένες περιπτώσεις παρατηρείται υπέρβαση του χρόνου πραγματοποίησης της εξέτασης κατά το χρονικό διάστημα T_i . Μπορεί επίσης μια εξέταση να ολοκληρωθεί ενωρίτερα από το χρόνο που έχει συμφωνηθεί, να υπάρξει δηλαδή μια διαφορά E_i μεταξύ ημερομηνίας εξέτασης και ημερομηνίας προγραμματισμού. Η μεταβλητή L_i για κάθε ραντεβού i ισούται είτε με T_i , οπότε $E_i = 0$, είτε με E_i , οπότε $T_i = 0$. Και στις δύο περιπτώσεις προκύπτει ένα κόστος για το σύστημα. Στην πρώτη περίπτωση, της βραδύτερης ολοκλήρωσης, δεν τηρείται η συμφωνία με τον εξεταζόμενο, πράγμα που συνεπάγεται συνήθως ένα κόστος αξιοπιστίας. Στη δεύτερη περίπτωση, της νωρίτερης ολοκλήρωσης, προκύπτει συνήθως το μόνους ολοκλήρωσης.

Με βάση τα παραπάνω, το ζητούμενο στο πρόβλημα χρονικού προγραμματισμού σε ένα ΣΟΙΡ είναι η διάταξη σε σειρά των ραντεβού (ποιο θα εκτελεστεί πρώτο, ποιο δεύτερο κ.ο.κ.), έτσι ώστε να ικανοποιούνται τα κριτήρια απόδοσης στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό. Ζητείται δηλαδή να προσδιοριστούν από ένα σύνολο $n!$ διατάξεων, εκείνες οι διατάξεις που ικανοποιούν καλύτερα τα κριτήρια.

Για την αξιολόγηση εναλλακτικών διατάξεων των εργασιών, ώστε να προκύψει η βέλτιστη, χρησιμοποιούνται διάφορα κριτήρια απόδοσης, που εξαρτώνται από τον επιθυμητό στόχο του συστήματος. Σε ένα νοσοκομειακό περιβάλλον είναι επιθυμητή η βέλτιστη εξυπηρέτηση των εξεταζομένων. Τα κριτήρια που συνήθως χρησιμοποιούνται για τη χρονική διάταξη n ιατρικών ραντεβού είναι τα εξής:

I. Μέσος χρόνος ροής $F = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_i$

Το κριτήριο αυτό μετράει το μέσο χρόνο που χρειάζεται μία εξέταση στο σύστημα. Το κριτήριο χρησιμοποιείται όταν επιδιώκεται η γρήγορη εξυπηρέτηση των ραντεβού.

II. Μέση βραδύτερη περάτωση $T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i$

Το κριτήριο μετράει το μέσο χρόνο των καθυστερήσεων. Χρησιμοποιείται με σκοπό να ελαχιστοποιηθεί ο συνολικός χρόνος επιβάρυνσης του συστήματος λόγω υπέρβασης των χρόνων αυτών.

III. Μέσος χρόνος αναμονής $W = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n W_i$

Το κριτήριο χρησιμοποιείται όταν ενδιαφέρει η ελαχιστοποίηση του χρόνου αναμονής των εξεταζομένων.

IV. Μέγιστη βραδύτερη περάτωση $T_{\max} = \max \{T_i\}$

Το κριτήριο λαμβάνει υπόψη του τη μέγιστη από τις καθυστερήσεις στην πραγματοποίηση των ραντεβού.

V. Αριθμός αργοπορημένων εργασιών N_T

Το κριτήριο μετράει το πλήθος των εργασιών, των οποίων η εκτέλεση ολοκληρώνεται μετά τον προκαθορισμένο χρόνο, και ενδιαφέρει όταν στόχος είναι η ελαχιστοποίηση του αριθμού των δυσαρεστημένων, λόγω καθυστερήσεων γενικά, εξεταζομένων.

Οι κανόνες προτεραιότητας που χρησιμοποιούνται είναι οι εξής:

- First-Come, First-Serve (FCFS): Τα ραντεβού εκτελούνται με την σειρά που ήρθαν στο σύστημα.
- Shortest Operation Time (SOT) ή Shortest Processing Time (SPT): Τα ραντεβού ταξινομούνται κατά αύξουσα σειρά όσον αφορά στον χρόνο που απαιτούν. Πρώτο πραγματοποιείται αυτό με τον μικρότερο χρόνο (το πρώτο στην σειρά) και ακολουθούν τα υπόλοιπα.
- Start date: Εκτέλεση της εργασίας με τον νωρίτερο χρόνο έναρξης
- Last-Come First-Serve (LCFS): Οι εργασίες που έφθασαν τελευταίες στο σύστημα επεξεργάζονται πρώτες.

- Random Order: Ο επόπτης ή ο χειριστής του συστήματος εκτελεί τις εργασίες με τυχαία σειρά.

Στα ΣΟΙΡ σε νοσοκομειακές μονάδες συνήθως έχουμε το πρόβλημα των n ιατρικών ραντεβού που πρέπει να κατανεμηθούν σε m ιατρεία. Για τέτοιου είδους προβλήματα ένας από τους αλγόριθμους που χρησιμοποιούνται είναι ο αλγόριθμος του Johnson.

Αλγόριθμος Johnson

Έστω ότι εφαρμόζεται για δύο ιατρεία, με γνωστούς τους χρόνους που απαιτεί η κάθε εξέταση.

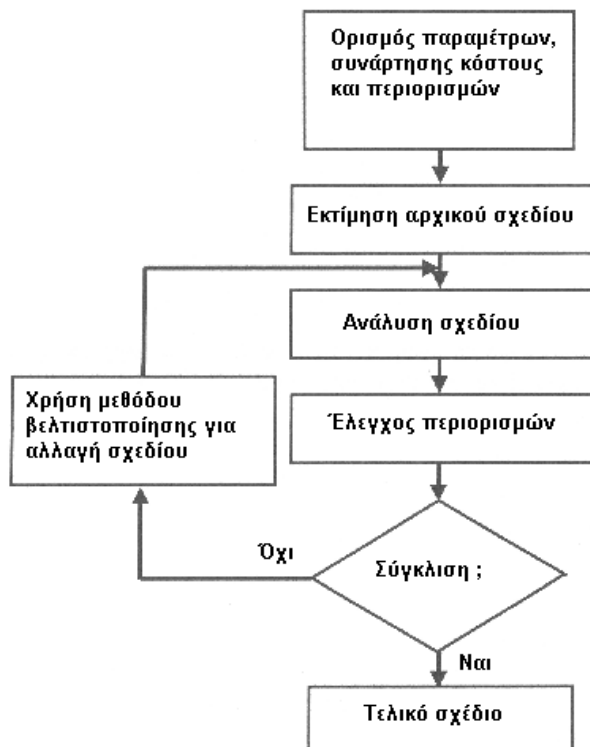
Η βέλτιστη σειρά εκτέλεσης των ραντεβού προσδιορίζεται βάσει του παρακάτω αλγόριθμου:

