

Εισαγωγική Επιμόρφωση για την εκπαιδευτική αξιοποίηση Τ.Π.Ε.

## Επιμόρφωση Β1 επιπέδου ΤΠΕ

Συστάδα: Β1.4 Πληροφορικής

ΕΠΙΜΟΡΦΩΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

## Συνεδρία 9 - Αναδυόμενες Τεχνολογίες στην εκπαιδευτική διαδικασία

ΕΠΙΜΟΡΦΩΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Έκδοση 1η

Μάρτιος 2024

Πράξη:	ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΑΞΗ (ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗ Β' ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΤΠΕ)/ Β' Κύκλος		
Φορείς Υλοποίησης:	Δικαιούχος φορέας: 		
	Συμπράττων φορέας: 		
 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων	 Ευρωπαϊκή Ένωση Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο	Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού, Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης	 ΕΣΠΑ 2014-2020 ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	Προοίμιο .....	4
2	Σκοπός και στόχοι .....	8
2.1	Σκοπός .....	8
2.2	Στόχοι: .....	8
3	Εισαγωγή .....	8
4	Εικονική Πραγματικότητα, Επαυξημένη Πραγματικότητα και Εικονικές Περιηγήσεις .....	9
4.1	Εικονικές Περιηγήσεις στην εκπαίδευση .....	9
4.2	Επαυξημένη πραγματικότητα (A.R.) .....	12
	Συσχέτιση εικόνων και ψηφιακών πληροφοριών .....	13
4.3	Η επαυξημένη πραγματικότητα στην Εκπαίδευση .....	15
5	Εκπαιδευτική Ρομποτική .....	16
5.1	Ρομποτική και ρομπότ .....	16
5.2	Προκατασκευασμένα ρομπότ εδάφους .....	18
5.3	Κιτ κατασκευαστικής ρομποτικής .....	19
5.4	Κοινωνικά ρομπότ .....	21
5.5	Κιτ με μικροεπεξεργαστές υπολογιστές – πλακέτες .....	21
6	Κινητή Μάθηση (mobile learning) .....	22
6.1	Ασύρματα και κινητά συστήματα .....	22
6.2	Κινητός υπολογιστής – πανταχού παρών υπολογιστής και κινητή μάθηση.. .....	22
6.3	Υπολογιστές - ταμπλέτες και Κινητά Τηλέφωνα στην εκπαίδευση .....	23
7	Τεχνητή νοημοσύνη .....	24
7.1	Έννοια και κατηγορίες της Τεχνητής νοημοσύνης .....	24
7.2	Νευρωνικά δίκτυα και τεχνητά νευρωνικά δίκτυα .....	25
7.3	Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning .....	26
7.4	ChatGPT, Barde και άλλα συστήματα .....	26
	7.4.1 Τι είναι το ChatGPT .....	26
7.5	Ποιοι είναι οι ανταγωνιστές του ChatGPT; .....	31
	7.5.1 Google’s Bard .....	31
	7.5.2 Baidu’s Ernie .....	31

7.5.3	Meta’s Llama 2 and BlenderBot.....	31
7.6	Τεχνητή νοημοσύνη και εκπαίδευση.....	31
7.6.1	Για ποιο λόγο η ΤΝ έχει τόσο μεγάλη σημασία για την εκπαίδευση..	31
7.6.2	Τι ακριβώς σημαίνει η ΤΝ στην εκπαίδευση .....	32
7.7	Παρατηρήσεις και συμπεράσματα(;).....	34
8	Τρισδιάστατη (3D) Εκτύπωση.....	36
9	Internet των πραγμάτων (Internet of Things, IoT).....	38
10	Περιβάλλουσα Νοημοσύνη και πανταχού παρούσα Νοημοσύνη (Ambient Intelligence – Ubiquitous Intelligence) .....	40
11	Βιβλιογραφία .....	41

# 1 Προοίμιο

Το παρόν επιμορφωτικό υλικό δημιουργήθηκε για να καλύψει τις ανάγκες της «Εισαγωγικής Επιμόρφωσης για Εκπαιδευτική Αξιοποίηση των Τ.Π.Ε.» (Επιμόρφωση Β1 επιπέδου ΤΠΕ) που υλοποιείται σε Κέντρα Στήριξης Επιμόρφωσης (Κ.Σ.Ε.) σε όλη την Ελλάδα, για εκπαιδευτικούς όλων των κλάδων και ειδικοτήτων, στο πλαίσιο της Πράξης «Επιμόρφωση Εκπαιδευτικών για την Αξιοποίηση και Εφαρμογή των Ψηφιακών Τεχνολογιών στην Διδακτική Πράξη (Επιμόρφωση Β' επιπέδου Τ.Π.Ε.)/Β' κύκλος», <http://e-pimorfosi.cti.gr>, του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού – Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση». Το έργο αυτό συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο, ΕΣΠΑ 2014-2020) και το Ελληνικό Δημόσιο.

Η επιμόρφωση Β1 επιπέδου Τ.Π.Ε. και το αντίστοιχο επιμορφωτικό υλικό σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε αρχικά, το διάστημα 2017 – 2019, για 4 «συστάδες» κλάδων εκπαιδευτικών ως εξής: Β1.1: «Θεωρητικές επιστήμες και Καλλιτεχνικά», Β1.2 «Φυσικές Επιστήμες, Τεχνολογία, Φυσική Αγωγή και Υγεία», Β1.3 «Μαθηματικά, Πληροφορική και Οικονομία – Διοίκηση» και Β1.4: «Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση».

Το διάστημα 2021 -2022, στο πλαίσιο της παραπάνω πράξης, η επιμόρφωση Β1 επιπέδου Τ.Π.Ε. επικαιροποιήθηκε, εμπλουτίστηκε και υλοποιείται αναμορφωμένη πλέον σε 13 «συστάδες» ομοειδών ή σχετικών κλάδων εκπαιδευτικών ως εξής: Β1.1 «Φιλολογικά», Β1.2 «Φυσικές Επιστήμες», Β1.3 «Μαθηματικά», Β1.4 «Πληροφορική», Β1.5 «Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση - Δάσκαλοι», Β1.6 «Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση - Νηπιαγωγοί», Β1.7 «Ξένες Γλώσσες», Β1.8 «Καλές Τέχνες», Β1.9 «Φυσική Αγωγή και Υγεία», Β1.10 «Εκπαιδευτικοί Μηχανικοί», Β1.11 «Οικονομία, Διοίκηση και Κοινωνικές Επιστήμες», Β1.12 «Επαγγέλματα Γης» και Β1.13 «Ειδική Αγωγή».

Το επιμορφωτικό υλικό Β1 επιπέδου Τ.Π.Ε. διατίθεται και αξιοποιείται στο πλαίσιο της επιμόρφωσης με τη μορφή «μαθήματος»/ e-course (ένα ανά συστάδα), μέσω της πλατφόρμας ηλεκτρονικής μάθησης του έργου, η οποία βασίζεται στο ελεύθερο λογισμικό/ λογισμικό ανοικτού κώδικα moodle. Περιλαμβάνει υλικό μελέτης-αναφοράς και εκπαιδευτικές δραστηριότητες, ενώ εν γένει συνοδεύεται από υποστηρικτικό και άλλο πρόσθετο υλικό (οδηγίες προς τους Επιμορφωτές και προς τους επιμορφούμενους, αρχεία παρουσιάσεων κ.ά.).

Συντάχθηκε υπό την επίβλεψη και στο πλαίσιο των αρμοδιοτήτων του ειδικού Επιστημονικού Συμβουλίου<sup>1</sup> του Ι.Τ.Υ.Ε. - «Διόφαντος», το οποίο έχει συσταθεί με την υπ' αριθ. Π568/28.07.2011 Απόφαση, και στην παρούσα Πράξη λειτουργεί ως εξειδικευμένο επιστημονικό συμβουλευτικό όργανο του Ι.Τ.Υ.Ε. - «Διόφαντος», δικαιούχου φορέα υλοποίησης της Πράξης.

---

<sup>1</sup> Το Επιστημονικό Συμβούλιο του Ι.Τ.Υ.Ε.-«Διόφαντος» για την επιμόρφωση, αποτελείται από τους Καθηγητές: i) Χαράλαμπος Ζαγούρα, Πανεπιστήμιο Πατρών, ο οποίος έχει την ευθύνη συντονισμού των εργασιών του Συμβουλίου, ii) Βασίλειο Δαγδιλέλη, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, iii) Βασίλειο Κόμη, Πανεπιστήμιο Πατρών, iv) Δημήτριο Κουτσογιάννη, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, v) Πολυχρόνη Κυνηγό, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών και vi) Δημήτριο Ψύλλο, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Συμπληρωματικά και για την κάλυψη των απαιτήσεων των «νέο»-εισερχόμενων στην επιμόρφωση κλάδων / ειδικοτήτων εκπαιδευτικών (βλ. παραπάνω, συστάδες B1.7 έως B1.13), στο πλαίσιο της παρούσας Πράξης λειτουργεί ευρύτερη Επιστημονική Επιτροπή, η οποία αποτελείται από τους παρακάτω Καθηγητές, επιστημονικούς συνεργάτες του δικαιούχου (Ι.Τ.Υ.Ε. – «Διόφαντος»), καθώς και του συμπράττοντα φορέα υλοποίησης της Πράξης (Ι.Ε.Π.):

- Χαράλαμπος Ζαγούρας, Πανεπιστήμιο Πατρών, ο οποίος έχει την ευθύνη συντονισμού των εργασιών της Επιτροπής
- Παναγιώτη Αντωνίου, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, ως Επιστημονικά Υπεύθυνο για τη Συστάδα «Φυσική Αγωγή και Υγεία»
- Βασίλειο Δαγδιλέλη, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, ως Επιστημονικά Υπεύθυνο για τη συστάδα «Πληροφορική»
- Χαράλαμπος Καραγιαννίδη, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, ως Επιστημονικά Υπεύθυνο για τη συστάδα «Ειδική Αγωγή»
- Βασίλειο Κόμη, Πανεπιστήμιο Πατρών, ως Επιστημονικά Υπεύθυνο για τις συστάδες «Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση – Δάσκαλοι» και «Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση – Νηπιαγωγοί»
- Δημήτριο Κουτσογιάννη, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, ως Επιστημονικά Υπεύθυνο για τη συστάδα «Φιλολογικά»
- Πολυχρόνη Κυνηγό, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, ως Επιστημονικά Υπεύθυνο για τη συστάδα «Μαθηματικά»
- Βασιλική Μητσοικοπούλου, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, ως Επιστημονικά Υπεύθυνη για τη συστάδα «Ξένες Γλώσσες»
- Σπύρο Παπαδόπουλο, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ως Επιστημονικά Υπεύθυνο για τη συστάδα «Καλές Τέχνες»
- Κυπαρισσία Παπανικολάου, Ανωτάτη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης ως Επιστημονικά Υπεύθυνη για τη συστάδα «Εκπαιδευτικοί Μηχανικοί»
- Παναγιώτη Σιμιτζή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών ως Επιστημονικά Υπεύθυνο για τη συστάδα «Επαγγέλματα Γης»
- Ιωάννη Τσίρμπα, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, ως Επιστημονικά Υπεύθυνο για τη συστάδα «Οικονομία, Διοίκηση και Κοινωνικές Επιστήμες»
- Δημήτριο Ψύλλο, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Επιστημονικά Υπεύθυνο για τη συστάδα «Φυσικές Επιστήμες»

Ειδικότερα, στη δημιουργία **του ενιαίου μέρους του επιμορφωτικού υλικού Β1 επιπέδου ΤΠΕ**, το οποίο αποτέλεσε τη βάση για τον περαιτέρω εμπλουτισμό και εξειδίκευσή του ανά συστάδα, συνέβαλαν, με την επίβλεψη και τον συντονισμό μελών της Επιστημονικής Επιτροπής, οι:

- Μαρία Ακριτίδου, Εκπαιδευτικός ΠΕ02, Δρ Νεοελληνικής Φιλολογίας
- Σταυρούλα Αντωνοπούλου, Εκπαιδευτικός ΠΕ02, Δρ Γλωσσολογίας
- Χαράλαμπος Αποστόλου, Δρ., MSc, MEd, Συντονιστής Εκπαιδευτικού Έργου - ΠΕ04, Περιφέρεια Δ. Μακεδονίας
- Γεώργιος Βουνάτσος, MA Εκπαιδευτικός Μηχανολόγος Μηχανικός
- Αγορίτσα Γόγουλου, Δρ. Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας, Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό, Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών, ΕΚΠΑ
- Βασίλειος Δαγδιλέλης, Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
- Δημήτρης Διαμαντίδης, Εκπαιδευτικός ΠΕ03 Μαθηματικών
- Φιλήμονας Διαμαντίδης, Εκπαιδευτικός Μηχανολόγος Μηχανικός
- Χαράλαμπος Καραγιαννίδης, Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Αγγελική Καραματσούκη, Εκπαιδευτικός ΠΕ86-Πληροφορικής και ΠΕ87.02-Νοσηλευτικής
- Βασίλειος Κόμης, Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Πατρών
- Εμμανουήλ Κουσιόγλου, MSc Φυσικός ΠΕ04.01, Υποψήφιος Διδάκτορας Τμήμα Φυσικής ΑΠΘ
- Φίλιππος Κουτσάκας, Εκπαιδευτικός ΠΕ86-Πληροφορικής

- Δημήτριος Κουτσογιάννης, Καθηγητής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Πολυχρόνης Κυνηγός, Καθηγητής, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Ιωάννης Λεύκος, Δρ., Ε.ΔΙ.Π., Τμήμα Εκπαιδευτικής & Κοινωνικής Πολιτικής, ΠΑΜΑΚ
- Ευστρατία Λιακοπούλου, Συντονίστρια Εκπαιδευτικού Έργου Πληροφορικής
- Χρήστος Μάλλιαρης, Εκπαιδευτικός ΠΕ03 Μαθηματικών
- Αναστάσιος Μάτος, Εκπαιδευτικός ΠΕ02, Συντονιστής εκπαίδευσης, Δρ Ψηφιακών Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση
- Αναστασία Μισιρλή, Δρ., ΕΔΙΠ, ΤΕΕΑΠΗ, Πανεπιστήμιο Πατρών
- Αναστάσιος Μολοχίδης, Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Φυσικής, ΑΠΘ
- Δέσποινα Παπαδοπούλου, Δρ. Χημικός, MSc, Υπεύθυνη Εργαστηριακού Κέντρου Φυσικών Επιστημών (ΕΚΦΕ) Ν. Καβάλας
- Κυπαρισσία Παπανικολάου, Καθηγήτρια, Ανωτάτη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης
- Γεώργιος Σκουντζής, Εκπαιδευτικός Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης
- Αγγελική Τζαβάρα, Δρ., ΕΔΙΠ, ΤΕΕΑΠΗ, Πανεπιστήμιο Πατρών
- Γιάννης Τζωρτζάκης, MSc Εκπαιδευτικός Πολιτικός Μηχανικός, Συντονιστής Εκπαιδευτικού Έργου Περιφερειακής Διεύθυνσης Εκπαίδευσης Πελοποννήσου
- Ανδρομάχη Φιλιππίδη, Δρ., Εκπαιδευτικός Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης
- Γεώργιος Χοροζίδης, Υποψήφιος Διδάκτορας, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Δημήτριος Ψύλλος, Καθηγητής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

**Ο εμπλουτισμός και η εξειδίκευση του επιμορφωτικού υλικού για τη Συστάδα B1.4 Πληροφορικής** έγινε από συγγραφική ομάδα με την επιστημονική ευθύνη του αντίστοιχου μέλους της Επιστημονικής Επιτροπής και συμμετέχοντες τους:

- Αλεξούδα Γεωργία, Πληροφορικό
- Λεύκο Ιωάννη, μέλος Ε.ΔΙ.Π. Πανεπιστημίου Μακεδονίας
- Μαλλιαράκη Χρήστο, Πληροφορικό
- Μαυροχαλυβίδη Γεώργιο, Πληροφορικό
- Ξινόγαλος Στυλιανός, μέλος ΔΕΠ Πανεπιστημίου Μακεδονίας
- Παπαδάκη Σταμάτη, Πληροφορικό

Στο παρόν επιμορφωτικό υλικό, με τρόπο έμμεσο ή άμεσο έχει ενσωματωθεί ένα μέρος από παλιότερο υλικό. Στην αρχική του μορφή το Γενικό Μέρος του Επιμορφωτικού υλικού δημιουργήθηκε από συγγραφική ομάδα, με επικεφαλής τον Βασίλη Δαγδιλέλη, Καθηγητή του Πανεπιστημίου Μακεδονίας και συμμετέχοντες τους:

- Καψάλη Αχιλλέα, πρώην Καθηγητή στο Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.
- Παπαδόπουλο Ιωάννη, Επίκουρο Καθηγητή στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Φαχαντίδη Νικόλαο, Αναπληρωτή Καθηγητή στο Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.
- Ταμπούρη Ευθύμιο, Καθηγητή στο Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

Στην παρούσα έκδοση του Επιμορφωτικού Υλικού Γενικού Μέρους έχουν συμβάλει τα μέλη του Επιστημονικού Συμβουλίου Βασίλειος Δαγδιλέλης, Βασίλειος Κόμης, Δημήτριος Κουτσογιάννης, Πολυχρόνης Κυνηγός, Δημήτριος Ψύλλος, καθώς και οι εξής:

- Σταυρούλα Αντωνοπούλου, υποψήφια διδάκτωρ Εφαρμοσμένης Γλωσσολογίας, ΑΠΘ
- Μαριάνθη Γριζιώτη, εκπαιδευτικός ΠΕ86 (ΠΕ19/20),
- Ελισάβετ Καλογερία, εκπαιδευτικός ΠΕ03,

- Ελένη Κουστριάβα, Καθηγήτρια στο Πανεπιστήμιο Μακεδονίας,
- Χρήστος Μάλλιαρης, εκπαιδευτικός ΠΕ03,
- Μάριος Ξένος, εκπαιδευτικός ΠΕ86 (ΠΕ19/20),
- Γεώργιος Πανσεληνάς, εκπαιδευτικός ΠΕ86 (ΠΕ19/20),
- Γεώργιος Σκουντζής, εκπαιδευτικός ΠΕ70,
- Μάριος Σπάθης, εκπαιδευτικός ΠΕ03,
- Αθανάσιος Ταραμόπουλος, εκπαιδευτικός ΠΕ04

Κατά τη δημιουργία του υλικού αυτού, χρησιμοποιήθηκαν πόροι από το αντίστοιχο εκπαιδευτικό και επιμορφωτικό υλικό της εκπαίδευσης των επιμορφωτών Β' επιπέδου Τ.Π.Ε. στα ΠΑ.Κ.Ε. και εκπαιδευτικών στα Κέντρα Στήριξης της Επιμόρφωσης (Κ.Σ.Ε.) που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο προηγούμενων σχετικών έργων επιμόρφωσης Β' επιπέδου ΤΠΕ\*. Επομένως, στη δημιουργία του υλικού αυτού συνέβαλαν έμμεσα και όσοι είχαν συνεργαστεί στη δημιουργία του υλικού για την εκπαίδευση των επιμορφωτών στα ΠΑ.Κ.Ε. και την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στα Κ.Σ.Ε. στο πλαίσιο των έργων αυτών και οι οποίοι αναφέρονται αναλυτικά στα αντίστοιχα κείμενα επιμορφωτικού υλικού που δημοσιεύονται στους αντίστοιχους κόμβους ενημέρωσης\*.

