



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΥΦΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ INTERNET OF THINGS



ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΝΕΚΤΑΡΙΑ ΠΟΡΦΥΡΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2019

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

«Κατά κάποιο τρόπο η Τεχνητή Νοημοσύνη είναι ένα στοίχημα που έχει βάλει ο ανθρώπινος εγκέφαλος με τη δαρβινική εξέλιξη. Ένα από ανώτερα πράγματα, που μπορεί να κάνει ο ανθρώπινος εγκέφαλος είναι να αντιγράψει τον εαυτό του. Όταν ο άνθρωπος φτάσει στο σημείο να αναπαράγει με τεχνητό τρόπο τις ίδιες του τις ικανότητες, όλα θα είναι ανοιχτά και όλα θα είναι πιθανά. Αυτό μπορεί να είναι εκπληκτικό, να μας οδηγήσει σε μια Wonderland, όπου η ύπαρξη των μηχανών θα λειτουργεί υπέρ του ανθρώπου ή μπορεί να μας φέρει μπροστά σε δυσάρεστες καταστάσεις. Ο Elon Musk έχει πει ότι ίσως η Τεχνητή Νοημοσύνη να αποτελέσει τον λόγο για τον Γ΄ Παγκόσμιο Πόλεμο. Να σου θυμίσω όμως κι αυτό που έχει πει ο Einstein: "δεν γνωρίζω με τι είδους όπλα θα πολεμηθεί ο τρίτος παγκόσμιος, αλλά ο τέταρτος θα γίνει με πέτρες και ξύλα"».

Πηγή: [Η ιδιοφυΐα Κωνσταντίνος Δασκαλάκης μιλά για τη τεχνητή νοημοσύνη | iefimerida.gr](http://iefimerida.gr)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια της παγκοσμιοποίησης και του διεθνοποιημένου περιβάλλοντος αποσαφηνίζεται ότι η εξέλιξη διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο για τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής του σύγχρονου ανθρώπου. Οι επιταγές της καθημερινότητας δημιουργούν την ανάγκη διευκόλυνσης του ανθρώπου στην εργασία του και στην προσωπική ζωή, ενώ σημαντικός μεταβλητής αποτελεί ο χρόνος. Αυτή η γρήγορη καθημερινή διαδικασία επέφερε την ανάπτυξη των ευφυών συστημάτων και του Internet of Things. Η παρούσα εργασία εντυφεί στην λειτουργία αυτών των συστημάτων, με απώτερο σκοπό την παρουσίαση της σημαντικότητάς τους και την ανάδειξη της μελλοντικής τους εξέλιξης. Η παρούσα μελέτη εκπονήθηκε στα πλαίσια των ακαδημαϊκών υποχρεώσεων. Το θέμα της μελέτης είναι τα «Ευφυή Συστήματα και Internet of Things».

Η μελέτη απαρτίζεται από τρία μεγάλα κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο, διασαφηνίζεται πλήρως, η έννοια της Τεχνητής Νοημοσύνης, όπως απέδωσαν συγκεκριμένοι επιστήμονες και παρουσιάζεται η επίδρασή της, στη δημιουργία και στην εξέλιξη των έξυπνων πληροφοριακών συστημάτων ευρύτερα. Ταυτόχρονα, αναλύονται οι εκφάνσεις της τεχνητής νοημοσύνης, έτσι όπως εφευρέθηκαν, μελετήθηκαν και ερευνήθηκαν από ερευνητές, μέσα από μια ιστορική αναδρομή με αποτέλεσμα να διασαφηνιστεί πλήρως η έννοια της τεχνητής νοημοσύνης και η συμβολή της στην εξέλιξη επιστημονικών πεδίων. Ολοκληρώνοντας το κεφάλαιο, επισημαίνονται οι λειτουργίες της Τεχνητής Νοημοσύνης σε διάφορα στάδια, αποκρυπτογραφώντας τη σημαντικότητά της στην εξέλιξη της ανθρωπότητας

Η εκπόνηση της μελέτης επικεντρώνεται στο πληροφοριακό σύστημα και αποτυπώνονται οι λειτουργίες του. Στο δεύτερο κεφάλαιο της παρούσας μελέτης, ορίζεται το πληροφοριακό σύστημα όπως, απέδωσαν την έννοιά του συγκεκριμένοι ερευνητές όπως ερμηνεύονται και τα ευφυή πληροφοριακά συστήματα. Από το εν λόγω κεφάλαιο σημειώνεται ότι οι συνιστώσες ενός πληροφοριακού συστήματος διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της Τεχνητής Νοημοσύνης και του Internet of Things. Μέσα από ιστορικές αναδρομές και την μελέτη συμπερασμάτων από έρευνες, καθορίζεται επιτακτική η ανάγκη υποδομής των πληροφοριακών συστημάτων μέσα από λειτουργίες που δημιουργεί ο άνθρωπος. Και ενώ, υπάρχουν πολλά αρνητικά σ' αυτή τη διαρκή τεχνολογική πρόοδο, υφίσταται και το πλεονέκτημα ότι όλες οι επιστήμες εξελίσσονται μέσα από την ανάπτυξη των νοούντων πραγμάτων.

Τέλος, η παρούσα εργασία μελετά στο τρίτο κεφάλαιο, το Internet of Things, που στα ελληνικά ερμηνεύεται ως το «Διαδίκτυο των Πραγμάτων», και αποσαφηνίζει το ρόλο του στις σύγχρονες υπάρχουσες καταστάσεις, παρουσιάζοντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του. Επίσης, διευρυμένη ανάλυση πραγματοποιείται, σχετικά με την μελλοντική του εξέλιξη. Άλλωστε, τα έξυπνα πράγματα είναι πολλά και βομβαρδίζουν την ζωή του σύγχρονου ανθρώπου, διευκολύνοντας κατά κάποιο τρόπο, την καθημερινότητά του. Ολοκληρώνοντας την μελέτη, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν.

ΛΕΞΕΙΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ

**ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ
ΕΥΦΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΕΥΦΥΕΙΣ ΠΡΑΚΤΟΡΕΣ**

**ΔΙΑΜΕΣΟΛΑΒΗΤΕΣ
INTERNET OF THINGS
ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ**

ABSTRACT

In the context of globalization and the internationalized environment, it is clear that evolution plays a decisive role in improving the quality of life of modern man. The imperatives of everyday life create the need to facilitate man in his work and personal life, while a significant variable is time. This fast, everyday process has led to the development of intelligent systems and the Internet of Things. The present project focuses on the operation of these systems, with the ultimate aim of presenting their significance and showing their future development. This study was conducted in the context of academic commitments. The subject of the study is "Intelligent Systems and Internet of Things".

This study consists of three large chapters. In the first chapter, the concept of Artificial Intelligence, as presented by some scientists and its effect, is clearly defined, in the creation and development of intelligent information systems more broadly. At the same time, we analyze the manifestations of artificial intelligence, as they were invented, studied and researched by researchers, through a historical review, which resulted in a thorough clarification of the concept of artificial intelligence and its contribution to the development of scientific fields. By completing the chapter, the functions of Artificial Intelligence are highlighted at various stages and this is important for the evolution of humanity.

The study focuses on the information system and its functions are captured. In the second chapter of the present study, the information system is defined as, given the meaning of specific researchers as interpreted and intelligent information systems. From this chapter it is noted that the components of an information system play an important role in the development of Artificial Intelligence and Internet of Things. Through historical reviews and the study of research findings, the need for infrastructure of information systems through functions created by man is determined. While there is a lot of negative in this lasting technological progress, there is the advantage, which is evolving through the development of the things that they know.

Finally, in the third chapter explores the Internet of Things and clarifies the role in contemporary situation. It is presenting the advantages and disadvantages. Also, an expanded analysis is made, about its future development. After all, intelligent things are many and bombard the life of modern man, facilitating in some way his everyday life. At the end, there are many conclusions which are drawn.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ-ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ	2
ABSTRACT	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ: ΣΧΗΜΑΤΑ- ΠΙΝΑΚΕΣ	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ	8
1.1 Τεχνητή Νοημοσύνη	8
1.2 Ιστορική Αναδρομή της Τεχνητής Νοημοσύνης	12
1.3 Η Τεχνητή Νοημοσύνη γίνεται Επιστήμη	21
1.4 Σύγχρονη Τεχνολογία	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο : ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΥΦΥΗ	30
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	
2.1 Πληροφοριακά Συστήματα και οι λειτουργίες τους	30
2.2 Ευφυή Πληροφοριακά Συστήματα και οι Συνιστώσες	38
2.3 Ανάγκη Υποδομής Ευφύων Πληροφοριακών Συστημάτων	45
2.4 Ευφυείς Πράκτορες και Διαμεσολαβητές	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο : INTERNET OF THINGS	65
3.1 Internet of Things: Μια ιδέα του Διαδικτύου των πραγμάτων	65
3.2 Τεχνολογική Υλοποίηση: Μοντέλα του IoT	78
3.3 Αρχιτεκτονική του Internet of Things	87
3.4 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του IoT	94
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	98
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΔΙΚΤΥΟΓΡΑΦΙΑ	102

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΙΝΑΚΕΣ- ΣΧΗΜΑΤΑ

	Σελ.
Πίνακας 1: Ασθενής και Ισχυρή Θεώρηση Της Έννοιας «Πράκτορας»	51
Πίνακας 2: Παράγοντες που επηρεάζουν τον σχεδιασμό μιας IoT Αρχιτεκτονικής	91
Σχήμα 1: Απεικόνιση της Λειτουργίας Πληροφοριακού Συστήματος	37
Σχήμα 2: Αναπαράσταση Διεπαφής Χρήστη	47
Σχήμα 3: Η Διεπαφή	48
Σχήμα 4: Πράκτορες	50
Σχήμα 5: Πολύπλοκο Περιβάλλον – Πράκτορας	53
Σχήμα 6: Η Αρχιτεκτονική των Πρακτόρων	56
Σχήμα 7: Είδη Ευφύων Πρακτόρων	60
Σχήμα 8: Σημαντικά Ορόσημα του IoT από το 1997 έως το 2015	71
Σχήμα 9: The History of IoT	74
Σχήμα 10: Έξυπνη Κάρτα	76
Σχήμα 11: Σύνδεση των Κεντρικών Στοιχείων του IoT	77
Σχήμα 12: Παράδειγμα Μοντέλου Device-to-Device	79
Σχήμα 13: Παράδειγμα Μοντέλου Device-to-Cloud	80
Σχήμα 14: Παράδειγμα Μοντέλου Device-to-Gateway	81
Σχήμα 15: Παράδειγμα Μοντέλου Back-End Data Sharing	82
Σχήμα 16: Αναπαράσταση IoT	87
Σχήμα 17: Γενική Αρχιτεκτονική του IoT	88

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι επιταγές της σύγχρονης κοινωνίας καθιστούν αναγκαία, την ορθή διαχείριση χρόνου, η οποία εμπίπτει στην εφαρμογή έξυπνων λύσεων. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αποτελεί ένα νέο στάδιο της ψηφιακής επανάστασης που συμβάλει στην επέκταση της Κοινωνίας της Πληροφορίας και της Γνώσης. Πολλοί τομείς της Κοινωνίας της Πληροφορίας και της Γνώσης, χρησιμοποιούν ή θα χρησιμοποιήσουν το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, για τη βελτίωση υφιστάμενων διαδικασιών ή τη διαμόρφωση νέων και καινοτόμων υπηρεσιών (έξυπνο σπίτι, έξυπνες πόλεις, έξυπνη βιομηχανία, ενέργεια, υγεία κ.ά.). Η σχεδίαση και ανάπτυξη ευφυών περιβαλλόντων σε δίκτυα νέας γενιάς, απαιτεί τη συνθετική εφαρμογή γνώσεων, που προέρχονται από διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα.

Η εργασία αποτελεί δευτερογενή έρευνα και βασίζεται κυρίως, σε έρευνες σημαντικών επιστημόνων και μελετητών που ασχολήθηκαν με τα ευφυή πληροφοριακά συστήματα και το Internet of Things, είτε ως ερευνητές διαφόρων επιστημών, είτε κάνοντας πρωτογενή έρευνα σε βιομηχανίες. Πρόκειται για βιβλιογραφική επισκόπηση. Οι αναφορές στους συλλογισμούς του Αριστοτέλη και στον Leonardo Da Vinci ανέδειξαν ότι τα ευφυή συστήματα αποτέλεσαν ερεθίσματα προς αναζήτηση πριν από πολλούς αιώνες, ενώ η θεωρία περί καθολικού- συνολικού ανθρώπου (homo universalis) θα μπορούσε να αποτελεί μια εξελιγμένη μορφή ρομπότ. Τα ερωτήματα, στα οποία απαντά η παρούσα εργασία είναι 1/ Πως η Τεχνητή Νοημοσύνη εισηλθε στη ζωή του σύγχρονου ανθρώπου και ανέδειξε τα ευφυή πληροφοριακά συστήματα, ως μονόδρομο εξέλιξης; Και 2/ ποιο είναι το αποτέλεσμα για τον άνθρωπο με την ανάπτυξη του «Internet of Things» και ποια η μελλοντική του εξέλιξη;

Απώτερος σκοπός της παρούσας έρευνας είναι ο αναγνώστης να κατανοήσει τη θέση και τον ρόλο του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην ευρύτερη βιομηχανία Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών και τις πιθανές μελλοντικές εξελίξεις, τον ρόλο του υλικού και των διασυνδεδεμένων αισθητήρων σε ένα σύστημα Διαδικτύου των Πραγμάτων, τον ρόλο των μεγάλων δεδομένων, της εξόρυξης δεδομένων και του υπολογιστικού νέφους σ' ένα τυπικό σύστημα Διαδικτύου των Πραγμάτων, τον ρόλο της ασφάλειας και της ιδιωτικότητας

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

στο Διαδίκτυο του Μέλλοντος, τις δυνατότητες των τεχνικών και εργαλείων μηχανικής μάθησης στην υλοποίηση ευφυών περιβαλλόντων και τους τους περιορισμούς του Διαδικτύου των Πραγμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

1.1 Τεχνητή Νοημοσύνη: Έννοιες και εκφάνσεις

Η νοημοσύνη ή άλλως η ευφυΐα συμβάλλει στη μάθηση, στη κατανόηση και στη διαχείριση δύσκολων καταστάσεων. Στην επιστήμη της ψυχολογίας, νοημοσύνη ορίζεται το σύνολο των πνευματικών λειτουργιών που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση νέων καταστάσεων και επίλυσης προβλημάτων, αξιοποιώντας προηγούμενες εμπειρίες. Και όπως συμβαίνει και με τα δακτυλικά αποτυπώματα, είναι αδύνατο να βρεις δύο ανθρώπους με τον ίδιο δείκτη νοημοσύνης.

Ο καθηγητής ψυχολογίας, πρόεδρος του Ερευνητικού Ιδρύματος του Πανεπιστημίου Λευκωσίας και πρώην υπουργός Παιδείας δρ Ανδρέας Δημητρίου, στο περιοδικό LIFE¹ αναφέρει ότι ««Μιλώντας τεχνικά, όταν μιλάμε για ευφυΐα, αναφερόμαστε στο σύνολο των λειτουργιών που μας επιτρέπουν να μαθαίνουμε και στη συνέχεια, να χρησιμοποιούμε τη γνώση μας για να αντιμετωπίσουμε νέα προβλήματα».

Ο Howard Gardner² στο βιβλίο του Frames of Mind: The theory of multiple intelligences (1983), διακρίνει σε κάθε άνθρωπο οχτώ τύπους νοημοσύνης³, οι οποίοι είναι ευδιάκριτοι μέσα στον εγκέφαλο αλλά στη πράξη χρησιμοποιείται ένα μίγμα απ' αυτών. Πιο συγκεκριμένα, ο Howard Gardner επισημαίνει τη δυσλειτουργία εφαρμογής ενός εκ των τύπων συμπεραίνοντας ότι η μάθηση, η μελέτη, η επίλυση προβλημάτων και πολλών άλλων

¹ Περιοδικό Life, Τεύχος 59, «Τι είναι αυτό που ονομάζουμε νοημοσύνη;», Thessaloniki Arts and Culture.

² ΤΟ ΒΗΜΑ, Howard Gardner Η ΕΥΦΥΪΑ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΜΟΝΟ ΤΟ IQ Ο 60χρονος Χάουαρντ Γκάρντνερ είναι ένας διάσημος «πατέρας». Ο Γκάρντνερ, καθηγητής Ψυχολογίας της Μάθησης στο Χάρβαρντ, καθηγητής Ιατρικής και Νευρολογίας στην Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου της Βοστώνης, συγγραφέας 18 βιβλίων που έχουν μεταφραστεί σε 21 γλώσσες, εκατοντάδων άρθρων σχετικά με θέματα ψυχολογίας και τιμημένος με περισσότερα από 20 διεθνή βραβεία, ήταν ο άνθρωπος που απέδειξε ότι η νοημοσύνη μας είναι πολύ περισσότερα πράγματα από αυτό που ορίζει η «στείρα» μέτρηση του IQ μας. <https://www.tovima.gr/2008/11/24/science/howard-gardner/>

³ Γλωσσική, Λογική/ Μαθηματική, Μουσική, Χωρική, Σωματική, Διαπροσωπικοί, Ενδοπροσωπικοί, Φυσιολογικοί.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

διαδικασιών επιτάσσει τη χρήση των οχτώ τύπων νοημοσύνης. Ουσιαστικά ανέλυσε τη θεωρία της πολλαπλής νοημοσύνης⁴ που δεν περιορίζεται με μία μόνο μορφή νοημοσύνης, αυτής της γέννησης, αλλά η ικανότητα δημιουργία πολλών αντιλήψεων μέσω των ερεθισμάτων.

Σύμφωνα με τον Howard Gardner⁵ τα οχτώ είδη νοημοσύνης είναι:

1. **Χωρική νοημοσύνη.** Η ικανότητα να μπορεί κανείς να αναπαραστήσει το χώρο στο μυαλό του. Είναι σχεδόν απαραίτητη σε αρχιτέκτονες, σχεδιαστές, γλύπτες και άλλους.
2. **Λεκτική νοημοσύνη.** Η ικανότητα να χρησιμοποιεί κανείς τη γλώσσα καλά για να εκφραστεί. Χαρακτηρίζει τους δικηγόρους, τους ρήτορες και τους ποιητές.
3. **Λογικομαθηματική νοημοσύνη.** Η ικανότητα αυτή έχει να κάνει με τη λογική και τις μαθηματικές πράξεις. Ιδιαίτερα προικισμένοι σ' αυτό είναι οι μαθηματικοί και οι επιστήμονες.
4. **Σωματική/Κινησθητική νοημοσύνη.** Η ικανότητα να ελέγχει κανείς τις σωματικές του κινήσεις και να χειρίζεται αντικείμενα με δεξιοτεχνία. Είναι ανεπτυγμένη σε αθλητές, χορευτές, πιλότους, ηθοποιούς, γιατρούς, χειρουργούς, στρατιώτες και οικοδόμους.
5. **Μουσική νοημοσύνη.** Η ικανότητα κατανόησης ήχων, ρυθμών και μουσικής. Πιο προικισμένοι είναι οι συνθέτες και οι μουσικοί.
6. **Διαπροσωπική ή κοινωνική νοημοσύνη.** Η ικανότητα να καταλαβαίνουμε τους άλλους και να συνεργαζόμαστε μαζί τους. Ιδιαίτερα χρήσιμη ιδιότητα για πολιτικούς, δασκάλους, γιατρούς, ηγέτες και πωλητές.

⁴ Η θεωρία της Πολλαπλής Νοημοσύνης Howard Gardner,

<https://www.thessalonikiartsandculture.gr/life/autoveltiysi/ti-einai-afto-pou-onomazoume-noimosyni/>, 9

Οκτωβρίου 2012.

⁵ Η θεωρία της Πολλαπλής Νοημοσύνης Howard Gardner,

<https://www.thessalonikiartsandculture.gr/life/autoveltiysi/ti-einai-afto-pou-onomazoume-noimosyni/>, 9

Οκτωβρίου 2012.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφρή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

7. **Ενδοπροσωπική νοημοσύνη.** Η ικανότητα να καταλαβαίνουμε τον εαυτό μας, τις επιθυμίες, τους φόβους, τις διαθέσεις μας. Ανεπτυγμένη σε φιλοσόφους, ψυχολόγους, θεολόγους και συγγραφείς.

8. **Νατουραλιστική νοημοσύνη.** Η ικανότητα να ξεχωρίζει κανείς τα διάφορα ζωντανά όντα και να έχει ευαισθησία σε άλλα στοιχεία του φυσικού κόσμου. Ανεπτυγμένη στους γεωργούς, κηπουρούς, βοτανολόγους, γεωλόγους.

Ο Douglas Hofstadter⁶ (βραβείο Pulitzer) προτείνει ως νοημοσύνη, την ανταπόκριση σε καταστάσεις με ελαστικότητα δηλαδή τη μη μηχανική ανταπόκριση, την κατανόηση των ασαφών ή αντιφατικών μηνυμάτων από τα συμφραζόμενα, την αναγνώριση και την ιεράρχηση διαφόρων δεδομένων ανάλογα με την σπουδαιότητά τους, την διασαφήνιση ομοιοτήτων μεταξύ καταστάσεων οι οποίες μοιάζουν διαφορετικές και αντίστοιχα των διαφορών μεταξύ όμοιων καταστάσεων. Ο Hofstadter⁷ διακρίνει ένα κοινό στοιχείο μεταξύ αυτών των ικανοτήτων, οι οποίες αποκτώνται εύκολα από τους ανθρώπους και βασίζονται συνήθως σ' ένα σύνολο σταθερών και στερεότυπων απόψεων ή γνώσεων, που κατέχει ο οποιοσδήποτε άνθρωπος και αποκαλείται κοινή λογική (common sense).

Ο Αριστοτέλης⁸, πρώτος μιλά για κοινή λογική και αναφέρεται σε αυτήν ως μια πραγματική δύναμη «εσωτερικής αίσθησης» του ανθρώπου που είναι αποτέλεσμα της σύνθεσης και της κριτικής των πέντε αισθήσεων. Η άποψη αυτή, απέχει από μετέπειτα θεωρήσεις.⁹ Στην αγγλική γλώσσα ο όρος αναφέρεται ως «κοινή αίσθηση» (common sense) και όχι ως «κοινή λογική». Όμοια στην γερμανική (gemeinsinn), στη γαλλική (sens commun), στην ιταλική (senso comune).

Ο όρος «Τεχνητή Νοημοσύνη» υφίσταται σ' έναν πολυεπίπεδο διεπιστημονικό κλάδο, του οποίου ο σκοπός και η ασχολία του είναι η δημιουργία προγραμμάτων ηλεκτρονικών υπολογιστών με τέτοιο τρόπο που συμπεριφέρονται και μιμούνται την ανθρώπινη συμπεριφορά. Υπάρχουν πολλοί ορισμοί, οι οποίοι επικεντρώνονται στη διαδικασία σκέψης ή

⁶ Douglas R. Hofstadter: Analogy as Core, Core as Analogy <http://prelectur.stanford.edu/lectures/hofstadter>

⁷ Βλαχάβας Ι., Κεφαλάς Π., κλπ «Τεχνητή Νοημοσύνη, Β' έκδοση», Εκδόσεις Θεσσαλονίκη χ.χ.

⁸ Ανθολόγιον Sapere Aude, «Η λογική στον Αριστοτέλη», <https://sciencearchives.wordpress.com/2013/05/22/%CE%AE-%CE%AD/>, 22-5-2013.

⁹ «Αριστοτέλης». greekbooks.gr. Ανακτήθηκε στις 26 Ιουλ 2012

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

συλλογισμού και συμπεριφοράς. Υπάρχουν ορισμοί σύμφωνα με τους οποίους, η Τεχνητή Νοημοσύνη στοχεύει στη δημιουργία συστημάτων που σκέπτονται όπως οι άνθρωποι. Αξιοσημείωτη ήταν η αναφορά του Haugeland¹⁰ (1985) « Η προσπάθεια να κατασκευάσουμε υπολογιστές με διανοητική ικανότητα με τη πλήρη και κυριολεκτική έννοια του όρου». Μια άλλη άποψη ήταν η άποψη των Rich and Knight¹¹ (1991), «Η μελέτη του πώς να κάνουμε τους υπολογιστές να κάνουν πράγματα όπως οι άνθρωποι είναι καλύτεροι», παραπέμπει στην ύπαρξη ενός επιπλέον στόχου της Τεχνητής Νοημοσύνης που είναι η δημιουργία συστημάτων που να έχουν ανθρώπινη συμπεριφορά. Ο Winston¹² (1992) επεσήμανε ότι «η μελέτη των υπολογισμών καθιστούν εφικτή την αντίληψη, τη λογική σκέψη και την αντίδραση» απορρέοντας στην δημιουργία συστημάτων που να λειτουργούν λογικά. Τέλος, οι Luger and Stubblefield¹³ (1993) ανέδειξαν την συμπεριφορά διαμέσου της λογικής αντίδρασης. Μάλιστα, διασαφήνισαν ότι «Ο τομέας της επιστήμης των υπολογιστών που ασχολείται με την αυτοματοποίηση της ευφυούς συμπεριφοράς».

Οι αναφορές αυτές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη είναι ο τομέας της επιστήμης των υπολογιστών που ασχολείται με την σχεδίαση και την υλοποίηση υπολογιστικών συστημάτων, τα οποία είναι ικανά να μιμηθούν τις ανθρώπινες γνωστικές ικανότητες, εμφανίζοντας μ' αυτό τον τρόπο χαρακτηριστικά που αποδίδονται συνήθως, σε ανθρώπινη συμπεριφορά, όπως η επίλυση προβλημάτων, η αντίληψη μέσω της όρασης, η μάθηση, η εξαγωγή συμπερασμάτων, η κατανόηση φυσικής γλώσσας και πολλών άλλων ικανοτήτων που διέπουν την ανθρώπινη φύση. Ο John McCarthy όρισε τον τομέα αυτόν ως «επιστήμη και μεθοδολογία της δημιουργίας νοούντων μηχανών».

Η Τεχνητή Νοημοσύνη είναι σε πολλαπλές επιστήμες, όπως είναι η ψυχολογία, η νευρολογία, η πληροφορική και η γλωσσολογία με στόχο μια σύνθεση ευφυούς συμπεριφοράς, με στοιχεία συλλογιστικής, μάθησης και προσαρμογής στο περιβάλλον. Η

¹⁰ John Haugeland, «Artificial Intelligence: The Very Idea», Cambridge: MIT Press (1985).

¹¹ Rich and Knight, «Artificial Intelligence, *Artificial Intelligence Series*», McGraw-Hill, 1991.

¹²Gavan Duffy, Seth A. Tucker «Political Science: Artificial Intelligence Applications», Volume: 13 issue: 1, page(s): 1-20, Issue published: April 1, 1995.

¹³ N.Cheung A.Garcia, «The use of a heuristic search technique for the optimization of quality of steel billets produced by continuous casting», 2001 Elsevier Science Ltd.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

Τεχνητή Νοημοσύνη διαιρείται σε δύο υποκατηγορίες¹⁴: η πρώτη είναι η κλασική ή συμβολική τεχνητή νοημοσύνη¹⁵ (symbol AI) και η δεύτερη είναι η υπολογιστική νοημοσύνη (computational intelligence) ή συνδετική (connectionist) ή η μη συμβολική¹⁶.

Η πρώτη κατηγορία έχει σκοπό να εξομοιώσει την ανθρώπινη νοημοσύνη χρησιμοποιώντας λογικούς κανόνες υψηλού επιπέδου και σύμβολα. Βασίζεται στην κατανόηση των νοητικών διεργασιών και ασχολείται με την προσημείωση της ανθρώπινης νοημοσύνης, προσεγγίζοντας αυτήν με αλγόριθμους και συστήματα που βασίζονται στη γνώση, χρησιμοποιώντας ως δομικές μονάδες ή σύμβολα. Στη δεύτερη χρησιμοποιούνται μοντέλα, στοιχειώδη αριθμητικά, και αποσκοπεί στην αναπαραγωγή της ανθρώπινης ευφυΐας. Βασίζεται στη μίμηση της βιολογικής λειτουργίας του εγκεφάλου όπως είναι η διαδικασία της εξέλιξης των ειδών ή η λειτουργία του εγκεφάλου.

1.2 Ιστορική αναδρομή της Τεχνητής Νοημοσύνης

Οι απαρχές της Τεχνητής Νοημοσύνης ανάγονται στους συλλογισμούς του Αριστοτέλη¹⁷ (384-322 π.Χ) για τη μέθοδο της επίσημης μηχανικής σκέψης. Ωστόσο, ο όρος νοήμων, χρησιμοποιήθηκε στους ελληνικούς μύθους του Ηφαιστίωνα¹⁹ και του Πυγμαλίωνα²⁰ στην αναφορά τους, στον Τάλο και των τεχνητών όντων όπως της Γαλάτειας και της Πανδώρας.

¹⁴ Μπιρίτη Ευαγγελία – Μαρία, «Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) – Artificial Intelligence (AI)», https://www.academia.edu/Artificial_Intelligence_AI, 2018.

¹⁵ ΚΕΦ.1, «Βασικές Αρχές Τεχνητής Νοημοσύνης», http://ai.uom.gr/aima/Samples/AIMA_chapter01.pdf, 2018.

¹⁶ ΚΕΦ.1, «Βασικές Αρχές Τεχνητής Νοημοσύνης», http://ai.uom.gr/aima/Samples/AIMA_chapter01.pdf, 2018.

¹⁷ «Βασικές Αρχές της TN»

<https://www.ce.teiep.gr/e-class/modules/document/file.php/108/lecture2%20%5BCompatibility%20Mode%5D.pdf>

¹⁸ *Atlantic* - Μετάφραση για το Νόστιμον Ήμαρ: Afterwords «Πώς ο Αριστοτέλης δημιούργησε τον ηλεκτρονικό υπολογιστή», ένθετο του Νόστιμον Ήμαρ στον “Δρόμο”, το Σάββατο 24.2.2018

¹⁹ «ο Νο 2 της μακεδονικής αυτοκρατορίας, στρατηγός Ηφαιστίων», <https://www.newsbeast.gr/portrait/arthro/1975720/to-no-2-tis-makedonikis-aftokratorias-stratigos-ifestion> 2015.

²⁰ Thessaloniki Arts and Culture «Ο μύθος του Πυγμαλίωνα», <https://www.thessalonikiartsandculture.gr/epilegmena-arthra/o-mythos-tou-pygmalioua>, χ.χ.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

Μηχανικά αγάλματα δημιουργήθηκαν στην Αίγυπτο και στην Ελλάδα, τα οποία φημιολογούνται ότι είχαν σοφία και συναισθήματα. Ο Ήρων²¹ από την Αλεξάνδρεια δημιουργεί μηχανικό άνδρα καθώς και άλλους αυτοματισμούς. Τέλος, ο Αρχύτας²² από το Tarentum ήταν μαθηματικός και πολιτικός και θεωρείται ο παππούς της ρομποτικής κατασκευάζοντας ένα ιπτάμενο περιστέρι.

Ο Leonardo Da Vinci²³ στην έννοια του καθολικού ανθρώπου (homo universalis) ένταξε και την μηχανική. Το 1495, ασχολήθηκε εκτεταμένα με τον αυτοματισμό. Στις προσωπικές του σημειώσεις κατέγραψε τις ιδέες του για μηχανικές δημιουργίες από υδραυλικά ρολόγια έως και ένα λιοντάρι ρομπότ. Ενώ, εντύπωση είχε κάνει η εφεύρεση ενός τεχνητού άντρα με τη μορφή ενός οπλισμένου Γερμανού ιππότη. Ωστόσο, τα ολοκληρωμένα σχέδια της κατασκευής δεν έχουν ανακαλυφθεί μέχρι σήμερα. Στοιχεία δείχνουν ότι ο Leonardo Da Vinci δημιούργησε ένα ρομπότ το 1495 εργαζόμενος τότε στον δούκα του Μιλάνου. Οι παρατηρήσεις αυτές αποτυπώθηκαν απ' τον Mark Rosheim²⁴, ρομποτιστής στη NASA, όπου σύμφωνα με τις δηλώσεις του, το 2002 χρησιμοποίησε υπολείμματα των σημειώσεων του Leonardo Da Vinci, προκειμένου να παρατηρήσει τη πιθανότητα δημιουργίας μιας ιδιότυπης κατασκευής ρομπότ του 15^{ου} αιώνα. Το εγχείρημά του στέφθηκε με απόλυτη επιτυχία μ' αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός ιππότη, ο οποίος αποδείχθηκε πλήρως λειτουργικός, επιβεβαιώνοντας έτσι, τον Leonardo Da Vinci ως τον πρωτοπόρο της ρομποτικής.

Το 1941, ο Isaak Asimov²⁵ δημοσιεύει στο περιοδικό Astounding Science Fiction, την επιστημονική φαντασίας ιστορία με τίτλο «Liar», εισάγοντας τους τρεις νόμους της

²¹ Περιοδικό Curius Greek, «Ήρων Αλεξανδρεύς: Η πρώτη ατμομηχανή πριν 2.000 χρόνια», 23-9-2018.

²² Τεύκρος Μιχαηλίδης, «Αρχύτας ο Ταραντίνος : Ο πυθαγόρειος φιλόσοφος που άσκησε εξουσία», 27-6-2017, <http://physics4u.gr/blog/> .

²³ «Leonardo Da Vinci : 500 years of genius» <https://www.leonardodavinci.gr> ,2019.

²⁴ Characters, «Η πορεία του ανθρώπου στην Τεχνητή Νοημοσύνη», Ιανουάριος 2018.

²⁵ KONSTADOPE THEODORA, «Τι προέβλεψε ο Isaac Asimov για σήμερα πριν από 50 χρόνια», techgear.gr, Ιανουάριος 2014.

ρομποτικής²⁶: 1^{ος}/ Ένα ρομπότ δεν μπορεί να τραυματίσει έναν άνθρωπο, μέσα από απραξία ή επιτρέποντας τον τραυματισμό, 2^{ος} / ένα ρομπότ πρέπει να υπακούσει στις εντολές που επιδέχεται από έναν άνθρωπο, εκτός αν οι εντολές συγκρούονται με τον πρώτο νόμο και 3^ο / ένα ρομπότ οφείλει να προστατεύει την ύπαρξή του σε βαθμό που δεν συγκρούεται με τους δύο προαναφερθέντες νόμους.

Η πρώτη εργασία που αναγνωρίζεται σήμερα γενικά ως TN έγινε από τους Warren McCulloch και Walter Pitts (1943)²⁷. Βασίστηκαν σε τρεις πηγές: στη γνώση, της βασικής φυσιολογίας και λειτουργίας των νευρώνων του εγκεφάλου σε μια τυπική ανάλυση της προτασιακής λογικής των Russell και Whitehead, και στη θεωρία υπολογισμού του Turing²⁸. Πρότειναν ένα μοντέλο τεχνητών νευρώνων, όπου κάθε νευρώνας χαρακτηρίζεται ως ενεργοποιημένος (on) ή απενεργοποιημένος (off) και μεταβαίνει στην ενεργοποιημένη κατάσταση αποκρινόμενος σε διέγερση από έναν επαρκή αριθμό γειτονικών νευρώνων. Η κατάσταση ενός νευρώνα θεωρούνταν ως ‘ουσιαστικά ισοδύναμη με μια πρόταση η οποία υποδεικνύει το επαρκές της ερέθισμα’. Έδειξαν για παράδειγμα ότι οποιαδήποτε υπολογίσιμη συνάρτηση μπορούσε να υπολογιστεί από κάποιο δίκτυο συνδεδεμένων νευρώνων και ότι όλοι οι λογικοί σύνδεσμοι (και, ή, όχι, κ.λπ.) μπορούσαν να υλοποιηθούν με απλές δικτυακές δομές. Οι McCulloch και Pitts²⁹ υποστήριζαν επίσης ότι κατάλληλα ορισμένα δίκτυα μπορούσαν να μαθαίνουν. Ο Donald Hebb³⁰ (1949) παρουσίασε έναν απλό κανόνα ενημέρωσης για την τροποποίηση των συνδεδετικών δυνάμεων μεταξύ νευρώνων. Ο κανόνας αυτός, που σήμερα ονομάζεται μάθηση Hebb (Hebbian learning) παραμένει μέχρι σήμερα ένα σημαντικό μοντέλο.

²⁶ «3 νόμοι της ρομποτικής», <https://arduinobots.wordpress.com-isaak-asimov/>, 2012.

²⁷ I. Μαλαγαρδή, «Η επιστήμη της Κυβερνητικής (Cybernetics)», <http://ioannamalagardi.blogspot.com/2011/04/cybernetics.html>, Απρίλιος 2011.

²⁸ Π. Κατσαρός, καθ. ΑΠΘ, «Θεωρία Υπολογισμού και Εφαρμογές», <https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/5744/5/KalliposBook-KOY.pdf>, Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα, 2015.

²⁹ Akshay Chandra Lagandula, «McCulloch-Pitts Neuron—Mankind’s First Mathematical Model Of A Biological Neuron», <https://towardsdatascience.com/mcculloch-pitts-model-5fdf65ac5dd1?gi=8881fc7ee55a>, Ιούλιος 2018.

³⁰ Hebbian theory, https://en.wikipedia.org/wiki/Hebbian_theory.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

Δύο μεταπτυχιακοί φοιτητές του μαθηματικού τμήματος του Princeton, ο Marvin Minsky και ο Dean Edmonds³¹, κατασκεύασαν τον πρώτο υπολογιστή νευρωνικού δικτύου το 1951. Ο S NARC όπως ονομάστηκε χρησιμοποιούσε 3000 λυχνίες κενού και ένα μηχανισμό αυτόματου πιλότου από βομβαρδιστικό B-24 για να προσομοιώνει ένα δίκτυο 40 νευρώνων. Η επιτροπή για το Ph.D. του Minsky έδειχνε σκεπτικισμό για το αν μια τέτοια εργασία μπορούσε να θεωρηθεί μαθηματικά αλλά όπως λέγεται, ο Von Neumann³² είπε: 'Αν δεν είναι σήμερα, θα είναι κάποια μέρα'. Αργότερα, ο Minsky απέδειξε σημαντικά θεωρήματα που έδειξαν τους περιορισμούς της έρευνας στα νευρωνικά δίκτυα. Υπήρχαν μερικά πρώιμα παραδείγματα εργασιών που θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν Τεχνητή Νοημοσύνη αλλά ο Alan Turing ήταν εκείνος που διατύπωσε πρώτος ένα πλήρες όραμα για την Τεχνητή Νοημοσύνη το 1950, στο άρθρο του 'Computing Machinery and Intelligence'. Στο άρθρο αυτό, παρουσίασε τη δοκιμασία Turing τη μηχανική μάθηση, τους γενετικούς αλγόριθμους, και την ενισχυτική μάθηση.

Ο Β' Παγκόσμιος Πόλεμος αποτέλεσε πρόσφορο έδαφος για επιστημονικές μελέτες φέρνοντας σε επαφή διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους, όπως την νευροεπιστήμη με την πληροφορική. Στη Μεγάλη Βρετανία, ο μαθηματικός Alan Turing και ο νευρολόγος Grey Walter ασχολήθηκαν με τις προκλήσεις των ευφυών μηχανών, ανταλλάσσοντας τις ιδέες τους με την κοινότητα Ratio Club³³. Ο Alan Turing ανακάλυψε το γνωστό πλέον τεστ TURING TEST, θέτοντας το μέτρο ευφυΐας μιας νοήμονα μηχανής.

Η εφεύρεση του Alan Turing, τον καθιέρωσε ως τον πατέρα της Τεχνητής Νοημοσύνης. Το TURING TEST³⁴ βασίζεται σε μια σειρά από υποβληθείσες ερωτήσεις από έναν άνθρωπο σε μια μηχανή, χωρίς ο άνθρωπος να γνωρίζει εκ των προτέρων με ποιον συνομιλεί. Αν στο

³¹ ΚΕΦ.1, «Βασικές Αρχές Τεχνητής Νοημοσύνης», http://ai.uom.gr/aima/Samples/AIMA_chapter01.pdf 2018.

³² ΚΕΦ.1, «Βασικές Αρχές Τεχνητής Νοημοσύνης», http://ai.uom.gr/aima/Samples/AIMA_chapter01.pdf , 2018.

³³ The Ratio Club was a small informal dining club of young psychiatrists, psychologists, physiologists, mathematicians and engineers who met to discuss issues in cybernetics. The idea of the club arose from a symposium on animal behaviour held in July 1949 by the Society of Experimental Biology in Cambridge. The club was founded by the neurologist John Bates, with other notable members such as W. Ross Ashby. https://en.wikipedia.org/wiki/Ratio_Club

³⁴TURING TEST, https://en.wikipedia.org/wiki/Turing_test .