1. Σημείωσε τα ραντεβού και το χρόνο πραγματοποίησης τους στα ιατρεία I1 και I2.
2. Βρες το ραντεβού με το μικρότερο χρόνο πραγματοποίησης (είτε στο I1 ή στο I2).
3. Εάν ο χρόνος αντιστοιχεί στο I1, προγραμματίσε το ραντεβού πρώτο. Εάν αντιστοιχεί στο I2, προγραμματίσε το ραντεβού τελευταίο. Εάν συμβεί να έχουμε τον ίδιο χρόνο τότε γίνεται αυθαίρετα μια επιλογή.
4. Διαγραφή του επιλεγμένου ραντεβού.
5. Επανάληψη του 2, 3 και 4 χρησιμοποιώντας τον επόμενο μικρότερο χρόνο. Η διαδικασία γίνεται και από τα δύο άκρα της σειράς μέχρι να προγραμματιστούν όλες οι εξετάσεις.

Άλλες τεχνικές που εφαρμόζονται σε τέτοια προβλήματα είναι:

- Οι διαζευκτικοί γράφοι, που είναι μια μορφή αναπαράστασης του προβλήματος έτσι ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν σε αυτό αλγόριθμοι εύρεσης λύσης της θεωρίας γράφων
- Οι αλγόριθμοι Branch and Bound, οι οποίοι χρησιμοποιούν μία δυναμικά κατασκευασμένη δενδρική μορφή για να αναπαραστήσουν τον χώρο λύσεων.
- Οι μαθηματικές διατυπώσεις.
- Οι προσεγγιστικές μέθοδοι, οι οποίες αν και δεν βρίσκουν τη βέλτιστη λύση ωστόσο βρίσκουν λύσεις πολύ κοντά στις βέλτιστες.
 1. Μέθοδοι Κανόνων Διεκπεραίωσης Προτεραιότητας
 2. Μέθοδος Bottleneck

Οποιοδήποτε πρόβλημα στο οποίο πρέπει να καθοριστούν οι τιμές παραμέτρων, λαμβάνοντας υπόψη ορισμένους περιορισμούς, μπορεί να αντιμετωπιστεί ως πρόβλημα βελτιστοποίησης. Το διάγραμμα ροής μιας γενικής διαδικασίας βελτιστοποίησης σχεδίου δίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 4.6: Το μοντέλο ανάπτυξης του συστήματος

Η συνάρτηση κόστους και οι περιορισμοί εκφράζονται με μαθηματικές εκφράσεις. Σε μερικές περιπτώσεις, μπορεί να υπάρξουν δύο ή περισσότερες συναρτήσεις κόστους. Αυτό καλείται πρόβλημα βελτιστοποίησης πολλαπλών στόχων.

Η εφικτή περιοχή είναι το σύνολο όλων των λύσεων του προβλήματος που ικανοποιεί όλους τους περιορισμούς.

Η βέλτιστη λύση για ένα πρόβλημα ελαχιστοποίησης είναι η λύση με τη μικρότερη αξία «δαπανών» που ανήκει στην εφικτή περιοχή. Ομοίως, για τα προβλήματα μεγιστοποίησης, είναι η λύση με τη μεγαλύτερη «αντικειμενική αξία λειτουργίας».

Η ελαχιστοποίηση ή η μεγιστοποίηση μιας συνάρτησης κόστους $f(x)$ χωρίς οποιοδήποτε περιορισμό στο x καλείται «βελτιστοποίηση χωρίς περιορισμούς». Αντιθέτως, ένα πρόβλημα συμπεριλαμβανομένων των περιορισμών καλείται «πρόβλημα βελτιστοποίησης με περιορισμούς».

Εάν σε ένα πρόβλημα βελτιστοποίησης οι συναρτήσεις κόστους και περιορισμών είναι γραμμικές, ονομάζεται «γραμμικό πρόβλημα προγραμματισμού». Ένα «πρόβλημα προγραμματισμού ακέραιων αριθμών» είναι ένα γραμμικό πρόβλημα προγραμματισμού στο οποίο μερικές ή όλες οι μεταβλητές πρέπει να είναι μη αρνητικοί ακέραιοι αριθμοί. Διαφορετικά, καλείται «πρόβλημα προγραμματισμού μη-ακέραιων αριθμών».

Η αναζήτηση μιας βέλτιστης ρύθμισης, μιας ομαδοποίησης, ενός συνδυασμού ή μιας επιλογής διακριτών αντικειμένων καλείται «συνδυαστική βελτιστοποίηση». Ένα πρόβλημα που έχει μια τετραγωνική αντικειμενική συνάρτηση και γραμμικούς περιορισμούς καλείται «πρόβλημα τετραγωνικού προγραμματισμού».

Στο πρόβλημα βελτιστοποίησης ΣΟΙΡ μπορούμε να προσθέσουμε τους παρακάτω παράγοντες:

- Βαρύτητα: Ορίζουμε δύο κατηγορίες, σοβαρό περιστατικό και όχι-σοβαρό.
- Μεταφορά: Αν το ραντεβού είναι fixed ή όχι. Αν μπορεί να εξυπηρετηθεί άλλη μέρα ή αν όχι.

Αυτές αποτελούν εισόδους του γενετικού αλγορίθμου. Τα περιστατικά ταξινομούνται με βάση τη βαρύτητα. Πρώτα εξυπηρετούνται τα μεγαλύτερης βαρύτητας περιστατικά και στη συνέχεια τα υπόλοιπα. Σε περίπτωση που βρεθούν δύο ή περισσότερα περιστατικά με ίδια βαρύτητα τότε θα εξυπηρετείται πρώτο αυτό με το μικρότερο χρόνο εξέτασης. Οι όποιες αλλαγές προκύπτουν στις θέσεις με τις οποίες θα εξυπηρετηθούν τα ραντεβού θα πρέπει να ελέγχουν ποια ραντεβού μπορούν να αλλάξουν θέση και ποια όχι.

Επίσης, χρησιμοποιούνται συναρτήσεις bonus για την επιβράβευση των ραντεβού που εξυπηρετούνται στην ώρα τους, που δεν ακυρώθηκαν στο παρελθόν κ.α. και συναρτήσεις penalties για να «τιμωρούνται» κάποια άλλα ραντεβού που δεν ικανοποιούν τα προαναφερθέντα κριτήρια. Αυτό θα βοηθήσει στο να βρεθεί μια βέλτιστη τιμή κοντά στην οποία θα πρέπει να προσεγγίζει ο αλγόριθμος της βελτιστοποίησης. Ένας ασθενής που πηγαίνει στο νοσοκομείο για επανεξέταση θα έχει κάποια επιβράβευση ώστε να εξυπηρετηθεί πρώτος.