Το επιμορφωτικό υλικό Β1 επιπέδου Τ.Π.Ε., αποτελεί ιδιοκτησία του ΥΠΑΙΘΑ και καλύπτεται από την ισχύουσα νομοθεσία για την προστασία των πνευματικών δικαιωμάτων των δημιουργών.

\* Πράξη: «Επιμόρφωση Εκπαιδευτικών στη χρήση και αξιοποίηση των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην εκπαιδευτική διδακτική διαδικασία», ΕΠΕΑΕΚ ΙΙ, Γ' ΚΠΣ, <http://b-epipedo.cti.gr>

Πράξεις: «Επιμόρφωση Εκπαιδευτικών για την αξιοποίηση και εφαρμογή των Τ.Π.Ε. στη Διδακτική πράξη», Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση», ΕΣΠΑ 2007-2013, <http://b-epipedo2.cti.gr>

## 2 Σκοπός και στόχοι

### 2.1 Σκοπός

Ο γενικός σκοπός της παρούσας ενότητας είναι η απόκτηση βασικών γνώσεων γύρω από τις πιο σύγχρονες τεχνολογίες, που χρησιμοποιούνται ήδη ή εκτιμάται ότι θα χρησιμοποιηθούν σύντομα στην Εκπαίδευση, αυτές που αποκαλούνται αναδυόμενες τεχνολογίες. Οι γνώσεις αυτές αποσκοπούν στη θεμελίωση ενός στοιχειώδους, συνεκτικού σώματος, γύρω από τις τεχνολογίες αυτές, για όλες τις συστάδες επιμορφουμένων, έτσι ώστε, ανάλογα με τις επιλογές του προγράμματος σπουδών του επιπέδου B2 της κάθε συστάδας, να είναι εφικτή μια περαιτέρω εμβάθυνση στα θέματα αυτά.

### 2.2 Στόχοι:

Με την ολοκλήρωση της μελέτης της παρούσας ενότητας οι επιμορφούμενοι επιδιώκεται να είναι σε θέση να:

- Κατανοούν και να χρησιμοποιούν τη σχετική ορολογία
- Να γνωρίζουν ορισμένες καινοτόμες εκπαιδευτικές εφαρμογές
- Να κατανοούν τις βασικές αρχές λειτουργίας, τα τεχνολογικά και, σε κάποιο βαθμό, τα παιδαγωγικά διακυβεύματα και τις δυνατότητες περαιτέρω ανάπτυξης
- Εμβαθύνουν στην περαιτέρω μελέτη των αντικειμένων, στις θεματικές περιοχές που ακολουθούν:
- Εικονική Πραγματικότητα κα Επαυξημένη πραγματικότητα
- Εκπαιδευτική Ρομποτική
- Κινητή Μάθηση
- Τεχνητή Νοημοσύνη
- Τρισδιάστατη εκτύπωση
- Internet of Things (IoT)

## 3 Εισαγωγή

Όπως γίνεται αντιληπτό από το σκοπό και τους ειδικότερους στόχους της ενότητας η «κεντρική ιδέα» δεν είναι φυσικά η απόκτηση γνώσεων σε βάθος, αλλά μάλλον μια πρώτη επαφή με σκοπό την ευαισθητοποίηση των επιμορφουμένων σε θέματα που σχετίζονται με τις αναδυόμενες τεχνολογίες. Πολλές εξάλλου από τις αναδυόμενες τεχνολογίες αυτές δεν συμπεριελήφθησαν, όπως τα blockchains ή τα drones. Εξάλλου το πλήθος των διαφορετικών τεχνολογιών που εξετάζονται στην παρούσα ενότητα είναι υπερβολικά μεγάλο ώστε να υπάρχει στόχευση σε μια ουσιαστική εμβάθυνση.

Με ένα γενικό τρόπο, οι όροι που σχετίζονται με ορισμένες αναδυόμενες τεχνολογίες ακούγονται μέσα στην καθημερινότητα, υπάρχει ίσως μια εξοικείωση με τις λέξεις αυτές, αλλά ταυτόχρονα υπάρχει μια άγνοια της πραγματικότητας και πολύ περισσότερο μια αδυναμία κριτικής αντιμετώπισης των τεχνολογιών αυτών, μια δυσκολία κατανόησης των προτερημάτων και των μειονεκτημάτων τους και φυσικά πολλές δυσκολίες για την εκπαιδευτική-διδακτική αξιοποίησή τους.

Η μικρή αυτή εισαγωγή (ελπίζουμε ότι) αποτελεί ένα πρώτο βήμα για ένα πολύ μεγαλύτερο ταξίδι.



## 4 Εικονική Πραγματικότητα, Επαυξημένη Πραγματικότητα και Εικονικές Περιηγήσεις

Η **Εικονική Πραγματικότητα** (Virtual Reality ή VR) και η **Επαυξημένη Πραγματικότητα** (Augmented Reality ή AR) έχουν πλέον σημαντικές εκπαιδευτικές εφαρμογές, που σε συνδυασμό με την ανάπτυξη και διάδοση των φορητών συσκευών, αρχίζουν να υιοθετούνται ως Αναδυόμενες Τεχνολογίες στην εκπαιδευτική διαδικασία και ιδιαίτερα στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Εικονική Πραγματικότητα ονομάζεται η προσομοίωση ενός πραγματικού ή φανταστικού περιβάλλοντος από έναν υπολογιστή, γενικότερα από ένα ψηφιακό σύστημα, το οποίο, στη βέλτιστη μορφή του, ο άνθρωπος-χρήστης το αντιλαμβάνεται ως πραγματικό (Λέπουρας κ.ά., 2015). Στην εικονική πραγματικότητα δημιουργείται ένας τεχνητός κόσμος στον οποίον ένα άτομο μπορεί να «εμβυθιστεί» (immersion) περισσότερο ή λιγότερο και να περιηγηθεί σε αλληλεπίδραση με αυτόν, κυρίως μέσω της αίσθησης της όρασης, καθώς και του ήχου, της αφής και άλλων μορφών ανάδρασης, η οποία μπορεί να μεγιστοποιηθεί με αποκλεισμό ή προσομοίωση αισθήσεων του πραγματικού κόσμου, όπως συμβαίνει με χρήση ειδικής μάσκας προβολής (head-mounted), δονούμενα χειριστήρια, αλλαγή κλίσης καθίσματος για προσομοίωση καταστάσεων επιτάχυνσης κ.α. Στην ενότητα αυτή θα γίνει αναφορά κυρίως στις εικονικές περιηγήσεις, ως μια μορφή εικονικής πραγματικότητας με εφαρμογή στην εκπαίδευση.

Στην περίπτωση που ζητείται η επαύξηση του φυσικού κόσμου, με ψηφιακές πληροφορίες, κυρίως με σύμβολα, κείμενα κ.α., η τεχνολογία ονομάζεται Επαυξημένη Πραγματικότητα και χρησιμοποιείται κυρίως με φορητές συσκευές, όπου η πραγματικότητα, όπως αυτή συλλαμβάνεται από το φωτογραφικό φακό, εμπλουτίζεται με πληροφορίες και απεικονίζεται στην οθόνη (Μουστάκας κ.ά., 2015).

### 4.1 Εικονικές Περιηγήσεις στην εκπαίδευση

Η εικονική περιήγηση είναι ένας τρόπος ρεαλιστικής αποτύπωσης του περιβάλλοντα χώρου σε μία επίπεδη οθόνη (Sanchenko, 2020) η οποία μπορεί να δημιουργήσει την ψευδαίσθηση μιας επιτόπου φυσικής παρουσίας στο χώρο, με παροχή και επιπλέον πληροφοριών.

Με απλή αναζήτηση στο διαδίκτυο εντοπίζονται αρκετοί ιστότοποι μέσα από τους οποίους μπορεί κάποιος να πραγματοποιήσει μια εικονική περιήγηση, δηλαδή να περιηγηθεί εικονικά σε μουσεία ή χώρους με ιστορικό ή πολιτιστικό ενδιαφέρον, υπάρχουν όμως και εμπορικές εφαρμογές με πιο συνηθισμένες αυτές που προωθούν ακίνητα ή σχετίζονται με τον τουρισμό (παράδειγμα η εφαρμογή *CHRONOS* της Cosmote για μια εικονική περιήγηση στην Ακρόπολη<sup>2</sup>). Παράλληλα με τις εφαρμογές αυτές, που είχαν σημαντική ανάπτυξη την περίοδο της πανδημίας COVID-19, έχουν εμφανιστεί πολλά ψηφιακά εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογών εικονικής πραγματικότητας, μεταξύ των οποίων υπάρχουν και μερικά διαθέσιμα για δωρεάν χρήση.

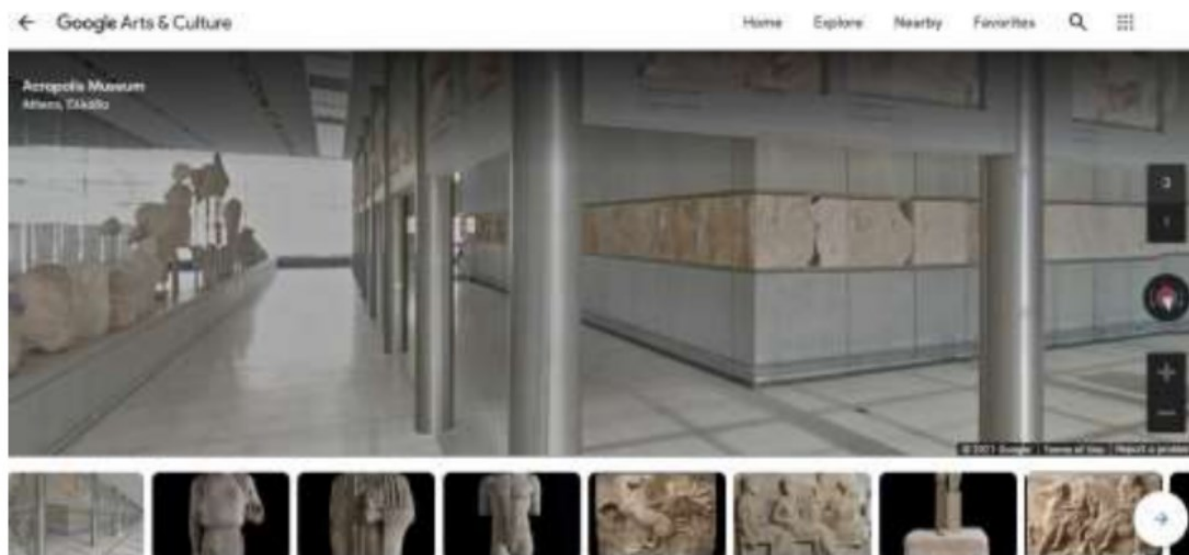
<sup>2</sup> <https://www.cosmote.gr/cs/cosmote/en/cosmote-chronos-akropoli-virtual-tour.html>

Οι εικονικές περιηγήσεις βασίζονται σε σειρά φωτογραφιών που συντίθενται ώστε να δώσουν μία τρισδιάστατη απεικόνιση του χώρου. Οι χώροι που απεικονίζονται συνήθως είναι υπαρκτοί και έχουν φωτογραφηθεί, ανάλογα με την επιδιωκόμενη ποιότητα, με κινητό τηλέφωνο, φωτογραφική μηχανή ή κάμερα 3D, μπορεί όμως να είναι εξ ολοκλήρου τεχνητοί και να εμφανίζονται στον χρήστη μέσω μίας οθόνης ή μέσω ειδικών συσκευών προβολής τύπου μάσκας.

Η διδασκαλία σε περιβάλλοντα εκτός του σχολείου, μπορεί να δημιουργήσει στους μαθητές ευκαιρίες να εμπλακούν ενεργά σε δραστηριότητες, όπου η μάθηση κατευθύνεται από τα δικά τους ενδιαφέροντα (Rennie et al., 2003). Ο εκπαιδευτικός ρόλος των επισκέψεων στα μουσεία είναι πλέον καθολικά αποδεκτός, με τη μάθηση στο μουσείο να διαφοροποιείται από τη μάθηση στο σχολείο, καθώς τα παιδιά μαθαίνουν μέσω της παρατήρησης των αντικειμένων του μουσείου και των εκπαιδευτικών δράσεων στις οποίες συμμετέχουν (Νικονάνου, 2015). Το μουσείο, ως φυσικός χώρος λειτουργεί ως ένα περιβάλλον μάθησης που υποστηρίζει την ενεργητική – βιωματική μάθηση, ενώ ταυτόχρονα προωθείται η προσωπική έκφραση των απόψεων, η ανάπτυξη της κριτικής ικανότητας, η συναισθηματική εμπλοκή και η ψυχαγωγία.

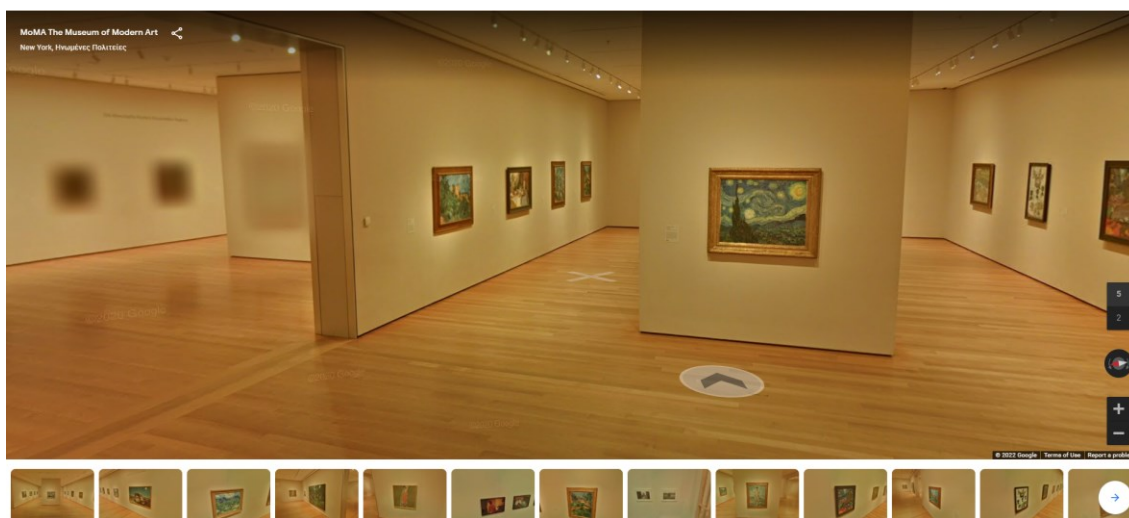
Συμπληρωματικά και βοηθητικά στην εκπαιδευτική διαδικασία λειτουργούν πλέον και εικονικά μουσεία καλλιεργώντας μια θετική στάση προς τα μουσεία χωρίς ωστόσο να θεωρηθεί ότι αντικαθιστούν τα φυσικά. Με τον όρο «εικονικό μουσείο» (virtual museum) υποδηλώνεται η δημιουργία αντίγραφου ενός πραγματικού μουσείου που αξιοποιεί την τεχνολογία ως μέσο για τη διαδικασία της ψηφιοποίησης των πληροφοριών. Το εικονικό μουσείο αποτελεί μία συλλογή ψηφιακών αντικειμένων τα οποία παρέχονται στους χρήστες με μία ποικιλία μέσων και τρόπων πρόσβασης που υπερβαίνουν τις παραδοσιακές μεθόδους επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης με τους επισκέπτες, αφού αυτοί είναι προσαρμοσμένοι στις ανάγκες και τα ενδιαφέροντά τους προκειμένου ο επισκέπτης να μην περιοριστεί στην παρατήρηση των εκθεμάτων και σε πληροφορίες για τα εκθέματα, αλλά να αλληλεπιδράσει με το εικονικό περιβάλλον ή με αντίστοιχο οπτικοακουστικό υλικό.

Αρκετοί εκπαιδευτικοί σχεδιάζουν δραστηριότητες εικονικής περιήγησης σε μουσεία και αξιοποιούν έτοιμες παρουσιάσεις που τα μουσεία έχουν δημιουργήσει μέσα από τους αντίστοιχους ιστότοπους ή υπάρχουν σε γενικότερες συλλογές εφαρμογών, όπως αυτή που αξιοποιήθηκε σε μια διαθεματική εκπαιδευτική παρέμβαση εικονικής περιήγησης στο μουσείο της Ακρόπολης (<https://artsandculture.google.com/partner/acropolis-museum>, τελευταία επίσκεψη, Ιούλιος 2023). Εδώ οι μαθητές σε ομάδες και με τη βοήθεια του διαδικτύου διενεργούν μια εικονική περιήγηση μέσω του εργαλείου Google Art and Culture (Εικόνα 1). Κάθε ομάδα αξιοποιεί την εφαρμογή για να εντοπίσει τα εκθέματα και να βρει πληροφορίες που αργότερα καταγράφει και ταξινομεί σε φύλλα εργασίας (Κλημεντιώτη, 2021).



**Εικόνα 1: Μουσείο Ακρόπολης στο Google Art Project**

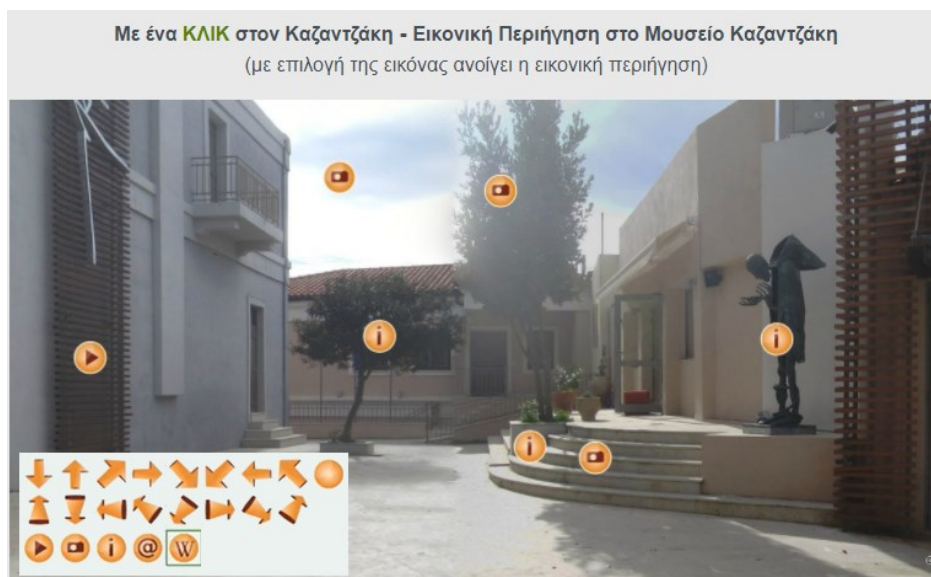
Η εφαρμογή Google Art and Project είναι προσβάσιμη δωρεάν μέσω διαδικτύου (δείτε στο <https://artsandculture.google.com/>) και προσφέρει πολύ μεγάλο εύρος εκθεμάτων, πληροφορίες και δυνατότητες εξερεύνησης, όπως αυτή της εικονικής περιήγησης στο Μουσείο MOMA μέσω φωτογραφιών 3D (Εικόνα 2). Συνοδεύεται από αντίστοιχη εφαρμογή κινητής συσκευής που δίνει επιπλέον δυνατότητες επαυξημένης πραγματικότητας ή αξιοποίησης τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης για εύρεση, σύγκριση ακόμη και δημιουργία νέων εικόνων, σύμφωνα με τις τεχνολογίες γνωστών καλλιτεχνών.