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

τέλος της διαδικασίας, ο άνθρωπος δεν καταφέρει να ξεχωρίσει ότι πρόκειται για μια μηχανή τότε η μηχανή περνάει το τεστ με επιτυχία και συνεπώς θεωρείται ευφυής. Σε αντίθετη περίπτωση, η μηχανή δεν περνάει το τεστ και δεν θεωρείται ευφυής. Η συνεργασία διαφόρων επιστημονικών κλάδων διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο για τον προγραμματισμό ενός υπολογιστή. Εντούτοις, η μηχανική όραση και η ρομποτική αποτέλεσαν σημαντικοί επιστημονικοί κλάδοι για την εισαγωγή μιας επέκτασης του εν λόγω τεστ όπου περιλαμβάνει την αναγνώριση εικόνων και αντικειμένων.

Στην εισήγηση της συνάντησης εργασίας του Dartmouth (McCarthy κ.α. 1955) , διαπιστώνεται ότι ήταν επιτακτική ανάγκη, η δημιουργία ενός ξεχωριστού πεδίου με την ονομασία «Τεχνητή Νοημοσύνη». Αυτή η διαπίστωση έγκειται στην θεωρία ελέγχου ή επιχειρησιακής έρευνας ή αποφάσεων, τομείς που αποσκοπούν στον ίδιο στόχο της Τεχνητής Νοημοσύνης με διαφορετική προσέγγιση. Όπως συμβαίνει και με τον κλάδο των μαθηματικών. Ουσιαστικά, η Τεχνητή Νοημοσύνη υιοθέτησε από την αρχή την ιδέα της αντιγραφής ανθρώπινων λειτουργιών, όπως η δημιουργικότητα και η χρήση γλώσσας. Κανένα από τα άλλα πεδία δεν ασχολείται με αυτά τα ζητήματα. Επιπλέον, η μεθοδολογία διαφέρει ανάμεσα στους κλάδους. Η Τεχνητή Νοημοσύνη, εξ ορισμού αποτελεί έναν κλάδο της επιστήμης των υπολογιστών και είναι το μόνο πεδίο που επιχειρεί να δημιουργήσει μηχανές με σκοπό την αυτόνομη λειτουργία εντός πολύπλοκου, μεταβαλλόμενου περιβάλλοντος.

Μετά την δημιουργία των τριών νόμων της ρομποτικής του Isaak Asimov³⁵ το 1950, ο όρος Τεχνητή Νοημοσύνη χρησιμοποιείται για πρώτη φορά, στο δεύτερο Συνέδριο στο Dartmouth, το 1956. Στο Συνέδριο εκφράστηκαν δύο τάσεις για την ανάπτυξη νοημοσύνης στις μηχανές. Η πρώτη τάση ακολούθησε την προσέγγιση top-down, κατά την οποία οι μηχανές θα προγραμματίζονταν με βάση τους κανόνες που διέπουν την ανθρώπινη συμπεριφορά και αντίστοιχα, την τάση η οποία ακολούθησε τη προσέγγιση bottom-up, κατά την οποία τα ηλεκτρονικά δίκτυα μιας μηχανής θα λειτουργούσαν ως νευρώνες εγκεφάλου και θα μάθαιναν νέες συμπεριφορές.

³⁵ KONSTADOPE THEODORA, “Τι προέβλεψε ο Isaac Asimov για σήμερα πριν από 50 χρόνια”, techgear.gr, Ιανουάριος 2014.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

Το Princeton φιλοξένησε μια σημαντική φυσιογνωμία της Τεχνητής Νοημοσύνης, τον John McCarthy. Ο McCarthy³⁶ μετακόμισε στο Dartmouth College, στο οποίο έγινε ο επίσημος τόπος γέννησης της Τεχνητής Νοημοσύνης. Ο McCarthy έπεισε τους Minsky, Claude Shannon και Nathaniel Rochester να συμβάλλουν στην προσέγγιση Αμερικανών ερευνητών, που ενδεχομένως, ενδιαφέρονταν για τη θεωρία των αυτομάτων, τα νευρωνικά δίκτυα και τη μελέτη της νοημοσύνης. Έτσι, οργάνωσαν μια συνάντηση στο Dartmouth, το καλοκαίρι του 1956. Εκεί, συμμετείχαν συνολικά δέκα άτομα, μεταξύ των οποίων ο Trenchard More από το Princeton, ο Arthur Samuel από την IBM και οι Ray Solomonoff και Oliver Selfridge από το MIT.

Δύο ερευνητές από το Carnegie Tech³⁷, ο Allen Newell και ο Herbert Simon ήταν αυτοί που έκλεψαν την παράσταση. Αν και οι υπόλοιποι είχαν ιδέες και σε μερικές περιπτώσεις, προγράμματα για συγκεκριμένες εφαρμογές όπως η ντάμα, οι Newell και Simon είχαν ήδη δημιουργήσει ένα πρόγραμμα συλλογιστικής, το Logic Theorist (LT), για τον οποίο ο Simon επεσήμανε: «Εφεύραμε ένα πρόγραμμα που μπορεί να σκέπτεται μη αριθμητικά, και επομένως λύσαμε το κλασικό πρόβλημα του δυϊσμού νου-σώματος»³⁸. Το πρόγραμμα μπορούσε να αποδείξει τα περισσότερα από τα θεωρήματα των Principia Mathematica, Russell και Whitehead. Λέγεται ότι, ο Russell ενθουσιάστηκε, όταν ο Simon του έδειξε ότι το πρόγραμμα είχε βρει μια απόδειξη για ένα θεώρημα, η οποία ήταν συντομότερη από εκείνη που υπήρχε στο Principia. Οι εκδότες του Journal of Symbolic Logic δεν εντυπωσιάστηκαν και απέρριψαν μια δημοσίευση, που υπογραφόταν από τους Newell, Simon, και το Logic Theorist.

Η συνάντηση του Dartmouth δεν οδήγησε σε νέες ριζοσπαστικές ανακαλύψεις, αλλά έφερε σε επαφή, όλες τις μεγάλες φυσιογνωμίες του χώρου. Τα επόμενα χρόνια οι ερευνητές αυτοί θα διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο για την εξέλιξη της Τεχνητής Νοημοσύνης. Το πιο μακρόχρονο επίτευγμα αυτής της συνάντησης, αποτέλεσε η συμφωνία περί υιοθέτησης

³⁶ John McCarthy, <http://users.sch.gr/jenyk/index.php/johnmccarthy>, Εργαστήριο Ρομποτικής, χ.χ.

³⁷ Το σημερινό Πανεπιστήμιο Carnegie Mellon (CMU)

³⁸ Οι Newell και Simon επινόησαν επίσης μια γλώσσα επεξεργασίας λιστών, την IPL, προκειμένου να γράψουν το LT. Δεν είχαν μεταγλωττιστή (compiler) και το μετέφρασαν σε γλώσσα μηχανής οι ίδιοι. Για να αποφύγουν τα λάθη, δούλευαν παράλληλα, εκφωνώντας δυαδικούς αριθμούς ο ένας στον άλλο καθώς έγραφαν κάθε εντολή, για να βεβαιωθούν ότι συμφωνούσαν.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

μιας νέας ονομασίας του McCarthy για το πεδίο: τεχνητή νοημοσύνη (artificial intelligence). Μπορεί ο όρος ‘υπολογιστική ορθολογικότητα’ να ήταν καλύτερος όμως, ο όρος ‘τεχνητή νοημοσύνη’ απεδείχθη ως η κυρίαρχη ονομασία.

Το 1961, το βιομηχανικό ρομπότ της Unimate³⁹, εντάχθηκε στην πρώτη γραμμή παραγωγής αυτοκινήτων της εταιρείας GENERAL MOTORS. Από τη αρχή, οι ερευνητές της Τεχνητής Νοημοσύνης δεν δίσταζαν να κάνουν προγνώσεις για την επερχόμενη επιτυχία τους. Οι παρακάτω δηλώσεις του Herdet Simon⁴⁰ (1957) αναφέρονται συχνά:

«Ο σκοπός που δεν είναι να σας καταπλήξω ή να σας σοκάρω αλλά ο απλούστερος τρόπος να το θέσω είναι να πω ότι υπάρχουν σήμερα στο κόσμο μηχανές που σκέπτονται, μαθαίνουν και δημιουργούν. Επίσης η ικανότητά τους να κάνουν αυτά τα πράγματα πρόκειται να αυξηθεί γρήγορα μέχρι που στο ορατό μέλλον το φάσμα των προβλημάτων που θα μπορούν να χειρίζονται θα έχει την ίδια έκταση με το αντίστοιχο φάσμα της ανθρώπινης νόησης».

Ο όρος ‘ορατό μέλλον’ μπορεί να ερμηνευτεί με διάφορους τρόπους όμως ο Simon έκανε και μια πιο συγκεκριμένη πρόγνωση: ότι μέσα σε λίγα χρόνια, ένας υπολογιστής θα ήταν παγκόσμιος πρωταθλητής στο σκάκι και ότι, ένα σημαντικό μαθηματικό θεώρημα θα αποδεικνυόταν από μια μηχανή. Βέβαια, αυτή η πρόγνωση επαληθεύτηκε μετά από πολλά χρόνια και αυτό οφειλόταν στις ελπιδοφόρες επιδόσεις των πρώιμων συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης σε απλά παραδείγματα. Στις περισσότερες περιπτώσεις, αυτά τα πρώιμα συστήματα κατέληξαν σε μια αποτυχία, όταν δοκιμάστηκαν ή σε δυσκολότερα προβλήματα.

Το πρώτο είδος δυσκολιών οφειλόταν στα πρώιμα προγράμματα, τα οποία είχαν ελάχιστη ή καμία γνώση του θέματος, ενώ εμβόλιμες επιτυχίες έλαβαν χώρα σε κάποιους απλούς χειρισμούς. Ένα αντιπροσωπευτικό περιστατικό συνέβη στις πρώτες προσπάθειες μηχανικής μετάφρασης οι οποίες χρηματοδοτούνταν γενναία από το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας τον ΗΠΑ με σκοπό την επιτάχυνση της μετάφρασης ρωσικών επιστημονικών δημοσιεύσεων ενόψει της εκτόξευσης του Sputnik (1957). Το 1966, μια έκθεση συμβουλευτικής επιτροπής συμπέρανε ότι «δεν υπάρχει μηχανική μετάφραση γενικού επιστημονικού κειμένου ούτε προβλέπετε να υπάρξει άμεσα».

³⁹ “Unimate: The 1st Industrial Robot” <https://www.robotics.org/joseph-engelberger/unimate.cfm> ,χ.χ.

⁴⁰ Χέμπερτ Σάιμον, https://el.wikipedia.org/wiki/Χέμπερτ_Σάιμον,χ.χ.

Πριν αναπτυχθεί η θεωρία της υπολογιστικής πολυπλοκότητας υπήρχε γενικά η αντίληψη η αλλαγή της κλίμακα μεγέθους σε μεγαλύτερα προβλήματα. Η αισιοδοξία που υπήρχε μετριάστηκε όταν εμφανίστηκε η αποτυχία από τους ερευνητές για τα θεωρήματά τους. «Το γεγονός ότι ένα πρόγραμμα μπορεί θεωρητικά να βρει λύση δεν σημαίνει ότι το πρόγραμμα περιέχει κανέναν από τους μηχανισμούς που απαιτούνται για να βρει τη λύση πραγματικά». Η ψευδαίσθηση της απεριόριστης υπολογιστικής ισχύος δεν περιοριζόταν στα προγράμματα επίλυσης προβλημάτων.

Τα πρώτα πειράματα της μηχανικής εξέλιξης (machine evolution) που σήμερα, ορίζεται ως γενετικοί αλγόριθμοι (genetic algorithms) και βασίζονται στη πεποίθηση ότι αν πραγματοποιήσουμε μια μικρή μετάλλαξη σε ένα πρόγραμμα κώδικα μηχανής μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα άλλο πρόγραμμα με καλύτερη απόδοση. Η ιδέα ήταν η δοκιμή τυχαίας μετάλλαξης με μια διαδικασία επιλογής που να διατηρεί εκείνες που φαίνονταν πιο χρήσιμες.

Μια τρίτη δυσκολία αποτελούσε η εμφάνιση θεμελιωδών περιορισμών. Όπως αποδείχθηκε στο βιβλίο του Minsky και του Papert *Perceptrons* (1969)⁴¹, αν και τα perceptron (μια απλή μορφή νευρωνικών δικτύων) μπορούσαν να μαθαίνουν ο,τιδήποτε μπορούσαν να αναπαραστήσουν, κατέστη αδύνατη η εκπαίδευση και η αναγνώριση δύο διαφορετικών εισόδων. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της χρηματοδότησης αυτής της έρευνας, δεδομένου ότι τα αποτελέσματα δεν είχαν εφαρμογή σε πιο πολυεπίπεδα δίκτυα. Παρά το γεγονός ότι οι αλγόριθμοι μάθησης με οπισθοδιάδοση (back-propagation learning) για τα πολυεπίπεδα δίκτυα οι οποίοι προκάλεσαν τεράστια αναζωπύρωση της έρευνας στα τέλη της δεκαετίας του 1980, στην πραγματικότητα είχαν ήδη υποθεί το 1969 (Bryson και Ho 1969).

Απ' το 1969 έως το 1979, δημιουργήθηκε η εντύπωση ότι η γνώση αποτελούσε το κλειδί της επιτυχίας για τα συστήματα. Η θεώρηση αυτή όμως, γρήγορα απέδειξε ότι τα συστήματα διέπονται από προβλήματα που σίγουρα επέβαλλαν την συνεργασία διαφόρων επιστημονικών πεδίων για την επίλυσή τους. Η εικόνα της επίλυσης προβλημάτων, που έχει προκύψει στην έρευνα της Τεχνητής Νοημοσύνης, ήταν η εικόνα ενός μηχανισμού

⁴¹ Ronald G. Boothe, «Perception of the Visual Environment», Springer 2001.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

αναζήτησης γενικής χρήσης, που προσπαθούσε να συνδυάσει στοιχειώδη συλλογιστικά βήματα για να βρει λύσεις. Αυτά ονομάστηκαν ασθενείς μέθοδοι (weak methods). Μια εναλλακτική λύση, αντί για τη χρήση ασθενών μεθόδων, είναι να χρησιμοποιηθεί μια πιο ισχυρή μέθοδος, η οποία επιτρέπει μεγαλύτερα συλλογιστικά βήματα και χρήζει ευκολότερα αντιπροσωπευτικές περιπτώσεις που παρουσιάζονται σε τομείς ειδικής εμπειρίας.

Το πρόγραμμα DENDRAL ήταν ένα πρώιμο παράδειγμα αυτής της προσέγγισης. Αναπτύχθηκε στο Stanford, όπου ο Ed Feigenbaum (πρώην φοιτητής του Herbert Simon), ο Bruce Buchanan (φιλόσοφος όπου έγινε επιστήμονας των υπολογιστών) και ο Joshua Lederberg (ένας επιστήμονας της γενετικής και βραβευμένος με Νόμπελ) συνεργάστηκαν για να βρουν λύση στο πρόβλημα της συναγωγής της μοριακής δομής από πληροφορίες που υπάρχουν από ένα φασματογράφο μάζας. Η απλοϊκή έκδοση αυτού του προγράμματος παρήγαγε όλες τις δυνατές δομές που ήταν συνεπείς με το χημικό τύπο και έπειτα, προέβλεπε το φάσμα μάζας, που θα παρατηρούσαν για την κάθε μια και τέλος γινόταν η σύγκριση με το πραγματικό φάσμα. Το DENDRAL⁴² ήταν ισχυρό επειδή :

Όλη η σχετική θεωρητική γνώση για τη επίλυση αυτών των προβλημάτων είχε αντιστοιχιστεί από τη γενική μορφή του [στοιχείο πρόγνωσης φασμάτων] (‘βασικές αρχές’) σε αποδοτικές φυσικές μορφές (‘cookbook recipes’ – συνταγές) (Feigenbaum 1971).

Το γεγονός ότι το DENDRAL, ήταν σπουδαίο γιατί αποτελούσε το πρώτο επιτυχημένο σύστημα με έμφαση στη γνώση μια πείρα όπου προερχόταν από πάρα πολλούς ειδικούς κανόνες. Ο Feigenbaum και οι άλλοι στο Stanford ξεκίνησαν το ‘έργο ευρετικού προγραμματισμού’ (Heuristic Programming Project HPP) για να ερευνήσουν που μπορεί να εφαρμοστεί η νέα μεθοδολογία των εμπειρων συστημάτων (expert systems) σε πεδία της ανθρώπινης εμπειρίας. Η επόμενη προσπάθειά τους έγινε σε χώρο ιατρικής διάγνωσης όπου οι Feigenbaum, Buchanan και Dr.Edward Shortliffe ανέπτυξαν το MYCIN με σκοπό να γίνει διάγνωση για μόλυνση του αίματος. Το MYCIN⁴³ αν και είχε 450 κανόνες μπορούσε να καταφέρει το ίδιο καλά με μερικούς ειδικούς και πολύ καλύτερα από τους ασκούμενους γιατρούς. Είχε επίσης δύο μεγάλες διαφορές από το DENDRAL. Πρώτον με τους κανόνες

⁴² B.J. Copeland, “DENDRAL EXPERT SYSTEM”, ENC. BRITANICA.

⁴³ MYCIN:EXPERT SYSTEM, <https://expertsystem101.weebly.com/mycin.html>

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

όπου δεν υπήρχε κανένα γενικό θεωρητικό μοντέλο από το οποίο θα προκύψουν οι κανόνες του MYCIN.

Οι κανόνες αναγκαστικά προερχόντουσαν από εκτεταμένες συνεντεύξεις οι οποίες με την σειρά τους είχαν αποκτήσει από βιβλία από άλλους ειδικούς και από την άμεση εμπειρία ιατρικών περιστατικών. Δεύτερον οι κανόνες έπρεπε να αντανακλούν την αβεβαιότητα που χαρακτηρίζει την ιατρική γνώση. Το MYCIN περιλαμβάνει ένα λογισμό της αβεβαιότητας που ονομαζόταν συντελεστής βεβαιότητας ο οποίος φαινόταν (εκείνο το καιρό) να συμφωνεί ικανοποιητικά με τον τρόπο που αξιολογούσαν οι γιατροί.

Παρά το γεγονός της πολυπλοκότητας των συστημάτων η Τεχνητή Νοημοσύνη έτεινε να έχει ανεπτυγμένη εξέλιξη κατά την είσοδό της στην βιομηχανία των συστημάτων. Έτσι, το 1981, ορίζεται ως το τέλος του χειμώνα της Τεχνητής Νοημοσύνης με την εισαγωγή της στις επιχειρήσεις. Το πρώτο σύστημα ΑΤ της Digital Equipment Corporation συμβάλλει στη διαμόρφωση παραγγελιών και για νέα υπολογιστικά συστήματα. Το 1986, μείωσε το κόστος της εταιρείας κατά 40 εκατομμύρια ετησίως.

Το 1993, ο Ian Horswill δημιουργεί τη Polly. Πρόκειται για το πρώτο ρομπότ με ανεπτυγμένη συμπεριφορά, το οποίο χρησιμοποιεί την όρασή του για να κινηθεί ή και να τρέξει (1μέτρο/ δευτερόλεπτο). Την επόμενη χρονιά, τα επανδρωμένα αυτοκίνητα ρομπότ VamP και VITA2 των Ernst Dickmanns και Daimler- Benz, οδηγούν περισσότερο από 1000 χιλιόμετρα σε αυτοκινητόδρομο στο Παρίσι, αλλά και σε συνθήκες αστικής κίνησης φθάνοντας έως τα 130 χιλιόμετρα. Το 1997, το πρόγραμμα- μηχανή του IBM Deep Blue chess, κέρδισε σε αγώνα σκακιού μέχρι τότε το παγκόσμιο πρωταθλητή Garry Kasparov. Η δεκαετία του '90 αποδείχθηκε ως η πιο ελπιδοφόρα για την Τεχνητή Νοημοσύνη εισάγοντας καινοτόμες λειτουργίες στο χώρο της Βιομηχανίας. Την επιτυχία της δεκαετίας ολοκλήρωσε το 1999 η Sony, η οποία εταιρεία εισάγει ένα βελτιωμένο οικιακό ρομπότ, το οποίο είχε ομοιότητες με του Furby και το AIBO, που είναι το πρώτο, αυτόνομο κατοικίδιο- ρομπότ.

1.3 Η Τεχνητή Νοημοσύνη γίνεται Επιστήμη

Οι εκφάνσεις της Τεχνητής Νοημοσύνης δεν περιορίζονται μόνο στις βιομηχανικές δραστηριότητες, αλλά αποτελούν είδος επιστημονικού ενδιαφέροντος. Τα τελευταία χρόνια,

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

η επανάσταση των νέων ανακαλύψεων της Τεχνητής Νοημοσύνης διείσδυσαν στη λειτουργία της. Αυτό δημιούργησε τα κατάλληλα ερεθίσματα για επιστημονικές μελέτες κυρίων ερευνητών, οι οποίοι βασίστηκαν σε οικοδομημένες και υπάρχουσες θεωρίες και θεμελίωσαν τους ισχυρισμούς τους σε αυστηρά θεωρήματα και όχι στη διαίσθηση, δίνοντας την ανάλογη βαρύτητα σε πραγματικές εφαρμογές.

Το πεδίο Τεχνητής Νοημοσύνης⁴⁴ γεννήθηκε εν μέρει ως αντίδραση στους περιορισμούς των υπαρχόντων πεδίων όπως η θεωρία ελέγχου και η στατιστική αλλά σήμερα ενστερνίζεται αυτά τα πεδία. Όπως το έθεσε ο David McAllester ⁴⁵(1998):

Την πρώτη εποχή της Τεχνητής Νοημοσύνης φαινόταν λογικό ότι, νέες μορφές συμβολικού υπολογισμού π.χ. τα πλαίσια και τα σημασιολογικά δίκτυα, θα έκαναν μεγάλο μέρος της κλασικής θεωρίας ξεπερασμένο. Αυτό οδήγησε σε μια μορφή απομονωτισμού κατά την οποία η Τεχνητή Νοημοσύνη διαχωρίστηκε σε μεγάλο βαθμό από την υπόλοιπη επιστήμη των υπολογιστών. Σήμερα, αυτός ο απομονωτισμός εγκαταλείπεται. Αναγνωρίζεται ότι η μηχανική μάθηση δε θα πρέπει να είναι απομονωμένη από τη θεωρία πληροφοριών. Επίσης, αναγνωρίζεται ότι η αβέβαιη συλλογιστική δε θα πρέπει να είναι απομονωμένη από τη στοχαστική μοντελοποίηση κι ότι η αναζήτηση δε θα πρέπει να είναι απομονωμένη από την κλασική βελτιστοποίηση και τον έλεγχο. Τέλος, συμπεραίνεται ότι η αυτοματοποιημένη συλλογιστική δε θα πρέπει να είναι απομονωμένη από τις τυπικές μεθόδους και τη στατική ανάλυση.

Από την άποψη της μεθοδολογίας, η Τεχνητή Νοημοσύνη έχει υπαχθεί στην επιστημονική μέθοδο. Βασικά για να γίνονται δεκτές οι υποθέσεις πρέπει να υποβάλλονται σε πειράματα και τα αποτελέσματα που προκύπτουν να αναλύονται στατιστικά για το βαθμό σημαντικότητας (Cohen 1995).

Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι το πεδίο αναγνώρισης ομιλίας (speech recognition), όπου την δεκαετία του 1970 είχαν δοκιμαστεί πολλές διαφορετικές αρχιτεκτονικές προσεγγίσεις. Πολλές, μάλιστα, ήταν περιστασιακές και εφαρμόστηκαν σε επιλεγμένα παραδείγματα. Τα

⁴⁴ Μ. Koumparacis, «Τεχνητή Νοημοσύνη», <http://cgi.di.uoa.gr/~ys02/dialekseis2011/introlspp.pdf>,

⁴⁵ David A. McAllester https://en.wikipedia.org/wiki/David_A._McAllester

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

τελευταία χρόνια, έχουν κυριαρχήσει στο χώρο προσεγγίσεις που βασίζονται σε κρυφά μοντέλα Markov⁴⁶ (hidden Markov modes HMM). Δύο απόψεις των κρυφών μοντέλων Markov προσεγγίζουν το πεδίο ενδιαφέροντος. Πρώτον, αυτή η προσέγγιση που βασίζεται σε μια αυστηρή μαθηματική θεωρία. Πρόκειται, ουσιαστικά, για την δυνατότητα των ερευνητών να οικοδομούν πάνω σε πολλές δεκαετίες μαθηματικών αποτελεσμάτων, που προέρχονται από άλλα πεδία. Δεύτερον, τα μοντέλα αυτά παράγονται με μία διαδικασία εκπαίδευσης που βασίζεται σε μια μεγάλη συλλογή πραγματικών δεδομένων ομιλίας.

Ένα μεγάλο μέρος στη δουλειά των νευρωτικών δικτύων έγινε την δεκαετία του 1980, στα πλαίσια διασαφήνισης σημαντικών ερωτημάτων, όπως τι ήταν δυνατό να γίνει και να μελετηθεί και σε τι διαφέρουν τα νευρωτικά δίκτυα από τις ‘παραδοσιακές’ τεχνικές. Με την χρήση της βελτιωμένης μεθοδολογίας, το πεδίο έφτασε σε μια αντίληψη όπου τα νευρωτικά δίκτυα μπορούν να συγκρίνονται με αντίστοιχες τεχνικές, όπως τη στατιστική. Ως αποτέλεσμα αυτών των εξελίξεων, η λεγόμενη τεχνολογία εξόρυξης δεδομένων (data mining) οδήγησε στη γέννηση μια ανθηρής βιομηχανίας.

Το βιβλίο του Judea Pearl ‘Probabilistic Reasoning in Intelligent system’(Πιθανοτική συλλογιστική στα ευφυή συστήματα-1988)⁴⁷ οδήγησε στην αναβίωση της θεωρίας πιθανοτήτων και της θεωρίας αποφάσεων της Τεχνητής Νοημοσύνης, μετά την αναζωπύρωση του ενδιαφέροντος από το άρθρο του Peter Cheeseman ‘In Defence of Probability’ (1985). Ο φορμαλισμός του δικτύου Bayes (Bayesian network) επινοήθηκε για την αναπαράσταση γνώσης. Αυτή η προσέγγιση ξεπερνά σε μεγάλο βαθμό πολλά προβλήματα των συστημάτων πιθανοτικής συλλογιστικής των δεκαετιών του 1960 και 1970. Η δουλειά του Judea Pearl (1982) και τον Eric Horvitz και David Heckerman (Horvitz και Heckerman 1986, Horvitz κ.α. 1986) προώθησε την ιδέα των κανονιστικών (normative) έμπειρων συστημάτων: εκείνων που ενεργούν ορθολογικά σύμφωνα με τους νόμους της

⁴⁶ ΚΕΦ.1, «Βασικές Αρχές Τεχνητής Νοημοσύνης», http://ai.uom.gr/aima/Samples/AIMA_chapter01.pdf, 2018.

⁴⁷Judea Pearl, “Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference (Morgan Kaufmann Series in Representation and Reasoning) 1st Edition», Publisher: Morgan Kaufmann; September, 1988.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

θεωρίας. Το λειτουργικό σύστημα Windows περιλαμβάνει πολλά κανονιστικά διαγνωστικά έμπειρα συστήματα για την επανόρθωση προβλημάτων.

Παρόμοιες επαναστάσεις πραγματοποιήθηκαν στη ρομποτική, την υπολογιστική όραση και την αναπαράσταση της γνώσης. Πεδία, δηλαδή, που είναι άρρητα συνδεδεμένα με την Τεχνητή Νοημοσύνη. Ωστόσο, η καλύτερη κατανόηση των προβλημάτων και των ιδιοτήτων της πολυπλοκότητάς τους, σε συνδυασμό με την εξέλιξη των μαθηματικών μέσων, οδήγησε σε εφαρμόσιμα ερευνητικά προγράμματα και εύρωστες μεθόδους. Επιπλέον, σε πολλές περιπτώσεις, η τυποποίηση και η εξειδίκευση οδήγησαν σε κατακερματισμό, θέματα. Αυτό είχε ως απόρροια η ρομποτική και η όραση να απομονώνονται όλο και περισσότερο, απ' τον κύριο κορμό της δουλειάς της Τεχνητής Νοημοσύνης. Η ενοποιητική αυτή άποψη αποβλέπει την Τεχνητή Νοημοσύνη ως σχεδίαση ορθολογικών πρακτόρων, η οποία δύναται να επαναφέρει την ενότητα σ' αυτά τα ανόμοια πεδία.

1.4 Σύγχρονη Τεχνολογία

Πολλοί συγγραφείς διακρίνουν την Τεχνητή Νοημοσύνη σε τέσσερις περιόδους: Στην Προϊστορική, στην Κλασσική, στην Ρομαντική και στην Μοντέρνα. Στην Προϊστορική Περίοδο, η Τεχνητή Νοημοσύνη προαναγγέλλεται σε διηγήματα επιστημονικής φαντασίας. Στη Κλασσική, η οποία διαδραματίζεται μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1960, αναπτύχθηκαν συστήματα που έπαιζαν παιχνίδια και έλυναν γρίφους. Στη Ρομαντική περίοδο, οι προσπάθειες επικεντρώνονται στην ανάπτυξη συστημάτων, που κατανοούν ιστορίες και διαλόγους σε φυσική γλώσσα. Τέλος, η Μοντέρνα περίοδος, η οποία ξεκινά μετά τα τέλη της δεκαετίας του 1980, χαρακτηρίζεται από την ανάπτυξη συστημάτων που βασίζονται στη γνώση και την εμπορική εκμετάλλευση των αποτελεσμάτων γύρω από την Τεχνητή Νοημοσύνη.

Σήμερα, βιώνουμε την μετά- Μοντέρνα περίοδο της Τεχνητής Νοημοσύνης⁴⁸, η οποία καλείται να παίξει σημαντικό ρόλο σε ένα νέο πληροφοριακό περιβάλλον με κύρια χαρακτηριστικά, την εξάπλωση του διαδικτύου και την διείσδυση των υπολογιστικών

⁴⁸ Β. ΣΑΜΟΥΡΚΑΣ, «Τεχνητή νοημοσύνη: Χώρα των θαυμάτων ή λάκκος χωρίς τέλος;», <http://www.fortunegreece.com/article/techniti-noimosini-chora-ton-thavmaton-i-lakkos-choris-telos>,

Άρθρο, Απρίλιος 2018.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

συστημάτων σε κάθε είδους συσκευής ευρείας και καθημερινής χρήσης (pervasive computing). Στην διανύουσα περίοδο δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην ανάπτυξη προγραμμάτων και τεχνικών που διευκολύνουν τη χρήση του διαδικτύου και στην ανάπτυξη εφαρμογών που σχετίζονται μ' αυτό, όπως είναι το ηλεκτρονικό εμπόριο. Επίσης, δίνεται έμφαση στην διευκόλυνση της χρήσης διαδεδομένων συσκευών υψηλής τεχνολογίας, όπως είναι τα έξυπνα τηλέφωνα. Παράλληλα, σ' αυτήν την περίοδο, γίνεται ιδιαίτερα λόγος για τις εφαρμογές του κοντινού μέλλοντος, όπως είναι τα έξυπνα αυτοκίνητα, σπίτια κλπ.

Οι τομείς αυτοί διέπονται από έρευνες, οι οποίες επικεντρώνονται κατά κύριο λόγο στην ανάπτυξη ευφυών και προσαρμοστικών διεπαφών (interfaces) μεταξύ ανθρώπου και τέτοιων συσκευών, στην ασφάλεια των προσωπικών δεδομένων που προκύπτουν από τη χρήση τέτοιων συσκευών, στην ευφυή ανάλυση δεδομένων για βελτίωση της λειτουργίας τους και στην απρόσκοπτη διαλειτουργικότητα και αυτονομία τους.

Πάραυτα, οι τελευταίες δεκαετίες ανέδειξαν την εξέλιξη της Τεχνητής Νοημοσύνης μέσω των εφαρμογών. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν συστήματα, τα οποία βοηθούν τον χρήστη να χρησιμοποιεί προγράμματα όπως είναι το Office Assistance, ή δίνεται η δυνατότητα αναζήτησης πληροφοριών στο διαδίκτυο, αποστολής μηνυμάτων με mail, τήρηση ραντεβού, σύγκριση τιμών και μια πληθώρα διαφορετικών διαδικασιών. Ταυτόχρονα, υπάρχουν συστήματα συνομιλιών ή αναγνώρισης φωνής, τα οποία μπορούν εν γένει να δίνουν πληροφορίες (my Cosmos) ή και να ενεργούν όπως ένας άνθρωπος (αεροπορική θέση). Υπάρχουν, ακόμα, έμπειρα συστήματα πραγματικού χρόνου που επεξεργάζονται τα δεδομένα που μεταδίδονται από διαστημόπλοια. Επιπλέον, ρομποτικά συστήματα που οδηγούν αυτοκίνητα σε αυτοκινητόδρομο χρησιμοποιώντας video κάμερα και sonar (σύστημα ALVIN). Υπάρχουν συστήματα που διεξάγουν ιατρικές διαγνώσεις, συστήματα που ελέγχουν και ρυθμίζουν την κυκλοφορία αυτοκινήτων και πολλά άλλα που αποδεικνύουν την εξέλιξη της Τεχνητής Νοημοσύνης.

Σήμερα, η εξέλιξη της Τεχνητής Νοημοσύνης υπάγεται σε διεθνή μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Έτσι, παρατηρείται ότι η εξέλιξη αυτή δεν εναπόκειται μόνο σε συγκεκριμένα πεδία αλλά είναι διευρυμένη με κυρίαρχη την Τεχνητή Νοημοσύνη στην Βιομηχανία. Σημειώνοντας κάποιες απ' τις κύριες βιομηχανίες του παγκοσμιοποιημένου περιβάλλοντος

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

διαπιστώνονται κάποιες σημαντικές εξελίξεις. Η εταιρεία SONY ανέπτυξε το Biped Entertainment Robot –SDR-4X), το σκυλάκι Aibo με δυνατότητες αυτονομίας, αναγνώριση ομιλίας, έκφρασης συναισθημάτων με λόγο ή κινήσεις και το ρομπότ νέας γενιάς όπως το αποκαλεί, το Qrio, το οποίο μπορεί να χορεύει και να επικοινωνεί και να αναγνωρίζει 10.000 ιαπωνικές, αγγλικές και ελληνικές λέξεις.

Ακόμα, η εταιρεία FUJITSU ανέπτυξε το ανθρωποειδές ρομπότ HOAP (Humanoid for Open Architecture Platform), το οποίο μπορεί να κουνά το κεφάλι, τη μέση και τα χέρια του και μπορεί να συνδεθεί σ' έναν υπολογιστή για μεταφορά δεδομένων. Η NASA σε συνεργασία με την Υπηρεσία Ανάπτυξης Προηγμένης Στρατιωτικής Τεχνολογίας των ΗΠΑ, (DARPA) ανέπτυξαν τον «Ρομποναύτη» (ROBONAUT) για την συντήρηση του διαστημικού τηλεσκοπίου HAUBBLE, προσαρμοσμένο πάνω στο ρομποτικό βραχίονα του διαστημικού λεωφορείου. Στην αυτοκινητοβιομηχανία αναπτύχθηκε και το ρομπότ ASIMO της HONDA. Τέλος, αξιοσημείωτη είναι η διεθνής έκθεση η οποία διοργανώνεται κάθε χρόνο σε διεθνείς αγώνες ποδοσφαίρου, το ROBOCUP. Σ' αυτήν την έκθεση πρωταγωνιστεί ρομπότ κάθε είδους (ανθρωποειδή, τετράποδα κλπ) στοχεύοντας στην ουσία, στην ανάπτυξη μιας ομάδας αυτόνομων ρομπότ μέχρι το 2050, ικανή να νικήσει στο ποδόσφαιρο την πρωταθλήτρια κόσμου.

Τέλος, τα τελευταία χρόνια παρατηρούνται στις ταινίες επιστημονικής φαντασίας, τα ρομπότ ή λειτουργίες τεχνητής νοημοσύνης να παίζουν πρωταγωνιστικό ρόλο. Ωστόσο, τα πρώτα δείγματα που αποδεικνύουν ότι οι άνθρωποι είχαν στο μυαλό της τέτοιου είδους λειτουργίες εμφανίζονται στην ελληνική μυθολογία, όπου ο Ήφαιστος κατασκεύαζε ανθρωποειδή- υπηρέτες και ο Πυγμαλίωνας την γυναίκα του. Στη σύγχρονη εποχή ο κινηματογράφος φιλοξενεί τεχνητά ευφυή όντα άλλοτε με φόβο (Terminator, I Robot, Matrix) και άλλοτε με ελπίδα (Robocop, Bicentennial Man), ενώ σε κάποιες περιπτώσεις δημιουργήθηκε κατά κοινή κριτική, η συμπάθεια (Blade Runner, AI). Εντούτοις, η Τεχνητή Νοημοσύνη απασχόλησε και την λογοτεχνία. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτέλεσε ο Isaac Asimov, ο οποίος είναι ένας απ' τους πιο διάσημους συγγραφείς επιστημονικής φαντασίας, ασχολήθηκε με την ηθική της Τεχνητής Νοημοσύνης, καταγράφοντας τους νόμους της αρμονικής συμβίωσης έξυπνων μηχανών με τον άνθρωπο.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

Ολοκληρώνοντας το κεφάλαιο, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η πραγματικότητα απέχει πολύ απ' την επιστημονική φαντασία. Η κατασκευή υπολογιστών σαν τον HAL της ταινίας Space Odyssey 2001, ή ανδροειδών όπως στην ταινία AI, φαντάζει, με τα σημερινά δεδομένα, ένα μακρινό όνειρο. Η πεποίθηση που δημιούργησε ο κινηματογράφος για κατ' εικόνα και καθ' ομοίωση αναπαραγωγή μας, μέσω τεχνητών ευφύων οντών και η δημιουργία υπολογιστών με διάφορες ικανότητες και μορφές, που θα είναι διάσπαρτοι στους χώρους της καθημερινής μας ζωής αποτελεί μια δυσοίωνη φανταστική ιστορία που έχει ως αποτέλεσμα την πρόκληση εμμονών και πανικού. Η αλματώδης εξέλιξη των υπολογιστικών μηχανών έγκειται στη δημιουργία νέων απαιτήσεων με τέτοιον τρόπο, έτσι ώστε να επιφέρουν λύσεις σε προβλήματα. Πρωταρχικός στόχος αποτελούσε η κατασκευή ενός συστήματος που θα μπορούσε να κερδίσει τον παγκόσμιο πρωταθλητή στο σκάκι, όπου και επιτεύχθηκε με την νίκη του DEEP BLUE επί του KASPAROV.

Η Τεχνητή Νοημοσύνη θέτει συνεχώς υψηλότερους στόχους και πλέον, επιχειρεί να δημιουργήσει συστήματα που εξαρτώνται λιγότερο από τον προγραμματιστή και περισσότερο από την ικανότητά τους να μαθαίνουν πώς να συμπεριφέρονται, αλληλεπιδρώντας με το περιβάλλον. Πέρα όμως, απ' το σκάκι, η Τεχνητή Νοημοσύνη έχει στρέψει το ενδιαφέρον σε πολύπλοκα καθημερινά προβλήματα και περισσότερο χρήσιμες κατευθύνσεις, όπως για παράδειγμα την ασφαλή και απρόσκοπτη χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας από τον άνθρωπο.