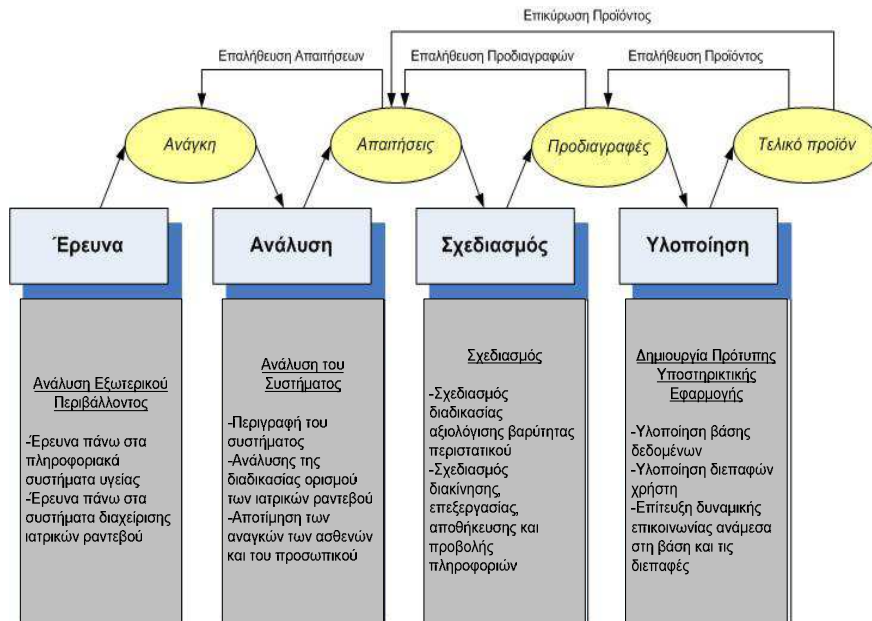
5.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο παρουσιάζεται η εφαρμογή που υλοποιήθηκε για να υποστηρίξει το υπολογιστικό τμήμα του προτεινόμενου ΠΣ διαχείρισης ραντεβού.

5.2 Μοντέλο Ανάπτυξης του Συστήματος

Το σύστημα, που αναπτύχθηκε ανήκει στο χώρο της υγείας, επομένως, οι απαιτήσεις για ακρίβεια και εγκυρότητα είναι πολύ υψηλές. Παράλληλα, το σύστημα ορισμού ιατρικών ραντεβού θα πρέπει να συνεργάζεται αποτελεσματικά με όλα τα υπόλοιπα συστήματα του νοσοκομείου. Στη διαδικασία είναι απαραίτητο να επιτρέπονται επαναλήψεις και δυνατότητες επαλήθευσης, σύμφωνα με το μοντέλο σπирάλ, ενώ σε κάθε φάση ανάπτυξης πρέπει να υπάρχουν προκαθορισμένοι στόχοι, με βάση τη συστημική ανάλυση. Επομένως, το μοντέλο της εργασίας συνδυάζει τα κυριότερα χαρακτηριστικά όλων των παραπάνω μοντέλων ανάπτυξης.

Στο σχήμα 5.1 απεικονίζεται το μοντέλο πάνω στο οποίο βασίστηκε το σύστημα. Αρχικά, έγινε έρευνα πάνω στα ΠΣ και πιο συγκεκριμένα στα ΣΟΙΡ. Μελετήθηκαν τα χαρακτηριστικά του και το κατά πόσο καλύπτουν τις ανάγκες του ιατρικού τομέα. Στη συνέχεια, ακολούθησε η μελέτη των αναγκών με γνώμονα τις οποίες σχεδιάζονται τέτοιου είδους ΠΣ. Στο σημείο αυτό έγινε μελέτη και ανάλυση του πιλοτικού συστήματος. Παράλληλα ελέγχθηκε κατά πόσο το σύστημα θα είναι σε θέση να ικανοποιήσει τις υπάρχουσες ανάγκες. Ακολούθησε ο σχεδιασμός των διαδικασιών και αλγορίθμων του συστήματος και ο έλεγχος αν το ΠΣ είναι μέσα στις προδιαγραφές των ΠΣΝ. Έπειτα σειρά είχε η εξακρίβωση ότι οι προδιαγραφές του συστήματος καλύπτουν τις απαιτήσεις και η υλοποίηση του συστήματος. Μετά την υλοποίηση, την δημιουργία δηλαδή της εφαρμογής, έγινε η επαλήθευση ότι το προϊόν καλύπτει όλα τα προαναφερθέντα κριτήρια και η επικύρωση του συστήματος.



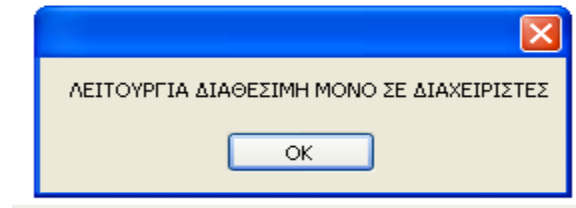
Σχήμα 5.1: Το μοντέλο ανάπτυξης του συστήματος

5.3 Χρήστες του Συστήματος

Στην εφαρμογή οι χρήστες είναι οι ίδιοι οι ιατροί. διαθέτουν προσωπικό κωδικό, καθώς και όνομα χρήστη με το οποία πιστοποιούν την ταυτότητα τους και εισέρχονται στο σύστημα. Υπάρχουν δύο είδη χρηστών, ο διαχειριστής του συστήματος και ο απλός χρήστης, που περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω.

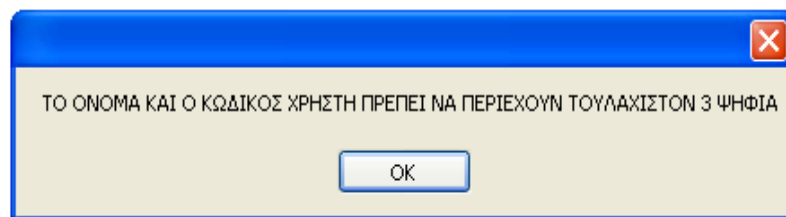
- **Διαχειριστής του συστήματος:** μετά την κατασκευή του προγράμματος ορίζεται ένας χρήστης που έχει το ρόλο του διαχειριστή του συστήματος. Έχει δυνατότητα πρόσβασης σε όλες τις εφαρμογές του προγράμματος, μπορεί να περιηγηθεί σε όλο το σύστημα και να κάνει τυχόν απαραίτητες αλλαγές, να διαγράψει, να τροποποιήσει ή να εισάγει στοιχεία για τους ασθενείς, τους ιατρούς και τα ραντεβού. Σε πολλές περιπτώσεις το ρόλο του διαχειριστή έχει ο διοικητής του νοσοκομείου ή ο διευθυντής του τομέα των εξωτερικών ιατρείων.
- **Απλός χρήστης:** είναι όλοι οι υπόλοιποι χειριστές της εφαρμογής, που δεν έχουν τη δυνατότητα να μεταβάλλουν τα στοιχεία των άλλων ιατρών, τροποποιήσεις μπορούν να γίνουν μόνο σε δικά τους στοιχεία, για λόγους ασφαλείας του συστήματος. Όλες οι αλλαγές πραγματοποιούνται υπό την προϋπόθεση ότι ο διαχειριστής έχει γνώση του θέματος. Ωστόσο, έχουν δικαίωμα πρόσβασης σε στοιχεία των ασθενών και των ραντεβού.

