



**ΑΝΟΙΚΤΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΚΥΠΡΟΥ**

**ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ  
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ  
Διοίκηση Επιχειρήσεων (ΜΔΕ)

## **ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΜΑΣΤΕΡ**

**Η Χρήση Big Data στον Κλάδο Υπηρεσιών Υγείας**

**Τιμολέων - Χρυσόστομος Χατζηκυριαζής**

Επιβλέπων Καθηγητής  
Χρήστος Αλεξιάκης

Μάιος 2019

**Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου**

**Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης**

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών**

***Διοίκηση Επιχειρήσεων***

**Μεταπτυχιακή Διατριβή**



**Η Χρήση Big Data στον Κλάδο Υπηρεσιών Υγείας**

**Τιμολέων – Χρυσόστομος Χατζηκυριαζής**

**Επιβλέπων Καθηγητής  
Χρήστος Αλεξάκης**

**Μάϊος 2019**

**Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου**

**Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης**

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών**

***Διοίκηση Επιχειρήσεων***

**Μεταπτυχιακή Διατριβή**



**Η Χρήση Big Data στον Κλάδο Υπηρεσιών Υγείας**

**Τιμολέων – Χρυσόστομος Χατζηκυριαζής**

**Επιβλέπων Καθηγητής  
Χρήστος Αλεξιάκης**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στη Διοίκηση Επιχειρήσεων (ΜΔΕ) από τη Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

**Μάϊος 2019**



## Περίληψη

Στην παρούσα διατριβή, παρουσιάζονται και αναλύονται οι τεχνολογίες των Big Data και της τεχνητής νοημοσύνης. Παρουσιάζεται επίσης με ποιες άλλες τεχνολογίες συνδυάζονται και αλληλεπιδρούν και με ποιο τρόπο μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον κλάδο της υγείας.

Παρουσιάζεται το σύστημα ελέγχου στα φάρμακα και οι οδηγίες για τα ψευδεπίγραφα φάρμακα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Δείχνω με ποιους τρόπους γίνεται η ταυτοποίηση στα στάδια διανομής των φαρμακευτικών προϊόντων δηλαδή πως εφαρμόζονται οι διαδικασίες Serialization, Traceability και Aggregation κατά τα στάδια διανομής, το ευρωπαϊκό πρόγραμμα για την επαλήθευση των φαρμακευτικών προϊόντων της EFPIA καθώς και όλες τις έννοιες που συνοδεύουν τις παραπάνω διαδικασίες.

Στα κεφάλαια 3 εξηγείται ο ορισμός των Big Data και ποια είναι τα χαρακτηριστικά τους. Έπειτα βλέπουμε τις τεχνολογίες οι οποίες σχετίζονται με τα Big Data όπως είναι η τεχνολογία Cloud, Internet of Things, Data Center καθώς και το Hadoop. Παρουσιάζονται κάποιες προκλήσεις της τεχνολογία των Big Data καθώς και κάποια συμπεράσματα.

Έπειτα ορίζεται η τεχνητή νοημοσύνη και περιγράφεται η σύντομη ιστορία της καθώς και οι εφαρμογές των νευρωνικών δικτύων. Βλέπουμε πως συνδέεται με τις τεχνολογίες Machine Learning και Deep Learning και πως χρησιμοποιείται και λειτουργεί η κάθε μία. Παρουσιάζεται η ρομποτική πως αλληλοεπιδρά με τα Big Data και Data Science και σε ποιους τομείς εντοπίζονται οι προκλήσεις.

Στα δύο τελευταία κεφάλαια βλέπουμε πως τα Big Data και η τεχνητή νοημοσύνη εφαρμόζονται στην υγειονομική περίθαλψη. Συγκεκριμένα για τα Big Data αναλύεται το ηλεκτρονικό αρχείο υγείας, οι κίνδυνοι από τη χρήση των Big Data και ο αντίκτυπός τους στην υγεία. Έπειτα βλέπουμε πως εφαρμόζεται η τεχνητή νοημοσύνη στην διάγνωση και στην υποστήριξη των κλινικών αποφάσεων. Παρουσιάζεται με ποιο τρόπο βρίσκει εφαρμογή ο υπερυπολογιστής Watson της IBM στην υγειονομική περίθαλψη, τα προβλήματα του και τέλος η συμβολή της ρομποτικής στον τομέα της υγείας.

## Summary

In this dissertation, Big Data and Artificial Intelligence technologies are presented and analyzed. It is also presented which other technologies are combined and interact with Big Data and how they can be used in the health sector.

The EU's medicines control system and guidelines on falsified medicines are presented. I will show in what ways identification is made at the stages of distribution of pharmaceuticals, and how the Serialization, Traceability and Aggregation implemented at the supply chain stages, presented also EFPIA's European program for the verification of pharmaceutical products and all the concepts accompanying the above procedures are applied.

Chapter 3 explains the definition of Big Data and its characteristics. Then we see the technologies that are related to Big Data such as Cloud Computing, Internet of Things, Data Center and Hadoop. Some challenges of Big Data technology also presented as well as some conclusions.

Artificial intelligence is defined and described its short history as well as the applications of neural networks. We see how it relates to Machine Learning and Deep learning technologies and how each one is used. How Robotic is interacting with Big Data and Data Science and where the challenges are identified.

In the last two chapters we see how Big Data and Artificial Intelligence apply to health care. Specifically for Big Data, the electronic health record, the risks of using Big Data and their health impact are analyzed. Then we see how artificial intelligence is applied to the diagnosis and support of clinical decisions. It outlines how Watson's supercomputer implemented in healthcare and problems is faced. Finally we see the role of robotics in healthcare and how is being implemented.

## **Ευχαριστίες**

Ευχαριστώ την οικογένεια μου που με στήριξε σε αυτή μου τη προσπάθεια καθώς και την υπομονή που έκανε αυτά τα χρόνια.

# Περιεχόμενα

Περίληψη.....	iii
Summary.....	iv
Ευχαριστίες.....	v
<b>Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή .....</b>	<b>1</b>
<b>Κεφάλαιο 2 Σύστημα ελέγχου φαρμάκων.....</b>	<b>2</b>
2.1 Οδηγίες για τα ψευδεπίγραφα φάρμακα της Ε.Ε.....	2
2.1.1 Ορισμός ψευδεπίγραφων φαρμάκων .....	2
2.2 Ταυτοποίηση και έλεγχος στα στάδια διανομής Φαρμακευτικών Προϊόντων.....	3
2.2.1 Mass Serialization and Traceability (Μαζική Σειριοποίηση και Ιχνηλασιμότητα) .....	4
2.2.2 Πρόγραμμα για την επαλήθευση των φαρμακευτικών προϊόντων της EFPIA.....	5
2.2.3 Point-of-Dispense verification model (Μοντέλο επαλήθευσης Point-of-Dispense).....	6
2.2.4 Aggregation .....	7
2.2.5 E-Pedigree (Electronic Pedigree σύμφωνα με το νόμο της Καλιφόρνια) .....	8
2.2.6 AI Application Identifier (Δείκτης Εφαρμογής) .....	9
2.2.7 GTIN, SSCC και Serial Number.....	10
2.2.8 Σκοπός του Ελέγχου στα Φάρμακα και συμπεράσματα .....	11
<b>Κεφάλαιο 3 Big Data.....</b>	<b>13</b>
3.1 Ορισμός Big Data.....	13
3.2 Χαρακτηριστικά Big Data .....	13
3.2.1 Μορφές Δεδομένων.....	15
3.3 Big Data και Data Science.....	15
3.4 Big Data και σχετικές τεχνολογίες.....	15
3.4.1 Τεχνολογία Cloud και Big Data.....	16
3.4.2 Big Data και Internet of Things (IoT) .....	16
3.4.3 Big Data και Data Center .....	18
3.4.4 Big Data και Hadoop.....	18
3.5 Προκλήσεις Big Data .....	20
3.6 Συμπεράσματα.....	21
<b>Κεφάλαιο 4 Τεχνητή Νοημοσύνη .....</b>	<b>22</b>
4.1 Ορισμός Τεχνητής Νοημοσύνης .....	22
4.2 Σύντομη Ιστορία της Τεχνητής Νοημοσύνης .....	23



4.3 Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (ΤΝΔ) .....	23
4.3.1 Εφαρμογές Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων .....	24
4.4 Artificial Intelligence, Machine Learning και Deep Learning .....	25
4.5 Ρομποτική και Artificial Intelligence .....	26
4.5 Artificial Intelligence, Big Data και Data Science.....	27
4.6 Προκλήσεις Artificial Intelligence.....	28
4.6.1 Εργασιακές.....	28
4.6.2 Ασφάλεια .....	29
4.6.3 Επεξεργαστική Ισχύς .....	29
4.6.4 Υιοθέτηση τεχνητής νοημοσύνης από τις Επιχειρήσεις .....	29
4.7 Ζητήματα Ηθικής και Συμπεράσματα.....	30
<b>Κεφάλαιο 5 Big Data στην Υγεία .....</b>	<b>31</b>
5.1 Εισαγωγή.....	31
5.2 Εφαρμογές στην υγεία.....	32
5.2.1 Ιατρική εκπαίδευση .....	32
5.2.2 Στον τομέα των φαρμάκων .....	33
5.2.3 Ιατρική Ακριβείας.....	34
5.3 Ηλεκτρονικό Αρχείο Υγείας (EHR – Electronic Health Record) και Big Data.....	36
5.4 Κίνδυνοι από τη χρήση των Big Data στην Υγειονομική Περίθαλψη .....	37
5.5 Ο αντίκτυπος των Big Data στην υγεία .....	37
5.6 Συμπεράσματα.....	38
<b>Κεφάλαιο 6 Τεχνητή Νοημοσύνη στην Υγεία.....</b>	<b>39</b>
6.1 Εισαγωγή.....	39
6.2 Η τεχνητή νοημοσύνη στη διάγνωση.....	39
6.3 Σύστημα υποστήριξης κλινικών αποφάσεων .....	40
6.3.1 Knowledge-Based συστήματα.....	40
6.3.2 Non-Knowledge-Based συστήματα.....	41
6.4 IBM Watson στην Υγεία .....	41
6.4.1 Εφαρμογές .....	42
6.5 Ρομποτική στην Υγεία .....	43
6.5.1 Χειρουργική Ακρίβεια .....	43
6.5.2 Προσθετικά Μέλη .....	44
6.5.3 Ενδοσκοπικά Ρομπότ .....	44
6.5.4 Ρομποτική στη Φαρμακοβιομηχανία .....	44
<b>Κεφάλαιο 7 Επίλογος.....</b>	<b>46</b>

Βιβλιογραφία.....	48
Γλωσσάριο .....	60

# Κεφάλαιο 1

## Εισαγωγή

Καθώς ο κλάδος της υγείας αναπτύσσεται με ραγδαίους ρυθμούς τα τελευταία χρόνια, οι ηγέτες αυτού του κλάδου, έχουν να αντιμετωπίσουν και να ανταποκριθούν με επιτυχία στις νέες απαιτήσεις του. Η φαρμακευτική βιομηχανία καλείται να αντιμετωπίσει την αυξημένη πολυπλοκότητα στην παραγωγή φαρμάκων, με τη ζήτηση να μην είναι σταθερή λόγω των μεταβολών στην οικονομία των τελευταίων ετών, καθώς και τις συνεχώς αυξημένες προσδοκίες ποιότητας.

Ο κλάδος του φαρμάκου κατέχει μια σημαντική θέση στην ελληνική και στην παγκόσμια οικονομία. Σύμφωνα με τον ΣΦΕΕ (Σύνδεσμος φαρμακευτικών επιχειρήσεων Ελλάδος), η συνολική επίδραση του φαρμακευτικού κλάδου στο ΑΕΠ της Ελλάδας ανέρχεται στα 7,55 δις. Ευρώ, ποσό το οποίο ξεπερνά σε ποσοστό το 4% του συνολικού ΑΕΠ. Ένας τόσο μεγάλος κλάδος σε οικονομικά μεγέθη και σε σημαντικότητα, μιας και απευθύνεται στην υγεία, θα πρέπει να διαθέτει και τα κατάλληλα συστήματα ελέγχου και διασφάλισης της ποιότητας του φαρμάκου .

Η ανάγκη για ένα ισχυρό σύστημα ελέγχου στα φάρμακα είναι τεράστια καθώς ο κλάδος αυτός απευθύνεται στην υγεία του άνθρωπο και οποιοδήποτε σφάλμα συμβεί κατά την διάρκεια ζωής του φαρμάκου (από την παραγωγή μέχρι την κατανάλωσή του), έχει επίπτωση σε ανθρώπινες ζωές. Στη συνέχεια θα δούμε το πόσο σημαντικό είναι αυτό το σύστημα, θα εξετάσουμε τις μεθόδους με τις οποίες μπορεί να επιτευχθεί όπως επίσης και τις σύγχρονες οδηγίες για τα ψευδεπίγραφα φάρμακα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Falsified Medicine Directive “FMD” Compliance in EU) .

Έχουμε διανύσει μια εποχή στην οποία έχει γίνει ένα άλμα στην ψηφιοποίηση ιατρικών αρχείων καθώς φαρμακευτικές εταιρίες και άλλοι οργανισμοί έρευνες ετών όπως επίσης και δεδομένων σε τεράστιες βάσεις δεδομένων (Peter Groves, et. al., 2013). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, όλοι οι ενδιαφερόμενοι φορείς υγειονομικής περίθαλψης να έχουν πρόσβαση σε πολλά υποσχόμενα αποθέματα γνώσης. Αυτές όλες οι πληροφορίες έχουν μια μορφή Big Data (μεγάλων δεδομένων) και ονομάζεται έτσι, όχι μόνο για τον όγκο της, αλλά επίσης για την πολυπλοκότητα και την πολυμορφία της. Θα αναλύσουμε τα Big Data επόμενο κεφάλαιο και έπειτα θα δούμε πως μπορούν να χρησιμοποιηθούν και τι μπορούν να προσφέρουν στον κλάδο της υγείας.

Τέλος άλλη μια τεχνολογία η οποία είναι σημαντική στην περίπτωσή μας, είναι η τεχνητή νοημοσύνη (Artificial intelligence). Αυτή η τεχνολογία μπορεί να επαναπροσδιορίσει

τους κανόνες για την εκτέλεση πολλών λειτουργιών για τις επιχειρήσεις και τους οργανισμούς που ανήκουν στο κλάδο της υγείας. Θα δούμε τι νέο έχει να προφέρει, πως μπορεί να βελτιώσει υφιστάμενες διαδικασίες και πως μπορεί και αυτή από τη μεριά της να διασφαλίσει την ποιότητα των φαρμάκων και την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών.

## Κεφάλαιο 2

# Σύστημα ελέγχου φαρμάκων

### 2.1 Οδηγίες για τα ψευδεπίγραφα φάρμακα της Ε.Ε

Ο σκοπός των οδηγιών για τα ψευδεπίγραφα φάρμακα είναι να αποφευχθεί η είσοδος αυτών στην νόμιμη εφοδιαστική αλυσίδα ώστε να στον τελικό καταναλωτή, ο οποίος είναι ο ασθενής. Για να αναλύσουμε περαιτέρω τις οδηγίες, πρέπει πρώτα να κατανοήσουμε τι είναι τα ψευδεπίγραφα φάρμακα.

#### 2.1.1 Ορισμός ψευδεπίγραφων φαρμάκων

Τα Ψευδεπίγραφα φάρμακα είναι πλαστά φάρμακα τα οποία έχουν μεγάλες ομοιότητες με τα αυθεντικά εγκεκριμένα φάρμακα και έτσι μπορεί να θεωρηθούν ως αυθεντικά και να φτάσουν στον ασθενή μέσω της εφοδιαστικής αλυσίδας του φαρμάκου χωρίς να γίνουν αντιληπτά (J. Buzek, E. Gyori, 2011).

Τα συγκεκριμένα φάρμακα μπορεί να είναι ψευδή σε σχέση με την:

- ταυτότητά τους, συμπεριλαμβανομένου της συσκευασίας τους και των ετικετών ταυτοποίησης, το όνομά τους και της σύνθεσής τους καθώς περιέχουν χαμηλής ποιότητας συστατικά, ή παραποιημένα συστατικά, συμπεριλαμβανομένων των δραστικών ουσιών σε λάθος δοσολογία.
- την πηγή τους, το οποίο αφορά το όνομα του παραγωγού, της χώρας παραγωγής και προέλευσης
- και το ιστορικό του, δηλαδή όλα τα έγγραφα τα οποία αναφέρονται στη διανομή του και τους δίαυλους που έχουν χρησιμοποιηθεί για να φτάσουν στον τελικό καταναλωτή (GS1 AISBL, 2012).

Όλα τα παραπάνω, καθώς επίσης και το γεγονός ότι τα παραποιημένα φάρμακα δεν περνούν από τη συνήθη αξιολόγηση της ποιότητας, της ασφάλειας και της αποτελεσματικότητας που απαιτείται για την διαδικασία έγκρισης από την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), αποτελούν σημαντική απειλή για τη δημόσια υγεία.

## 2.2 Ταυτοποίηση και έλεγχος στα στάδια διανομής Φαρμακευτικών Προϊόντων

Για την ταυτοποίηση των φαρμακευτικών προϊόντων χρησιμοποιείται μια μορφή κωδικοποίησης για να μπορούν να αναγνωριστούν τα φάρμακα ως γνήσια. Η πλειονότητα των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης κωδικοποιεί τον αριθμό GS1 Global Trade Item Number (GTIN) σε γραμμικό κώδικα. Το GTIN, το οποίο θα δούμε και στη συνέχεια, περιγράφει μια οικογένεια δεδομένων του GS1 που χρησιμοποιούν έως 14 ψηφία και μπορούν να κωδικοποιηθούν με διάφορους τρόπους. (GS1 AISBL, 2016)

Ο GS1 ο οποίος είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός που αναπτύσσει και διατηρεί παγκόσμια πρότυπα για την επιχειρηματική επικοινωνία, συνιστά στα κράτη μέλη να μεταβαίνουν στο GS1 DataMatrix που περιέχει τέσσερις γραμμές κωδικοποίησης (GTIN για τον κωδικό του προϊόντος, τον σειριακό αριθμό, τον αριθμό παρτίδας και την ημερομηνία λήξης) και παρόλο που το επιτρέπει η οδηγία για τα ψευδεπίγραφα φάρμακα να μην προσθέσει εθνικό αριθμό, υποστηρίζοντας ότι αυξάνει άσκοπα την πολυπλοκότητα και το κόστος για την προμήθεια των προϊόντων. (GS1 AISBL, 2016)



Εικόνα 1: DataMatrix, Πηγή: [https://www.gs1.org/docs/gcp\\_length/rfid-barcode-interop-guideline.pdf](https://www.gs1.org/docs/gcp_length/rfid-barcode-interop-guideline.pdf)

Για τις χώρες οποίες δεν έχουν μεταβεί στο καινούριο σύστημα και χρησιμοποιούν ακόμα εθνικούς αριθμούς παλαιού τύπου, τα πρότυπα GS1 παρέχουν διάφορες προσεγγίσεις για την μετάβαση από την εθνική αρίθμηση σε ένα παγκοσμίως εναρμονισμένο σύστημα αρίθμησης και κωδικοποίησης. Συνιστά την αντικατάσταση του εθνικού αριθμού με έναν GTIN και για την εφοδιαστική αλυσίδα, ο οποίος είναι ο πιο εύκολος και αποτελεσματικότερος και στην περίπτωση που πρέπει να διατηρηθεί ο εθνικός αριθμός, να εφαρμόζεται μια κωδικοποίηση, αποκλειστικά του GTIN, στο GS1 DataMatrix και ο εθνικός αριθμός να μπορεί να αναζητηθεί με παραπομπή σε μια βάση δεδομένων χωρίς να συμπεριλαμβάνεται στο DataMatrix. (GS1 AISBL, 2016)

## 2.2.1 Mass Serialization and Traceability (Μαζική Σειριοποίηση και Ιχνηλασιμότητα)

Mass Serialization είναι η διαδικασία δημιουργίας και εφαρμογής κωδικών για την αναγνώριση με μοναδικό τρόπο κάθε ξεχωριστής οντότητας ενός προϊόντος. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας ένα μοναδικό αναγνωριστικό όπως το EPC Electronic Product Code (Ηλεκτρονικός Αριθμός Προϊόντος) ο οποίος εφαρμόζεται σε κάθε μεμονωμένη συσκευασία ενός φαρμακευτικού προϊόντος.

Το EPC αποτελεί τη γέφυρα μεταξύ της χρήσης των αναγνωριστικών GS1 και του κόσμου των RFID με βάση το γραμμικό κώδικα και μας δίνει ένα τρόπο με τον οποίο μπορούμε να κωδικοποιήσουμε τα αναγνωριστικά GS1 σε μια ετικέτα RFID (GS1, 2015). Η σήμανση των προϊόντων γίνεται συνήθως κατά την παραγωγική διαδικασία με τη χρήση κωδικών οι οποίοι μπορεί να είναι διαδοχικοί ή τυχαίοι και μπορούν να αναπαρασταθούν σε ανθρώπινη αναγνώσιμη μορφή (αλφαριθμητική) ή αναγνώσιμη από μηχανή, π.χ. barcode ή RFID το οποίο στα ελληνικά ορίζεται ως ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων. (Stephen Hess, 2007).



Gen2 RFID Tag containing  
EPC Binary Encoding  
3074257BF7194E4000001A85

Εικόνα 2: RFID, Πηγή: [https://www.gs1.org/docs/gcp\\_length/rfid-barcode-interop-guideline.pdf](https://www.gs1.org/docs/gcp_length/rfid-barcode-interop-guideline.pdf)

Η μαζική Σειριοποίηση δίνει τη δυνατότητα να μπορεί να γίνει η εφαρμογή του Tracking and Traceability (παρακολούθηση και ιχνηλασιμότητα), στις περιπτώσεις όπου χρειάζεται.

- Track: Σε ποιο σημείο της εφοδιαστικής αλυσίδας βρίσκεται το προϊόν την παρούσα στιγμή.
- Trace: Σε ποιο σημείο της εφοδιαστικής αλυσίδας βρισκόταν το προϊόν στο παρελθόν. Μπορούμε επίσης να αναζητήσουμε και να βρούμε όλα τα προηγούμενα στάδια από τα οποία έχει περάσει το προϊόν.

Στην Εικόνα 3 βλέπουμε ότι σε κάθε στάδιο της διανομής του φαρμάκου γίνεται και ένας έλεγχος – ταυτοποίηση για να μπορεί να προχωρήσει στο επόμενο, μέχρι να φτάσει στον ασθενή. Η διαδικασία αυτή ξεκινάει από τον παραγωγό και σταματάει στον τελικό

πωλητή ο οποίος είναι κάποιο νοσοκομείο ή κάποιο εγκεκριμένο σημείο πώλησης (πχ φαρμακείο).



Εικόνα 3: GS1 Standards For Identification, Πηγή: [https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/events/2016/beijing/Pharmaceutical\\_Traceability\\_Manufacturer%26Wholesalers2510.pdf](https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/events/2016/beijing/Pharmaceutical_Traceability_Manufacturer%26Wholesalers2510.pdf)

Μ' αυτό τον τρόπο μπορούν να αποφευχθούν λάθη στις φαρμακευτικές αγωγές στα φαρμακεία και στα νοσοκομεία. Δεν μπορεί να δοθεί οποιοδήποτε φαρμακευτικό σκεύασμα αν πρώτα δεν γίνει πρώτα η ταυτοποίηση του.

## 2.2.2 Πρόγραμμα για την επαλήθευση των φαρμακευτικών προϊόντων της ΕΦΡΙΑ

Η Ευρωπαϊκή Ομοσπονδία Φαρμακευτικών Βιομηχανιών και Ενώσεων (ΕΦΡΙΑ), σε συνεργασία με τη φαρμακευτική αλυσίδα λιανικής Aroteket AB, έτρεξε ένα πρόγραμμα για τη δοκιμή ενός συστήματος επαλήθευσης με βάση το φαρμακείο χρησιμοποιώντας ένα 2D DataMatrix κωδικό σε κάθε συσκευασία φαρμάκου που διανεμήθηκε. Το πρόγραμμα αυτό διεξήχθη και σε συνεργασία με τη Σουηδική Ένωση Φαρμακευτικών παραγωγών (A. Barron et. al. 2010:6).

Αυτό το πρόγραμμα διήρκησε τέσσερις μήνες περίπου και έλαβαν μέρος 25 φαρμακεία. Στο διάστημα αυτό σαρώθηκαν και επαληθεύτηκαν 95.000 πακέτα πριν διανεμηθούν τα οποία είχαν παραδοθεί από τις μεγαλύτερες φαρμακευτικές εταιρίες. Η ΕΦΡΙΑ ανέλαβε αυτό το πρόγραμμα για να αποδείξει την σκοπιμότητα και την αποτελεσματικότητα της προσέγγισης γνωστή ως "Μοντέλο επαλήθευσης Point-of-Dispense", το οποίο θα δούμε και παρακάτω, για την ενίσχυση της προστασίας των ασθενών και της ασφάλειας της εφοδιαστικής αλυσίδας (A. Barron et. al. 2010:6).