Συμπερασματικά, προκύπτει ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη αποτελεί η επιστήμη η οποία συνδέεται άρρηκτα με τις επιστήμες των μαθηματικών και της τεχνολογίας αντίστοιχα και διέπεται από πολλές δραστηριότητες με κυρίαρχες τις κάτωθι:

- **Αυτόνομος σχεδιασμός και χρονοπρογραμματισμός:** Εκατό εκατομμύρια μίλια από τη Γη το πρόγραμμα Remote Agent της NASA έγινε το πρόγραμμα αυτόνομου σχεδιασμού σε τροχιά με σκοπό να ελέγχει το χρονοπρογραμματισμό των λειτουργιών ενός διαστημικού σκάφους (Jonsson κ.α. 2000) Το Remote Agent δημιούργησε πλάνα για την επίτευξη στόχων υψηλού επιπέδου καθορισμένων από το έδαφος και παρακολούθησε τη λειτουργία του σκάφους καθώς τα πλάνα εκτελούνται και ανιχνεύοντας προβλήματα κάνοντας διαγνώσεις και αποκαθιστώντας τη σωστή λειτουργία.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και *Internet of Thing*»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

- **Παιχνίδια:** Το Deep Blue της IBM έγινε από τα πρώτα προγράμματα υπολογιστών που νίκησε τον παγκόσμιο πρωταθλητή σε σκακιστικό αγώνα όταν επικράτησε του Garry Kasparov με σκορ 3,5-2,5 σε μια μονομαχία (Goodman και Keene 1997). Ο Kasparov δήλωσε ότι ένιωσε ένα ‘νέο είδος ευφυΐας’ στην απέναντι πλευρά της σκακιέρας. Η αξία των μετόχων της IBM αυξήθηκε κατά 18 δισεκατομμύρια δολάρια.
- **Αυτόνομος έλεγχος:** Το σύστημα υπολογιστικής όρασης ALVINN εκπαιδεύτηκε να κατευθύνει ένα αυτοκίνητο σε μια λωρίδα και να παραμείνει σε αυτή τη λωρίδα. Τοποθετήθηκε στο ελεγχόμενο και υπολογιστή όχημα NAVLAB του Πανεπιστημίου Carnegie Mellon και οδήγησε να διασχίσει τις Ηνωμένες Πολιτείες για 2850 μίλια και είχε τον έλεγχο του τιμονιού του οχήματος στο 98% του χρόνου. Ο άνθρωπος αναλαμβάνει το τιμόνι το 2% κυρίως στις ράμπες εξόδου.
- **Διάγνωση:** Τα προγράμματα ιατρικής διάγνωσης που βασίζονται σε ανάλυση πιθανοτήτων έχουν κατορθώσει να λειτουργούν σε επίπεδο έμπειρου γιατρού σε πολλούς τομείς της ιατρικής. Ο Heckerman (1991) περιγράφει την περίπτωση όπου ένας πολύ καλός και διάσημος ειδικός της παθολογίας των λεμφαδένων χλευάζει μια διάγνωση του προγράμματος για μία ιδιαίτερη περίπτωση. Οι κατασκευαστές του προγράμματος του πρότειναν να ζητήσει από τον υπολογιστή εξήγηση για την διάγνωση. Τελικά ο ειδικός της παθολογίας συμφωνεί με το πρόγραμμα ιατρικής διάγνωσης.
- **Ρομποτική:** Σήμερα πάρα πολλοί χειρουργοί χρησιμοποιούν ρομποτικούς βοηθούς στη μικροχειρουργική. Το HipNav (Di Gioia κ.α. 1996) είναι ένα σύστημα που χρησιμοποιεί τεχνικές υπολογιστικής όρασης για να δημιουργήσει ένα τρισδιάστατο μοντέλο της εσωτερικής ανατομίας του ασθενή και μετά χρησιμοποιεί ρομποτικό έλεγχο για να καθοδηγήσει την εισαγωγή ενός προσθετικού γοφού.
- **Κατανόηση γλώσσας και επίλυση προβλημάτων:** Το PROVERB (Littman κ.α. 1999) είναι ένα πρόγραμμα υπολογιστή που λύνει σταυρόλεξα καλύτερα από οποιοδήποτε και από ανθρώπους που είναι εξειδικευμένοι σε αυτό χρησιμοποιώντας περιορισμούς για τις δυνατές συμπληρώσεις λέξεων μια μεγάλη βάση δεδομένων προηγούμενων σταυρολέξων και μια ποικιλία πηγών πληροφοριών στις οποίες περιλαμβάνονται online λεξικά και βάσεις δεδομένων. Για παράδειγμα το πρόγραμμα βρίσκει ότι στη περιγραφή ‘Nice Story’ (που μπορεί να σημαίνει είτε ‘Ωραία Ιστορία’

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

είτε ‘Ιστορία στη Nice’) η απάντηση μπορεί να είναι ‘ETAGE’ επειδή στη βάση δεδομένων που περιέχει το ζεύγος περιγραφής-απάντησης ‘ Story in France/ ETAGE’ και επειδή αναγνωρίζει ότι τα πρότυπα ‘ Nice X’ και ‘X in France’ έχουν συχνά την ίδια απάντηση. Το πρόγραμμα δεν γνωρίζει ότι το Nice είναι πόλη της Γαλλίας αλλά μπορεί να λυθεί το σταυρόλεξο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΚΑΙ ΕΥΦΥΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2.1 Πληροφοριακά Συστήματα και οι λειτουργίες τους

Ένας από τους επικρατέστερους ορισμούς της διεθνούς βιβλιογραφίας για τα πληροφοριακά συστήματα (information systems) είναι ο ορισμός που απέδωσαν οι Kenneth C. Laudon και Jane Laudon⁴⁹, σύμφωνα με τους οποίους ένα πληροφοριακό σύστημα ορίζεται τεχνικά, ως ένα σύνολο αλληλοσχετιζόμενων στοιχείων, τα οποία συλλέγουν, ανακτούν, επεξεργάζονται, αποθηκεύουν και διανέμουν πληροφορίες για τη λήψη σημαντικών αποφάσεων. Πέρα από την λήψη σημαντικών αποφάσεων, τα πληροφοριακά συστήματα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στο συντονισμό και τον έλεγχο καθώς και στην απεικόνιση σύνθετων θεμάτων και προβλημάτων.

Ουσιαστικά, πληροφοριακά συστήματα καλούνται ένα σύνολο διαδικασιών, ανθρώπινου δυναμικού και αυτοματοποιημένων υπολογιστικών συστημάτων, που προορίζονται για τη συλλογή, εγγραφή, ανάκτηση, επεξεργασία, αποθήκευση και ανάλυση πληροφοριών. Τα συστήματα αυτά μπορούν να περιλαμβάνουν λογισμικό, υλικό και τηλεπικοινωνιακό σκέλος. Τα πληροφοριακά συστήματα αποτελούν το μέσο για την αρμονική συνεργασία ανθρώπινου δυναμικού, δεδομένων, διαδικασιών και τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνιών. Προέκυψαν ως γέφυρα, μεταξύ των πρακτικών εφαρμογών της επιστήμης υπολογιστών και του επιχειρηματικού κόσμου. Σήμερα, σε επίπεδο ανώτατης εκπαίδευσης, σε τμήματα Πληροφορικής παρέχονται κατευθύνσεις εξειδίκευσης στα πληροφοριακά συστήματα, είτε σε προπτυχιακό είτε σε μεταπτυχιακό στάδιο. Τα τμήματα με τίτλο «Εφαρμοσμένης Πληροφορικής» είναι εξορισμού προσανατολισμένα στα πληροφοριακά συστήματα.

⁴⁹ Kenneth C. Laudon - Jane Laudon, “Essentials of management information systems: managing the digital firm”, 6th Edition, Pearson Education Inc- Prentice Hall, 2005.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

Κάθε ειδικό πληροφοριακό σύστημα έχει ως στόχο την υποστήριξη των επιχειρήσεων, τη διαχείριση και λήψη αποφάσεων. Σε μια ευρεία έννοια, ο όρος χρησιμοποιείται για να αναφερθεί όχι μόνο στην τεχνολογία της πληροφορίας και της επικοινωνίας (ΤΠΕ), που ένας οργανισμός χρησιμοποιεί, αλλά στο τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι αλληλεπιδρούν με αυτή την τεχνολογία για την υποστήριξη των επιχειρηματικών διαδικασιών. Ως εκ τούτου, τα πληροφοριακά συστήματα σχετίζονται με τα συστήματα διαχείρισης βάσης δεδομένων από τη μία πλευρά και με τα συστήματα δραστηριότητας από την άλλη. Ένα πληροφοριακό σύστημα είναι μια μορφή επικοινωνίας του συστήματος στο οποίο τα δεδομένα αντιπροσωπεύουν και υποβάλλονται σε επεξεργασία ως μια μορφή κοινωνικής μνήμης. Ένα πληροφοριακό σύστημα μπορεί επίσης να θεωρηθεί ως ημι-επίσημη γλώσσα που υποστηρίζει τις ανθρώπινες λήψεις αποφάσεων και δράσης.

Το Πληροφοριακό Σύστημα προσδιορίζει ένα σύστημα, το οποίο έχει κατασκευαστεί από επαγγελματίες χρήστες και ειδικούς αναλυτές, με τέτοιον τρόπο που να εξυπηρετεί τους διάφορους χρήστες, θέτοντας ως βάση τις απαιτήσεις τους. Σημαντική αποτελεί και η εύκολη χρήση τους σε αναλογία με τις γνώσεις και τις εμπειρίες τους. Κάθε επιχείρηση, οργανισμός, εταιρία χρειάζεται ένα πληροφοριακό σύστημα με απώτερο σκοπό τον έλεγχο του όγκου των δεδομένων που συσσωρεύονται καθημερινά, το οποίο να ανταποκρίνεται άμεσα και αποτελεσματικά σε οποιοδήποτε πρόβλημα προκύψει. Πληροφοριακό σύστημα, επίσης, μπορεί να οριστεί ως μια συλλογή από το hardware, το software, τα δεδομένα, τους ανθρώπους και τις διαδικασίες που συνεργάζονται για να παράγουν ποιότητα των πληροφοριών. Πληροφορίες μπορούν επίσης να δοθούν από το πρόσωπο ή την εφαρμογή.

Εντούτοις, η ιστορία των πληροφοριακών συστημάτων συμπίπτει με την ιστορία της επιστήμης των υπολογιστών, που άρχισε πολύ πριν από τη σύγχρονη επιστήμη της επιστήμης των υπολογιστών τον 20^ο αιώνα. Όσον αφορά την κυκλοφορία των πληροφοριών και των ιδεών, πολλά κληροδοτούμενα πληροφοριακά συστήματα εξακολουθούν να υπάρχουν ακόμη και σήμερα, ενώ ανανεώνονται συνεχώς για να προωθήσουν εθνογραφικές προσεγγίσεις, να εξασφαλίσουν την ακεραιότητα των δεδομένων και να βελτιώσουν την κοινωνική αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα της όλης διαδικασίας. Σε γενικές γραμμές, τα πληροφοριακά συστήματα επικεντρώθηκαν στην επεξεργασία των πληροφοριών εντός των

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

οργανισμών, ιδίως στο πλαίσιο των επιχειρήσεων, και στο διαμοιρασμό των οφελών με την κοινωνία.

Η λειτουργία των πρώτων εφαρμογών των υπολογιστών στις επιχειρήσεις (μισθοδοσία, τιμολόγηση) χαρακτηριζόταν από πραγματοποίηση επαναλαμβανόμενων υπολογισμών σε μεγάλο αριθμό δεδομένων. Οι εφαρμογές αυτές εμφανίστηκαν στα μέσα της δεκαετίας του 1950. Η κατασκευή φθηνότερων, καλύτερων και φιλικότερων υπολογιστών έδωσε τη δυνατότητα στις επιχειρήσεις να διαπιστώσουν τα οφέλη και τη δυναμική που θα προσέδιδε στις δραστηριότητες τους η χρήση της τεχνολογίας. Στην δεκαετία του 1960 ξεκίνησε η ανάπτυξη συστημάτων τα οποία είχαν την δυνατότητα να διαχειριστούν δεδομένα σχετικά με την λήψη αποφάσεων. Κύριο χαρακτηριστικό αυτών των συστημάτων ήταν η παρουσίαση στον χρήστη περιοδικών αναφορών. Στην αρχή, τα συστήματα αυτά είχαν κυρίως ιστορικό χαρακτήρα, έδιναν δηλαδή έμφαση κυρίως στο τι έχει συμβεί, ενώ αργότερα, χρησιμοποιήθηκαν για την πρόβλεψη τάσεων και την υποστήριξη αποφάσεων ρουτίνας. Στις αρχές της δεκαετίας του 1970 τα υπολογιστικά συστήματα χρησιμοποίησαν το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο (π.χ. συστήματα κράτησης θέσεων σε πτήσεις). Η χρήση αυτή των 25 επικοινωνιών επεκτάθηκε αργότερα και συντέλεσε μαζί με την διάδοση των συστημάτων επεξεργασίας κειμένου στην εμφάνιση των συστημάτων αυτοματισμού γραφείου. Την ίδια εποχή εμφανίστηκε η έννοια του συστήματος στήριξης αποφάσεων με βασικό στόχο την υποστήριξη πολύπλοκων αποφάσεων. Ωστόσο, το κόστος ανάπτυξης των συστημάτων αυτών εξακολουθούσε να είναι υψηλό. Η κατάσταση άλλαξε με την εμφάνιση των μικροϋπολογιστών, στις αρχές της δεκαετίας του 1980. Το φθινό κόστος των συστημάτων αυτών καθώς και η ευκολία χρήσης και προγραμματισμού τους, επέτρεψαν σε πολλούς χρήστες να δημιουργήσουν τα δικά τους συστήματα.

Στα μέσα της δεκαετίας του 1980 δημιουργήθηκε ένας νέος τομέας, η Τεχνητή Νοημοσύνη. Νέα έξυπνα συστήματα αναπτύχθηκαν, με περισσότερο δημοφιλή τα έμπειρα συστήματα. Τα συμβουλευτικά αυτά συστήματα είναι τελείως διαφορετικά από τα συστήματα επεξεργασίας συναλλαγών (που δίνουν έμφαση στα δεδομένα) και από τα συστήματα διοίκησης και υποστήριξης αποφάσεων (με έμφαση στην επεξεργασία πληροφοριών). Στα μέσα της δεκαετίας του 1990 εμφανίστηκε το πρώτο λειτουργικό σύστημα της οικογένειας Windows το οποίο πρόσφερε ένα γραφικό περιβάλλον διεπαφής. Η αλληλεπίδραση του χρήστη με τον υπολογιστή μέσω ενός γραφικού περιβάλλον κατέστησε

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

δυνατή τη χρήση του υπολογιστή και από χρήστες χωρίς ιδιαίτερες γνώσεις, γεγονός το οποίο έδωσε ώθηση στην εξάπλωση των προσωπικών υπολογιστών. Παράλληλα με την εξάπλωση των προσωπικών υπολογιστών, εμφανίστηκαν και οι λεγόμενες «desktop» εφαρμογές, δηλαδή λογισμικό το οποίο εγκαθίσταται και λειτουργεί αυτόνομα σε έναν προσωπικό υπολογιστή χωρίς να απαιτείται αλληλεπίδραση τους με κάποιο άλλο σύστημα. Προς τα τέλη της δεκαετίας του 1990 έκανε την εμφάνιση του το γνωστό σε όλους μας διαδίκτυο (internet) το οποίο αρχικά φιλοξενούσε σελίδες με στατικό περιεχόμενο για να καταλήξει στη σημερινή του μορφή φιλοξενώντας πλέον ολοκληρωμένα πληροφοριακά συστήματα⁵⁰.

Τρεις είναι οι δραστηριότητες με τις οποίες ένα πληροφοριακό σύστημα παράγει τις πληροφορίες που χρειάζεται ο οργανισμός για να παίρνει αποφάσεις, να ελέγχει λειτουργίες, να αναλύει προβλήματα και να δημιουργεί νέα προϊόντα ή υπηρεσίες. Αυτές οι δραστηριότητες είναι :

- 1/ Η είσοδος των δεδομένων (input) ή των πρωτογενών στοιχείων στο σύστημα.
- 2/ Η επεξεργασία των δεδομένων (processing).
- 3/ Η έξοδος των αποτελεσμάτων της επεξεργασίας (output) , με τη μορφή χρήσιμων και κατανοητών πληροφοριών.

Κατά την διαδικασία⁵¹, επεξεργάζονται οι εισροές με την χρήση της τεχνολογίας, κυρίως ηλεκτρονικών υπολογιστών και παράγονται εκροές, που αποστέλλονται στους χρήστες ή σε άλλα συστήματα μέσω κατάλληλων δικτύων, ενώ ο απαραίτητος μηχανισμός ανάδρασης ελέγχει την ομαλή λειτουργία του συστήματος. Εισροές καλούνται τα ακατέργαστα δεδομένα που συλλέγονται ή αποκτώνται⁵². Αντίθετα, οι εκροές διαθέτουν

⁵⁰ Οικονόμου, Γεωργόπουλος, 2004.

⁵¹ Turban- Leinder- McLean- Wetherbe, “Information Technology for Management- Transforming Organizations in the Digital Economy”, 5th edition, John Wiley& Sons 2005.

⁵² Φωλίνας Δ. – Μάνθου Β. - Βλαχοπούλου Μ., «Ολοκληρωμένα Πληροφοριακά Συστήματα Διαχείρισης Επιχειρηματικών Πόρων», Εκδ. ΑΝΙΚΟΥΛΑ, 2007.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

άμεσα πληροφορίες που συμβάλλουν στην διαδικασία λήψης αποφάσεων⁵³. Οι πληροφορίες που επιφέρουν οι διαδικασίες, αξιολογούνται από τον μηχανισμό Ανάδρασης-Ανατροφοδότησης, ώστε η διαδικασία να πραγματοποιείται σε υψηλά επίπεδα απόδοσης και αποτελεσματικότητας.

Τα πληροφοριακά συστήματα χρειάζονται επίσης αναπληρόρηση (feedback), η οποία είναι έξοδος που επιστρέφει στα κατάλληλα μέλη του οργανισμού για να τα βοηθήσει να αξιολογήσουν ή να διορθώσουν τη φάση της εισόδου. Το κοινό χαρακτηριστικό των πληροφοριακών συστημάτων είναι ότι έχουν άμεση εξάρτηση με την τεχνολογία της Πληροφορικής (Information Technology) δηλαδή οι βασικές τους λειτουργίες πραγματοποιούνται από ένα συνδυασμό Η/Υ και άλλων μηχανημάτων, συσκευών (hardware) και προγραμμάτων (software) κάτω από στενή παρακολούθηση εξειδικευμένου προσωπικού.

Συνοψίζοντας, λοιπόν, προκύπτει ότι Οι κύριες δραστηριότητες ενός πληροφοριακού συστήματος είναι η συλλογή δεδομένων, η αποθήκευση δεδομένων, η επεξεργασία των δεδομένων και η διάδοση των πληροφοριών. Η επεξεργασία των δεδομένων περιλαμβάνει υπολογισμούς, συγκρίσεις, ταξινομήσεις και κατηγοριοποιήσεις. Η διάδοση των πληροφοριών λαμβάνει χώρα σε διάφορες μορφές όπως μηνύματα, φόρμες, αναφορές, λίστες, γραφήματα).

Οι βασικοί πόροι ενός πληροφοριακού συστήματος είναι:

Ανθρώπινοι Πόροι

Πρόκειται για τους τελικούς χρήστες, οι οποίοι είθισται να έχουν εξειδικευμένες γνώσεις της Πληροφορικής. Όλα τα πληροφοριακά συστήματα περιλαμβάνουν ανθρώπους για αυτό το λόγο χαρακτηρίζονται ως κοινωνικά συστήματα. Οι ανθρώπινοι πόροι σε ένα πληροφοριακό σύστημα είναι είτε τελικοί χρήστες είτε ειδικοί της Πληροφορικής. Οι τελικοί χρήστες είναι αυτοί οι οποίοι χρησιμοποιούν άμεσα ή έμμεσα την πληροφορία που παράγει ένα πληροφοριακό σύστημα. Οι τελικοί χρήστες μπορεί να είναι μηχανικοί, υπάλληλοι, λογιστές,

⁵³ Ralf M. Stair – G. W. Reynolds, “Principles of Information Systems – A material approach”, 6th edition, Thomson Course Technology, 1996.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

διοικητικοί. Οι ειδικοί της Πληροφορικής αναπτύσσουν και χειρίζονται τα συστήματα. Στους ειδικούς Πληροφορικής εντάσσονται οι αναλυτές συστημάτων, οι προγραμματιστές και οι χειριστές των ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Υλικοί Πόροι:

Αφορά ένα σύνολο συσκευών, το οποίο χρησιμοποιείται για την εισαγωγή, την επεξεργασία και την αποθήκευση των δεδομένων. Οι υλικοί πόροι περιλαμβάνουν το λεγόμενο hardware δηλαδή τα συστήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών τα οποία αποτελούνται από την κεντρική μονάδα επεξεργασίας, τις διάφορες περιφερειακές συσκευές (πληκτρολόγιο, οθόνη, εκτυπωτής, κλπ.) τα δίκτυα τηλεπικοινωνιών και τα μέσα αποθήκευσης δεδομένων όπως σκληροί δίσκοι.

Πόροι Λογισμικού:

Αποτελούν μια πληθώρα προγραμμάτων και διαδικασιών. Πιο συγκεκριμένα, Ο όρος αυτός περιλαμβάνει:

- το λειτουργικό σύστημα του υπολογιστή, το οποίο είναι το λογισμικό που πρακτικά ελέγχει και υποστηρίζει τις λειτουργίες του ηλεκτρονικού υπολογιστή,
- τις διάφορες εφαρμογές λογισμικού, οι οποίες χρησιμοποιούνται από τους χρήστες στην εργασία τους όπως είναι τα προγράμματα ανάλυσης πωλήσεων,
- τα προγράμματα μισθοδοσίας οι επεξεργαστές κειμένου κλπ.,
- τις οδηγίες προς τους χρήστες των πληροφοριακών συστημάτων ή οι οδηγίες χρήσης ενός προγράμματος.

Πόροι Δεδομένων:

Καλούνται οι βάσεις δεδομένων, βάσεις μοντέλων και βάσεις γνώσεων. Τα δεδομένα αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους πόρους και η αποτελεσματική διαχείριση και αξιοποίηση τους είναι εξαιρετικής σημασίας. Τα δεδομένα αυτά υπάρχουν σε διάφορες μορφές όπως κείμενο, εικόνα, ήχος και οργανώνονται σε:

- Βάσεις δεδομένων που αποθηκεύουν και διαχειρίζονται οργανωμένα δεδομένα,
- βάσεις προτύπων που αποθηκεύουν μαθηματικά και λογικά πρότυπα τα οποία περιέχουν σχέσεις,

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

- υπολογισμούς και αναλυτικές τεχνικές και
- βάσεις γνώσεων που αποθηκεύουν γεγονότα και κανόνες για διάφορα προβλήματα.

Από τους πόρους προκύπτει η δομή των πληροφοριακών συστημάτων

Κάθε Πληροφοριακό Σύστημα αναλύεται σε πέντε (5) συνιστώσες:

A) ΑΝΘΡΩΠΟΙ

- Χρήστες
- Χρήστες που είτε εισάγουν στοιχεία στο σύστημα είτε συντηρούν το λογισμικό
- Δημιουργοί (προγραμματιστές, εκπαιδευτές, αναλυτές, ειδικοί δικτύων.)

B) ΥΛΙΚΟ (Software)

Είναι το σύνολο των φυσικών εξαρτημάτων ενός υπολογιστή π.χ. **συσκευές εισόδου:** πληκτρολόγιο, ποντίκι, κάμερα, **κεντρική μονάδα:** μητρική κάρτα, κεντρική μονάδα επεξεργασίας, σκληρός δίσκος, κάρτα γραφικών-ήχου-δικτύου, **συσκευές εξόδου:** οθόνη, ηχεία, εκτυπωτής.

Γ) ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ (Procedure)

- Διαδικασίες για χρήστες (εισαγωγή δεδομένων)
- Διαδικασίες για χειριστές (δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας, ανάκτηση δεδομένων κ.α.)

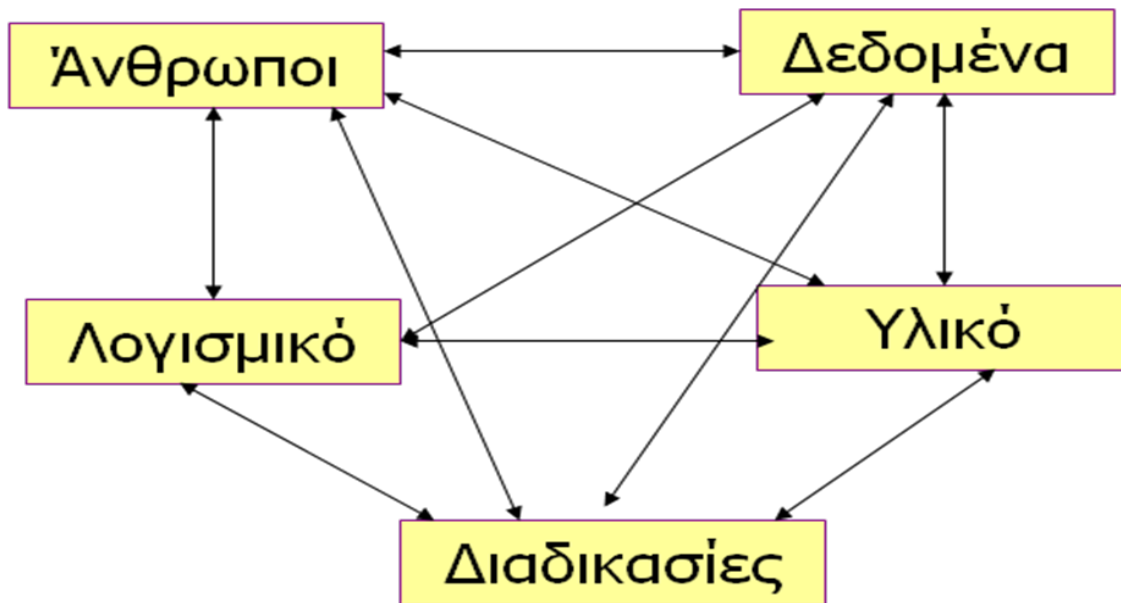
Δ) ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ (Software)

Όταν μιλάμε για το λογισμικό υπολογιστών ή λογισμικό (software) εννοούμε τη συλλογή από προγραμμάτων υπολογιστών, διαδικασίες και οδηγίες χρήσης που εκτελούν διαδικασίες σε ένα υπολογιστικό σύστημα.

Ο όρος ‘λογισμικό’ χρησιμοποιείται σε ένα ευρύτερο πλαίσιο για να περιγράψει κάτι το οποίο δεν είναι υλικό όπως οι ταινίες, οι δίσκοι μουσικής και τα CD.

Ε) ΔΕΔΟΜΕΝΑ (Data)

Εικόνες, Ήχος Κείμενο, Σύμβολα είναι δεδομένα που είναι απαραίτητα για την κατασκευή ενός Πληροφοριακού Συστήματος.



Σχήμα 1: Απεικόνιση της Λειτουργίας ενός Πληροφοριακού Συστήματος⁵⁴

Τα τμήματα πληροφορικής σε μεγαλύτερες οργανώσεις τείνουν να επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την ανάπτυξη της τεχνολογίας των πληροφοριών, τη χρήση και την εφαρμογή τους στους οργανισμούς, που μπορεί να είναι μια επιχείρηση ή μια εταιρεία. Μια σειρά από μεθόδους και διαδικασίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη και τη χρήση ενός συστήματος πληροφοριών. Πολλοί προγραμματιστές έχουν αλλάξει και χρησιμοποιούν μια διαφορετική προσέγγιση, όπως η Ανάπτυξη Συστήματος Κύκλου Ζωής (SDLC), η οποία είναι μια συστηματική διαδικασία για την ανάπτυξη ενός συστήματος πληροφοριών μέσα από τα στάδια που εμφανίζονται στη σειρά. Ένα σύστημα πληροφοριών μπορεί να αναπτυχθεί στο χώρο (εντός του οργανισμού) είτε να ανατίθενται. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την

⁵⁴ Πληροφοριακό σύστημα, www.ebooks.edu.gr

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

εξωτερική ανάθεση ορισμένων συστατικών ή ολόκληρου του συστήματος. Μια ειδική περίπτωση είναι η γεωγραφική κατανομή της ανάπτυξης (Offshoring , Παγκόσμιο Πληροφοριακό Σύστημα).

Ένας υπολογιστής που βασίζεται σε πληροφοριακό σύστημα, σύμφωνα με τον ορισμό της Langefors, είναι :

- ένα τεχνολογικό εφαρμοσμένο μέσο για την καταγραφή, την αποθήκευση, τη διάδοση των γλωσσικών εκφράσεων
 - καθώς και για την άντληση συμπερασμάτων από τέτοιες εκφράσεις
- τα οποία μπορούν να μορφοποιηθούν ως ένα γενικευμένο πληροφοριακό συστήματα σχεδιασμού μαθηματικού προγράμματος.

Ανάπτυξη του συστήματος γίνεται με βάση του κύκλου ζωής ενός συστήματος⁵⁵ :

- Διερευνητική Μελέτη : αναγνώριση του προβλήματος και προδιαγραφές
- Μελέτη Σκοπιμότητας : συλλογή πληροφοριών
- Ανάλυση Απαιτήσεων : προδιαγραφές και απαιτήσεις για το νέο σύστημα
- Σχεδιασμός : σχεδιασμός του συστήματος
- Υλοποίηση : κατασκευή του συστήματος
- Εγκατάσταση : εφαρμογή του συστήματος
- Συντήρηση : αξιολόγηση και συντήρηση

2.2 Ευφυή Πληροφοριακά Συστήματα και οι Συνιστώσες

Ο υπολογιστής είναι ένα ηλεκτρονικό σύστημα που επεξεργάζεται, ανακτά και αποθηκεύει πληροφορίες⁵⁶. Παρατηρείται ότι τα τελευταία χρόνια, τα υπολογιστικά συστήματα έχουν έντονη επιρροή στη ζωή μας, τόσο σε επαγγελματικό όσο και σε προσωπικό επίπεδο. Αυτό τείνει να γίνει ακόμα, πιο έντονο τα επόμενα χρόνια. Με τον όρο

⁵⁵ «Ορισμός MIS: Ανάπτυξη και χρήση Πληροφοριακών Συστημάτων», <http://users.uom.gr/~kat/ap1/notes/Intro.pdf>

⁵⁶ «Τι είναι Υπολογιστής: Εισαγωγή», <https://sites.google.com/site/aspaiteeee/home/ti-einai-ypologistes> .

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

«υπολογιστικά συστήματα»⁵⁷, λογίζονται οι πλήρεις υπολογιστικές συσκευές, συμπεριλαμβανομένων των υλικών και των λογισμικών τους. Ο όρος μπορεί να αναφέρεται σε υπερυπολογιστή, σε μικροϋπολογιστή, σε κεντρικό υπολογιστή, σε κινητή συσκευή κλπ.

Ως επιστημονικό πεδίο τα υπολογιστικά συστήματα αποτελούν έναν βασικό κλάδο της πληροφορικής ο οποίος στοχεύει στη συστηματική μελέτη, ανάλυση, μοντελοποίηση και κατασκευή αποτελεσματικών πλατφορμών λογισμικού. Αν και σχετίζεται στενά με τη θεωρητική πληροφορική και με τη μελέτη του λογισμικού, διακρίνεται από αυτούς τους κλάδους καθώς δεν εστιάζει ούτε στα θεωρητικά θεμέλια των εννοιών του υπολογισμού και της πληροφορίας, ούτε στη σκιαγράφηση συγκεκριμένων αλγορίθμων (αν και αξιοποιεί αρκετούς), ούτε σε εργαλεία και μεθόδους ανάπτυξης λογισμικού, αλλά στη σχεδίαση και υλοποίηση υπολογιστικών υποδομών. Διακρίνεται επίσης από τη μηχανική υπολογιστών, ακόμα έναν βασικό κλάδο της πληροφορικής, διότι δεν δίνει έμφαση στη σχεδίαση και οργάνωση του υλικού αλλά σε μηχανισμούς αποτελεσματικής αξιοποίησης του τελευταίου από το λογισμικό.

Στα υπολογιστικά συστήματα συμπεριλαμβάνονται τα γνωστικά πεδία των λειτουργικών συστημάτων, των δικτύων υπολογιστών, καθώς και των καταναμημένων, παράλληλων, ενσωματωμένων, χρόνου και κινητών υπολογιστικών συστημάτων. Συνολικά, πρόκειται για έναν από τους λιγότερο «μαθηματικοποιημένους» κλάδους της πληροφορικής⁵⁸, στηριζόμενο αντιθέτως στον προγραμματισμό συστήματος, στην καλή γνώση της αρχιτεκτονικής και οργάνωσης των ηλεκτρονικών υπολογιστών και στον εμπειρικό πειραματισμό, χαρακτηριστικά που σε ορισμένες περιοχές του κόσμου (π.χ. στην Ευρώπη) συντέλεσαν στην καθυστέρηση της πλήρους ακαδημαϊκής του αναγνώρισης.

Επιπλέον, τα υπολογιστικά συστήματα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο έχουν σε ιδιωτικές επιχειρήσεις, σε τράπεζες, σε δημόσιος οργανισμούς, στο στρατιωτικό τομέα, στις

⁵⁷ [Fostering Computer Systems Research in Europe: A White Paper by Eurosys, Peter Druschel, Rebecca Isaacs, Thomas Gross, Marc Sapiro, 2006.](#)

⁵⁸ [Fostering Computer Systems Research in Europe: A White Paper by Eurosys, Peter Druschel, Rebecca Isaacs, Thomas Gross, Marc Sapiro, 2006.](#)

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

επιχειρήσεις, στο τομέα υγείας ακόμα και στην εκπαίδευση όπου χρησιμοποιούν πληροφοριακά συστήματα.

Με την συσσώρευση πολλών πληροφοριών και με τις αυξανόμενες απαιτήσεις των χρηστών αλλά και παραγόντων διαφορετικών μεταξύ τους και ξεχωριστά, για κάθε τομέα εφαρμογής τους, καθιστούν αναγκαία τη δυνατότητα προσαρμογής των υπολογιστικών συστημάτων σε νέες συνθήκες λειτουργίας και αναγκών, που μπορούν να προκύψουν. Δηλαδή, μ' αυτόν τον τρόπο, γεννιέται η ανάγκη ανάπτυξης υπολογιστικών συστημάτων με ευφυή συμπεριφορά. John McCarthy διασαφήνισε πλήρως την έννοια της ευφυΐας, επισημαίνοντας ότι "ευφυΐα είναι το υπολογιστικό μέρος της ικανότητας για την επίτευξη στόχων με ευφυή συμπεριφορά".

Τα ευφυή συστήματα λειτουργούν με τρόπο ώστε να προσαρμόζονται εύκολα στις διάφορες αλλαγές του περιβάλλοντος και η συμπεριφορά τους να είναι 'έξυπνα' ώστε να συνδυάζουν και να χρησιμοποιούν μεθόδους από τη Τεχνητή Νοημοσύνη. Τα συστήματα αυτά ομαδοποιούνται σε τέσσερις κατηγορίες:

1. Ευφυή συστήματα προσομοίωσης
2. Ευφυή συστήματα πληροφοριών
3. Ευφυή συστήματα υποστήριξης
4. Ευφυή Robot

Η πρώτη κατηγορία, τα ευφυή συστήματα προσομοίωσης, αναπαριστούν επιλεγμένα χαρακτηριστικά ενός άλλου φυσικού ή αφαιρούμενου συστήματος, όπως για παράδειγμα μια κατάσταση ανάγκης σε μια αεροπορική πτήση. Παρά το γεγονός της διαρκούς εξέλιξης των συστημάτων, τα ευφυή συστήματα προσομοίωσης παρουσιάζουν περιορισμένες δυνατότητες στη ρεαλιστική αναπαράσταση των φυσικών αντικειμένων και ελλείπουν δυνατοτήτων στη ρεαλιστική αναπαράσταση ανθρώπων.

Πάραυτα, η χρήση των τεχνικών της Τεχνητής Νοημοσύνης δίδει την δυνατότητα υποστήριξης ανάπτυξης προγραμμάτων για την μοντελοποίηση σύνθετων καταστάσεων και μπορεί να δημιουργήσει ακριβείς αναπαραστάσεις στη συμπεριφορά μερών, που συμμετέχουν σε μια προσομοίωση μεγάλης κλίμακας. Τα συμμετοχικά μέρη μπορούν να

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

σχεδιάζουν και να ενεργούν αυτόματα, να συνεργάζονται μεταξύ τους, να αποκτούν εμπειρίες από προηγούμενες καταστάσεις και να προσαρμόζουν την συμπεριφορά τους και τις ενέργειές τους, ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Η δυνατότητα των ευφών συστημάτων προσομοίωσης να παράγουν ακριβείς και δη ρεαλιστικούς κόσμους, αποδεικνύει την σημαντικότητά τους σε εφαρμογές κατάρτισης και εκπαίδευσης ομάδων και ατόμων σε πραγματικές καταστάσεις, όπως συμβαίνει σε βιομηχανίες, ιατρικές και στρατιωτικές εφαρμογές. Ιδιαίτερα, στο σημείο της κατάρτισης και εκπαίδευσης τα στελέχη μιας επιχείρησης μπορούν να εκπαιδευτούν σε καταστάσεις λήψης αποφάσεων. Σε καταστάσεις όπου με μια λάθος απόφαση θα μπορούσαν να καταστρέψουν οικονομικά την επιχείρηση.

Επιπλέον, στο τομέα της ιατρικής, οι γιατροί μπορούν να εκπαιδευτούν στην περίθαλψη ασθενών με σπάνιες ασθένειες μέσω συγκεκριμένων διαδικασιών που υπάγονται σε ευφυή συστήματα προσομοίωσης μ' αποτέλεσμα να βρουν θεραπευτικές αγωγές στους νοσηλευόμενους. Αντίστοιχα, σε χειρουργικές ομάδες, όπου υπάρχει εκπαίδευση για μια δύσκολη χειρουργική επέμβαση με διάφορες επιπλοκές. Στον βιομηχανικό και στον στρατιωτικό τομέα, όπου ένα προϊόν μπορεί να δοθεί για δοκιμασία σε ένα προσομοιωμένο περιβάλλον ως προς την απόδοση, τη συμπεριφορά, την αξιοπιστία κλπ., έτσι ώστε αν χρειαστεί να υποστούν αλλαγές και βελτίωση πριν την κατασκευή αποφεύγοντας τα λάθη. Τέλος, μπορεί να εφαρμοστεί σε διαδικασίες που καθιστά επιτακτική την ανάγκη προσομοίωσης, προκειμένου να παρατηρηθούν, να κατανοηθούν και να αντιμετωπιστούν καταστάσεις, που σ' αντίθετη όψη φαντάζει δύσκολο, επικίνδυνο ή ασύμφορο.

Η δεύτερη κατηγορία ευφών συστημάτων που αφορά τις πληροφορίες, αναφέρονται στην αναζήτηση, κατανόηση, ανάκτηση και σύνθεση ετερογενών πληροφοριών αλλά και στην υποστήριξη των χρηστών με απλούς και ευέλικτους τρόπους για την κάλυψη αντίστοιχων αναγκών. Το διαδίκτυο⁵⁹ (internet) είναι ένα μέσο επικοινωνίας, με απεριόριστη πρόσβαση για όλους. Στα πλαίσια της παγκοσμιοποίησης και την διεθνοποίησης του περιβάλλοντος πολλές πληροφορίες βρίσκονται στο διαδίκτυο (internet)⁶⁰ καθώς η αύξηση

⁵⁹ Ίντερνετ (Αρχείο ντοκιμαντέρ της ΕΡΤ) <https://archive.ert.gr/74525/> .

⁶⁰ Κατηγορία: Ανάπτυξη ιστοσελίδων, «Εισαγωγή στην προσβασιμότητα στο διαδίκτυο (WebAIM)», <http://microo.net/article.php?intro-to-web-accessibility> Ενημέρωση: 10 Αυγούστου 2008.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

των ζητημάτων έχει αυξητική τάση. Ουσιαστικά, το Διαδίκτυο ορίζεται ένα παγκόσμιο σύστημα διασυνδεδεμένων δικτύων υπολογιστών, οι οποίοι χρησιμοποιούν καθιερωμένη ομάδα πρωτοκόλλων, η οποία συχνά αποκαλείται "TCP/IP"⁶¹ (αν και αυτή δεν χρησιμοποιείται από όλες τις υπηρεσίες του Διαδικτύου) για να εξυπηρετεί εκατομμύρια χρήστες καθημερινά σε ολόκληρο τον κόσμο. Οι διασυνδεδεμένοι ηλεκτρονικοί υπολογιστές ανά τον κόσμο, οι οποίοι βρίσκονται σε ένα κοινό δίκτυο επικοινωνίας, ανταλλάσσουν μηνύματα (πακέτα) με τη χρήση διαφόρων πρωτοκόλλων (τυποποιημένοι κανόνες επικοινωνίας), τα οποία υλοποιούνται σε επίπεδο υλικού και λογισμικού.