**Εικόνα 2: Μουσείο MOMA στο Google Art Project**

Εκτός από τις εικονικές περιηγήσεις μουσείων που έχουν δημιουργηθεί από επαγγελματίες και βρίσκονται στους ιστότοπους των μουσείων ή συγκεντρωμένες σε εκπαιδευτικούς ιστότοπους (π.χ. <https://ideesekpaidefsis.wordpress.com>, τελευταία επίσκεψη, Ιούλιος 2023), υπάρχουν και απλούστερες εικονικές περιηγήσεις που έχουν δημιουργηθεί από εκπαιδευτικούς και μαθητές, με αξιοποίηση δωρεάν εφαρμογών. Για τη δημιουργία τους απαιτείται μόνο η φωτογράφιση των χώρων σε φωτογραφίες 360 μοιρών (panoramic) ή 3D (spherical). Παλαιότερα για το σκοπό αυτό έπρεπε να αξιοποιηθεί σειρά φωτογραφιών και ειδικό λογισμικό, οι σύγχρονες όμως ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές, καθώς και αυτές που βρίσκονται στις κινητές συσκευές, περιλαμβάνουν ενσωματωμένη πλέον τη δυνατότητα αυτή. Ένα παράδειγμα είναι η εικονική

περιήγηση «Με ένα ΚΛΙΚ στον Καζαντζάκη – Εικονική περιήγηση στο Μουσείο Καζαντζάκη» (Βλαχοκυριάκου και Παντελάκη, 2015) που έγινε με τη συνεργασία μαθητών και βρίσκεται στον ιστότοπο <http://kazantzakis.weebly.com/> (Εικόνα 3, τελευταία επίσκεψη, Ιούλιος 2023).



**Εικόνα 3. Εξωτερική άποψη του μουσείου με παράθεση των συμβόλων πλοήγησης**

Ο εικονικός χώρος αποτελείται από τρεις φωτογραφίες 360 μοιρών (Εικόνα 4) που έχουν ληφθεί με απλή φωτογραφική μηχανή και κείμενα των μαθητών που διαμορφώθηκαν σε εικονική περιήγηση με την δικτυακή δωρεάν εφαρμογή MAKEVT (<http://www.makevt.com/>, τελευταία επίσκεψη Ιανουάριος 2024).



**Εικόνα 4. Πανοραμικές Φωτογραφίες χώρων Μουσείου «N. Καζαντζάκης»**

## 4.2 Επαυξημένη πραγματικότητα (A.R.)

Η τεχνολογία Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality – AR) ή αλλιώς επαυξημένη πραγματικότητα, είναι μια τεχνολογία που επαυξάνει τον φυσικό κόσμο με ψηφιακά στοιχεία. Χρησιμοποιείται περισσότερο στις κινητές συσκευές και «επαυξάνει» την προβολή του φυσικού κόσμου, με ψηφιακές πληροφορίες (κείμενα, ήχους και βίντεο) (Μουστάκας κ.ά., 2015), επιτρέποντας σε πραγματικά και εικονικά αντικείμενα να συνυπάρχουν στον ίδιο χώρο και να αλληλεπιδρούν σε πραγματικό χρόνο (Azuma, 1997) (Εικόνα 5).



**Εικόνα 5. Επαυξημένη πραγματικότητα για εκπαιδευτικούς και επαγγελματικούς σκοπούς**

Ο όρος "Επαυξημένη Πραγματικότητα" συχνά συγχέεται με την "Εικονική Πραγματικότητα", όμως τα εργαλεία της Επαυξημένης Πραγματικότητας, δίνουν τη δυνατότητα δημιουργίας ψηφιακών αντικειμένων στους χώρους όπου ο άνθρωπος κινείται και αλληλεπιδρά καθημερινά και στοχεύει να επαυξήσει τον πραγματικό κόσμο και όχι να κατασκευάσει ένα τελείως τεχνητό περιβάλλον. Αν και υπάρχει τρόπος επίτευξης της εμπειρίας της επαυξημένης πραγματικότητας παρόμοιος με την εικονική, με χρήση παρόμοιας ειδικής μάσκας προβολής, στις εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας χρησιμοποιείται συνήθως η φορητή τεχνολογία (ταμπλέτες και κινητά τηλέφωνα smartphones). Ο χρήστης μπορεί να βλέπει τι υπάρχει στο περιβάλλον του μέσω της κάμερας της συσκευής, το αποτέλεσμα όμως που βλέπει έχει υποστεί γραφική επεξεργασία πριν εμφανιστεί ή όπως συνήθως ονομάζεται video see-through.

Οι φορητές υπολογιστικές συσκευές, όπως είναι τα κινητά τηλέφωνα, εκτός από τη συσχέτιση της εικόνας από την κάμερα της συσκευής με δεδομένα από άλλους αισθητήρες όπως το σύστημα GPS, τα ενσωματωμένα γυροσκόπια, διαθέτουν ακόμη ένα πλεονέκτημα που τις κάνουν να υπερέχουν έναντι των σταθερών συσκευών, όπως είναι οι επιτραπέζιοι υπολογιστές, *το οποίο αφορά στη δυνατότητά τους να μετακινούνται μαζί με τους χρήστες*. Αν μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας κρίνεται απαραίτητο να αναπτυχθεί για να αλληλεπιδρά ο χρήστης με το φυσικό περιβάλλον σε οποιοδήποτε πλαίσιο, το πιο λογικό θα ήταν αυτή η δυνατότητα να παρέχεται μέσω της συσκευής (και στις περισσότερες περιπτώσεις είναι εφικτό) η οποία μετακινείται μαζί με το χρήστη σε οποιοδήποτε σημείο.

## Συσχέτιση εικόνων και ψηφιακών πληροφοριών

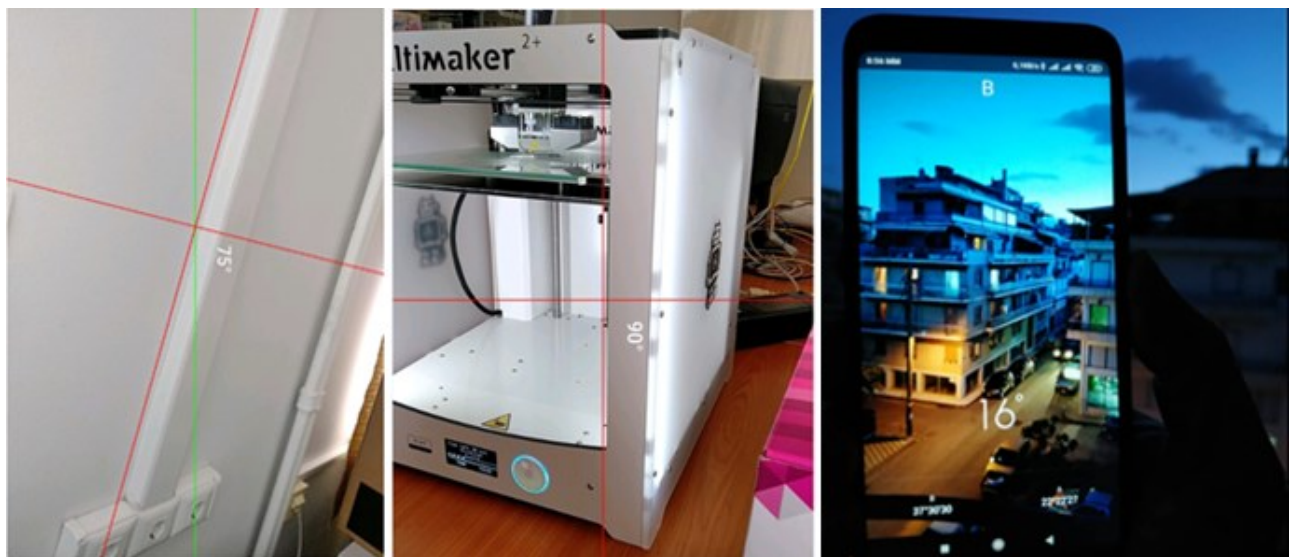
Η επαυξημένη πραγματικότητα έχει τη δυνατότητα να παρέχει πληροφορίες οι οποίες είναι αναγκαίες στον χρήστη, ενσωματώνοντάς τις στο κατάλληλο μέρος και την κατάλληλη χρονική στιγμή. Οι πληροφορίες αυτές μπορεί να προβληθούν με τρεις θεμελιώδεις τρόπους (Goldiez et al., 2004).

Ο πρώτος τρόπος είναι η *υπέρθωση πληροφοριών* οι οποίες δεν απαρτίζουν πλήρως τμήμα του φυσικού περιβάλλοντος. Τέτοιες περιπτώσεις είναι τα head-up displays (HUDs) στα στρατιωτικά αεροσκάφη και η χρήση τους έχει επεκταθεί από την αρχική τους εφαρμογή, σε εμπορικές εφαρμογές διαθέσιμες στον καθένα, όπως αυτές που υποβοηθούν τον οδηγό στο παρκάρισμα ή στη λήψη αποφάσεων. Η υπερτιθέμενη πληροφορία διακρίνεται από το πραγματικό σκηνικό και ο καθένας καταλαβαίνει την ύπαρξή της. (Εικόνα 6).



**Εικόνα 6. Εφαρμογή HUD σε αεροπλάνο και αυτοκίνητο**

Παρόμοιας λογικής είναι και αρκετές εφαρμογές που διατίθενται για κινητές συσκευές στις οποίες η εικόνα της πραγματικότητας εμπλουτίζεται με υπέρθεση επιπλέον πληροφοριών, όπως αυτές στις οποίες στην εικόνα της κάμερας προστίθενται πληροφορίες που σχετίζονται με την κλίση της κινητής συσκευής με σκοπό τον έλεγχο της καθετότητας, αυτές στις οποίες προστίθενται πληροφορίες από το GPS (Εικόνα 7) κ.α.



**Εικόνα 7. Εφαρμογή Laser Level του Android για τον έλεγχο της καθετότητας ηλεκτρικού καναλιού και 3D εκτυπωτή που αξιοποιεί τον εσωτερικό αισθητήρα κλίσης της συσκευής και Εφαρμογή «πυξίδα» του Android: σε οριζόντια θέση απεικονίζει μια πυξίδα, όταν βρίσκεται κάθετα λειτουργεί ως εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας**

Η δεύτερη μέθοδος παρουσιάζει τις πληροφορίες με τέτοιο τρόπο ώστε να μην ξεχωρίζουν από τον υπόλοιπο φυσικό κόσμο, όπως για παράδειγμα σε μια εφαρμογή στην οποία ένα εικονικό κτίριο τοποθετείται μέσα σε ένα αστικό τοπίο. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο χρήστης επιζητά, η προστιθέμενη πληροφορία να εκλαμβάνεται ως αντικείμενο του πραγματικού κόσμου, ότι υπάγεται δηλαδή σε αυτόν. Αυτό χρησιμοποιείται συχνά για τον οπτικό έλεγχο της ένταξης ενός νέου κτηρίου σε μία γειτονιά ή ομάδα κτηρίων, ενός επίπλου που σχεδιάζει κάποιος να αγοράσει, στον χώρο για τον οποίο προορίζεται, ακόμη και για τον έλεγχο ενός ρούχου προς αγορά ή ενός χτενίσματος κ.α.

Η τρίτη μέθοδος έγκειται στην *αναπαράσταση της πληροφορίας*, η οποία υπάρχει στο πραγματικό περιβάλλον, αλλά δεν φαίνεται απευθείας χωρίς την αρωγή της επαυξημένης πραγματικότητας. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε για στρατιωτικούς σκοπούς, αλλά εξελίχθηκε στην προσθήκη πληροφοριών στον πραγματικό κόσμο μέσω κινητών συσκευών (Εικόνα 8).



**Εικόνα 8. Εφαρμογή εμφάνισης κρυφών χαρακτηριστικών (τιμών/ετικετών) στα εμπορεύματα**

## 4.3 Η επαυξημένη πραγματικότητα στην Εκπαίδευση

Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση έχει τις βάσεις της στις αρχές της εμπλουσιωμένης μάθησης και του εποικοδομισμού. Η θεωρία της εμπλουσιωμένης μάθησης προβάλλει την έννοια του αυθεντικού πλαισίου μέσα στο οποίο πραγματοποιείται η μάθηση και των αλληλεπιδράσεων που αυτό προάγει μεταξύ του μαθητή με άτιμα, υλικά, αντικείμενα και τοποθεσίες. Η θεωρία αυτή εμπλουτίζει τη θεωρία του εποικοδομισμού, η οποία αναφέρεται στην οικοδόμηση νοητικών μοντέλων από το μαθητή. Έτσι, η συνένωση των δυο θεωριών πλαισιώνει τον τρόπο που οι μαθητές μαθαίνουν μέσω της χρήσης εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Η γνώση αποκτά νόημα καθώς εντάσσεται σε ένα αυθεντικό πλαίσιο που συντελεί στο σχηματισμό νοητικών δομών από το μαθητή (Dunleavy & Dede, 2014).

Η επαυξημένη πραγματικότητα προβάλλει πληροφορίες ενταγμένες μέσα στο κατάλληλο πλαίσιο, γεγονός που διευκολύνει την κατανόηση του υπο μελέτη φαινομένου ή αντικείμενου και βελτιώνει τη ποιότητα της προσλαμβανόμενης από το μαθητή πληροφορίας. Ερευνητές υπογραμμίζουν την αξία της δυνατότητας που παρέχει η τεχνολογία στους μαθητές να αλληλοεπιδράσουν απευθείας και σε πραγματικό χρόνο με εικονικά αντικείμενα, στα οποία δεν έχουν πρόσβαση στο φυσικό κόσμο, είτε λόγω επικινδυνότητας, είτε λόγω χρονικής ή χωρικής απόστασης, είτε επειδή πρόκειται για φανταστικά δημιουργήματα, είτε λόγω του ότι οι διαστάσεις τους δεν το επιτρέπουν (Chen, Fan, & Wu, 2016; Di Serio, Ibáñez, & Kloos, 2013). Η αλληλεπίδραση αποτελεί κύριο γνώρισμα της επαυξημένης πραγματικότητας.

Η επαυξημένη πραγματικότητα δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να αλληλοεπιδρούν σε πραγματικό χρόνο με το φυσικό και το επαυξημένο περιβάλλον. Για παράδειγμα, ένα σχολικό εγχειρίδιο μπορεί να εμπεριέχει ενσωματωμένες εικόνες-στόχους, που όταν αυτοί εντοπίζονται από μία φορητή συσκευή με

εγκατεστημένη την σχετική εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας, να εμφανίζονται, μέσω της συσκευής, επιπλέον κείμενο, γραφικά στοιχεία, βίντεο και ήχος (Nincarean, Alia, Halim, & Rahman, 2013) (Εικόνα 12).

Στην εφαρμογή της Εικόνας 9, που επαυξάνει εικόνα του σχολικού βιβλίου της Τεχνολογίας και δημιουργήθηκε με την εφαρμογή UniteAR, τα αντικείμενα που εμφανίζονται σε υπέρθεση είναι βίντεο, τρισδιάστατο (3D) μοντέλο και εικονικό κουμπί που περιέχει υπερσύνδεσμο που εμφανίζει εξωτερικό περιεχόμενο, ενώ θα μπορούσαν να περιλαμβάνονται και φωτογραφία, πανοραμική φωτογραφία, κινούμενα σχέδια και ήχος.



**Εικόνα 9: Αντικείμενα Επαυξημένης Πραγματικότητας AR σε φωτογραφία σχολικού βιβλίου**

Σύμφωνα με τους Di Serio et al. (2013), οι μαθητές εμφανίζουν αυξημένο ενδιαφέρον για τα μελετώμενα αντικείμενα όταν αυτά προσεγγίζονται μέσω εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Τα κίνητρα των μαθητών αυξάνονται και αυτό οδηγεί σε αύξηση της προσήλωσής τους, μεγαλύτερη προσπάθεια και τελικά σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα. Σύμφωνα με τους Παναγοπούλου & Καραγιαννίδη (2017), η αξία των βιβλίων που έχουν εμπλουτιστεί με Επαυξημένη Πραγματικότητα έγκειται στη σύζευξη της τεχνολογίας με το περιεχόμενο του βιβλίου στο ίδιο το πλαίσιο του και ειδικότερα στη δυνατότητα πρόσβασης των μαθητών σε ψηφιακό οπτικοακουστικό υλικό και δραστηριότητες που συμβάλλουν στην ενίσχυση και την καλύτερη κατανόηση των στατικών κειμενικών πληροφοριών και εικόνων του έντυπου περιεχομένου.