Σε συνδυασμό με τις οδηγίες για τα ψευδεπίγραφα φάρμακα, αυτό το πρόγραμμα έχει σαν στόχο τη μείωση του κινδύνου εισόδου παραποιημένων φαρμάκων στη νόμιμη αλυσίδα εφοδιασμού και για να μπορέσει να επιτευχθεί αυτό, πρέπει να ληφθεί μια σειρά

από ισχυρά και περιεκτικά μέτρα τα οποία θα προστατεύουν τη δημόσια υγεία και θα εφαρμόζονται καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του πακέτου έως τη στιγμή της διάθεσης του.

Τα βασικά αποτελέσματα της μελέτης όπως δημοσιεύτηκαν στην αναφορά των A. Barron et. al. (2010:6-7) με τίτλο “EFPIA A Product Verification Project” είναι τα εξής:

- Το μοντέλο λειτουργεί στην πράξη.
- Το σύστημα επιτρέπει την αποτελεσματική ταυτοποίηση των πλαστών συσκευασιών, καθώς και των συσκευασιών που έχουν λήξει ή πρόκειται να λήξουν σύντομα καθώς και των προϊόντων τα οποία έχουν ανακαλεστεί.
- Η διαθεσιμότητα του συστήματος και η απόδοση του επιτρέπουν στους φαρμακοποιούς να εργάζονται με κανονικούς ρυθμούς και χωρίς σημαντική πρόσθετη προσπάθεια καθώς επίσης το σύστημα είναι εύκολο στη χρήση όταν ενσωματώνεται στην ήδη υπάρχουσα ροή εργασίας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την υψηλή αποδοχή των χρηστών

Επιπλέον πορίσματα από την ανατροφοδότηση των χρηστών είναι και τα παρακάτω:

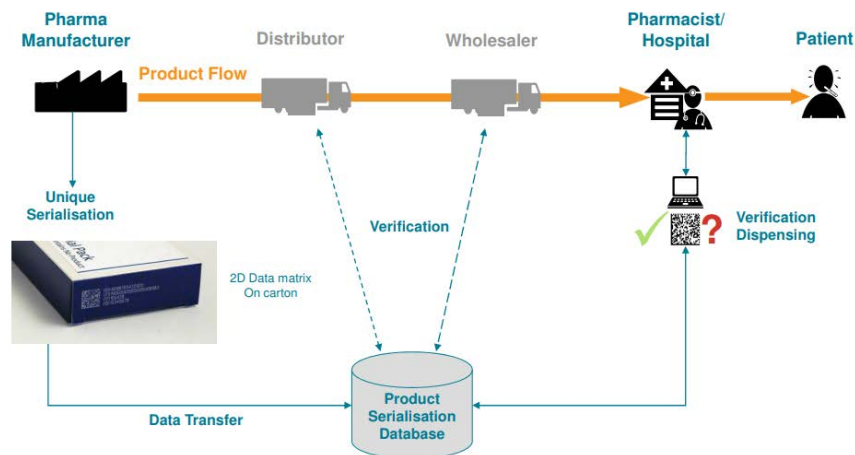
- Η παρουσία περισσότερων από ένα κωδικό ανά πακέτο προκαλεί σύγχυση στο χρήστη και μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την αποδοχή του.
- Οι φαρμακοποιοί ενδιαφέρονται να έχουν ημερομηνία λήξης και αριθμό παρτίδας σε μηχανικά αναγνώσιμη μορφή.

### **2.2.3 Point-of-Dispense verification model (Μοντέλο επαλήθευσης Point-of-Dispense)**

Η προσέγγιση για την επαλήθευση – ταυτοποίηση που πρότεινε η EFPIA(European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations) είναι βασισμένη στην αρχή ότι κάθε φαρμακευτικό πακέτο ελέγχεται μεμονωμένα πριν χορηγηθεί στον ασθενή. Για να μπορέσει να επιτευχθεί αυτό, η προσέγγιση αυτή αποτελείται από δύο κύρια μέρη:

- Ο παραγωγός του φαρμάκου εφαρμόζει σε κάθε ξεχωριστό φαρμακευτικό πακέτο ένα κωδικό ο οποίος μπορεί να είναι αναγνώσιμος από μηχανήματα και μεταδίδει το περιεχόμενο του κωδικού σε μια κεντρική βάση δεδομένων, πριν από την κυκλοφορία του προϊόντος στην αγορά.
- Το νοσοκομείο και ο φαρμακοποιός – τελικός πωλητής, επαληθεύει με σάρωση κάθε πακέτο προτού διανεμηθεί στον ασθενή. Με αυτό τον τρόπο το περιεχόμενο του κωδικού που βρίσκεται πάνω στο προϊόν συγκρίνεται με αυτό που υπάρχει ήδη καταχωρημένο στην κεντρική βάση δεδομένων. Αυτός που θα πραγματοποιήσει τη σάρωση του κωδικού ενημερώνεται αμέσως για το αποτέλεσμα της επαλήθευσης. Μόλις το πακέτο πωληθεί, τότε αλλάζει η κατάστασή του στη βάση σε “έχει διανεμηθεί” (A. Barron et. al. 2010:10).





Εικόνα 4: Point of Dispense Model, Πηγή: [https://www.gs1.org/docs/healthcare/events/061009/HK18\\_Courtesy\\_EFPIA.pdf](https://www.gs1.org/docs/healthcare/events/061009/HK18_Courtesy_EFPIA.pdf)

Στην Εικόνα 4 μπορούμε να διακρίνουμε τα διάφορα στάδια του προϊόντος μέχρι να φτάσει στον ασθενή. Όπως βλέπουμε η επαλήθευση δεν γίνεται μόνο στο σημείο της τελικής πώλησης, αλλά μπορεί να γίνει και σε άλλα σημεία της εφοδιαστικής αλυσίδας, όπως είναι αυτά των χονδρεμπόρων.

Με τον τρόπο αυτό, οποιοσδήποτε φαρμακοποιός σε οποιαδήποτε χώρα μπορεί να ελέγξει αν μια συσκευασία με τον ίδιο σειριακό αριθμό έχει διανεμηθεί πριν, ανεξάρτητα από τη χώρα την οποία έχει προέλθει.

Πρέπει να σημειωθεί, ότι για να είναι αποτελεσματικό το παραπάνω μοντέλο πρέπει να εξασφαλιστεί ότι η μεταφορά των δεδομένων πρέπει να πραγματοποιηθεί με υψηλή ποιότητα και ο κίνδυνος για επιθέσεις στο σύστημα πρέπει να ελαχιστοποιηθεί. Πρέπει να εξασφαλιστεί δηλαδή ότι η πιθανότητα να εισέλθουν στο νόμιμο δίκτυο διανομής, πλαστά σκευάσματα να είναι η μικρότερη δυνατή.

## 2.2.4 Aggregation

Στο παραπάνω μοντέλο είδαμε τι συμβαίνει κατά τη διαδικασία σάρωσης του μοναδικού αναγνωριστικού το οποίο βρίσκεται σε κάθε μεμονωμένο πακέτο φαρμάκου. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφέρουμε ότι το εκάστοτε άτομο το οποίο διαχειρίζεται παλέτες με φαρμακευτικά προϊόντα (χονδρεμπόριο), δεν είναι σε θέση να επαληθεύει ένα προς ένα όλα τα κουτιά που περιέχονται σε μια παλέτα.

Για να μπορεί να είναι εφικτή μία τέτοιου είδους επαλήθευση, πρέπει να χτιστεί μία σχέση Πατέρα - Παιδιού μεταξύ των μοναδικών αναγνωριστικών που βρίσκονται σε κάθε μεμονωμένο κουτί προϊόντος και του κουτιού που τα περιέχει. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται "Aggregation" και επιτρέπει σε όλους τους ενδιάμεσους πωλητές - διανομείς να μπορούν να διαχειρίζονται μεγάλο αριθμό συσκευασιών με τέτοιο τρόπο ώστε να ανταποκρίνεται στο νομικό πλαίσιο για την ασφάλεια της αλυσίδας εφοδιασμού φαρμάκων και της οδηγίας για τα ψευδεπίγραφα φάρμακα (C. Alan Repec, 2018: 12).

Οι διαπιστευμένοι χονδρέμποροι έχουν τη δυνατότητα για πρόσβαση στη βάση δεδομένων ώστε να ελέγξουν την κατάσταση του προϊόντος ανά πάσα στιγμή σε περίπτωση αμφιβολίας, είτε πριν από την αποστολή ενός προϊόντος στους φαρμακοποιούς ή μετά την επιστροφή του προϊόντος από τους φαρμακοποιούς (A. Barron et. al. 2010:6).

### **2.2.5 E-Pedigree (Electronic Pedigree σύμφωνα με το νόμο της Καλιφόρνια)**

Με τη θέσπιση του νόμου περί εμπορίας συνταγογραφούμενων φαρμάκων (PDMA), το 1988 και της απαίτησης για φάρμακα με τεκμηριωμένο αρχείο πλήρους ιστορικού, ξεκίνησε η εστίαση στην υγεία και τα φαρμακευτικά προϊόντα. Αυτό οδήγησε στη δημοσίευση του “Pedigree Ratified Standard” από την EPCglobal το 2007, με σκοπό τη συμμόρφωση με τους ομοσπονδιακούς και κρατικούς νόμους των ΗΠΑ (NCPDP, 2010:11).

Στη συνέχεια συστάθηκαν ομάδες εργασίας στις ΗΠΑ αλλά και παγκοσμίως με σκοπό να διερευνήσουν τους καλύτερους τρόπους επικοινωνίας και αποθήκευσης των πληροφοριών που είναι απαραίτητες να μπορέσουν να υποστηριχθούν οι απαιτήσεις της GS1 για την ιχνηλασιμότητα της αλυσίδας εφοδιασμού και του Pedigree(αρχείο του πλήρους ιστορικού). Το Παγκόσμιο Πρότυπο Ανιχνευσιμότητας (GTSH) και το Παγκόσμιο Πρότυπο Ανιχνευσιμότητας για τον Οδηγό Υλοποίησης στην Υγεία, είναι πρότυπα τα οποία έχουν δημοσιευθεί από αυτές τις ομάδες. Αυτά περιγράφουν τη διαδικασία ανιχνευσιμότητας (traceability), ανεξάρτητα από την επιλογή τεχνολογιών που το επιτρέπουν, καθώς επίσης καθορίζουν και τις ελάχιστες απαιτήσεις για όλους τους οργανισμούς και όλες τις χώρες καθώς και τα αντίστοιχα πρότυπα GS1 που θα χρησιμοποιηθούν (J. Ryu, 2013:2).

Το pedigree είναι ένα πιστοποιημένο αρχείο σε ηλεκτρονική μορφή, το οποίο περιέχει πληροφορίες για κάθε διανομή ενός επικίνδυνου συνταγογραφούμενου φαρμάκου. Καταγράφει τη συναλλαγή η οποία έχει σαν αποτέλεσμα την αλλαγή ιδιοκτησίας του, από την πώληση ενός παραγωγού σε ένα ή περισσότερους χονδρέμπορους ή στα φαρμακεία ή σε οποιοδήποτε άλλη οντότητα που έχει άδεια να διανέμει και να διαχειρίζεται τα συγκεκριμένα φάρμακα. (NCPDP, 2010:11)

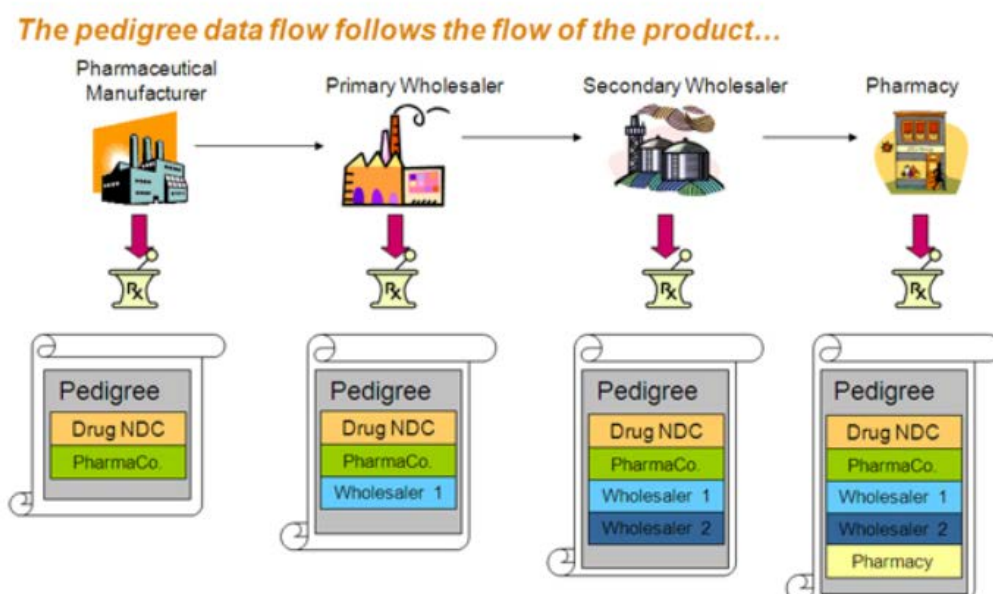
Τα κράτη που ρυθμίζουν την υλοποίηση των προτύπων Pedigree, ορίζουν ένα ePedigree ως ένα πλήρες ηλεκτρονικό νομικό έγγραφο το οποίο περιέχει και υπογράφει Pedigree (γενεαλογικά) έγγραφα τα οποία δημιουργήθηκαν νωρίτερα στην αλυσίδα εφοδιασμού. Αυτή είναι και η προσέγγιση που εφαρμόζεται στο GS1 “Pedigree Ratified Standard” (DPMS), το οποίο αναφέρθηκε παραπάνω (NCPDP, 2010:11).

Μια απλουστευμένη διαδικασία Pedigree περιέχει τα εξής (EPC Global, 2007:8):

- Δημιουργία του αρχείου Pedigree
- Προσθήκη πληροφοριών στο αρχείο.

- Ψηφιακή υπογραφή για πιστοποίηση
- Αποστολή του περιεχομένου του αρχείου στον πελάτη
- Λήψη του αρχείου από τον πελάτη
- Ηλεκτρονική αναγνώριση του αρχείου
- Επαλήθευση των προϊόντων που έχουν ληφθεί με τους ήδη πιστοποιημένους που υπάρχουν στη βάση
- Έλεγχος της ψηφιακής υπογραφής του αρχείου pedigree για την πιστοποίηση της ταυτότητας

Η GS1 πρότεινε μία διαφορετική προσέγγιση στην οποία όλα τα στοιχεία του ηλεκτρονικού αρχείου pedigree διανέμονται σε ολόκληρο το δίκτυο και δημιουργείται ένα ερώτημα το οποίο συλλέγει αυτά τα στοιχεία, σε ένα ολοκληρωμένο ηλεκτρονικό αρχείο pedigree το οποίο θα ταυτοποιηθεί.



Εικόνα 5: Ροή Δεδομένων E-Pedigree, Πηγή: <https://www.pharmamanufacturing.com/articles/2013/022>

## 2.2.6 AI Application Identifier (Δείκτης Εφαρμογής)

Τα φάρμακα μπορούν να θεωρηθούν ως εμπορικά αντικείμενα από τα οποία υπάρχει ανάγκη να ανακληθούν προκαθορισμένες πληροφορίες και οι ενέργειες της τιμολόγησης και της παραγγελίας μπορούν να λάβουν χώρα σε οποιοδήποτε σημείο της αλυσίδας εφοδιασμού. Κάθε φάρμακο που διαφέρει από το άλλο ως προς το σχεδιασμό ή και το περιεχόμενο, διαθέτει ένα μοναδικό αριθμό αναγνώρισης ο οποίος παραμένει ο ίδιος όσο διατίθεται. Ο ίδιος αναγνωριστικός αριθμός δίνεται σε όλα τα φάρμακα που μοιράζονται βασικά χαρακτηριστικά. (GS1 General Specifications, 2019:28)

Όπως αναφέρεται στο έγγραφο “GS1 General Specifications” της GS1, η αναγνώριση των φαρμάκων μέσω σειριακού αριθμού η οποία επιτρέπει απόλυτη σύνδεση των συστημάτων πληροφοριών και επικοινωνιών, επιτυγχάνεται με τη χρήση του

Application Identifier AI (01) για το GTIN, AI (21) για τον σειριακό αριθμός του φαρμάκου και AI (00) για το Serial Shipping Container Code SSCC (Κωδικός εμπορευματοκιβωτίων σειριακής αποστολής) τα οποία θα εξηγηθούν περαιτέρω στην επόμενη υποενότητα. Ο παρακάτω πίνακας περιέχει τους πιο σημαντικούς δείκτες εφαρμογής που μπορούν να συναντηθούν στα φαρμακευτικά πακέτα (GS1 General Specifications, 2019:28):

AI	Πεδίο Δεδομένων
01	GTIN
10	Αριθμός Παρτίδας (Batch Number)
11	Ημερομηνία Παραγωγής (Production Date)
15	Ανάλωση Κατά Προτίμηση Πριν Από (Best Before Date)
17	Ημερομηνία Λήξης (Expiration Date)
21	Σειριακός Αριθμός (Serial Number)
00	SSCC (Κωδικός εμπορευματοκιβωτίων σειριακής αποστολής)

Πίνακας 1: Application Identifiers

## 2.2.7 GTIN, SSCC και Serial Number

### GTIN

Ένα από τα κύρια κομμάτια του συστήματος της GS1 είναι το GTIN (Global Trade Item Number) και χρησιμοποιείται για την διεθνή αναγνώριση προϊόντων και υπηρεσιών. Το GTIN αποδίδονται από τον παραγωγό του φαρμάκου και χάρη σε αυτό μπορούν να εντοπιστούν οπουδήποτε στην αλυσίδα μεταφοράς σε όλο τον κόσμο.

Ο δείκτης εφαρμογής AI (01) υποδεικνύει ότι το πεδίο δεδομένων GS1 περιέχει ένα GTIN. Το GTIN για εμπορικά αντικείμενα μπορεί να είναι GTIN-8, GTIN-12, GTIN-13 ή GTIN-14 με μέγεθος 8, 12, 13, ή 14 ψηφίων αντίστοιχα προκειμένου να χωρέσουν διαφορετικές περιορισμούς για εφαρμογές και προϊόντα (GS1 US, 2018:4).

### SSCC

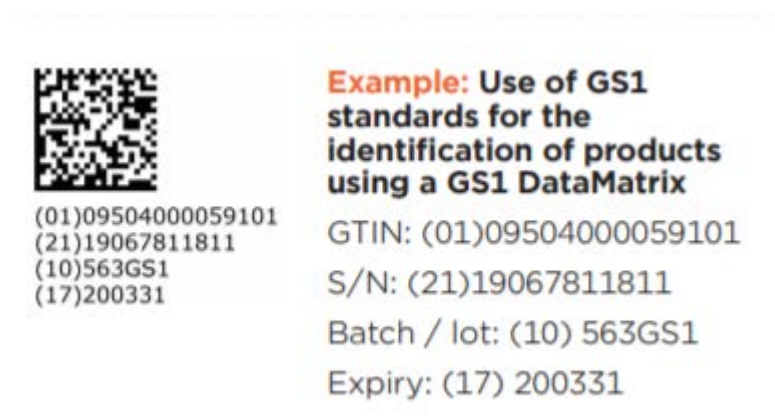
Το SSCC (Serial Shipping Container Code) χρησιμοποιείται για να αναγνωρίσει λογιστικές μονάδες. Μια λογιστική μονάδα είναι ένα αντικείμενο (ένα κουτί ή μια παλέτα με φαρμακευτικά προϊόντα) το οποίο έχει τεθεί προς μεταφορά ή αποθήκευση και χρειάζεται να διαχειριστεί κατάλληλα από την εφοδιαστική αλυσίδα. Το SSCC διασφαλίζει ότι η κάθε λογιστική μονάδα αναγνωρίζεται με έναν αριθμό ο οποίος είναι μοναδικός σε παγκόσμιο επίπεδο, αλλά δεν μπορεί να αναγνωριστεί η προέλευσή του (GS1 General Specifications, 2019:140).

### Serial Number

Ο δείκτης εφαρμογής AI (21) δηλώνει ότι το πεδίο δεδομένων περιέχει ένα σειριακό αριθμό. Ένας σειριακός αριθμός ανατίθεται σε μια οντότητα για όλη τη διάρκεια ζωής του φαρμάκου. Όταν συνδυάζεται με τον GTIN, προσδιορίζουν με μοναδικό τρόπο ένα

μεμονωμένο πακέτο φαρμάκου. Το πεδίο του σειριακού αριθμού είναι αλφαριθμητικό και καθορίζεται από τον παραγωγό(GS1 General Specifications, 2019:147).

Όλα τα παραπάνω, καθώς και όποιος άλλος δείκτης χρειάζεται κατά περίπτωση, μπορούν να κωδικοποιηθούν σε ένα 2D DataMatrix, το οποίο φαίνεται στην *Εικόνα 6*. Για να μπορέσει να αναγνωρίσει η μηχανή σε πιο πεδίο δεδομένων αναφέρεται ο κάθε αριθμός, το υποδεικνύει το πρόθεμα του δείκτη εφαρμογής ο οποίος βρίσκεται μέσα στην παρένθεση. Με μία σάρωση του παρακάτω DataMatrix μπορούν να ελεγχθούν ταυτόχρονα πολλές πληροφορίες για το εκάστοτε φαρμακευτικό πακέτο.



*Εικόνα 6: Παράδειγμα 2D DataMatrix, Πηγή: [https://www.gs1.org/sites/default/files/gs1\\_datamatrix-final\\_approved.pdf](https://www.gs1.org/sites/default/files/gs1_datamatrix-final_approved.pdf)*

## 2.2.8 Σκοπός του Ελέγχου στα Φάρμακα και συμπεράσματα

Καθώς η φαρμακευτική βιομηχανία γίνεται πιο παγκόσμια, η διαχείριση της επισήμανσης και σε 28 χώρες στην Ευρώπη γίνεται όλο και πιο προκλητική για τους παραγωγούς φαρμάκων. Μπορεί κάποιες από τις παραπάνω μεθόδους μπορεί να προσθέσουν μεγαλύτερη πολυπλοκότητα στις εταιρίες που δεν έχουν ακόμα εναρμονιστεί, καθώς και σε κάποιες περιπτώσεις μεγαλύτερο κόστος (εκπαιδεύσεις, εξοπλισμός κλπ.), κάτι το οποίο πρέπει να αντιμετωπιστεί ώστε ο έλεγχος στο κομμάτι του φαρμάκου να έχει τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και οι ασθενείς να απολαμβάνουν την ασφάλεια και τη σιγουριά για τη φαρμακευτική αγωγή που τους παρέχεται.

Με επίκεντρο την οδηγία για τα ψευδεπίγραφα φάρμακα, η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει χτίσει ένα ισχυρό νομικό πλαίσιο για την αδειοδότηση, την παραγωγή και την διανομή φαρμάκων, ώστε να μην επιτρέπεται σε κανένα άλλο πέραν των φαρμακείων με άδεια και στους εγκεκριμένους λιανοπωλητές να διαθέτουν προς πώληση φάρμακα με φυσική παρουσία ή μέσω του Διαδικτύου. Ο σκοπός των οδηγιών για τα ψευδεπίγραφα φάρμακα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, είναι να αποφευχθεί η είσοδος τέτοιου είδους φαρμάκων στη νόμιμη εφοδιαστική αλυσίδα ώστε να μη φτάσουν στον ασθενή.

Η ουσία και ο σκοπός της ταυτοποίησης των φαρμάκων μέσω της χρησιμοποίησης των μεθόδων που προτείνει η GS1 , είναι να υπάρχουν όλα τα στοιχεία που χρειάζονται για να πραγματοποιηθεί ο έλεγχος σε ένα μέρος και αυτό να γίνεται με ταχύτητα και ευκολία. Η γενική αρχή του παραπάνω έχει τρία στάδια, την αναγνώριση του πακέτο με βάση τις πληροφορίες που έχει πάνω (όνομα προϊόντος, GTIN, ημερομηνία λήξης, παρτίδα κλπ.), της σύλληψης αυτών των πληροφοριών μέσω ενός μηχανήματος το οποίο μπορεί να είναι κάποιος σαρωτής σειριακού αριθμού και η μεταφορά των πληροφοριών αυτών στις βάσεις δεδομένων ώστε να είναι προσβάσιμες από τον κάθε ενδιαφερόμενο στην εφοδιαστική αλυσίδα του φαρμάκου.

# Κεφάλαιο 3

## Big Data

### 3.1 Ορισμός Big Data

Η συλλογή δεδομένων και η ανάλυσή τους, ήταν ανέκαθεν πολύ σημαντική για την κοινωνία μας και βοηθούσε στον τρόπο λειτουργίας της και στην ανάπτυξή της. Το 17<sup>ο</sup> και 18<sup>ο</sup> αιώνα, θεμελιώδη έργα στο λογισμό, στη θεωρία των πιθανοτήτων και την στατιστική, έδωσαν στους επιστήμονες εργαλεία με τα οποία μπορούσαν να προβλέψουν με μεγάλη ακρίβεια την κίνηση των άστρων και πως αυτά θα μπορούσαν να καθορίσουν τα επίπεδα εγκληματικότητας στο πληθυσμό της γης (Agnellutti, 2014:1). Όσο περνάνε τα χρόνια και η τεχνολογία εξελίσσεται, το μέγεθος των δεδομένων και η πολυπλοκότητά γίνεται όλο και μεγαλύτερα όπως επίσης και ανάγκη για την συλλογή και την ανάλυσή τους.