Σήμερα, το Διαδίκτυο αποτελεί σημαντικότερο και βασικότερο μέσο επικοινωνίας, επειδή παρέχει ευρεία πληροφοριών για το οποιαδήποτε θέμα, στο ευρύ κοινό. Οι χρήστες του διαδικτύου που ψάχνουν συγκεκριμένες πληροφορίες θα πρέπει να γνωρίζουν που θα τις αναζητήσουν διότι αρκετά προγράμματα αναζήτησης δεν εξυπηρετούν τις προτιμήσεις των χρηστών πλήρως, ενώ το μεγάλο πρόβλημα είναι και ο τρόπος χρησιμοποίησης του διαδικτύου, δηλαδή ο τρόπος της ενημέρωσης για νέες πληροφορίες.

Τα ευφυή συστήματα πληροφοριών είναι υποχρεωμένα να καλύπτουν τα παραπάνω προβλήματα και να υποστηρίζουν με κάποιον τρόπο, σύμφωνα με τις ανάγκες των χρηστών. Θα μπορούν να αναζητούν τις κατάλληλες πληροφορίες που να συμπίπτουν με τα ενδιαφέροντα και τις αναζητήσεις των χρηστών, έτσι ώστε να υποστηρίζονται και από χρήστες με περιορισμένες γνώσεις υπολογιστών. Αντίστοιχα, θα πρέπει να αναγνωρίζουν πληροφορίες ανεξάρτητα από την μορφή που έχουν αποθηκευτεί (εικόνα, κείμενο, video)

Αυτό απορρέει σ' ένα ευφυές σύστημα διαχείρισης ηλεκτρονικών εγγράφων ή ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, όπου υπάρχει η δυνατότητα παρακολούθησης από τις συνήθειες των χρηστών, περίληψης, ταξινόμησης και εν δυνάμει παρουσίασης των εισερχόμενων και εξερχόμενων εγγράφων, ανάλογα που απευθύνονται ή σε πια κατηγορία ανήκουν. Επιπλέον, ένα ευφυή σύστημα θα πρέπει να είναι διατεθειμένο να δέχεται ασαφή

⁶¹ Κατηγορία: Ανάπτυξη ιστοσελίδων, «Εισαγωγή στην προσβασιμότητα στο διαδίκτυο (WebAIM)», <http://microo.net/article.php?intro-to-web-accessibility> Ενημέρωση: 10 Αυγούστου 2008.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

ερωτήματα σε διάφορες μορφές , αποσκοπώντας στην διάκριση πληροφοριών σε συνάρτηση με άλλες πιθανές αναζητήσεις.

Στην τρίτη κατηγορία είναι τα ευφυή συστήματα υποστήριξης⁶². Πρόκειται για συστήματα που παρέχουν τα απαραίτητα μέσα για την ανάπτυξη και λειτουργία σύνθετων διαδικασιών σε διάφορους τομείς. Πιο συγκεκριμένα, τα ευφυή συστήματα υποστήριξης είναι προγράμματα όπου βοηθούν στην ανάπτυξη και στη λειτουργία συστημάτων. Ειδικά ο πόλος του είναι:

- Η υποστήριξη ταχείας πρωτοτυποποίησης (rapid prototyping)
- Η χρήση τους ως συνθετικά περιβάλλοντα πειραματικού ελέγχου (synthetic environment testbeds)
- Η παροχή βοήθειας για τη διαχείριση έργων (project management aid)

Ένα ευφυές σύστημα υποστήριξης ταχείας πρωτοτυποποίησης, βοηθά καταλυτικά στον καθορισμό των προδιαγραφών και στον σχεδιασμό ενός συστήματος, χρησιμοποιώντας τεχνικές αναπαράστασης γνώσεων και εννοιών, υψηλού επιπέδου. Επίσης, το σύστημα υποστήριξης είναι πολύτιμο στον έλεγχο (testing) και στην επικύρωση (validation) των προδιαγραφών καθώς και στον σχεδιασμό, αφού αποτελεί μοχλός ανακάλυψης ασαφειών και ασυνεπειών βασιζόμενο σε μηχανισμούς απόδειξης θεωρημάτων και αλγόριθμους λογικών συμπερασμάτων. Η ταχεία ανάπτυξη του πρωτοτύπου πραγματώνεται με τη χρήση τεχνικών αυτόματης ή ημι- αυτόματης δημιουργίας κωδικών και με την επαναχρησιμοποίηση δομικών στοιχείων (modules), που ήδη ικανοποιούν ομοειδείς προδιαγραφές με το υπό ανάπτυξη σύστημα.

Ταυτόχρονα, τα ευφυή συστήματα συμβάλλουν στην ανάπτυξη και στη λειτουργία σύνθετων συστημάτων σε τομείς, όπου αναφέρονται στη ταχεία πρωτοτυποποίηση συστημάτων, όπως και στην παροχή βοήθειας για την διαχείριση έργων ή στη δημιουργία συνθετικών περιβαλλόντων πειραματικού ελέγχου.

⁶² Δρ. Κωνσταντίνος Χ. Γιώτοπουλος, «Βάσεις Δεδομένων και Ευφυή Πληροφοριακά Συστήματα Επιχειρηματικότητας: Ευφυή Πληροφοριακά Συστήματα», Διοίκηση Επιχειρήσεων, χ.χ.

Η τελευταία κατηγορία ευφυών συστημάτων αποτελούν τα ευφυή Robot. Τα ευφυή Robots⁶³ μπορούν να εξυπηρετούν πλήθος καθημερινών εργασιών και συνάμα, να χρησιμοποιηθούν τα ίδια σε επικίνδυνες εργασίες ή ενδεχομένως και ανέφικτες για την ανθρώπινη φύση. Τα ευφυή πληροφοριακά συστήματα προσδίδουν τις απαραίτητες υποδομές για την πραγματοποίηση και απόδοση των ως άνω εφαρμογών, οι οποίες εστιάζουν κυρίως στην αλληλεπίδραση του ανθρώπου με την μηχανή, στην αλληλεπίδραση μεταξύ των προγραμμάτων και στα εργαλεία που θα υποστηρίξουν τις νέες τεχνολογίες. Ρομπότ⁶⁴ (*robot*) ονομάζεται οποιαδήποτε μηχανική συσκευή που μπορεί να υποκαθιστά τον άνθρωπο σε διάφορες εργασίες. Ένα ρομπότ⁶⁵ μπορεί να δράσει κάτω από τον απευθείας έλεγχο ενός ανθρώπου ή αυτόνομα κάτω από τον έλεγχο ενός προγραμματισμένου υπολογιστή. Τα robot, στην ουσία, είναι προγραμματισμένα μηχανήματα που εκτελούν ενέργειες υπό συνθήκες αυτόματου ελέγχου. Ένα ευφυές robot όμως, θα πρέπει να έχει ικανότητες διαφορετικές από ένα απλό robot και να ενεργεί αποτελεσματικά σε ένα ανθρώπινο φυσικό περιβάλλον. Όταν μετακινείτε σε κάποιο περιβάλλον θα πρέπει να γνωρίζει τι υπάρχει γύρο του δηλαδή θα πρέπει να γνωρίζει αντικείμενα και να γνωρίζει πια από αυτά είναι σταθερά, πια μπορούν να μετακινηθούν, πια είναι εύθραυστα, πια επικίνδυνα, πια ακίνδυνα, πια αντλούν ήχους και χειρονομίες ώστε να μπορούν περιφέρονται στο χώρο, να επικοινωνούν με άλλους ανθρώπους ή και ακόμα με άλλα robot.

Πολύ σημαντικό είναι η συνεργασία των ευφυή robot⁶⁶ με άλλα ευφυή robot έτσι ώστε όταν υπάρξει κάποια άλλη συνεργασία να μπορούν να ενεργούν σαν ομάδες και να μπορούν να ενεργούν και να εκτελούν σύνθετες εργασίες και να δίνουν λύσεις σε

⁶³ Δρ. Κωνσταντίνος Χ. Γιωτόπουλος, «Βάσεις Δεδομένων και Ευφυή Πληροφοριακά Συστήματα Επιχειρηματικότητας: Ευφυή Πληροφοριακά Συστήματα», Διοίκηση Επιχειρήσεων, χ.χ.

⁶⁴ Νικόλαου Ξηρού: «Βιολογικά πρότυπα κατασκευής ρομπότ», *Περισκόπιο της Επιστήμης*, τεύχος 217 (Μάιος 1998), σσ. 64-72.

⁶⁵ Κατελής Βίγκλας, «Η έννοια του όμοιωματος με παραδείγματα από την επιστημονική φαντασία», *Φρέαρ*, τεύχος 12/13 (Οκτώβριος 2015), σσ. 565-574.

⁶⁶ Κατέβα Νικ., «Ευφυή αυτόνομα κινούμενα ρομπότ: Συμβολή στην Αρχιτεκτονική και το Σχεδιασμό Τροχιάς», διδακτορική διατριβή, ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ, ΑΘΗΝΑ 1997.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

προβλήματα. Ωστόσο, ευφυή robot μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε επιχειρήσεις που το περιβάλλον δεν είναι κατάλληλο για τον άνθρωπο. Επίσης να χρησιμοποιηθούν για δουλειές που μπορεί να είναι εύκολες για τον άνθρωπο αλλά απαιτούν τη χρήση αισθήσεων, σχεδιασμό ενεργειών και τη δυνατότητα χειρισμού και κινήσεων. Έτσι μπορούν να ικανοποιηθούν οι ανάγκες μια βιομηχανίας ακόμα και οι ανάγκες του σπιτιού.

Συνοψίζοντας, προκύπτει ότι οι μέθοδοι και οι τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί και έχουν προταθεί κατά καιρούς, στον τομέα της Τεχνητής Νοημοσύνης, αποτελούν κατά περίπτωση, βασική μεταβλητή των ευφύων υπολογιστικών συστημάτων. Ο συνδυασμός και η χρήση τους, μέσα από μια καινοτόμα αντίληψη περί ανάπτυξης λογισμικού, επιφέρει ικανοποιητικά αποτελέσματα επιλύοντας βασικά προβλήματα που διέπουν την καθημερινότητα.

2.3 Ανάγκη Υποδομής Ευφύων Πληροφοριακών Συστημάτων

Τα ευφυή πληροφοριακά συστήματα διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην καθημερινή ζωή της ανθρωπότητας, επιλύοντας βασικά προβλήματα. Η χρησιμότητα των εν λόγω συστημάτων δημιουργεί επιτακτική την ανάγκη ύπαρξής τους. Πιο συγκεκριμένα, τα Ευφυή Πληροφοριακά Συστήματα μπορούν να καλύψουν ανάγκες και να προσφέρουν δυνατότητες που να συμβάλουν με διάφορους τρόπους σε τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας.

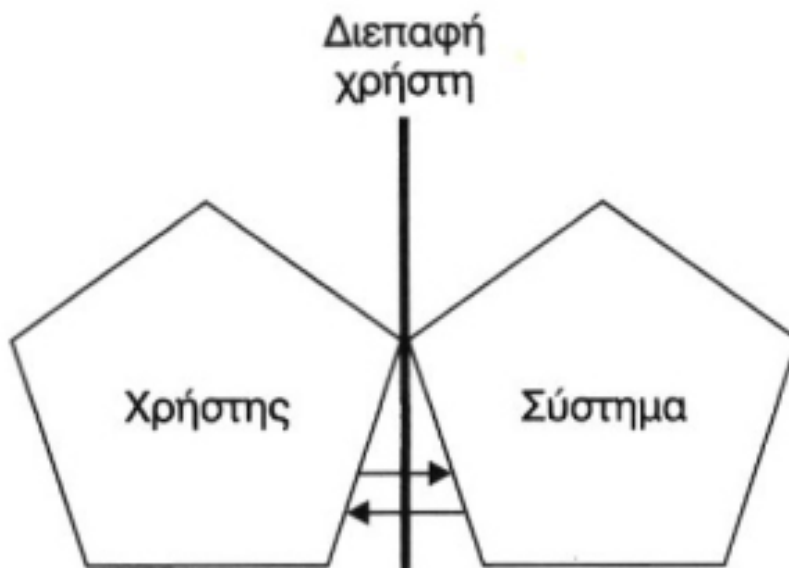
Ωστόσο, για να πραγματοποιηθούν και να αποδώσουν τα όσα αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, απαιτείται να ξεπεραστούν διάφορα τεχνικά προβλήματα, τα οποία έχουν ομαδοποιηθεί⁶⁷ :

- στην ευκολία χρήσης και πιο συγκεκριμένα στους τρόπους αλληλεπίδρασης ανθρώπου μηχανής,
- στις ευέλικτες και προσαρμόσιμες υπηρεσίες υποδομής, που αφορούν κυρίως νέους τρόπους αλληλεπίδρασης μεταξύ των προγραμμάτων,
- στα εργαλεία ανάπτυξης και υποστήριξης των νέων τεχνολογιών.

⁶⁷ Δρ. Κωνσταντίνος Χ. Γιωτόπουλος, «Βάσεις Δεδομένων και Ευφυή Πληροφοριακά Συστήματα Επιχειρηματικότητας: Ευφυή Πληροφοριακά Συστήματα», Διοίκηση Επιχειρήσεων, χ.χ.

Βασικό μέρος των ευφών πληροφοριακών συστημάτων αποτελούν οι μέθοδοι και οι τεχνικές, οι οποίες στο σύγχρονο παγκοσμιοποιημένο περιβάλλον έχουν αναπτυχθεί πάρα πολύ και ιδιαίτερα στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης.

Το μέσο που είναι υπεύθυνο για την αλληλεπίδραση του ανθρώπου με τον υπολογιστή είναι το σύστημα διεπαφής χρήστη (user interface). Ο όρος διεπαφή χρήστη (user interface) είναι το σύνολο των συστατικών ενός συστήματος το οποίο επιτρέπει αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ συστήματος και χρήστη. Η διεπαφή χρήστη ενός συστήματος⁶⁸ έχει σχέση με το ίδιο το σύστημα, το χρήστη του συστήματος και τον τρόπο που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους (σχήμα 2). Ο όρος θέλει να δείξει το σημείο επαφής χρήστη και υπολογιστή, την γραμμή επαφής πίσω από την μια μεριά της οποίας βρίσκεται η μηχανή και πίσω από την άλλη μεριά ο άνθρωπος. Έτσι, λοιπόν, η διεπαφή χρήστη περιέχει στοιχεία που είναι τμήματα τόσο του υλικού του συστήματος, όσο και του λογισμικού που "τρέχει" σε αυτό.



⁶⁸ Βιαννιτάκη Βασιλική, «Τεχνητή Νοημοσύνη, Ευφυείς Πράκτορες και Εφαρμογές στην Πληροφορική Υγείας», ΤΕΙ Πελοποννήσου, ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΥΓΕΙΑΣ, Καλαμάτα 2014.

Σχήμα 2: Αναπαράσταση διεπαφής χρήστη⁶⁹

Η ευκολία χρήσης των ευφυών πληροφοριακών συστημάτων⁷⁰ οφείλεται σε μια σειρά διαδικασιών, οι οποίες ολοένα και περισσότερο εξελίσσονται με απώτερο σκοπό την διευκόλυνση της χρήσης των. Αυτές οι διαδικασίες είναι :

1. Η σημερινή κυρίαρχη μορφή τους, οι οποίες υπάγονται σε γραφική παραθυρική (window-based graphical interface)⁷¹.
2. Ευφυή συστήματα διεπαφής χρήστη (intelligent user interfaces), όπου η αλληλεπίδραση με το χρήστη θα είναι σε ένα ανώτερο και πιο φυσικό επίπεδο. Τέτοια συστήματα θα μπορούν να λειτουργήσουν ως προσωπικοί βοηθοί που θα προσαρμόζονται στις ανάγκες και στις ιδιαιτερότητες του κάθε χρήστη και θα μαθαίνουν τις συνήθειές του, παρατηρώντας τις ενέργειές του. Θα κατανοούν τις ερωτήσεις, τις οδηγίες, τις εντολές ή τις αιτήσεις του χρήστη, οι οποίες θα μπορούν να τεθούν σε μία ποικιλία μορφών, όπως κείμενο, λόγος, χειρονομίες.
3. Σε περίπτωση που η διατύπωση είναι λανθασμένη ή ασαφής, τα ευφυή συστήματα διεπαφής χρήστη⁷² (intelligent user interfaces), αντί να παρουσιάζουν τα γνωστά παθητικά μηνύματα λάθους, θα συνεργάζονται μαζί του προκειμένου να διατυπωθεί αυτό που επιθυμεί ο χρήστης με κατανοητό και αποδεκτό τρόπο.
4. Τέλος, οι προσωπικοί βοηθοί⁷³ θα καθορίζουν μόνοι τους τις ενέργειες που πρέπει να εκτελεστούν για την επίτευξη ενός στόχου χωρίς τη συνεχή παρέμβαση του

⁶⁹«Ανάπτυξη εφαρμογών σε προγραμματικό περιβάλλον», Κεφάλαιο 12^ο: Σχεδίαση Διεπαφής Χρήστη, <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-C101/36/198,1056/> , Διαδραστικά σχολικά βιβλία, Γ' Λυκείου.

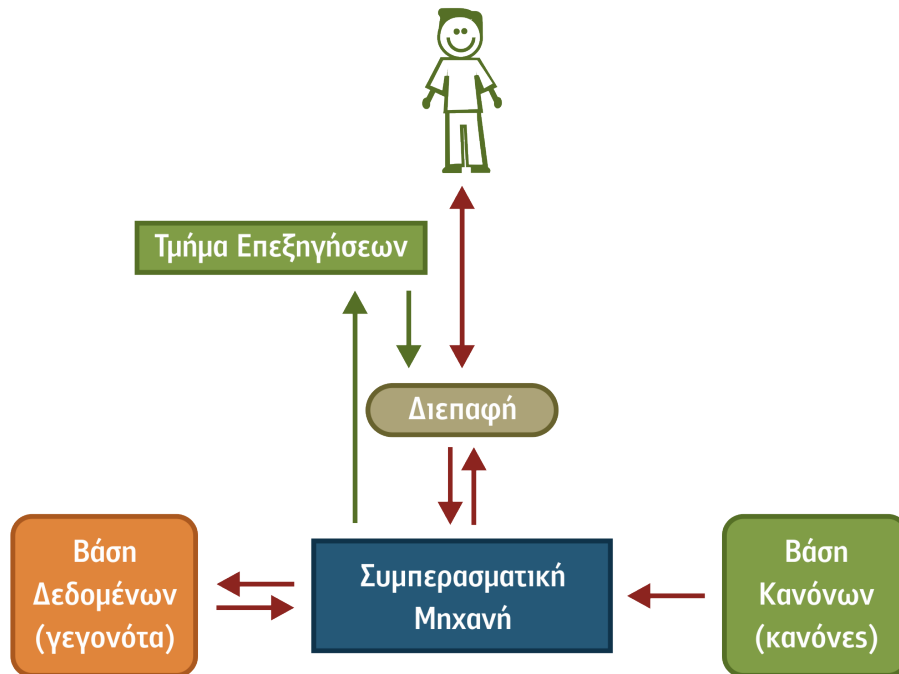
⁷⁰ Βιαννιτάκη Βασιλική, «Τεχνητή Νοημοσύνη, Ευφυείς Πράκτορες και Εφαρμογές στην Πληροφορική Υγείας», ΤΕΙ Πελοπόννησου, ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΥΓΕΙΑΣ, Καλαμάτα 2014.

⁷¹ «Εισαγωγή στη χρήση του κελύφους και σύνταξη εντολών»
<https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/2476/1/Chapter2.pdf>

⁷² «Ανάπτυξη εφαρμογών σε προγραμματικό περιβάλλον», Κεφάλαιο 12^ο: Σχεδίαση Διεπαφής Χρήστη, <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-C101/36/198,1056/> , Διαδραστικά σχολικά βιβλία, Γ' Λυκείου.

⁷³ «Εισαγωγή στη χρήση του κελύφους και σύνταξη εντολών»
<https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/2476/1/Chapter2.pdf>

χρήστη. Το μόνο που θα χρειάζεται να κάνει ο χρήστης είναι να περιγράψει αυτά που θέλει να επιτύχει.



Σχήμα 3: Η Διεπαφή⁷⁴

Ωστόσο, η ανάγκη για τρόπους αλληλεπίδρασης⁷⁵ δεν περιορίζεται μόνο σε ανθρώπους και υπολογιστές αλλά διευρύνεται σε ένα ευρύ φάσμα προγραμμάτων. Αυτό συμβαίνει, επειδή καθημερινά οι ευκαιρίες που εμφανίζονται απαιτούν νέα μέσα και νέες τεχνολογίες, απορρέοντας στην απαλλαγή των ανθρώπων από ενέργειες που δυσκολεύουν την ζωή τους με αποτέλεσμα την δημιουργία ανάγκης διεκπεραίωσης των συγκεκριμένων ενεργειών από ευφυή συστήματα. Η αλληλεπίδραση μεταξύ των προγραμμάτων αφορά τον τρόπο που επικοινωνούν μεταξύ τους για ανταλλαγή πληροφοριών, προσφορά υπηρεσιών ή ακόμα και τη συνεργασία με απώτερο σκοπό την επίτευξη κάποιου κοινού στόχου. Τέλος, η

74

https://www.google.gr/search?biw=1517&bih=640&tbm=isch&sa=1&ei=u8aLXIPOA4aua6vms9gN&q=%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CE%B7+%CF%80%CF%81%CE%B1%CE%BA%CF%84%CF%8C%CF%81%CF%89%CE%BD&oq=%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CE%B7+%CF%80%CF%81%CE%B1%CE%BA%CF%84%CF%8C%CF%81%CF%89%CE%BD&gs_l=img.3...385995.390852...391282...0.0..0.169.1987.0j14.....0....1..gws-wiz-img.....0..0j0i8i30j0i24.2wHA7Y-xMgA#imgdii=0gnnLwNQjFO7JM:&imgrc=9wb5khjXgeGWoM:

⁷⁵ Ηλιάδης Λ., Παπαλεωνίδας Α., «Υπολογιστική Νοημοσύνη και Ευφυείς Πράκτορες», Εκδ. ΕΥΔΟΞΟΣ, 2016.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

αποτελεσματικότητα της επικοινωνίας επιτάσσει υπηρεσίες υποδομής ευφυών πληροφοριακών συστημάτων, στοχεύοντας στα κάτωθι⁷⁶:

- την διαχείριση των δεδομένων και της γνώσης με τέτοιον τρόπο, που να επιτρέπεται η γρήγορη αναζήτηση και η ανεύρεση των σχετικών πληροφοριών και πηγών, μέσα από ένα τεράστιο όγκο ετερογενών και καταναμημένων δεδομένων⁷⁷.
- τη μετάφραση / μετατροπή και ενοποίηση πληροφοριών, διάφορων μορφών και μέσων, σύμφωνα με τη σημασιολογία τους⁷⁸.

Τα ευφυή συστήματα πληροφοριών μπορούν να λειτουργήσουν και ως διαμεσολαβητές⁷⁹ μεταξύ των χρηστών και των πηγών πληροφορίας, διότι εξειδικεύονται σε αντικείμενα και σε εφοδιασμένα με νέους αποτελεσματικούς αλγόριθμους αναζήτησης.

Επιπλέον, δημιουργούν διόδους επικοινωνίας με συστήματα αποσκοπώντας στην ανεύρεση θεμάτων, σχετικά με τα αντικείμενα της αναζήτησης πληροφοριών και υπηρεσιών. Επίσης, η αποτελεσματικότητα των συστημάτων απαιτεί μορφές αναπαράστασης της γνώσης και υποστήριξη πολλαπλών ταξινομήσεων, σχημάτων κατηγοριοποίησης καθώς και μεθόδους αντίληψης του περιεχομένου της ανταλλασσόμενης πληροφορίας.

2.4 Ευφυείς Πράκτορες και Διαμεσολαβητές

Η συνεχή αυξανόμενη χρήση του όρου «πράκτορας», έχει προσδώσει πολλά υπό συζήτηση θέματα στην επιστημονική κοινότητα, σχετικά με τον ορισμό του. Πάραυτα,

⁷⁶ Ηλιάδης Λ., Παπαλεωνίδας Α., «Υπολογιστική Νοημοσύνη και Ευφυείς Πράκτορες», Εκδ. ΕΥΔΟΞΟΣ, 2016.

⁷⁷ Ηλιάδης Λ., Παπαλεωνίδας Α., «Υπολογιστική Νοημοσύνη και Ευφυείς Πράκτορες», Εκδ. ΕΥΔΟΞΟΣ, 2016.

⁷⁸ Ηλιάδης Λ., Παπαλεωνίδας Α., «Υπολογιστική Νοημοσύνη και Ευφυείς Πράκτορες», Εκδ. ΕΥΔΟΞΟΣ, 2016.

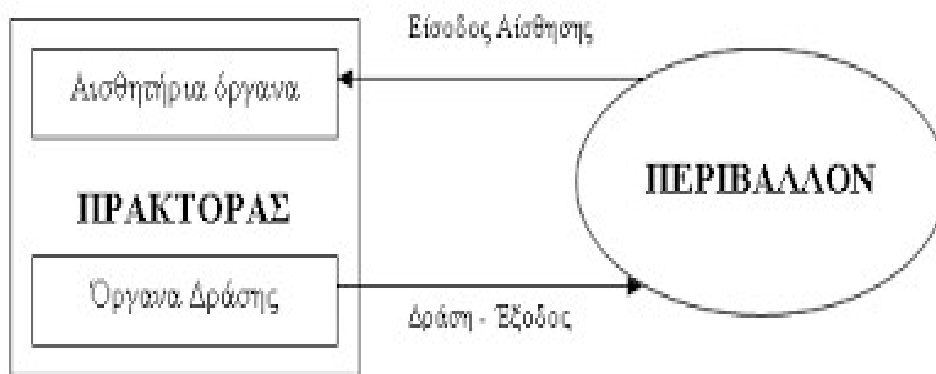
⁷⁹ Ηλιάδης Λ., Παπαλεωνίδας Α., «Υπολογιστική Νοημοσύνη και Ευφυείς Πράκτορες», Εκδ. ΕΥΔΟΞΟΣ, 2016.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

επικρατεί ο ορισμός που περιλαμβάνει τις γενικά αποδεκτές ιδιότητες περί αυτονομίας, κοινωνικότητας, αποκρισμότητας και αντίληψης πρωτοβουλιών. Σ' αυτή τη κατεύθυνση, έχουν χρησιμοποιηθεί μέθοδοι που βασίζονται σε φιλοσοφικές θέσεις και έχουν αποδώσει έννοιες που αφορούν κυρίως ανθρώπους, όπως είναι οι πεποιθήσεις, οι επιθυμίες, οι προσδοκίες, οι προθέσεις, οι δεσμεύσεις, οι ικανότητες, τα συναισθήματα και μια σειρά διαδικασιών που διέπουν εν γένει, την ανθρώπινη φύση. Αυτή η προσέγγιση είναι αποδεκτή και χρήζουσα υπό την τήρηση συγκεκριμένων προϋποθέσεων.



Σχήμα 4: Πράκτορες⁸⁰

Η πιο επιστημονική προσέγγιση του όρου ου «πράκτορα» επιδίδει ο Bradshaw (1997), ο οποίος ορίζει ότι ‘intelligent agent’ είναι ένα ‘έξυπνο αντικείμενο’ που είναι αυτόνομο και λειτουργεί συνεχόμενα. Όπως και ο Shoham (1997)⁸¹ περιγράφει έναν software agent ως μια λογιστική οντότητα που μπορεί να λειτουργήσει σε ένα περιβάλλον αυτόματα και συνεχόμενα που ‘κατοικούν’ άλλοι πράκτορες και άλλες διαδικασίες. Και οι κινητοί πράκτορες ορίζονται με παρόμοιο τρόπο από τους Lange και Oshima (1998)⁸², σύμφωνα με τους οποίους ο πράκτορας είναι ένα αντικείμενο λογισμικού (software object), που κινείται σε ένα δεδομένο περιβάλλον. Συγκεκριμένα, θα πρέπει να είναι αυτόνομος, να αντιλαμβάνεται αλλαγές στο περιβάλλον και να ενεργεί χωρίς διακοπές στο χρόνο.

⁸⁰ ΧΟΥΝΤΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ, «Χρήση Ευφών Πρακτόρων σε Εκπαιδευτικό Σύστημα Βασισμένο στον Παγκόσμιο Ιστό», ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ «Μαθηματικά των Υπολογιστών και των Αποφάσεων», ΠΑΤΡΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2004.

⁸¹ John-Jules Ch. MeyerJan Treur, “Agent-Based Defeasible Control in Dynamic Environments”, Springer Science & Business Media, Μάρτιος 2013.

⁸² John-Jules Ch. MeyerJan Treur, “Agent-Based Defeasible Control in Dynamic Environments”, Springer Science & Business Media, Μάρτιος 2013.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

Οι ευφυείς πράκτορες επιδεικνύουν μια μεγάλη κατηγορία εφαρμογών και έντονη ερευνητική δραστηριότητα από ειδήμονες, ενώ πολλά εμπορικά συστήματα πρακτόρων εφαρμόζονται στο διαδίκτυο με κύριο στόχο την διαχείριση πληροφοριών (συλλογή, επεξεργασία, φιλτράρισμα κ.ο.κ), όπως συμβαίνει και στο ηλεκτρονικό εμπόριο. Επίσης, συστήματα πρακτόρων λειτουργούν σε εφαρμογές ηλεκτρονικών υπολογιστών ως προσωπικοί βοηθοί, δημιουργώντας ουσιαστικά, την δυνατότητα σκέψης μέσω του Internet of Thing. Εντούτοις, για την ακριβή έννοια του όρου «πράκτορα υφίστανται η ασθενής θεώρηση του όρου και η ισχυρή θεώρηση του όρου αντίστοιχα. Έτσι, λοιπόν, προκύπτει ο εξής πίνακας (1):

Πίνακας 1: Ασθενής και ισχυρή θεώρηση της έννοιας «πράκτορας»

ΑΣΘΕΝΗΣ ΘΕΩΡΗΣΗ ΠΡΑΚΤΟΡΑ	ΙΣΧΥΡΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΠΡΑΚΤΟΡΑ
Αυτονομία	Ικανότητα Μετακίνησης
Κοινωνική Ικανότητα	Καλοσύνη
Ικανότητα Αντίδρασης	Ορθολογικότητα
Προσανατολισμός Στόχου	Προσαρμοστικότητα
Χρονική Συνέχεια	

Οι πράκτορες, κατά γενική παραδοχή, πρέπει να διαθέτουν τις παρακάτω ιδιότητες: η Αυτονομία (autonomy), σύμφωνα με την οποία, οι πράκτορες λειτουργούν χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση, ώστε να μπορούν να ελέγχουν τις πράξεις τους και την εσωτερική τους κατάσταση. Στην συνέχεια, η Κοινωνική ικανότητα (social ability) προσδίδει στους πράκτορες τη δυνατότητα να επικοινωνούν με άλλους πράκτορες, μέσω μίας ιδιότυπης γλώσσας. Όπως παρουσιάζεται και στον **πίνακα 1**, η Ικανότητα αντίδρασης (reactivity), διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο για τους πράκτορες καθιστώντας τους ικανούς να αντιλαμβάνονται το περιβάλλον τους και να αντιδρούν, ανάλογα με τις αλλαγές που το μεταβάλλουν. Ο Προσανατολισμός σε στόχο (proactivity) αποτελεί εξίσου βασική ιδιότητα, μ' αποτέλεσμα οι πράκτορες να μην αντιδρούν απλώς, στα ερεθίσματα του περιβάλλοντος, αλλά να μπορούν να δρουν, προσανατολισμένοι σε έναν συγκεκριμένο στόχο.

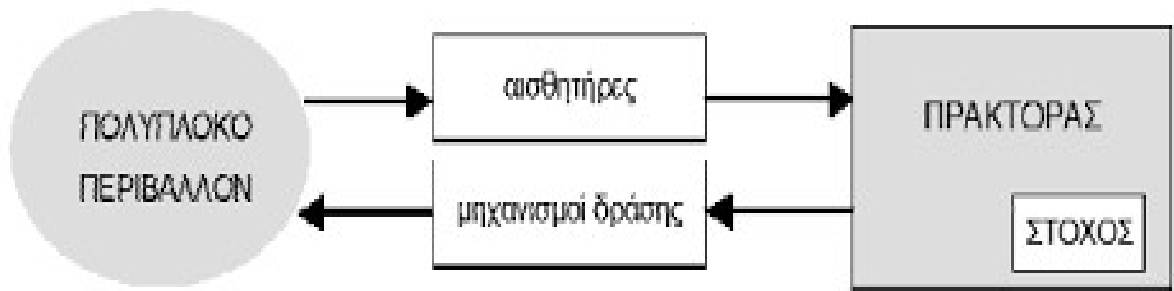
Τέλος, η Χρονική συνέχεια (temporal continuity) αποτελεί άλλη μία βασική ιδιότητα καθορισμού για τους πράκτορες, σύμφωνα με την οποία, οι πράκτορες “τρέχουν” συνεχώς, είτε είναι ενεργοί στο προσκήνιο, είτε στο παρασκήνιο (background).

Αντίθετα, στην ισχυρή θεώρηση του όρου “πράκτορας”, για πολλούς ερευνητές ο όρος έχει πιο σαφές και συγκεκριμένο νόημα. Αυτοί θεωρούν τον πράκτορα ως ένα υπολογιστικό σύστημα που, εκτός από τις ιδιότητες που δόθηκαν παραπάνω, έχει και ιδιότητες που συναντιούνται και στους ανθρώπους, όπως γνώση, πεποίθηση, υποχρέωση ή ακόμα και συναισθήματα. Μερικές από τις ιδιότητες που εντάσσονται στην ισχυρή θεώρηση του πράκτορα, είναι οι παρακάτω: Η Ικανότητα Μετακίνησης (mobility), κατά την οποία ο πράκτορας μετακινείται σε διάφορες τοποθεσίες μέσα σε ένα δίκτυο. Έπεται η Καλοσύνη (benevolence), στην οποία οι πράκτορες δεν έχουν αλληλοσυγκρουόμενους στόχους, οπότε ο κάθε πράκτορας προσπαθεί να κάνει ό,τι του ζητηθεί. Η Ορθολογικότητα (rationality), ως ιδιότητα της ισχυρής θεώρησης της έννοιας πράκτορας ενεργεί με τέτοιο τρόπο που έχει ως αποτέλεσμα την επιτυχή έκβαση της προσπάθειας με απώτερο σκοπό την επίτευξη των στόχων. Τέλος, η Προσαρμοστικότητα (adaptivity) διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην ισχυρή θεώρηση επειδή δίδει την ικανότητα του πράκτορα να προσαρμόζεται στις συνθήκες του περιβάλλοντος.

Πριν, όμως απ’ την ανάλυση των ευφυών πρακτόρων και την εφαρμογή τους στο καινοτόμο Internet of Thing, θα αποσαφηνιστεί πλήρως η έννοια του πράκτορα. Έτσι, σύμφωνα με τους Russel & Norvig⁸³, πράκτορας (agent) ορίζεται «οποιαδήποτε οντότητα που μπορεί να αντιλαμβάνεται το περιβάλλον του μέσω αισθητήρων (sensors) και να ενεργεί σε αυτό μέσω μηχανισμών δράσης (effectors)». Ο συγκεκριμένος ορισμός περιγράφει ευφυή διαδικασίες που διέπουν μια οντότητα όπως έναν άνθρωπο, ένα ρομπότ ή ένα πρόγραμμα υπολογιστή, αλλά και μη ευφυή εντικείμενα όπως είναι ένας θερμοστάτης. Αυτή η ερμηνεία των πρακτόρων είναι αρκετά διευρυμένη, δεδομένου ότι δεν επισημαίνει ούτε η έννοια της αυτονομίας, ούτε τον τύπο του περιβάλλοντος, μ’ αποτέλεσμα να επεξηγείται ο όρος «πράκτορας» και όχι «ευφυής πράκτορας»⁸⁴.

⁸³ Stuart Russel & Peter Norvig «Τεχνητή νοημοσύνη, μια σύγχρονη προσέγγιση», Β’ έκδοση, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2005.

⁸⁴ Βιαννιτάκη Βασιλική, «Τεχνητή Νοημοσύνη, Ευφυείς Πράκτορες και Εφαρμογές στην Πληροφορική Υγείας», ΤΕΙ Πελοπόννησου, ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΥΓΕΙΑΣ, Καλαμάτα 2014.



Σχήμα 5: Πολύπλοκο Περιβάλλον – Πράκτορας⁸⁵

Συμπεραίνεται λοιπόν, ότι ο πράκτορας πρέπει να έχει τη δυνατότητα να αντιλαμβάνεται το περιβάλλον αλλά και να επιδρά πάνω σ' αυτό. Επομένως, ένας πράκτορας πρέπει να διαθέτει αισθητήρες (detectors) και επιδραστές (effectors)⁸⁶. Με τη βοήθεια των αισθητήρων και των επιδραστών ο πράκτορας δύναται να έχει - εκτός από την ικανότητα αντίδρασης - κοινωνική ικανότητα. Πιο συγκεκριμένα, θα μπορεί να αντιλαμβάνεται τα μηνύματα που δέχεται από άλλους πράκτορες μέσω των αισθητήρων του, αλλά και να στέλνει μηνύματα μέσω των επιδραστών. Έτσι αν, για παράδειγμα ένας άνθρωπος λειτουργεί ως πράκτορας, τότε οι αισθητήρες του είναι τα μάτια, τα αφτιά, η μύτη κλπ, ενώ οι επιδραστές είναι τα χέρια, τα πόδια, ή ακόμα και το στόμα με το οποίο στέλνει μηνύματα σε άλλους ανθρώπους. Αντίστοιχα, ένα ρομποτάκι (softbot)⁸⁷ που δρα σ' ένα περιβάλλον λογισμικού, έχει ως αισθητήρες και επιδραστές υπολογιστικές διαδικασίες που αντιλαμβάνονται το περιβάλλον και δρουν πάνω σ' αυτό. Εκτός από τη δυνατότητα να αντιλαμβάνεται το περιβάλλον, στις περισσότερες περιπτώσεις, ένας πράκτορας χρειάζεται να έχει μία εσωτερική κατάσταση, η οποία έχει την δυνατότητα να επηρεάζει τις ενέργειες και τη συμπεριφορά του. Στην περίπτωση που ο πράκτορας δεν έχει εσωτερική κατάσταση, τότε οι

⁸⁵ Διπλωματική Εργασία Περιστερόπουλος Αθανάσιος, «Ανάπτυξη Μεθοδολογίας και Συστήματος Χρονοπρογραμματισμού Ευφών Πρακτόρων με Χρήση Μεθόδων Εμπνευσμένων από την Φύση», ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ Τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών, Ιούνιος 2012.

⁸⁶ Ηλιάδης Λ., Παπαλεωνίδας Α., «Υπολογιστική Νοημοσύνη και Ευφείς Πράκτορες», Εκδ. ΕΥΔΟΞΟΣ, 2016

⁸⁷ ΧΟΥΝΤΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ, «Χρήση Ευφών Πρακτόρων σε Εκπαιδευτικό Σύστημα Βασισμένο στον Παγκόσμιο Ιστό», ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ «Μαθηματικά των Υπολογιστών και των Αποφάσεων», ΠΑΤΡΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2004.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

ενέργειες του πράκτορα εξαρτώνται αποκλειστικά, απ' τα ερεθίσματα που δέχεται από το περιβάλλον. Ένας τέτοιος πράκτορας ονομάζεται τροπιστικός (tropistic)⁸⁸.

Αντίθετα με έναν τροπιστικό πράκτορα, ένας πράκτορας με εσωτερική κατάσταση έχει τη δυνατότητα να διατηρεί και να χρησιμοποιεί εσωτερικές πληροφορίες⁸⁹. Η εσωτερική κατάσταση μπορεί να μεταβληθεί από εξωτερικά ερεθίσματα και να επηρεάσει τις αποφάσεις που λαμβάνει ο πράκτορας. Οι παραπάνω περιγραφές ενός πράκτορα θα μπορούσαν να περιγράψουν μία πιο αυστηρή μαθηματική μορφή, θεωρώντας τα παρακάτω σύνολα⁹⁰ όπου:

S: Είναι το σύνολο των δυνατών καταστάσεων του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκεται ο πράκτορας.

T: Είναι το σύνολο των ερεθισμάτων που μπορεί να δεχτεί ο πράκτορας από το εξωτερικό περιβάλλον.