Αν κάποιος απλός χρήστης προσπαθήσει να τροποποιήσει τα στοιχεία κάποιου άλλου ιατρού τότε εμφανίζεται μήνυμα απαγόρευσης και αποτυγχάνει η λειτουργία αυτή. Αυτό γίνεται για να μην παραβιάζεται η ασφάλεια του συστήματος. Το μήνυμα φαίνεται στο σχήμα 5.2.



Σχήμα 5.2: Μήνυμα μη διαθεσιμότητας λειτουργίας

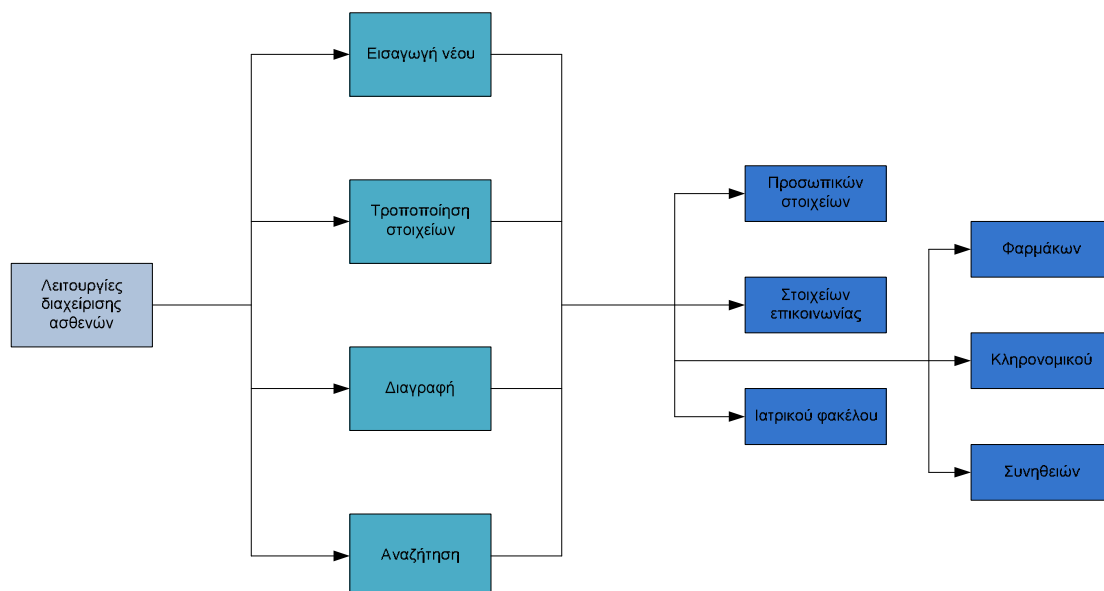
Επίσης, μήνυμα εμφανίζεται και στην περίπτωση που τα στοιχεία εισόδου έχουν μήκος μικρότερο από τρεις (3) χαρακτήρες. Τέτοια στοιχεία αποτυγχάνουν σε θέματα ασφάλειας, οπότε ζητείται από το χρήστη να δώσει μεγαλύτερο κωδικό και όνομα. Το μήνυμα απεικονίζεται στο σχήμα 5.3



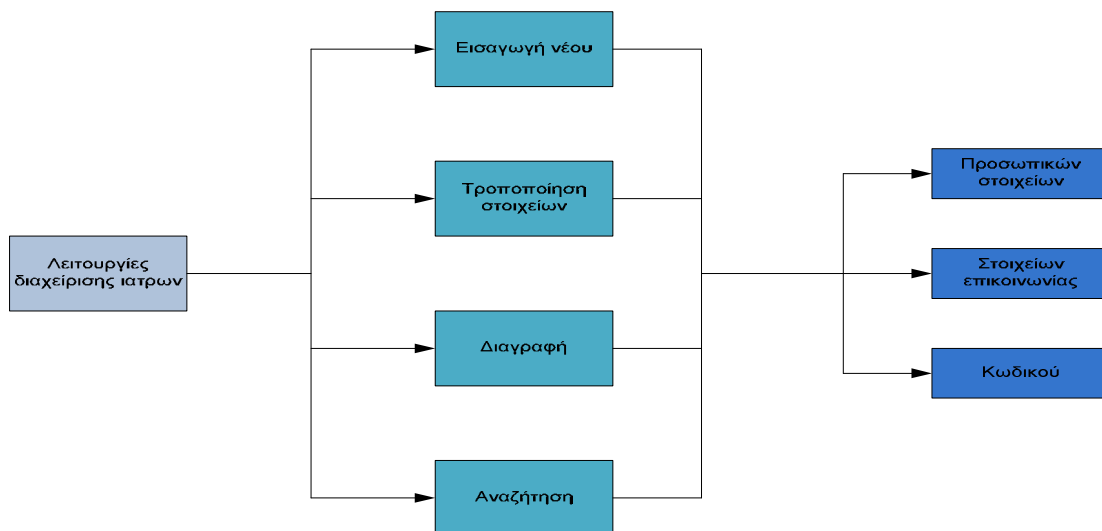
Σχήμα 5.3: Μήνυμα λανθασμένου μήκους στοιχείων