Για να μπορέσουμε να ορίσουμε την έννοια των Big Data πρέπει να κατανοήσουμε για ποιο λόγο ονομάζονται έτσι (μεγάλα δεδομένα) τι διαφορά έχουν από τα άλλα δεδομένα και πως τα επεξεργαζόμαστε. Υπάρχουν πολλοί ορισμοί για τα Big Data οι οποίοι μπορεί να διαφέρουν ως προς την ειδικότητα την οποία έχει κάποιος που θα επιχειρήσει να τα ορίσει. Οι πιο πολλοί αναφέρονται στη συνεχώς αναπτυσσόμενη τεχνολογική ικανότητα σύλληψης, συγκέντρωσης και επεξεργασίας των ολοένα μεγαλύτερων μεγεθών του όγκου, της ταχύτητας και της ποικιλίας των δεδομένων. Αυτό σημαίνει ότι τα δεδομένα πλέον είναι διαθέσιμα ταχύτερα, έχουν μεγαλύτερη κάλυψη και περιέχουν νέους τρόπους παρατήρησης και μέτρησης οι οποίοι δεν υπήρχαν στο παρελθόν (Agnellutti, 2014:3).

Ένας παρόμοιος ορισμός έχει δοθεί και στο “Big Data: Survey” από τους Chen et. al. (2014:173) και αναφέρει ότι Big Data είναι σύνολα δεδομένων τα οποία δεν θα μπορούσαν να γίνουν αντιληπτά, να αποκτηθούν, να διαχειριστούν και να υποβληθούν σε επεξεργασία από τα παραδοσιακά υπολογιστικά εργαλεία σε ένα εύλογο χρονικό διάστημα. Από αυτόν τον ορισμό αντιλαμβανόμαστε ότι χρειάζονται νέα εργαλεία, ίσως και νέα μηχανήματα με μεγαλύτερη υπολογιστική δυνατότητα, για να μπορέσουν να αξιοποιηθούν κατάλληλα αυτά τα δεδομένα.

### 3.2 Χαρακτηριστικά Big Data

Για να καταλάβουμε τι ιδιαίτερο έχουν αυτά τα δεδομένα και ποια είναι τα χαρακτηριστικά

τους, έχει αναπτυχθεί το μοντέλο των 4 “V’s”, το οποίο αποτελείται από τις αγγλικές λέξεις volume, velocity και variety οι οποίες μεταφράζονται ως volume (όγκος), velocity (ταχύτητα), variety (ποικιλία) και veracity (αξιοπιστία).

- **Volume** (Όγκος). Το πρώτο χαρακτηριστικό του όγκου για τα Big Data, αναφέρεται στην ποσότητα των δεδομένων που δημιουργούνται και χρήζουν επεξεργασίας. Όσο μεγαλύτερος γίνεται ο όγκος των δεδομένων τόσο πιο δύσκολο είναι να διαχειριστούν από την παραδοσιακές τεχνολογικές υποδομές (Ebbbers et. al. 2013:4). Για τις εταιρίες παλιότερα, τα δεδομένα δημιουργούνταν στο εσωτερικό τους περιβάλλον από τους υπαλλήλους. Πηγές δεδομένων προστίθενται σε καθημερινή βάση και πλέον δεδομένα δημιουργούνται από άλλες εταιρίες, από πελάτες, ακόμα και από μηχανές. Εκατομμύρια έξυπνα κινητά στέλνουν διάφορες πληροφορίες στα δίκτυα υποδομών, οπότε η ποσότητα των δεδομένων αυτών αυξάνει και το μέγεθος του χώρου το οποίο καταλαμβάνουν ώστε να επεξεργαστούν (Soubra, 2012).
- **Velocity** (Ταχύτητα). Όταν αυτός ο τεράστιος όγκος δεδομένων διαχειρίζεται με μέσα όπως είναι οι αναγνώστες μέσω ραδιοσυχνότητας (RFID), τα κινητά τηλέφωνα και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, δημιουργείται η ανάγκη απάντησης στο ερώτημα, πως θα μπορούσαμε να αυξήσουμε το χρόνο απόκρισης. Η αξία κάποιων δεδομένων μειώνεται δραματικά, ακόμα και με την πάροδο μικρού διαστήματος. Για αυτές τις περιπτώσεις τα Big Data πρέπει να επεξεργαστούν ταχύτατα και καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται η ταχύτητα επεξεργασίας πρέπει να πλησιάζει την μετάδοση σε πραγματικό χρόνο, ώστε να μπορέσει να μεγιστοποιηθεί η αξία τους (Ebbbers et. al. 2013:4).
- **Variety** (Ποικιλία). Τα Big Data μπορεί να είναι οποιουδήποτε τύπου όπως κείμενο, βίντεο, αρχεία καταγραφής, δεδομένα από Barcode, οτιδήποτε δηλαδή μπορεί να καταγραφεί και να αποθηκευτεί, αυτό μπορεί είναι δομημένο, ημιδομημένο ή αδόμητο. Τα περισσότερα δεδομένα είναι αδόμητα και πρέπει να συνδυαστούν και αναλυθούν μαζί ώστε να μπορέσουν να παράγουν κάποιο αποτέλεσμα (Ebbbers et. al. 2013:4). Αυτά τα δεδομένα είναι αδύνατο να τα διαχειριστεί και να τα επεξεργαστεί η παραδοσιακή τεχνολογία, καθώς νέες εφαρμογές δημιουργούνται συνεχώς και πλέον δεν μπορεί να επιβληθεί μία συγκεκριμένη δομή στα δεδομένα. Από τη στιγμή που στο σύστημα εισάγονται δεδομένα οποιασδήποτε μορφής, το αποτέλεσμα είναι, να μην μπορεί να διατηρηθεί ο έλεγχος της ανάλυσής τους όπως στο παρελθόν (Soubra, 2012).
- **Veracity** (Αξιοπιστία). Για να είναι χρήσιμα τα Big Data, πρέπει να είναι και αξιόπιστα. Μια κακή είσοδο δεδομένων το πιο πιθανό είναι να οδηγήσει και σε μια κακή έξοδο, ένα λάθος συμπέρασμα μετά την επεξεργασία του (Ebbbers et. al. 2013:4). Πρέπει λοιπόν τα δεδομένα



### 3.2.1 Μορφές Δεδομένων

Όπως αναφέρθηκε και στο χαρακτηριστικό της ποικιλίας των Big Data , τα δεδομένα μπορεί να είναι:

- **Δομημένα.** Τα οποία συνήθως διαχειρίζονται από την SQL (Structured Query Language). Η SQL είναι γλώσσα προγραμματισμού η οποία δημιουργήθηκε για να διαχειρίζεται δεδομένα μέσω της υποβολής ερωτημάτων. Τα δεδομένα έχουν συγκεκριμένη μορφή και αποθηκεύονται με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι γρήγορα προσβάσιμα και η ανάλυσή τους να γίνεται με ευκολία.
- **Ημιδομημένα.** Είναι τα δεδομένα τα οποία δεν ακολουθούν ένα συμβατικό σύστημα βάσης δεδομένων.
- **Μη δομημένα.** Είναι τα δεδομένα τα οποία δεν ακολουθούν κάποια συγκεκριμένη μορφή, δεν ακολουθούν την παραδοσιακή μορφή σειράς και στήλης των βάσεων δεδομένων και μπορεί να είναι μηνύματα κειμένου, πληροφορίες τοποθεσίας, εικόνες, όπως επίσης και δεδομένα των μέσω κοινωνικής δικτύωσης.

## 3.3 Big Data και Data Science

Όπως αναφέρθηκε και στα χαρακτηριστικά των Big Data, υπάρχει μια άνευ προηγουμένου αύξηση των πληροφοριών και των δεδομένων που δημιουργούνται παγκοσμίως καθώς επίσης και στο διαδίκτυο το οποίο είχε σαν αποτέλεσμα να οδηγηθούμε στην έννοια των μεγάλων δεδομένων. Τα Big Data περιλαμβάνουν όλους τους τύπους δεδομένων, δηλαδή και δομημένα, ημιδομημένα καθώς και μη δομημένα δεδομένα (Educba, 2019).

Η επεξεργασία των Big Data συνήθως ξεκινά με τη συγκέντρωση δεδομένων από πολλές πηγές. Τα μη δομημένα δεδομένα απαιτούν εξειδικευμένες τεχνικές , εργαλεία και συστήματα να την εξαγωγή πληροφοριών και συμπερασμάτων όπως απαιτείται από τις εταιρίες. Η επιστήμη των δεδομένων είναι μια επιστημονική προσέγγιση που εφαρμόζει μαθηματικές και στατιστικές ιδέες καθώς και εργαλεία πληροφορικής για την επεξεργασία των Big Data (Educba, 2019).

Η επιστήμη των δεδομένων περιλαμβάνεται στην έννοια των Big Data και παίζει σημαντικό ρόλο σε αρκετούς τομείς εφαρμογής, επίσης δουλεύει πάνω στα Big Data για να αντλήσει χρήσιμες πληροφορίες μέσω προγνωστικής ανάλυσης της οποίας τα αποτελέσματα χρησιμοποιούνται στην λήψη έξυπνων αποφάσεων (Educba, 2019).

## 3.4 Big Data και σχετικές τεχνολογίες

Στην ενότητα αυτή θα δούμε κάποιες τεχνολογίες οι οποίες συσχετίζονται άμεσα με τα Big Data όπως η τεχνολογία Cloud, το Internet of Things, το Data Center και το Hadoop.

### **3.4.1 Τεχνολογία Cloud και Big Data**

Η τεχνολογία Cloud είναι στενά συνδεδεμένη με τα Big Data. Ο βασικός της στόχος είναι να κάνει χρήση τεράστιων υπολογιστικών πόρων αποθήκευσης με επικεντρωμένη διαχείριση, με τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχονται εφαρμογές Big Data με λεπτομερή υπολογιστική ικανότητα. Η σχέση της τεχνολογίας Cloud με τα Big Data είναι αμφίδρομη και αλληλοσυμπληρώνονται. Από τη μία, η ανάπτυξη του υπολογιστικού νέφους (Cloud Computing) παρέχει λύσεις για τη αποθήκευση και την επεξεργασία των Big Data και από την άλλη η εμφάνιση των Big Data επιταχύνει την ανάπτυξη του υπολογιστικού νέφους (Chen et. al. 2014:176).

Η τεχνολογία καταναμημένης αποθήκευσης βασισμένη στο υπολογιστικό νέφος, μπορεί να διαχειριστεί αποτελεσματικά τα Big Data και η παράλληλη υπολογιστική του ικανότητα με τη σειρά της μπορεί να βελτιώσει την αποδοτικότητα απόκτησης και ανάλυσης των μεγάλων δεδομένων (Chen et. al. 2014:176). Τα Big Data αποθηκεύονται στην καταναμημένη βάση δεδομένων του υπολογιστικού νέφους και επεξεργάζονται μέσω ενός προγραμματιστικού μοντέλου για μεγάλα σύνολα δεδομένων με ένα παράλληλα καταναμημένο αλγόριθμο μέσα σε ένα σύμπλεγμα (Walid et. al. 2016:108).

Η διαφορά αυτών των δύο είναι ότι το υπολογιστικό νέφος μετατρέπει την αρχιτεκτονική Πληροφορικής, ενώ τα Big data επηρεάζουν την λήψη επιχειρηματικών αποφάσεων. Επίσης, τα Big Data και το υπολογιστικό νέφος στοχεύουν σε διαφορετικούς πελάτες χωρίς την ίδια προσέγγιση. Το υπολογιστικό νέφος είναι μια τεχνολογία η οποία στοχεύει υψηλά στελέχη συστημάτων πληροφορικής ως προηγμένη λύση πληροφορικής. Τα μεγάλα δεδομένα στοχεύουν στους διευθύνοντες συμβούλους των επιχειρήσεων με επίκεντρο τις επιχειρηματικές δραστηριότητες (Chen et. al. 2014:176).

Με τις λειτουργίες που προσφέρει το υπολογιστικό νέφος οι οποίες είναι παρόμοιες με αυτές των υπολογιστών. Με την λειτουργία των Big Data σε ένα ανώτερο επίπεδο το οποίο υποστηρίζεται από το υπολογιστικό νέφος προσφέροντας παράλληλα λειτουργίες παρόμοιες με αυτές των βάσεων δεδομένων με αρκετή υπολογιστική δυνατότητα, οι επιχειρήσεις μπορούν να βρουν πιο ανταγωνιστικούς τρόπους ώστε να νικήσουν τους επιχειρηματικούς αντιπάλους τους (Chen et. al. 2014:176,177).

### **3.4.2 Big Data και Internet of Things (IoT)**

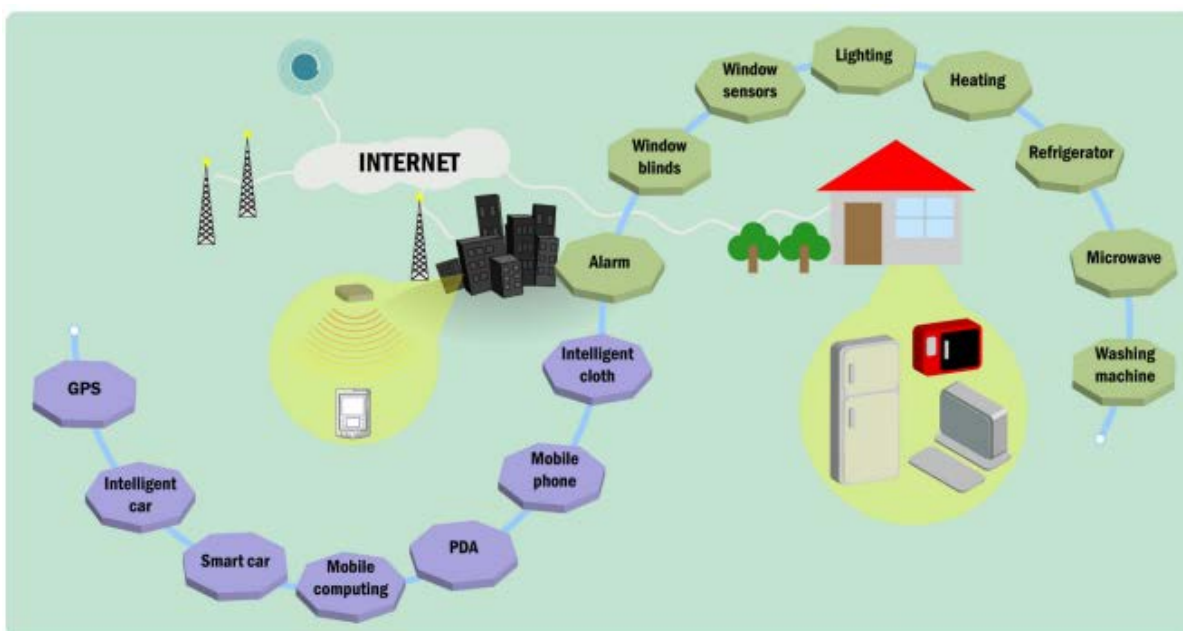
Το Internet of Things (Διαδίκτυο των Πραγμάτων) χρησιμοποιείται για να περιγράψει την ικανότητα των συσκευών να επικοινωνούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας αισθητήρες δικτύωσης οι οποίοι είναι ενσωματωμένοι σ' αυτές τις συσκευές και συνδέονται μεταξύ τους μέσω ενσύρματων και ασύρματων δικτύων. Αυτές οι συσκευές μπορεί να είναι οποιουδήποτε είδους, από τον θερμοστάτη του αυτοκινήτου μέχρι το έξυπνο κινητό τηλέφωνο. Όλες αυτές οι συσκευές χρησιμοποιούν το διαδίκτυο για μετάδοση, μεταγλώττιση και ανάλυση των δεδομένων (Agnellutti, 2014:3).

Επίσης συσκευές απόκτησης δεδομένων στο IoT μπορεί να είναι οικιακές συσκευές, εγκαταστάσεις μεταφοράς και δημόσιες εγκαταστάσεις. Τα Big Data τα οποία παράγονται από το κοινό έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά σε σχέση με τα γενικά χαρακτηριστικά των Big Data λόγω των πολλών και διαφορετικών τύπων δεδομένων που συλλέγονται τα οποία έχουν ετερογένεια, ποικιλία, είναι μη δομημένα και έχουν αρκετό θόρυβο (Chen et. al. 2014:176,177).

Μια αναφορά από την Intel επισήμανε ότι τα Big Data στο IoT έχουν τρία χαρακτηριστικά που συμμορφώνονται με τα χαρακτηριστικά των μεγάλων δεδομένων τα οποία αναφέρονται παρακάτω:

- Τα δεδομένα που παράγονται από το IoT είναι συνήθως ημιδομημένα ή αδόμητα.
- Άφθονα τερματικά δημιουργούν μαζικά τα δεδομένα
- Τα δεδομένα από το IoT είναι χρήσιμα μόνο εφόσον αναλυθούν (Chen et. al. 2014:176,177).

Έχει αναγνωριστεί ευρέως ότι αυτές οι δύο τεχνολογίες είναι αλληλένδετες και θα πρέπει να αναπτυχθούν από κοινού. Από τη μία πλευρά, ολοένα και περισσότερα πράγματα συνδέονται με το διαδίκτυο και αυτό οδηγεί στην υψηλή ανάπτυξη των δεδομένων που παράγονται από αυτά και τα οποία είναι πηγή μεγάλων δεδομένων, προάγοντας έτσι την ανάπτυξη των Big Data μέσω του IoT. Από την άλλη πλευρά, κάνοντας καλύτερη χρήση των Big Data μπορεί να βελτιώσει την αποδοτικότητα των δεδομένων τα οποία καταγράφονται, αποθηκεύονται και υπολογίζονται από το IoT (Ning, 2013:215).



Εικόνα 7: Απόκτηση Δεδομένων από Συσκευές στο IoT, Πηγή: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F511036-013-0489-0.pdf>, p. 177

### 3.4.3 Big Data και Data Center

Η εφαρμογή των Big Data έχει μεγάλες προκλήσεις και η συλλογή όλων αυτών των δεδομένων θα συνεχίσει να γίνεται με πολύ μεγάλη ταχύτητα. Οι ενέργειες που εκτελούνται από τα Data Centers (Κέντρα δεδομένων), είναι να συγκεντρώνουν δεδομένα και να τα διαχειρίζονται, να τα ομαδοποιούν και να αξιοποιούν την αξία των δεδομένων. Το δίκτυο των Data Centers είναι ο πυρήνας για την υποστήριξη των μεγάλων δεδομένων και το κλειδί για τις υποδομές οι οποίες απαιτούνται (Ahmed et. al. 2016).

Λόγω της αύξησης του μεγέθους και της ποσότητας των μεγάλων δεδομένων που εισέρχονται στα Data Centers, πρέπει και αυτά με τη σειρά τους να βελτιώσουν τις υποδομές τους. Η πιο σημαντική υποδομή είναι ο αποθηκευτικός χώρος ο οποίος πρέπει να εξελιχθεί σύμφωνα με τα παρακάτω:

- **Χωρητικότητα.** Η χωρητικότητα των Data Centers πρέπει να είναι ευέλικτη και να έχει δυνατότητα επέκτασης, έτσι ώστε να υπάρχει πάντα διαθέσιμος χώρος για την αποθήκευση της τεράστιας ποσότητας των μεγάλων δεδομένων.
- **Καθυστέρηση.** Επειδή στην ανάλυση των Big Data εμπλέκονται και δεδομένα τα οποία αποκτούνται σε πραγματικό χρόνο, όπως είναι τα δεδομένα από κοινωνικά δίκτυα, η αποφάσεις μερικές φορές μπορεί να παρθούν και αυτές σε σχεδόν πραγματικό χρόνο. Οπότε τα αποθηκευτικά συστήματα πρέπει να έχουν τη λιγότερη δυνατή καθυστέρηση.
- **Πρόσβαση.** Τα Data Centers πρέπει να είναι σε θέση να μπορούν να διαχειριστούν δεδομένα από διάφορες πηγές, ώστε να μπορούν να συνδυαστούν για να μπορέσουν να εξαχθούν πιο χρήσιμα συμπεράσματα από την ανάλυσή και τη σύνθεσή τους.
- **Ασφάλεια.** Ο αποθηκευτικός χώρος των Data Centers πρέπει να πληροί όλες τις προϋποθέσεις ασφαλείας για την προστασία των δεδομένων που διατηρεί.
- **Κόστος.** Η μέριμνα του κόστους του αποθηκευτικού χώρου είναι εξίσου σημαντική καθώς είναι το πιο ακριβό στοιχείο για την ανάλυση των Big Data. Για το λόγο αυτό πρέπει οι διπλές εγγραφές και τα δεδομένα τα οποία δεν είναι πια χρήσιμα, να διαγράφονται.
- **Ευελιξία.** Το σύστημα αποθήκευσης πρέπει να είναι στημένο με τέτοιο τρόπο, ώστε να έχει την ευελιξία να υποστηρίξει διαφορετικούς τύπους αρχείων χωρίς να θυσιάζεται η απόδοση και να υπάρχει καθυστέρηση (Kallakuri, 2013).

### 3.4.4 Big Data και Hadoop

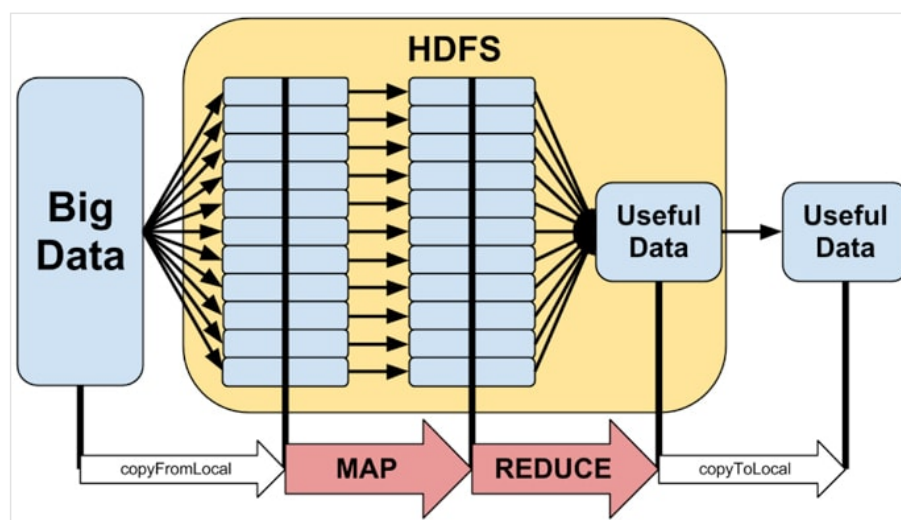
Το Hadoop της Apache είναι μία πλατφόρμα η οποία μπορεί να επεξεργαστεί μεγάλης κλίμακας δεδομένα επειδή έχει τη δυνατότητα να εκμηδενίζει την πολυπλοκότητα των παράλληλων υπολογισμών μέσω του αλγόριθμου MapReduce, του προγραμματισμού

εργασιών και των επικοινωνιών ενώ παράλληλα παρέχει ανοχή σε σφάλματα (Runaweera et. al. 2019).

Το Hadoop βασίζεται σε μικρά δευτερεύοντα έργα, τα οποία ανήκουν στην κατηγορία των υποδομών του συστήματος για καταναμημένους υπολογισμούς. Χρησιμοποιείται συνήθως για εφαρμογές Big Data, όπως είναι η αναζήτηση δικτύου, η ανίχνευση εισβολέων, το φιλτράρισμα ανεπιθύμητων μηνυμάτων, προτάσεις δεδομένων από τα κοινωνικά δίκτυα και ανάλυση ροής των “κλικ” στο διαδίκτυο (Ahmed et. al. 2016).

Το Hadoop περιέχει δύο κύρια στάδια τα οποία φαίνονται στην Εικόνα 8. Το Hadoop Distributed File System (HDFS) και τον αλγόριθμο MapReduce:

- **Hadoop Distributed File System (HDFS).** Το Hadoop χρησιμοποιεί ένα, βασισμένο στη γλώσσα προγραμματισμού Java, σύστημα αρχείων το οποίο λέγεται HDFS και επιτρέπει οικονομικά αποδοτικούς, αξιόπιστους και κλιμακούμενους καταναμημένους υπολογισμούς. Έχει μεγάλη ανοχή σε σφάλματα και είναι σχεδιασμένο για να μπορεί να αναπτυχθεί ακόμα και χαμηλού κόστους υποδομές μηχανημάτων. Επιτρέπει επίσης την αποθήκευση οποιουδήποτε είδους αρχείων και να προσδιοριστεί αργότερα το πως αυτά θα χρησιμοποιηθούν χωρίς να χρειάζονται αναδιαμόρφωση σε πρώτη φάση.
- **MapReduce.** Το Hadoop επικεντρώνεται στην αποθήκευση και στην καταναμημένη επεξεργασία συνόλων Big Data, σε όλες τις συστάδες υπολογιστών χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο MapReduce. Σύμφωνα με το όνομά του, το κομμάτι του Map (χαρτογράφηση) αναφέρεται στην κατακερμάτιση του αρχείου και την επεξεργασία των επιμέρους κομματιών ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Τα αποτελέσματα των επιμέρους υπολογισμών, το κομμάτι Reduce (μείωση), συλλέγονται και επεξεργάζονται σαν σύνολα μέχρις ότου ολοκληρωθεί η διαδικασία και να έχουμε χρήσιμα δεδομένα (Leslie, 2018).