Έστω, λοιπόν, ότι υπάρχουν περιορισμοί στους αισθητήρες του πράκτορα, τότε ο πράκτορας δεν μπορεί να ξεχωρίσει όλες τις εξωτερικές καταστάσεις μεταξύ τους. Έτσι, δύο διαφορετικές καταστάσεις φαίνονται ίδιες για έναν πράκτορα. Για παράδειγμα, ένας πράκτορας εφοδιασμένος με μία ασπρόμαυρη κάμερα θα θεωρούσε την κατάσταση, στην οποία έχει μπροστά του, ένα κόκκινο αντικείμενο, ίδια με την κατάσταση όπου έχει μπροστά του, ένα πράσινο αντικείμενο. Το σύνολο T καθορίζει ποιες από τις καταστάσεις του περιβάλλοντος φαίνονται ίδιες για τον πράκτορα και ποιες μπορεί να ξεχωρίσει μεταξύ τους. Έτσι, το σύνολο T έχει ως στοιχεία υποσύνολα του S και, πιο συγκεκριμένα, διαμελίζει το σύνολο S⁹¹. Έτσι, ο πράκτορας μπορεί να ξεχωρίσει δύο καταστάσεις που βρίσκονται σε διαφορετικές διαμελίσεις, αλλά όχι δύο καταστάσεις που βρίσκονται στην ίδια διαμέλιση⁹².

⁸⁸ ΧΟΥΝΤΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ, «Χρήση Ευφυών Πρακτόρων σε Εκπαιδευτικό Σύστημα Βασισμένο στον Παγκόσμιο Ιστό», ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ «Μαθηματικά των Υπολογιστών και των Αποφάσεων», ΠΑΤΡΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2004.

⁸⁹ Ηλιάδης Α., Παπαλεωνίδας Α., «Υπολογιστική Νοημοσύνη και Ευφυείς Πράκτορες», Εκδ. ΕΥΔΟΞΟΣ, 2016.

⁹⁰ ΧΟΥΝΤΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ, «Χρήση Ευφυών Πρακτόρων σε Εκπαιδευτικό Σύστημα Βασισμένο στον Παγκόσμιο Ιστό», ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ «Μαθηματικά των Υπολογιστών και των Αποφάσεων», ΠΑΤΡΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2004.

⁹¹ ΧΟΥΝΤΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ, «Χρήση Ευφυών Πρακτόρων σε Εκπαιδευτικό Σύστημα Βασισμένο στον Παγκόσμιο Ιστό», ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ «Μαθηματικά των Υπολογιστών και των Αποφάσεων», ΠΑΤΡΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2004.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και *Internet of Thing*»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

A: Το σύνολο των δυνατών ενεργειών που μπορεί να κάνει ο πράκτορας.

I: Το σύνολο των δυνατών εσωτερικών καταστάσεων του πράκτορα.

Από τα ως άνω, προκύπτει ότι οι παρακάτω συναρτήσεις, οι οποίες συσχετίζουν τα παραπάνω σύνολα μεταξύ τους:

see : $S \rightarrow T$ ^{93 94}

do: $A \times S \rightarrow S$ ⁹⁵

action : $I \times T \rightarrow A$ ⁹⁶

internal : $I \times T \rightarrow I$ ⁹⁷

Με βάση τα παραπάνω μπορούμε να πούμε ότι ο πράκτορας καθορίζεται από την παρακάτω οκτάδα: Πράκτορας = (I, S, T, A, see, do, action, internal) Ο κύκλος λειτουργίας ενός πράκτορα της παραπάνω μορφής γραμμένος σε μορφή ψευδοκώδικα είναι ο παρακάτω:
repeat begin t = see(s) i = internal(i, t) a = action(i, t) s = do(a, s) end Σε κάθε κύκλο ο πράκτορας δέχεται μέσω των αισθητήρων του το εξωτερικό ερέθισμα από το περιβάλλον, ενημερώνει την εσωτερική του κατάσταση, αποφασίζει για την ενέργεια που θα εκτελέσει και

⁹² ΧΟΥΝΤΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ, «Χρήση Ευφυών Πρακτόρων σε Εκπαιδευτικό Σύστημα Βασισμένο στον Παγκόσμιο Ιστό», ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ «Μαθηματικά των Υπολογιστών και των Αποφάσεων», ΠΑΤΡΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2004.

⁹³ ΧΟΥΝΤΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ, «Χρήση Ευφυών Πρακτόρων σε Εκπαιδευτικό Σύστημα Βασισμένο στον Παγκόσμιο Ιστό», ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ «Μαθηματικά των Υπολογιστών και των Αποφάσεων», ΠΑΤΡΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2004.

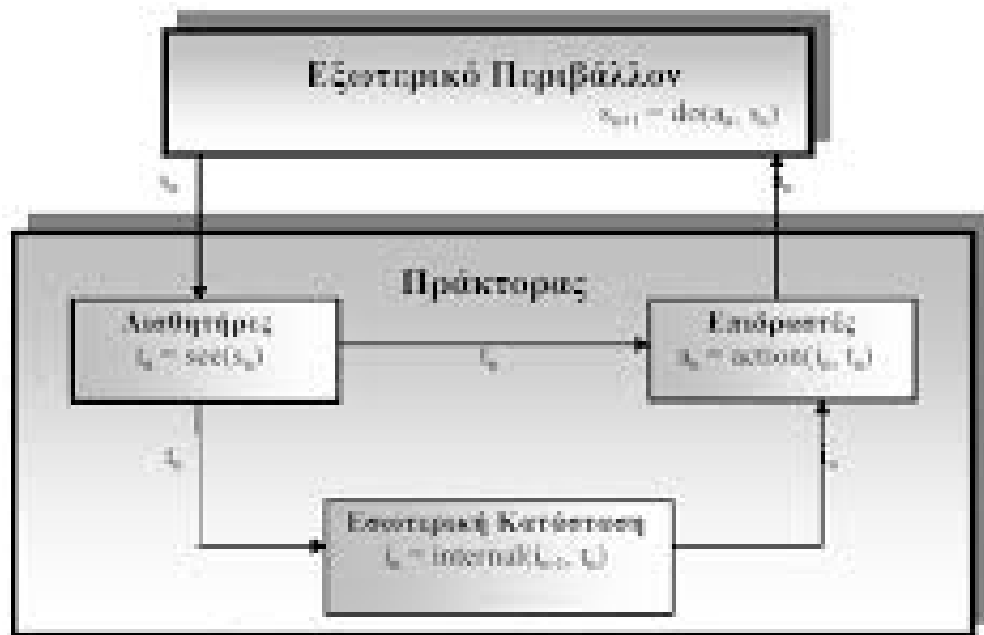
⁹⁴ Η συνάρτηση see αντιστοιχεί στις εξωτερικές καταστάσεις του περιβάλλοντος σε ερεθίσματα που δέχεται ο πράκτορας μέσω των αισθητήρων. Δηλαδή η see καθορίζει το πώς αντιλαμβάνεται ο πράκτορας το εξωτερικό περιβάλλον.

⁹⁵ Η συνάρτηση do παίρνει σαν είσοδο την παρούσα κατάσταση του περιβάλλοντος και μία ενέργεια και δίνει την επόμενη κατάσταση του περιβάλλοντος. Επομένως, η do καθορίζει τα αποτελέσματα που έχουν οι ενέργειες στο εξωτερικό περιβάλλον.

⁹⁶ Η συνάρτηση action καθορίζει, δοθέντος ενός εξωτερικού ερεθίσματος και μιας εσωτερικής κατάστασης την ενέργεια που θα κάνει ο πράκτορας.

⁹⁷ Η συνάρτηση internal καθορίζει ποια θα είναι η επόμενη εσωτερική κατάσταση δοθέντος του εξωτερικού ερεθίσματος που δέχτηκε ο πράκτορας και της παρούσας εσωτερικής κατάστασης.

τέλος, εκτελεί την ενέργεια με τους επιδραστές του αλλάζοντας έτσι το περιβάλλον. Η αρχιτεκτονική που ορίστηκε παραπάνω φαίνεται στο σχήμα 5 (Θεμιστοκλής Ν. Παναγιωτόπουλος).



Σχήμα 4.1 Αρχιτεκτονική Ευφυούς Πράκτορα

Σχήμα 6: Η Αρχιτεκτονική των Πρακτόρων⁹⁸

Τα τελευταία χρόνια οι ευφυείς πράκτορες⁹⁹ (intelligent agents) έχουν γίνει ένα δημοφιλές εργαλείο για την ανάπτυξη λογισμικού καθώς χρησιμοποιούνται σε πολλά είδη

⁹⁸

https://www.google.gr/search?q=%CE%B1%CF%81%CF%87%CE%B9%CF%84%CE%B5%CE%BA%CF%84%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE+%CF%84%CE%BF%CF%85+%CF%80%CF%81%CE%AC%CE%BA%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%B1&tbm=isch&tbs=rimg:CZF1scwnHaZiIjgZso4hln3YzMKkhCgVWGbVXgJklMct0VFEChEtrjUGiQCu7yXifXxpJKXJvGRhR_1LGPOS2Rgg4CoSCRmyjiGWfdjMETREKai1QAUxKhIwqGSEKBVYZsRbhxDRpUVII4qEglVeAmSUxy3RRGY6qNHXvrQpyoSCUUOKES2uNQaEW4cQ0aVFSJeKhIJAK7vJch9fERbhxDRpUVII4qEgmkkpcem8ZGFHxHHvkrMUUA8EyoSCcsY9BLZGCDgEWP9NAUOCszd&tbo=u&sa=X&ved=2ahUKewitkfz5vIThAhUFZVAKHZoiAE009C96BAgBEBg&biw=1517&bih=640&dpr=0.9#imgrc=bZBrCUGca5stnM:

⁹⁹ ΧΟΥΝΤΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ, «Χρήση Ευφών Πρακτόρων σε Εκπαιδευτικό Σύστημα Βασισμένο στον Παγκόσμιο Ιστό», ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ «Μαθηματικά των Υπολογιστών και των Αποφάσεων», ΠΑΤΡΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2004.

εφαρμογών. Σε πολλούς τομείς η τεχνολογία ευφυών πρακτόρων έχει εφαρμοστεί με επιτυχία. Παρά τη μεγάλη έκταση και τη δημοτικότητα που έχουν αποκτήσει οι ευφυείς πράκτορες οι ερευνητές όμως δεν έχουν καταλήξει σε έναν ορισμό ακριβή της έννοιας ‘πράκτορας’. Έτσι ο ορισμός ‘πράκτορας’ χρησιμοποιείται με διάφορους τρόπους που κινδυνεύει να γίνει ασαφής και να χάσει έτσι το νόημά του.

Σύμφωνα με τους Nwana και Ndumu (1998)¹⁰⁰, οι πράκτορες μπορούν να διακριθούν στις παρακάτω κατηγορίες¹⁰¹:

1. Πράκτορες Συνεργασίας (Collaborative Agents): Οι πράκτορες συνεργασίας δίνουν σημασία στην αυτονομία και τη συνεργασία με άλλους πράκτορες για να εκτελέσουν τις εργασίες που τους αναθέτουν οι «ιδιοκτήτες» (owners) τους. Συνήθως κινούνται σε ανοικτά περιβάλλοντα με πλήθος άλλων πρακτόρων και χρονικούς περιορισμούς (open and time-constrained multi-agent environments). Η λειτουργία τους ενδέχεται να περιλαμβάνει κάποια περιορισμένης μορφής μάθηση, χωρίς αυτό όμως να αποτελεί βασικό κομμάτι της συμπεριφοράς τους. Οι πράκτορες συνεργασίας συχνά υποχρεώνονται να προχωρήσουν σε διαπραγματεύσεις (negotiations) με άλλους πράκτορες. Σκοπός των διαπραγματεύσεων αυτών είναι να καταλήξουν σε κάποιες από κοινού συμφωνίες που θα συντονίσουν καλύτερα τις ενέργειες τους.
2. Πράκτορες Διεπαφής (Interface Agents): Οι πράκτορες διαμεσολάβησης δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στην αυτονομία (autonomy) και τη μάθηση (learning) για να φέρουν σε πέρας τα καθήκοντα που τους έχουν ανατεθεί. Η Pattie Maes (1994) τονίζει ότι οι πράκτορες διαμεσολάβησης πρέπει να εννοούνται ως “προσωπικοί βοηθοί που συνεργάζονται με τον χρήστη στο ίδιο περιβάλλον”. Οι πράκτορες διαμεσολάβησης πρέπει να υποστηρίζουν και να παρέχουν προσανατολισμένη στον στόχο (proactive) βοήθεια, τυπικά σε άτομα που μαθαίνουν τη χρήση μιας συγκεκριμένης εφαρμογής, όπως είναι ένα λειτουργικό σύστημα. Ο πράκτορας παρακολουθεί και καταγράφει τις ενέργειες του ατόμου, μαθαίνει και τελικά προτείνει καλύτερες μεθόδους για την εκτέλεση των διαφόρων λειτουργιών. Η μάθηση του πράκτορα μπορεί να γίνει με έναν από τους εξής τρόπους: (i) παρακολουθώντας τον χρήστη, (ii) λαμβάνοντας

¹⁰⁰ John-Jules Ch. MeyerJan Treur, “Agent-Based Defeasible Control in Dynamic Environments”, Springer Science & Business Media, Μάρτιος 2013.

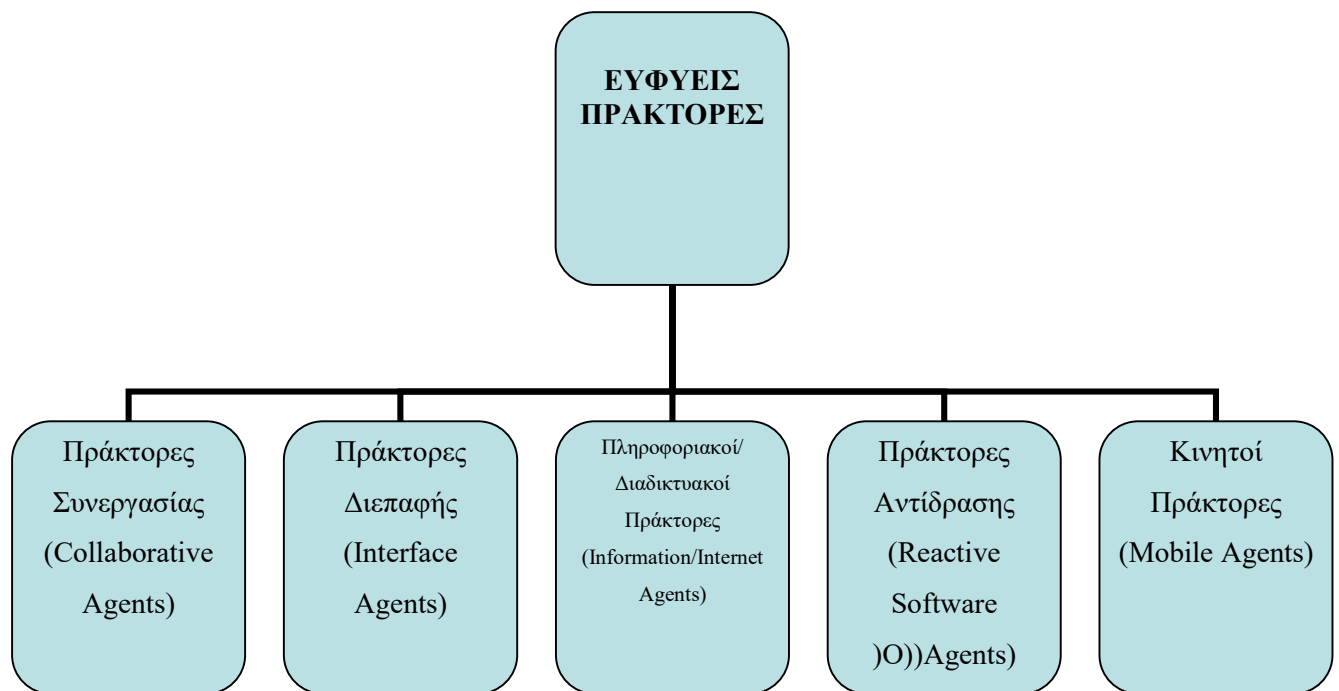
¹⁰¹ ΧΟΥΝΤΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ, «Χρήση Ευφυών Πρακτόρων σε Εκπαιδευτικό Σύστημα Βασισμένο στον Παγκόσμιο Ιστό», ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ «Μαθηματικά των Υπολογιστών και των Αποφάσεων», ΠΑΤΡΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2004.

θετική και αρνητική ανάδραση από τον χρήστη (iii) λαμβάνοντας ρητές οδηγίες από τον χρήστη, και τέλος (iv) ζητώντας συμβουλές από άλλους πράκτορες. Βασική προϋπόθεση για την επιτυχή λειτουργία ενός πράκτορα διαμεσολάβησης είναι η εφαρμογή που χρησιμοποιείται να επιδεικνύει κάποια επαναλαμβανόμενη συμπεριφορά, την οποία να μπορεί να μάθει ο πράκτορας και ακόμα πιο βασικά, αυτή η συμπεριφορά να είναι διαφορετική για κάθε χρήστη – γιατί αλλιώς το πρόβλημα θα μπορούσε να λυθεί από ένα απλό σύστημα βασισμένο σε γνώση knowledge-based system.

3. Πληροφοριακοί/Διαδικτυακοί Πράκτορες (Information/Internet Agents): Οι πληροφοριακοί πράκτορες ασχολούνται με τη διαχείριση, την επεξεργασία και τη συγκέντρωση δεδομένων που προέρχονται από πολλές κατανεμημένες πηγές. Η εμφάνιση τους οφείλεται κατά κύριο λόγο στην αρχική ανάγκη εύρεσης ενός τρόπου για να τιθασευτεί η πληθώρα πληροφοριών του Διαδικτύου. Οι διαδικτυακοί πράκτορες θα μπορούσαν να είναι κινητοί. Κάτι τέτοιο όμως δεν ισχύει ακόμα. Συνήθως είναι στατικοί, προσκολλημένοι σε κάποια μηχανή πλοήγησης του Διαδικτύου (Internet browser) και χρησιμοποιούν ένα σύστημα αναζήτησης (search engine) ώστε να συλλέγουν τις ζητούμενες πληροφορίες. Ο σχεδιασμός τους γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να «ανέχονται» πιθανές ασάφειες, παραλείψεις ή λάθη από την πλευρά του χρήστη. Η πρόβλεψη πάντως για τους διαδικτυακούς πράκτορες είναι ότι πολύ σύντομα θα ενσωματώσουν πολλά από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των 10 κινητών πρακτόρων, κάτι που θα συμπληρώσει και θα κάνει ακόμα πιο πετυχημένη τη λειτουργία τους.
4. Πράκτορες Αντίδρασης(Reactive Software Agents): Οι πράκτορες αντίδρασης, για τους οποίους χρησιμοποιείται και η ονομασία «αυτόνομοι πράκτορες», αντιπροσωπεύουν μια ειδική κατηγορία πρακτόρων οι οποίοι δεν διαθέτουν εσωτερικά, συμβολικά μοντέλα του περιβάλλοντος τους. Απεναντίας, λειτουργούν με βάση ένα πλήθος ζευγαριών «ερεθίσματος-αντίδρασης». Για κάθε ερέθισμα που δέχονται όντας σε μια συγκεκριμένη κατάσταση (state) επιλέγουν την αντίστοιχη αντίδραση, την οποία και εκτελούν. Οι πράκτορες αντίδρασης είναι σχετικά απλοί στη σύλληψη και τη λειτουργία, και η επικοινωνία τους με άλλους πράκτορες γίνεται χρησιμοποιώντας στοιχειώδεις μεθόδους. Παρόλα αυτά, σύνθετα μοτίβα συμπεριφοράς προκύπτουν όταν ένας μεγάλος αριθμός αντιδραστικών πρακτόρων

έρθει σε επαφή. Έτσι, δεν υπάρχει ένας α priori τρόπος να καθοριστεί η συμπεριφορά μιας κοινωνίας τέτοιων πρακτόρων. Επίσης, ένα άλλο ενδιαφέρον χαρακτηριστικό που τους αφορά άμεσα είναι ο καταμερισμός των ευθυνών (task decomposition). Ένας πράκτορας αντίδρασης μπορεί να αντιμετωπιστεί ως η συνένωση πολλών διαφορετικών τμημάτων, καθένα από τα οποία ενεργεί αυτόνομα και είναι υπεύθυνο για συγκεκριμένα καθήκοντα. Η επικοινωνία ανάμεσα σε αυτά τα τμήματα είναι πολύ περιορισμένης μορφής. Τέλος, οι πράκτορες αντίδρασης συνήθως λειτουργούν βασισμένοι σε αναπαραστάσεις (representations) που είναι πολύ κοντά σε «ακατέργαστα δεδομένα αισθητήρα» (raw sensor data) σε αντίθεση με άλλες μορφές πρακτόρων που χρησιμοποιούν υψηλού επιπέδου συμβολικές αναπαραστάσεις. Αυτό το χαρακτηριστικό τους καθιστά σθεναρούς (robust) και περισσότερο ανθεκτικούς σε σφάλματα (fault tolerant).

5. Κινητοί Πράκτορες (Mobile Agents): Οι κινητοί πράκτορες είναι διεργασίες λογισμικού με την ικανότητα να διατρέχουν (roaming) τον κόσμο του Διαδικτύου, να έρχονται σε επαφή με ξένους κεντρικούς υπολογιστές (hosts), να εκτελούν τις εργασίες που έχουν αναλάβει από τους «ιδιοκτήτες» τους και τελικά να επιστρέφουν έχοντας φέρει σε πέρας όλα τα καθήκοντα τους. Τα καθήκοντα τους μπορούν να περιλαμβάνουν από κρατήσεις αεροπορικών εισιτηρίων μέχρι τη διαχείριση ενός τηλεπικοινωνιακού δικτύου. Οι κινητοί πράκτορες αποκαλούνται «πράκτορες» επειδή είναι αυτόνομοι και συνεργάζονται, αν και διαφορετικά απ'ότι οι πράκτορες συνεργασίας (collaborative agents). Όπως είναι φυσικό, πλεονεκτούν σε σχέση με τους στατικούς πράκτορες όσον αφορά ένα μεγάλο αριθμό -δικτυακών κυρίως- εργασιών. Οι κινητοί πράκτορες δεν μένουν προσκολλημένοι (bound) στο σύστημα απ' όπου ξεκίνησαν να εκτελούνται. Είναι ελεύθεροι να κινούνται ανάμεσα σε υπολογιστές (hosts) του δικτύου. Παρότι δημιουργούνται σε συγκεκριμένο περιβάλλον εκτέλεσης, έχουν τη δυνατότητα να μεταφέρουν την κατάσταση και τον κώδικα τους (state and code) μαζί τους σε διαφορετικό περιβάλλον εκτέλεσης, στο οποίο συνεχίζουν την εκτέλεση τους. Η ικανότητα τους να «ταξιδεύουν» (travel), επιτρέπει στους κινητικούς πράκτορες να μεταπηδούν σε συστήματα που περιλαμβάνουν αντικείμενα (objects) με τα οποία οι πράκτορες επιθυμούν να έρθουν σε επαφή, και στη συνέχεια να επωφεληθούν του γεγονότος ότι βρίσκονται στον ίδιο υπολογιστή ή δίκτυο με το συγκεκριμένο αντικείμενο.



Σχήμα 7: Είδη Ευφύων Πρακτόρων

Για τον όρο διαμεσολαβητή (agent) δεν υπάρχει μια ξεκάθαρη εικόνα για το τι σημαίνει. Για να μπορεί η χρήση του να γίνει πιο κατανοητή και να χρησιμοποιηθεί στην επιστήμη των υπολογιστών θα πρέπει να υπάρξει μια κοινή αναφορά για το τι κάνει ένας διαμεσολαβητής. Η γενική εξήγηση του όρου όπως αυτή μπορεί να βρεθεί σε ‘ένα λεξικό όρων είναι ότι ένας διαμεσολαβητής είναι:

- ένα πρόσωπο ή ένα πράγμα που ενεργεί ή καταβάλλει προσπάθεια,
- κάποια φυσική δύναμη που δρα κατά περίπτωση προκαλώντας κάποια αποτελέσματα,
- ένα πρόσωπο (ή εταιρία) εξουσιοδοτημένο να διεκπεραιώσει μια δουλειά για κάποιον άλλον,
- ένα πρόσωπο που ενεργεί εκ μέρους κάποιου άλλου για να πετύχει μία νόμιμη σχέση μεταξύ αυτού και κάποιου τρίτου.

Στα παρακάτω θα δοθούν οι διάφορες απόψεις στο πεδίο της Τεχνητής Νοημοσύνης. Ο Marvin Minsky¹⁰² για παράδειγμα, για ν’ αναφέρει ότι σε μία μηχανή που επιτυγχάνει κάτι,

¹⁰²Marvin Minsky, *The Society of Mind Paperback*, Amazon Digital Services LLC, March 1988.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και *Internet of Thing*»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

χωρίς κάποιος να γνωρίζει τον τρόπο που δουλεύει, χρησιμοποίησε τη λέξη διαμεσολαβητής. Ο N. Shardlow¹⁰³ λέει ότι «οι διαμεσολαβητές κάνουν διάφορα πράγματα». Επίσης, ο P. Maes¹⁰⁴ εξηγεί ότι «ένας διαμεσολαβητής είναι το λογισμικό, που ενεργεί για λογαριασμό των ανθρώπων». Οι ορισμοί αυτοί είναι γενικοί και αόριστοι και καθιστούν αδύνατη την διασαφήνιση της έννοιας του διαμεσολαβητή.

Εντούτοις, πολλοί επιστήμονες διερωτώνται αν αυτό είναι κάτι το διαφορετικό από το μέχρι σήμερα συμβατικό και ‘χαζό’ λογισμικό. Σε μια προσπάθεια να δοθεί συγκεκριμένος ορισμός σύμφωνα με τη σειρά προτύπων που έχει δημοσιευθεί από το FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents¹⁰⁵) ένας διαμεσολαβητής ορίζεται ως εξής: «Ένας διαμεσολαβητής είναι η θεμελιώδης μονάδα δράσης (actor) σε μια περιοχή. Συνδυάζει μια ή περισσότερες ικανότητες υπηρεσιών σε ένα ενοποιημένο και ενιαίο μοντέλο εκτέλεσης το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει προσπέλαση σε εξωτερικό λογισμικό, χρήστες (ανθρώπους) και μηχανισμούς επικοινωνίας».

Για την ακριβή έννοια του όρου «διαμεσολαβητής» γίνεται αναφορά στις ιδιότητες που πρέπει να έχει ένα τέτοιο σύστημα. Οι Wooldridge και Jennings¹⁰⁶ επικεντρώθηκαν στις βασικές ιδιότητες ενός διαμεσολαβητή. Ουσιαστικά, ως διαμεσολαβητή αναφέρουν ένα σύστημα (software ή hardware) που συνδυάζει ιδιότητες όπως αυτονομία (autonomy), κοινωνικότητα (social ability), αποκρισιμότητα (reactivity) και ανάληψη πρωτοβουλιών (pro-activeness). Η αυτονομία είναι η πιο αποδεκτή και η πιο χρησιμοποιημένη ιδιότητα με την έννοια ότι ένας διαμεσολαβητής δεν χρειάζεται συχνή καθοδήγηση και διαμεσολάβηση του ανθρώπου ενώ ταυτόχρονα υπάρχει ο πλήρης έλεγχος των ενεργειών του. Η κοινωνικότητα εκφράζει ότι ένας διαμεσολαβητής μπορεί να επικοινωνήσει με άλλους διαμεσολαβητές προκειμένου να ζητήσει κάποια πληροφορία ή γενικότερα να πετύχουν ένα κοινό στόχο μαζί.

¹⁰³ Peter Norvig, *Paradigms of Artificial Intelligence Programming: Case Studies in Common Lisp*, 1st Edition, Kindle Edition, Amazon Digital Services LLC, e.t.

¹⁰⁴ Peter Norvig, *Paradigms of Artificial Intelligence Programming: Case Studies in Common Lisp*, 1st Edition, Kindle Edition, Amazon Digital Services LLC, e.t.

¹⁰⁵ TheFoundation for Intelligent Physical Agents <http://www.fipa.org/> .

Wooldridge και Jennings, *Intelligent agents: theory and practice*, Volume 10, Issue 2, June 1995 .

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

Η απόκριση για ένα διαμεσολαβητή είναι η παρατήρηση του περιβάλλοντος, έτσι ώστε να αντιδρά ανάλογα με τα γεγονότα που τον αφορούν, ενώ η ανάληψη πρωτοβουλιών εκφράζει τη συμπεριφορά του διαμεσολαβητή, όποτε αυτός κρίνει απαραίτητο.

Υπάρχουν δραστηριότητες που αφορούν τη συμπεριφορά των διαμεσολαβητών¹⁰⁷ και αυτές είναι: η εξατομίκευση (personalization) και η προσαρμογή (adaptation), οι οποίες για τους διαμεσολαβητές λαμβάνουν τον ρόλο των προσωπικών βοηθών, οι οποίοι προσαρμόζονται στις ανάγκες του χρήστη. Η ικανότητα μετακίνησης (mobility) δίνει τη δυνατότητα σ' έναν διαμεσολαβητή, να μεταφέρετε σε απομακρυσμένους σταθμούς εργασίας, ώστε να βρει κάποια διαθέσιμη υπηρεσία. Η ειλικρίνεια (veracity) που επισημαίνει την εκπομπή αληθινών αστείων, η καλοπροαίρεση (benevolence) που φανερώνει την αποστολή ευρέων στοιχείων από τον διαμεσολαβητή και ο ορθολογισμός (rationality) που αποσκοπεί στην επίτευξη των στόχων με ορθολογισμό αποκλείοντας ενδεχόμενα που δεν εμπίπτουν στην αναζήτηση.

Για την περιγραφή του τρόπου συμπεριφοράς ενός διαμεσολαβητή, οι επιστήμονες χρησιμοποιούν έννοιες που είναι κυρίως κατανοητές στους απλούς ανθρώπους όπως γνώση, επιθυμίες, προθέσεις, δεσμεύσεις, ικανότητες, επιλογές ακόμα και συναισθήματα. Πρόκειται για καθημερινές δραστηριότητες που η συνήθεια δημιουργεί κατανοητά νοήματα. Για αυτό το λόγο γίνεται η χρήση της λεγόμενης λαϊκής ψυχολογίας (folk psychology) που ο καθένας μπορεί να καταλάβει χωρίς δυσκολία. Η θεώρηση ενός διαμεσολαβητή ως συστήματος προθέσεων (intentional system) βασίζεται στη περιγραφή του φιλόσοφου Daniel Dennett ο οποίος με τον όρο αυτό περιγράφει οντότητες:

‘...των οποίων η συμπεριφορά μπορεί να προβλεφθεί αποδίδοντας τους πεποιθήσεις, επιθυμίες και λογική οξυδέρκεια’¹⁰⁸

Η ως άνω θεώρηση είναι ευρέως διαδεδομένη στις περιγραφές των διαμεσολαβητών. Αμέσως, όμως, τίθεται το θέμα, αν η απόδοση τέτοιων χαρακτηριστικών στους

¹⁰⁷ Michael Wooldridge · Nicholas R. Jennings, *Intelligent agents: theory and practice*, Volume 10, Issue 2, June 1995, Άρθρο The Knowledge Engineering Review, Cambridge Core.

¹⁰⁸ Michael Wooldridge · Nicholas R. Jennings, *Intelligent agents: theory and practice*, Volume 10, Issue 2, June 1995, Άρθρο The Knowledge Engineering Review, Cambridge Core.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφρόνη Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

διαμεσολαβητές (και γενικότερα στις μηχανές) είναι θεμιτή και δικαιολογημένη ή ακόμα περισσότερο, αν είναι χρήσιμη. Οι περιπτώσεις κατά τις οποίες αυτή η θεώρηση είναι θεμιτή και χρήσιμη έχουν συζητηθεί από τον J. Mc Carthy¹⁰⁹:

«Η απόδοση χαρακτηριστικών όπως πεποιθήσεων, ελεύθερης βούλησης, προθέσεων, συνείδησης, ικανοτήτων ή επιθυμιών σε μια μηχανή ή ένα πρόγραμμα είναι θεμιτή όταν μια τέτοια απόδοση εκφράζει την ίδια πληροφορία σχετικά με τη μηχανή όπως θα εξέφραζε για ένα άτομο. Είναι χρήσιμη όταν αυτή η απόδοση μας βοηθάει να κατανοήσουμε τη δομή της μηχανής την προηγούμενη ή μελλοντική της συμπεριφορά ή τον τρόπο για να την επισκευάσουμε ή να την βελτιώσουμε»¹¹⁰.

Αργότερα πολλοί επιστήμονες απέδειξαν ότι κάθε αντικείμενο μπορεί να περιγράφει ως διαμεσολαβητής, χρησιμοποιώντας αυτή την θεώρηση. Ο Shoham¹¹¹ χρησιμοποιεί ένα εύλογο παράδειγμα με το διακόπτη ηλεκτρικού ρεύματος. Επισημαίνει ότι είναι απόλυτα λογικό, να θεωρήσει κάποιος ότι ένας διακόπτης ηλεκτρικού ρεύματος είναι ο διαμεσολαβητής για την μετάδοση ρεύματος. Έτσι, το πάτημα του διακόπτη ρεύματος είναι ο τρόπος επικοινωνίας και ο τρόπος έκφρασης των επιθυμιών μας. Όμως, για την περιγραφή ενός διακόπτη ηλεκτρικού διακόπτη δεν υπάρχει κάποιο ιδιαίτερο κέρδος, επειδή ο διακόπτης είναι μια απλή συσκευή και η λειτουργία του αρκετά, κατανοητή. Ωστόσο, δεν ισχύει το ίδιο για πολύπλοκα συστήματα, όπως είναι τα robots δεδομένου ότι δεν αποτελεί μια απλή, καθημερινή και εύκολη συσκευή.

Προκύπτει λοιπόν, ότι η θεώρηση των διαμεσολαβητών είναι ένα σύστημα που επικεντρώνεται στη περιγραφή της συμπεριφοράς. Βασικό μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός

¹⁰⁹ John McCarthy, *Artificial Intelligence*, <http://jmc.stanford.edu/artificial-intelligence/index.html>, Μάρτιος 2019.

¹¹⁰ John McCarthy, *Artificial Intelligence*, <http://jmc.stanford.edu/artificial-intelligence/index.html>, Μάρτιος 2019.

¹¹¹ Yoav Shoham, *Artificial intelligence: logic-based knowledge representation- multiagent systems*, <http://ai.stanford.edu/~shoham>, Μάρτιος 2019.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

ότι δεν υποδηλώνεται τίποτα, σχετικά με την εσωτερική κατάσταση ή αναπαράσταση του περιγραφόμενου συστήματος.

Καταλήγοντας οι Wooldridge και Jennings¹¹² συμπεραίνουν ότι τα κατάλληλα χαρακτηριστικά για την αναπαράσταση των διαμεσολαβητών κατηγοριοποιούνται σ' αυτά που σχετίζονται με την πληροφορία, που έχει ένας διαμεσολαβητής, σχετικά με το περιβάλλον που βρίσκεται, όπως πεποιθήσεις και γνώση (information attitudes) και σ' αυτά, που κατά κάποιον τρόπο, καθοδηγούν τις ενέργειες του διαμεσολαβητή (pro-attitudes) όπως επιθυμίες, προθέσεις, δεσμεύσεις, επιλογές κ.α.

¹¹² Michael Wooldridge · Nicholas R. Jennings, *Intelligent agents: theory and practice*, Volume 10, Issue 2, June 1995, Άρθρο The Knowledge Engineering Review, Cambridge Core.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

INTERNET OF THINGS

3.1 Internet of Things: Μια ιδέα του Διαδικτύου των πραγμάτων

Μελετώντας το Internet of Things ανακαλύπτεται μια ιδέα, η οποία εμφανίστηκε στην σύγχρονη εποχή της καινοτομίας μέσα από την διεθνοποίηση και παγκοσμιοποίηση της επικοινωνίας. Υφίσταται από όταν, οι άνθρωποι επιχειρήσαν την βελτίωση της ποιότητας της ζωής τους, μέσα από την διαρκή εξέλιξη των τεχνολογιών, αποσκοπώντας κυρίως στην διευκόλυνση της καθημερινότητάς τους και στην επίλυση προβλημάτων.

Ο όρος “Internet of Things” (IoT) επινοήθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1990 από τον επιχειρηματία Kevin Ashton. Ο Ashton, ο οποίος είναι ένας από τους ιδρυτές του Auto-ID Center στο MIT, ήταν μέρος μιας ομάδας που ανακάλυψε τον τρόπο να συνδέσει τα αντικείμενα με το διαδίκτυο μέσω μιας ετικέτας. Επινόησε τον όρο IoT για να τονίσει την ισχύ των συστημάτων ταυτοποίησης μέσω ραδιοσυχνότητας RFID (Radio Frequency Identification), που χρησιμοποιούνται από εταιρικές εφοδιαστικές αλυσίδες, προκειμένου να μετρήσουν και να παρακολουθήσουν τα εμπορεύματα, χωρίς την ανάγκη για ανθρώπινη παρέμβαση¹¹³. Έχει δηλώσει ότι χρησιμοποίησε πρώτη φορά τη φράση “Internet of Things” σε μια παρουσίαση που έκανε το 1999 - και ο όρος αυτός έχει κολλήσει από τότε¹¹⁴.

Σύμφωνα με την έκθεση της McKinsey¹¹⁵, το Internet of Things (IOT) είναι μία από τις τρεις κορυφαίες τεχνολογικές εξελίξεις της επόμενης δεκαετίας (μαζί με το Mobile Internet και την αυτοματοποίηση του knowledge work). Στην έκθεση αποσαφηνίστηκε ότι

¹¹³ https://en.wikipedia.org/wiki/Radiofrequency_identification

¹¹⁴ Η Ιστορία του Internet of Things, https://www.sas.com/el_gr/insights/big-data/internet-of-things.html .

¹¹⁵ «Επαναστατικές τεχνολογίες : Οι πρόοδοι που θα μεταμορφώσουν τη ζωή, τις επιχειρήσεις και την παγκόσμια οικονομία», Παπαγρίβας Ελευθέριος & Φραγκουλάκης Γεώργιος, Πτυχιακή Εργασία: ΤΟ INTERNET ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ – INTERNET OF THINGS, Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής, ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, Νοέμβριος 2016.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

«το Internet of Things» είναι μια σαρωτική έννοια, που αποτελεί πρόκληση για όλους τους πιθανούς τρόπους με τους οποίους, οι επιχειρήσεις, οι οικονομίες ή και η κοινωνία θα αποτελέσουν φερέφωνα του μεταβλητού περιβάλλοντος. Ωστόσο, μερικές εκ των επερχόμενων ή και των ήδη υπάρχοντων αλλαγών οφείλονται στην δημιουργία και λειτουργία του IOT. Πιο συγκεκριμένα, ο IoT είναι: η επικοινωνία της μηχανής με μηχανή (MTM), η επικοινωνία της μηχανής με μία ολόκληρη υποδομή συστημάτων, η επικοινωνία της μηχανής με το περιβάλλον καθώς και η επικοινωνία με οποιαδήποτε εν δυνάμει «έξυπνη» συσκευή μέσω αισθητήρων¹¹⁶.



Βέβαια, η απόδοση του εν λόγω όρου στα ελληνικά, είναι το «ιντερνέτ των πραγμάτων». Αυτό αποπνέει ένα μυστήριο που στην πραγματικότητα, αποτελεί μια καθημερινή λειτουργία εφαρμογών. Το διαδίκτυο δεν το χρησιμοποιούν μόνο οι άνθρωποι, αλλά χρησιμεύει και στις μηχανές και στα προϊόντα και στα πράγματα, αφού παίζει σημαντικό ρόλο στην επικοινωνία μεταξύ αντικειμένων, προκειμένου να επιτευχθούν εντολές, οι οποίες τίθενται από ανθρώπους και εκτελούνται από αντικείμενα. Βασικό παράδειγμα κατανόησης τέτοιων εφαρμογών αποτελεί το παράδειγμα επικοινωνίας μέσω αισθητήρων, όπου η ενσωμάτωση αισθητήρων στα φυσικά αντικείμενα, συνδέονται μέσω ενσύρματων και ασύρματων δικτύων, χρησιμοποιώντας συχνά το ίδιο πρωτόκολλο Internet (IP) που συνδέει το Διαδίκτυο, καθιστώντας την δυνατότητα όλα τα αντικείμενα να μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους, αλλά και με άλλα αντικείμενα.