## 5 Εκπαιδευτική Ρομποτική

### 5.1 Ρομποτική και ρομπότ

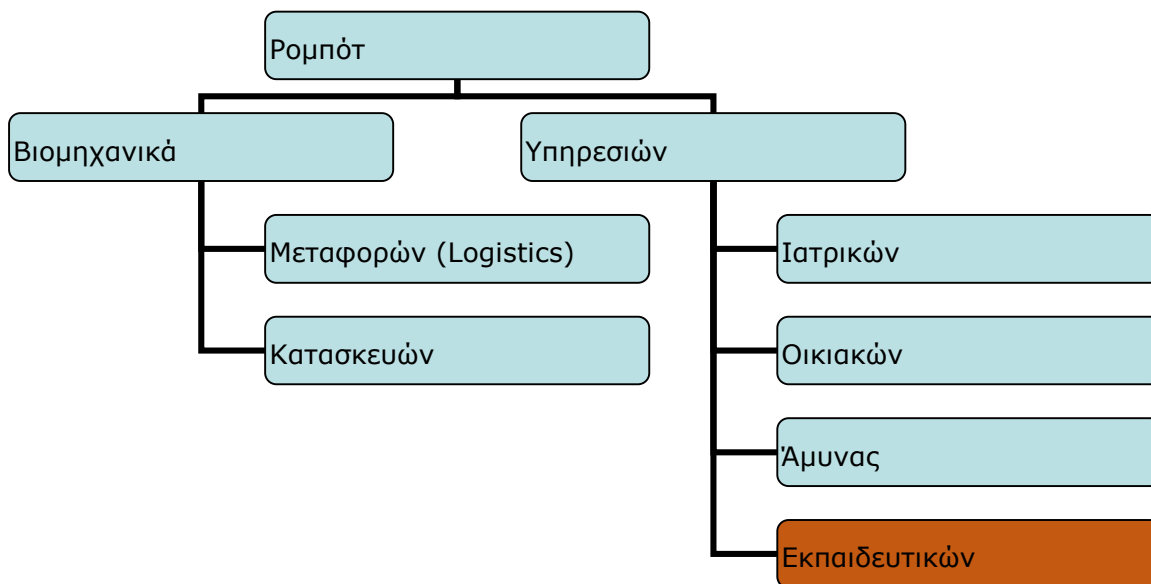
Η **Ρομποτική** (Robotics) είναι το επιστημονικό πεδίο που συγκεντρώνει όλες τις μεθόδους και τις τεχνικές, οι οποίες αφορούν το σχεδιασμό και την υλοποίηση αυτόματων μηχανών που αποκαλούνται **ρομπότ** (robot). Οι μηχανές αυτές μπορούν να αντικαταστήσουν τους ανθρώπους στην εκτέλεση εργασιών, οι οποίες απαιτούν φυσική δραστηριότητα αλλά και διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Στοχεύουν, συνεπώς, στην αυτοματοποίηση διεργασιών, οι οποίες μπορεί να είναι επαναληπτικές, επικίνδυνες ή χρονοβόρες, και προϋποθέτουν έλεγχο,



αλληλεπίδραση και επεξεργασία της πληροφορίας που προέρχεται από το περιβάλλον. Από τεχνική άποψη, η Ρομποτική κάνει ευρέως χρήση αρχών της Μηχανικής, της Τεχνικής Νοημοσύνης, των Μαθηματικών, της Φυσικής και της Ηλεκτρονικής. Η Ρομποτική, ως επιστημονικός και τεχνολογικός κλάδος, αφορά τη μελέτη των ρομπότ, πιο συγκεκριμένα τη μελέτη της αυτόνομης και στοχευμένης «αντίληψης» και δράσης τους στο φυσικό κόσμο. Η Ρομποτική προέκυψε από τις επιστημονικές περιοχές της Θεωρίας Ελέγχου, της Κυβερνητικής και της Τεχνητής Νοημοσύνης (Mataric, 2010).

Τα ρομπότ έχουν πολλά πεδία εφαρμογής και πλέον η εκπαίδευση είναι ένα από αυτά (Ben-Ari & Mondada, 2018) (Σχήμα 1). Η **Εκπαιδευτική Ρομποτική** (Educational Robotics) είναι η περιοχή των Επιστημών της Εκπαίδευσης που ασχολείται με τη χρήση της Ρομποτικής και των ρομπότ στη διδακτική και τη μαθησιακή διαδικασία. Είναι επίσης το πεδίο της Πληροφορικής και της Μηχανικής που σχεδιάζει και κατασκευάζει εκπαιδευτικά ρομπότ.

Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές της Ρομποτικής καθώς και ο προγραμματισμός αυτομάτων και υπολογιστών αποτελούν στις μέρες μας ένα σύγχρονο παιδαγωγικό πλαίσιο μέσα στο οποίο είναι δυνατόν να αναπτυχθούν υψηλού επιπέδου ικανότητες (αυτές που ονομάζουμε και ικανότητες του 21<sup>ου</sup> αιώνα), όπως η επίλυση προβλήματος, η κριτική σκέψη, η μοντελοποίηση, η λήψη απόφασης, η αλγοριθμική προσέγγιση, η υπολογιστική σκέψη κ.α. Η παιδαγωγική προσέγγιση που ακολουθείται στην περίπτωση της Ρομποτικής στηρίζεται στην ανάπτυξη και την περιγραφή τεχνικών καταστάσεων που βασίζονται σε στοιχειώδεις γλώσσες εντολών, οι οποίες σχετίζονται με τη χρήση απλών (π.χ. χειριστήρια) ή και πιο σύνθετων (π.χ. προγραμματιζόμενα ρομπότ) συσκευών.



**Σχήμα 1: Κατηγοριοποίηση ρομπότ ανάλογα με το πεδίο εφαρμογής τους (Ben-Ari & Mondada, 2018)**

Η χρήση της ρομποτικής ως εργαλείο μάθησης ξεκινάει ήδη από το 1969 και τη Logo (Papert, 1980), με την οποία οι μαθητές μπορούσαν να προγραμματίσουν μια ρομποτική χελώνα η οποία ζωγράφιζε στο δάπεδο (Σχήμα 2).



**Σχήμα 2: Η ρομποτική χελών του Papert**

Η θεωρία του Papert για την ένταξη τόσο των υπολογιστών όσο και των ρομπότ στην εκπαίδευση βασίστηκε στον εποικοδομισμό (constructivism) του Piaget και ονομάστηκε κατασκευαστικός εποικοδομισμός (constructionism) (Ackermann, 2001). Σύμφωνα με τον κατασκευαστικό εποικοδομισμό η κατασκευή της γνώσης γίνεται με ιδιαίτερη επιτυχία όταν ο μαθητής εμπλέκεται ενεργά στην κατασκευή αντικειμένων που θα κοινοποιήσει σε άλλους.

Σήμερα παρατηρείται αυξημένο ενδιαφέρον τόσο για την διδασκαλία του προγραμματισμού όσο και για τη διδασκαλία της ρομποτικής. Η ρομποτική μπορεί να καλύψει την ανάγκη της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Μαθηματικών (Science Technology Engineering Math ή STEM) όχι σαν διακριτές επιστήμες αλλά σαν επιστημονικά πεδία που αλληλεπιδρούν όταν οι μαθητές επιλύουν πραγματικά προβλήματα. Επίσης, η ρομποτική είναι ένας τρόπος να αναπτυχθεί η υπολογιστική σκέψη (Wing, 2006).

Με την εξέλιξη της κατασκευής των ηλεκτρονικών, τα ηλεκτρονικά έγιναν φτηνότερα και προσιτά στις σχολικές μονάδες και αναπτύχθηκαν πολλά ρομποτικά πακέτα για την εκπαίδευση. Τα ρομποτικά πακέτα δεν αφορούν τηλεκατευθυνόμενες συσκευές οι οποίες δεν καλλιεργούν δεξιότητες υψηλού επιπέδου αλλά προγραμματιζόμενες συσκευές. Οι προτάσεις για την αξιοποίηση των ρομποτικών συσκευών στην εκπαίδευση μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- Προκατασκευασμένα ρομπότ δαπέδου (για χρήση ρομπότ)
- Κιτ κατασκευαστικής ρομποτικής (για κατασκευή και χρήση ρομπότ)
- Κοινωνικά ρομπότ (για χρήση ρομπότ)
- Κιτ με μικροεπεξεργαστές και υπολογιστές – πλακέτες (για κατασκευή αυτοματισμών)

## 5.2 Προκατασκευασμένα ρομπότ εδάφους

Τα προγραμματιζόμενα ρομπότ εδάφους, είναι προκατασκευασμένα αυτοκινούμενα ρομπότ, τα οποία κινούνται στο δάπεδο. Πρόκειται για ρομπότ, τα οποία προγραμματίζονται από το χρήστη για να εκτελέσουν κάποια κίνηση ή διαδρομή στο χώρο (Misirli & Komis, 2014). Ο χρήστης σχεδιάζει και καθορίζει το σύνολο των εντολών που εισάγονται στο ρομπότ, κατά περίπτωση, χρησιμοποιώντας τις εντολές μιας γλώσσας, η οποία, συνήθως, αποτελεί υποσύνολο της γλώσσας προγραμματισμού Logo. Πρόκειται για έτοιμα ρομπότ που διαθέτουν απλή διεπιφάνεια με πλήκτρα, τα οποία αναπαριστούν βασικές εντολές κίνησης (Προχώρα Μπροστά, Προχώρα Πίσω, Στρίψε Αριστερά, Στρίψε Δεξιά) και επιτρέπουν απτικό προγραμματισμό (tangible programming), γεγονός που καθιστά τη χρήση τους εύκολη ακόμα και από παιδιά προσχολικής ηλικίας. Δύο είναι οι κύριες κατηγορίες

προγραμματιζόμενων ρομπότ εδάφους, τα οποία είναι κυρίως χρήσιμα για την προσχολική και την πρώτη σχολική ηλικία:



Roamer



Thymio



Bee-bot και Blue-bot



Kibo



Pro-bot



Finch

## 5.3 Κιτ κατασκευαστικής ρομποτικής

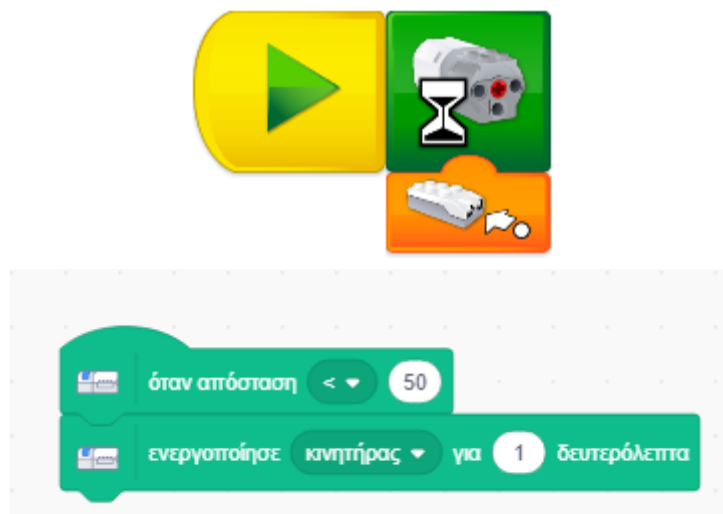
Στην κατασκευαστική ρομποτική το ρομπότ δεν είναι προκατασκευασμένο αλλά το δημιουργούν οι μαθητές. Κατά συνέπεια, μπορεί να μην κινείται στον χώρο αλλά να επιτελεί άλλες λειτουργίες οι οποίες να είναι προσαρμοσμένες στα ενδιαφέροντα των μαθητών (Εικόνα 3). Τα πιο διαδεδομένα πακέτα κατασκευαστικής ρομποτικής είναι τα πακέτα Lego (<https://education.lego.com/en-us/>, τελευταία επίσκεψη Ιανουάριος 2024).

Τα *περιβάλλοντα κατασκευαστικής Ρομποτικής*, τα οποία αποτελούνται συνήθως από ένα Kit LEGO (πολύχρωμα συναρμολογήσιμα πλαστικά τούβλα), έναν ελεγκτή και ένα σύνολο αισθητήρων, παρέχουν ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον εισαγωγής σε έννοιες από ποικίλες γνωστικές περιοχές όπως κίνηση στον χώρο, αισθητήρες που λειτουργούν ως είσοδοι ή και έξοδοι πληροφορίας, μηχανική κατασκευή, αυτοματοποιημένες ενέργειες, υλοποίηση αλγορίθμων, κλπ. Πολλές σύγχρονες μελέτες δείχνουν ότι η μάθηση με ρομπότ παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να αποκτήσουν γνώση περιεχομένου σε πολλά γνωστικά αντικείμενα (εκτός της

ρομποτικής και της πληροφορικής), όπως στη φυσική, τη βιολογία, τη γεωγραφία, τα μαθηματικά, την ηλεκτρονική και τη μηχανολογία.



**Εικόνα 3: Οι προτεινόμενες δραστηριότητες του Πακέτου Lego WeDo (1<sup>η</sup> έκδοση)**



**Εικόνα 4: Προγραμματισμός του WeDo 2.0 με το λογισμικό της Lego και το Scratch**

## 5.4 Κοινωνικά ρομπότ



**Εικόνα 5: Ανθρωποειδή ρομπότ στην εκπαίδευση**

Τα **ανθρωπομορφικού τύπου ρομποτικά συστήματα**, τα οποία έχουν συνήθως μορφή και λειτουργίες έμβιου όντος και συχνά αποκαλούνται ανθρωποειδή (humanoids), ονομάζονται **κοινωνικά ρομπότ** (social robots) και **ρομπότ – συνοδοί** (companion robots) και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης με συγκεκριμένους κατά περίπτωση παιδαγωγικούς στόχους, τόσο γνωστικούς όσο και κοινωνικούς και συναισθηματικούς.

Τα κοινωνικά ρομπότ εστιάζουν στην ομοιότητα του ρομπότ με τον άνθρωπο, έτσι δεν κινούνται με τροχούς (στις περισσότερες περιπτώσεις) αλλά με πόδια και μπορούν να μιλήσουν με τεχνητή ομιλία ή να υπακούουν σε φωνητικές εντολές.

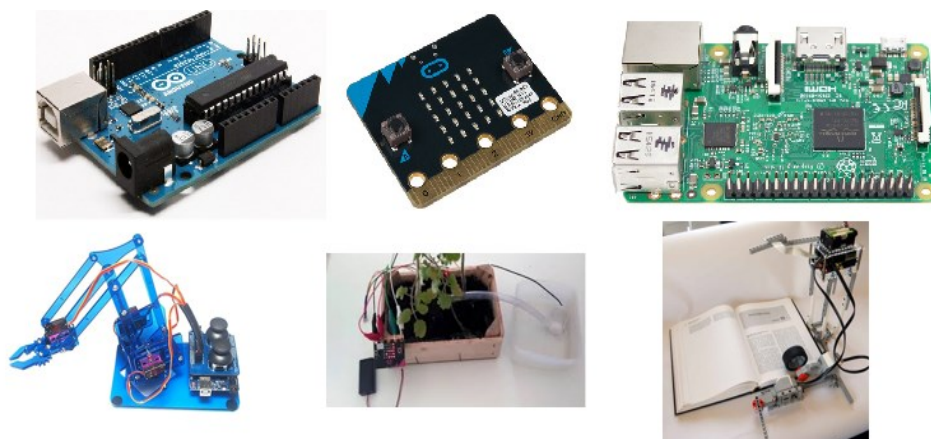
Τα πιο διαδεδομένα ανθρωποειδή στην εκπαίδευση είναι:

- Το Nao (αναγνώριση φωνητικών εντολών, συνθετική ομιλία, κίνηση, προγραμματισμός με Python).
- Το Aisoy (αναγνώριση φωνητικών εντολών, συνθετική ομιλία, κίνηση, προγραμματισμός με Scratch).
- Το Poppy project (ανοικτού κώδικα, κίνηση, προγραμματισμός με Snap! ή Python).

Λόγω των χαρακτηριστικών τους χρησιμοποιούνται για την εκμάθηση ξένων γλωσσών (Chang et al., 2010) και για την συναισθηματική βοήθεια που μπορεί να προσφέρουν σε παιδιά με αυτισμό (Robins et al., 2005) ή προβλήματα κοινωνικοποίησης.

## 5.5 Κιτ με μικροεπεξεργαστές υπολογιστές – πλακέτες

Τα ηλεκτρονικά έγιναν προσιτά σε περισσότερους ανθρώπους λόγω του συνεχώς μειούμενου κόστους τους, ωστόσο και ο προγραμματισμός τους σταμάτησε να αποτελεί προνόμιο λίγων και ένα μεγαλύτερο κοινό μπορούσε να τα προγραμματίσει όπως, φοιτητές και μαθητές όλων των κατευθύνσεων, χομπίστες, καλλιτέχνες κ.α. Σταθμό σε αυτή τη μετάβαση αποτέλεσε η ανάπτυξη του Arduino μιας ολοκληρωμένης πρότασης για τον προγραμματισμό ηλεκτρονικών που περιλαμβάνει α) μια πλακέτα μικροεπεξεργαστή με δυνατότητα σύνδεσης αισθητήρων και κινητήρων και β) το περιβάλλον προγραμματισμού της με μια γλώσσα προγραμματισμού που υλοποιήθηκε για τον σκοπό αυτό.



**Εικόνα 6: Έργα με Arduino, Microbit και Raspberry Pi**

## 6 Κινητή Μάθηση (mobile learning)

Με τον όρο **Μάθηση μέσω κινητών συσκευών** ή **Κινητή Μάθηση** (mobile learning) αναφερόμαστε στις ασύρματες κινητές υπολογιστικές συσκευές (ταμπλέτες και έξυπνα κινητά τηλέφωνα) καθώς και στις εφαρμογές τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η Κινητή Μάθηση αποτελεί πρόκληση για τα εκπαιδευτικά συστήματα, αφού διαφοροποιεί και επεκτείνει τις χρήσεις των ψηφιακών τεχνολογιών για μετάδοση και αναζήτηση πληροφοριών και για ανθρώπινη επικοινωνία και συνεργασία σε συνθήκες εκτός σχολείου. Οι ψηφιακές συσκευές που χρησιμοποιούνται στο πλαίσιο αυτό είναι μεταφέρσιμες και λειτουργικές παντού, ενώ ταυτόχρονα μπορούν να συνδεθούν σε κινητά ή ασύρματα δίκτυα με σκοπό την ανταλλαγή οποιασδήποτε φύσης δεδομένων. Οι βασικές προσφερόμενες δυνατότητές τους, η φορητότητα και η συνδεσιμότητα, καθιστούν τις κινητές συσκευές εν δυνάμει γνωστικά εργαλεία, τα οποία μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τη διδακτική και τη μαθησιακή διαδικασία.

### 6.1 Ασύρματα και κινητά συστήματα

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται σημαντική πρόοδος σε όλο το εύρος των ψηφιακών τεχνολογιών, η οποία άπτεται της ταχύτητας επεξεργασίας σε σχέση με το κόστος και το μέγεθος των συσκευών και των τηλεπικοινωνιών και βασίζεται στην ανάπτυξη *ασύρματων* πλέον *δικτύων* μετάδοσης μηνυμάτων (κειμένου, φωνής, εικόνας και βίντεο). Παράλληλα, η τεχνολογική εξέλιξη στο χώρο των επικοινωνιών επιτρέπει πλέον την ασύρματη επικοινωνία με σχετικά χαμηλό κόστος, αποδεδειγμένα τους χρήστες από τη χρήση ενσύρματων συνδέσεων. Κλασικό, αλλά όχι μοναδικό, παράδειγμα, η κινητή τηλεφωνία που καλύπτει σήμερα (μέσω κεραιών ή δορυφόρων) το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας της γης.

### 6.2 Κινητός υπολογιστής – πανταχού παρών υπολογιστής και κινητή μάθηση

Ο όρος **κινητός υπολογιστής** (mobile computing) είναι ένας γενικός όρος που περιλαμβάνει συνήθως τους *υπολογιστές - ταμπλέτες* (tablets) και τα έξυπνα *κινητά*

τηλέφωνα που διαθέτουν λειτουργικό σύστημα *Windows CE*, λειτουργικό σύστημα *OS* ή λειτουργικό σύστημα *Android*.