Εικόνα 8: Κύρια Στάδια Hadoop, Πηγή: <https://www.hostingadvice.com/how-to/what-is-hadoop/>

## 3.5 Προκλήσεις Big Data

Εκτός από τα πλεονεκτήματα των Big Data και την τεράστιες δυνατότητές τους, έρχονται και κάποιες προκλήσεις οι οποίες πρέπει να αντιμετωπιστούν, ώστε διαχείριση όλων αυτών των δεδομένων να αποφέρει τα μέγιστα στην επιχείρηση και σε όποιον θελήσει να τα αναλύσει. Σίγουρα η παραδοσιακή τεχνολογία με τις παραδοσιακές βάσεις δεδομένων δεν μπορεί να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις της τεχνολογίας των μεγάλων δεδομένων. Οι κύριες προκλήσεις για την εφαρμογή των Big Data και για τη μέγιστη αξιοποίησή τους εντοπίζονται στα παρακάτω σημεία:

- **Ανάλυση των δεδομένων.** Η πολυπλοκότητα των δεδομένων που πρέπει να αναλυθούν και η κλιμάκωση των αλγορίθμων που υποστηρίζουν αυτές τις διεργασίες είναι μία πρόκληση για διάφορες εφαρμογές. Διάφορες συσκευές δημιουργούν αυξανόμενες ποσότητες δεδομένων τα οποία πρέπει να αναλυθούν ταχύτατα ώστε να μπορέσουν να προβλέψουν με ακρίβεια μελλοντικές παρατηρήσεις. Συνεπώς, είναι απαραίτητο να υπάρχουν οι κατάλληλες τεχνικές ώστε να υποστηρίξουν την ανάλυση τόσο μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων. Για να μπορέσει να επιτευχθεί αυτό, οι αναλυτικές τεχνικές θα πρέπει να περιλαμβάνουν εξόρυξη δεδομένων (Data Mining), στατιστική ανάλυση και μηχανική μάθηση (Machine Learning) (Khan et. al. 2014:10).

Η εξόρυξη των δεδομένων είναι μια τεχνική που επιτρέπει, πληροφορίες οι οποίες προηγουμένως δεν είχαν ανακαλυφθεί από μεγάλες ποσότητες δεδομένων, να αξιοποιηθούν προς όφελος της επιχείρησης. Η εξόρυξη δεδομένων μπορεί να ανακαλύψει χρήσιμα μοτίβα δε μεγάλα σύνολα δεδομένων (Khan et. al. 2014:10). Η μηχανική μάθηση επιτρέπει στις μηχανές να μαθαίνουν χωρίς να έχουν προηγουμένως προγραμματιστεί και συνδέεται με την τεχνητή νοημοσύνη. Επίσης διερευνά τη μελέτη και την κατασκευή αλγορίθμων οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να μαθαίνουν από τα δεδομένα και να κάνουν προβλέψεις σε σχέση με αυτά (Wiki, 2018).

- **Ετερογένεια των δεδομένων.** Μπορεί οι αλγόριθμοι εξόρυξης δεδομένων να εντοπίζουν άγνωστα μοτίβα και ομοιογενείς μορφές και δομημένα δεδομένα, όμως η ανάλυση μη δομημένων και ημιδομημένων μορφών παραμένει περίπλοκη. Είναι σημαντικό οπότε τα δεδομένα να είναι προσεκτικά δομημένα πριν από την ανάλυση (Khan et. al. 2014:10). Η ποικιλία και η ετερογένεια συνηθίζεται στα Big Data, ένας τρόπος για να επιτευχθεί η ομαδοποίηση των δεδομένων με ταχύτητα και ευκολία είναι η χρήση κατάλληλου λογισμικού όπως είναι το Hadoop που αναφέρθηκε πιο πάνω, με την τεχνική του MapReduce.
- **Αποθήκευση των δεδομένων.** Όπως είδαμε και παραπάνω το μέγεθος των δεδομένων είναι τεράστιο. Για την αποθήκευση όλων αυτών των δεδομένων πρέπει να βρεθούν λύσεις ώστε να υπάρχει πάντα διαθέσιμος χώρος για την αποθήκευση των δεδομένων που εισέρχονται με μεγάλη ταχύτητα. Συστήματα

που ικανοποιούν αυτή την απαίτηση είναι αυτά που υποστηρίζουν την απευθείας συνδεδεμένη αποθήκευση (DAS) και αποθήκευση στο δίκτυο (NS). Αυτό είναι κατάλληλο για διακομιστές που αλληλοσυνδέονται σε μικρή κλίμακα και δεδομένου αυτής της μικρής κλιμάκωσης η χωρητικότητα αποθήκευσης αυξάνεται. Άλλο σύστημα είναι επίσης αυτό της κατανεμημένης αποθήκευσης σε πολλούς διακομιστές με τον κίνδυνο αποτυχίας προσπέλασης αν το σύστημα δεν έχει την ανοχή σε προβλήματα που προκαλούνται από αποτυχίες δικτύου (Khan et. al. 2014:10).

- **Ασφάλεια.** Το ζήτημα της ασφάλειας τίθεται πάντα κατά την επεξεργασία και την διατήρηση δεδομένων. Από τη στιγμή την οποία τα δεδομένα αποθηκεύονται σε πάρα πολλούς κόμβους, ο έλεγχος ταυτότητας, η εξουσιοδότηση και η κρυπτογράφηση είναι μια μεγάλη πρόκληση. Η κρυπτογράφηση των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο μπορεί να έχει επιπτώσεις στην απόδοση (Bhandari, 2015:96). Οπότε η ασφάλεια μεταξύ όλων αυτών των κόμβων και των τελικών χρηστών πρέπει να είναι υψηλή. Τέλος επειδή στα μεγάλα δεδομένα συμπεριλαμβάνονται και πλήθος προσωπικών στοιχείων των διάφορων χρηστών, πρέπει η προστασία αυτών των δεδομένων να είναι πρωταρχικής σημασίας στα ζητήματα ασφάλειας.

### 3.6 Συμπεράσματα

Είναι εμφανές, όπως είδαμε και παραπάνω, πως η χρήση των Big Data μπορεί να εκτοξεύσει τη δυνατότητα πρόβλεψης και εξαγωγής συμπερασμάτων από δεδομένα τα οποία αν επεξεργάζοντουσαν μεμονωμένα δεν θα είχαν καμία αξία. Για αυτό άλλωστε και το βάρος που αναλογεί σε κάθε κομμάτι της διαδικασίας αξιοποίησης των Big Data είναι εξίσου σημαντικό. Από την συλλογή των δεδομένων έως την εξαγωγή της τελικής χρήσιμης πληροφορίας.

Σίγουρα οι δυνατότητες τις οποίες μας προσφέρει η τεχνολογία των Big Data καθώς και οι προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν δεν σταματούν εδώ. Όσο αυξάνεται ο ρυθμός δημιουργίας αυτών των δεδομένων τόσο πιο δύσκολο θα είναι η διαχείριση τους. Με την καλύτερη ανάλυση και διαχείριση αυτών των δεδομένων θα παρουσιάζονται νέες ευκαιρίες ταχύτερης προόδου σε πολλούς επιστημονικούς κλάδους και βελτίωση της αποδοτικότητας και της επιτυχίας πολλών επιχειρήσεων (Agrawal, 2012:13).

# Κεφάλαιο 4

## Τεχνητή Νοημοσύνη

### 4.1 Ορισμός Τεχνητής Νοημοσύνης

Η Τεχνητή Νοημοσύνη ή Artificial Intelligence (AI) μπορεί να οριστεί ως η συλλογή διαφόρων αναλυτικών εργαλείων τα οποία ενώνονται και ομαδοποιούνται με τέτοιο τρόπο, επιχειρώντας να μιμηθούν τη ζωή ή την ευφυΐα και με αυτό τον τρόπο διευκολύνουν την επίλυση προβλημάτων τα οποία προηγουμένως ήταν δύσκολο να συμβεί. Ο συνδυασμός των εργαλείων της Τεχνητής Νοημοσύνης με τεχνολογίες όπως είναι η στατιστική ανάλυση οδηγεί στην οικοδόμηση εξελιγμένων συστημάτων τα οποία είναι ικανά να επιλύσουν απαιτητικά προβλήματα (Gordon, 2011:1).

Σύμφωνα με τον McCarthy (2007), τεχνητή νοημοσύνη είναι “η επιστήμη και η μηχανική της κατασκευής ευφυών μηχανών και ιδιαίτερα ευφυών προγραμμάτων υπολογιστών. Σχετίζεται με το παρόμοιο έργο της χρήσης υπολογιστών με σκοπό την κατανόηση της ανθρώπινης νοημοσύνης, αλλά η τεχνητή νοημοσύνη δεν χρειάζεται να περιορίζεται σε μεθόδους που είναι μόνο βιολογικά παρατηρήσιμες”.

Ένας άλλος ορισμός, σύμφωνα με τους Poole και Mackworth (2010), αναφέρει ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη είναι το πεδίο το οποίο μελετά τη σύνθεση και την ανάλυση των υπολογιστικών “πρακτόρων” οι οποίοι είναι σε θέση να λειτουργούν έξυπνα. Πράκτορες κατά τους Russell και Norvig (2010) είναι οτιδήποτε μπορεί να θεωρηθεί ότι αντιλαμβάνεται το περιβάλλον του μέσω αισθητήρων και ενεργεί πάνω σε αυτό το περιβάλλον μέσω ανιχνευτών. Ένας άνθρωπος για παράδειγμα έχει μάτια και αυτιά για αισθητήρες και χέρια και πόδια για να στηριχθεί. Αντίστοιχα ένα ρομποτικός πράκτορας αντικαθιστά με κάμερες και ανιχνευτή υπέρυθρων για τους αισθητήρες και διάφορους κινητήρες για τους ανιχνευτές.

Η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιείται έχει εφαρμογές σε ιατρικές διαγνώσεις, εφαρμογές χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων για την έγκριση δανείων, αυτόματες συναλλαγές, σε ρομποτικά συστήματα και πολλά άλλα. Τα νευρωνικά δίκτυα τα οποία θα δούμε στη συνέχεια και η ασαφής λογική (Fuzzy Logic) είναι μεταξύ των παραδειγμάτων που ταξινομούνται ως τεχνητή νοημοσύνη. Αυτές οι τεχνολογίες έχουν την ικανότητα να μαθαίνουν και να διαχειρίζονται νέες καταστάσεις όπως είναι η ανακάλυψη και η συσχέτιση (Gordon, 2011:1).



## 4.2 Σύντομη Ιστορία της Τεχνητής Νοημοσύνης

Η γέννηση της τεχνητής νοημοσύνης έγινε ανάμεσα στο 1952 – 1956 με την είσοδο των πρώτων νευρωνικών δικτύων καθώς έρευνες στη νευρολογία είχαν δείξει ότι ο εγκέφαλος λειτουργεί σαν ένα ηλεκτρικό δίκτυο νευρώνων που πυροδοτεί ή όχι παλμούς. Στην δεκαετία του 1950 αναπτύχθηκε το πρώτο ηλεκτρονικό παιχνίδι το οποίο χρησιμοποιούσε τεχνητή νοημοσύνη (Wikipedia, 2019).

Τα χρόνια ανάμεσα στο 1956 και 1974 ήταν πολύ σημαντικά για την εξέλιξη της τεχνητής νοημοσύνης. Οι υπολογιστές αρχίζουν να λύνουν προβλήματα να μαθαίνουν να μιλούν αγγλικά και να συμπεριφέρονται έξυπνα. Επίσης έγιναν μεγάλα βήματα στη ρομποτική όπου το 1967 ξεκίνησε το Wabot πρόγραμμα το οποίο τελείωσε το 1972 ως Wabot-1 και το αποτέλεσμα του ήταν το πρώτο πλήρες ευφυές ανθρωποειδές ρομπότ (Wikipedia, 2019).

Τη Δεκαετία του 1970 ξεκίνησαν τα πρώτα προβλήματα με την περιορισμένη υπολογιστική δύναμη καθώς και το παράδοξο του Moravec το οποίο ουσιαστικά είναι η αδυναμία των υπολογιστών να αναγνωρίσουν ένα πρόσωπο, αντίθετα με τη ικανότητα τους να λύνουν εύκολο γεωμετρικά προβλήματα (Wikipedia, 2019).

Από τις κριτικές που δέχτηκε από τους φιλόσοφους η τεχνητή νοημοσύνη πέρασε στη μεγάλη εξέλιξή της στη δεκαετία του 1980. Στις αρχές αυτής της δεκαετίας ο Hopfield μπόρεσε να αναζωογονήσει την έρευνα των νευρωνικών δικτύων. Οι προσπάθειες του Hopfield συνέπεσαν με την ανάπτυξη νέων αλγορίθμων οι οποίοι αφορούσαν τη μάθηση όπως ήταν η οπισθομετάδοση (backpropagation). Η ανάπτυξη των νευρωνικών δικτύων μετά από αυτή την αναβίωση ήταν πρωτοφανής (Gordon, 2011:2).

Σήμερα η τεχνητή νοημοσύνη συνδυάζεται με πολλές τεχνολογίες όπως είναι τα Big Data και Machine learning (μηχανική μάθηση) και βρίσκει εφαρμογές σε πάρα πολλούς τομείς (Wikipedia, 2019). Δημιουργούνται συστήματα τα οποία μπορούν να αναγνωρίσουν τη φωνή όπως είναι η Siri, ψηφιακοί πράκτορες που μπορούν να επικοινωνούν με ανθρώπους, έξυπνες μηχανές οι οποίες είναι ικανές να βοηθούν στη λήψη αποφάσεων, ρομποτικές μηχανές που μπορούν να αναγνωρίσουν συναισθήματα καθώς και δεκάδες άλλες εφαρμογές (Maynez, 2019).

## 4.3 Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (ΤΝΔ)

Ένα τεχνικό νευρωνικό δίκτυο ή artificial neural network (ANN) είναι ένα σύστημα επεξεργασίας το οποίο έχει ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά με τα βιολογικά νευρωνικά δίκτυα του εγκεφάλου (Gordon, 2011:3). Το νευρωνικό δίκτυο από μόνο του δεν είναι ένας αλγόριθμος ο οποίος μπορεί να εκτελεί εργασίες από μόνος του, αλλά ένα πλαίσιο από διαφορετικούς αλγορίθμους μάθησης οι οποίοι συνδυάζονται κατά τέτοιο τρόπο, με

σκοπό μαθαίνουν και να εκτελούν διάφορες εργασίες χωρίς να προγραμματίζονται με συγκεκριμένους κανόνες. Αυτά τα συστήματα μπορούν να επεξεργαστούν τεράστιες εισροές δεδομένων τα οποία μπορεί να έχουν και μεγάλη πολυπλοκότητα (Wikipedia, 2019).

#### 4.3.1 Εφαρμογές Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων

Τα νευρωνικά δίκτυα έχουν την δυνατότητα ανοχής σε σφάλματα και με αυτό τον τρόπο μπορούν να λειτουργήσουν ακόμα και σε περιπτώσεις που το σύστημα έχει κάποια δυσλειτουργία. Αυτό σημαίνει ότι το σύστημα μπορεί να παράγει ένα αποτέλεσμα ακόμα και αν η είσοδος του είναι ημιτελής και όχι ολοκληρωμένη. Το πλεονέκτημα της τεχνικής αυτής βρίσκει πρακτικές εφαρμογές σε πολλούς τομείς (Gain, 2016:8).

Ένα πλεονέκτημα αυτών των εφαρμογών εντοπίζεται στο κέρδος σε χρόνο και κόστος, καθώς είναι εφικτό να υπολογιστεί το αποτέλεσμα πολύ μεγάλου αριθμού μεταβλητών, με τον μικρότερο αριθμό πειραμάτων και προσπαθειών. Επίσης μπορεί να οριστεί ένα ειδικό βάρος για κάθε μεταβλητή το οποίο ορίζει πόσο σημαντικό ρόλο μπορεί να παίξει στο αποτέλεσμα (Gain, 2016:8), μ' αυτό τον τρόπο το σύστημα είναι ευέλικτο και δίνει αποτελέσματα χωρίς να λειτουργεί μόνο δυαδικά.

Οι τύποι προβλημάτων στους οποίους δίνουν λύσεις και έχουν εφαρμογή τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα είναι η αναγνώριση μοτίβων και η ταξινόμησή τους, η πρόβλεψη, ο χειρισμός και η βελτιστοποίηση (Hen, 2001):

- **Εφαρμογές αναγνώρισης μοτίβων.** Τέτοιου είδους εφαρμογές μπορεί να είναι η αναγνώριση φωνής και σύνθεση ομιλίας, η ταξινόμηση σημάτων τα οποία προέρχονται από ραντάρ, απομακρυσμένη αναγνώριση εικόνας και γραφικών χαρακτήρων, καθώς και εφαρμογές στις μεθόδους εξόρυξης δεδομένων και πληροφοριών.
- **Εφαρμογές στον έλεγχο και στην πρόβλεψη.** Αναφέρεται στον έλεγχο των μηχανών και στην χειραγώγηση των ρομπότ, στις προβλέψεις οικονομικών και επιστημονικών μεγεθών, συμπεριφορών καταναλωτών καθώς και προβλημάτων υγείας που μπορεί να συμβούν στο μέλλον.
- **Εφαρμογές Βελτιστοποίησης.** Αυτές οι εφαρμογές αναφέρονται κατά κύριο λόγο στον προγραμματισμό και στην ανάθεση εργασιών με πολλαπλούς επεξεργαστές καθώς και στην εύρεση βέλτιστων λύσεων με τη χρήση όσο το δυνατών λιγότερων πόρων.

## 4.4 Artificial Intelligence, Machine Learning και Deep Learning

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η **τεχνητή νοημοσύνη** είναι ουσιαστικά αναφέρεται στα υπολογιστικά συστήματα τα οποία μπορούν να πάρουν αποφάσεις, να αναγνωρίσουν διάφορα αντικείμενα μέσα από εικόνες και γενικά να μπορούν να συμπεριφερθούν σε παρόμοιο βαθμό όπως ο άνθρωπος (Griffey, 2019:6).

- **Μηχανική μάθηση.** Αυτό διαφέρει σε αρκετά σημεία από την **μηχανική μάθηση** (Machine Learning), μέσω της οποίας ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης γίνεται ικανό να εκπαιδεύεται και να προγραμματίζεται, χωρίς απευθείας ανθρώπινη παρέμβαση. Η μηχανική μάθηση δίνει στην τεχνητή νοημοσύνη δεδομένα τα οποία μπορεί να καταναλώσει και αυτή η είσοδος δεδομένων να καθορίσει τις αποφάσεις τις οποίες θα πάρει καθώς και τον τρόπο με τον οποίο θα αντιδράσει. Ο προγραμματισμός μπορεί να γίνει μία φορά αφού το σύστημα είναι ικανό να εκπαιδεύεται και να βρίσκει συγκεκριμένα μοτίβα σε μεγάλα σύνολα δεδομένων. Επίσης είναι ικανό να αναπρογραμματίζεται με την πάροδο του χρόνου σύμφωνα εφόσον τα αποτελέσματα που έχει σαν έξοδο γίνουν είσοδο και ληφθούν επεξεργαστούν στους μετέπειτα υπολογισμούς (Griffey, 2019:6).

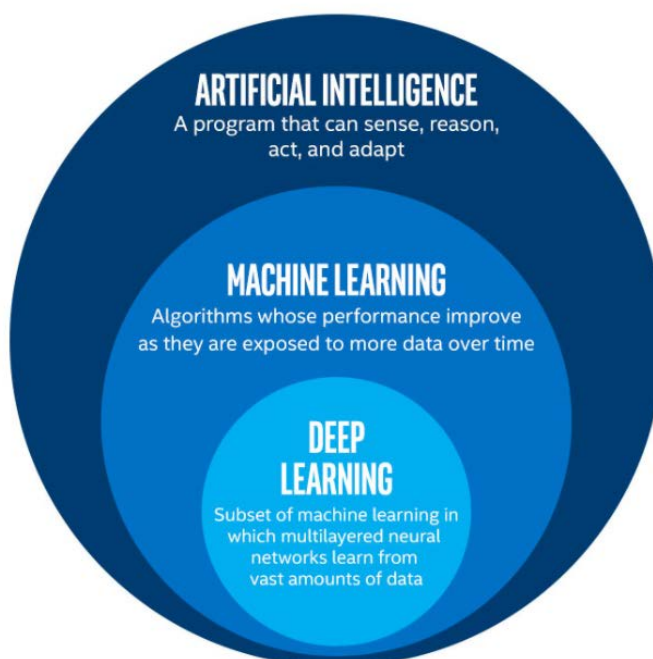
Στην εκπαίδευση των μηχανών υπάρχει η προσέγγιση της επιτηρούμενης μάθησης στην οποία, ο χρήστης εκπαιδεύει το πρόγραμμα να δημιουργήσει ένα αποτέλεσμα ή να πάρει μια απόφαση σε ένα γνωστό και δομημένο σύνολο δεδομένων. Στις εργασίες υπό επίβλεψη χρησιμοποιούνται συνήθως αλγόριθμοι ταξινόμησης και παλινδρόμησης (Wehle, 2017:3). Στα συστήματα τα οποία οι εργασίες γίνονται υπό επίβλεψη, υπάρχει και ο αλγόριθμος πίσω διάδοσης του λάθους (Back Propagation Algorithm). Αυτός ο αλγόριθμος βασίζεται στον κανόνα διόρθωσης του λάθους και μπορεί να εφαρμοστεί σε ευρεία περιοχή δεδομένων.

Στη μη επιτηρούμενη προσέγγιση οι αλγόριθμοι δημιουργούν απαντήσεις σε άγνωστα και μη δομημένα δεδομένα. Αυτή η προσέγγιση χρησιμοποιείται συνήθως για την ανακάλυψη μοτίβων σε νέα σύνολα δεδομένων (Wehle, 2017:3).

- **Βαθιά μάθηση.** Μία μορφή μηχανικής μάθησης είναι η **βαθιά μάθηση** (Deep Learning), η οποία έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει επιτηρούμενους αλγόριθμους, μη επιτηρούμενους αλγόριθμους όπως επίσης και συνδυασμό των δύο. Με την εξόρυξη υψηλού επιπέδου, από πολύπλοκα δεδομένα μέσω ιεραρχικής μαθησιακής διαδικασίας, το μοντέλο της βαθιάς μάθησης θα μάθει τα χαρακτηριστικά τα οποία είναι σημαντικά από μόνο του, αντί να απαιτεί από κάποιο επιστήμονα δεδομένων (Data Scientist), να επιλέγει χειροκίνητα χαρακτηριστικά που είναι κατά τον ίδιο συναφή. Με αυτό τον τρόπο τα μοντέλα

βαθιάς μάθησης αποφέρουν αποτελέσματα ταχύτερα από τις τυπικές προσεγγίσεις μηχανικής μάθησης (Wehle, 2017:3).

Ο όρος “βαθιά” έχει πάρει την ονομασία του από τα πολλά στρώματα τα οποία είναι χτισμένα τα νευρωνικά δίκτυα στα μοντέλα βαθιάς μάθησης. Ένα συνελκτικό νευρωνικό δίκτυο (convolutional neural network, CNN), μπορεί να είναι κατασκευασμένο από πάρα πολλά στρώματα από τέτοιου είδους μοντέλα, από τα οποία κάθε στρώμα μπορεί να λαμβάνει είσοδο από το προηγούμενο στρώμα, να την επεξεργάζεται και να την δίνει σαν είσοδο στο επόμενο (Wehle, 2017:3).



Εικόνα 9: Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning, Πηγή: <https://towardsdatascience.com/cousins-of-artificial-intelligence-dda4edc27b55>

- **Cognitive Computing.** Σε συνεργασία η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση, μπορούν και κατασκευάζουν έξυπνα προγράμματα υπολογιστών. Η τεχνολογία αυτή ονομάζεται **Cognitive Computing** και είναι γνωστικά υπολογιστικά συστήματα τα οποία μαθαίνουν με εκπαιδεύονται με σκοπό να αλληλεπιδρούν με τους ανθρώπους με φυσικό τρόπο. Είναι επίσης ένα μίγμα της επιστήμης των υπολογιστών με αυτό της γνωστικής επιστήμης, της κατανόησης του ανθρώπινου εγκεφάλου και τον τρόπο λειτουργίας του (Sommer, 2017).

## 4.5 Ρομποτική και Artificial Intelligence

Η ρομποτική με βάση των προόδων που έχουν σημειωθεί στην ηλεκτρική μηχανική και την πληροφορική, αναπτύσσει ολοένα και πιο εξελιγμένες λειτουργίες για τους αισθητήρες κίνησης, οι οποίοι δίνουν τη δυνατότητα στις μηχανές να προσαρμόζονται και να μπορούν να ενσωματωθούν στο συνεχώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον τους. Η βασική ιδέα της σύγκλισης της τεχνητής νοημοσύνης με τη ρομποτική είναι η προσπάθεια να βελτιστοποιηθεί το επίπεδο αυτονομίας μέσω της μάθησης. Η επίτευξη της ανθρώπινης νοημοσύνης στα ρομπότ έχει επιχειρηθεί πολλές φορές, αλλά παρόλο που μπορούν να εμφανίσουν παρόμοια ανθρώπινη νοημοσύνη, τα ρομπότ μπορούν να εκτελέσουν συγκεκριμένες εργασίες όπως η οδήγηση ενός οχήματος και η μεταφορά αντικειμένων (J. Perez et. al. 2017).