5.4 Σχεδιαγράμματα Λειτουργιών Εφαρμογής

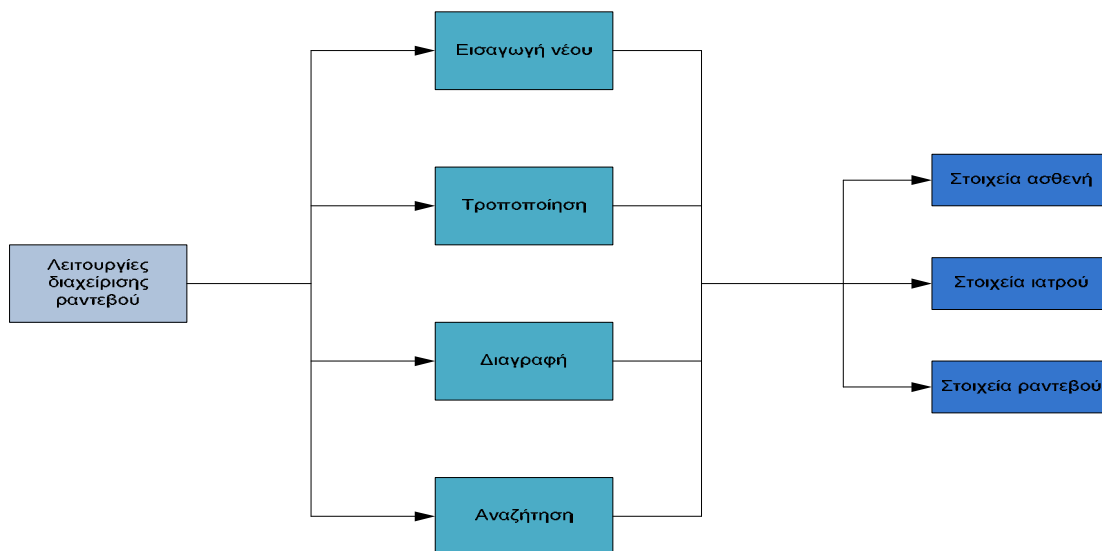
Στα παρακάτω διαγράμματα (σχήματα 5.4 - 5.6) παρουσιάζονται, σε απλή μορφή, οι λειτουργίες που παρέχονται από την εφαρμογή.



Σχήμα 5.4: Σχεδιάγραμμα διαχείρισης ασθενών



Σχήμα 5.5: Σχεδιάγραμμα διαχείρισης ιατρών



Σχήμα 5.6: Σχεδιάγραμμα διαχείρισης ραντεβού

5.5 Λειτουργίες Διαχείρισης Ασθενών

Στις λειτουργίες διαχείρισης των ασθενών ανήκουν τέσσερις υπό-ομάδες λειτουργιών, οι οποίες είναι προσβάσιμες μόνο από το πάνω μέρος του μενού της εφαρμογής. Όλες οι λειτουργίες που βρίσκονται σε αυτήν την ομάδα σχετίζονται με την εισαγωγή, διαγραφή, προβολή και διαχείριση πληροφοριών που σχετίζονται με τα στοιχεία των ασθενών. Παρακάτω επεξηγούνται οι κυριότερες επιλογές.

Ορισμός προσωπικών στοιχείων ασθενή:

Η επιλογή αυτή εισάγει τον χρήστη στη διαδικασία ορισμού προσωπικών στοιχείων για έναν ασθενή (σχήμα 5.7). Ο χρήστης εισάγει στο σύστημα στοιχεία όπως όνομα, επώνυμο, όνομα πατέρα, όνομα μητέρας, ημερομηνία γέννησης, ασφαλιστικός φορέας και αριθμός ασφάλισης. Τα στοιχεία εισάγονται με την επιλογή του κουμπιού **ΝΕΟΣ ΑΣΘΕΝΗΣ**, που λειτουργεί ως υπερ-σύνδεσμος.

Σχήμα 5.7: Καρτέλα προσωπικών στοιχείων ασθενή

Ορισμός στοιχείων επικοινωνίας:

Η επιλογή εισάγει τον χρήστη στη διαδικασία ορισμού στοιχείων επικοινωνίας για έναν ασθενή, θέτοντας τα προσωπικά του στοιχεία όπως το σταθερό και το κινητό τηλέφωνο, τη διεύθυνσή του, τη διεύθυνση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, κ.ά.

Ορισμός στοιχείων ιατρικού φακέλου:

Ο χρήστης εισάγεται στη διαδικασία ορισμού στοιχείων του ιατρικού φακέλου για έναν ασθενή. Ο χρήστης εισάγει στο σύστημα στοιχεία όπως η ημερομηνία, η διάγνωση, η αιτία, η ημερομηνία εισαγωγής, η ημερομηνία εξιτηρίου και η έκβαση κατάστασης.

Ορισμός στοιχείων φαρμάκων:

Η επιλογή οδηγεί το χρήστη στη διαδικασία ορισμού στοιχείων των φαρμάκων που χρησιμοποιεί ένας ασθενής. Ο χρήστης εισάγει στο σύστημα τα ονόματα των φαρμάκων.

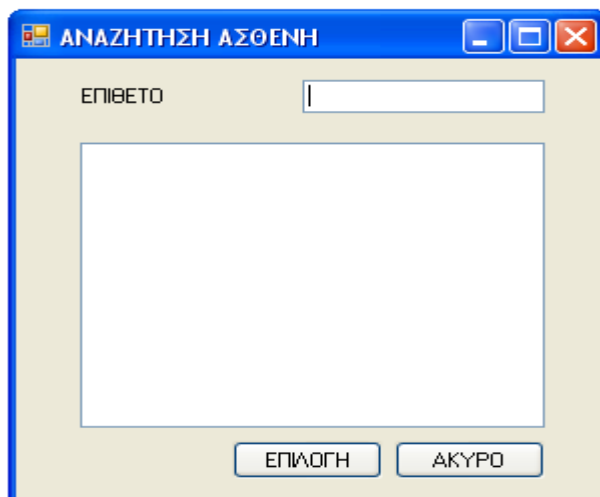
Ορισμός στοιχείων κληρονομικού:

Ο χρήστης κατευθύνεται στη διαδικασία ορισμού στοιχείων του κληρονομικού ενός ασθενή, δίνοντας τα στοιχεία κληρονομικότητας.

Ορισμός στοιχείων συνηθειών:

Η συγκεκριμένη επιλογή εισάγει τον χρήστη στη διαδικασία ορισμού στοιχείων σχετικών με τις συνήθειες που έχει ένας ασθενής.

Η διαχείριση των ασθενών ορίζει την εισαγωγή των στοιχείων αυτών, αν ο ασθενής έρχεται για πρώτη φορά στη νοσοκομειακή μονάδα. Σε περίπτωση που ο ασθενής έχει επισκεφθεί ξανά το νοσοκομείο, τότε τα στοιχεία του βρίσκονται καταχωρημένα στη ΒΔ και αναζητούνται. Δίνεται στο σύστημα το επώνυμο του ασθενή και το σύστημα αναζητά στη ΒΔ, προκειμένου να εντοπίσει τον ασθενή, οπότε εμφανίζονται στην οθόνη όλα τα στοιχεία του (σχήμα 5.8). Επίσης, υποστηρίζεται η λειτουργία να εμφανίζονται όλα τα ονόματα των ασθενών.