¹¹⁶ «Επαναστατικές τεχνολογίες : Οι πρόοδοι που θα μεταμορφώσουν τη ζωή, τις επιχειρήσεις και την παγκόσμια οικονομία», Παπαγρίβας Ελευθέριος & Φραγκουλάκης Γεώργιος, Πτυχιακή Εργασία: ΤΟ INTERNET ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ – INTERNET OF THINGS, Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής, ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, Νοέμβριος 2016.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

Σ' αυτό το παράδειγμα επικρατεί η ιδέα ότι η επικοινωνία μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσω υπολογιστή και ενός έξυπνου κινητού τηλεφώνου. Μ' αυτό τον νέο τρόπο επικοινωνίας (μέσω αισθητήρων), η συνδεσμολογία προκύπτει μέσα από συνδεδεμένα σπίτια και πόλεις μέχρι συνδεδεμένα αυτοκίνητα και μηχανήματα. Οι συσκευές που θα παρακολουθούν τη συμπεριφορά ενός ατόμου, θα χρησιμοποιούν τα δεδομένα που συλλέγονται για ένα νέο είδος υπηρεσιών. «Συσκευές «ινκόγκνιτο» σε δημόσιους και ιδιωτικούς χώρους, θα αναγνωρίζουν τους κατοίκους μιας έξυπνης πόλης και θα προσαρμόζονται στις απαιτήσεις αυτών για την άνεση, την ασφάλεια, το βελτιωμένο εμπόριο, την ψυχαγωγία, την εκπαίδευση, τη εξοικονόμηση των πόρων, τη λειτουργική αποδοτικότητα και την προσωπική ευημερία»¹¹⁷.

Αναμφίβολα, το Internet of Things δημιουργείται και αναπτύσσεται ταχύτατα. Οι απεριόριστες δυνατότητες του δημιουργεί έναν παγκόσμιο νευρωτικό δίκτυο επικοινωνίας, το οποίο είναι βασισμένο στο Internet(IP) και το Cloud και απορρέει στην βελτιστοποίηση της ανθρώπινης ζωής και της φύσης. Πιο συγκεκριμένα, οι μεγάλες ποσότητες πληροφοριών θα μεταφέρονται μέσα από το δίκτυο και θα καταλήγουν σε συστήματα ή συσκευές, στις οποίες μπορούν να προγραμματιστούν και να ελεγχθούν. Σκοπός είναι συλλογή αυτών των πληροφοριών, η οποία θα διευκολύνει τον τρόπο ζωής, θα δημιουργεί νέες ευκαιρίες και υπηρεσίες προς όφελος του ανθρώπου και θα μειώσει την αδιάκοπη κατακρεούργηση του περιβάλλοντος. Συμπεραίνεται λοιπόν, ότι οι δυνατότητες που προσφέρει το IOT είναι τεράστιες, με νέες ιδέες υλοποίησης και με έναν δυναμικό τρόπο που θα επηρεάσει τις ζωές των ανθρώπων. Γι' αυτό τον λόγο, οι οργανισμοί, όπως Alliance of IOT Innovations, Internet Society Releases Internet of Things, και διάφοροι άλλοι οργανισμοί, έχουν δημιουργηθεί για να βοηθήσουν στην μετάβαση αυτής, της νέας εποχής του IOT .

Το παραπάνω παράδειγμα, με τις συσκευές να αλληλοεπιδρούν με ευρεία γκάμα συσκευών και με το περιβάλλον, σε πολλούς χρήστες φαίνεται ουτοπικό και καινοτόμο. Ταυτόχρονα, επιδίδει στην άποψη ότι η τεχνολογία αναπτύχθηκε βίαια στα πρόθυρα της νέας γενιάς του IOT , για να επιτρέψει την ασύγχρονη επικοινωνία αυτών των συσκευών. Σε

¹¹⁷ Έκθεση της Intel, "Rise of the Embedded Internet".

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

απάντηση αυτής της άποψης υπάρχει η ιδέα ότι το IOT άρχισε να υφίσταται σαν μια αόριστη σκέψη ήδη από το 1950 και δεν είναι απόρροια της δεκαετίας της τεχνολογικής έξαρσης.

Ήδη, οι μηχανικοί της IBM είχαν την ανάγκη να ορίσουν ταυτότητες σε κάθε αντικείμενο και μηχανήμα που χρησιμοποιούσαν στην επιχείρηση . Η διαρκής ενασχόληση και οι πειραματισμοί με γραμμικά σχήματα, οδήγησαν στην ανακάλυψη των Barcodes. Νέοι πειραματισμοί από μηχανικούς και επιστήμονες ακολούθησαν σε επίπεδο hardware και κινητών φορητών συσκευών τις οποίες μπορείς να φοράς στον καρπό σου (wearables). Η πρώτη συσκευή του Edward O. Thorp¹¹⁸, το 1955, αφορούσε την κατασκευή ενός ρολογιού, το οποίο προέβλεπε τους κύκλους που έκαναν οι ρουλέτες στα καζίνο του Las Vegas μέσα από περίπλοκους αλγορίθμους. Το 1967, δημιουργήθηκε η πρώτη συσκευή σε σχήμα μωπικών γυαλιών τον Hubert Urton¹¹⁹. Η συγκεκριμένη συσκευή συνέβαλε στα άτομα με ειδικές ανάγκες, να διαβάζουν τα χείλια των ανθρώπων. Το 2011, η εταιρία Google εμπνεύστηκε από την ιδέα του Hubert και δημιούργησε το project Google Glass¹²⁰ με στοιχεία από αυξημένη πραγματικότητα.

Τρία χρόνια μετά, με την δημιουργία του δικτύου ARPANET¹²¹ ¹²²για την επικοινωνία και ανταλλαγή δεδομένων, ανάμεσα στις στρατιωτικές βάσεις των ΗΠΑ, στάλθηκε το πρώτο μήνυμα απομακρυσμένων υπολογιστών. Ήταν το πρώτο δίκτυο που

¹¹⁸ Wikipedia, «Edward O. Thorp», https://en.wikipedia.org/wiki/Edward_O._Thorp .

¹¹⁹ Ryan Ayers, “From Lip Reading to Google Glass and Beyond: The Evolution of Wearable IoT Devices”, <https://readwrite.com/2018/03/22/lip-reading-google-glass-beyond-evolution-wearable-iot-devices/> , Μάρτιος 2018.

¹²⁰ Ryan Ayers, “From Lip Reading to Google Glass and Beyond: The Evolution of Wearable IoT Devices”, <https://readwrite.com/2018/03/22/lip-reading-google-glass-beyond-evolution-wearable-iot-devices/> , Μάρτιος 2018.

¹²¹ Το ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network) ήταν το πρώτο στον κόσμο δίκτυο μεταγωγής πακέτου και το δίκτυο πυρήνας ενός συνόλου που θα συνέθετε το παγκόσμιο Διαδίκτυο (internet). Το δίκτυο χρηματοδοτήθηκε από το Γραφείο ερευνών Αμύνης (Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)) του τμήματος άμυνας των Ηνωμένων Πολιτειών για χρήση στα πανεπιστήμια και εργαστήρια ερευνών στις Η.Π.Α.. Η μεταγωγή πακέτων του ARPANET βασίστηκε σε σχέδια του Lawrence Roberts του εργαστηρίου 'Lincoln Laboratory'.

¹²² «Living Internet: Lawrence Roberts Manages The ARPANET Program». *livinginternet.com*. Ανακτήθηκε στις 6 November 2008.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

σήμανε μια νέα εποχή δικτύωσης, και την αφετηρία για την εποχή του Internet. Το 1982 ήταν η γενιά του Internet και του πρωτόκολλου TCP/IP¹²³, το οποίο πέρασε από την διαδικασία για να γίνει πρότυπο (standard). Με το πρωτόκολλο TCP/IP¹²⁴ ξετυλίγεται μια νέα εποχή, ενός παγκόσμιου ιστού, και δίκτυα που ενώνονται μεταξύ τους, για να δημιουργηθεί το διαδίκτυο όπως το γνωρίζουμε σήμερα. Η τεχνολογία του RFID που θα χρησιμοποιηθεί στην εποχή του Internet of Things, είναι η τεχνολογία που επιτρέπει την ασύρματη, αλλά παθητική ανάγνωση και εγγραφή δεδομένων, σε συσκευές. Το RFID είναι τα αρχικά του όρου Radio Frequency Identification, η απόδοση του στα ελληνικά ορίζεται ως «ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων». Τα συστήματα RFID αποτελούν ένα υποσύνολο των Συστημάτων Αυτόματου Προσδιορισμού (Automatic Identification Systems)¹²⁵. Ειδικότερα λειτουργεί ως γενικός όρος των τεχνολογιών που χρησιμοποιούν ραδιοκύματα για να προσδιορίσουν αυτόματα ανθρώπους ή αντικείμενα και αποτελεί την τεχνολογική εξέλιξη των ραβδωτών κωδίκων (barcode).

Η τεχνολογία αυτή δημιουργήθηκε τον Ιανουάριο του 1973 από τον Mario Cardullo και όμως η ευρεία χρήση του RFID, κυρίως στον επιχειρησιακό κλάδο ξεκίνησε το 2013, απ' την πολυεθνική Inditex. Η χρήση της συγκεκριμένης τεχνολογίας εφαρμόζεται μαζικά σ' όλα τα καταστήματα της, και διευρύνθηκε σ' άλλες επιχειρήσεις, οι οποίες ταυτίστηκαν με το όραμα του Internet of Things. Μια δεκαετία μετά, αναπτύχθηκε η σκέψη επικοινωνίας «machine to machine» από φοιτητές του Πανεπιστημίου Carnegie Mellon της Pennsylvania. Εγκατέστησαν μηχανισμούς για την παρακολούθηση θερμοκρασίας από τερματικούς υπολογιστές, στα μηχανήματα αυτόματων πολιτών που υπήρχαν στο Πανεπιστήμιο. Το 1990 ο υπάλληλος Mark Weiser της Xerox Parc δημοσίευσε στον αμερικάνικο τύπο άρθρο για την

¹²³ Το TCP/IP (Αγγλικά: **Transmission Control Protocol/Internet Protocol**, σημασία στα Ελληνικά: *Πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης/Πρωτόκολλο Διαδικτύου*) είναι μια συλλογή πρωτοκόλλων επικοινωνίας στα οποία βασίζεται το Διαδίκτυο αλλά και μεγάλο ποσοστό των εμπορικών δικτύων. Η ονομασία TCP/IP προέρχεται από τις συντομογραφίες των δυο κυριότερων πρωτοκόλλων της συλλογής: το Transmission Control Protocol (σημασία στα ελληνικά: *Πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης*) και το Internet Protocol (*Πρωτόκολλο Διαδικτύου*).

¹²⁴ Andrew S. Tanenbaum, *Computer Networks, Fourth edition*, ISBN 0-13-066102-3

¹²⁵ <https://el.wikipedia.org/wiki/RFID>

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

εξέλιξη των υπολογιστών του 21ου αιώνα και χρησιμοποίησε όρους «καθολικών συστημάτων» και «ενσωματωμένα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας». Ενώ το 1995, η Siemens ανακοίνωσε το πρώτο chip, το οποίο μέσω δικτύου GSM επιτρέπει βιομηχανικά συστήματα, να επικοινωνούν μεταξύ τους ασύρματα και να εκτελούν εντολές, ενώ η IEEE ξεκίνησε το πρώτο διεθνές φόρουμ για τα wearable computers¹²⁶.

Το 1999, το MIT δημιουργεί το πρώτο κέντρο ερευνών με σύγχρονα συστήματα για έρευνες και μέσα σε δύο χρόνια, ο David Brock ανακοίνωσε την εξέλιξη των Barcodes, σ' ένα νέο σύστημα, πιο έξυπνων τρόπων ανάγνωσης πληροφοριών¹²⁷. Αυτό θα επέτρεπε στις τεχνολογίες RFID, Bluetooth και άλλες ασύρματες τεχνολογίες να τροποποιήσουν, να διαβάσουν και να γράψουν δεδομένα σε αντικείμενα, μέσω ενός RFID tag. Αυτό το νέο σύστημα ονομάστηκε EPC (Electronic Product Code)¹²⁸. Ο Ashton, ο οποίος δούλευε στην βελτιστοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας, ήθελε να προσελκύσει την προσοχή της διοίκησης σε μια νέα συναρπαστική τεχνολογία που ονομάζεται RFID. Ένα χρόνο μετά, το Auto ID Center μετονομάστηκε σε Auto ID Labs και έγινε το πρώτο υπερσύγχρονο δίκτυο ανάπτυξης και standardizing του Internet of Things, το οποίο όνομα (Internet of Things) ανακοινώθηκε από τον Kevin Ashton, μέσα στο Auto ID Center¹²⁹. Στα τέλη του έτους, ο Kevin έγραψε τα εξής στο περιοδικό RFID: «Αν είχαμε υπολογιστές που ήξεραν τα πάντα και δούλευαν απροβλημάτιστα για να συλλέγουν ακόμα περισσότερα δεδομένα, χωρίς καμία βοήθεια από εμάς, θα είμαστε σε θέση να παρακολουθούμε και να «μετράμε τα πάντα», και σε μεγάλο βαθμό να μετράμε τα ποσοστά των αποβλήτων, των ζημιών και του κόστους. Θα γνωρίζουμε πότε τα πράγματα χρειάζονται αντικατάσταση, επισκευή ή ανάκληση. Πρέπει να

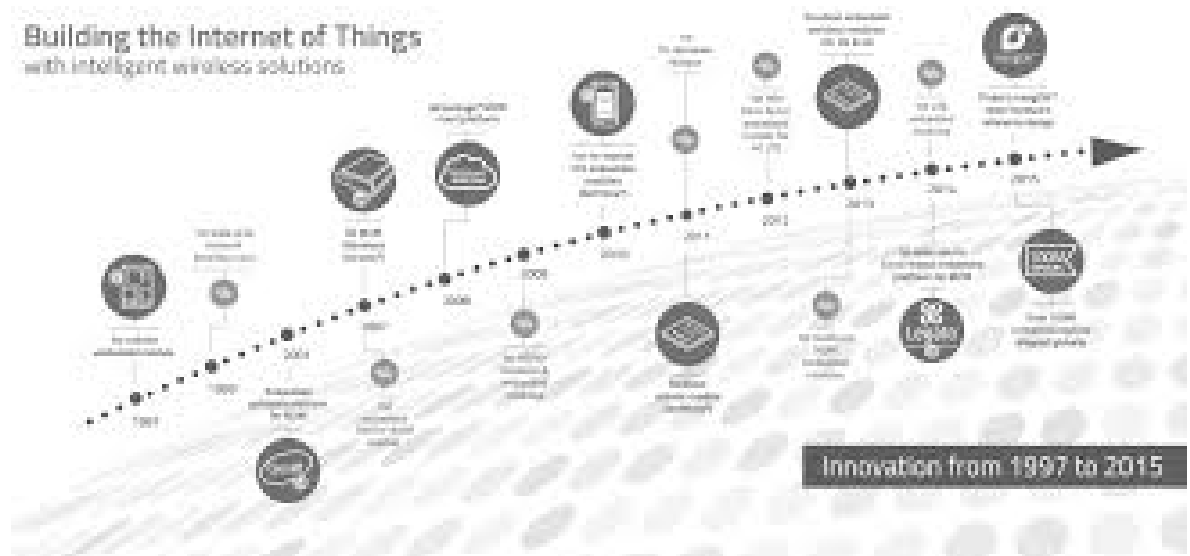
¹²⁶ Mousavidin Elham, RFID Technology: An Update", ISRC Technology Briefing Series, RFID Journal.

¹²⁷ Roberts C.M., "Radio Frequency identification (RFID)", Computers and security 25, p. 18-26, 2006.

¹²⁸ Γιάγγλης Γεώργιος, "Επισκόπηση τεχνολογίας ραδιοσυχνικής αναγνώρισης (RFID)", 2006.

¹²⁹ Mousavidin Elham, RFID Technology: An Update", ISRC Technology Briefing Series, RFID Journal.

ενισχύσουμε τους υπολογιστές με δικά τους μέσα συγκέντρωσης πληροφοριών, ώστε να μπορούν να δουν, να ακούσουν και να μυρίσουν τον κόσμο για τον εαυτό τους. Το RFID και η τεχνολογία αισθητήρων επιτρέπει στους υπολογιστές να παρατηρούν, να εντοπίζουν και να κατανοούν τον κόσμο, χωρίς να περιορίζονται από τα δεδομένα που έχουν εισαχθεί από τον άνθρωπο»¹³⁰.



Σχήμα 8: Σημαντικά Ορόσημα του IoT από το 1997-2015¹³¹.

Το 2005, μέλη από το πρόγραμμα Interaction Design Institute Ivrea κατασκεύασαν την πλατφόρμα του Arduino¹³², για μια φτηνή λύση μικροελεγκτή που προορίζονταν για τους φοιτητές. Η ομάδα IPSO συντάχθηκε το 2008¹³³ αποσκοπώντας στην διάσωση του πρωτοκόλλου IP. Πλέον, η IPSO έχει πάνω από 50 εταιρικά μέλη, για την διάδοση του πρωτοκόλλου προς το μέλλον. Δύο χρόνια μετά, η τεχνολογία του Bluetooth¹³⁴

¹³⁰ RFID – Radio Frequency Identification, 13 Ιουνίου 2011, <https://www.pemptousia.gr/2011/06/rfid-radio-frequency-identification/>.

¹³¹

https://www.google.gr/search?biw=1517&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=PvCZXNbTDuTZxgP8o4bwBw&q=ISTORIA+the+Internet+of+Things&oq=ISTORIA+the+Internet+of+Things&gs_l=img.3

¹³² <http://interactionivrea.org/en/index.asp>

¹³³ https://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page

¹³⁴ Το **Bluetooth** είναι ένα βιομηχανικό πρότυπο για ασύρματα προσωπικά δίκτυα υπολογιστών (Wireless Personal Area Networks, WPAN). Πρόκειται για μια ασύρματη τηλεπικοινωνιακή τεχνολογία μικρών

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

αναβαθμίζεται και εισάγεται στην αγορά ένα νέο standard με ονομασία Smart Bluetooth ή αλλιώς Bluetooth Low Energy(BLE)¹³⁵, επιτρέποντας νέες εφαρμογές, συνδεδεμένες στους τομείς της υγείας, άθλησης, και home entertainment να ενταχθούν στον κόσμο του IOT . Το 2010, πληροφορίες που διέρρευσαν σχετικά με την υπηρεσία της Google. Πιο συγκεκριμένα, η Street View φωτογραφούσε 360 μοιρών φωτογραφίες και αποτύπωνε γειτονιές και δρόμους σε ηλεκτρονική μορφή, αλλά επίσης είχε αποθηκευμένους τόνους δεδομένων των δικτύων WiFi των ανθρώπων, σ' αυτές τις περιοχές. Οι άνθρωποι συζητούσαν αυτή την πληροφορία σαν την αρχή μιας νέας στρατηγικής της Google, η οποία διχοτόμησε τις απόψεις των χρηστών του διαδικτύου, αλλά και του φυσικού κόσμου. Την ίδια χρονιά, η κινεζική κυβέρνηση ανακοίνωσε ότι θα κάνει το IOT να αποτελεί στρατηγική προτεραιότητα στο πενταετές σχέδιο τους. Ενώ το 2011, η Gartner, η εταιρεία έρευνας της αγοράς που εφηύρε την περίφημη «διαφημιστική εκστρατεία του κύκλου για τις αναδυόμενες τεχνολογίες» περιλαμβάνεται ένα νέο στη λίστα της: «Το Internet of Things». Το επόμενο έτος, το θέμα της μεγαλύτερης ευρωπαϊκής διαδικτυακής διάσκεψης LeWeb ήταν το «Internet of Things»¹³⁶.

Ταυτόχρονα δημοφιλή περιοδικά που εστιάζουν στην τεχνολογία όπως το Forbes, το Fast Company, και το Wired άρχισαν να χρησιμοποιούν το IOT στο λεξιλόγιό τους για να περιγράψουν το νέο αυτό φαινόμενο. Την ίδια χρονιά, το πρωτόκολλο του IP άλλαξε versioning και με την νέα έκτη έκδοση του υποστηρίζει περισσότερες συσκευές γρηγορότερες, και αποδοτικότερες σε θέματα διασύνδεσης. Τον Οκτώβριο του 2013, η IDC δημοσίευσε μια έκθεση που αναφέρει ότι το IOT θα στοίχιζε \$8.900 δισεκατομμύρια στην αγορά το 2020 και ο όρος Internet of Things έφτασε στη μαζική συνειδητοποίηση της αγοράς, όταν η Google ανακοίνωσε την αγορά της Nest για \$3,2 δις μια εταιρία που

αποστάσεων, η οποία μπορεί να μεταδώσει σήματα μέσω μικροκυμάτων σε ψηφιακές συσκευές. Επομένως το Bluetooth είναι ένα πρωτόκολλο το οποίο παρέχει προτυποποιημένη, ασύρματη επικοινωνία ανάμεσα σε PDA, κινητά τηλέφωνα, φορητοί υπολογιστές, προσωπικοί υπολογιστές, εκτυπωτές, καθώς και ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές ή ψηφιακές κάμερες, μέσω μιας ασφαλούς, φθηνής και παγκοσμίως διαθέσιμης χωρίς ειδική άδεια ραδιοσυχνότητας μικρής εμβέλειας. Από τεχνικής άποψης το Bluetooth είναι ένα πρωτόκολλο ασύρματης δικτύωσης σε φυσικό επίπεδο, υποεπίπεδο MAC και, προαιρετικά, υποεπίπεδο LLC.

<https://el.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>

¹³⁵ <https://el.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>.

¹³⁶ i-TECH4u.gr. «Internet of Things σε απλά ελληνικά». Ανακτήθηκε στις 2018-02-01.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

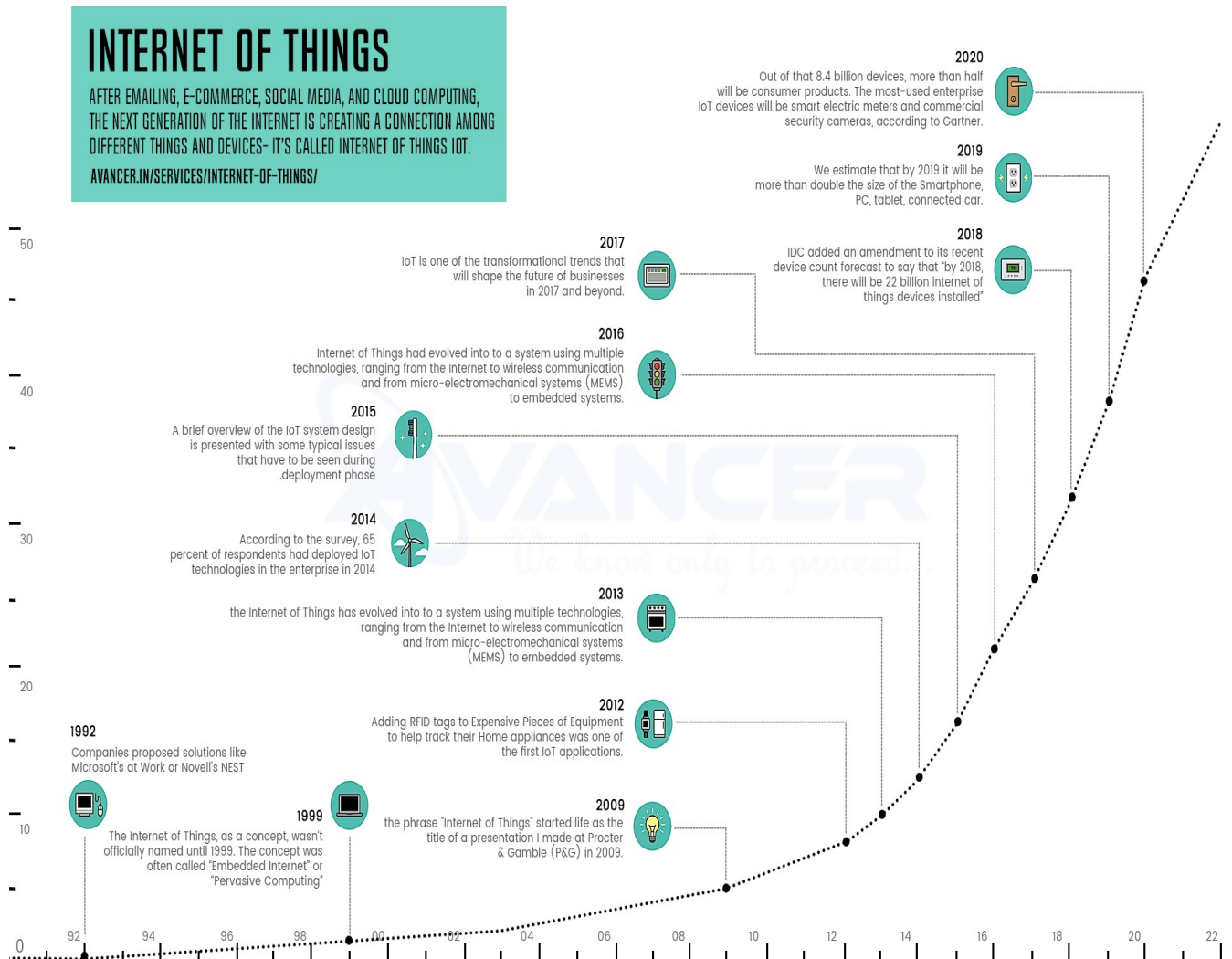
κατασκεύαζε συσκευές για το IOT καθώς την ίδια στιγμή το Consumer Electronics Show (CES) στο Λας Βέγκας πραγματοποιήθηκε υπό το θέμα του IOT¹³⁷.

Το 2014, η Apple ανακοίνωσε το HealthKit & HomeKit¹³⁸, δυο πλατφόρμες ανάπτυξης υλοποιήσεων και την υποστήριξη της πλατφόρμας από τις νέες συσκευές, με σκοπό η ιδέα του έξυπνου σπιτιού & τρόπο ζωής να έρθει πιο κοντά στο σήμερα. Επίσης η τεχνολογία iBeacon έφερε νέα πρότυπα στην αγορά των καταστημάτων και της πώλησης. Τα σημεία κλειδιά για την ανάπτυξη του Internet of Things, είναι η τεχνολογία του RFID και συναφείς τεχνολογίες διευθυνσιοδότησης -που αναπτύχθηκαν πρώτα στο κέντρο Auto ID Lab - καθώς και οι δυνατότητες του IPv6 θα επιτρέψουν σε κάθε αντικείμενο να έχει την δικιά του ξεχωριστή IP διεύθυνση, και αυτά τα αντικείμενα θα «εισέλθουν» στο κόσμο του IOT.

Παρακάτω παρουσιάζεται το IoT τα επόμενα χρόνια (Σχήμα 9)

¹³⁷ «Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions» (στα αγγλικά). *Future Generation Computer Systems* **29** (7): 1645–1660. 2013-09-01.

¹³⁸ <https://www.iphonehellas.gr/homekit-accessories/>



Σχήμα 9: The history of IoT ¹³⁹

Το Internet of Things δεν είναι το αποτέλεσμα μιας μόνο, πρωτότυπης τεχνολογίας. Υπάρχουν κάποιες δυνατότητες που συνεργάζονται για να βοηθήσουν να γεφυρωθεί το χάσμα μεταξύ του εικονικού και του φυσικού κόσμου. Οι δυνατότητες αυτές περιλαμβάνουν :

¹³⁹ https://www.google.gr/search?biw=1517&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=kO-ZXOnzL8aU1fAPg_iPqAU&q=history+the+Internet+of+Things&oq=history+the+Internet+of+Things&gs_l=img.3

- **Επικοινωνία και συνεργασία:** Τα αντικείμενα δικτυώνονται με τους πόρους του Διαδικτύου ή το ένα με το άλλο αμφότερα, χρησιμοποιούν τα δεδομένα και τις υπηρεσίες και ενημερώνουν τη κατάστασή τους. Οι ασύρματες τεχνολογίες, όπως το GSM και UMTS, Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee και διάφορα άλλα ασύρματα πρότυπα δικτύωσης που είναι υπό ανάπτυξη, ιδιαίτερα αυτών που σχετίζονται με τα προσωπικά ασύρματα δίκτυα (WPANs).
- **Διευθυνσιοδότηση:** Σε ένα Internet of Things μπορούν τα αντικείμενα να διευθυνσιοδοτούνται, μέσω της εξερεύνησης ή το όνομα των υπηρεσιών, ώστε αυτό τους δίνει τη δυνατότητα να γίνονται ρυθμίσεις από απόσταση.
- **Ταυτοποίηση:** Τα αντικείμενα είναι μοναδικά αναγνωρίσιμα. Οι τεχνολογίες RFID, NFC (Near Field Communication) και οι οπτικά αναγνωρίσιμοι κώδικες (bar codes) είναι παραδείγματα τεχνολογιών, οι οποίες μπορούν να εντοπίσουν αντικείμενα που δεν έχουν ενσωματωμένους, ενεργειακούς πόρους και να αναγνωριστούν με τη βοήθεια ενός «διαμεσολαβητή», όπως μια συσκευή ραδιοσυχνικής αναγνώρισης ή αναμεταδότης RFID (Radio Frequency Identification) ή ένα κινητό τηλέφωνο. Η ταυτοποίηση επιτρέπει στα αντικείμενα να συνδέονται με πληροφορίες που σχετίζονται με το συγκεκριμένο αντικείμενο και ανακτώνται από έναν διακομιστή όπου ο μεσολαβητής να είναι συνδεδεμένος στο δίκτυο.
- **Ανίχνευση:** Τα αντικείμενα διαθέτουν κάποιες αισθητήριες που έχουν τη δυνατότητα να συλλέγουν πληροφορίες, ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται, και μ' αυτό τον τρόπο καταγράφουν τις πληροφορίες, τις διαβάζουν και αντιδρούν σύμφωνα μ' αυτές, μέσα στο περιβάλλον, στο οποίο βρίσκονται.
- **Ενεργοποίηση:** Τα αντικείμενα περιέχουν κάποιους ενεργοποιητές και μετατρέπουν τα ηλεκτρικά σήματα, σε μηχανική κίνηση. Οι ενεργοποιητές έχουν τη δυνατότητα να ελέγξουν εξ' αποστάσεως διεργασίες στο πραγματικό κόσμο, μέσω του Διαδικτύου.
- **Ενσωματωμένη επεξεργασία πληροφοριών:** Αντικείμενα έξυπνα που διαθέτουν έναν επεξεργαστή ή αλλιώς έναν μικροελεγκτή, καθώς και την ικανότητα αποθήκευσης. Αυτό γίνεται για να επεξεργάζονται και να ερμηνεύουν πληροφορίες των αισθητήρων.
- **Εντοπισμός:** Τα έξυπνα αντικείμενα έχουν επίγνωση της φυσικής τους θέσης. Το GPS είναι μια τεχνολογία για την επίτευξη αυτού του στόχου, καθώς και οι ραδιόφωνοι

(π.χ. γειτονικοί WLAN σταθμοί βάσεις ή αναγνώστες RFID με γνωστές συντεταγμένες), όπως και οι οπτικές ίνες.

- Διεπαφές χρήστη: Ένα έξυπνο αντικείμενο μπορεί να επικοινωνήσει με τους ανθρώπους. Βέβαια, αυτό θα πραγματοποιηθεί με τον κατάλληλο τρόπο (αυτό μπορεί να γίνει άμεσα ή έμμεσα). Κάποια καινοτόμα παραδείγματα αλληλεπίδρασης είναι οι χειροπιαστές διεπαφές χρήστη, ευέλικτες πολυμερείς βάσεις εικόνας και φωνής και μέθοδοι αναγνώρισης χειρονομιών.

Οι περισσότερες, ειδικές εφαρμογές χρειάζονται μόνο ένα υποσύνολο αυτών των δυνατοτήτων. Αυτό συνάδει την αύξηση των δαπανών και απαιτεί σημαντική, τεχνική προσπάθεια. Οι εφαρμογές Logistics επικεντρώνονται στη προσέγγιση εντοπισμού και στη σχετικά χαμηλού κόστους αναγνώρισης, που χρησιμοποιούν το RFID ή τα barcodes. Οι προάγγελοι της επικοινωνίας σε αντικείμενα καθημερινής χρήσης εμφανίζονται ιδιαίτερα, στο RFID, όπως για παράδειγμα τα «έξυπνα κλειδιά»¹⁴⁰ ή ένα «έξυπνο τραπέζι»¹⁴¹ (Σχήμα 10). Αυτές οι εφαρμογές περιλαμβάνουν ειδικά συστήματα, σύμφωνα με τα οποία το «Διαδίκτυο» ερμηνεύεται ως ανοιχτό, επεκτάσιμο και τυποποιημένο σύστημα.



Σχήμα 10: Έξυπνη Κάρτα¹⁴²

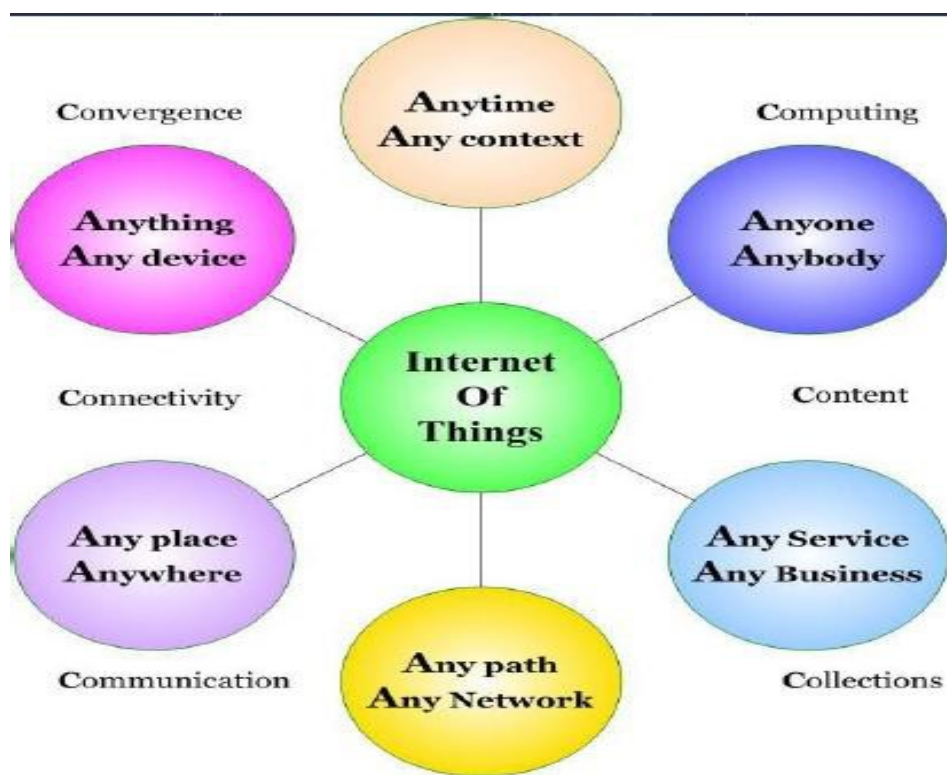
¹⁴⁰ Ειδικές κάρτες οι οποίες χρησιμοποιούνται κυρίως σε δωμάτια ξενοδοχείων προκειμένου να διευκολύνουν την χρήση των υπηρεσιών του δωματίου από τους πελάτες.

¹⁴¹ Πρόκειται για ειδική εφαρμογή παιγνιόχαρτων όπου ελέγχεται η πορεία του παιχνιδιού χρησιμοποιώντας τραπουλόχαρτα εξοπλισμένα με RFID.

¹⁴²

https://www.google.gr/search?biw=1517&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=AOSZXP_zGKmOlwSMn5vQDA&q=RFID+ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ&oq

Ο όρος «Πράγματα» γίνεται κατανοητός με διαφορετικό τρόπο ανάλογα στον τομέα που περιλαμβάνεται (σχήμα 11). Έτσι, προκύπτει ότι στην βιομηχανία, ο όρος «πράγματα» αφορούν τον εξοπλισμό, το προϊόν, τα μεταφορικά μέσα. Στο περιβάλλον, «πράγματα» είναι τα κτίρια, τα δέντρα και οι δραστηριότητες που σχετίζονται με την ανάπτυξη και την προστασία των φυσικών πόρων. Όσον αφορά την κοινωνία, τα «πράγματα» θεωρούνται οι συσκευές και οι δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα σε δημόσιους χώρους, με σκοπό την ανάπτυξη των κοινωνικών ομάδων των πόλεων και των ανθρώπων.



Σχήμα 11: Σύνδεση των κεντρικών στοιχείων του Internet of Things¹⁴³

143

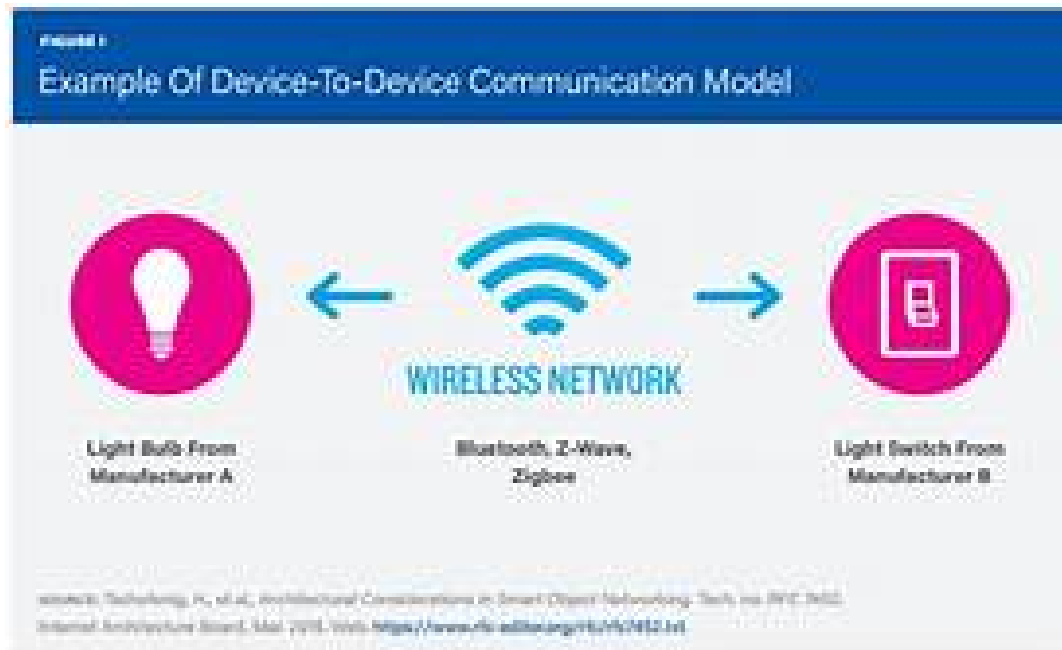
https://www.google.gr/search?biw=1517&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=AOSZXP_zGKmOlwSMn5vQDA&q=RFID+ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ&oq

3.2 Τεχνολογική υλοποίηση: Μοντέλα IoT

Είναι πρόδηλο ότι το IoT διαχωρίζεται σε επιμέρους τομείς. Ωστόσο, τα μοντέλα της τεχνολογίας του IoT μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες υποκατηγορίες. Η μια κατηγορία αφορά το μοντέλα συνδεσιμότητας και η άλλη κατηγορία αφορά το μοντέλο αναφοράς του IoT και τα επίπεδα του. Ακολούθως, θα αναλυθούν οι 2 αυτές κατηγορίες:

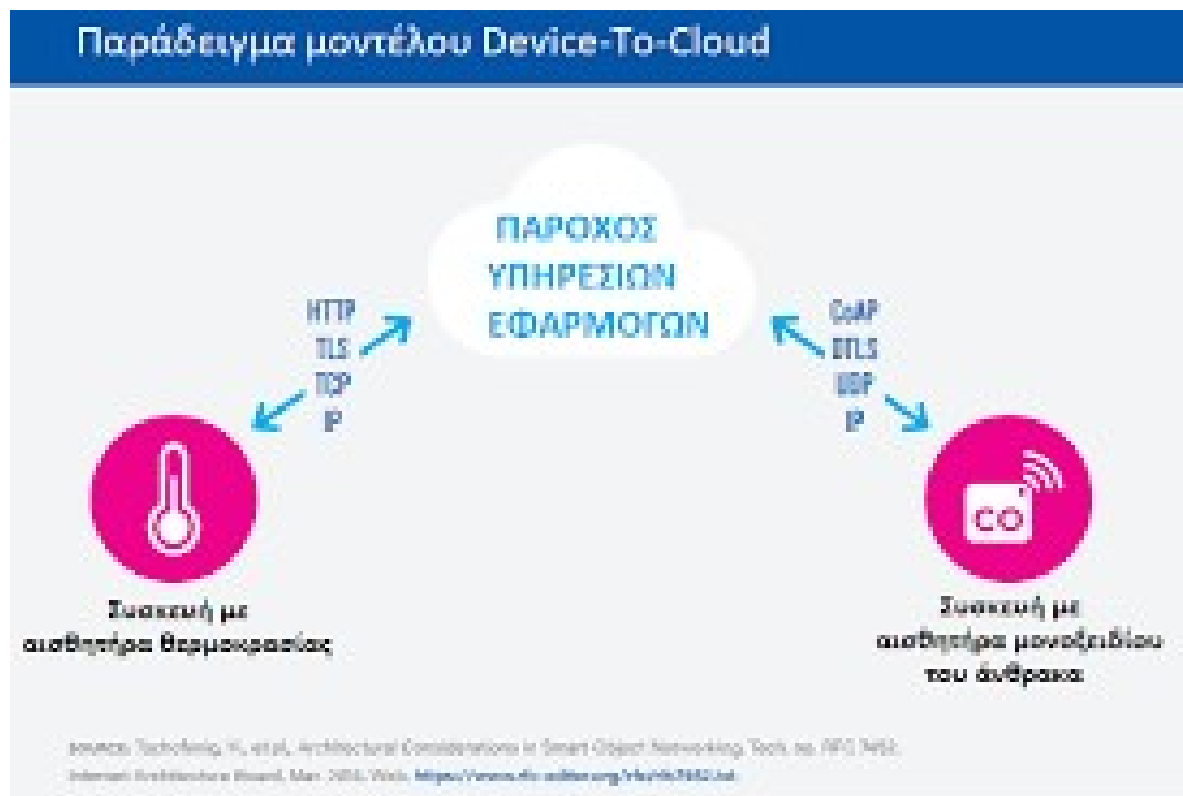
1^η Κατηγορία: Μοντέλα συνδεσιμότητας του Internet of Things.