Η αντίληψη έχει παίξει σημαντικό ρόλο για την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στη ρομποτική. Η ερμηνεία του περιβάλλοντος από τα ρομπότ μπορεί να γίνει μέσω αισθητήρων. Τα ρομπότ χρειάζονται την αντίληψη για να μπορούν να αλληλεπιδρούν με άλλες οντότητες στο περιβάλλον το οποίο ενεργούν και καλύπτεται από την περιοχή της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-ρομπότ (Human –Robot interactions - HCI) και την γνωστική ρομποτική (cognitive robotics) (J. Perez et. al. 2017). Το κίνητρο για την HCI, είναι ρομπότ τα οποία αλληλεπιδρούν με δυνατότητες φυσικής γλώσσας. Να μπορούν να κάνουν μικτό διάλογο με πρωτοβουλίες, να έχουν συναισθηματική αλληλεπίδραση καθώς και ομιλία η οποία να έχει συγκεκριμένο σκοπό (Mavridis, 2015:23-26).

Η γνωστική ρομποτική (cognitive robotics), είναι ένας τεχνολογικός τομέας ο οποίος περιλαμβάνει ρομπότ τα οποία έχουν τη δυνατότητα μάθησης με αυτόνομο τρόπο ή μέσω ανθρώπων – επιστημόνων που έχουν το ρόλο του “δασκάλου” με στόχο την ανάπτυξη της ικανότητας για την αποτελεσματική αντιμετώπιση του περιβάλλον τους (Rouse, 2012). Στη γνωστική ρομποτική το σώμα του ρομπότ είναι κάτι περισσότερο από ένα μέσο για χειρισμό και μετακίνηση αντικειμένων, αντίθετα είναι ένα συστατικό της γνωστικής διαδικασίας (IEEE, 2019).

Ένας καθαρός διαχωρισμός που υπήρξε ανάμεσα στη ρομποτική και στην τεχνητή νοημοσύνη είναι ότι η ρομποτική, τη δεκαετία του '70, επικεντρώθηκε περισσότερο στους αυτοματισμούς στη βιομηχανία και στην παροχή λύσεων σε αυτόν τον τομέα. Αντίθετα η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιούσε τα ρομπότ για να δείξει ότι η μηχανές μπορούν να δρουν και να βρίσκουν εφαρμογές και σε περιβάλλοντα εκτός βιομηχανίας (Chella et. al. 2006:87). Τώρα πλέον η τεχνητή νοημοσύνη και η ρομποτική είναι αλληλένδετες και τις συναντάμε σε βιομηχανικές, αλλά και σε οικιακές εφαρμογές.

## **4.5 Artificial Intelligence, Big Data και Data Science**

Η τεχνητή νοημοσύνη και τα μεγάλα δεδομένα συναντιούνται μαζί σε πλήθος εφαρμογών. Τα δεδομένα αυτά είναι απαραίτητα για να δώσουν τροφή στους

αλγορίθμους, ώστε να μπορέσουν να εξάγουν κάποια συμπεράσματα και να τα μετατρέψουν σε χρήσιμες πληροφορίες. Διαφορετικά αν τα δεδομένα απλά συλλέγονται και αποθηκεύονται τότε θα χάνεται πολύτιμος χώρος καθώς επίσης θα αυξάνεται και η πολυπλοκότητα. Σε αυτό έρχεται να δώσει τη λύση η τεχνητή νοημοσύνη με τη βοήθεια της μηχανικής μάθησης, καθώς μπορεί μοτίβα στα **Big Data**, να εξηγήσει αυτά τα μοτίβα και τέλος να χρησιμοποιήσει αυτά τα μοτίβα και τα συμπεράσματα τους (Joshi, 2018:1).

Προκειμένου να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα από τα αποθηκευμένα δεδομένα, πρέπει αυτά να βρίσκονται σε γιγαντιαίες ποσότητες (Big Data) και μόλις αποκτηθούν όλα αυτά τότε το σύστημα και οι αλγόριθμοι της τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να δουλέψουν σωστά και με καλά αποτελέσματα. Επίσης θα μπορεί το σύστημα να εκπαιδευτεί για να μπορέσει να βρει μόνο του τα μοτίβα που μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντικές πληροφορίες (Rose, 2017).

Άλλο ένας τομέας με τον οποίο συνδέεται άμεσα η τεχνητή νοημοσύνη είναι η **επιστήμη των δεδομένων** (Data Science). Στην Data Science, ο εκάστοτε επιστήμονας χρησιμοποιώντας επιστημονικές μεθόδους, θα πειραματιστεί με τα δεδομένα για να δει αν μπορεί να ανακαλύψει καινούργιες ιδέες. Παρόλες τις ομοιότητες με την τεχνητή νοημοσύνη, η επιστήμη των δεδομένων παραμένει διαφορετική. Με την τεχνητή νοημοσύνη το μηχάνημα ψάχνει και κάνει τις αντιστοιχίες για τα μοτίβα που βρίσκει στα δεδομένα. Δεν χρειάζεται κάποιος να κάνει μια εξερεύνηση για να καταλάβει με τι έχει να αντιμετωπίσει, απλά το μηχάνημα το κάνει για τον άνθρωπο και αυτός απλά μπορεί να αξιολογήσει τα αποτελέσματα (Rose, 2017).

## 4.6 Προκλήσεις Artificial Intelligence

Για να εφαρμοστεί μια τεχνολογία η οποία αλλάζει δραματικά τον παραδοσιακό τρόπο λειτουργίας των επιχειρήσεων, αλλά και της καθημερινότητας των ανθρώπων, αντιμετωπίζει προκλήσεις. Η τεχνητή νοημοσύνη είναι μία από αυτές τις τεχνολογίες και για να μπορέσει να εξελιχθεί περισσότερο πρέπει να αντιμετωπίσει αυτές τις προκλήσεις και να εξομαλύνει τις αρνητικές επιπτώσεις.

### 4.6.1 Εργασιακές

Ο ρυθμός ανάπτυξης και εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης, με την υιοθέτηση της αυτοματοποίησης, στον επιχειρηματικό κόσμο μπορεί να έχει αρνητικές συνέπειες τις θέσεις εργασίας. Επίσης εδώ τίθεται και το θέμα της σκοπιμότητας το πως η περαιτέρω ανάπτυξη θα επηρεάσει τις θέσεις εργασίας. Οι κοινωνικοί κανόνες, η κοινωνική αποδοχή και διάφοροι ρυθμιστικοί παράγοντες θα καθορίσουν επίσης τον τρόπο, τον οποίο οι κάθε χώρα θα προχωρήσει σε αλλαγές, με διαφορετικό τρόπο. Στις προηγμένες οικονομίες με μεγαλύτερα επίπεδα μισθών, η αυτοματοποίηση θα τους επηρεάσει περισσότερο από ότι σε χώρες οικονομικά μη ανεπτυγμένες (Manyika, Bughin, 2018)

## 4.6.2 Ασφάλεια

Μερικές φορές μπορεί να υπάρξει χρησιμοποίηση των συστημάτων και τις τεχνολογίας με τρόπους οι οποίοι δεν έχουν προβλεφθεί και η οποίοι μπορεί να θεωρηθούν και παράνομοι. Ένα ζήτημα ασφαλείας που τίθεται σε σχέση με την τεχνητή νοημοσύνη είναι αυτό της χρησιμοποίησης ενός αλγορίθμου της, με σκοπό να παράγει ανακριβή αποτελέσματα προς όφελος κάποιου (Roulson, 2019). Επίσης τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης ανατρέχουν και εξετάζουν τεράστιους όγκους δεδομένων τα οποία περιέχουν και ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα. Αυτό τα καθιστά ευάλωτα σε ζητήματα παραβίασης προσωπικών δεδομένων και ελέγχου ταυτότητας. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει εφαρμόσει τον Κανονισμό Γενικής Προστασίας Δεδομένων (GDPR – General Data Protection Regulation) για την προστασία των προσωπικών δεδομένων (Prashant, 2018 ).

## 4.6.3 Επεξεργαστική Ισχύς

Όλες αυτές οι τεχνικές της τεχνητής νοημοσύνης και ειδικά η μηχανική μάθηση και βαθιά μηχανική μάθησης οι οποίες πρέπει να διαχειριστούν τεράστιες ποσότητες δεδομένων και να εκτελέσουν ένα αντίστοιχα μεγάλο αριθμό υπολογισμών, απαιτούν κατά αντιστοιχία και μεγάλη υπολογιστική ισχύ. Το υπολογιστικό νέφος (Cloud Computing) καθώς και τα παράλληλα συστήματα επεξεργασίας είναι αυτά που έχουν δώσει λύσεις. Όμως καθώς οι όγκοι των δεδομένων συνεχίζουν και αυξάνονται και η βαθιά μηχανική μάθηση οδηγεί σε ολοένα και πιο πολύπλοκους αυτοματοποιημένους αλγορίθμους επεξεργασίας, η συμφόρηση μπορεί να επιβραδύνει την πρόοδο και αυτό θα πρέπει να αντιμετωπιστεί (Marr, 2017).

## 4.6.4 Υιοθέτηση τεχνητής νοημοσύνης από τις Επιχειρήσεις

Η υιοθέτηση μέχρι στιγμής της τεχνητής νοημοσύνης από τις εταιρείες είναι άنيση. Σύμφωνα με το άρθρο “The promise and challenge of the age of artificial intelligence” των J. Manyika και J. Bughin, για την McKinsey, σχεδόν οι μισοί από τους ερωτηθέντες σε μια έρευνα του 2018 της McKinsey σχετικά με την υιοθέτηση του ΑΙ λένε ότι οι εταιρείες τους έχουν ενσωματώσει τουλάχιστον μία δυνατότητα τεχνητής νοημοσύνης στις επιχειρηματικές τους διαδικασίες και ένα άλλο 30% τις έχει ενσωματώσει σε πιλοτικό στάδιο. Παρόλα αυτά, μόνο το 21% δηλώνει ότι οι οργανώσεις τους έχουν ενσωματώσει το ΑΙ σε πολλά τμήματα της επιχείρησης και μόλις το 3% των μεγάλων εταιρειών έχουν ενσωματώσει το ΑΙ σε ολόκληρη την επιχειρηματική τους ροή.

Η καθυστέρηση που παρουσιάζεται στην υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης από κάποιους κλάδους θα κάνει πιο δύσκολο το έργο για τις εταιρίες που θα το επιχειρήσουν μεταγενέστερα. Θα πρέπει να μετατρέψουν κάποιες από τις επιχειρηματικές τους διαδικασίες, να δημιουργήσουν νέες ισχυρές διαδικασίες για την συλλογή δεδομένων, καθώς επίσης και μοντέρνες ψηφιακές δυνατότητες για να είναι σε θέση να

δημιουργήσουν ή να έχουν πρόσβαση στις απαιτούμενες υποδομές της τεχνητής νοημοσύνης (Manyika, Bughin, 2018).

## 4.7 Ζητήματα Ηθικής και Συμπεράσματα

Η τεχνητή νοημοσύνη είναι από τα λίγα ζητήματα τα οποία έχουν θέσει μεγάλη ηθική πρόκληση στην ανθρωπότητα. Μια τέτοια είναι η υποκείμενη υπαρξιακή δοκιμασία. Στην καθημερινότητα του ανθρώπου υπάρχουν μηχανές οι οποίες εκτελούν μεγάλο πλήθος εργασιών αντί για αυτόν. Κάποιες από αυτές αφορούν χειρωνακτικές εργασίες όπως για παράδειγμα η μεταφορά βάρους το οποίο θα ήταν αδύνατο να σηκώσουμε. Η ιδέα τώρα ότι υπάρχουν μηχανές οι οποίες μπορούν να εκτελούν πολύ καλύτερα υπολογισμούς, από ότι μπορεί ο άνθρωπος να κάνει, με μεγαλύτερη ταχύτητα και χωρίς την άμεση επίβλεψή του, αυτόνομα δηλαδή, είναι κάτι που αψηφά την γραμμική λογική του παλαιού προγραμματισμού. Το ηθικό ζήτημα δεν είναι ότι ο άνθρωπος δεν μπορεί να ζήσει με την ιδέα ότι μηχανές σκέφτονται καλύτερα και αυτόνομα από τον ίδιο, αλλά η ιδέα αυτή για πολλούς υπονοεί ότι οι άνθρωποι είναι προορισμένοι να ξεπεραστούν (Hofheinz, 2018:1).

Καθώς οι αλγόριθμοι της τεχνητής νοημοσύνης αυξάνουν την πολυπλοκότητα τους, η κατανόηση του τρόπου λειτουργίας τους γίνεται ακόμα δυσκολότερη. Σε μερικές περιπτώσεις έχουν αναφερθεί και ως “μαύρο κουτί” καθώς ούτε οι μηχανικοί μπορούν να αποκρυπτογραφήσουν το λόγο τον οποίο μια μηχανή πήρα μια απόφαση. Η χρήση τέτοιου είδους αλγορίθμων οδηγεί στη δυσκολία του εντοπισμού τότε τα πράγματα έχουν ξεφύγει από τον έλεγχο καθώς και της ανάληψης ευθυνών σε περιπτώσεις ζημιάς η ηθικής βλάβης (IBE, 2018).

Μια πιο ερμηνευτική προσέγγιση και ξεκάθαρη τεχνητή νοημοσύνη θα οδηγούσε τι κοινό να εμπιστευτεί και να διαχειρίζεται αποτελεσματικότερα τις μηχανές που “σκέφτονται”. Η Υπηρεσία Προηγμένων Ερευνητικών Προγραμμάτων για την Άμυνα (DARPA - Defense Advanced Research Projects Agency) ξεκίνησε το πρόγραμμα Explainable AI (XAI), με στόχο τη δημιουργία μιας σειράς έξυπνων μηχανών οι οποίες μπορούν να εξηγήσουν τη λογική τους και να αναδεικνύουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους (IBE, 2018).

Το σίγουρο είναι, ότι με τις απαιτήσεις που έχει κάθε άνθρωπος από την καθημερινότητα, τα προϊόντα και τις υπηρεσίες που καταναλώνει και γενικά την ποιότητα που χρειάζεται στη ζωή του, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να δώσει βελτιώνοντας αρκετά σημεία ενδιαφέροντος. Όπως και σε κάθε επαναστατική τεχνολογία έτσι και στην τεχνητή νοημοσύνη υπάρχει σωστή και λάθος χρήση. Θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι προς όφελος του ανθρώπου, να φροντίζει να μην ξεπερνάει τις λεπτές γραμμές της ηθικής και να έχει πάντα τον έλεγχο όλων αυτών που έχει εφαρμόσει με τη βοήθεια αυτής της τεχνολογίας.



# Κεφάλαιο 5

## Big Data στην Υγεία

### 5.1 Εισαγωγή

Ο ρυθμός δημιουργίας και η ποσότητα των δεδομένων όπως είδαμε είναι πια υπερβολικά μεγάλος και οι εταιρίες συλλέγουν και αποθηκεύουν τεράστιες ποσότητες πληροφοριών και Big Data από κάθε πηγή η οποία τους ενδιαφέρει. Όλα αυτά τα δεδομένα δημιουργούνται από πλήθος αισθητήρων, οι οποίοι είναι ενσωματωμένοι σε διάφορες συσκευές που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος καθημερινά ανιχνεύοντας, δημιουργώντας και μεταδίδοντας δεδομένα. Όλα αυτά τα μεγάλα δεδομένα μπορούν να αποθηκευτούν και να αναλυθούν και στην συνέχεια να εξαχθούν πολύτιμα συμπεράσματα (Manyika et. al. 2011).

Τα τελευταία χρόνια έχει επιτευχθεί μεγάλη πρόοδος στην ψηφιοποίηση ιατρικών αρχείων είναι γεγονός για τον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, καθώς φαρμακευτικές εταιρίες και άλλοι οργανισμοί οι οποίοι ασχολούνται με την υγεία, συγκεντρώνουν δεδομένα όπως επίσης και χρόνια έρευνας σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων. Όλα αυτά αποτελούν σημαντική γνώση για τους ενδιαφερόμενους στην φαρμακευτική βιομηχανία και κατ' επέκταση στην υγεία. Αυτές οι πληροφορίες είναι μια μορφή μεγάλων δεδομένων και πρέπει να αναλυθούν ώστε να μπορέσουν να αποκτηθούν νέες γνώσεις. Για παράδειγμα, αυτές οι γνώσεις μπορεί να φέρουν αποτελεσματικότερες φαρμακευτικές αγωγές, χρήσιμες πληροφορίες για τους ασθενείς καθώς επίσης και να μειώσουν το κόστος (Groves et. al. 2013).

Όλες αυτές οι γνώσεις από τα Big Data, καθώς και ο συνδυασμός τους με άλλες τεχνολογίες όπως θα δούμε παρακάτω, θα είναι μια επανάσταση στον κλάδο της υγείας. Τομείς της υγείας όπως η έρευνα, η παραγωγή και συσκευασία φαρμάκων, τα νοσοκομεία, τα φαρμακεία καθώς και τα διαγνωστικά κέντρα μπορούν να μεγιστοποιήσουν τις δυνατότητές τους με την χρήση των μεγάλων δεδομένων. Για να μπορέσουν όλα αυτά να γίνουν πράξη θα πρέπει να υπάρχει και η κατάλληλη υποδομή, χώροι αποθήκευσης οι οποίοι θα μπορούν να ανταπεξέρθουν στην τεράστια ποσότητα δεδομένων καθώς και η κατάλληλη υπολογιστική ισχύ.

## 5.2 Εφαρμογές στην υγεία

Στην υγειονομική περίθαλψη, τα ηλεκτρονικά ιατρικά αρχεία μπορούν να παράγουν τεράστιες ποσότητες μεγάλων δεδομένων τα οποία συλλέγονται από εταιρείες και οργανισμούς του κλάδου και έχουν πλήθος εφαρμογών. Τα δεδομένα αυτά όταν αναλύονται μπορούν να δημιουργήσουν τάσεις, παρατηρήσεις, πρόδρομους ασθενειών, γενετικές πληροφορίες και πολλά άλλα. Όλα αυτά βάση της σημαντικότητάς τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν με αρκετά οφέλη στη δημόσια υγειονομική περίθαλψη, στην έρευνα και την παραγωγή φαρμάκων καθώς επίσης μπορούν να παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες για την αξιολόγηση του κόστους και της προσιτότητας της υγειονομικής περίθαλψης και της βελτίωσης της ποιότητας της φροντίδας (Lateef, 2016:85-86).

### 5.2.1 Ιατρική εκπαίδευση

Η διδασκαλία και η ενθάρρυνση αυτών των νέων δυνατοτήτων τις οποίες προσφέρει η σύγχρονη τεχνολογία των Big Data καθίσταται κρίσιμη καθώς, η εξέλιξη που παρατηρείται στην υγειονομική περίθαλψη αντικατοπτρίζει την ανάγκη προσαρμογής σ' αυτόν τον μεταβαλλόμενο ρόλο της τεχνολογίας και των Big Data. Για να μειωθεί το χάσμα μεταξύ του τρόπου που εκπαιδεύονται οι νεοεισερχόμενοι στην υγειονομική περίθαλψη και των εκπαιδευτών, πρέπει οι φοιτητές, οι ασκούντες τη διοίκηση, οι διδάσκοντες να προχωρήσουν σε μια αλλαγή νοοτροπίας. Η επεξεργασία και η ανάλυση όλων αυτών των δεδομένων θα είναι πολύ σημαντική για τους νέους ιατρούς και το προσωπικό του κλάδου.

Η κατανόηση της τεχνολογίας της πληροφορικής και των μεγάλων δεδομένων, θα εξοικονομήσει χρόνο και θα ενισχύσει τα αποτελέσματα μελετών όταν είναι μακροπρόθεσμες και απαιτούν παρακολούθηση για μεγάλο χρονικό διάστημα. Σύμφωνα με τον Lateef (2016:87) στο άρθρο "Big Data: Applications in Healthcare and Medical Education" οι φοιτητές της Ιατρικής σχολής του πανεπιστημίου της Νέας Υόρκης, έχουν πρόσβαση σε μια βάση δεδομένων με περίπου πέντε εκατομμύρια ανώνυμες εγγραφές η οποία περιλαμβάνει την ηλικία, τη φυλή, την εθνικότητα, τις διαγνώσεις, τους λογαριασμούς που πληρώνονται για λογαριασμό τους και ούτω καθεξής. Στη συνέχεια οι φοιτητές χρησιμοποιούν τα εργαλεία που παρέχονται για να αναλύσουν αυτά τα δεδομένα και να εξετάσουν τα ποιοτικά μέτρα για τις διαγνώσεις όπως η καρδιακή ανεπάρκεια, η υπέρταση και ο σακχαρώδης διαβήτης.

Αυτή η μέθοδος εισάγει του φοιτητής σε ένα νέο τρόπο σκέψης και σε εργαλεία και μεθόδους τα οποία θα του είναι χρήσιμα στην μετέπειτα περίοδο της καριέρας του όπως σε ιατρικές προβλέψεις για τη δημιουργία συστήματος φαρμακοεπαγρύπνησης με σκοπό την παρακολούθηση των παρενεργειών των φαρμάκων και λαθών των ιατρικών πράξεων (Lateef, 2016: 87).

## 5.2.2 Στον τομέα των φαρμάκων

### Ανάπτυξη Φαρμάκων και κλινικές δοκιμές.

Στο παρελθόν, οι ερευνητές εξέταζαν χιλιάδες φυσικές ενώσεις φυτών ή ζώων στα εργαστήρια, τα οποία χρησιμοποιούσαν ως βάση για υποψήφια φάρμακα, με αναμενόμενο ποσοστό επιτυχίας 1% ή και λιγότερο. Τώρα πλέον με την προγνωστική μοντελοποίηση, αφού δημιουργηθούν νέα μόρια μέσω υπολογιστών, μπορεί να προβλεφθεί η αλληλεπίδραση των υποψήφιων φαρμάκων, η αναστολή και η τοξικότητα.

Επιπλέον, στη φάση των κλινικών δοκιμών, οι οποίες είναι ερευνητικές μελέτες οι οποίες ελέγχουν να μια θεραπεία είναι ασφαλής και αποτελεσματική για τον άνθρωπο, μπορεί να αποτύχουν να υπάρχει αδυναμία πρόσληψης επαρκών συμβατών ασθενών. Με τα Big Data, τα ηλεκτρονικά αρχεία ασθενών και το υπολογιστικό νέφος, η επιλογή των ασθενών μπορεί να γίνει με κριτήρια όπως γενετικές πληροφορίες, κατάσταση της νόσου, συσκευές υγείας και άλλων μεμονωμένων χαρακτηριστικών. Επίσης με την ικανότητα της συλλογής αυτών των δεδομένων από πάρα πολλά συστήματα και την ανάλυσή τους, δίνει τη δυνατότητα στις δοκιμές να είναι μικρότερες και λιγότερο δαπανηρές (Melissa Lin), (Streeter, 2016).

Επίσης σύμφωνα με τους Cattell, Chilikuri και Levy της McKinsey&Company (2013) οι κλινικές δοκιμές θα γίνουν πιο προσαρμοσμένες και αποτελεσματικότερες σε σήματα ασφαλείας υποπληθυσμών περιλαμβάνοντας και τα παρακάτω:

- Δυναμική εκτίμηση μεγέθους του δείγματος επιτρέποντας ταχεία απόκριση σε άμεσα αναδυόμενα δεδομένα από τις κλινικές δοκιμές.
- Αυξημένη χρήση των ηλεκτρονικών δεδομένων για την καταγραφή πληροφοριών των ασθενών στα ηλεκτρονικά αρχεία ασθενών τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρωταρχική πηγή δεδομένων για κλινικές δοκιμές, με μείωση της πιθανότητας σφαλμάτων δεδομένων και αλληλοεπικάλυψης που μπορεί να συμβεί μέσω της μη αυτόματης εισαγωγής.
- Πρόσβαση σε δεδομένα πραγματικού χρόνου μπορεί να βελτιώσει την ταχύτητα και την απόκριση σε προβλήματα που προκαλούνται σε κλινικές δοκιμές.

### Ανεπιθύμητες Ενέργειες Φαρμάκων.

Ο εντοπισμός και η αξιολόγηση των ανεπιθύμητων ενεργειών μπορεί να βελτιωθεί με την χρήση των Big Data. Όλες αυτές οι νέες πηγές δεδομένων μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο σχηματισμό συστήματος φαρμακοεπαγρύπνησης για την ανίχνευση μελλοντικών ανεπιθύμητων ενεργειών. Πολλές ανεπιθύμητες ενέργειες γίνονται αντιληπτές μετά την είσοδο των φαρμάκων στην αγορά και χρησιμοποιούνται από ένα σημαντικό μέρος του πληθυσμού το οποίο μπορεί να ποικίλει. Η ανίχνευση αυτών των ανεπιθύμητων ενεργειών

των φαρμάκων είναι μια πρόκληση για τα συστήματα υγείας παγκοσμίως καθιστώντας την εποπτεία τους, την φαρμακοεπαγρύπνηση, απαραίτητη (Harraz et. al. 2015).