Ο όρος **πανταχού παρών υπολογιστής** (*ubiquitous computing*) χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο για να τονίσει την τεχνολογική εξέλιξη σχετικά με τις μικροσυσκευές, οι οποίες εμπεριέχουν υπολογιστικά συστήματα, τα οποία συνήθως δεν είναι εμφανή στο χρήστη και επιτελούν διάφορες διαδικασίες επεξεργασίας της πληροφορίας (συλλογή δεδομένων, αυτοματοποίηση λειτουργιών, κλπ.). Πρόκειται για ένα σενάριο χρήσης των υπολογιστικών συσκευών, οι οποίες μας συνοδεύουν παντού, δεδομένου ότι είναι εύχρηστες, φορητές, ασύρματες και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους (Weiser et al, 1999). Σε αντίθεση με τους προσωπικούς υπολογιστές, που είναι περίπλοκοι και δύσχρηστοι, οι μικροσυσκευές και οι καθημερινές συσκευές που εμπεριέχουν υπολογιστικά συστήματα χωρίς ο χρήστης πρακτικά να το αντιλαμβάνεται, θα μπορούσε να είναι μια μελλοντική λύση για τη θέση των ΤΠΕ στις διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες.

Βασικό πλεονέκτημα των κινητών συσκευών (ταμπλέτες ή σύγχρονα κινητά τηλέφωνα) είναι ακριβώς η φορητότητά τους και συνακόλουθα η απεξάρτηση από το χώρο και τα απαιτούμενα καλώδια (εφόσον υποστηρίζουν ασύρματη επικοινωνία) για τη σύνδεση με το Διαδίκτυο. Ακόμα κι αν σήμερα πολλοί χρήστες του Διαδικτύου (κυρίως για λόγους κόστους) επιλέγουν ενσύρματες συσκευές είναι πολύ πιθανό σύντομα να χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο ασύρματες μικροσυσκευές για την επικοινωνία και τη μάθηση.

Μεγάλο μειονέκτημα, και ενδεχομένως ανυπέρβλητο πρόβλημα, είναι το μικρό μέγεθος των συσκευών εισόδου και εξόδου (πληκτρολόγια, οθόνες, κλπ.) που τις καθιστά πολλές φορές μη λειτουργικές για διάφορες χρήσεις ή περιορίζει σημαντικά την εργονομία τους. Η οθόνη των συσκευών αυτών δεν μπορεί να απεικονίσει πολλές ταυτόχρονα πληροφορίες, το πληκτρολόγιο απαιτεί προσπάθεια για τη γραφή κειμένου ενώ η συσκευή δήξης (το ηλεκτρονικό στυλό που υποκαθιστά το ποντίκι) δεν μπορεί εύκολα να υποκαταστήσει το πραγματικό μολύβι.

## 6.3 Υπολογιστές - ταμπλέτες και Κινητά Τηλέφωνα στην εκπαίδευση

Η χρήση *κινητών υπολογιστικών συσκευών* στην εκπαιδευτική διαδικασία συνιστά σήμερα έναν ιδιαίτερα σημαντικό τομέα έρευνας και ανάπτυξης στο πλαίσιο των ψηφιακών Τεχνολογιών. Αφενός, οι εφαρμογές αυτές γνωρίζουν ραγδαία ανάπτυξη στο τεχνολογικό επίπεδο και σταθερή διάδοση στο κοινωνικό επίπεδο και, αφετέρου, γίνεται όλο και περισσότερο κατανοητό ότι προσφέρουν νέες μορφές επικοινωνίας, κοινωνικής αλληλεπίδρασης και συνεργασίας και διαμορφώσουν νέα περιβάλλοντα διδασκαλίας και μάθησης.

Τόσο η γρήγορη διάδοση όσο και το σχετικά χαμηλό κόστος των συσκευών αυτών σε συνδυασμό με την πραγματική φορητότητα, τη διαρκή διαθεσιμότητα και τη δυνατότητα ασύρματης δικτύωσής τους (την αποδέσμευση δηλαδή των μαθητών από χωρικούς και χρονικούς περιορισμούς) καθιστούν εφικτό να εναλλακτικό πλαίσιο χρήσης των ψηφιακών τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία, με εφαρμογές όχι μόνο στο τυπικό σχολείο αλλά και στη δια βίου μάθηση και κατάρτιση. Ο καθορισμός όμως ενός τέτοιου εναλλακτικού πλαισίου δεν είναι δυνατόν να προκύψει μόνο από τις δυνατότητες της κινητής υπολογιστικής τεχνολογίας. Αντιθέτως, είναι απαραίτητη η διεξαγωγή βασικής έρευνας με δεδομένα από αυθεντικές συνθήκες τάξης σε ποικίλες μαθησιακές δραστηριότητες και γνωστικά αντικείμενα. Οι κύριες παράμετροι της έρευνας αυτής έχουν αφενός

τεχνολογική (στο επίπεδο της σχεδίασης συσκευών και λογισμικών) και αφετέρου παιδαγωγική / μαθησιακή (στο επίπεδο των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων και των μαθησιακών αποτελεσμάτων) αφετηρία και διάσταση.

Σημαντικό μέρος της σύγχρονης έρευνας με τις κινητές συσκευές εστιάζεται στις δυνατότητες που προσφέρουν για *συνεργατική μάθηση*. Οι ασύρματες υπηρεσίες και η φορητότητα που παρέχουν θεωρείται ότι μπορεί να επιλύσουν ένα σημαντικό αριθμό από τις τεχνολογικές αδυναμίες των συμβατικών υπολογιστικών συστημάτων καθώς διαμορφώνουν ένα πιο φυσικό κινητό συνεργατικό περιβάλλον. Πράγματι, ενώ η κινητικότητα στο φυσικό χώρο αποτελεί ένα βασικό εργαλείο για την εγκαθίδρυση κοινωνικού διαλόγου, αυτή αναιρείται λόγω της δέσμευσης από το υπολογιστικό περιβάλλον για την ολοκλήρωση εργασιών στον επιτραπέζιο υπολογιστή.

Οι κινητές συσκευές παρουσιάζουν δύο συγκριτικά πλεονεκτήματα αφού α) δεν μετασχηματίζουν το περιβάλλον μάθησης μεταφέροντας τη διδασκαλία σε ένα εργαστήριο υπολογιστών ή μπροστά σε έναν επιτραπέζιο υπολογιστή αλλά ενσωματώνονται και εμπλουτίζουν τα συμβατικά περιβάλλοντα μάθησης στο χώρο της τάξης και β) διαφοροποιείται η σχέση των μαθητών με την τεχνολογία καθώς το επίκεντρο δεν είναι ο υπολογιστής αλλά ο μαθητής. Παράλληλα, η ροή της πληροφορίας αντιστρέφεται καθώς σε ένα προσωποποιημένο τεχνολογικό περιβάλλον όπως των ασύρματων κινητών συσκευών, η πληροφορία έχει κατεύθυνση στο μαθητή και όχι ο μαθητής σε αυτή και στην αναζήτησή της.

## 7 Τεχνητή νοημοσύνη

Ο όρος Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) αναφέρεται σε ένα σύνολο τεχνολογιών που συνδέονται με ποικίλα επιστημονικά πεδία και έχουν ως κύριο χαρακτηριστικό τη δημιουργία και λειτουργία υπολογιστικών συστημάτων τα οποία εμφανίζουν χαρακτηριστικά ανθρώπινης νοημοσύνης, ευφυούς συμπεριφοράς. Πρόκειται για ένα ταχύτατα αναπτυσσόμενο πεδίο που συγκαταλέγεται στις τεχνολογίες μετάβασης από την τρίτη στην τέταρτη βιομηχανική επανάσταση. Πληροφορίες για την εξέλιξη της TN – από το τεστ του Turing το 1950 (δες για παράδειγμα <https://atozofai.withgoogle.com/intl/el/turing-test/> ή <http://users.sch.gr/jenyk/index.php/artificialintelligence/ai-historicalreview/6-turingtest>, τελευταία επίσκεψη Ιανουάριος 2024) μέχρι τους ευφυείς ψηφιακούς βοηθούς, chatbot και λογισμικά επιτραπέζιων παιχνιδιών των τελευταίων ετών – περιλαμβάνονται στο μαθησιακό αντικείμενο του Φωτόδεντρου

<http://photodentro.edu.gr/lor/handle/8521/10694> (τελευταία επίσκεψη Ιανουάριος 2024).

### 7.1 Έννοια και κατηγορίες της Τεχνητής νοημοσύνης

Έχουν διατυπωθεί πολλοί ορισμοί για την τεχνητή νοημοσύνη. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (COM, 2018), «Η τεχνητή νοημοσύνη αναφέρεται σε συστήματα που χαρακτηρίζονται από ευφυή συμπεριφορά, αναλύοντας το περιβάλλον τους και ενεργώντας – με κάποιο βαθμό αυτονομίας– για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων. Τα συστήματα που λειτουργούν βάσει τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να βασίζονται αποκλειστικά σε λογισμικό, ενεργώντας στον εικονικό κόσμο (π.χ. βοηθοί φωνής, λογισμικό ανάλυσης εικόνας, μηχανές



αναζήτησης, συστήματα αναγνώρισης ομιλίας και προσώπου) ή η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να ενσωματωθεί σε συσκευές υλικού (π.χ. προηγμένα ρομπότ, αυτόνομα αυτοκίνητα, δρόνοι [drones] ή εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων - IoT).

Τα συστήματα ΤΝ λαμβάνουν δεδομένα μέσω αισθητήρων, βάσεων δεδομένων κλπ., μοντελοποιούν, αναλύουν, επεξεργάζονται τα δεδομένα για τη λήψη απόφασης και αντίστοιχη ενέργεια έτσι ώστε να επιλύσουν ένα πρόβλημα, να επιτύχουν έναν σύνθετο στόχο. Πολλά συστήματα ΤΝ έχουν ικανότητα μάθησης και προσαρμοστικότητα: μετά από τη λήψη απόφασης και πραγματοποίηση ενέργειας, αναλύουν το περιβάλλον τους λαμβάνοντας νέα δεδομένα και αποφασίζουν πόσο επιτυχημένη ήταν η απόφαση/ενέργειά τους με σκοπό τη μάθησή τους, την προσαρμογή τους δηλαδή και τη βελτίωση των μεθόδων λήψης αποφάσεων που χρησιμοποιούν (HLEG AI, 2019a).

Η ΤΝ έχει εφαρμογές σε πολλούς «χώρους» ανθρώπινων δραστηριοτήτων: στα έμπειρα συστήματα (expert systems), στην επεξεργασία φυσικής γλώσσας, στα ηλεκτρονικά παιχνίδια, στην αναγνώριση εικόνας, στη μηχανική μάθηση, στα νευρωνικά δίκτυα και στη ρομποτική (Κόμης, 2019).

Στο πρώτο κύμα ανάπτυξης εφαρμογών ΤΝ κυριάρχησαν μεταξύ άλλων τα έμπειρα συστήματα, ενώ στο δεύτερο η μηχανική μάθηση (Boucher, 2020). Τα συστήματα μηχανικής μάθησης (machine learning) αποτελούν μια υποκατηγορία της ΤΝ που είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη σήμερα. Πρόκειται για συστήματα λογισμικού που ενσωματώνουν αλγόριθμους μάθησης, δηλαδή έχουν την ικανότητα να μαθαίνουν αυτόματα, να αποφασίζουν, να προβλέπουν, να προσαρμόζονται, να αντιδρούν στις αλλαγές, να βελτιώνονται από την εμπειρία τους χωρίς να έχουν προγραμματιστεί ρητά (Samoili et al., 2020). Ουσιαστικά επεξεργάζονται μεγάλο πλήθος δεδομένων και αναζητούν σε αυτά επαναλαμβανόμενα πρότυπα (patterns). Όσο περισσότερα είναι τα δεδομένα, τόσο πιο ακριβείς οι προβλέψεις και η μάθηση επιτυγχάνεται με τη μέθοδο της δοκιμής και λάθους (trial and error). Συνοπτικές πληροφορίες για τη μηχανική μάθηση δίνονται στο βίντεο του Code.org στον σύνδεσμο

<https://www.youtube.com/watch?v=OeU5m6vRyCk> (τελευταία επίσκεψη Ιανουάριος 2024)

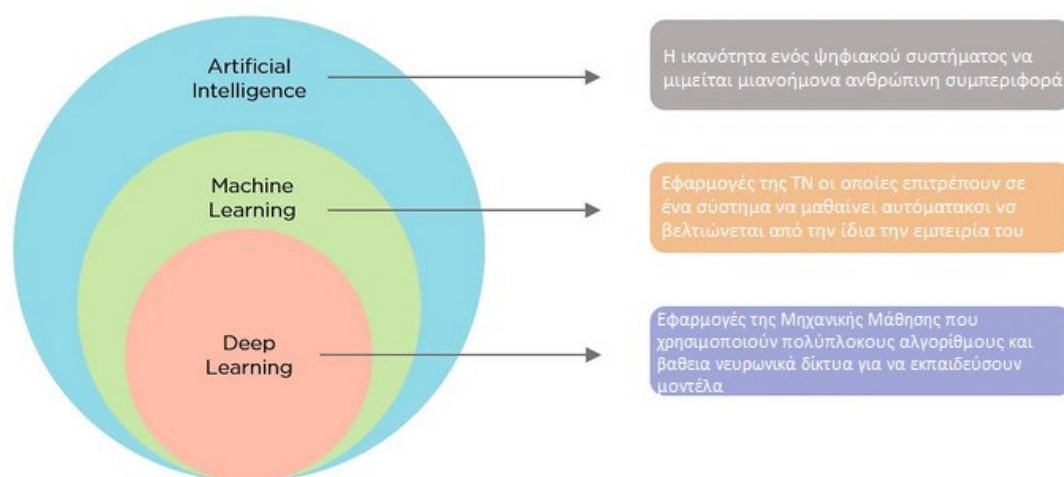
## 7.2 Νευρωνικά δίκτυα και τεχνητά νευρωνικά δίκτυα

**Νευρωνικό δίκτυο** ονομάζεται ένα κύκλωμα διασυνδεδεμένων νευρώνων, δηλαδή εκείνων των κυτάρων που αποτελούν το δομικό μέρος και λειτουργική μονάδα του νευρικού συστήματος ενός οργανισμού. Κάθε νευρώνας αποτελείται από ένα κυτταρικό σώμα που περιλαμβάνει τον πυρήνα και μεγάλο αριθμό οργανιδίων, και από μία ή περισσότερες αποφυάδες. Αυτές ονομάζονται δενδρίτες όταν συλλέγουν τα σήματα (νευρικές ώσεις) που στέλνονται στο κύτταρο, και οι νευράξονες μεταδίδουν ώσεις από το κυτταρικό σώμα. Στην περίπτωση βιολογικών νευρώνων λοιπόν, πρόκειται για ένα τμήμα νευρικού ιστού. Στην περίπτωση όμως τεχνητών νευρώνων, πρόκειται για ένα αφηρημένο αλγοριθμικό κατασκεύασμα το οποίο εμπίπτει στον τομέα της υπολογιστικής νοημοσύνης. Στόχος του νευρωνικού δικτύου, το οποίο κατά κάποιο τρόπο «μιμείται» ένα βιολογικό σύστημα, είναι η επίλυση κάποιου υπολογιστικού προβλήματος μέσω της υπολογιστικής προσομοίωσης της λειτουργίας των βιολογικών νευρωνικών δικτύων με βάση κάποιο μαθηματικό μοντέλο τους. (από τη Wikipedia).

Το βασικό χαρακτηριστικό των νευρωνικών δικτύων είναι η εγγενής ικανότητα τους **μάθησης**. Ως μάθηση στην προκειμένη περίπτωση μπορεί να οριστεί η σταδιακή βελτίωση της ικανότητας του δικτύου να επιλύει κάποιο πρόβλημα (π.χ. η σταδιακή προσέγγιση μίας συνάρτησης). Η μάθηση επιτυγχάνεται μέσω της **εκπαίδευσης**, η οποία στην προκειμένη περίπτωση είναι μια επαναληπτική διαδικασία σταδιακής προσαρμογής των παραμέτρων του δικτύου σε τιμές κατάλληλες, ώστε να επιλύεται με επαρκή επιτυχία το προς εξέταση πρόβλημα. Αφού ένα δίκτυο εκπαιδευτεί, οι παράμετροί του συνήθως «παγώνουν» στις κατάλληλες τιμές και από εκεί κι έπειτα είναι σε λειτουργική κατάσταση. Το ζητούμενο είναι το λειτουργικό δίκτυο να χαρακτηρίζεται από μία ικανότητα **γενίκευσης**: αυτό σημαίνει πως δίνει ορθές εξόδους για εισόδους καινοφανείς και διαφορετικές από αυτές με τις οποίες εκπαιδεύτηκε.

## 7.3 Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning

Μια σχηματική αναπαράσταση της διασύνδεσης μεταξύ τεχνητής νοημοσύνης, μηχανικής μάθησης και βαθιάς μάθησης είναι η εξής:



## 7.4 ChatGPT, Barde και άλλα συστήματα

### 7.4.1 Τι είναι το ChatGPT

Ο όρος ChatGPT προέρχεται από τις λέξεις *Chat Generative Pre-Trained Transformer* και αναπτύχθηκε από μια ερευνητική εταιρεία AI (τεχνητής νοημοσύνης), την Open AI. Είναι μια τεχνολογία chatbot τεχνητής νοημοσύνης, η οποία έχει τη δυνατότητα επεξεργασίας της φυσικής ανθρώπινης γλώσσας και δημιουργίας μιας απάντησης σε ερωτήσεις που του τίθενται.

Ο όρος «bot» γενικά σημαίνει ένα «διαδικτυακό ρομπότ» (καμιά φορά το συναντούμε και ως «πράκτορα» - agent) ένα λογισμικό δηλαδή, που εκτελεί αυτοματοποιημένες εργασίες μέσω του διαδικτύου. Ονομάζεται επίσης και web bot, web robot, WWW robot. Είναι με άλλα λόγια ένας αυτοματοποιημένος μηχανισμός, προγραμματισμένος να εκτελεί συγκεκριμένες ενέργειες και παρόλο που έχουμε μια

άλλη νοερή εικόνα για τα ρομπότ, δεν έχει «υλική υπόσταση» (αφού είναι ένα άυλο πρόγραμμα).