- 1. Device-to-Device (βλ. Σχήμα 12):** Η επικοινωνία Device-to-Device αντιπροσωπεύει δυο ή περισσότερες συσκευές που συνδέονται και επικοινωνούν απευθείας η μια με την άλλη. Μπορούν να επικοινωνήσουν πάνω από πολλούς τύπους δικτύων, συμπεριλαμβανομένων των IP δικτύων, αλλά πιο συχνά χρησιμοποιούν πρωτόκολλα όπως το Bluetooth, το Z-Wave και το ZigBee. Αυτό το μοντέλο χρησιμοποιείται συχνά σε συστήματα αυτοματοποίησης εργασιών κατοικίας για να μεταφέρει μικρά πακέτα δεδομένων μεταξύ των συσκευών με έναν σχετικά χαμηλό ρυθμό δεδομένων. Αυτές οι συσκευές θα μπορούσαν να είναι ηλεκτρικοί λαμπτήρες, θερμοστάτες και κλειδαριές, που ανταλλάσσουν δεδομένα μεταξύ τους. Αυτό το μοντέλο είναι πολύ δημοφιλές μεταξύ των φορητών IoT συσκευών όπως το heart monitor, το smartwatch όπου τα δεδομένα δεν πρέπει απαραίτητα να μοιράζονται με πολλά άτομα. Υπάρχουν πολλά πρότυπα, που αναπτύσσονται γύρω από αυτό το μοντέλο όπως το Bluetooth Low Energy, που είναι δημοφιλές για φορητές και φορετές συσκευές εξαιτίας των χαμηλών του απαιτήσεων σε ενέργεια που μπορούν να δώσουν αυτονομία μηνών ή και ενός χρόνου στις συσκευές. Η χαμηλή του πολυπλοκότητα μπορεί, επίσης, να ελαττώσει το μέγεθος και το κόστος του.



Σχήμα 12: Παράδειγμα μοντέλου Device-to-Device¹⁴⁴

- 2. Device-to-cloud(βλ. Σχήμα 13):** Το μοντέλο Device-to-Cloud περιλαμβάνει μια IoT συσκευή που συνδέεται απευθείας σε μια Internet Cloud υπηρεσία , σαν μια εφαρμογή παροχής υπηρεσιών για την ανταλλαγή δεδομένων και τον έλεγχο της κυκλοφορίας των μηνυμάτων. Συνήθως χρησιμοποιεί παραδοσιακό ενσύρματο Ethernet ή 802.11 συνδέσεις, αλλά μπορεί να χρησιμοποιήσει επίσης και κυψελοειδείς τεχνολογίες. Η Cloud συνδεσιμότητα επιτρέπει στον χρήστη (και την εφαρμογή) να αποκτήσει απομακρυσμένο έλεγχο σε μια συσκευή. Επίσης, ενδεχομένως να υποστηρίζει ενημερώσεις λογισμικού για τις συσκευές.

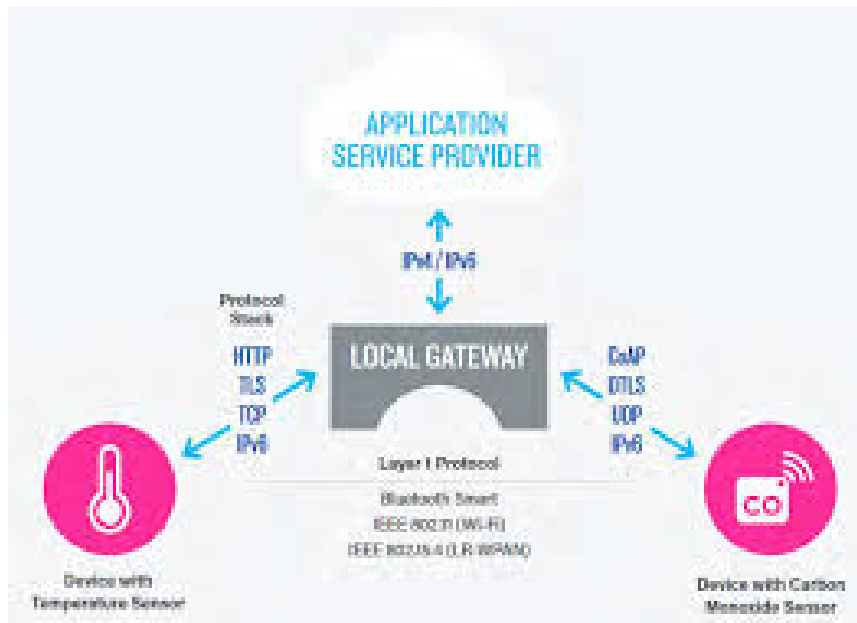


Σχήμα 13: Παράδειγμα μοντέλου Device-to-cloud¹⁴⁵.

- 3. Device-to-Gateway (βλ. Σχήμα 14):** Στο συγκεκριμένο μοντέλο, οι IoT συσκευές, βασικά, συνδέονται σε μια ενδιάμεση συσκευή προκειμένου να αποκτήσουν πρόσβαση σε μια Cloud υπηρεσία. Αυτό το μοντέλο συχνά περιλαμβάνει το λογισμικό της εφαρμογής που τρέχει σε μια τοπική πύλη-συσκευή (π.χ. ένα smartphone ή ένα hub), που ενεργεί σαν ένας μεσάζων μεταξύ της IoT συσκευής και της Cloud υπηρεσίας. Αυτή η πύλη-συσκευή θα μπορούσε να παρέχει ασφάλεια και άλλες λειτουργίες όπως μετάφραση δεδομένων και πρωτοκόλλων. Αν η πύλη-συσκευή του επιπέδου εφαρμογής είναι ένα smartphone, το λειτουργικό της εφαρμογής μπορεί να έχει την μορφή ενός app, που πραγματοποιεί σύζευξη με την IoT συσκευή και επικοινωνεί με την Cloud υπηρεσία. Αυτή μπορεί να είναι μια συσκευή γυμναστικής, που συνδέεται με την Cloud υπηρεσία μέσω μιας smartphone εφαρμογής, ή εφαρμογές αυτοματοποίησης εργασιών κατοικίας. Οι πύλες-συσκευές μπορούν

¹⁴⁵ <https://www.google.gr/search?tbm=isch&q=Παράδειγμα+μοντέλου+Device-to-cloud=>

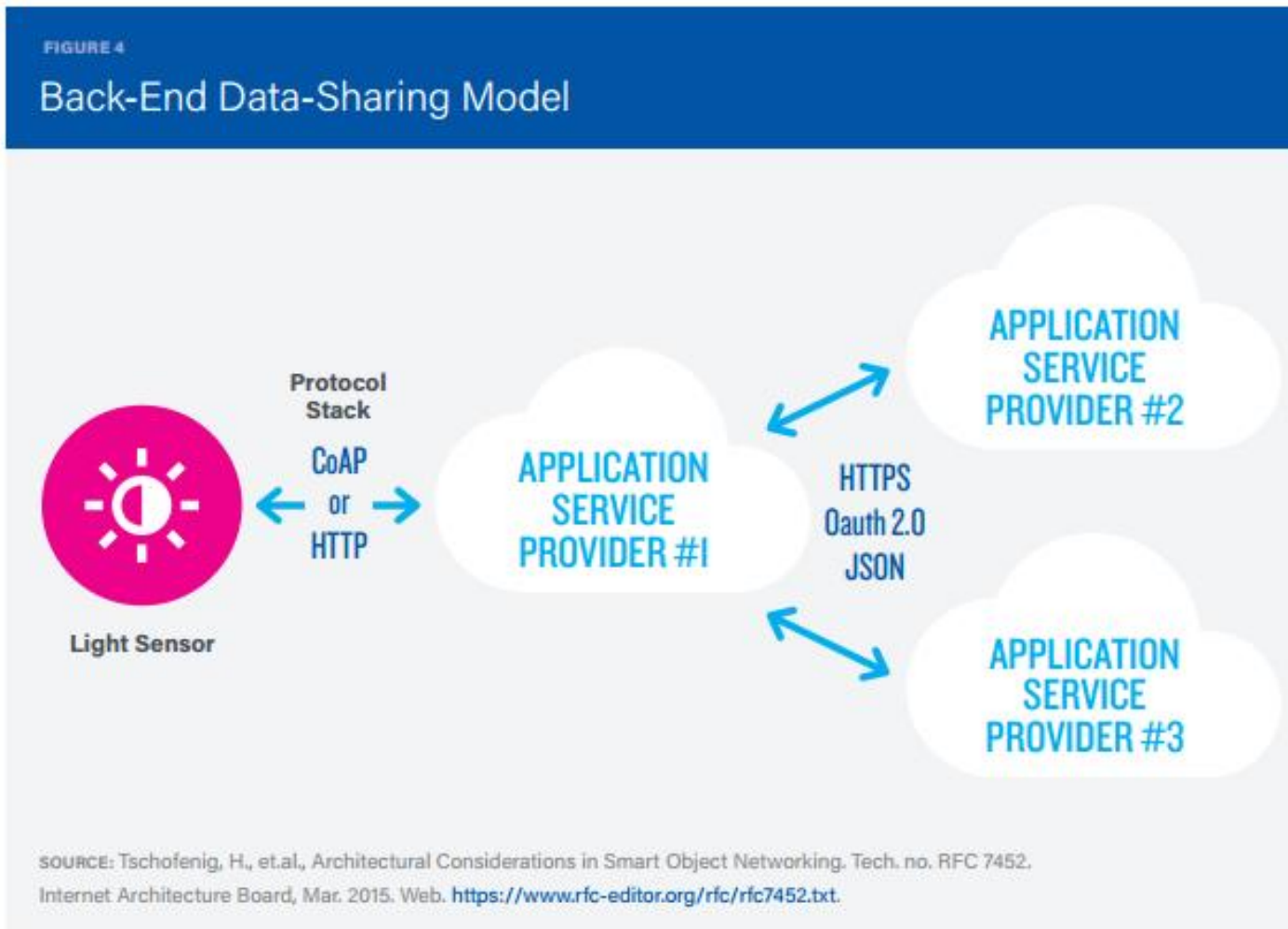
δυναμικά να γεφυρώσουν το χάσμα δια λειτουργικότητας μεταξύ συσκευών που επικοινωνούν σε διαφορετικά πρότυπα.



Σχήμα 14: Παράδειγμα Device-to-gateway¹⁴⁶.

4. **Back-End Data Sharing (βλ. Σχήμα 15):** Το συγκεκριμένο μοντέλο ουσιαστικά επεκτείνει το μοντέλο Device-toCloud έτσι ώστε οι IoT συσκευές και τα δεδομένα των αισθητήρων να μπορούν να προσπελαύνονται από εξουσιοδοτημένα τρίτα μέρη. Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, οι χρήστες μπορούν να εξάγουν και να αναλύσουν δεδομένα έξυπνων αντικειμένων από μια Cloud υπηρεσία σε συνδυασμό με δεδομένα από άλλες πηγές.

¹⁴⁶ <https://www.google.gr/search?tbm=isch&q=Παράδειγμα+μοντέλου+Device-to-gateway&spell=1&sa=X&ved=>



Σχήμα 15: Παράδειγμα Back-End Data Sharing¹⁴⁷ .

2^η Κατηγορία: Μοντέλο αναφοράς IoT ≈ 7 Επίπεδα (Βλ. σχήμα 16)

- Επίπεδο 1: Φυσικές συσκευές και ελεγκτές
- ✓ Μετατροπή από αναλογικό σε ψηφιακό σήμα.
- ✓ Γέννηση Δεδομένων.

¹⁴⁷ <https://www.google.gr/search?tbm=isch&sa=1&ei=LP-ZXLYFOYWLlwTg2q2YCg&q=%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%AC%CE%B4%CE%B5%CE%B9%CE%B3%CE%BC%CE%B1+%CE%BC%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%AD%CE%BB%CE%BF%CF%85+Back-%CE%95nd+Data+Sharing+&oq=>

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

- ✓ Ερωτήματα και έλεγχος διαδικτυακά.

- ✓ Αντικείμενα διαφορετικών δυνατοτήτων: επεξεργαστικών, αποθηκευτικών, μεγέθους, κατασκευαστή.

- **Επίπεδο 2: Συνδεσιμότητα.**

- ✓ Ανάμεσα στις συσκευές/πύλες και στο δίκτυο (gateway-controllers).

- ✓ Μεταξύ των δικτύων east-west, των τοπικών-Local Area Network δικτύων (LAN), κίνηση διακομιστή προς διακομιστή.

- ✓ Επικοινωνία με το χαμηλό επίπεδο του επιπέδου 3.

- ✓ Αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων μεταξύ των συσκευών του επιπέδου 1.

- ✓ Υποστήριξη διαφορετικών πρωτοκόλλων.

- ✓ Μεταγωγή και δρομολόγηση.

- ✓ Μετάφραση διαφορετικών πρωτοκόλλων.

- ✓ Αυτοεκπαιδευόμενες μέθοδοι ανάλυσης δικτύου.

- **Επίπεδο 3. Υπολογιστική τύπου Fog.**

- ✓ Ανάλυση και μετασχηματισμός δεδομένων.

- ✓ Επεξεργασία ανά πακέτο, μονάδες δεδομένων.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και *Internet of Thing*»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

- ✓ Αξιολόγηση: εξετάζει αν τα δεδομένα πρέπει να αναλυθούν σε υψηλότερο επίπεδο.
 - ✓ Διαμόρφωση: αναδιαμόρφωση των δεδομένων επεξεργασίας υψηλότερου επιπέδου.
 - ✓ Μείωση/Συγχώνευση: των δεδομένων για να μειωθεί η κίνηση στο δίκτυο και στα επεξεργαστικά συστήματα των υψηλότερων επιπέδων.
 - ✓ Εκτίμηση: έλεγχος των δεδομένων βάσει καταφλίου ή ειδοποίησης και ανακατεύθυνση των δεδομένων σε διαφορετικούς προορισμούς.
- **Επίπεδο 4: Συσσώρευση Δεδομένων**
- ✓ Συσσώρευση δεδομένων: data in μετατρέπονται σε data at rest. Αποφασίζει αν είναι αναγκαία η περεταίρω επεξεργασία σε υψηλότερα επίπεδα.
 - ✓ Αποθήκευση: δίσκος non-volatile κατάστασης ή συσσωρευμένη στη μνήμη για βραχυπρόθεσμη χρήση.
 - ✓ Τι τύπος αποθήκευσης απαιτείται: σύστημα αρχείων, σύστημα μεγάλου μεγέθους δεδομένων, σχεσιακές βάσεις δεδομένων.
 - ✓ Οργάνωση των δεδομένων με βάση το σύστημα αποθήκευσης.
 - ✓ Τα δεδομένα μπορεί να γίνουν συνδυαστικά, να υπολογιστούν εκ νέου, ή να συγκεντρωθούν με παλιές αποθηκευμένες πληροφορίες.
 - ✓ Μετατρέπει τα πακέτα δικτύου σε σχεσιακούς πίνακες βάσης δεδομένων.
 - ✓ Υπολογισμός βάσει συμβάντων και υπολογισμός βάσει ερωτημάτων.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και *Internet of Thing*»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

- ✓ Δραματική μείωση δεδομένων μέσω φιλτραρίσματος και επιλεκτικών Northbound/southbound ειδοποιήσεων αποθήκευσης..

- **Επίπεδο 5. Αφαίρεση Δεδομένων.**

- ✓ Τα δεδομένα δε βρίσκονται πάντα στον ίδιο χώρο αποθήκευσης: Πολύς όγκος δεδομένων.

- ✓ Μια βάση δεδομένων => υψηλή επεξεργαστική ισχύς.

- ✓ Οι συσκευές είναι γεωγραφικά διαχωρισμένες, και η επεξεργασία γίνεται τοπικά.

- ✓ Τα επίπεδα 3 και 4 μπορούν να διαχωρίζουν “συνεχόμενες ροές καθαρών δεδομένων” από “δεδομένα συμβάντων”.

- ✓ Συνύπαρξη πολλαπλών διαμορφώσεων δεδομένων από διαφορετικές πηγές.

- ✓ Συνεπή σημασιολογία (consistent semantics).

- ✓ Ολοκληρωμένα δεδομένα σε υψηλότερα επίπεδα.

- **Επίπεδο 6. Εφαρμογή.**

- ✓ Παρακολούθηση δεδομένων συσκευής, έλεγχος συσκευών, συνδυασμός συσκευών ή όχι δεδομένων.

- ✓ Διαφορετικές εφαρμογές: Διαφορετικά μοντέλα εφαρμογής, προγραμματιστικά μοτίβα, στοίβες λογισμικού, λειτουργικά συστήματα, φορητότητα, διακομιστές εφαρμογής, hypervisors, multi-threading.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

- ✓ Εφαρμογές Επιχειρήσεων, (enterprise resource planning (ERP), specialized industry solutions)

- ✓ Κινητές Εφαρμογές.

- ✓ Αναφορές επιχειρησιακής ευφυΐας (Business Intelligence BI reports), η εφαρμογή βρίσκεται στον BI εξυπηρετητή.

- ✓ Αναλυτικές εφαρμογές που ερμηνεύουν δεδομένα για επιχειρηματικές αποφάσεις.

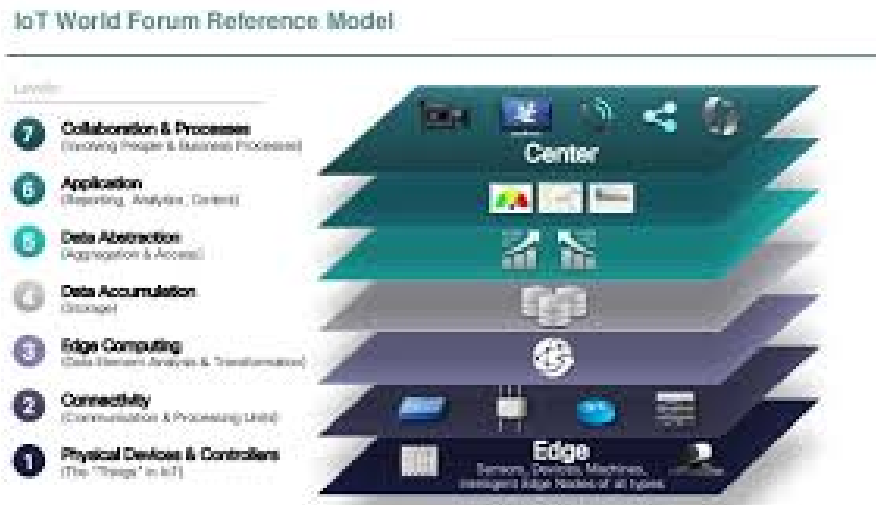
- ✓ Διαχείριση συστημάτων / εφαρμογές κέντρου ελέγχου που ελέγχουν το ίδιο το σύστημα IoT και δεν δρουν στα δεδομένα που παράγει.

- **Επίπεδο 7. Διαδικασίες Συνεργασίας.**

- ✓ Τα δεδομένα εφαρμογών απαιτούν την ανθρώπινη παρέμβαση και νέες διεργασίες.

- ✓ Κοινή εφαρμογή για διαφορετικούς σκοπούς.

- ✓ Συνεργασία και διαμοιρασμός δεδομένων με άλλους ανθρώπους, διεργασίες.



Σχήμα 16: Αναπαράσταση IoT¹⁴⁸

3.3 Αρχιτεκτονική του Internet of Things

Μέχρι σήμερα, οι IoT εφαρμογές βασίζονται σε αποσπασματικές εφαρμογές λογισμικού για συγκεκριμένα συστήματα και περιπτώσεις χρήσης. Πλέον, είναι επιτακτική η ανάγκη για αρχιτεκτονικές αναφορές στην βιομηχανία, με τον ταχέως αυξανόμενο αριθμό των πρωτοβουλιών, που εργάζονται προς την υλοποίηση ολοκληρωμένων αρχιτεκτονικών. Αυτές οι πρωτοβουλίες αποσκοπούν στην διευκόλυνση της διαλειτουργικότητας, την απλοποίηση της ανάπτυξης και ευκολία εφαρμογής.

Ωστόσο, στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται πέντε πρωτοβουλίες: 1/ Reference Architecture Model Industry 4.0 (RAMI 4.0)¹⁴⁹, 2/ Industrial Internet Reference Architecture (IIRA)¹⁵⁰, 3/ Internet of Things-Architecture (IoT-A)¹⁵¹, 4/ Standard for an Architectural Framework for the Internet of Things (IoT)¹⁵² και 5/ Arrowhead Framework¹⁵³.

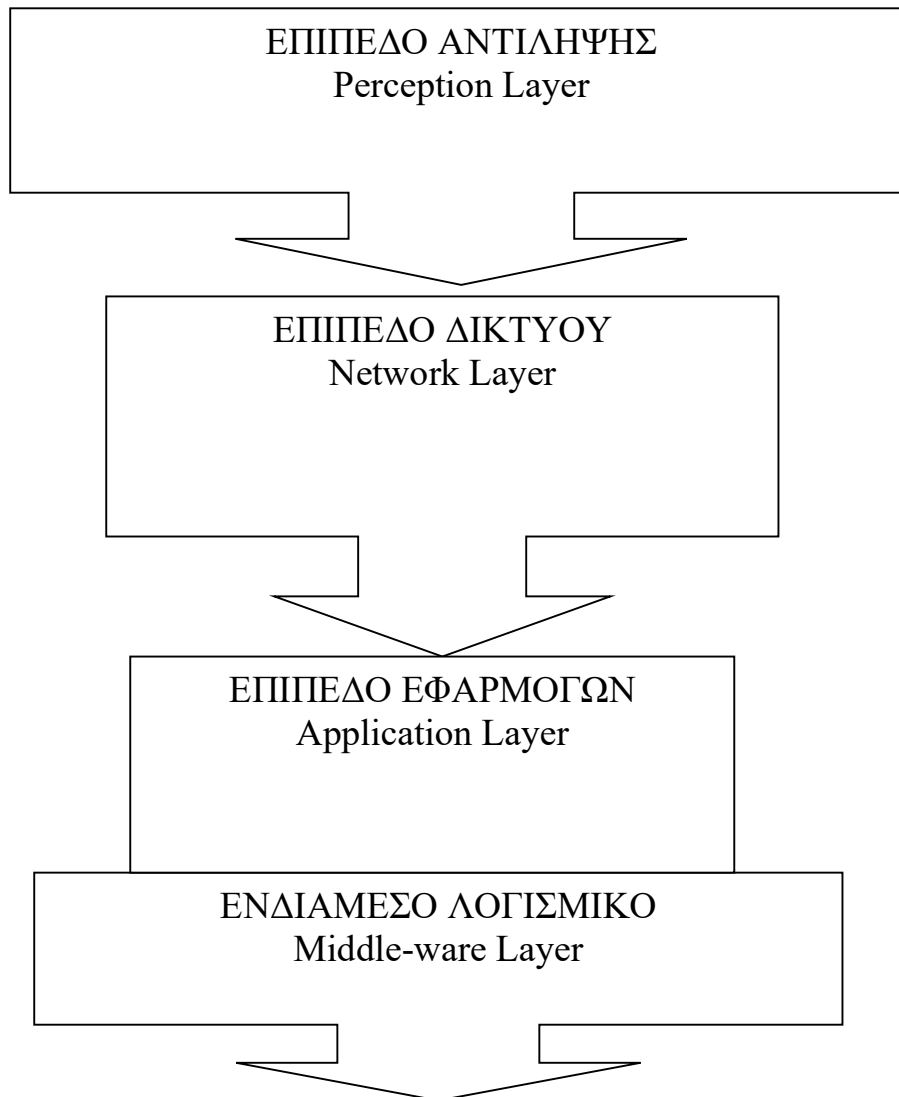
148

<https://www.google.gr/search?tbm=isch&sa=1&ei=hgGaXOa6JYqvkwWQII6gDw&q=+Σχηματική+αναπαράσταση+μοντέλου+αναφοράς+του+IoT.&sq>

¹⁴⁹ Μια αρχιτεκτονική αναφοράς για έξυπνα εργοστάσια αφοσιωμένα σε IoT πρότυπα.

¹⁵⁰ Το IIRA είναι ένα αρχιτεκτονικό πρότυπο και μεθοδολογία που σχεδιάστηκε από ένα ευρύ των μελών του Industrial Internet Consortium (IIC), συμπεριλαμβανομένων των αρχιτεκτόνων του συστήματος και του λογισμικού, ειδικούς των επιχειρήσεων και ειδικούς ασφαλείας.

Το Internet of Things μπορεί να διαιρεθεί σε τέσσερα κύρια επίπεδα (επίπεδο αντίληψης, επίπεδο δικτύου, ενδιάμεσο λογισμικό και επίπεδο εφαρμογών) όπως επισημαίνονται στο Σχήμα 17:



Σχήμα 17: Γενική Αρχιτεκτονική του Internet of Things

¹⁵¹ Το IoT-A παρέδωσε μια λεπτομερή αρχιτεκτονική και ένα μοντέλο από λειτουργική και πληροφοριακή άποψη. Επίσης, εκτέλεσε μια λεπτομερή ανάλυση των απαιτήσεων του συστήματος.

¹⁵² Το IEEE P2413 project, έχει μια ομάδα εργασίας σχετικά με ένα IoT αρχιτεκτονικό πλαίσιο που δίνει έμφαση στην προστασία, την ασφάλεια, την ιδιωτικότητα και γενικά ζητήματα ασφαλείας.

¹⁵³ Η πρωτοβουλία αυτή δίνει την δυνατότητα συνεργατικού αυτοματισμού με ανοιχτού δικτύου ενσωματωμένες συσκευές. Είναι ένα σημαντικό project της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την παροχή βέλτιστων πρακτικών σχετικά με τον συνεργατικό αυτοματισμό.

- ⇒ **Επίπεδο 1: Επίπεδο Αντίληψης (Perception Layer):** Αυτό το επίπεδο αποτελείται από αισθητήρες δεδομένων όπως είναι το RFID, το barcode, την κάμερα, το GPS, τα M2M τερματικά και διάφορους άλλους αισθητήρες. Τα περισσότερα παρέχουν την αποθήκευση πληροφοριών, τη συλλογή δεδομένων, την επικοινωνία και τον έλεγχο. Έτσι, οι κύριες λειτουργίες του επιπέδου αντίληψης είναι η ταυτοποίηση των αντικειμένων και η συλλογή - επεξεργασία δεδομένων, μέσω αισθητήρων.
- ⇒ **Επίπεδο 2: Επίπεδο Δικτύου (Network Layer):** Πρόκειται για το δίκτυο που σχηματίζεται από όλα τα είδη δικτύων επικοινωνιών και το διαδίκτυο. Μέσω του επιπέδου δικτύου, οι πληροφορίες, οι οποίες συλλέγονται από το προηγούμενο επίπεδο, μεταδίδονται σε κάποιο σύστημα επεξεργασίας δεδομένων, όπως είναι το Internet, το Mobile Network ή κάποιο άλλο αξιόπιστο δίκτυο. Αυτό το επίπεδο, έχει την ικανότητα της λειτουργίας δικτύου και παράλληλα, συμβάλει στη λειτουργία πληροφοριών. Επεξεργάζεται πληροφορίες από τα στρώματα αντίληψης και μεταφέρει πληροφορίες και δεδομένα του στρώματος αντίληψης και του στρώματος εφαρμογής.
- ⇒ **Επίπεδο 3: Ενδιάμεσο Λογισμικό (Middle-ware Layer):** Αποτελεί ένα απ' τα σημαντικότερα επίπεδα και αποτελείται από σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών που εκτελούν αυτόματες ενέργειες. Το επίπεδο αυτό είναι προσανατολισμένο στις υπηρεσίες, γεγονός που εξασφαλίζει ίδιο τύπο υπηρεσιών, ανάμεσα στις συνδεδεμένες υπηρεσίες. Έτσι, αυτό το επίπεδο είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση πληροφοριών, για έλεγχο (φιλτράρισμα) δεδομένων, για τον έλεγχο πρόσβασης καθώς και για τον Ηλεκτρονικό κωδικό προϊόντος (EPC). Επίσης, σ' αυτό το επίπεδο υπάρχει ένα στρώμα software, αναπτυγμένο ανάμεσα στα τεχνολογικά επίπεδα και τα επίπεδα εφαρμογών. Το middle-ware, τα τελευταία χρόνια, τείνει να αυξάνει την σημαντικότητά του γιατί αποσκοπεί στην απλοποίηση της ανάπτυξης νέων υπηρεσιών και στην ενσωμάτωση υπάρχουσών τεχνολογιών σε νέες τεχνολογίες. Οι αρχιτέκτονες middle-ware, ακολουθούν την αρχιτεκτονική που προσανατολίζεται στις υπηρεσίες SOA (Service Oriented Architecture- SOA). Η ανάπτυξη των διεργασιών που εξελίσσεται στις υπηρεσίες SOA είναι αποτέλεσμα της διαδικασίας σχεδιασμού υπηρεσιών. Η αλληλεπίδραση των τμημάτων μιας επιχείρησης, επιτρέπει τη μείωση

του κόστους και τις αλλαγές, που επιβάλλει η εξέλιξη της αγοράς. Μια προσέγγιση SOA επιτρέπει την επαναχρησιμοποίηση του software και του hardware, καθώς δεν επιβάλλει μια συγκεκριμένη τεχνολογία για την εφαρμογή της υπηρεσίας.

⇒ **Επίπεδο 4: Επίπεδο Εφαρμογών (Application Layer):** Είναι ένα από τα κύρια είδη συστημάτων εφαρμογών με κύριες λειτουργίες, όπως είναι η μετατροπή, η ανάλυση, η σύγκλιση και η ανταλλαγή δεδομένων. Σ' αυτό το επίπεδο, πραγματοποιούνται πολλές από τις εφαρμογές του Internet of Things, που βασίζονται στις ανάγκες του χρήστη και σχετίζονται με τις μετακινήσεις (Smart Transportation), τον τομέα της υγείας (Smart Hospital), το περιβάλλον (Smart Environment) και του σπιτιού (Smart Home). Επίσης, είναι υπεύθυνο για πολλές εφαρμογές, μέσω της αναπτυσσόμενης τεχνολογίας RFID, ενώ η ανταλλαγή πληροφοριών και η ασφάλεια των πληροφοριών είναι το κεντρικό του στοιχείο.

Παρόλα αυτά, υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην δημιουργία της αρχιτεκτονικής του Διαδικτύου των πραγμάτων. Ύστερα από εκτενή έρευνα, αποφασίστηκε η καταγραφή των κυρίων παραγόντων, όπως αναλύονται στον πίνακα (2).

Πίνακας 2: Παράγοντες που επηρεάζουν τον σχεδιασμό μιας IoT Αρχιτεκτονικής

Παράγοντες που επηρεάζουν τον σχεδιασμό μιας IoT Αρχιτεκτονικής		
1	ΕΠΕΚΤΑΣΙΜΟΤΗΤΑ	Αισθητήρες και ενεργοποιητές, διαφορετικά δίκτυα, ποσότητας δεδομένων, επεξεργαστικής ισχύος.
2	ΜΑΖΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	Εξαγωγή μοτίβων, εξαγωγή δεδομένων από πολύπλοκα δεδομένα με κυριότερη εφαρμογή το video.
3	ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΝΕΦΟΥΣ	Χρήση υψηλών πόρων (αποθήκευση, ευέλικτες και επεκτάσιμες μορφές υπολογιστικών πόρων).
4	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ	Γρήγορη απόκριση, μη κατεστραμμένα δεδομένα.
5	ΥΨΗΛΗ ΔΙΑΝΟΜΗ	Γεωγραφική, επεξεργαστική, δικτυακή.
6	ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΑ	Διαφορετικότητα των αντικειμένων, διαφορετικότητα των υπηρεσιών ασφαλείας
7	ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗ	Συμμόρφωση με τις ανάγκες που δημιουργούνται.
8	ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ	Διαφορετικές τεχνολογίες.

Οι σύγχρονες τεχνολογίες εισάγουν καινοτόμες λειτουργίες σ' όλα τα επιστημονικά πεδία βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής του σύγχρονου ανθρώπου μέσα απ' την εξέλιξη όπως αυτή καθορίζεται στο παγκόσμιο περιβάλλον. Η παγκοσμιοποίηση των μέσων αλλάζουν τα

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

σημερινά δεδομένα, αποσαφηνίζοντας ότι το IoT καθιστά σημαντική την εφαρμογή τόσο σε οργανωσιακό επίπεδο, όσο και σε επιχειρησιακό και προσωπικό αντίστοιχα. Μελετώντας μια σειρά διαδικασιών, παρατίθενται μια σύνοψη IoT τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται ή πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στο άμεσο μέλλον. Ουσιαστικά, οι IoT τεχνολογίες είναι αναρίθμητες δεδομένου ότι πλαισιώνουν πολλές επιστήμες και πολλά πεδία. Έτσι, προκύπτουν οι εξής:

- ◆ IoT Ασφάλεια: Υλοποιήσεις λογισμικού και υλικού.
- ◆ IoT Analytics: Νέοι αλγόριθμοι, αρχιτεκτονικές, δομές δεδομένων και μεθοδολογίες εκμάθησης μηχανής, κατανεμημένες αναλυτικές αρχιτεκτονικές.
- ◆ Διαχείριση IoT συσκευών: περιεχόμενο, τοποθεσία, και stateawareness, OverTheAir firmware upgrades.
- ◆ Χαμηλής κατανάλωσης και μικρής εμβέλειας IoT δίκτυα: (Zwave, BLE).
- ◆ Χαμηλής κατανάλωσης Wide Area Network (WAN) δίκτυα με χαμηλό εύρος ζώνης, διάρκεια μπαταρίας, χαμηλό hardware και κόστος λειτουργίας, και υψηλή πυκνότητα συνδεσιμότητας.
- ◆ IoT επεξεργαστές: χαμηλής ισχύος 8-bit μικροελεγκτές (2019), 32-bit μικροελεγκτές 2020.
- ◆ IoT Λειτουργικά Συστήματα: Μικρό ίχνος (footprint) λειτουργικών συστημάτων, εργασίες εξαιρέσεων και γεγονότων, πολυπύρηνη υποστήριξη.
- ◆ Επεξεργασία ροής συμβάντων, Distributed Stream Computing Platforms (DSCPs).
- ◆ Επίσης υπάρχουν οι IoT πλατφόρμες:

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

- Έλεγχος συσκευών χαμηλού επιπέδου: επικοινωνία, παρακολούθηση συσκευής, διαχείριση συσκευής, ασφάλεια, και αναβαθμίσεις λογισμικού.
- Απόκτηση IoT δεδομένων: μεταμόρφωση και διαχείριση.
- Ανάπτυξη εφαρμογής IoT: λογική που βασίζεται σε συμβάντα, προγραμματισμός εφαρμογής, οπτικοποίηση, ανάλυση.
- IoT πρότυπα και οικοσυστήματα.

Προκειμένου να υλοποιηθεί η τεχνολογία IoT είναι βασικό να εφαρμοστεί το IoT Open Systems Interconnections (OSI) μοντέλο, το οποίο αποτελείται από 4 επίπεδα. Γενικά το OSI μοντέλο αποτελείται από 7 επίπεδα και υποδιαιρεί τις λειτουργίες ενός τηλεπικοινωνιακού δικτύου σε μια «κατακόρυφη» στοίβα από επίπεδα, για το καθένα από τα οποία μπορεί να οριστεί κάποιο πρωτόκολλο σε μία συγκεκριμένη υλοποίηση. Κάθε επίπεδο αξιοποιεί τις λειτουργίες του κατώτερου του, στη στοίβα επιπέδου, ενώ ο στόχος του είναι να παρέχει λειτουργικότητα στο αμέσως ανώτερο επίπεδό του. Το IoT λειτουργεί στο παρακάτω επίπεδο OSI 4 επιπέδων:

1. Physical – Data Link: WiFi, Bluetooth, χαμηλής ισχύος WAN, κυψελωτά, IEEE 802.15.4.
2. Δικτύου: Internet Protocol version 4 (IPv4), Internet Protocol version 6 (IPv6).
3. Μεταφοράς: Transmission Control Protocol (TCP), User Datagram Protocol (UDP).
4. Εφαρμογής: Message Queue Telemetry Transport (MQTT), Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP), Light Weight Machine-toMachine protocol (LWM2M).

3.4 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του IoT

Τα Πλεονεκτήματα είναι:

1. Δεδομένα: αποτελούν την κυρίαρχη μορφή επεξεργασίας πληροφοριών. Όσο περισσότερες είναι οι πληροφορίες, τόσο πιο εύκολο είναι να ληφθεί η σωστή απόφαση. Η επεξεργασία των πληροφοριών ανάλογα με τον στόχο, διασαφηνίζει πλήρως τα δεδομένα που χρειάζονται για την λήψη αποφάσεων. Για παράδειγμα, γνωρίζοντας τι πρέπει να αγοραστεί από ένα παντοπωλείο καθώς οι άνθρωποι είναι έξω, χωρίς να χρειάζεται να το ελέγξουν μόνοι τους, δεν τους εξοικονομεί μόνο χρόνο αλλά επίσης είναι και βολικό.

2. Παρακολούθηση: η παρακολούθηση από υπολογιστές τείνει να βελτιώνει την ποιότητα της αναζήτησης. Για παράδειγμα, οι υπολογιστές παρακολουθούν τόσο την ποιότητα, όσο και την βιωσιμότητα των αντικειμένων στο σπίτι. Γνωρίζοντας την ημερομηνία λήξης των προϊόντων στο σπίτι, πριν την κατανάλωση τους, εξασφαλίζεται η ασφάλεια και η ποιότητα ζωής.

3. Χρόνος: ο χρόνος παίζει σημαντικό ρόλο όχι μόνο για τις αποφάσεις αλλά και στην διαδικασία παρακολούθησης. Για παράδειγμα, η ποσότητα του χρόνου που εξοικονομείται από την παρακολούθηση των αντικειμένων στο σπίτι είναι πολύ μεγάλη.

4. Χρήματα: Η οικονομική πτυχή είναι το μεγαλύτερο πλεονέκτημα. Αυτή η τεχνολογία αντικαθιστά τους ανθρώπους που είναι υπεύθυνοι για την παρακολούθηση και την διατήρηση των προμηθειών.