Σχήμα 5.8: Καρτέλα αναζήτησης ασθενή

Με αντίστοιχο τρόπο γίνονται η τροποποίηση και η διαγραφή ενός ασθενή από το σύστημα. Αρχικά γίνεται αναζήτηση με βάση το επώνυμο. Στην περίπτωση της διαγραφής επιλέγεται ο ασθενής και με επιλογή του κουμπιού **ΔΙΑΓΡΑΦΗ**, σβήνονται όλα τα στοιχεία του από τη ΒΔ του νοσοκομείου. Στην περίπτωση της τροποποίησης επιλέγεται ο ασθενής και εμφανίζονται όλα τα στοιχεία του. Αμέσως, πραγματοποιείται η αλλαγή στα επιθυμητά πεδία και στη συνέχεια γίνεται η αποθήκευση, η αντικατάσταση δηλ. των στοιχείων που υπάρχουν στη βάση με τα νέα στοιχεία.

5.6 Λειτουργίες Διαχείρισης Ιατρών

Στις λειτουργίες για την διαχείριση ιατρών ανήκουν τέσσερις υπό-ομάδες λειτουργιών, οι οποίες είναι προσβάσιμες από το πάνω μέρος του μενού της εφαρμογής. Όλες οι λειτουργίες που βρίσκονται σε αυτήν την ομάδα σχετίζονται με την εισαγωγή, διαγραφή, προβολή και διαχείριση πληροφοριών που σχετίζονται με τα στοιχεία των ιατρών.

Ορισμός προσωπικών στοιχείων ιατρού:

Ο χρήστης εισάγεται στη διαδικασία ορισμού προσωπικών στοιχείων για έναν ιατρό και τοποθετεί στοιχεία όπως το όνομα, το επώνυμο, την ημερομηνία γέννησης και την ειδικότητα (σχήμα 5.9). Τα στοιχεία εισάγονται με την επιλογή του κουμπιού **ΝΕΟΣ ΙΑΤΡΟΣ**, που λειτουργεί σαν υπερ-σύνδεσμος. Στην περίπτωση που η ειδικότητα του ιατρού δεν είναι καταχωρημένη τότε εισάγεται με την επιλογή του κουμπιού **ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ**. Επίσης ορίζει αν ανήκει στην κατηγορία των διαχειριστών του συστήματος.

Σχήμα 5.9: Καρτέλα προσωπικών στοιχείων ιατρού

Ορισμός στοιχείων επικοινωνίας:

Η επιλογή οδηγεί το χρήστη στη διαδικασία ορισμού στοιχείων επικοινωνίας για έναν ιατρό, όπως το σταθερό και το κινητό τηλέφωνο, η διεύθυνση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, κ.α.

Ορισμός στοιχείων κωδικού:

Ο χρήστης οδηγείται στη διαδικασία ορισμού στοιχείων του κωδικού για έναν ιατρό, και εισάγει στο σύστημα των κωδικό εισόδου και το όνομα χρήστη. Φυσικά, στο επόμενο στάδιο ζητείται επαλήθευση του κωδικού για λόγους ασφαλείας του συστήματος..

Ορισμός στοιχείων βαρδιών:

Η επιλογή κατευθύνει το χρήστη στη διαδικασία ορισμού στοιχείων για τις βάρδιες ενός ιατρού και εισάγει τις μέρες και ώρες που θα βρίσκεται ο ιατρός στο νοσοκομείο.

Η διαχείριση των ιατρών ορίζει την εισαγωγή των στοιχείων αυτών, αν ο ιατρός εργάζεται για πρώτη φορά στη νοσοκομειακή μονάδα. Σε περίπτωση που ο ιατρός εργάζεται στο νοσοκομείο, τότε τα στοιχεία του βρίσκονται καταχωρημένα στη ΒΔ και εμφανίζονται με την αναζήτηση του ιατρού (σχήμα 5.10). Δίνεται στο σύστημα το επώνυμο του ιατρού και αρχίζει η αναζήτηση στη βάση δεδομένων, για να εντοπιστεί ο γιατρός. Μετά, προβάλλονται στην οθόνη όλα τα στοιχεία του. Ένας εναλλακτικός τρόπος για την αναζήτηση, είναι η εισαγωγή στο σύστημα μόνο της ειδικότητας, οπότε εμφανίζονται όλοι οι ιατροί με τη συγκεκριμένη ειδικότητα. Επίσης, υποστηρίζεται η λειτουργία να εμφανίζονται όλα τα ονόματα των ιατρών.

Σχήμα 5.10: Καρτέλα αναζήτησης ιατρού

Αντίστοιχα, πραγματοποιείται η τροποποίηση και η διαγραφή ιατρού. Προηγείται η αναζήτηση με βάση το επώνυμο, στην περίπτωση της διαγραφής επιλέγεται ο ιατρός και με κλικ στο κουμπί διαγραφή, σβήνονται όλα τα στοιχεία του από τη ΒΔ του νοσοκομείου. Στην περίπτωση της τροποποίησης επιλέγεται ο ιατρός μόλις εμφανιστούν όλα τα στοιχεία του, μεταβάλλονται τα επιθυμητά πεδία και στη συνέχεια γίνεται η αποθήκευση, η αντικατάσταση δηλ. των παλιών στοιχείων που υπάρχουν στη βάση με τα νέα .

5.7 Λειτουργίες Διαχείρισης Ραντεβού

Στις λειτουργίες για τη διαχείριση των ιατρικών ραντεβού υπάρχουν διαθέσιμες λειτουργίες που συνδέονται με την εισαγωγή, τη διαγραφή, την προβολή και τη διαχείριση πληροφοριών που σχετίζονται με τα στοιχεία των ιατρικών ραντεβού

Για τη δημιουργία νέου ραντεβού ενημερώνεται η καρτέλα με τα στοιχεία του ασθενή, ακολουθεί η επιλογή της ειδικότητας και τέλος η επιλογή του ιατρού. Επιλέγεται ο ιατρός και στη συνέχεια εμφανίζονται στο ημερολόγιο οι μέρες που είναι διαθέσιμος προκειμένου να προσδιοριστεί η μέρα και ώρα εξέτασης. Γίνεται επιλογή της μέρας και εμφανίζονται οι διαθέσιμες ώρες που μπορεί να δεχτεί κάποιον για εξέταση ο ιατρός. Από αυτές επιλέγεται μία και στη συνέχεια γίνεται επιβεβαίωση για το κλείσιμο του ραντεβού. Εναλλακτικά, υποστηρίζεται η λειτουργία της αυτόματης επιλογής. Ο χρήστης πατάει το αντίστοιχο κουμπί και στην οθόνη εμφανίζεται μήνυμα με την πρώτη διαθέσιμη χρονοθυρίδα στο συγκεκριμένο ιατρό. Σε περίπτωση αποδοχής από το άτομο που θα προσέλθει για εξέταση, γίνεται επιβεβαίωση της χρονοθυρίδας και κράτηση του ραντεβού. Σε αντίθετη περίπτωση, γίνεται αναζήτηση για την επόμενη διαθέσιμη χρονοθυρίδα. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρι να βρεθεί αποδεκτή χρονοθυρίδα.