Ουσιαστικά το ChatGPT είναι ένα μεγάλο μοντέλο γλώσσας που ελέγχει την πιθανότητα ποιες λέξεις θα μπορούσαν να ακολουθήσουν στη σειρά. Ένα μεγάλο γλωσσικό μοντέλο είναι ένας λοιπόν ένας αλγόριθμος βαθιάς εκμάθησης (Deep Learning) — ένας τύπος μοντέλου μετασχηματιστή στον οποίο ένα νευρωνικό δίκτυο μαθαίνει το πλαίσιο για οποιοδήποτε γλωσσικό μοτίβο. Αυτό μπορεί να είναι μια προφορική, ομιλούμενη γλώσσα ή μια γλώσσα προγραμματισμού υπολογιστή. Το μοντέλο δεν «ξέρει» τι λέει, δεν κατανοεί δηλαδή το παραμικρό, αλλά ξέρει ποια σύμβολα (δηλαδή λέξεις στην περίπτωση της φυσικής γλώσσας) είναι πιθανό να ακολουθούν το ένα το άλλο με βάση το σύνολο δεδομένων στο οποίο «εκπαιδεύτηκε»<sup>3</sup>. Η τρέχουσα γενιά chatbot τεχνητής νοημοσύνης, όπως το ChatGPT, ο αντίπαλός του στην Google, Bard και άλλα, δεν λαμβάνουν πραγματικά έξυπνα τεκμηριωμένες αποφάσεις. Αντίθετα, είναι παπαγάλοι του Διαδικτύου, που επαναλαμβάνουν λέξεις οι οποίες είναι πιθανόν είναι πιθανό να βρεθούν η μία δίπλα στην άλλη κατά τη διάρκεια της φυσικής ομιλίας. Όλα αυτά στηρίζονται σε Μαθηματικά και αφορούν πιθανότητες (από το Διαδίκτυο). Οι εταιρείες που τα κατασκευάζουν και τα χρησιμοποιούν τα παρουσιάζουν ως «τζίνι» παραγωγικότητας, αφού μπορούν να δημιουργήσουν μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα κείμενο για τα οποία θα χρειαζόταν ένας άνθρωπος ώρες ή μέρες για να παραχθεί. Στην περίπτωση του ChatGPT, αυτό το σύνολο δεδομένων είναι ένα μεγάλο μέρος του Διαδικτύου. Από εκεί, οι άνθρωποι δίνουν σχόλια σχετικά με την έξοδο του ΑΙ για να επιβεβαιώσουν ή να διαψεύσουν ή ακόμη και να σχολιάσουν εάν οι λέξεις που χρησιμοποιεί ακούγονται φυσικές. Τον Αύγουστο του 2023 το OpenAI κυκλοφόρησε ένα GPTBot, ένα πρόγραμμα ανίχνευσης ιστού που προορίζεται να επεκτείνει τις γνώσεις του ChatGPT.

Κανονικά, τα bots λειτουργούν μέσω δικτύου. Επικοινωνούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας υπηρεσίες που βασίζονται στο Διαδίκτυο, όπως η ανταλλαγή άμεσων μηνυμάτων (IM), διεπαφές όπως το Twitterbots, ή Internet Relay Chat. Σύμφωνα με την ερευνητική έκθεση του 2021 με τίτλο "Επιθέσεις Bot: Κορυφαίες απειλές και τάσεις" από την εταιρεία ασφαλείας Barracuda, περισσότερα από τα δύο τρίτα της κίνησης στο Διαδίκτυο είναι bots. Επιπλέον, το 67% της κακόβουλης επισκεψιμότητας bot προέρχεται από δημόσια κέντρα δεδομένων στη Βόρεια Αμερική. Τα bots κατασκευάζονται από σύνολα αλγορίθμων που τα βοηθούν στις καθορισμένες εργασίες τους. Αυτές οι εργασίες περιλαμβάνουν τη συνομιλία με έναν άνθρωπο – το σύστημα προσπαθεί να μιμηθεί ανθρώπινες συμπεριφορές -- ή τη συλλογή περιεχομένου από άλλους ιστότοπους. Υπάρχουν αρκετοί διαφορετικοί τύποι bots που έχουν σχεδιαστεί για να εκτελούν μια μεγάλη ποικιλία εργασιών. Για παράδειγμα, ένα είδος chatbot χρησιμοποιεί μία από τις πολλές μεθόδους που ήδη «γνωρίζει» για να λειτουργήσει, ενώ κάποιο άλλο είδος που βασίζεται σε κανόνες αλληλεπιδρά με ένα άτομο προτείνοντας προκαθορισμένες επιλογές για να επιλέξει αυτό το άτομο. Ένα «πνευματικά ανεξάρτητο» chatbot χρησιμοποιεί μηχανική μάθηση για να μάθει από ανθρώπινες εισροές και να εντοπίσει, (σαρώνοντας κείμενα, συνομιλίες κ.λπ.) πολύτιμες λέξεις-κλειδιά που μπορούν να ενεργοποιήσουν μια αλληλεπίδραση. Τα chatbot τεχνητής νοημοσύνης είναι ένας συνδυασμός βασισμένων σε κανόνες και άλλα, ανεξάρτητα chatbot. Τα chatbots μπορούν επίσης να χρησιμοποιούν εργαλεία αντιστοίχισης προτύπων, επεξεργασίας φυσικής γλώσσας (NLP) και δημιουργίας φυσικής γλώσσας. Οργανισμοί ή άτομα που χρησιμοποιούν bots μπορούν επίσης να χρησιμοποιούν λογισμικό διαχείρισης

<sup>3</sup> Προφανώς ο όρο «εκπαίδευση» χρησιμοποιείται εδώ καταχρηστικά

bots, το οποίο βοηθά στη διαχείριση των bots και στην προστασία από άλλα, κακόβουλα bots (ό,τι κι αν σημαίνει αυτό). Ένας διαχειριστής bots μπορεί για παράδειγμα, να επιτρέψει τη χρήση ορισμένων ρομπότ και να αποκλείσει τη χρήση άλλων που μπορεί να προκαλέσουν βλάβη σε ένα σύστημα. Τυπικές περιπτώσεις αποτελούν ορισμένα βασικά σύνολα λειτουργιών διαχείρισης που περιλαμβάνουν περιορισμό ρυθμού IP και CAPTCHA. Ο περιορισμός του ρυθμού IP περιορίζει τον αριθμό των αιτημάτων ίδιας διεύθυνσης, ενώ τα CAPTCHA παρέχουν προκλήσεις που βοηθούν στη διαφοροποίηση των bots από τους ανθρώπους. (υλικό συλλεγμένο από το Διαδίκτυο)

Η χρήση δεδομένων που υπάρχουν στο Διαδίκτυο από τα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να έχει βέβαια και νομικές και οικονομικές επιπτώσεις. Στο τέλος Δεκεμβρίου 2023, οι New York Times, κατέθεσαν μια ομοσπονδιακή αγωγή εναντίον της Microsoft και της εταιρείας Open AI, *επιδιώκοντας να τερματίσουν την πρακτική της χρήσης των ιστοριών τους για την εκπαίδευση chatbot, λέγοντας ότι οι παραβιάσεις πνευματικών δικαιωμάτων μόνο στην εφημερίδα μπορεί να αξίζουν δισεκατομμύρια* (<https://www.ekirikas.com/i-nyt-minyei-ti-microsoft-kai-tin-openai-gia-paravi/>, τελευταία επίσκεψη Φεβρουάριος 2024). Μάλιστα, όπως αναφέρουν οι NYT, η Microsoft και η OpenAI «έδωσαν στα περιεχόμενα της 'Times' μια ιδιαίτερη σημασία στην κατασκευή του μοντέλου τους εκμάθησης, υπογραμμίζοντας μια προτίμηση που αναγνωρίζει την αξία αυτής της εργασίας» (ibid).

Με άλλα λόγια τα bots αυτά ελέγχουν την πρόσβαση στις προσφερόμενες υπηρεσίες περιορίζοντας το συνολικό αριθμό ταυτόχρονων προσβάσεων από την ίδια ηλεκτρονική διεύθυνση, γεγονός που θα μπορούσε να προκαλέσει κατάρρευση του συστήματος (περίπου όπως οι servers του Υπουργείου Παιδείας λειτουργούν με προβλήματα όταν βγαίνουν τα αποτελέσματα των Πανελλαδικών εξετάσεων. Επίσης ελέγχουν, με το σύστημα CAPTCHA, αν ο χρήστης είναι άνθρωπος ή κάποιο άλλο bot.

Υπάρχουν πολλοί τύποι bots, όλα με μοναδικούς στόχους και καθήκοντα. Μερικά κοινά bots περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

Chatbots. Αυτά τα προγράμματα μπορούν να προσομοιώσουν συνομιλίες με έναν άνθρωπο. Ένα από τα πρώτα και πιο διάσημα chatbot, πριν ακόμη από το διαδίκτυο, ήταν το Eliza, ένα πρόγραμμα NLP που αναπτύχθηκε το 1966 ως ερευνητικό πρόγραμμα του Ινστιτούτου Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης. Αυτό το chatbot προσποιήθηκε ότι ήταν ψυχοθεραπευτής και απαντούσε σε ερωτήσεις με άλλες ερωτήσεις<sup>4</sup>. Πιο πρόσφατα παραδείγματα chatbots περιλαμβάνουν εικονικούς βοηθούς, όπως το Alexa της Amazon, το Siri της Apple και το Google Assistant.

Άλλα τέτοια bots είναι, για παράδειγμα τα κοινωνικά bots που συχνά θεωρούνται bots γνώμης, καθώς επηρεάζουν επηρεάζουν τις συζητήσεις με τους χρήστες στις πλατφόρμες κοινωνικών μέσων και τα shopbots, προγράμματα που πραγματοποιούν αγορές στον ιστό και εντοπίζουν την καλύτερη τιμή για ένα προϊόν που ενδιαφέρεται να αγοράσει ένας χρήστης.

---

<sup>4</sup> Το πείραμα με την Eliza ήταν πολύ ενδιαφέρον. Η βασική του προσέγγιση ήταν απλή – απλοϊκή ίσως. Η Eliza προκαλούσε το συνομιλητή της (άνθρωπο, χρήστη του συστήματος) να «μιλήσει» (με γραπτό κείμενο που πληκτρολογούσε ο χρήστης σε πραγματικό χρόνο) για τον εαυτό του (ή τον εαυτό της αν ο χρήστης ήταν γυναίκα). Η Eliza είχε αποθηκευμένες μερικές εκατοντάδες (;) λέξεις κλειδιά όπως «πατέρας». «μητέρα», «αγωνία» κ.λπ. και μερικές φράσεις συνδεδεμένες με αυτές. Αν ο χρήστης ανέφερε μια από αυτές στο κείμενό του (π.χ. «χθες βράδυ είδα στο όνειρό μου τον πατέρα μου») η Eliza τον προκαλούσε να συνεχίσει (π.χ. «μίλησε μου για τον πατέρα σου... πώς τον θυμάσαι»)

(<https://www.techtarget.com/whatis/definition/bot-robot>, τελευταία επίσκεψη Ιανουάριος 2024. Σχετικό είναι και το βίντεο: <https://www.youtube.com/watch?v=CEhLh-wyWE>).

Η εταιρεία Open AI ιδρύθηκε το 2015, από μια ομάδα επιχειρηματιών και επιστημόνων (μεταξύ των οποίων και ο Elon Musk – ο οποίος όμως αποχώρησε στο μεταξύ), με σκοπό την προώθηση της τεχνητής νοημοσύνης για το καλό της Ανθρωπότητας. Η εταιρεία έβγαλε στη δημόσια σφαίρα ένα πρώιμο μοντέλο ChatGPT στις 30 Νοεμβρίου 2022 και το chatbot έγινε γρήγορα viral στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, καθώς οι χρήστες μοιράστηκαν παραδείγματα για το τι μπορούσε να κάνει. Οι ιστορίες και τα δείγματα περιλάμβαναν τα πάντα, από τον προγραμματισμό ταξιδιών μέχρι τη συγγραφή πρωτότυπων ιστοριών και σεναρίων και μέχρι τον κώδικα προγραμμάτων υπολογιστή. Μέσα σε πέντε ημέρες, το chatbot είχε προσελκύσει πάνω από ένα εκατομμύριο χρήστες. – ξεπερνώντας κατά πολύ όλα τα ανάλογα παραδείγματα του ψηφιακού κόσμου.

Ίσως ο πιο απλός τρόπος να πάρει κανείς μια ιδέα του ChatGPT είναι να το δοκιμάσει: να προτείνει στο λογισμικό την επεξεργασία ενός οιοδήποτε θέματος (και στα ελληνικά) και να εξετάσει τα αποτελέσματα του ChatGPT.

Το GPT-1, το μοντέλο που παρουσιάστηκε τον Ιούνιο του 2018, ήταν η πρώτη έκδοση της σειράς GPT (Γεννήτρια-Προεκπαιδευμένος Μετασχηματιστής) και χρησιμοποιούσε 117 εκατομμύρια παραμέτρους. Αυτό έθεσε τη θεμελιώδη αρχιτεκτονική για το ChatGPT όπως το γνωρίζουμε σήμερα. Το GPT-1 έδειξε τη δύναμη της μάθησης χωρίς επίβλεψη σε εργασίες κατανόησης γλώσσας, χρησιμοποιώντας βιβλία ως δεδομένα εκπαίδευσης για να προβλέψει την επόμενη λέξη σε μια πρόταση.

Το επόμενο μοντέλο, το GPT-2, το οποίο κυκλοφόρησε τον Φεβρουάριο του 2019, αντιπροσώπευε μια σημαντική αναβάθμιση με 1,5 δισεκατομμύρια παραμέτρους. Παρουσίασε μια δραματική βελτίωση στις δυνατότητες δημιουργίας κειμένου και παρήγαγε συνεκτικό κείμενο πολλών παραγράφων. Αλλά λόγω της πιθανής κακής χρήσης του, το GPT-2 δεν κυκλοφόρησε αρχικά στο κοινό. Το μοντέλο κυκλοφόρησε τελικά τον Νοέμβριο του 2019 αφού το OpenAI διεξήγαγε μια μελέτη και τον μετριασμό πιθανών κινδύνων.

*Το GPT-3 ήταν ένα τεράστιο άλμα προς τα εμπρός τον Ιούνιο του 2020. Αυτό το μοντέλο εκπαιδεύτηκε σε 175 δισεκατομμύρια παραμέτρους. Οι προηγμένες δυνατότητές του για δημιουργία κειμένου οδήγησαν σε ευρεία χρήση σε διάφορες εφαρμογές, από τη σύνταξη email και τη σύνταξη άρθρων έως τη δημιουργία ποίησης και ακόμη και τη δημιουργία κώδικα προγραμματισμού. Επέδειξε επίσης την ικανότητα να απαντά σε πραγματικές ερωτήσεις και να μεταφράζει μεταξύ των γλωσσών. Όταν βγήκε στη λανσαρίστηκε το GPT-3, σηματοδότησε μια κομβική στιγμή και ο κόσμος άρχισε να αναγνωρίζει αυτήν την πρωτοποριακή τεχνολογία. Αν και τα μοντέλα υπήρχαν εδώ και μερικά χρόνια, ήταν με το GPT-3 που τα άτομα είχαν την ευκαιρία να αλληλοεπιδράσουν απευθείας με το ChatGPT, να του κάνουν ερωτήσεις και να λάβουν ολοκληρωμένες και πρακτικές απαντήσεις. Όταν οι άνθρωποι μπόρεσαν να αλληλοεπιδράσουν απευθείας με το LLM με αυτόν τον τρόπο, έγινε σαφές πόσο εντυπωσιακή θα ήταν αυτή η τεχνολογία.*

Το GPT-4, η τελευταία έκδοση, συνεχίζει αυτήν την τάση εκθετικής βελτίωσης, με αλλαγές όπως:

- Βελτιωμένη ευθυγράμμιση μοντέλου — η δυνατότητα παρακολούθησης της πρόθεσης του χρήστη

- Μικρότερη πιθανότητα δημιουργίας επιθετικού ή επικίνδυνου αποτελέσματος
- Αυξημένη πραγματική ακρίβεια
- Καλύτερη ικανότητα διεύθυνσης — η δυνατότητα αλλαγής συμπεριφοράς σύμφωνα με τα αιτήματα των χρηστών
- Συνδεσιμότητα στο Διαδίκτυο – η πιο πρόσφατη δυνατότητα περιλαμβάνει τη δυνατότητα αναζήτησης στο Διαδίκτυο σε πραγματικό χρόνο

(<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2023/05/19/a-short-history-of-chatgpt-how-we-got-to-where-we-are-today/?sh=4404ee73674f>, τελευταία επίσκεψη Ιανουάριος 2024).

Το ChatGPT έχει ενσωματωμένους μηχανισμούς αυτοελέγχου για θέματα αμφιλεγόμενα ή ευαίσθητα. Για παράδειγμα, σε ερωτήματα του είδους «στη διένεξη μεταξύ του Χ και του Ψ κράτους, ποιος έχει δίκιο;» το ChatGPT αποφεύγει να δώσει απάντηση. Φυσικά οι μηχανισμοί αυτοί είναι προσαρμοσμένοι στις τοπικές συνθήκες, καθώς ο ορισμός των «αμφιλεγόμενων» ή «ευαίσθητων» θεμάτων μπορεί να ποικίλλει κατά περίπτωση. Το περιοδικό MIT Technology Review (τεύχος στις 30 Αυγούστου 2023) αναφέρει ότι, για παράδειγμα, απαντήσεις για θέματα που αφορούν την Ταϊβαν ελέγχονται στα Chat bots της Baidu (γνωστή κινεζικών συμφερόντων πολυεθνική εταιρεία που ασχολείται με το Διαδίκτυο και έχει δική της μηχανή αναζήτησης) και της εταιρείας ByteDance. Όπως γίνεται αντιληπτό, αυτοί οι μηχανισμοί ελέγχου σε όλα τα Chat Bots θέτουν ένα θέμα αξιοπιστίας των απαντήσεων που δίδονται σε ερωτήματα των χρηστών.

Το ChatGPT είχε ήδη σημαντικές επιπτώσεις σε διάφορους κλάδους, όπως:

- *Εξυπηρέτηση πελατών:* Οι εταιρείες αξιοποιούν το ChatGPT για να αυτοματοποιήσουν τις απαντήσεις σε κοινά ερωτήματα.
- *Εκπαίδευση:* Το ChatGPT χρησιμοποιείται για τη δημιουργία έξυπνων συστημάτων διδασκαλίας ικανών να παρέχουν εξατομικευμένη βοήθεια στους μαθητές.
- *Δημιουργία περιεχομένου:* Δημοσιογράφοι, κειμενογράφοι και δημιουργοί περιεχομένου χρησιμοποιούν το ChatGPT για να δημιουργήσουν δημιουργικές ιδέες, να σχεδιάσουν άρθρα, ακόμη και να γράψουν ποίηση.
- *Επιχειρήσεις:* Όλα τα είδη επαγγελματιών χρησιμοποιούν το chatbot για να αυτοματοποιήσουν εργασίες όπως σύνταξη email ή σύνταξη κώδικα.
- *Υγειονομική περίθαλψη:* Οι πάροχοι και το προσωπικό μπορούν να αξιοποιήσουν το chatbot για περιπτώσεις χρήσης όπως η υποστήριξη κλινικών αποφάσεων, η τήρηση ιατρικών αρχείων, η ανάλυση και η ερμηνεία ιατρικής βιβλιογραφίας και η επιτήρηση ασθενειών.
- *Ψυχαγωγία:* Το ChatGPT μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία ιστοριών βιντεοπαιχνιδιών και σεναρίων ταινιών, τη σύνταξη διαλόγων και τη βελτίωση του παιχνιδιού.
- *Ενσωμάτωση σε άλλες εφαρμογές και πλατφόρμες.* Μερικές εταιρείες λαμβάνουν υπόψη το τσουνάμι δημοτικότητας του ChatGPT και αναζητούν τρόπους για να ενσωματώσουν LLM και chatbot στα προϊόντα και τις υπηρεσίες τους, όπως για παράδειγμα στις μηχανές αναζήτησης της Google ή τη μηχανή Bing της Microsoft. (ibid)

Το κόστος χρήσης των υπηρεσιών του ChatGPT ποικίλλει. Η έκδοση 3.5 είναι δωρεάν, όπως και η χρήση του chat bot Microsoft Copilot που βασίζεται στο ChatGPT 4.0. Οι δωρεάν χρήσεις μπορούν να εκκινήσουν από το <http://chat.openai.com/> (τελευταία επίσκεψη Ιανουάριος 2024).