Η φαρμακοεπαγρύπνηση βασίζεται στη συλλογή ανεπιθύμητων ενεργειών από τους χρήστες των φαρμάκων καθώς και από τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης (Wikipedia, 2019). Συνήθως η συλλογή αυτών των ανεπιθύμητων ενεργειών βασίζεται σε αυθόρμητες αναφορές και είναι προαιρετικές. Τα μεγάλα δεδομένα αναφέρονται σε τεράστιες ποσότητες δεδομένων τα οποία έχουν μεγάλη ποικιλία και πολυπλοκότητα και παρέχουν μοναδικές ευκαιρίες για τη βελτίωση της φαρμακοεπαγρύπνησης. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να προέρχονται από τα ηλεκτρονικά ιατρικά αρχεία (EMR – Electronic Medical Records), τα οποία περιλαμβάνουν δεδομένα τα οποία παράγονται κατά τη διάρκεια μιας συνηθισμένης κλινικής περίθαλψης (Harraz et. al. 2015).

Ο οργανισμός ελέγχου φαρμάκων και τροφίμων των ΗΠΑ (FDA - Food and Drug Administration), επεκτείνει τη χρήση εξόρυξης δεδομένων για να καταφέρει να αναλύσει τον αυξημένο αριθμό αναφορών ανεπιθύμητων ενεργειών που λαμβάνει ο οργανισμός και να επιταχύνει την αναγνώριση, την κατηγοριοποίηση και την ιεράρχηση πιθανών ζητημάτων ασφαλείας που μπορεί να προκύψουν. Με αυτό τον τρόπο το προσωπικό που μένει ελεύθερο μπορεί να ασχοληθεί και να εκτελεί καθήκοντα τα οποία δεν μπορούν να αυτοματοποιηθούν και για να διευθετηθούν χρειάζονται τον ανθρώπινο παράγοντα. Κάποια από τα πλεονεκτήματα που έχει δηλώσει ο FDA είναι τα εξής (Ventola, 2018) :

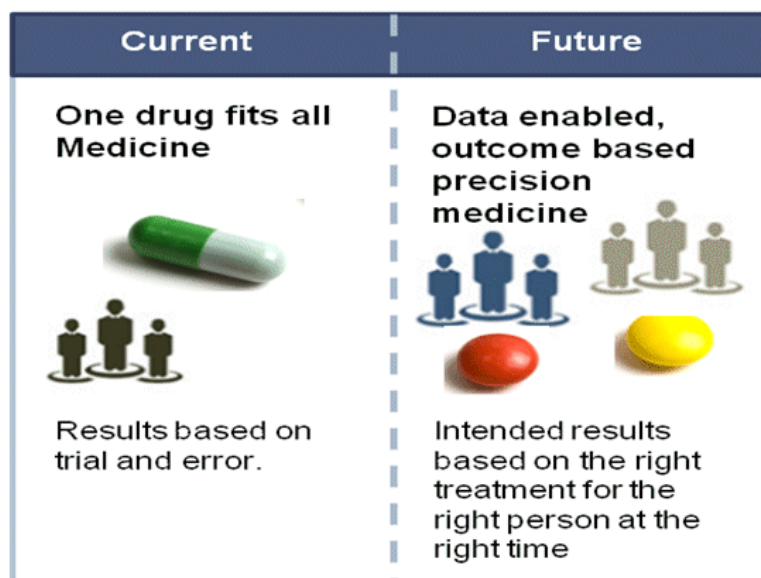
- Επειδή η εξόρυξη δεδομένων είναι αυτοματοποιημένη και οι αναλύσεις δεν γίνονται από τον άνθρωπο, η ερμηνεία είναι πιο τυποποιημένη και δεν προκαλούν ανησυχίες ότι η επιλογή και η ερμηνεία είναι υποκειμενικές πάνω στην ασφάλεια των φαρμάκων.
- Απαιτείται λιγότερος χρόνος για την ανάλυση και την ερμηνεία.
- Οι μελέτες για την αλληλεπίδραση των φαρμάκων μεταξύ τους διευκολύνονται μέσω της αυτόματης ανίχνευσης ασυνήθιστων προτύπων.
- Τέλος η εξόρυξη δεδομένων μέσω των Big Data, συμβάλουν στον εντοπισμό μηχανισμών με τους οποίους αναπτύσσονται οι ανεπιθύμητες ενέργειες.

### 5.2.3 Ιατρική Ακριβείας

Ο όρος Big Data χρησιμοποιείται για να περιγράψει τον όγκο, την ποικιλία και την ταχύτητα των δεδομένων σε όλους του τομείς που μπορεί να έχουν εφαρμογή. Από τη στιγμή την οποία οι επιστήμονες έχουν τη δυνατότητα της συλλογής και της ανάλυσης δεδομένων που πριν από λίγα χρόνια δεν είχαν. Έχουν αναπτυχθεί νέοι μέθοδοι συλλογής, αποθήκευσης καθώς και καθαρισμού των μεγάλων δεδομένων παρέχοντας τεράστιες δυνατότητες στους επιστήμονες και στον κλάδο της υγείας (Hulsen et. al. 2019:1).

Η ιατρική ακριβείας είναι μια σύγχρονη διαδικασία ιατρικής διάγνωσης και θεραπείας ασθενειών η οποία χρησιμοποιεί αποτελεσματικά γενετικά δεδομένα του ασθενή σε

συνδυασμό με άλλα περιβαλλοντικά δεδομένα με σκοπό τη δημιουργία φαρμακευτικών αγωγών και δοσολογιών οι οποίες είναι προσαρμοσμένες στα γονίδια και στις συνθήκες διαβίωσης του συγκεκριμένου ατόμου. Ενώ οι περισσότερες θεραπείες έχουν δομηθεί για ένα μέσο άνθρωπο, η ιατρική ακριβείας στοχεύει στην ανάπτυξη θεραπειών με γνώμονα έναν συγκεκριμένο ασθενή, η οποία θα έχει τα βέλτιστα αποτελέσματα για τον ίδιο (Frost and Sullivan, 2018).



Εικόνα 10: Φαρμακευτικές Αγωγές στο παρόν και στο Μέλλον, Πηγή: <https://ww2.frost.com/frost-perspectives/transforming-pharma-industry-big-data/>

Τα φάρμακα που παράγονται ανά τον κόσμο εξετάζονται σε ένα δείγμα πληθυσμού και αν αποδειχθούν αποτελεσματικά στη συνέχεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στον υπόλοιπο πληθυσμό. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να λειτουργεί σε κάποιους ανθρώπους, αλλά να μην έχει τα προσδοκώμενα αποτελέσματα σε κάποιους άλλους. Η πρόοδος στην τεχνολογία έχει οδηγήσει στην αυξημένη ικανότητα πολλαπλών μετρήσεων σε ένα μόνο δείγμα καθιστώντας εφικτό, συνδυάζοντας σχετικές τεχνολογίες, τις ταυτόχρονες μετρήσεις DNA και RNA, παράλληλα με της μετρήσεις της δραστηριότητας της ασθένειας και των συναφών μεταδεδομένων. Σε αυτήν την περίπτωση τα Big Data, θεωρούνται καλύτερα και πιο χρήσιμα για τον σκοπό τον οποίο χρησιμοποιούνται παρόλο που το μέγεθος είναι βασικό τους χαρακτηριστικό (Hulsens et. al. 2019:2).

Κάποια από τα πλεονεκτήματα της Ιατρικής ακριβείας με την χρήση των Big Data είναι τα παρακάτω (Hulsens et. al. 2019:2):

- Έχει υψηλότερη πιθανότητα επιτυχίας στην αντιμετώπιση μιας ασθένειας.
- Μπορεί να εξοικονομηθεί κόστος καθώς είναι δύσκολο να μην πετύχει μια αγωγή και να πρέπει να χορηγηθεί μία άλλη.
- Μπορεί να προχωρήσει πολύ στην πρόβλεψη της ευαισθησίας των ανθρώπων σε κάποιες ασθένειες καθώς επίσης και στην ανίχνευση της αντίστοιχης νόσου με αποτέλεσμα την καταστολή της.

- Η Ιατρική ακριβείας δίνει τη δυνατότητα στους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης να μειώσουν στο ελάχιστο τυχόν ανεπάρκειες στις υπηρεσίες τους, οι οποίες μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στους ασθενείς καθώς και στο κόστος.

Οι γενετικές δοκιμές θα συνεχίσουν να ενισχύουν την εξέλιξη της ιατρικής ακριβείας. Όταν γίνει η ενσωμάτωση των γενετικών ή μοριακών μεγάλων δεδομένων με ηλεκτρονικά αρχεία, θα είναι δυνατή η επικύρωση και η επικύρωση κλινικών δοκιμών με τη χρήση προηγμένων αναλυτικών μεθόδων σε πραγματικό χρόνο (Cheong et. al. 2018:5).

### **5.3 Ηλεκτρονικό Αρχείο Υγείας (EHR – Electronic Health Record) και Big Data**

Το EHR είναι ουσιαστικά η συλλογή των δεδομένων τα οποία συλλέγονται συστηματικά και περιέχουν πληροφορίες υγείας για έναν ασθενή και στη συνέχεια αποθηκεύονται σε ηλεκτρονική μορφή. Τα ηλεκτρονικά αυτά αρχεία περιέχουν δημογραφικά δεδομένα, ιατρικό ιστορικό, προσωπικές στατιστικές πληροφορίες, ανεπιθύμητες ενέργειες που έχουν προκληθεί στον ασθενή και ότι άλλο μπορεί να θεωρηθεί συναφές και μπορεί να βοηθήσει στην μετέπειτα ανάλυση. Αυτά τα αρχεία μοιράζονται μέσω δικτύων σε συστήματα τα οποία μπορούν να αποθηκεύσουν και να διαχειριστούν τέτοιου είδους δεδομένα (Wikipedia, 2019). Το ηλεκτρονικό αρχείο υγείας θα μπορούσε να θεωρηθεί και από μόνο του σαν μια είσοδος μεγάλων δεδομένων η οποία μπορεί να επεκταθεί και στο χειρισμό και την αξιοποίηση των δεδομένων τα οποία με τη σειρά τους είναι αποθηκευμένα σε αυτό (Ross, Wei and Machado, 2014).

Το άμεσο όφελος των ηλεκτρονικών αρχείων υγείας είναι η μείωση του κόστους για τους παρόχους υγείας, η μείωση των διοικητικών δραστηριοτήτων με παράλληλη βελτίωση της ποιότητας περίθαλψης και τον ταχύτερο χρόνο μιας θεραπείας. Το EHR δημιουργήθηκε για να μπορεί να επιτευχθεί η ανάλυση των ποικίλων, αδόμητων και με τεράστιο όγκο δεδομένων υγείας με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων μέσω των εργαλείων ανάλυσης και της λήψης αποφάσεων (Khenou, Khamlich and Chaoui, 2018:60-61).

#### **Κοινωνικά Δίκτυα στην Προσωπική παρακολούθηση.**

Η εφαρμογές κινητής τηλεφωνίας για την ευεξία των ασθενών έχουν γίνει πολύ δημοφιλείς. Εφαρμογές για την διακοπή καπνίσματος, την απώλεια βάρους και τη μέτρηση καρδιακών παλμών παρέχουν συγκεντρωτικά δεδομένα (μεγάλα δεδομένα) σε πραγματικό χρόνο. Με τη χρήση αυτών των δεδομένων στο εξατομικευμένο ηλεκτρονικό αρχείο υγείας, δημιουργείται ένα αυτοματοποιημένο σύστημα για τον εντοπισμό ατόμων οι οποίοι βρίσκονται σε κίνδυνο και με την αποστολή αυτοματοποιημένων μηνυμάτων να αυτοί οι χρήστες να ενημερώνονται άμεσα (Ross, Wei and Machado, 2014).

Η συλλογή και η παρακολούθηση όλων αυτών των δεδομένων από διάφορους πληθυσμούς μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ενημερώσει τους γιατρούς για ασθενείς που βρίσκονται σε πιθανό κίνδυνο (Ross, Wei and Machado, 2014). Υπάρχει δηλαδή η δυνατότητα εντοπισμού τάσεων σε συγκεκριμένους πληθυσμούς. Από τη ανάλυση των μεγάλων δεδομένων και των ηλεκτρονικών αρχείων υγείας μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για την τάση κάποιων πληθυσμών στην παχυσαρκία, στον σακχαρώδη διαβήτη, καρδιακά νοσήματα με σκοπό να μπορέσουν να ληφθούν μέτρα και να προληφθούν πριν ακόμα εκδηλωθούν.

## **5.4 Κίνδυνοι από τη χρήση των Big Data στην Υγειονομική Περίθαλψη**

Ο συνδυασμός συλλογής περισσότερων δεδομένων και της ικανότητας για καλύτερη επεξεργασία και ανάλυση δημιουργεί αναμφισβήτητα νέες ευκαιρίες. Αυτά τα δεδομένα χαρακτηρίζονται από τον όγκο, την ποικιλία και την ταχύτητά τους, όμως οι χρήστες από τους οποίους προέρχονται τα δεδομένα αυτά, δεν συνδέονται απαραίτητα άμεσα με όλη αυτή την ανάλυση. Στην υγειονομική περίθαλψη η χρήση των Big Data οδηγεί σε καλύτερες διαγνώσεις και εξατομικευμένες θεραπείες καθώς επίσης και η έρευνα ενισχύεται σημαντικά καθώς υπάρχουν περισσότερα δεδομένα. Σε άλλους τομείς η συναίνεση των χρηστών είναι μεγαλύτερη για την διάθεση των προσωπικών δεδομένων από ότι στον κλάδο της υγείας. Η ασφάλεια και των χρηστών και των δεδομένων διαδραματίζει σημαντικό ρόλο σ' αυτή την διαδικασία (Langkafel, 2016:123-128).

Τα μεγάλα δεδομένα είναι το κλειδί για την μελλοντική υγειονομική περίπτωση και τη βελτίωση των προβλέψεων στον τομέα της υγείας. Για να εξελιχθεί η υγειονομική περίθαλψη και να μεταβεί στο επόμενο στάδιο, η χρήση των Big Data είναι απαραίτητη. Για να γίνει εφικτό αυτό, πρέπει να βρεθεί ο δίαυλος μέσω του οποίου, ο κλάδος της υγείας να μεταβεί στο επόμενο επίπεδο συνδυάζοντας τη διασφάλιση της ποιότητας και της ασφάλειας των δεδομένων. Η βάση σε όλο αυτό είναι η εθελοντική και ενημερωμένη συγκατάθεση των χρηστών με παρουσίαση των προνομίων αυτής της μεθόδου, δημιουργία διαφάνειας σχετικά με την χρήση των δεδομένων και πως αξιοποιούνται και ισχυρό νομικό πλαίσιο για την ασφάλεια όλων αυτών των δεδομένων καθώς και των αποτελεσμάτων της ανάλυσής τους (Langkafel, 2016:123-128).

## **5.5 Ο αντίκτυπος των Big Data στην υγεία**

Σύμφωνα με τους Groves et. al. στο άρθρο “The Big Data revolution in HealthCare”, εξετάζονται πέντε διαδρομές – μονοπάτια τα οποία είναι επικεντρωμένα στον ασθενή και προσπαθούν να εξισορροπήσουν τις δαπάνες και τη μείωση του κόστους με τις επιπτώσεις στους ασθενείς.

1. **Δικαίωμα διαβίωσης.** Ο τρόπος για να γίνει αυτό, όπως είδαμε και παραπάνω, είναι οι ασθενείς να έχουν το δικαίωμα και να μπορούν να έχουν ενεργό ρόλο στη θεραπεία τους.
2. **Σωστή φροντίδα.** Αυτό αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο μεταχειρίζεται ο ασθενής από τους επαγγελματίες υγείας. Πρέπει να εξασφαλιστεί η καλύτερη και εγκυρότερη θεραπεία η οποία εξαρτάται από τα πρωτόκολλα και απαιτεί μια συντονισμένη προσέγγιση του ασθενή από επαγγελματίες υγείας, οι οποίοι έχουν τις ίδιες πληροφορίες και δεδομένα για τον ασθενή καθώς επίσης και τον ίδιο στόχο.
3. **Σωστός πάροχος υγείας.** Ο ασθενής θα πρέπει πάντα να αντιμετωπίζεται από επαγγελματίες υγείας, η οποίοι είναι εξειδικευμένοι και ταιριάζουν καλύτερα στην πράξη την οποία θα προβεί ο ασθενής, με σκοπό να επιτευχθεί το καλύτερο αποτέλεσμα. Τα κατάλληλα άτομα τα οποία ταιριάζουν καλύτερα στον ασθενή μπορούν να βρεθούν μετά από ανάλυση των μεγάλων δεδομένων.
4. **Σωστή αξία.** Οι πάροχοι θα πρέπει να βελτιώνουν συνεχώς τις υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης. Με τη βοήθεια των Big Data μπορεί να εξασφαλιστεί καλύτερη αναλογία κόστους και αποτελεσματικότητας, όπως επίσης θα μπορούσαν τα μειωθούν και τα κρούσματα απάτης στο σύστημα υγείας.
5. **Σωστή καινοτομία.** Τέλος η τεχνολογική αυτή πρόοδος στον τομέα των δεδομένων συμβάλει στον εντοπισμό νέων θεραπειών, φαρμάκων και υπηρεσιών. Οι επαγγελματίες υγείας θα πρέπει να κάνουν βέλτιστη χρήση των δεδομένων τα οποία είναι πλέον άμεσα προσβάσιμα και με τις κατάλληλες τεχνικές ανάλυσης και λαμβάνοντας υπόψιν τις όποιες διαφοροποιήσεις στα δεδομένα να προχωρούν σε καινοτόμες λύσεις.

## 5.6 Συμπεράσματα

Όπως είδαμε η τεχνολογία έχει προχωρήσει πολύ, ώστε κάθε δεδομένο που παράγεται να μπορεί να αξιοποιείται με κάποιο τρόπο. Δημιουργούνται δεδομένα από οποιαδήποτε συσκευή χρησιμοποιεί ο άνθρωπος και μπορεί να επικοινωνήσει με κάποιο δίκτυο. Όλα αυτά τα δεδομένα μπορούν να φτιάχνουν και το προφίλ του κάθε ανθρώπου και αυτό βοηθάει σημαντικά, όταν η χρησιμοποίηση του γίνεται για λόγους περίθαλψης και μπορεί να βοηθά στη θεραπεία, στις διαγνωστικές εξετάσεις στην πρόληψη και σε πολλούς άλλους τομείς της υγείας.

Στον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης δημιουργούνται τεράστιες δυνατότητες με τη χρήση των Big Data και ακόμα περισσότερες όταν συνδυάζονται με άλλες τεχνολογίες όπως είναι οι Data Science, Data Mining, Internet of Things, Cloud Computing και Artificial Intelligent. Τα ηλεκτρονικά αρχεία υγείας και η εξατομικευμένη θεραπεία για κάθε ασθενή δίνουν τη δυνατότητα στους παρόχους υγείας, να ελαχιστοποιούν το χρόνο διάγνωσης όπως και το χρόνο και την ποιότητα της θεραπείας.



Όλα αυτά τα οφέλη από την χρήση των Big Data θα έχουν αξία αν δεν παραβιαστεί η ανθρώπινη φύση. Σίγουρα θα υπάρξουν και άλλες δυνατότητες οι οποίες δεν θα αφορούν μόνο μια απλή διάγνωση, μια θεραπεία ή την πρόβλεψη μιας ασθένειας για την οποία θα μπορέσει να προετοιμαστεί κατάλληλα ο κάθε άνθρωπος. Αναφέρομαι στην αλλαγή του DNA του ανθρώπου και την παρέμβαση στην ανθρώπινη φύση.

## Κεφάλαιο 6

# Τεχνητή Νοημοσύνη στην Υγεία

### 6.1 Εισαγωγή

Στην υγειονομική περίθαλψη η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιεί σύνθετους αλγορίθμους και λογισμικά για να μπορέσει να αναλύσει περίπλοκα ιατρικά δεδομένα και να εξάγει συμπεράσματα χωρίς την άμεση επέμβαση του ανθρώπου στη διαδικασία αυτή. Η διαφορά της με τις παραδοσιακές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην υγεία, είναι ότι έχει την ικανότητα να αποκτά πληροφορίες μέσω του μεγάλου αριθμού δεδομένων που εισέρχονται στα συστήματα υγείας, να τα επεξεργάζεται και να εξάγει χρήσιμα συμπεράσματα στον τελικό χρήστη, ο οποίος θα μπορούσε να είναι ο ιατρός ενός νοσοκομείου ή κάποιος άλλος επαγγελματίας υγείας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω των αλγορίθμων μηχανικής μάθησης και τη χρήση νευρωνικών δικτύων τα οποία μπορούν να αναγνωρίσουν μοτίβα και να δημιουργήσουν τη δική τους λογική (Wikipedia, 2019).

Οι προσανατολισμένες στην υγεία εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης έχουν αναπτυχθεί και εφαρμοστεί σε διαδικασίες διάγνωσης, ανάπτυξης πρωτοκόλλου θεραπείας, εξατομικευμένη ιατρική, παρακολούθηση πορείας υγείας ασθενών καθώς επίσης και στην ανάπτυξη φαρμάκων. Εταιρίες όπως η Google, η IBM, η Microsoft και η Intel έχουν αναπτύξει αλγόριθμους και πλατφόρμες τεχνητής νοημοσύνης για τον τομέα της ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης (Wikipedia, 2019). Σε συνδυασμό με τα Big Data, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να εφαρμοστεί σε ποικίλες μορφές δεδομένων (δομημένα και μη δομημένα)(Jiang et. al. 2017:1)

### 6.2 Η τεχνητή νοημοσύνη στη διάγνωση

Η διάγνωση μέσω υπολογιστή (CADx - computer-aided diagnosis) και η ανίχνευση μέσω υπολογιστή (CADe - computer-aided detection), είναι συστήματα τα οποία βοηθούν τους γιατρούς στην ερμηνεία των ιατρικών εικόνων. Οι τεχνικές απεικόνισης με ακτίνες X, με μαγνητική τομογραφία και με υπερήχους παρέχουν πλήθος πληροφοριών το οποίο πρέπει να αναλυθεί και να αξιολογηθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα από τον εκάστοτε επαγγελματία υγείας (Wikipedia, 2019). Τα συστήματα CAD μπορούν και επεξεργάζονται αυτές τις απεικονίσεις σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα και υπογραμμίζουν εμφανή τμήματα τα οποία μπορεί να υποδηλώνουν μια ασθένεια, έτσι ώστε η απόφαση που θα παρθεί και το πόρισμα του επαγγελματία να είναι πιο ακριβές και να γίνεται με μεγαλύτερη ευκολία (Halalli and Makandar, 2018:86-87).

Τα συστήματα CAD λειτουργούν και ανταπεξέρχονται στο μέγιστο βαθμό, σε ιδιαίτερα περίπλοκα μοτίβα τα οποία βρίσκονται μέσα στις απεικονίσεις και η κύρια εφαρμογή αυτών των συστημάτων είναι η ανίχνευση ανωμαλιών στο ανθρώπινο σώμα. Ένα παράδειγμα χρήσης συστημάτων CAD είναι στη ψηφιακή μαστογραφία, όπου βοηθά στην επίτευξη υψηλής ακρίβειας και ευαισθησίας και μπορεί να ανιχνεύσει ανωμαλίες οι οποίες μπορεί να υπάρχουν στην απεικόνιση (Halalli and Makandar, 2018:86-87).

## 6.3 Σύστημα υποστήριξης κλινικών αποφάσεων

Ένα σύστημα υποστήριξης κλινικών αποφάσεων (CDSS - Clinical Decision Support System) είναι ένα υπολογιστικό σύστημα το οποίο έχει σχεδιαστεί για τον τομέα της υγείας με σκοπό να παρέχει στους επαγγελματίες υγείας υποστήριξη για την λήψη κλινικών αποφάσεων (Wikipedia, 2019). Τα συστήματα κλινικών αποφάσεων, είναι εργαλεία τα οποία χρησιμοποιούν σαν είσοδο δύο ή περισσότερα αντικείμενα από δεδομένα ασθενών με σκοπό να δημιουργήσουν συγκεκριμένες κατά περίπτωση συμβουλές (Wyatt and Spiegelhalter, 1991:3)

Υπάρχουν δύο τύποι συστημάτων κλινικών αποφάσεων (Berner, 2016:3-7):

- Τα Knowledge-Based συστήματα υποστήριξης κλινικών αποφάσεων
- Και τα Nonknowledge-Based σύστημα

### 6.3.1 Knowledge-Based συστήματα

Ο σκοπός των Knowledge-Based συστημάτων είναι να δημιουργηθούν προγράμματα τα οποία θα μπορέσουν να προσομοιώσουν την ανθρώπινη σκέψη. Τα τρία μέρη των Knowledge-Based συστημάτων είναι (Berner, 2016:3-7):

- Η βάση γνώσεων η οποία αποτελείται από συγκεντρωμένες πληροφορίες που συχνά έχουν την μορφή αν - τότε. Μπορεί να περιλαμβάνει πιθανολογικούς

συνδυασμούς για αλληλεπιδράσεις φαρμάκων με πιθανές ανεπιθύμητες ενέργειες.

- Ο μηχανισμός συμπερασμάτων
- Και ο μηχανισμός επικοινωνίας με τον χρήστη

### **6.3.2 Non-Knowledge-Based συστήματα**

Τα Non-Knowledge-Based συστήματα χρησιμοποιούν την τεχνητή νοημοσύνη μέσω της μηχανικής μάθησης και των τεχνικών της πολυδιάστατη στατιστικής ανάλυσης μοτίβων για να μπορέσουν να καταλήξουν σε κάποιες αποφάσεις (Chung,2016:1). Αυτά τα συστήματα δεν βασίζονται σε είδη υπάρχουσα γνώση αλλά χρησιμοποιούν τη μηχανική μάθηση, η οποία επιτρέπει στον υπολογιστή μέσω αλγορίθμων να μαθαίνει από προηγούμενες αναλύσεις και μπορεί να αναγνωρίζει μοτίβα στα κλινικά δεδομένα (Berner, 2016:3-7).

Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα και οι γενετικοί αλγόριθμοι είναι δύο τύποι Non-Knowledge-Based συστημάτων (Berner, 2016:3-7). Τα τεχνικά νευρωνικά δίκτυα χρησιμοποιούν κόμβους και συνδέσεις μεταξύ τους για να αναλύουν μοτίβα που υπάρχουν στα δεδομένα των ασθενών με σκοπό να εξάγουν συσχετισμούς μεταξύ της διάγνωσης και των συμπτωμάτων. Από την άλλη μεριά, οι γενετικοί αλγόριθμοι βασίζονται σε εξελεγκτικές διεργασίες και χρησιμοποιούν κατευθυνόμενες επιλογές για την επίτευξη βέλτιστων κλινικών αποφάσεων. Αυτή η διαδικασία μπορεί να πραγματοποιηθεί αρκετές φορές, συνδυάζοντας προηγούμενα αποτελέσματα μέχρι να καταλήξει στην πιο σωστή λύση (Wikipedia, 2019). Όσο οι εφαρμογές Big Data και οι ανάλυση δεδομένων γίνονται πιο διαδεδομένες, αυτοί οι τύποι συστημάτων θα γίνουν πιο σημαντικοί στο μέλλον (Berner, 2016:3-7).

## **6.4 IBM Watson στην Υγεία**

Ο Watson είναι ένας υπερυπολογιστής της IBM ο οποίος συνδυάζει την τεχνητή νοημοσύνη και ένα εξελιγμένο λογισμικό ανάλυσης για βέλτιστη απόδοση στο σύστημα απάντησης ερωτημάτων (Question Answering Machines - QAMs) σε φυσική γλώσσα (Rouse,2018). Η επεξεργαστική του ισχύ φτάνει τα 80 teraflop και μπορεί να αναπαράγει και να ξεπεράσει την ικανότητα του ανθρώπου στην απάντηση ερωτήσεων. Το 2011 ο Watson κατάφερε να κερδίσει ένα παιχνίδι ερωτήσεων στην Αμερική (Jeopardy Quiz Show), όπου συναγωνίστηκε με τους πρωταθλητές Brad Rutter και Ken Jennings (Cooke, 2018). Έχει πρόσβαση σε περισσότερες από 200 εκατομμύρια σελίδες πληροφοριών, μέσω πολλών διακομιστών, τι οποίες επεξεργάζεται με εκατομμύρια λογικούς κανόνες (Rouse,2018).

Ο Watson δημιουργήθηκε με σκοπό να εφαρμόσει προηγμένα την επεξεργασία της φυσικής γλώσσας, την ανάκτηση πληροφοριών, την αναπαράσταση της γνώσης, τους

αυτοματοποιημένους συλλογισμούς και τη μηχανική μάθηση στο πεδίο της απάντησης ερωτημάτων (Wikipedia, 2019). Οι εφαρμογές την τεχνολογία cognitive computing είναι πάρα πολλές, καθώς ο Watson μπορεί να εκτελέσει εξόρυξη κειμένου και πολύπλοκες αναλύσεις σε τεράστιες ποσότητες μη δομημένων δεδομένων (Rouse,2018).

Παρά τις πολλά υποσχόμενες δυνατότητες του Watson στον τομέα της υγείας, ένα άρθρο από την IEEE Spectrum τον Απρίλιο του 2019 με τίτλο “ How IBM Watson Overpromised and Underdelivered on AI Health Care” έρχεται να αλλάξει τις μέχρι πρότινος επιτυχίες του Watson. Το άρθρο αυτό αναφέρει ότι η IBM κάνει τεράστιες προσπάθειες για να μπορέσει να κρατήσει τον Watson στην υγεία καθώς έχουν επενδυθεί δισεκατομμύρια δολάρια. Το κομμάτι της υγείας στο οποίο συνεχίζει ο Watson φαίνεται να προσθέτει αξία είναι αυτό των Genomics, του οποίου τα εργαλεία χρησιμοποιούνται από εργαστήρια γενετικής (Strickland, 2019).

Στο ακόμα πιο πρόσφατο άρθρο με τίτλο “IBM’s Watson for Drug Discovery Program No Longer Taking New Clients”, της Maddie Iribarren αναφέρεται ότι η IBM ανακοίνωσε ότι διακόπτει τις πωλήσεις του προϊόντος Watson for Drug Discovery λόγω της οικονομικής απόδοσης. Τέλος το κομμάτι το οποίο έχει τραβήξει περισσότερο την προσοχή είναι αυτό του Watson στην Ογκολογία. Κάποιες δυνητικά επικίνδυνες ιατρικές συμβουλές βασισμένες σε υποθετικά δεδομένα ασθενών έπληξαν τη φήμη του Watson. Μέσω της χρήσης του Watson στην ογκολογία, διαπιστώθηκε από τους ερευνητές ότι ο Watson δεν είναι σε θέση να εξάγει ανεξάρτητες απόψεις από τις εξελίξεις στην ιατρική βιβλιογραφία. Οι προσπάθειες να συλλέξει πληροφορίες από τα ηλεκτρονικά αρχεία ασθενών δεν ήταν επιτυχίες καθώς και να συγκρίνει ασθενείς από τον τομέα της ογκολογίας προκειμένου να βρεθούν κρυμμένα μοτίβα (Iribarren, 2019).

Ο μεγαλύτερος λόγος για τον οποίο ο Watson δεν είναι σε θέση να ολοκληρώσει αυτά τα καθήκοντα είναι η έλλειψη οργάνωσης στα αρχεία της υγειονομικής περίθαλψης. Η καταγραφή των αρχείων των ασθενών δεν είναι καθαρή με αποτέλεσμα να υπάρχει σύγχυση στη χειρόγραφη γραφή και ασάφεια. Ο Watson δεν είναι σε θέση να διαβάσει τις πληροφορίες ως γιατρός και δεν είναι σε θέση να πάρει τις σημαντικές πληροφορίες (Iribarren, 2019).

#### **6.4.1 Εφαρμογές**

Η εφαρμογή του Watson Analytics στην υγειονομική περίθαλψη έχει συμβάλει σημαντικά στον κλάδο, βοηθώντας τόσο τους ασθενείς όσο και τους επαγγελματίες υγείας. Η εκμετάλλευση του Watson στον κλάδο της υγείας μπορεί να επιλύσει το πρόβλημα διαχείρισης των ολοένα αυξανόμενου αριθμού δεδομένων. Στον κλάδο αυτό, επειδή το πιο σημαντικό στοιχείο είναι οι ασθενείς, η επιτυχία ενός τέτοιου συστήματος βασίζεται

σε αποφάσεις που παίρνονται σε πραγματικό χρόνο στη γρήγορη διάγνωση και τη θεραπεία (Kumar, 2018).

Ο Watson μπορεί να βρει εφαρμογή στην οργανωτική απόδοση. Η τεχνητή νοημοσύνη, το Cloud Computing και η μηχανική μάθηση μπορούν να μετριάσουν τις επιπτώσεις, από την αυξανόμενη συγκέντρωση ασθενών, στη διαχείριση τους. Μπορεί να βοηθήσει τους οργανισμούς στον τομέα της υγείας να ενσωματώσουν ένα μεγάλο σύνολο πληροφοριών από πολλά συστήματα και παρόχους φροντίδας και να δημιουργήσουν μια αυτοματοποιημένη πλατφόρμα η οποία θα λειτουργεί έξυπνα και με σκοπό τη φροντίδα και την εξατομικευμένη παροχή υπηρεσιών στους ασθενείς. Αυτό μπορεί να εξοικονομήσει χρόνο και κατ' επέκταση να συμβάλει και στη μείωση του κόστους (Kumar, 2018).

## 6.5 Ρομποτική στην Υγεία

Τα τελευταία χρόνια, η ρομποτική, η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση έχουν αναπτυχθεί με μεγάλο ρυθμό και έχουν βελτιώσει πολλούς επιχειρηματικούς τομείς, συμπεριλαμβανομένου και αυτού της υγειονομικής περίθαλψης. Πλήθος χρονοβόρων διεργασιών που προηγουμένως εκτελούνταν από ανθρώπους, τώρα αυτοματοποιούνται μέσω ρομποτικών διαδικασιών βελτιστοποιώντας τις και μειώνοντας ακόμα περισσότερο το κόστος για την υγεία τα επόμενα χρόνια (Richardville, 2018).

### 6.5.1 Χειρουργική Ακρίβεια

Το daVinci πρόκειται για ένα ρομπότ το οποίο είναι πάντα υπό τον έλεγχο του χειρουργού με την πρόοδο που έχει επιτύχει να είναι εκπληκτική. Χρησιμοποιώντας το σύστημα daVinci, όλες οι χειρουργικές διεργασίες μπορούν να γίνουν μόνο με λίγες και απόλυτα απαραίτητες χειρουργικές τομές, το οποίο σημαίνει λιγότερη αιμορραγία, ταχύτερη επούλωση και μειωμένο κίνδυνο μόλυνσης. Παρόλο που έχουν περάσει παραπάνω από δεκαοχτώ χρόνια από τη δημιουργία του daVinci, συνεχίζει να γίνεται όλο και πιο προηγμένο και μεγάλες εταιρίες τεχνολογίας να θέλουν να αναπτύξουν παρόμοια συστήματα με πιο αυτόνομα χαρακτηριστικά και ευρύτερο φάσμα δυνατοτήτων (Tomlinson, 2018).

Έχει χρησιμοποιηθεί σε μια μεγάλη ποικιλία πεδίων και χειρουργικών επεμβάσεων, από το κεφάλι και το λαιμό, τα άκρα του σώματος, μέχρι την ουρολογική χειρουργική. Ο χειρουργός έχει τον έλεγχο του συστήματος ανά πάσα στιγμή, καθώς όμως το ρομπότ έχει μεγαλύτερη ευελιξία, οι μικρές τομές που γίνονται με μεγαλύτερη ακρίβεια αρκούν για την πρόσβαση στις προβληματικές περιοχές (The Medical Futurist, 2016).

### **6.5.2 Προσθετικά Μέλη**

Το πεδίο της προσθετικής έχει προχωρήσει πολύ τα τελευταία χρόνια με τη βοήθεια της ρομποτικής. Στο εργαστήριο MIT Biomechatronics, οι ερευνητές έχουν δημιουργήσει γυροσκοπικά ρομποτικά άκρα τα οποία είναι ικανά να εντοπίζουν τη δική τους θέση σε τρισδιάστατο χώρο και να ρυθμίζουν τις αρθρώσεις τους πάνω από 750 φορές το δευτερόλεπτο. Επίσης με κατάλληλα νευρικά εμφυτεύματα τα οποία συνδέονται με το νευρικό σύστημα, επιτρέπουν στον χρήστη να έχει την αίσθηση της αφής στο προσθετικό μέλος (Tomlinson, 2018).

Επίσης μεγάλες χρηματοδοτήσεις όπως αυτή στο Πανεπιστήμιο του Σικάγου, το οποίο έλαβε 3,4 εκατομμύρια δολάρια με σκοπό την ανάπτυξη ρομποτικών βραχιόνων τους οποίους, οι ασθενείς να μπορούν να ελέγξουν με το μυαλό τους καθώς επίσης και να μπορέσουν να ανακτήσουν και την αίσθηση της αφής (Wood, 2018).

### **6.5.3 Ενδοσκοπικά Ρομπότ**

Ευέλικτα ενδοσκοπικά ρομπότ όπως είναι το K-Flex, έχουν αναπτυχθεί με σκοπό την χειρουργική επέμβαση με τη βοήθεια ρομπότ, με έλεγχο ακριβείας από ρομποτικούς βραχίονες 3,7 χιλιοστών. Οι δύο βραχίονες τοποθετούνται στο τέλος των ευέλικτων ενδοσκοπιών και επιτρέπουν άψογο έλεγχο ακριβείας καθώς ταξιδεύουν στο περίπλοκο ανθρώπινο σώμα (Azambuja, 2018).

Επίσης αξιοσημείωτη είναι και η ενδοσκόπηση μέσω κάψουλας η οποία είναι μία διαδικασία που χρησιμοποιείται για την καταγραφή εσωτερικών εικόνων του γαστρεντερικού σωλήνα με σκοπό την ιατρική διάγνωση. Η ρομποτική κάψουλα έχει το σχήμα ενός κανονικού φαρμακευτικού σκευάσματος σε μορφή κάψουλας, η οποία περιέχει μια κάμερα και μια σειρά LED τα οποία τροφοδοτούνται από μία μπαταρία. Αφού καταπρωθεί από τον ασθενή αυτή με τη σειρά της διαδίδει ασύρματα εικόνες από το εσωτερικό του ανθρώπινου σώματος (Wikipedia, 2019).

### **6.5.4 Ρομποτική στη Φαρμακοβιομηχανία**

Από τη ζύγιση μιας δραστικής ουσίας μέχρι την τελική συσκευασία του φαρμάκου, τα ρομπότ μπορούν να διασφαλίσουν την ποιότητα και να την κρατήσουν σε πολύ υψηλά επίπεδα. Αυτόματα συστήματα ζύγισης πρώτων υλών για την παραγωγή φαρμάκων, μπορούν με την επίβλεψη του ανθρώπου, να προάγουν επίσης την ποιότητα και να ελαχιστοποιήσουν το λάθος. Στα δωμάτια παραγωγής φαρμάκων τα οποία πρέπει να στείρα μικροβίων τα ρομπότ μπορούν να ελαχιστοποιήσουν τον κίνδυνο επιμόλυνσης (Markarian, 2014). Επίσης κάμερες μπορούν να ανακαλύψουν αστοχίες στο τελικό φάρμακο ακόμα και σε πολύ υψηλές ταχύτητες παραγωγής.

Σύμφωνα με το άρθρο της McKinsey, “Automation, robotics, and the factory of the future”, η παραγωγή των βιομηχανικών ρομπότ έχει αυξηθεί και το κόστος τους έχει μειωθεί στο μισό τα τελευταία 30 χρόνια. Τα πρώτα ρομπότ ακολουθούσαν τυφλά το ίδιο μονοπάτι και αργότερα χρησιμοποιούσαν ακτίνες λέιζερ για να ανιχνεύσουν τον προσανατολισμό των εξαρτημάτων και των υλικών. Τα ρομπότ θα γίνονται πιο έξυπνα, ήδη οι τελευταίες γενιές ρομπότ μπορούν να ενσωματώσουν πληροφορίες από πολλούς αισθητήρες και να προσαρμόσουν τις κινήσεις τους σε πραγματικό χρόνο (Tilley, 2017). Αυτό μπορεί να μειώσει το χρόνο που μια συσκευαστική μηχανή φαρμάκων σταματάει επειδή χρειάζεται να ρυθμιστεί εκ νέου από τον μηχανικό, κάτι το οποίο είναι χρονοβόρο.

Στη φαρμακευτική βιομηχανία όπου λαμβάνουν χώρα επαναλαμβανόμενες δραστηριότητες παραγωγής μεγάλου όγκου, τα ρομπότ μπορούν να αναλάβουν και νέους ρόλους. Καθώς το κόστος και η πολυπλοκότητα της αυτοματοποίησης των εργασιών με ρομπότ μειώνεται, είναι πιθανό οι φαρμακοβιομηχανίες οι οποίες είδη χρησιμοποιούν ρομπότ, τα επόμενα πέντε με δέκα χρόνια να τα χρησιμοποιήσουν ακόμα περισσότερο (Tilley, 2017).

# Κεφάλαιο 7

## Επίλογος

Η εκμετάλλευση της τεχνολογικής εξέλιξης στον τομέα των Big Data και της τεχνητής νοημοσύνης στον κλάδο της υγείας είναι σε ορισμένες περιπτώσεις επιτακτική. Ο κλάδος χρειάζεται και θα χρειάζεται και στο μέλλον την υποστήριξη αυτών των τεχνολογιών για την συνεχόμενη βελτίωση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας. Επειδή όμως ο κλάδος εξελίσσεται και τα συστήματα ποιότητας που είδη υπάρχουν θα γίνονται πιο αυστηρά, πρέπει να υπάρχει και η απαραίτητη εξέλιξη και σ' αυτές τις τεχνολογίες.

Ο έλεγχος των φαρμάκων και τις εφοδιαστικής τους αλυσίδας είναι ένα κομμάτι το οποίο το οποίο με τη χρήση των Big Data και της τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να έχει περαιτέρω βελτίωση. Τα Big Data και η αυτοματοποίηση στη διακίνηση και στην πώληση των φαρμάκων μπορεί όχι μόνο να μειώσει τη διακίνηση ψευδεπίγραφων συσκευασμάτων αλλά και την αλόγιστη χρήση των φαρμάκων, προστατεύοντας τον άνθρωπο και κατ' επέκταση το περιβάλλον.

Σίγουρα η χρήση των Big Data αντιμετωπίζει προκλήσεις όσο περνάνε τα χρόνια, καθώς η ποσότητα των δεδομένων αυξάνεται σημαντικά. Η μέριμνα για τον χώρο αποθήκευσης των δεδομένων, η διαχείριση τους ώστε να είναι εύκολα προσβάσιμα και όσο το δυνατόν πιο καθαρά καθώς και η ισχύς που θα απαιτείται για να γίνουν οι απαιτούμενες επεξεργασίες είναι πολύ σημαντικά ζητήματα. Ο συνδυασμός των Big Data με τεχνολογίες όπως Data Science, Data Mining, Internet of Things, Cloud Computing και Artificial Intelligent δημιουργεί τεράστιες δυνατότητες.

Τα ηλεκτρονικά αρχεία ασθενών δίνουν τεράστιες δυνατότητες στους επαγγελματίες υγείας καθώς τους βοηθάνε και στη γρήγορη διάγνωσή, αλλά και στην πιο σωστή και ακριβή λήψη αποφάσεων οι οποίες σε αυτό το χρόνο χρειάζεται να παίρνονται σε πραγματικό χρόνο. Επειδή, όπως είδαμε και στην ενότητα 6.4, αν καταγραφή αυτών των αρχείων δεν είναι καθαρή και ακριβής δεν θα μπορέσουμε να κάνουμε το επόμενο βήμα στη διαχείριση αυτών των πληροφοριών και στην αυτοματοποίηση κάποιων διαδικασιών, ώστε ο ρόλος των επαγγελματιών της υγείας να επικεντρωθεί στη φροντίδα των ασθενών και στην επίβλεψη του συστήματος. Η οργάνωση επομένως του συστήματος των ηλεκτρονικών αρχείων υγείας πρέπει να βελτιωθεί σημαντικά ώστε να μπορέσει να ανοίξει ο δρόμος για την πλήρη εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης και των παραπάνω τεχνολογιών προς όφελος της υγείας.

Τέλος από τους διοικούντες στον τομέα της υγείας, αλλά και της πληροφορικής, έμφαση πρέπει να δοθεί και στη προστασία των προσωπικών δεδομένων καθώς κάθε τεχνολογία η οποία βασίζεται σε διακίνηση και αποθήκευση δεδομένων μπορεί να παραβιαστεί. Οι συνέπειες θα είναι μεγάλες σ' αυτό τον κλάδο καθώς πρόκειται για δεδομένα τα οποία



αφορούν την υγεία και παραβιαστεί η ασφάλεια τους η επιπτώσεις θα έχουν συνέπειες στην ανθρώπινη ζωή. Η μελέτη και η ανάπτυξη μελλοντικών συστημάτων τα οποία θα ενισχύσουν την ασφάλεια και τη δομή σε αυτό τον τομέα είναι ένα θέμα στο οποίο πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή, ώστε να μπορέσουν να αντιμετωπιστούν οι νέες προκλήσεις των επόμενων ετών.

# Βιβλιογραφία

A. Barron, B. Lange-Sjoblom, L. Ronnback, M. Friedrich, P. Mills (2010), EFPIA Product Verification Project. pp. 6-10, [http://www.gotapack.se/sites/gotapack.se/files/efpia\\_rapport\\_fran\\_tt\\_pilotprojekt.pdf](http://www.gotapack.se/sites/gotapack.se/files/efpia_rapport_fran_tt_pilotprojekt.pdf) [Πρόσβαση: 21/03/2019]

Agnellutti C. (2014), Big Data : An Exploration of Opportunities, Values, and Privacy Issues. New York: Nova Science Publishers. pp. 1, 3 <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=811106&site=eds-live&authtype=ip.athens> [Πρόσβαση: 28/03/2019]

Ahmed Fuad Mohammed, Vikas T. Humble, Santosh S. Chowman, (2016), A Review of Big Data Environment and Its Related Technologies, [https://www.researchgate.net/publication/326753212\\_A\\_Review\\_of\\_Big\\_Data\\_Environment\\_and\\_Its\\_Related\\_Technologies](https://www.researchgate.net/publication/326753212_A_Review_of_Big_Data_Environment_and_Its_Related_Technologies) [Πρόσβαση: 01/04/2019]

Alexandra Leslie, (2018), What is Hadoop Good For? (Best Uses, Alternatives, & Tools), <https://www.hostingadvice.com/how-to/what-is-hadoop/> [Πρόσβαση: 01/04/2019]

Amit Joshi, (2018), Data Analytics & Artificial Intelligence: What it Means for your Business and Society, p. 1, <https://www.imd.org/contentassets/568e2f36bf3143a69d345b1330f7c76f/iai004-18-data-analytics-and-ai---final-ss-05-04-2018.pdf> [Πρόσβαση: 04/04/2019].

Bernard Marr, (2017), The Biggest Challenges Facing Artificial Intelligence (AI) In Business And Society, <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/07/13/the-biggest-challenges-facing-artificial-intelligence-ai-in-business-and-society/#22e38bbf2aec>, [Πρόσβαση: 05/04/2019].

Bhagirathi Halalli and Aziz Makandar, (2018), Computer Aided Diagnosis - Medical Image Analysis, pp. 86-87, [https://www.researchgate.net/publication/322565243\\_Computer\\_Aided\\_Diagnosis\\_-\\_Medical\\_Image\\_Analysis\\_Techniques](https://www.researchgate.net/publication/322565243_Computer_Aided_Diagnosis_-_Medical_Image_Analysis_Techniques) [Πρόσβαση: 03/05/2019].

C. Alan Repec (2018), Exchanging Traceability Data with EPCIS, p. 12. [https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/healthcare/2018.%20Conference%20Bangkok/BKK-Presentation-Day2/09.Day2\\_Q%26A\\_Topic%202\\_Exchange-of-information-for-traceability.pdf](https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/healthcare/2018.%20Conference%20Bangkok/BKK-Presentation-Day2/09.Day2_Q%26A_Topic%202_Exchange-of-information-for-traceability.pdf) [Πρόσβαση: 21/03/2019]

C. Lee Ventola, (2018), Big Data and Pharmacovigilance: Data Mining for Adverse Drug Events and Interactions, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5969211/> [Πρόσβαση: 15/04/2019].

Cain Gayle, (2016), Artificial Neural Networks : New Research. New York, USA: Nova Science Publishers p. 8

Craig Richardville, (2019), Benefits of Robotic Process Automation in Healthcare, <https://medium.com/datadriveninvestor/benefits-of-robotic-process-automation-in-healthcare-95a97f83c8ee>, [Πρόσβαση: 06/05/2019].

Deepak Kumar, (2018), Four ways in which Watson is transforming the healthcare sector, <https://www.healthcareglobal.com/technology/four-ways-which-watson-transforming-healthcare-sector>, [Πρόσβαση: 06/05/2019].

Chella, L. Iocchi, I. Macaluso. D. Nardi, (2006), Artificial Intelligence and Robotics, p. 87, [https://www.researchgate.net/publication/220672741\\_Artificial\\_Intelligence\\_and\\_Robotics](https://www.researchgate.net/publication/220672741_Artificial_Intelligence_and_Robotics), [Πρόσβαση: 04/04/2019].

Divyakant Agrawal, Philip Bernstein, Elisa Bertino, et. al. (2012), Challenges and Opportunities with Big Data, p. 13, <https://cra.org/ccc/wp-content/uploads/sites/2/2015/05/bigdatawhitepaper.pdf> [Πρόσβαση: 02/04/2019]

Dr. Peter Langkafel, (2016), Big Data in Medical Science and Healthcare Management : Diagnosis, Therapy, Side Effects. Berlin: De Gruyter, pp. 123-128,

EDUCBA (2019), Difference Between Big Data vs Data Science, <https://www.educba.com/big-data-vs-data-science/> [Πρόσβαση: 29/03/2019]

Eliza Strickland, (2019), How IBM Watson Overpromised and Underdelivered on AI Health Care, <https://spectrum.ieee.org/biomedical/diagnostics/how-ibm-watson-overpromised-and-underdelivered-on-ai-health-care>, [Πρόσβαση: 07/05/2019].

EPCglobal (2007), Pedigree Ratified Standard. [https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/epc/pedigree\\_1\\_0-standard-20070105.pdf](https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/epc/pedigree_1_0-standard-20070105.pdf) [Πρόσβαση: 22/03/2019]

Fadoua Khennoua, Youness Idrissi Khamlichi, Nour El Houda Chaoui, (2018), Improving the Use of Big Data Analytics within Electronic Health Records: A Case Study based Open EHR, pp. 60-61, <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877050918301091?token=6B2C514415825F6F1F6EF07530AFC30776111706E8EBE4A5C8D9144E902A3EDB7CAB55D26F1DD6DEA6BCB12D2A77C58F> [Πρόσβαση: 17/04/2019].