Σχήμα 5.11: Καρτέλα για το κλείσιμο ραντεβού

Στο σχήμα 5.12 παρουσιάζεται η καρτέλα του ραντεβού, με όλα τα στοιχεία του ιατρού, του ατόμου που θα εξεταστεί, καθώς και η ημερομηνία εξέτασης.

Σχήμα 5.12: Καρτέλα ραντεβού

6.1 Συμπεράσματα και Μελλοντικές Κατευθύνσεις

Οι ταχύτατες τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα των ΠΣ, καθιστούν επιτακτική την προσαρμογή των συστημάτων υγείας στα νέα δεδομένα. Η ανανέωση του διαθέσιμου λογισμικού στις υπηρεσίες υγείας, είναι απαραίτητες προκειμένου να ικανοποιηθούν οι ανάγκες των ασθενών. Από το ΠΣΥ, εξαρτάται η επικοινωνία της εξωτερικής και της εσωτερικής ροής των πληροφοριών, καθώς η λειτουργία των εφαρμογών τους. Η ανάπτυξη νέων συστημάτων έχει ως στόχο τη μείωση των ιατρικών λαθών, την αύξηση της αποδοτικότητας του προσωπικού και συνολικά την καλύτερη οργάνωση του νοσοκομείου.

Στο πλαίσιο της πτυχιακής παρουσιάστηκε ένα ολοκληρωμένο μοντέλο ανάπτυξης ΣΟΙΡ για τη διαχείριση των πληροφοριών που σχετίζονται με το ιατρικό προσωπικό, τους εξεταζόμενους και τα ιατρικά ραντεβού σε μια νοσοκομειακή μονάδα. Από την επισκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας σχετικά με την ανάπτυξη ΠΣ διαπιστώθηκε πως η μεθοδολογία που εφαρμόζεται σε κάθε περίπτωση προσαρμόζεται στις απαιτήσεις και στις δυνατότητες του εκάστοτε έργου, καθώς και στους στόχους που πρέπει να επιτευχθούν λαμβάνοντας υπόψη το διαθέσιμο ανθρώπινο δυναμικό.

Εκτός από την περιγραφή της παρούσας διαδικασίας, επιβάλλεται η μελέτη των αναγκών και των δυνατοτήτων των χρηστών (νοσηλευτικού και ιατρικού προσωπικού), των οποίων η εξοικείωση με τα υπολογιστικά συστήματα βρίσκεται ακόμα σε πρωταρχικό στάδιο. Μοντέλα για την ανάλυση της ομάδας των χρηστών που έχουν επικυρωθεί σε αντίστοιχες περιπτώσεις του εξωτερικού, είναι πολύ πιθανόν να μην προσαρμόζονται στα ελληνικά δεδομένα. Συνεπώς, είναι αδίρητη η ανάγκη για την ανάπτυξη μεθόδων που θα ανταποκρίνονται στις ελληνικές συνθήκες, αποσκοπώντας στη βελτίωση του υπάρχοντος συστήματος υγείας.

Επιπλέον, υπάρχει απαίτηση για καινοτόμες και ουσιαστικές παρεμβάσεις στον τρόπο εργασίας και οργάνωσης των διαδικασιών ορισμού των ραντεβού στις νοσοκομειακές μονάδες. Ειδικότερα, στο συγκεκριμένο χώρο της παροχής υπηρεσιών υγείας στην Ελλάδα, σε πολλές περιπτώσεις θα είναι η πρώτη φορά που θα εισαχθούν αυτοματοποιημένα συστήματα, και επομένως θα πρέπει όλες οι δραστηριότητες να επανασχεδιαστούν, προκειμένου να ενσωματώνουν τα νέα συστήματα και να χρησιμοποιούνται αποτελεσματικά όλες οι παρεχόμενες δυνατότητες.

Όσο αφορά στο στάδιο της ανάπτυξης της κύριας εφαρμογής, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην αποτίμηση των πληροφοριακών αναγκών των εμπλεκόμενων καθώς και στην ορθή και εύχρηστη ανάπτυξη των διεπαφών που θα καθορίσουν την αλληλεπίδραση των χρηστών με το σύστημα. Για την εξασφάλιση της επιτυχίας ενός πληροφοριακού συστήματος, επιβάλλεται όχι μόνο ο συνεχής έλεγχος αλλά και η ανανέωση, ανάλογα με τις νέες ανάγκες που προκύπτουν και τις νέες τεχνολογικές δυνατότητες. Εντούτοις, η θεμελίωση των σωστών βάσεων κατά τον αρχικό σχεδιασμό ενός τέτοιου συστήματος, είναι ο καθοριστικός παράγοντας, που καθορίζει την επιτυχία ή όχι των συστημάτων πληροφορικής.

Θα ήταν παράλειψη να μη σχολιαστούν οι τεράστιες δυνατότητες των μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης στη βελτιστοποίηση διαδικασιών που αφορούν στον προσδιορισμό βαρδιών και ραντεβού ενός ΠΣ. Αν και η χρήση τους στα ΠΣΥ είναι ακόμα σε ερευνητικό στάδιο, όπως αποδεικνύεται από το σχετικά μικρό αριθμό αναφορών στη διεθνή