## 7.5 Ποιοι είναι οι ανταγωνιστές του ChatGPT;

### 7.5.1 Google's Bard

Ο κύριος ανταγωνιστής του ChatGPT είναι ο Bard, το chatbot AI της Google. Το Bard παρουσίασε μεγάλη χρονική καθυστέρηση στη δημόσια εμφάνιση του σε σχέση με το ChatGPT και στο ξεκίνημα του χαρακτηρίστηκε από μερικά χονδροειδή σφάλματα. Σε σύγκριση με το ChatGPT, ο Bard εστιάζει περισσότερο στη δημιουργία ρέοντος λόγου που θυμίζει φυσική ομιλία και λιγότερο στο να μπορεί να απαντήσει σε οποιαδήποτε ερώτηση.

Η Google θα ενσωματώσει το Bard στη μηχανή αναζήτησής της, καθώς η ενσωμάτωση του ChatGPT στη μηχανή αναζήτησης Bing της Microsoft αύξησε θεαματικά τη χρήση του Bing.

### 7.5.2 Baidu's Ernie

Η κινεζική μηχανή αναζήτησης Baidu (το κινεζικό αντίστοιχο της Google) παρουσίασε το δικό της chatbot με την ονομασία Ernie Bot. Η πρώτη δημόσια παρουσίασή του, τον Μάρτιο, ήταν μάλλον απογοητευτική. Η πρόσβαση στον Ernie



ήταν αυστηρά ελεγχόμενη. Ωστόσο το σύστημα φαίνεται ότι βελτιώθηκε σημαντικά και το Σεπτέμβριο του 2023, επετράπη η πρόσβαση με πιο 'ανοιχτούς' όρους. Παρόλο αυτά η πλήρης πρόσβαση είναι μάλλον θεωρητική ακόμη.

Φαίνεται ότι οι πρακτικές παρουσιάσεις High Tech προϊόντων είναι παγκοσμίως οι ίδιες.

### 7.5.3 Meta's Llama 2 and BlenderBot

Η Meta (η εταιρεία πίσω από το Facebook) παρουσίασε το BlenderBot τον Αύγουστο του 2022. Κύριο χαρακτηριστικό του είναι η ικανότητά του να «συζητάει» με το χρήστη. Η Meta διαθέτει επίσης το [Llama 2](#), που λειτουργεί περίπου όπως το ChatGPT.

## 7.6 Τεχνητή νοημοσύνη και εκπαίδευση

### 7.6.1 Για ποιο λόγο η ΤΝ έχει τόσο μεγάλη σημασία για την εκπαίδευση

Πολλοί θεωρούν πως για την επιτυχή προετοιμασία των πολιτών του αύριο είναι είναι απαραίτητος κάποιος *εγγραμματισμός* στην Τεχνητή Νοημοσύνη (για παράδειγμα δείτε το: <https://www.oecd-events.org/ai-wips-2023/onlinesession/e0efe222-91b6-ed11-994c-000d3a469307>, τελευταία

επίσκεψη Ιανουάριος 2024, όπως και τη σχετική αναφορά του ΟΟΣΑ *“Is Education Losing the Race with Technology? AI’s Progress in Maths and Reading”*, “Χάνει η Εκπαίδευση την κούρσα με την Τεχνολογία; Πρόοδος της ΤΝ στα Μαθηματικά και την Ανάγνωση”).

Υποστηρίζεται ακόμη πως το «παραδοσιακό» αναλυτικό πρόγραμμα της πληροφορικής πρέπει να υποστεί μια «αλλαγή παραδείγματος» - προς την πλευρά της Τεχνητής Νοημοσύνης και ιδιαίτερα της Μηχανικής Μάθησης (Machine Learning):

This article charts the emerging trajectories in educational practice, theory, and technology related to teaching machine learning in K–12 education. The article situates the existing work in the context of computing education in general, and describes some differences that K–12 computing educators should take into account when facing this challenge. The article focuses on key aspects of the paradigm shift that will be required in order to successfully integrate machine learning into the broader K–12 computing curricula. A crucial step is abandoning the belief that rule-based “traditional” programming is a central aspect and building block in developing next generation computational thinking

(Tedre Matti et als. 2021)

Και σε βελτιωμένη Google μετάφραση:

Στο παρόν άρθρο απεικονίζονται τις αναδυόμενες διαδρομές στην εκπαιδευτική πρακτική, τη θεωρία και την τεχνολογία που σχετίζονται με τη διδασκαλία της μηχανικής μάθησης στην εκπαίδευση K-12. Το άρθρο τοποθετεί τις υφιστάμενες εργασίες στο πλαίσιο της εκπαίδευσης στους υπολογιστές γενικά και περιγράφει ορισμένες διαφορές που πρέπει να λάβουν υπόψη οι εκπαιδευτικοί υπολογιστών στην εκπαίδευση K-12 όταν αντιμετωπίζουν αυτήν την πρόκληση. Το άρθρο εστιάζει σε βασικές πτυχές της αλλαγής παραδείγματος που θα απαιτηθεί για την επιτυχή ενσωμάτωση της μηχανικής μάθησης στα ευρύτερα προγράμματα σπουδών υπολογιστών K-12. Ένα κρίσιμο βήμα είναι η εγκατάλειψη της πεποίθησης ότι ο «παραδοσιακός» προγραμματισμός που βασίζεται σε κανόνες, είναι μια κεντρική πτυχή και δομικό στοιχείο για την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης επόμενης γενιάς

## 7.6.2 Τι ακριβώς σημαίνει η ΤΝ στην εκπαίδευση



Με ένα γενικό τρόπο, τα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να προσομοιάζουν σε στοιχεία της ανθρώπινης νοημοσύνης και να «αντιλαμβάνονται» το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται, συνήθως μέσω των αποτελεσμάτων της επεξεργασίας μεγάλου όγκου δεδομένων (Big Data) και συναφών μεθόδων μηχανικής εκμάθησης (machine learning), με στόχο την αυτόνομη λήψη αποφάσεων και την εξαγωγή συμπερασμάτων με σκοπό την επίτευξη καθορισμένου αποτελέσματος ή/και την επίλυση ποικίλων προβλημάτων.

(<https://www.ekt.gr/el/news/28914>, τελευταία επίσκεψη, Αύγουστος 2023).

Τι μπορεί να σημαίνει η εκπαίδευση συστημάτων Μηχανικής Μάθησης; Μπορεί να σημαίνει την ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων, τη δοκιμή τους, τη βελτίωσή τους, το διαρκή εμπλουτισμό τους.



Παρακάτω παρουσιάζονται μερικά παραδείγματα από δραστηριότητες παιδιών (μαθητών αλλά και μικρότερων) αυτού του είδους (όλα προέρχονται από το (Tedre Matti et als. 2021):

	
<p><b>Μαθητής εκπαιδεύει ένα σύστημα ML ώστε να αναγνωρίζει ήχους</b></p>	<p><b>Δυο αδέρφια εκπαιδεύουν ένα σύστημα ML ώστε να αναγνωρίζει κινήσεις των χεριών</b></p>



**Εκπαίδευση ενός συστήματος ML ώστε να αναγνωρίζει φιγούρες από μαζορέτες**

Κατά κάποιον τρόπο δηλαδή, φαίνεται να υπάρχει μια συμφωνία πολλών ειδικών ότι η ΤΝ και ιδιαίτερα εκείνο το τμήμα της που σχετίζεται με τη Μηχανική Μάθηση, θα πρέπει να ενσωματωθεί στο αναλυτικό πρόγραμμα του σχολείου, γιατί θα αποτελεί μέρος του εγγραμματισμού που θα είναι απαραίτητος στον αυριανό πολίτη.

Η ΤΝ αναμένεται στις επόμενες δεκαετίες να επηρεάσει καθοριστικά πολλούς τομείς της επιστήμης και της καθημερινής ζωής, μεταξύ αυτών και την εκπαίδευση. Μπορούμε να διακρίνουμε (SEG, 2021):

- **Μάθηση με ΤΝ.** Οι τεχνολογίες της ΤΝ χρησιμοποιούνται στην εκπαιδευτική διαδικασία για την ενίσχυση της μάθησης και τη βελτίωση της διδασκαλίας. Η μαθησιακή αναλυτική με την αξιοποίηση δεδομένων από τη συμμετοχή των μαθητών/τριών σε ψηφιακά περιβάλλοντα μάθησης σε συνδυασμό με τη μηχανική μάθηση μπορούν να προσφέρουν συνεχή ανατροφοδότηση και

εξατομικευμένη/προσαρμοσμένη μάθηση σε πραγματικό χρόνο (UNESCO IITE, 2020; Vincent-Lancrin & Van der Vlies, 2020).

- **Μάθηση για ΤΝ.** Η μάθηση για την ΤΝ συνδέεται με την απόκτηση των κατάλληλων ικανοτήτων υπολογιστικής σκέψης, επίλυσης προβλήματος κ.ά. που παρέχονται κυρίως στο πλαίσιο των μαθημάτων Πληροφορικής.
- **Μάθηση ΤΝ.** Οι σημερινοί μαθητές και μαθήτριες μεγαλώνουν σε ένα περιβάλλον που χαρακτηρίζεται από την αυξανόμενη χρήση εφαρμογών ΤΝ. Η αξιοποίηση σύγχρονων εφαρμογών ΤΝ γενικής χρήσης οδηγεί στην εξοικείωση με την ΤΝ, στην αποτελεσματική χρήση της και στην κριτική αντιμετώπισή της. Οι μαθητές/τριες καλούνται να μπορούν να αναγνωρίζουν τη χρήση, να μάθουν τις δυνατότητες, να δημιουργήσουν εφαρμογές, να προβληματιστούν για την ασφάλεια και τα ηθικά ζητήματα που συνδέονται με την ΤΝ.

Υπάρχουν ήδη αναπτυγμένα εξειδικευμένα συστήματα τα οποία μπορούν να παρέχουν στήριξη στους εκπαιδευτικούς (για παράδειγμα στον προγραμματισμό και τη δημιουργία μαθημάτων), όπως το *magicschool*: <https://www.magicschool.ai/> (τελευταία επίσκεψη, Ιανουάριος 2024).

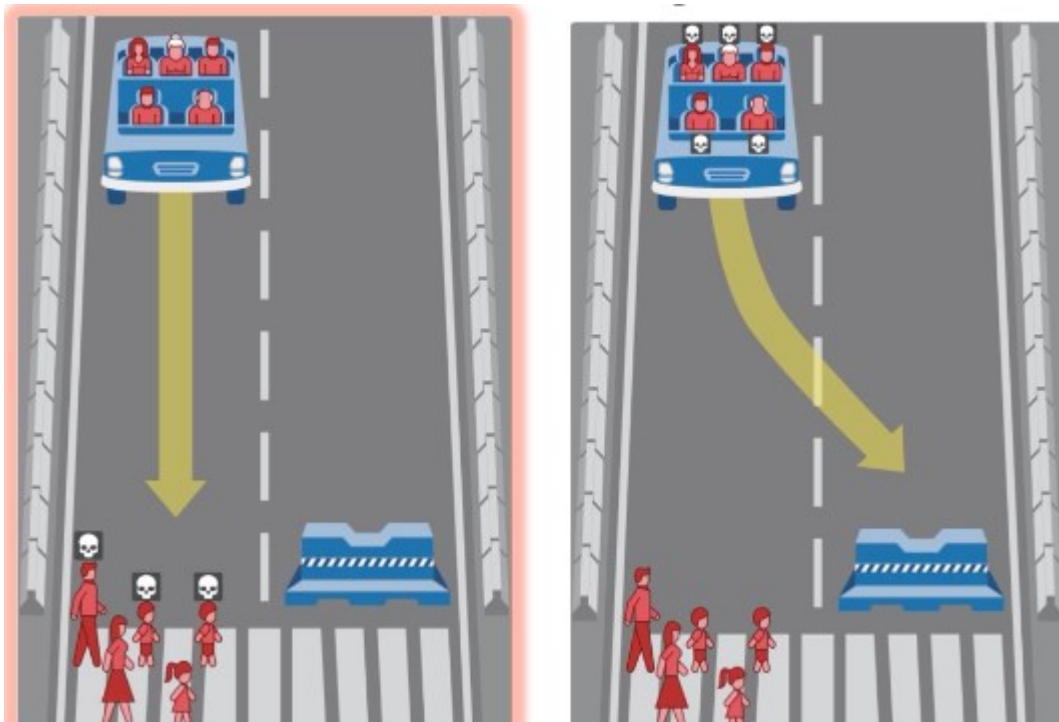
## 7.7 Παρατηρήσεις και συμπεράσματα(,)

Η εκρηκτική ανάπτυξη των τεχνολογιών ΤΝ και η σπουδαιότητά τους, μας αναγκάζουν να αναρωτηθούμε ποιο ακριβώς είναι το μέλλον των εκπαιδευτικών και της εκπαίδευσης – καθώς η ΤΝ επελαύνει.

Δε μπορούμε φυσικά να έχουμε βεβαιότητες και πραγματικά συμπεράσματα, αλλά απλώς να κάνουμε ορισμένες παρατηρήσεις.

Ίσως η ΤΝ να είναι ένα είδος «μόδας» η οποία με το χρόνο θα χάσει τη λάμψη της και θα υφίσταται μεν, αλλά ως περιθωριοποιημένο σχετικά μέρος του Αναλυτικού Προγράμματος και θα υλοποιείται σε ορισμένα μόνο σχολεία. Αυτή η θέση έχει μάλλον μικρές πιθανότητες να αποδειχθεί ορθή – αλλά είναι ενδεχόμενο αυτό το κύμα ενθουσιασμού για την ΤΝ να μετριαστεί κάπως στο εγγύς μέλλον.

Είναι αξιοπρόσεκτη η ταχύτητα με την οποία τα συστήματα αναπτύσσονται (από τις 117 εκατομμύρια παραμέτρους του GTP-1 το 2017, στα 175 δισεκατομμύρια του GTP-3 το 2020 μεσολαμβάν μόλις 3 χρόνια). Το ίδιο εντυπωσιακή είναι και η ταχύτητα με την οποία ο κόσμος χρησιμοποίησε το ChatGTP – 1 εκατομμύριο χρήστες σε λιγότερο από ένα μήνα - ένα απόλυτο ρεκόρ. Αυτό ίσως σημαίνει ότι εισερχόμαστε σε μια εποχή ακόμη περισσότερο επιταχυνόμενων μεταβολών στις τεχνολογίες που χρησιμοποιούμε – οπότε ένα ερώτημα είναι αν θα έχουμε το χρόνο να τις «αφομοιώσουμε», να τις αντιμετωπίσουμε δηλαδή κριτικά. Ήδη η ΤΝ βάζει επιτακτικά «στο τραπέζι» πολλά ερωτήματα νομικής και ηθικής φύσεως. Ένα από τα πιο διαδεδομένα προβλήματα αυτού του είδους μοντελοποιείται στο ακόλουθο παράδειγμα:



Το μπλέ όχημα με τους 5 επβάτες είναι αυτόνομο (δηλαδή δεν έχει άνθρωπο οδηγό, αλλά κινείται χάρη σε ένα σύστημα ΤΝ). Στην παρούσα χρονική στιγμή έχει δυο επιλογές: αν συνεχίσει ίσια θα χτυπήσει τους πεζούς στη διάβαση με βέβαια θάνατο ή βαρύ τραυματισμό τουλάχιστον των 3 που βρίσκονται στην πρώτη γραμμή «πρόσκρουσης». Αν στρίψει αριστερά για να τους αποφύγει, θα προσκρούσει στο μπλε εμπόδιο που υπάρχει σε εκείνη την λωρίδα, προκαλώντας το θάνατο ή τον βαρύ τραυματισμό των επιβατών.

Τι πρέπει να πράξει το σύστημα;

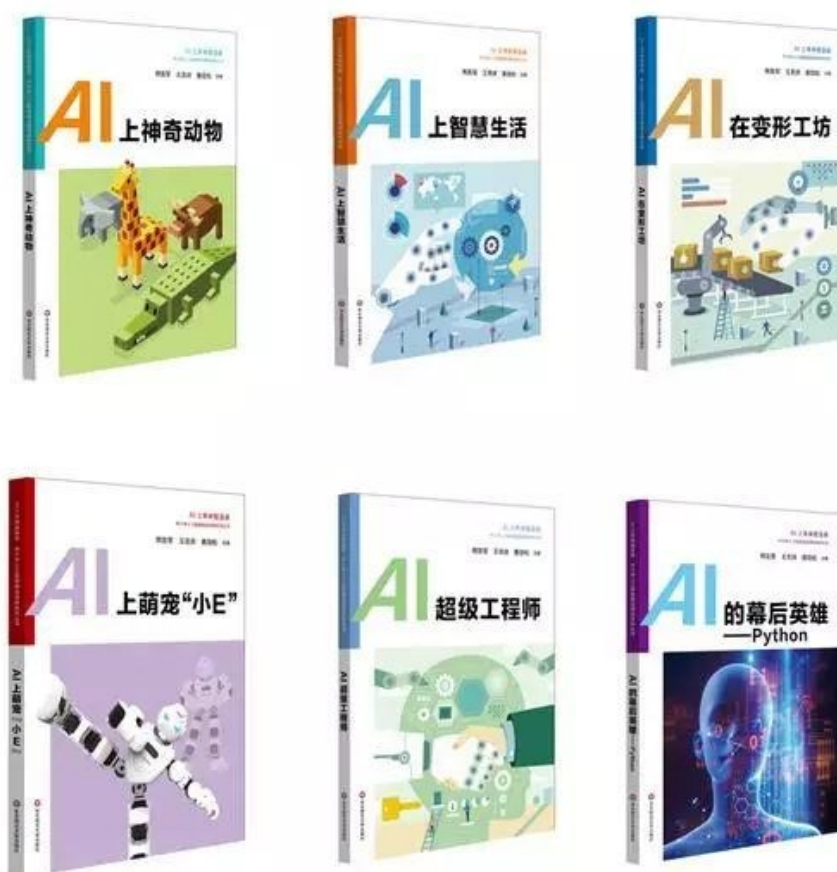
Για περαιτέρω μπορεί κανείς να επισκερθεί την ιστοσελίδα του project The Moral Machine:

<https://www.moralmachine.net> (τελευταία επίσκεψη Ιανουάριος 2024).