Enaie Azambuja, (2018), K-FLEX: a flexible endoscopic surgical robot, <https://medical.electronicspecifier.com/robotics-1/k-flex-a-flexible-endoscopic-surgical-robot>, [Πρόσβαση: 06/05/2019].

Eta S. Berner (2016), Clinical Decision Support Systems Theory and Practice, pp. 3-7, 3<sup>rd</sup> Edition, <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-319-31913-1.pdf>, [Πρόσβαση: 03/05/2019].

Fatimah Lateef, (2016), Big Data: Applications in Healthcare and Medical Education, pp. 85-87, <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=df497690-612b-4825-85e2-6c0240dc471e%40sessionmgr4008> [Πρόσβαση: 12/04/2019].

Fei Jiang, Yong Jiang, Hui Zhi, Yi Dong, Hao Li, Sufeng Ma, Yilong Wang, Qiang Dong, Haipeng Shen, Yongjun Wang, (2017), Artificial intelligence in healthcare: past, present and future, [https://www.researchgate.net/publication/317880442\\_Artificial\\_intelligence\\_in\\_healthcare\\_past\\_present\\_and\\_future](https://www.researchgate.net/publication/317880442_Artificial_intelligence_in_healthcare_past_present_and_future) [Πρόσβαση: 03/05/2019]

Frost & Sullivan, (2018), Transforming Pharma industry with Big Data, <https://ww2.frost.com/frost-perspectives/transforming-pharma-industry-big-data/>, [Πρόσβαση: 15/04/2019].

Gordon BM. (2011) Artificial Intelligence : Approaches, Tools, and Applications. New York: Nova Science Publishers, pp. 1-3 <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=440805&site=eds-live&authtype=ip.athens> [Πρόσβαση: 02/04/2019]

GS1, (2015), What is an Electronic Product Code (EPC). <https://xchange.gs1.org/sites/default/Pages/what-is-an-electronic-product-code-epc.aspx> [Πρόσβαση: 21/03/2019]

GS1 DataMatrix (2017), A tool to improve patient safety through visibility in the supply chain. [https://www.gs1.org/sites/default/files/gs1\\_datamatrix-final\\_approved.pdf](https://www.gs1.org/sites/default/files/gs1_datamatrix-final_approved.pdf) [Πρόσβαση: 22/03/2019]

GS1 AISBL, (2012), GS1 healthcare Discussion paper on facilitating the implementation of the EU Falsified Medicines Directive with GS1 Standards. [https://www.gs1.org/docs/healthcare/GS1\\_Global\\_FM\\_%20Readines\\_%20Paper.pdf](https://www.gs1.org/docs/healthcare/GS1_Global_FM_%20Readines_%20Paper.pdf) [Πρόσβαση: 19/03/2019]

GS1 AISBL, (2018), GS1 DataMatrix Guideline. [https://www.gs1.org/docs/barcodes/GS1\\_DataMatrix\\_Guideline.pdf](https://www.gs1.org/docs/barcodes/GS1_DataMatrix_Guideline.pdf) [Πρόσβαση: 21/03/2019]

GS1 AISBL, (2016), Recommendations on a harmonised implementation of the EU Falsified Medicines Directive using GS1 standards. [https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/healthcare/position-papers/final\\_recommendations\\_harmonised\\_implementation\\_of\\_md\\_using\\_gs1\\_dec2016.pdf](https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/healthcare/position-papers/final_recommendations_harmonised_implementation_of_md_using_gs1_dec2016.pdf). [Πρόσβαση: 19/03/2019]

GS1 General Specifications (2019), The foundational GS1 standard that defines how identification keys, data attributes and barcodes must be used in business applications. pp. 76, 28. [https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/barcodes/GS1\\_General\\_Specifications.pdf](https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/barcodes/GS1_General_Specifications.pdf) [Πρόσβαση: 26/03/2019]

GS1 Healthcare Conference (2016), Pharmaceutical Traceability for manufacturers and wholesalers. [https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/events/2016/beijing/Pharmaceutical\\_Traceability\\_Manufacturer%26Wholesalers2510.pdf](https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/events/2016/beijing/Pharmaceutical_Traceability_Manufacturer%26Wholesalers2510.pdf) [Πρόσβαση: 21/03/2019]

GS1 US (2018), An Introduction to the Global Trade Item Number (GTIN), p. 4. [https://www.gs1us.org/DesktopModules/Bring2mind/DMX/Download.aspx?Command=Core\\_Download&EntryId=174&language=en-US&PortalId=0&TabId=134](https://www.gs1us.org/DesktopModules/Bring2mind/DMX/Download.aspx?Command=Core_Download&EntryId=174&language=en-US&PortalId=0&TabId=134) [Πρόσβαση: 24/03/2019]

GS1 Issue #1, (2012), RFID Bar Code Interoperability. [https://www.gs1.org/docs/gcp\\_length/rfid-barcode-interop-guideline.pdf](https://www.gs1.org/docs/gcp_length/rfid-barcode-interop-guideline.pdf) [Πρόσβαση: 21/03/2019]

Hans-Dieter Wehle, (2017), Machine Learning, DeepLearning and AI: What's the Difference, p. 3, <https://www.researchgate.net/publication/318900216>, [Πρόσβαση: 03/04/2019].

Huansheng Ning, (2013), Unit and Ubiquitous Internet of Things, p. 215, [https://books.google.gr/books?id=3ckszEAJ\\_9UC&pg=PA215&lpg=PA215&dq=intel+internet+of+things+and+big+data+are+interdependent&source=bl&ots=SZhTQnOsJv&sig=ACfU3U1y8a8SximExWZIHPhGfZhk7swTRA&hl=el&sa=X&ved=2ahUKEwjy5P9IK3hAhUJAGMBHfjEC3oQ6AEwAHoEAgQAQ#v=onepage&q=intel%20internet%20of%20things%20and%20big%20data%20are%20interdependent&f=true](https://books.google.gr/books?id=3ckszEAJ_9UC&pg=PA215&lpg=PA215&dq=intel+internet+of+things+and+big+data+are+interdependent&source=bl&ots=SZhTQnOsJv&sig=ACfU3U1y8a8SximExWZIHPhGfZhk7swTRA&hl=el&sa=X&ved=2ahUKEwjy5P9IK3hAhUJAGMBHfjEC3oQ6AEwAHoEAgQAQ#v=onepage&q=intel%20internet%20of%20things%20and%20big%20data%20are%20interdependent&f=true) [Πρόσβαση: 31/03/2019]

IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers, (2019), Technical Committee for Cognitive Robotics, <https://www.ieee-ras.org/cognitive-robotics>, [Πρόσβαση: 04/04/2019].

Institute of Business Ethics – IBE, (2018), Business Ethics and Artificial Intelligence p. 3, [https://www.ibe.org.uk/userassets/briefings/ibe\\_briefing\\_58\\_business\\_ethics\\_and\\_artificial\\_intelligence.pdf](https://www.ibe.org.uk/userassets/briefings/ibe_briefing_58_business_ethics_and_artificial_intelligence.pdf) [Πρόσβαση: 05/04/2019].

J. Buzek, E. Gyori, (2011), Directive 2011/62/EU of the European Parliament and of the Council. [https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/files/eudralex/vol-1/dir\\_2011\\_62/dir\\_2011\\_62\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/files/eudralex/vol-1/dir_2011_62/dir_2011_62_en.pdf). [Πρόσβαση: 19/03/2019]

J. Manyika, M. Chui, B. Brown, J. Bughin, R. Dobbs, C. Roxburgh and A. H. Byers, (2011), Big data: The next frontier for innovation, competition and productivity, p. 1, [https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Big%20data%20The%20next%20frontier%20for%20innovation/MGI\\_big\\_data\\_full\\_report.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Big%20data%20The%20next%20frontier%20for%20innovation/MGI_big_data_full_report.ashx) [Πρόσβαση: 09/04/2019].

J. Ryu (2013), Global Traceability Standard for Healthcare, p. 2. [https://www.gs1.org/docs/traceability/Global\\_Traceability\\_Standard\\_Healthcare.pdf](https://www.gs1.org/docs/traceability/Global_Traceability_Standard_Healthcare.pdf) [Πρόσβαση: 22/03/2019]

James Manyika, Jacques Bughin, (2018), The promise and challenge of the age of artificial intelligence, <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Featured%20Insights/Artificial%20Intelligence/The%20promise%20and%20challenge%20of%20the%20age%20of%20artificial%20intelligence/MGI-The-promise-and-challenge-of-the-age-of-artificial-intelligence-in-brief-Oct-2018.ashx> [Πρόσβαση: 05/04/2019].

James Streeter, (2016), The Role of Big Data in Clinical Trials, <http://www.appliedclinicaltrialsonline.com/role-big-data-clinical-trials> [Πρόσβαση: 12/04/2019].

Jamie Cattell, Sastry Chilikuri, Michael Levy, (2013), How Big Data Can Revolutionize Pharmaceutical R&D, pp. 5-6, [https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/dotcom/client\\_service/public%20sector/regulatory%20excellence/how\\_big\\_data\\_can\\_revolutionize\\_pharmaceutical\\_research.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/dotcom/client_service/public%20sector/regulatory%20excellence/how_big_data_can_revolutionize_pharmaceutical_research.ashx) [Πρόσβαση: 15/04/2019].

Jason Griffey, (2019), Artificial Intelligence and Machine Learning in Libraries, Volume 55, Number 1, American Library Association, Chicago USA p.6

Javier Andreu Perez, Fani Deligianni et. al. (2017), Artificial Intelligence and Robotics, p. 24, <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1803/1803.10813.pdf>. [Πρόσβαση: 03/04/2019].

Jennifer Markarian, (2014), Using Robotics In Pharmaceutical Manufacturing, <http://www.pharmtech.com/using-robotics-pharmaceutical-manufacturing>, [Πρόσβαση: 07/05/2019].

John McCarthy, (2007), What is Artificial Intelligence, Computer Science Department Stanford University p. 2 <http://jmc.stanford.edu/articles/whatisai/whatisai.pdf> [Πρόσβαση: 03/04/2019].

Jonathan Tilley, (2017), Automation, robotics, and the factory of the future, <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/automation-robotics-and-the-factory-of-the-future>, [Πρόσβαση: 07/05/2019].

Kat Cooke, (2018), It's Time to Invest in Artificial Intelligence, <https://www.scc.com/news/its-time-to-invest-in-artificial-intelligence/>, [Πρόσβαση: 06/05/2019].

Krishina Kallakuri, (2013), Big Data: What It Means for Data Center Infrastructure, <https://www.datacenterknowledge.com/archives/2013/09/05/big-data-what-it-means-for-data-center-infrastructure> [Πρόσβαση: 01/04/2019]

Kyungyong Chung, Raouf Boutaba, Salim Hariri, (2016), Knowledge based decision support system, p. 1, [https://www.researchgate.net/publication/283790478\\_Knowledge\\_based\\_decision\\_support\\_system](https://www.researchgate.net/publication/283790478_Knowledge_based_decision_support_system), [Πρόσβαση: 06/05/2019].

Maddie Iribarren, (2019), IBM's Watson for Drug Discovery Program No Longer Taking New Clients, <https://voicebot.ai/2019/04/22/ibms-watson-for-drug-discovery-program-no-longer-taking-new-clients/>, [Πρόσβαση: 07/05/2019].

Margaret Rouse, (2012), Cognitive robotics, <https://whatis.techtarget.com/definition/cognitive-robotics> [Πρόσβαση: 04/04/2019].

Margaret Rouse, (2018), IBM Watson supercomputer, <https://searchenterpriseai.techtarget.com/definition/IBM-Watson-supercomputer>, [Πρόσβαση: 06/05/2019].

Mat Wood, (2018), Neuroscience researchers receive \$3.4 million NIH grant to develop brain-controlled prosthetic limbs, <https://www.uchicagomedicine.org/forefront/neurosciences-articles/2018/october/neuroscience-researchers-receive-grant-to-develop-brain-controlled-prosthetic-limbs>, [Πρόσβαση: 06/05/2019].



McKinsey&Company (2012). Pharma Manufacturing For a New Era. <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Pharmaceuticals%20and%20Medical%20Products/Our%20Insights/Pharma%20manufacturing%20for%20a%20new%20era/Pharma%20manufacturing%20for%20a%20new%20era.ashx> [Πρόσβαση: 01 /03/2019]

Melissa Lin, Big Data: Prescription for the Pharmaceutical R&D Plight, <https://www.toptal.com/insights/innovation/pharmaceutical-r-and-d-big-data> [Πρόσβαση: 12/04/2019].

Wikipedia, (2019), Pharmacovigilance, <https://en.wikipedia.org/wiki/Pharmacovigilance> [Πρόσβαση: 13/04/2019].

Min Chen, Shiwen Mao, Yumhao Liu, (2014), Big Data: A Survey, pp. 173,176 <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11036-013-0489-0.pdf> [Πρόσβαση: 31/03/2019]

Mike Ebbers, Ahmed Abdel-Gayed, Veera Bhadrans Budhi, Ferdiansyah Dolot, Vishwanath Kamat, Ricardo Picone, Joao Trevelin, (2013), Addressing Data Volume, Velocity, and Variety with IBM InfoSphere Streams V3.0 p. 4, [https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=cnXJAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=velocity+volume+variety&ots=OJIX5se3FU&sig=SVdG2QEftWvG0NuMSQqYRTvYcA&redir\\_esc=y#v=onepage&q=velocity%20volume%20variety&f=false](https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=cnXJAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=velocity+volume+variety&ots=OJIX5se3FU&sig=SVdG2QEftWvG0NuMSQqYRTvYcA&redir_esc=y#v=onepage&q=velocity%20volume%20variety&f=false) [Πρόσβαση: 28/03/2019]

Nawsher Khan, Ibrar Yaqoob, Ibrahim Abaker Targio Hashem, et al., (2014), Big Data: Survey, Technologies, Opportunities, and Challenges, The Scientific World Journal, vol. 2014, Article ID 712826, <https://doi.org/10.1155/2014/712826>. [Πρόσβαση: 02/04/2019]

Natalia Maynez, (2019), 19 Artificial Intelligence Technologies to Look for in 2019, <https://blog.adext.com/artificial-intelligence-technologies-2019/> [Πρόσβαση: 03/04/2019].  
Nikolaos Mavridis, (2015), Robotics and Autonomous Systems, pp. 23-26, [https://www.researchgate.net/publication/259804770\\_A\\_Review\\_of\\_Verbal\\_and\\_Non-Verbal\\_Human-Robot\\_Interactive\\_Communication](https://www.researchgate.net/publication/259804770_A_Review_of_Verbal_and_Non-Verbal_Human-Robot_Interactive_Communication) [Πρόσβαση: 04/04/2019].

Paul Hofheinz, (2018), The Ethics of Artificial Intelligence How AI can End Discrimination Make the World a Smarter Better Place, [https://ec.europa.eu/jrc/communities/sites/jrccties/files/lisbon\\_council\\_the\\_ethics\\_of\\_artificial\\_intelligence.pdf](https://ec.europa.eu/jrc/communities/sites/jrccties/files/lisbon_council_the_ethics_of_artificial_intelligence.pdf) [Πρόσβαση: 05/04/2019].

Peter Groves, Basel Kayyali, David Knott, Steve Van Kuiken (2013). The 'big data' revolution in healthcare, p. 1, [https://www.ghdonline.org/uploads/Big\\_Data\\_Revolution\\_in\\_health\\_care\\_2013\\_McKinsey\\_Report.pdf](https://www.ghdonline.org/uploads/Big_Data_Revolution_in_health_care_2013_McKinsey_Report.pdf) [Πρόσβαση: 09 /04/2019]

Peter Sommer, (2017), Artificial Intelligence, Machine Learning and Cognitive Computing , <https://www.ibm.com/blogs/nordic-msp/artificial-intelligence-machine-learning-cognitive-computing/>, [Πρόσβαση: 03/04/2019].

Poole DL, Mackworth AK. (2010) Artificial Intelligence : Foundations of Computational Agents. New York: Cambridge University Press. p. 3 <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=317624&site=eds-live&authtype=ip,athens> [Πρόσβαση: 02/04/2019].

Poulson B. (2019). AI Accountability Essential Training. [video] <https://www.linkedin.com/learning/ai-accountability-essential-training?u=2117465> [Πρόσβαση: 05/04/2019].

Prashant Mehta, (2018), Artificial Intelligence: Key challenges and opportunities, <http://www.forbesindia.com/blog/technology/artificial-intelligence-key-challenges-and-opportunities/>, [Πρόσβαση: 05/04/2019].

Queenie Cheong, Sastry Chilukuri, David Quigley, and Jonathan Usuka, (2018), Genetic testing: Opportunities to unlock value in precision medicine, p. 5, <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Pharmaceuticals%20and%20Medical%20Products/Our%20Insights/Genetic%20testing%20opportunities%20to%20unlock%20value%20in%20precision%20medicine/Genetic-testing-Opportunities-to-unlock-value-in-precision-medicine.ashx> , [Πρόσβαση: 17/04/2019].

R. Harpaz, W DuMochel, NH Shah, (2015), Big Data and Adverse Drug Reaction Detection , <https://ascpt.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cpt.302> [Πρόσβαση: 13/04/2019].

Ravindra Sandruwan Renaweera, Eiji Oki, Nattapong Kitsuwana, (2019), Delay Distribution Based Remote Data Fetch Scheme for Hadoop Clusters in Public Cloud, [https://www.researchgate.net/publication/330844065\\_Delay\\_Distribution\\_Based\\_Remote\\_Data\\_Fetch\\_Scheme\\_for\\_Hadoop\\_Clusters\\_in\\_Public\\_Cloud](https://www.researchgate.net/publication/330844065_Delay_Distribution_Based_Remote_Data_Fetch_Scheme_for_Hadoop_Clusters_in_Public_Cloud) [Πρόσβαση: 01/04/2019]

Renu Bhandari, Vaibhav Hans and Neelu Jyothi Ahuja, (2015), Big Data Security – Challenges and Recommendations, p. 96 [https://www.researchgate.net/publication/295907307\\_Big\\_Data\\_Security\\_-\\_Challenges\\_and\\_Recommendations](https://www.researchgate.net/publication/295907307_Big_Data_Security_-_Challenges_and_Recommendations) [Πρόσβαση: 02/04/2019]

Rose, D. (2017). Artificial Intelligence Foundations: Thinking Machines. [video] <https://www.linkedin.com/learning/artificial-intelligence-foundations-thinking-machines/big-data?u=2117465> [Πρόσβαση: 04/04/2019].

Ross, M. K., Wei, W., & Ohno-Machado, L. (2014). "Big data" and the electronic health record. Yearbook of medical informatics, 9(1), 97–104. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4287068/>, [Πρόσβαση: 17/04/2019].

Russell Stuart. Norvig Peter, (2010), Artificial Intelligence. A Modern Approach Third Edition, 3<sup>rd</sup> Edition, New Jersey, p. 32.

Stephen Hess, (2007), HUG/HLS Serialisation Work Team Feedback Session. [https://www.gs1.org/docs/healthcare/events/300107/day3/3\\_serialisation\\_feedback\\_HUG\\_010207.pdf](https://www.gs1.org/docs/healthcare/events/300107/day3/3_serialisation_feedback_HUG_010207.pdf) [Πρόσβαση: 20/03/2019]

SFEE, <https://www.sfee.gr/category/sinhsfora/ikonomia> [Πρόσβαση: 01 /03/2019]

Soubra D. (2012), The 3Vs that define Big Data, <https://www.datasciencecentral.com/forum/topics/the-3vs-that-define-big-data> [Πρόσβαση: 28/03/2019]

Takialddin Al Smadi, Huthaifa A. Al Issa, Esam Trad, Khalid A. Al Smadi, (2015), Artificial Intelligence for Speech Recognition Based on Neural Networks, p. 66, [https://www.researchgate.net/publication/276499712\\_Artificial\\_Intelligence\\_for\\_Speech\\_Recognition\\_Based\\_on\\_Neural\\_Networks](https://www.researchgate.net/publication/276499712_Artificial_Intelligence_for_Speech_Recognition_Based_on_Neural_Networks), [Πρόσβαση: 06/05/2019].

The Medical Futurist, (2016), Robotics in Healthcare --- Get Ready, <https://medicalfuturist.com/robotics-healthcare>, [Πρόσβαση: 06/05/2019].

Tim Hulsen, Saumya S. Jamuar, Alan R. Moody , Jason H. Karnes, Orsolya Varga, Stine Hed ensted, Roberto Spreafico, David A. Hafler and Eoin F. McKinney, (2019), From Big Data t o Precision Medicine p. 1, <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmed.2019.00034> [Πρόσβαση: 15/04/2019].

Walid Mohamed Aly, Mohamed Kholief, Eslam Adel Kamel, (2016), Intelligent Cloud Bas ed Decision Support Framework for Smart Grid, p. 108. <https://www.ijcit.com/archives/volume5/issue1/Paper050115.pdf> [Πρόσβαση: 31/03/2019]

Wikipedia, (2019), Artificial neural network, [https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial\\_neural\\_network#Backpropagation](https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_neural_network#Backpropagation) [Πρόσβαση: 03/04/2019].

Wikipedia, (2018), Μηχανική μάθηση, [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE\\_%CE%BC%CE%AC%CE%B8%CE%B7%CF%83%CE%B7](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%BC%CE%AC%CE%B8%CE%B7%CF%83%CE%B7) [Πρόσβαση: 02/04/2019]

Wikipedia, (2019), History of artificial intelligence, [https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_artificial\\_intelligence#The\\_birth\\_of\\_artificial\\_intelligence\\_1952%E2%80%931956](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_artificial_intelligence#The_birth_of_artificial_intelligence_1952%E2%80%931956) [Πρόσβαση: 03/04/2019].

Wikipedia, (2019), Electronic health record, [https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic\\_health\\_record](https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_health_record) [Πρόσβαση: 17/04/2019].

Wikipedia, (2019), Artificial intelligence in healthcare, [https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial\\_intelligence\\_in\\_healthcare#Industry](https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_intelligence_in_healthcare#Industry) [Πρόσβαση: 03/05/2019].

Wikipedia, (2019), Computer-aided diagnosis, [https://en.wikipedia.org/wiki/Computer-aided\\_diagnosis](https://en.wikipedia.org/wiki/Computer-aided_diagnosis) [Πρόσβαση: 03/05/2019].

Wikipedia, (2019), Clinical decision support system, [https://en.wikipedia.org/wiki/Clinical\\_decision\\_support\\_system#cite\\_note-Open\\_Clinical\\_DSS-6](https://en.wikipedia.org/wiki/Clinical_decision_support_system#cite_note-Open_Clinical_DSS-6) [Πρόσβαση: 03/05/2019].

Wikipedia, (2019), Watson (Computer), [https://en.wikipedia.org/wiki/Watson\\_\(computer\)#Healthcare](https://en.wikipedia.org/wiki/Watson_(computer)#Healthcare) [Πρόσβαση: 06/05/2019].

Wikipedia, (2019), Capsule endoscopy, [https://en.wikipedia.org/wiki/Capsule\\_endoscopy](https://en.wikipedia.org/wiki/Capsule_endoscopy), [Πρόσβαση: 06/05/2019].

Wyatt, J., Spiegelhalter, D. (1991). Field Trials of Medical Decision-Aids: Potential Problems and Solutions, p. 3, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2247484/pdf/procascamc00004-0028.pdf>, [Πρόσβαση: 03/05/2019].

Yu Hen Hu, (2001), Applications of ANN, pp. 2-6, <http://homepages.cae.wisc.edu/~ece539/videocourse/notes/pdf/lec%2002%20applications.pdf> [Πρόσβαση: 03/04/2019].

Zachary Tomlinson, (2018), 15 Medical Robots That Are Changing the World, <https://interestingengineering.com/15-medical-robots-that-are-changing-the-world>, [Πρόσβαση: 06/05/2019].

# Γλωσσάριο

<b>GS1</b>	Not for profit organization for Global Standards
<b>GTIN</b>	Global Trade Item Number
<b>ΣΦΕΕ</b>	Σύνδεσμος Φαρμακευτικών Επιχειρήσεων Ελλάδας
<b>FMD</b>	Falsified Medicines Directive
<b>Big Data</b>	Μεγάλα Δεδομένα
<b>EE</b>	Ευρωπαϊκή Ένωση
<b>A.I</b>	Artificial Intelligence
<b>DataMatrix 2D</b>	Two-dimensional barcode
<b>EPC,</b>	Electronic Product Code
<b>EFPIA</b>	European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations
<b>RFID</b>	Radio-frequency identification
<b>PDMA</b>	Prescription Drug Marketing Act
<b>DPMS</b>	Drug Pedigree Messaging Standard
<b>NCPDP</b>	National Council for Prescription Drug Programs
<b>AI</b>	Application Identifier
<b>IOT</b>	Internet of Things
<b>Siri</b>	Virtual assistant that is part of Apple OS
<b>ANN</b>	Artificial Neural Network
<b>TNA</b>	Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα
<b>GDRP</b>	General Data Protection Regulation
<b>EMR</b>	Electronic Medical Records
<b>FDA</b>	Food and Drug Administration
<b>DNA</b>	Deoxyribonucleic acid
<b>RNA</b>	Ribonucleic acid
<b>EHR</b>	Electronic Health Record
<b>CADx</b>	Computer-aided diagnosis
<b>CDSS</b>	Clinical decision support system