βιβλιογραφία, ωστόσο τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά. Οι συγκεκριμένες εφαρμογές συμβάλλουν στην καλύτερη οργάνωση του ΠΣ του νοσοκομείου, καταλήγοντας στην παροχή υπηρεσιών υψηλής ποιότητας στους ασθενείς. Άλλωστε, η φύση των συστημάτων που χρησιμοποιούνται στα νοσοκομεία, χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα πολύπλοκη, εξαιτίας του μεγάλου αριθμού των παραμέτρων, που πρέπει να εισαχθούν και των επειγόντων περιστατικών. Μελλοντικά, εκτιμάται ότι η χρήση αυτών των συστημάτων θα αποτελεί μέρος της κλινικής ρουτίνας.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Abbas N., (2006), Choosing the Appropriate Strategy for a Particular Software Development Project
- [2] Bajo J., de Paz J.F., de Paz Y., Corchado J. M., (2008). Intergrating case-based planning and RPTW neural networks to construct an intelligent environment for health care. Expert Systems with Applications, article in press.
- [3] Bossen C., (2007). Evaluation of a computerized problem-oriented medical record in a hospital department: Does it support daily clinical practice? International Journal of Medical Informatics 76, pp 592-600.
- [4] Buchaeur A., Ammenwerth E., Haux R., (1999). Requirements Index for information Processing in Hospitals. Proceedings from the 44th Annual Conference of the GMDS.
- [5] Celikoglu h.B., Cigizoglu H.K., (2007). Public transportation trip flow modeling with generalized regression neural networks. Advances in Engineering Software 38, pp 71-79.
- [6] Decker K., Li J., Coordinated Hospital Patient Scheduling. Proceedings of the third international conference on multi agent systems Paris, France, pp 104-111.
- [7] <http://www.chooseandbook.nhs.uk/>
- [8] <http://www.google.gr/>
- [9] <http://www.hyperlog.gr/el/products/software/CLI10/cli11.php>
- [10] <http://www.medisign.gr/products/mos/screenshots/>
- [11] <http://www.microsoft.com/sql/editions/express/default.mspix>
- [12] http://www.phileleftheros.com/main/showarticle_prt.asp?id=515413
- [13] <http://www.wikipedia.gr>
- [14] Kokkotos S., Ioannidis E.V., Spyropoulos CD., (1997). A system for efficient scheduling of patient tests in hospitals. Med. Information 22, pp 179-190.
- [15] Kushniruk, A. (2002). Evaluation in the design of health information systems: application of approaches emerging from usability engineering. Computers in Biology and Medicine 32:141-149
- [16] Marinagi C.C., Spyropoulos C.D., Papatheodorou C., Kokkotos S., (2000). Continual planning and scheduling for managing patient tests in hospital laboratories. Artificial Intelligence in Medicine 20, pp 139-154.
- [17] Samaras, G.M. Horst R.L. (2005). A systems engineering perspective on the human-centered design of health information systems. Journal of Biomedical Informatics 38: 61-74
- [18] Smith, J. (2000) Health management Information Systems. A Handbook for decision makers. Open University Press, Buckingham, Philadelphia
- [19] Spyropoulos C.D., (2000). AI planning and scheduling in the medical hospital environment. Artificial Intelligence in Medicine 20, pp 101-111.
- [20] Stallings W., Επικοινωνίες Υπολογιστών και Δεδομένων, Εκδόσεις Τζιόλα.

- [21] Tortum A., Yayla N., Gokdag M., (2008). The modeling of mode choices of ontercity freight transportation with the artificial neural networks and adaptive neuro-fuzzy inference system, *Expert Systems with Applications*, article in press.
- [22] Vermeulen I., Bohte S., Somefun k., La Poutre H., (2007). Multi-agent Pareto appointment exchanging in hospital patient scheduling, *SOCA* pp 185–196.
- [23] Αποστολάκης Ι., Πληροφορικά Συστήματα Υγείας, Εκδόσεις Παπαζήση.
- [24] Καραπέτσης Σ., Φρυδάς Δ., Παναγιωτόπουλος Κ., Μαγκλάρης Β., Καρούνου Β., Μωραΐτης Β., Φαινέκος Κ., Σύστημα Ηλεκτρονικών Καρτών Υγείας.
- [25] Μαντάς Ι., Hasman A., Πληροφορική της Υγείας, Εκδόσεις Πασχαλίδη.
- [26] Μπότσης Τ., Χαλκιώτης Σ., Πληροφορική Υγείας, Εκδόσεις Διάυλος.
- [27] Παπαθεοδώρου Χ., Πληροφορικά Συστήματα, Διαφάνειες μαθήματος
- [28] Σύστημα Πληροφορικής Γενικού Νοσοκομείου Λαμίας
- [29] Σύστημα Πληροφορικής Ι.Κ.Α. Ξάνθης
- [30] Σύστημα Πληροφορικής Κέντρου Υγείας Στυλίδας(Λαμία)
- [31] Τριπολίτη Ε., (2005), Ιατρική Πληροφορική, Διαφάνειες μαθήματος
- [32] Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας, 1998. Ολοκληρωμένα πληροφοριακά συστήματα νοσοκομείων. Μελέτη που εκπονήθηκε από την «01-Πληροφορική Α.Ε.»
- [33] Βερυκάκη Γ.Ι και Παπαγιάννη Χ.Α 2003. Βελτιστοποίηση σχεδίασης ευφούς κεραίας με τη χρήση γενετικών αλγορίθμων. Διπλωματική εργασία, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Τομέας συστημάτων μετάδοσης πληροφορίας και τεχνολογίας υλικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- [34] Σακελλαρίου Φ. 2007. Σύνθεση συστημάτων κατεργασιών με βάση εναλλακτικά φασεολογία. Διπλωματική εργασία, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- [35] Σαρρή Μ-Ε. 2006. Αξιοποίηση Ασαφούς Λογικής Στη Διαμόρφωση Πλάνου Παραγωγής. Διπλωματική εργασία, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Τομέας Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- [36] Aickelin U., Dowsland K. 2004. An indirect Genetic Algorithm for a nurse-scheduling problem. *Computers & Operations Research* 31 761–778
- [37] Puente J., Gomez A., Fernandez I., Priore P., 2008. Medical doctor rostering problem in a hospital emergency department by means of genetic algorithms. *Computers & Industrial Engineering* article in press.
- [38] Shaw K. J., Fleming P.J., 2000. Genetic algorithms for scheduling: incorporation of user preferences, *Transactions of the Institute of Measurement and Control*, 22, 195-210.
- [39] Yeh G.Y., Lin W.S., 2007. Using simulation technique and genetic algorithm to improve the quality care of a hospital emergency department. *Expert Systems with Applications* 32, 1073–1083.
- [40] <http://el.wikipedia.org>.
- [41] http://users.civil.ntua.gr/papadrakakis/files/Abstracts/Abs_Lagarou_NN.pdf
(Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα στην Ανάλυση και Βέλτιστο Σχεδιασμό Κατασκευών).
- [42] <http://el.science.wikia.com>.

- [43] Τσιακούλης Ο, Bahombwa G., 2003. Σχεδίαση ευφρών κεραιών με τη χρήση γενετικών αλγορίθμων. Διπλωματική εργασία, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΝΠΣ:	Νοσοκομειακά Πληροφοριακά Συστήματα
ΠΣ:	Πληροφοριακό Σύστημα
ΠΣΥ:	Πληροφοριακό Σύστημα Υγείας
ΒΔ:	Βάση Δεδομένων
ΠΣΔ:	Πληροφοριακό Σύστημα Διοίκησης
ΗΦΑ:	Ηλεκτρονικός Φάκελος Ασθενή
ΣΟΙΡ:	Σύστημα Ορισμού Ιατρικών Ραντεβού
Ι.Κ.Α:	Ίδρυμα Κοινωνικών Ασφαλίσεων
MOS:	Medical Operation System
ΓΑ:	Γενετικοί Αλγόριθμοι
ΤΝΔ:	Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα
ΑΛ:	Ασαφής Λογική
ΠΡ:	Πράκτορες