Τα Μειονεκτήματα είναι:

1. Συμβατότητα: Μέχρι σήμερα, δεν υπάρχει κάποιο πρότυπο για την παρακολούθηση και την τοποθέτηση ετικετών με χρήση αισθητήρων. Μια ενιαία έννοια όπως το Universal Serial Bus (USB) ή το Bluetooth απαιτείται η οποία δεν θα πρέπει να έχει τόσο δύσκολη υλοποίηση.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

2. Πολυπλοκότητα: Υπάρχουν πολλές ευκαιρίες για την αποτυχία πολύπλοκων συστημάτων.

3. Προστασία προσωπικών δεδομένων: Η προστασία προσωπικών δεδομένων είναι ένα μεγάλο ζήτημα για το IoT. Όλα τα δεδομένα πρέπει να κρυπτογραφούνται έτσι ώστε δεδομένα σχετικά με την οικονομική κατάσταση ή την κατάσταση της υγείας να μην φανερώνονται σε ανεπιθύμητα πρόσωπα.

4. Ασφάλεια: Υπάρχει πιθανότητα το λογισμικό να χακαριστεί και τα προσωπικά δεδομένα να καταχραστούν. Αυτές οι πιθανότητες είναι ατελείωτες.

Οι Προκλήσεις είναι:

1. Νέες περιπτώσεις χρήσης: Η IoT τεχνολογία αναπτύσσεται επειδή είναι εφικτοί οι στόχοι της, όχι γιατί μπορεί να λύσει κάθε συγκεκριμένο πρόβλημα. Αν και παραδείγματα χρήσης του IoT συνήθως περιλαμβάνουν χρονόμετρα για την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των αντικειμένων, οι πραγματικοί σκοποί πιθανώς θα προκύψουν μόνο από την στιγμή που οι έξυπνες συσκευές θα είναι παντού. Αυτό δεν σημαίνει ότι η τεχνολογία IoT δεν θα επιτύχει. Ωστόσο, οι συνέπειες της είναι δύσκολο να προβλεφθούν.

2. Ανάγκη για ανοιχτά πρότυπα: Το IoT αποτελείται από πολλές επιμέρους συσκευές με τα δικά τους χαρακτηριστικά. Σε αυτό το στάδιο, δεν έχει σημασία, αλλά σύντομα θα έρθει η ώρα όπου η περαιτέρω ανάπτυξη θα απαιτεί οι έξυπνες συσκευές να μπορούν να επικοινωνούν η μια με την άλλη. Ωστόσο, αν και μεγάλο μέρος του IoT είναι πιθανό να κατασκευαστεί με λογισμικό ανοιχτού κώδικα, τα καθολικά πρότυπα και πρωτόκολλα υστερούν σε σχέση με την ανάπτυξη της τεχνολογίας. Οι λίγες προσπάθειες που υπάρχουν τείνουν να γίνονται για συγκεκριμένες τεχνολογίες και τείνουν να επικεντρώνονται στην εφαρμογή τους πάνω σε υπάρχοντα πρότυπα ή πρωτόκολλα έξυπνων συσκευών παρά να αναπτύσσονται για τις νέες απαιτήσεις του IoT. Χωρίς μεγαλύτερο βαθμό συνεργασίας, η ανάπτυξη του IoT θα είναι πιο αργή από ότι θα μπορούσε να είναι.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

3. Ενεργειακές απαιτήσεις: Ακόμα και με βελτιωμένες μπαταρίες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η ηλιακή και η αιολική, η απαίτηση του IoT σε ενέργεια μόλις που θα συναντάται. Ωστόσο, αν προστεθούν θέματα όπως η σπατάλη ενέργειας και η εκπομπή ρύπων, η τροφοδότηση του IoT από άποψη ενέργειας θα μπορούσε να γίνει σημαντικό κοινωνικό πρόβλημα από μόνο του μέσα στην επόμενη δεκαετία.

4. Προβλήματα αποθήκευσης: Η αποθήκευση των πληροφοριών που παράγονται από τις έξυπνες συσκευές θα αυξήσουν τις ενεργειακές απαιτήσεις του IoT. Μια εταιρεία όπως η Google, η οποία έχει ήδη εκατοντάδες συμπλέγματα διακομιστών, το καθένα από τα οποία καταλαμβάνει χιλιάδες τετραγωνικά μέτρα, θα μπορούσε να επισκιαστεί από τις απαιτήσεις των έξυπνων συσκευών. Ωστόσο, οι φυσικές ανάγκες είναι μόνο ένα μέρος του προβλήματος. Ένα μεγάλο μέρος των δεδομένων που παράγονται από τις έξυπνες συσκευές είναι απαραίτητο να στείλει μόνο λίγα σήματα στις συσκευές και δεν χρειάζεται να αποθηκεύεται. Άλλα δεδομένα, όπως τα χρονόμετρα των συσκευών, ενδέχεται να χρειάζονται αποθήκευση για μόνο μια εβδομάδα ή δυο το πολύ. Όμως με τόσες πληροφορίες διαθέσιμες, η απαίτηση για αποθήκευση αυτών των δεδομένων για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα μπορεί να αυξηθεί. Ως εκ τούτου, θα χρειαστούν πολιτικές σχετικά με το τι είδους πληροφορίες αποθηκεύονται και για πόσο χρόνο.

5. Έλλειψη ιδιωτικότητας: Δυνητικά, το IoT είναι ένας πλούτος πληροφοριών για αυτούς, που το χρησιμοποιούν. Τα έξυπνα τηλέφωνα ήδη μπορούν να παρακολουθούνται και το ίδιο αναμένεται να γίνει και με τις έξυπνες συσκευές.

6. Έλλειψη ασφάλειας: Όταν βρίσκονται αντιμέτωποι με την επιλογή μεταξύ της άνεσης και της ασφάλειας για τους χρήστες, οι κατασκευαστές συνήθως επιλέγουν την άνεση. Ακόμα και σε αυτό το πρώιμο στάδιο, το IoT δεν αποτελεί εξαίρεση. Ήδη, οι βασικές συσκευές, όπως π.χ. τα routers, δορυφορικοί δέκτες, χώροι αποθήκευσης δικτύου, smart TVs είναι εύκολο να χακαριστούν. Δυστυχώς, η σημερινή μας έλλειψη ασφάλειας και ιδιωτικότητας φαίνεται ασήμαντη συγκρινόμενη πιθανότατα με το τι μας περιμένει όταν το IoT τεθεί σε λειτουργία. Σε κάθε περίπτωση, ανεξάρτητα από το πόσο ασφαλής μια συσκευή μπορεί να γίνει δυνητικά, οι χρήστες μπορούν να αφαιρέσουν μεγάλο μέρος της ασφάλειας των συσκευών.

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

Το μέλλον του IoT:

Μερικά στατιστικά στοιχεία αναφορικά με το μέλλον του IoT:

1. Η αγορά του IoT αναμένεται να αυξηθεί σε 1.7 τρις. Δολάρια μέχρι το 2020, σημειώνοντας σύνθετο ετήσιο ποσοστό αύξησης της τάξης του 16.9%.
2. 25 δισεκατομμύρια συνδεδεμένες συσκευές, κατά εκτίμηση, θα είναι σε χρήση μέχρι το 2020.
3. Μέχρι το 2020, κάθε άνθρωπος εκτιμάται ότι θα έχει στην κατοχή του 5.1 συνδεδεμένες συσκευές.
4. Μέχρι το 2018, 6 δισεκατομμύρια αντικείμενα θα έχουν την δυνατότητα να ζητήσουν στήριξη.
5. Μέχρι το 2020, 47% των συσκευών θα έχουν την απαραίτητη νοημοσύνη για να ζητήσουν στήριξη.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από πολύ νωρίς, οι κοινωνίες ανέδειξαν την ανάγκη εξέλιξης, αποδεικνύοντας ότι η ευφυΐα προϋπάρχει απ' την δημιουργία του ανθρώπου και αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό της προόδου. Με την ανάπτυξη των επιστημών, επήλθε η ανάγκη δημιουργίας ευφών συστημάτων που συνέβαλαν στην ανθρώπινη φύση. Ο Αριστοτέλης, πρώτος μιλά για κοινή λογική και αναφέρεται σε αυτήν ως μια πραγματική δύναμη «εσωτερικής αίσθησης» του ανθρώπου που είναι αποτέλεσμα της σύνθεσης και της κριτικής των πέντε αισθήσεων. Η νοημοσύνη ως ευρύτερος όρος, ταυτίζεται με την ευφυΐα. Η Τεχνητή Νοημοσύνη, όμως, αφορά έναν πολυεπίπεδο διεπιστημονικό κλάδο και αποσκοπεί στην δημιουργία προγραμμάτων ηλεκτρονικών υπολογιστών, με τέτοιο τρόπο που συμπεριφέρονται και μιμούνται την ανθρώπινη συμπεριφορά. Εντούτοις, υπάρχουν πολλοί ορισμοί, οι οποίοι επικεντρώνονται στη διαδικασία σκέψης ή συλλογισμού και συμπεριφοράς. Ουσιαστικά, η Τεχνητή Νοημοσύνη είναι ένα σύνολο νοούντων συστημάτων που εκτελούν μηχανικά, εντολές του ανθρώπου.

Ωστόσο, η Τεχνητή Νοημοσύνη δεν αποτελεί ένα καινοτόμο φαινόμενο αφού ως όρος ανάγεται στους συλλογισμούς του Αριστοτέλη. Πιο συγκεκριμένα η αναφορά στην Τεχνητή Νοημοσύνη χρονολογείται απ' την εποχή του Leonardo Da Vinci με την καθιέρωση ενός ολοκληρωμένου ανθρώπου (*homo universalis*). Για τα επόμενα χρόνια, η Τεχνητή Νοημοσύνη αναπτύσσεται ραγδαία ενώ απ' τον 20^ο αιώνα εισάγεται και στον κλάδο της βιομηχανίας, αποσαφηνίζοντας την σημαντικότητα της Τεχνητής Νοημοσύνης στην ανάπτυξη και εξέλιξη των επιστημών. Σήμερα, διανύοντας μια νέα εποχή, η Τεχνητή Νοημοσύνη βρίσκεται στην επιτομή της ανάπτυξης αφού ευφυή συστήματα υφίστανται σε πολλούς τομείς της καθημερινότητας με πολλά υποσχόμενο μέλλον.

Βασικός μεταβλητής ανάπτυξης της Τεχνητής Νοημοσύνης αποτελεί η δημιουργία ευφών πληροφοριακών συστημάτων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι λειτουργίες των πληροφοριακών συστημάτων απαρτίζονται από πολλούς πόρους με κύριους τον άνθρωπο, τις διαδικασίες, τα δεδομένα, το υλικό και το λογισμικό. Πολλοί ερευνητές έχουν αναπτύξει αυτό

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

το σύστημα ως επιστημονικό πεδίο τα υπολογιστικά συστήματα αποτελούν έναν βασικό κλάδο της πληροφορικής, ο οποίος στοχεύει στη συστηματική μελέτη, ανάλυση, μοντελοποίηση και κατασκευή αποτελεσματικών πλατφορμών λογισμικού. το υπολογιστικό μέρος της ικανότητας για την επίτευξη στόχων με ευφυή συμπεριφορά. Τα ευφυή συστήματα λειτουργούν με τρόπο, ώστε να προσαρμόζονται εύκολα στις διάφορες αλλαγές του περιβάλλοντος και η συμπεριφορά τους να είναι 'έξυπνη' ώστε να συνδυάζουν και να χρησιμοποιούν μεθόδους από τη Τεχνητή Νοημοσύνη. Στην όλη διαδικασία, συνδράμει η διεπαφή χρηστών, οι ευφυείς πράκτορας και οι διαμεσολαβητές, καθιστώντας αναγκαία των ευφών πληροφοριακών συστημάτων.

Μελετώντας την έννοια του "Internet of Things", συμπεραίνεται ότι η έννοια αναπτύχθηκε τη δεκαετία του '90, ενώ ιδιαίτερη άνθιση γνώρισε με την ενασχόληση της εταιρείας apple στην Τεχνητή Νοημοσύνη. Ωστόσο, εκτιμάται ότι το Internet of Things έχει αυξημένη τάση στη καμπύλη ζήτησης για μια δεκαετία επιπλέον. Αν έπρεπε να μεταφραστεί η έννοια στα ελληνικά, θα αποδιδόταν ως το «Διαδίκτυο των Πραγμάτων», το οποίο δεν είναι το αποτέλεσμα μιας μόνο, πρωτότυπης τεχνολογίας, αλλά διέπεται από συγκεκριμένες δυνατότητες όπως επικοινωνία και συνεργασία, διευθυνσιοδότηση, ταυτοποίηση, ανίχνευση, ενεργοποίηση, ενσωματωμένη επεξεργασία πληροφοριών, εντοπισμός και διεπαφές χρήστη. Οι διαδικασίες αυτές συνεργάζονται με απώτερο σκοπό να βοηθήσουν να γεφυρωθεί το χάσμα μεταξύ του εικονικού και του φυσικού κόσμου. Τα μοντέλα της τεχνολογίας του IoT μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες υποκατηγορίες. Η μια κατηγορία αφορά το μοντέλα συνδεσιμότητας και η άλλη κατηγορία αφορά το μοντέλο αναφοράς του IoT και τα επίπεδα του.

Παρά το γεγονός ότι το IoT αναπτύσσεται συνεχώς, η αρχιτεκτονική του καθιστά σημαντικούς τους παράγοντες για την δημιουργία του IoT. Έτσι, προκύπτει ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν την αρχιτεκτονική του IoT αφορούν την επεκτασιμότητα, τα μαζικά δεδομένα, την υπολογιστική νέφους, τη λειτουργία σε πραγματικό χρόνο, την υψηλή διανομή, την ετερογένεια, τη συμμόρφωση και την ενσωμάτωση σε διάφορες τεχνολογίες. Συνοψίζοντας λοιπόν προκύπτουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του IoT. Βασικό πλεονέκτημα αποτελούν τα δεδομένα, η παρακολούθηση μέσω των υπολογιστών, η ποσότητα του χρόνου και τα χρήματα. Αντίθετα, τα μειονεκτήματα του IoT περιορίζονται στη

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

συμβατότητα, στην πολυπλοκότητα, στην προστασία των προσωπικών δεδομένων και στην ασφάλεια.

Το μέλλον του Internet of Things, δεν θα μπορέσει να πάρει μορφή και να αναπτυχθεί οικουμενικά, εάν δεν προηγηθεί ένα κύμα εξέλιξης του πρωτόκολλου του διαδικτύου, το Internet Protocol και η λοιπή σουίτα Πρωτοκόλλων διαδικτύου. Το Πρωτόκολλο Διαδικτύου ή Internet Protocol αποτελεί το κύριο πρωτόκολλο επικοινωνίας για την μετάδοση πακέτων δεδομένων, μέσα σε ένα διαδίκτυο οποιαδήποτε υποδομής αυτού, καθώς αναλαμβάνει την δρομολόγηση των πακέτων και καθορίζει τη μορφή των πακέτων που στέλνονται μέσω ενός διαδικτύου, καθώς και τους μηχανισμούς που χρησιμοποιούνται για την προώθηση των πακέτων από έναν υπολογιστή προς έναν τελικό προορισμό μέσω ενός ή περισσότερων δρομολογητών. Γι' αυτούς τους σκοπούς, το IP, χρησιμοποιεί συγκεκριμένες μεθόδους διευθυνσιοδότησης και δομές για την ενθυλάκωση των πακέτων δεδομένων.

Το Πρωτόκολλο IP εισήχθη από τους Vint Cerf και Bob Kahn το 1974 και συνδέεται στενά με το Πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης (TCP), με αποτέλεσμα ολόκληρη η σουίτα των πρωτοκόλλων του Διαδικτύου να αναφέρεται απλά ως σουίτα TCP/IP. Η πρώτη μεγάλης κλίμακας έκδοση του Πρωτοκόλλου IP, ήταν η έκδοση 4 (IPv4) η οποία επικρατεί μέχρι και σήμερα σε όλο το Διαδίκτυο. Ωστόσο, λόγω του ότι δεν επαρκούν πλέον οι διευθύνσεις, τα τελευταία χρόνια και για την μεγαλύτερη ανάγκη σε θέματα ταχύτητας και εύρους ζώνης (bandwidth), έχει αναπτυχθεί η διάδοχη έκδοση του πρωτοκόλλου, η έκδοση 6 (IPv6), η οποία είναι εν ενεργεία και χρησιμοποιείται εξαπλωμένη σε όλο τον κόσμο. Το Πρωτόκολλο IP, είναι υπεύθυνο για τη διευθυνσιοδότηση των κόμβων και την δρομολόγηση των πακέτων από έναν υπολογιστή προς έναν τελικό προορισμό, κατά μήκος ενός ή περισσότερων δικτύων.

Για το σκοπό αυτό, το πρωτόκολλο IP, καθορίζει ένα σύστημα διευθυνσιοδότησης, το οποίο έχει δύο λειτουργίες. Έτσι κάθε πακέτο IP, αποτελείται από μια κεφαλίδα και στη συνέχεια ακολουθούν τα δεδομένα. Στη κεφαλίδα αυτή εμπεριέχονται πληροφορίες: πρώτον, για τα δεδομένα που εμπεριέχονται στο πακέτο και δεύτερον, οι διευθύνσεις αφετηρίας και προορισμού. Η διαδικασία προσθήκης της κεφαλίδας σε ένα πακέτο δεδομένων ονομάζεται ενθυλάκωση. Τέλος, Το Πρωτόκολλο IP είναι μια υπηρεσία χωρίς σύνδεση, είναι ανεξάρτητο

Πανεπιστήμιο Πατρών

Ευφυή Συστήματα και Internet of Thing»

Νεκταρία Α. Πορφύρη

από την τεχνολογία του υλικού, που χρησιμοποιείται σε κάθε δίκτυο, και δεν χρειάζεται να την γνωρίζει πριν την μετάδοση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ιωάννης Μπούταλης, Γεώργιος Συρακούλης, *Υπολογιστική Νοημοσύνη και Εφαρμογές*, 2010.
2. Βλαχάβας Ι., Κεφαλάς Π., κλπ «*Τεχνητή Νοημοσύνη, Β' έκδοση*», Εκδόσεις Θεσσαλονίκη χ.χ. John Haugeland, «*Artificial Intelligence: The Very Idea*», Cambridge: MIT Press (1985).
3. Rich and Knight, «*Artificial Intelligence, Artificial Intelligence Series*», McGraw-Hill, 1991.
4. Gavan Duffy, Seth A. Tucker «*Political Science: Artificial Intelligence Applications*», Volume: 13 issue: 1, page(s): 1-20, Issue published: April 1, 1995.
5. Σπύρος Τζαφέστας, *Υπολογιστική Νοημοσύνη - Τόμος Α - Μεθοδολογίες*, 2008.
6. Ι. Μαρινάκης, Μ. Μαρινάκη, Ν. Ματσατσίνης, Κ. Ζοπουνίδης, *Μεθευριστικοί και εξελικτικοί αλγόριθμοι σε προβλήματα διοικητικής επιστήμης*, 2011.
7. Κερανού Ελπίδα, *Τεχνητή Νοημοσύνη και Έμπειρα συστήματα* ,Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο 2000.
8. Ι. Βλαχάβας, Π. Κεφαλάς, Ν. Βασιλειάδης, Φ. Κόκκορας, Η. Σακελλαρίου «*Τεχνητή Νοημοσύνη*», Γ' Έκδοση, Εκδόσεις Μ. Γκιουρδάς, 2006.
9. Αποστολάκης Ι., Σωτήρχου Α., Τσακλακίδου Δ., Τσικρίκας Σ., Κυριόπουλος Γ., *Η ενσωμάτωση των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών στα δημόσια νοσοκομεία του λεκανοπεδίου Αττικής*, Ιατρική, 2007.
10. Δουλγέρη Ζωή , «*Ρομποτική :Κινηματική, Δυναμική και έλεγχος αρθρωτών βραχιόνων*», Εκδόσεις Κριτική, 2007.
11. Διαμαντάρας, Κ. «*Τεχνητά νευρωτικά δίκτυα*», Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2007.
12. Κοτσαβασιλόγλου Χ. ,Μπαλόγιαννης Σ., *Οι εφαρμογές της πληροφορικής και ειδικότερα στην Νευρολογία Εγκέφαλος* 2009,46(4) σσ. 191-200.
13. Κουλάς Σταύρος, *Συστήματα υπολογιστικής νοημοσύνης για διάγνωση στην ιατρική: Η περίπτωση του συνδρόμου Down*, Πανεπιστήμιο Κύπρου, 2012.
14. Κουλέλη Μ. ,*Σύστημα λήψης ιατρικών αποφάσεων- Medical decision support system*, Ιούλιος 2012, Βόλος, Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

15. Ηλιάδης Λ., Παπαλεωνίδας Α., «Υπολογιστική Νοημοσύνη και Ευφυείς Πράκτορες», Εκδ. ΕΥΔΟΞΟΣ, 2016.
16. Χουντής Παναγιώτης, «Χρήση Ευφών Πρακτόρων σε Εκπαιδευτικό Σύστημα Βασισμένο στον Παγκόσμιο Ιστό», ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ «Μαθηματικά των Υπολογιστών και των Αποφάσεων», ΠΑΤΡΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2004.
17. John-Jules Ch. MeyerJan Treur, “*Agent-Based Defeasible Control in Dynamic Environments*”, Springer Science & Business Media, Μάρτιος 2013.
18. Δρ. Κωνσταντίνος Χ. Γιωτόπουλος, «*Βάσεις Δεδομένων και Ευφυή Πληροφοριακά Συστήματα Επιχειρηματικότητας: Ευφυή Πληροφοριακά Συστήματα*», Διοίκηση Επιχειρήσεων, χ.χ.
19. N.Cheung A.Garcia, «*The use of a heuristic search technique for the optimization of quality of steel billets produced by continuous casting*», 2001 Elsevier Science Ltd.
20. Ralf M. Stair – G. W. Reynolds, “*Principles of Information Systems – A material approach*”, 6th edition, Thomson Course Technology, 1996.
21. Λαζακίδου Α. Αθηνά. *Πληροφοριακά Συστήματα Νοσοκομείων και Ηλεκτρονικές υπηρεσίες υγείας*, Αθήνα, 2005.
22. Mitchell Melanie, “*An introduction to genetic algorithms*”, MIT Press, 1996.
23. Back Thomas, “*Evolutionary Algorithms in Theory and Practice*”, Oxford Univ. Press, 1996.
24. Goldberg-David-E, “*Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*”, Addison-Wesley, Jan. 1989.
25. Klir-George-J, Yuan-Bo, “*Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*”, Prentice-Hall, May 1995.
26. Ross-Timothy, “*Fuzzy Logic with Engineering Applications*”, McGraw-Hill, Sept. 1994.
27. Terano-Toshiro, Asai-Kiyoji, Sugeno-Michio, “*Fuzzy Systems Theory and Its Applications*”, Academic-Press, Feb. 1992.
28. Christoph Adami, “*Introduction to Artificial Life*”, Telos, Dec. 1997.
29. Lon Brafield, *The user interface - Concepts & Design*, Addison-Wesley Publishing Company, Amsterdam, Holland, 1993.

30. Robert Lindstrom, *Multimedia Presentations - Create dynamic presentations that inspire*, Osborne-McGraw Hill, USA, 1994.
31. Arch Luther, *Designing Interactive Multimedia*, Bantam Books, New York, USA, 1992.
32. Mark Maubury: *Intelligent Multimedia Interfaces*, AAAIPress/The MIT Press, California, USA, 1993.
33. Τεύκρος Μιχαηλίδης, “*Αρχύτας ο Ταραντίνος : Ο πυθαγόρειος φιλόσοφος που άσκησε εξουσία*”, 27-6-2017, <http://physics4u.gr/blog/> .
34. Karen McGraw: *Designing and Evaluating User Inetrfaces for Knowledge based Systems*, Ellis Horwood Limite, West Sussex, England, 1992.
35. Παναγιώτης Πολίτης, *Υπερκείμενα, υπερμέσα και πολυμέσα*, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα, 1994.
36. Kenneth C. Laudon - Jane Laudon, “*Essentials of management information systems: managing the digital firm*”, 6th Edition, Pearson Education Inc- Prentice Hall, 2005.
37. Ben Shneiderman, *Designing the User Interface Strategies for Effective Human-Computer Interaction*, Addison-Wesley Publishing Company Inc, New York, USA, 1992.
38. McCarthy J. (1998) *what is artificial Intelligence? Computer science Department*, Stanford University, Standford CA94305 (Available in <http://www-formal.stanford.edu/imc>).
39. Metaxiotis K., Samouilidis J.,Psarras J., *Expert systems in Medicine : Academic illusion or real power?*, Journal of informatics in primary care, 2000.
40. Nwana , H.S., Ndumu, D.T. , (1998). *A Brief Introduction to Software Agent Technology*. In N.R. Jennings ,M.J. Wooldridge (eds) *Agent Technology : Foundations, Applications and Markets*, Springer-Verlag, Berlin.
41. Papageorgiou E.I, Groumpos P.P, *A weight adaptation method for fine tuning fuzzy cognitive Map causal links*, Soft computing Journal, Vol. 9 , pp.846-857, 2005.
42. Shortliffe E.H., *Computer Based Medical Consultations. MYCIN*. Elsevier, New York, 1976.
43. Stuart Russel & Peter Norvig «*Τεχνητή νοημοσύνη, μια σύγχρονη προσέγγιση*», Β΄ έκδοση 2005, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, σσ. 31-69.
44. [Andrew S. Tanenbaum](#), *Computer Networks, Fourth edition*, ISBN 0-13-066102-3

45. James F. Kurose, Keith W. Ross, *Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet (3rd Edition)*, ISBN 0-321-22735-2
46. W. Richard Stevens, *The Protocols (TCP/IP Illustrated, Volume 1)*, [ISBN 0-201-63346-9](#).
47. Apurva Jain and Theodore Klastorin, "RFID: Management's latest headache or miracle cure?", *E-business Review*, (Fall 2004) σελ. 3 επ.
48. Brito Jerry, "Relax don't do it: why RFID privacy concerns are exaggerated and legislation is premature".
49. Floerkemeier Christian and Lampe Matthias, "RFID middleware design - addressing application requirements and RFID constraint. IBM Global Services. RFID tags – an intelligent bar code replacement"
50. Landt J., "Shrouds of Time, The history of RFID", Aimglobal Publication 2006.
51. Mousavidin Elham, *RFID Technology: An Update*", ISRC Technology Briefing Series, RFID Journal.
52. Roberts C.M., "Radio Frequency identification (RFID)", *Computers and security* 25, p. 18-26, 2006.
53. Shahid Syed Md., "Use of technology in libraries: a new approach to circulation, tracking, inventory, and security of library materials", *Library Philosophy and practice* Vol.8, No.1
54. Peter Norvig, *Paradigms of Artificial Intelligence Programming: Case Studies in Common Lisp*, 1st Edition, Kindle Edition, Amazon Digital Services LLC, e.t.
55. Ronald G. Boothe, «*Perception of the Visual Environment*», Springer 2001.
56. Zebra Technology, "RFID: the next generation of AIDC: application white paper".
57. Γιάγλης Γεώργιος, "Επισκόπηση τεχνολογίας ραδιοσυχνικής αναγνώρισης (RFID)", 2006.
58. Σολδάτος Φ., «*Internet of Things (IoT)*», Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Μηχ/κών-Ηλεκτρ/κών Υπολογιστών, Ιούνιος 2017.
59. Turban- Leinder- McLean- Wetherbe, "Information Technology for Management-Transforming Organizations in the Digital Economy", 5th edition, John Wiley& Sons 2005.
60. Περιστερόπουλος Αθανάσιος, Διπλωματική Εργασία, «*Ανάπτυξη Μεθοδολογίας και Συστήματος Χρονοπρογραμματισμού Ευφυών Πρακτόρων με Χρήση Μεθόδων*

Εμπνευσμένων από την Φύση», ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ Τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών, Ιούνιος 2012.

61. Βιαννιτάκη Βασιλική, «Τεχνητή Νοημοσύνη, Ευφυείς Πράκτορες και Εφαρμογές στην Πληροφορική Υγείας», ΤΕΙ Πελοπόννησου, ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΥΓΕΙΑΣ, Καλαμάτα 2014.
62. Κατέβα Νικ., «Ευφυή αυτόνομα κινούμενα ρομπότ: Συμβολή στην Αρχιτεκτονική και το Σχεδιασμό Τροχιάς», διδακτορική διατριβή, ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ, ΑΘΗΝΑ 1997.
63. Παπαγρίβας Ελευθέριος & Φραγκουλάκης Γεώργιος, Πτυχιακή Εργασία: ΤΟ INTERNET ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ – INTERNET OF THINGS, Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής, ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, Νοέμβριος 2016.
64. Mousavidin Elham, RFID Technology: An Update", ISRC Technology Briefing Series, RFID Journal.
65. Κατελής Βίγκλας, «Η έννοια του όμοιώματος με παραδείγματα από την επιστημονική φαντασία», *Φρέαρ*, τεύχος 12/13 (Οκτώβριος 2015), σσ. 565-574.
66. Νικόλαου Ξηρού: «Βιολογικά πρότυπα κατασκευής ρομπότ», *Περισκόπιο της Επιστήμης*, τεύχος 217 (Μάιος 1998), σσ. 64-72.
67. Δρ. Κωνσταντίνος Χ. Γιωτόπουλος, «Βάσεις Δεδομένων και Ευφυή Πληροφοριακά Συστήματα Επιχειρηματικότητας: Ευφυή Πληροφοριακά Συστήματα», Διοίκηση Επιχειρήσεων, χ.χ.
68. Andrew S. Tanenbaum, *Computer Networks, Fourth edition*, ISBN 0-13-066102-3
69. «Living Internet: Lawrence Roberts Manages The ARPANET Program». *livinginternet.com*. Ανακτήθηκε στις 6 November 2008.
70. Ανθολόγιον Sapere Aude, «Η λογική στον Αριστοτέλη» , <https://sciencearchives.wordpress.com/2013/05/22/%CE%AE-%CE%AD/> , 22-5-2013.
71. «[Αριστοτέλης](#)». greekbooks.gr. Ανακτήθηκε στις 26 Ιουλ 2012.
72. Ryan Ayers, “From Lip Reading to Google Glass and Beyond: The Evolution of Wearable IoT Devices”, <https://readwrite.com/2018/03/22/lip-reading-google-glass-beyond-evolution-wearable-iot-devices/> , Μάρτιος 2018.

73. «Βασικές Αρχές Τεχνητής Νοημοσύνης»,
http://ai.uom.gr/aima/Samples/AIMA_chapter01.pdf , 2018.
74. [Atlantic](#) - Μετάφραση για το Νόστιμον Ήμαρ: Afterwords «Πώς ο Αριστοτέλης δημιούργησε τον ηλεκτρονικό υπολογιστή», ένθετο του Νόστιμον Ήμαρ στον “Δρόμο”, το Σάββατο 24.2.2018
75. «Βασικές Αρχές της ΤΝ», <https://www.ce.teiep.gr/e-class/modules/document/file.php/108/lecture2%20%5BCompatibility%20Mode%5D.pdf>.
76. «Ο Νο 2 της μακεδονικής αυτοκρατορίας, στρατηγός Ηφαιστίων»,
<https://www.newsbeast.gr/portrait/arthro/1975720/to-no-2-tis-makedonikis-aftokratorias-stratigos-ifestion> 2015.
77. Leonardo Da Vinci : 500 years of genius” <https://www.leonardodavinci.gr> ,2019.
78. Thessaloniki Arts and Culture «Ο μύθος του Πυγμαλίωνα»,
<https://www.thessalonikiartsandculture.gr/epilegmena-arthra/o-mythos-tou-pygmaliona> , χ.χ.
79. «3 νόμοι της ρομποτικής», <https://arduinobots.wordpress.com-isaak-asimov/> ,2012.
80. Μαλαγαρδή, «Η επιστήμη της Κυβερνητικής (Cybernetics)»,
<http://ioannamalagardi.blogspot.com/2011/04/cybernetics.html> , Απρίλιος 2011.
81. Π. Κατσαρός, καθ. ΑΠΘ, «Θεωρία Υπολογισμού και Εφαρμογές»,
<https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/5744/5/KalliposBook-KOY.pdf> ,
Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα, 2015.
82. «[Internet of Things \(IoT\): A vision, architectural elements, and future directions](#)» (στα αγγλικά). *Future Generation Computer Systems* **29** (7): 1645–1660. 2013-09-01.
83. Wikipedia, «Edward O. Thorp», https://en.wikipedia.org/wiki/Edward_O._Thorp .
84. Η θεωρία της Πολλαπλής Νοημοσύνης Howard Gardner,
<https://www.thessalonikiartsandculture.gr/life/autoveltiwni/ti-einai-afto-pou-onomazoume-noimosyni/> , 9 Οκτωβρίου 2012.
85. Douglas R. Hofstadter: Analogy as Core, Core as Analogy
<http://prelectur.stanford.edu/lectures/hofstadter>.
86. **Β. ΣΑΜΟΥΡΚΑΣ**, «Τεχνητή νοημοσύνη: Χώρα των θαυμάτων ή λάκκος χωρίς τέλος;», <http://www.fortunegreece.com/article/techniti-noimosini-chora-ton-thavmaton-i-lakkos-choris-telos>, Άρθρο, Απρίλιος 2018.

87. Fostering Computer Systems Research in Europe: A White Paper by Eurosys, Peter Druschel, Rebecca Isaacs, Thomas Gross, Marc Sapiro, 2006.
88. John McCarthy, <http://users.sch.gr/jenvk/index.php/johnmccarthy> , Εργαστήριο Ρομποτικής, χ.χ.
89. Περιοδικό Curius Greek, «Ήρων Αλεξανδρεύς: Η πρώτη ατμομηχανή πριν 2.000 χρόνια», 23-9-2018.
90. Unimate: The 1st Industrial Robot” <https://www.robotics.org/joseph-engelberger/unimate.cfm> ,χ.χ.
91. Χέμπερτ Σάιμον, https://el.wikipedia.org/wiki/Χέμπερτ_Σάιμον.χ.χ.
92. **B.J. Copeland**, “DENDRAL EXPERT SYSTEM”, ENC. BRITANICA.
93. **MYCIN:EXPERT SYSTEM**, <https://expertsystem101.weebly.com/mycin.html>
94. M. Koumparacis, «Τεχνητή Νοημοσύνη», <http://cgi.di.uoa.gr/~ys02/dialekseis2011/intro1spp.pdf> .
95. Healthagents : <http://sourceforge.net/projects/healthagents/?source=directory>
96. Preventive Medicine. http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/622934/description#description
97. Michael Wooldridge - Nicholas R. Jennings, *Intelligent agents: theory and practice*, **Volume 10, Issue 2**, June 1995, Άρθρο The Knowledge Engineering Review, Cambridge Core. <http://www.fipa.org/> .
98. Yoav Shoham, *Artificial intelligence: logic-based knowledge representation-multiagent systems*, <http://ai.stanford.edu/~shoham> , Μάρτιος 2019.
99. John McCarthy, *Artificial Intelligence*, <http://jmc.stanford.edu/artificial-intelligence/index.html>, Μάρτιος 2019.
100. *Η Ιστορία του Internet of Things*, https://www.sas.com/el_gr/insights/big-data/internet-of-things.html
101. https://en.wikipedia.org/wiki/Ratio_Club
102. https://en.wikipedia.org/wiki/Radiofrequency_identification
103. TURING TEST, https://en.wikipedia.org/wiki/Turing_test .
104. David A. McAllester https://en.wikipedia.org/wiki/David_A._McAllester
105. ΚΕΦ.1, «Βασικές Αρχές Τεχνητής Νοημοσύνης», http://ai.uom.gr/aima/Samples/AIMA_chapter01.pdf , 2018.

- 106.«Ορισμός MIS: Ανάπτυξη και χρήση Πληροφοριακών Συστημάτων»,
<http://users.uom.gr/~kat/ap1/notes/Intro.pdf>
- 107.«Τι είναι Υπολογιστής: Εισαγωγή», <https://sites.google.com/site/aspaiteeeee/home/ti-einai-ypologistes>
- 108.Κατηγορία: [Ανάπτυξη ιστοσελίδων](#), «Εισαγωγή στην προσβασιμότητα στο διαδίκτυο (WebAIM)», <http://microo.net/article.php?intro-to-web-accessibility> Ενημέρωση: 10 Αυγούστου 2008.
- 109.Ιντερνετ (Αρχείο ντοκιμαντέρ της EPT) <https://archive.ert.gr/74525/>
- 110.Hebbian theory, https://en.wikipedia.org/wiki/Hebbian_theory .
- 111.<https://towardsdatascience.com/mcculloch-pitts-model-5fdf65ac5dd1?gi=8881fc7ee55a> , Ιούλιος 2018.
112. «Ανάπτυξη εφαρμογών σε προγραμματικό περιβάλλον», Κεφάλαιο 12^ο: Σχεδίαση Διεπαφής Χρήστη, <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-C101/36/198,1056/> , Διαδραστικά σχολικά βιβλία, Γ' Λυκείου.
- 113.«Εισαγωγή στη χρήση του κελύφους και σύνταξη εντολών»
<https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/2476/1/Chapter2.pdf>
- 114.«Ανάπτυξη εφαρμογών σε προγραμματικό περιβάλλον», Κεφάλαιο 12^ο: Σχεδίαση Διεπαφής Χρήστη, <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-C101/36/198,1056/> , Διαδραστικά σχολικά βιβλία, Γ' Λυκείου.
- 115.«Εισαγωγή στη χρήση του κελύφους και σύνταξη εντολών»
<https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/2476/1/Chapter2.pdf>
- 116.https://www.google.gr/search?biw=1517&bih=640&tbm=isch&sa=1&ei=u8aLXIPOA4aua6vms9gN&q=%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CE%B7+%CF%80%CF%81%CE%B1%CE%BA%CF%84%CF%8C%CF%81%CF%89%CE%BD&oq=%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CE%B7+%CF%80%CF%81%CE%B1%CE%BA%CF%84%CF%8C%CF%81%CF%89%CE%BD&gs_l=img.3...385995.390852..391282...0.0..0.169.1987.0j14.....0....1..gws-wiz-img.....0..0j0i8i30j0i24.2wHA7Y-xMgA#imgdii=0gnnLwNQjFO7JM:&imgrc=9wb5khjXgeGWoM:
- 117.<https://www.iefimerida.gr/news/390580/i-idiofyia-konstantinos-daskalakis-mila-gia-tin-tehniti-noimosyni>
- 118.RFID – Radio Frequency Identification, 13 Ιουνίου 2011,
<https://www.pemptousia.gr/2011/06/rfid-radio-frequency-identification/> .

119. https://www.google.gr/search?biw=1517&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=PvCZXNbTDuTZxgP8o4bwBw&q=ISTORIA+the+Internet+of+Things&oq=ISTORIA+the+Internet+of+Things&gs_l=img.3
120. <http://interactionivrea.org/en/index.asp>
121. https://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page
122. <https://el.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>.
123. i-TECH4u.gr. «Internet of Things σε απλά ελληνικά». Ανακτήθηκε στις 2018-02-01.
124. <https://www.iphonehellas.gr/homekit-accessories/>
125. https://www.google.gr/search?biw=1517&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=kO-ZXOnzL8aU1fAPg_iPqAU&q=history+the+Internet+of+Things&oq=history+the+Internet+of+Things&gs_l=img.3
126. https://www.google.gr/search?biw=1517&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=AOSZXP_zGKmOlwSMn5vQDA&q=RFID+ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ&oq
127. https://images.search.yahoo.com/search/images;_ylt=A2KLfR99.plcFDIASHRXNy0A;_ylu=X3oDMTE0dDI1NXNyBGNvbG8DYmYxBHBvcwMxBHZ0aWQDQjcwMTNfMQRzZWMDcGl2cw--?p=example+of+device-to-device+communication+model&fr2=piv-web&fr=mcafee_uninternational#id=0&iurl
128. <https://www.google.gr/search?tbm=isch&q=Παράδειγμα+μοντέλου+Device-to-cloud=>
129. <https://www.google.gr/search?tbm=isch&q=Παράδειγμα+μοντέλου+Device-to-gateway&spell=1&sa=X&ved=>
130. <https://www.google.gr/search?tbm=isch&sa=1&ei=hgGaXOa6JYqvkwWQII6gDw&q=+Σχηματική+αναπαράσταση+μοντέλου+αναφοράς+του+IoT.&oq>
131. <https://www.google.gr/search?tbm=isch&sa=1&ei=LP-ZXLYFOYWLIwTg2q2YCg&q=%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%AC%CE%B4%CE%B5%CE%B9%CE%B3%CE%BC%CE%B1+%CE%BC%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%AD%CE%BB%CE%BF%CF%85+Back-%CE%95nd+Data+Sharing+&oq=>