Είναι επίσης σαφές ότι η χρήση συστημάτων ΤΝ απαιτεί μια εκπαίδευση του χρήστη η οποία φαίνεται να είναι πολύπλοκη, καθώς εμπλέκει πολλές καινούριες έννοιες – που δε σχετίζονται επί πλέον με το μοντέλο των ως τώρα γνωστών ψηφιακών συστημάτων, που είναι απολύτως ντετερμινιστικά. Με την ΤΝ, μια εντελώς άλλη προσέγγιση είναι απαραίτητη και φυσικά ο αυριανός πολίτης που δεν έχει σχέση με το αντικείμενο πιθανότητα να βρεθεί (και πάλι) στη θέση του ψηφιακώς μη-εγγράμματος. Πρόκειται για ένα είδος, αν δε γίνεται κατάχρηση του όρου, ιδιαίτερου *εγγραμματοισμού*. Ήδη οι πρώτες απόπειρες για τον προσδιορισμό αυτού του εγγραμματοισμού, δείχνουν την πολυπλοκότητά του, αφού για τον προσδιορισμό του πρέπει να ληφθούν υπόψη (τουλάχιστον) οι ακόλουθες παράμετροι: ποιες ικανότητες χρειάζονται οι χρήστες για να αλληλοεπιδράσουν αποτελεσματικά και να αξιολογήσουν κριτικά την τεχνητή νοημοσύνη και πώς θα σχεδιαστούν τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης με επίκεντρο το «μανθάνον υποκείμενο» (μαθητή, ενήλικο...) που να ενθαρρύνουν την αυξημένη κατανόηση της τεχνητής νοημοσύνης από τους χρήστες (δες για παράδειγμα, Duri & Magerko, 2020). Πρόσθετα στοιχεία που έχουν να κάνουν επίσης με την εξέλιξη των συστημάτων ΤΝ πρέπει να ληφθούν υπόψη επίσης. Επίσης σχετικές έρευνες δείχνουν ότι η διαδικασία του εγγραμματοισμού στην ΤΝ νεαρών μαθητών, θα αντιμετωπίσει (όπως

και στα υπόλοιπα γνωστικά αντικείμενα) ιδιαίτερες λανθασμένες αντιλήψεις των μαθητών (όπως για παράδειγμα η ταύτιση ΤΝ και ρομποτικών συστημάτων κ.ά.).

Εξάλλου κράτη που αποδίδουν μεγάλη σημασία στην τεχνολογική εκπαίδευση, όπως η Κίνα, έχουν ήδη εκδώσει από τον Ιούνιο του 2023 βιβλία για την ΤΝ για όλες τις τάξεις του σχολείου, από το νηπιαγωγείο ως το Λύκειο:



Παρόμοιες προσπάθειες έχουν αναλάβει σχετικοί οργανισμοί και θεσμοί και σε άλλα κράτη (π.χ. ο ISTE στις Η.Π.Α. –για παράδειγμα στο: <https://beta.iste.org/artificial-intelligence-in-education>, τελευταία επίσκεψη Ιανουάριος 2024).

Βέβαια, η μέχρι τώρα εμπειρία από τις καινοτομίες που έχουν εισαχθεί στην Εκπαίδευση, μπορούμε να υποθέσουμε ότι για το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα η διαδικασία της ενσωμάτωσης της ΤΝ (με όποια μορφή) θα είναι μια διαδικασία μάλλον αργή και ίσως το τελικό (;) αποτέλεσμα να μην είναι ακριβώς το αναμενόμενο.

## 8 Τρισδιάστατη (3D) Εκτύπωση

Σε πολλά επαγγέλματα χρησιμοποιούν 3D τεχνολογίες, από αυτό του σχεδιαστή προϊόντων μέχρι του Μηχανικού, ακόμα και στην έρευνα. Μέσα από την εκμάθηση λογισμικού σχεδίασης και σε συνδυασμό με την τρισδιάστατη εκτύπωση, οι μαθητές,

ανάλογα με την ηλικία και τον προσανατολισμό τους, μπορούν να οδηγηθούν στον σχεδιασμό αντικειμένων επιδεικνύοντας δημιουργικότητα. Μαθαίνουν να επιλύουν αυθεντικά προβλήματα στα πλαίσια σχεδιαστικών περιβαλλόντων που προσομοιάζουν στην πραγματικότητα – οι μαθητές σχεδιάζουν ένα αντικείμενο και το κατασκευάζουν χρησιμοποιώντας έναν 3D εκτυπωτή (3D printer).

Για παράδειγμα, το λογισμικό Tinkercad έχει αξιοποιηθεί από σχολεία για την παραγωγή χρηστικών αντικειμένων προσαρμοσμένων σε συγκεκριμένες προδιαγραφές και απαιτήσεις, όπως οι βάσεις για φωτοβολταϊκά συστήματα ή οι τεντωτήρες για ασπίδες προσώπου την εποχή της πανδημίας COVID-19 (Εικόνα 1 - ανακτήθηκε από <https://1gt-earsaver.weebly.com> 11-4-2022 & Εικόνα 2 - ανακτήθηκε από <https://bit.ly/3jK66Uw> 11-4-2022).



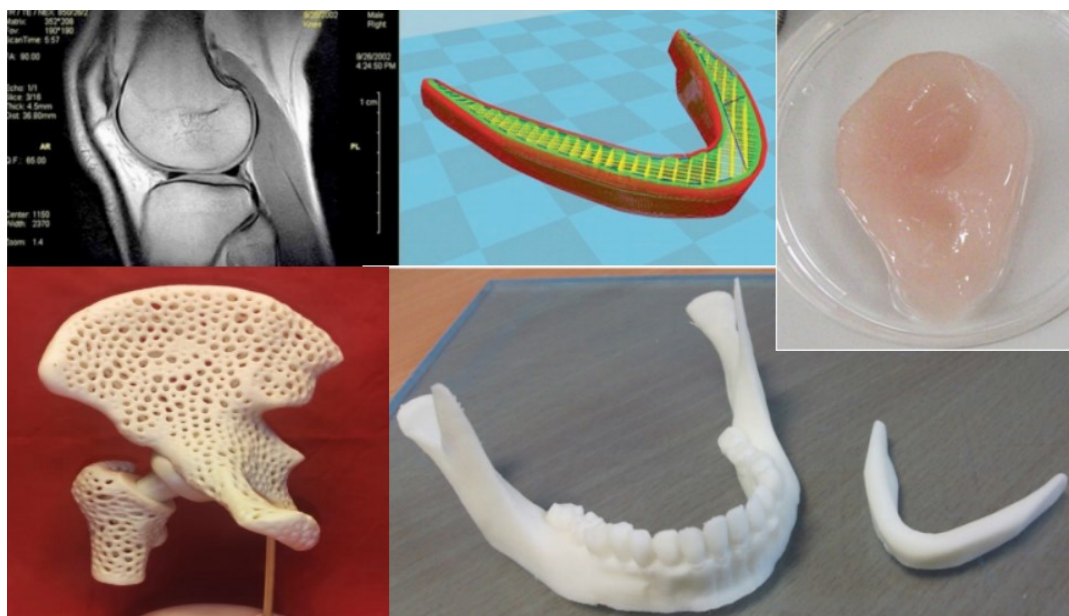
**Εικόνα 1. Τεντωτήρας ασπίδας προσώπου**



**Εικόνα 2. Αντικείμενα που έχουν σχεδιαστεί και εκτυπωθεί από μαθητές**

Ενδεικτικά αναφέρονται στη συνέχεια εφαρμογές που θα μπορούσε να έχει η τρισδιάστατη εκτύπωση στην Επαγγελματική εκπαίδευση (και όχι μόνο).

Ειδικότητα/Δράση	Εφαρμογές
<b>Πολιτικοί Μηχανικοί</b>	Τρισδιάστατη εκτύπωση της 'κάτοψης' ενός κτιρίου με ειδικής σύνθεσης κονιάματα. Υπάρχουν διαθέσιμα αρκετά stl αρχεία κτηρίων. Εκτυπώσεις επιμέρους αντικειμένων π.χ. καρέκλας, τραπεζιού.
<b>Τεχνικός Σχεδιασμός</b>	Εκτύπωση αντικειμένων: αλυσίδες με κρίκους, πριτσίνια, άξονες, δοκοί και σωλήνες.
<b>Μηχανολόγοι Μηχανικοί</b>	Εκτύπωση μερών μηχανισμών όπως κοχλίες ή οδοντωτοί τροχοί που συναρμολογούμενοι θα μπορούσαν να προσομοιάσουν την αληθινή λειτουργία ενός μηχανισμού.
<b>Επιστήμες υγείας</b>	Τρισδιάστατη εκτύπωση για κατασκευή σωματικών τμημάτων, προσθετικές δίσκου μηνίσκου και οστών προσθετικά εμφυτεύματα προσώπου (Δουμάνας, 2021; Θαλασσινός, 2021) (Εικόνα 3).



**Εικόνα 3. Εφαρμογές 3D εκτύπωσης στις επιστήμες υγείας**

## 9 Internet των πραγμάτων (Internet of Things, IoT)

(από τη wikipedia) Το Διαδίκτυο των πραγμάτων ή Ίντερνερντ των πραγμάτων αποτελεί ένα δίκτυο επικοινωνίας πληθώρας συσκευών, ακόμη και οικιακών συσκευών, αυτοκινήτων καθώς και κάθε αντικειμένου που ενσωματώνει ηλεκτρονικά μέσα, λογισμικό, αισθητήρες και συνδεσιμότητα σε δίκτυο ώστε να επιτρέπεται η σύνδεση και η ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των συσκευών αυτών.

Με μια ευρύτερη προσέγγιση, μπορούν στο IoT να «συμμετέχουν» και ζώντες οργανισμοί, φυτά, ζώα ή άτομα που διαθέτουν μοναδικά αναγνωριστικά (UID) και τη δυνατότητα μεταφοράς δεδομένων μέσω δικτύου, χωρίς να απαιτείται άμεση αλληλεπίδραση ανθρώπου προς άνθρωπο ή ανθρώπου με υπολογιστή

(<https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/Internet-of-Things-IoT>, τελευταία επίσκεψη, Ιούλιος 2023).

Δηλαδή ως «οντότητα» ή «πράγμα» μπορεί να θεωρείται, για παράδειγμα, ένα άτομο με εμφύτευμα παρακολούθησης καρδιάς, ένα ζώο φάρμας με αναμεταδότη biochip, ένα αυτοκίνητο που έχει ενσωματωμένους αισθητήρες για να ειδοποιεί τον οδηγό όταν η πίεση των ελαστικών είναι χαμηλή, συστήματα παρακολούθησης και καταγραφής τιμών διαφόρων μεταβλητών που είναι υπό παρακολούθηση, καθώς και ροές δεδομένων από κόμβους του Διαδικτύου προς άλλους ή γενικότερα οποιοδήποτε φυσικό ή ανθρωπογενές αντικείμενο στο οποίο μπορεί να εκχωρηθεί μια διεύθυνση Πρωτοκόλλου Διαδικτύου (IP) και μπορεί να μεταφέρει δεδομένα μέσω δικτύου – όλα αυτά συνιστούν ενεργά στοιχεία του IoT.

Στοιχεία τέτοιων δικτυωμένων συσκευών υπάρχουν ήδη και στην ελληνική αγορά εδώ και καιρό: κάμερες που επισκοπούν ένα συγκεκριμένο χώρο (π.χ. μια κατοικία) και μπορούν να ρυθμιστούν ή να προγραμματιστούν, συστήματα κεντρικής θέρμανσης και ρομποτικές σκούπες αποτελούν πλέον μέρος αυτού του νέου Διαδικτύου των πραγμάτων και ρυθμίζονται από απόσταση με εφαρμογές μέσω κινητών τηλεφώνων. Η Google έχει εξάλλου εδώ κα κάποια χρόνια εξαγγείλει

συσκευές με «νοημοσύνη»: για παράδειγμα θερμοστάτες οι οποίοι παρακολουθούν τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιείτε το σύστημα θέρμανσης της κατοικίας σας (αφή-σβέση, διάρκεια κ.λπ.) και μετά από μια περίοδο «εκμάθησης» αναλαμβάνουν να διαχειρίζονται τη θέρμανση για λογαριασμό σας. Ο κατάλογος είναι πραγματικά ανεξάντλητος: ο επόμενος στόχος φαίνεται να είναι το «έξυπνο» ψυγείο που σας ειδοποιεί ποια τρόφιμα έχουν «λήξει», ποια τρόφιμα πρέπει να αγοραστούν σύντομα (λαμβάνοντας υπόψη τις διατροφικές σας συνήθειες κ.λπ.). Οι εφαρμογές σε κάθε είδους συσκευής (από το αυτοκίνητο ως την ηλεκτρική σας κουζίνα και από τον θερμοστάτη που ρυθμίζει τη θερμοκρασία του κάθε χώρου ως τις διελεύσεις των δικτύων – όπως το υδραυλικό, ηλεκτρικό, αποχέτευσης κ.λπ.), μοιάζουν να είναι απεριόριστες.

Τα οφέλη λοιπόν από μια τέτοια οργάνωση των «πραγμάτων» (με τη γενική έννοια του όρου) είναι φυσικά πολύ σημαντικά – αλλά εξίσου σημαντικά και πολύπλοκα είναι τα προβλήματα τα οποία πρέπει να επιλυθούν.

Κατ' αρχάς στο νέο αυτό απέραντο ψηφιακό οικοσύστημα θα κυκλοφορεί πολλαπλάσιος όγκος πληροφοριών από το σημερινό και προφανώς θα υπάρχει μια διαρκής, ισχυρή αυξητική τάση. Από καθαρά τεχνική άποψη, η διαχείριση αυτού του απίστευτου υπερ-δικτύου θα απαιτήσει την αύξηση και τον ανασχεδιασμό των υφισταμένων υποδομών, και τη σχεδίαση νέων συστημάτων διαχείρισης (αποθήκευσης, μεταφοράς, αναζήτησης) πληροφοριών. Έτσι φαίνεται να ενισχύεται η προσέγγιση ορισμένων κοινωνιολόγων και ανθρωπολόγων ότι φαίνεται πως οδεύουμε σε μια μεταβιομηχανική εποχή που δίνει περισσότερη έμφαση στις πληροφορίες και τις υπηρεσίες και πολύ λιγότερη στην απλή κατανάλωση και χρήση αγαθών (Greengard, 2015). Εξάλλου καθώς διαμορφώνονται πιο εξελιγμένοι αισθητήρες, μικροσίπ και δυνατότητες ανάλυσης δεδομένων, αυξάνεται η ικανότητα παρατήρησης περιβαλλόντων και κατανόησης πολύπλοκων σχέσεων. Αυτές οι συσκευές -που κυμαίνονται από βασικά συστήματα παρακολούθησης και ροές δεδομένων έως πολύπλοκες συσκευές βιοαισθητήρα που υπάρχουν μέσα σε σώματα, σωλήνες, ρωγμές και διαφορετικές τοποθεσίες που είναι αδύνατο να προσεγγιστούν - επαναπροσδιορίζουν δραματικά τον τρόπο με τον οποίο οι μηχανές αλληλοεπιδρούν με τον κόσμο γύρω μας και πώς οι άνθρωποι αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους (ibid, σελ. 111)

Ο όγκος αυτών των πληροφοριών προσφέρεται για (εμπορική) εκμετάλλευση χωρίς όμως προφανείς τρόπους προστασίας του πολίτη, από τους κινδύνους που είναι πολλαπλοί (παραβίαση ιδιωτικότητας σε πολλά επίπεδα). Το σύνολο των Big Data που θα παραχθούν εξάλλου, θα αποτελέσουν μιας ανεκτίμητης αξίας πρώτη ύλη για διάφορες εταιρείες που θα «ανασκάψουν» αυτά τα δεδομένα (data mining) σε αναζήτηση πληροφοριών χωρίς βέβαια και πάλι τη συναίνεση των πολιτών και χωρίς καμιά ανταπόδοση για την πολύτιμη αυτή «πρώτη ύλη» που προσφέρουν.

## 10 Περιβάλλουσα Νοημοσύνη και πανταχού παρούσα Νοημοσύνη (Ambient Intelligence – Ubiquitous Intelligence)

Με τον όρο *περιβάλλουσα νοημοσύνη* νοείται ένα σύστημα διασυνδεδεμένων συσκευών των οποίων η λειτουργία βασίζεται σε *διάχυτο υπολογισμό (pervasive)*, σε έναν *πανταχού παρόντα* υπολογισμό. Πρόκειται, κατά κάποιο τρόπο για ένα IoT ανωτέρου επιπέδου στο οποίο οι συσκευές είναι ενσωματωμένες στο περιβάλλον και δε γίνονται αντιληπτές από το χρήστη.

Έτσι έχουμε πρώτα την ενσωμάτωση (embedding) των συσκευών που προσδιορίζει την ικανότητα της τεχνολογίας να συνυπάρχει με τον χρήστη, χωρίς να τον ενοχλεί. Στη συνέχεια έχουμε το πλαίσιο ευαισθητοποίησης της συσκευής (context-awareness). Μια έξυπνη συσκευή θα πρέπει να είναι ικανή να αντιστοιχίσει τις ειδικές ανάγκες του χρήστη με τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος. Για να γίνει πραγματοποιηθεί το παραπάνω, είναι απαραίτητη η δυνατότητα εξατομίκευσης (personalization) της συσκευής στις ατομικές ανάγκες του καθενός. Πέραν της εξατομίκευσης, ο εξοπλισμός θα πρέπει να είναι ικανός να προσαρμόζεται (adaptation) στις μεταβολές της κατάστασης του χρήστη. Τέλος, σημαντικό για ένα έξυπνο περιβάλλον είναι να μπορεί να προβλέπει καταστάσεις (anticipation). Προσαρμογή από Jan Gerrit et als (2015)



Όπως γίνεται αντιληπτό, οι εφαρμογές της περιβάλλουσας νοημοσύνης μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντικές σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση παρακολούθησης της υγείας των χρηστών.



# 11 Βιβλιογραφία

- Αλιμήσης, Δ. (2008). Το προγραμματιστικό περιβάλλον Lego Mindstorms ως εργαλείο υποστήριξης εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων ρομποτικής. Στο Κόμης Β. (επιμ.) Πρακτικά 4<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής της Πληροφορικής.
- Βλαχοκυριάκου, Φ., & Παντελάκη, Ε. (2015). Με ένα «κλικ» στον Καζαντζάκη. 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΙΑΚΕ «Το σύγχρονο σχολείο μέσα από το πρίσμα των ανθρωπιστικών και κοινωνικών επιστημών: Από τη θεωρία στην καθημερινή πρακτική», Ηράκλειο (Β Τόμος σσ 177-184). <https://iake.weebly.com/praktika2015.html>
- Βολιώτη, Ό. (2021). Η Επαυξημένη Πραγματικότητα στην Εκπαίδευση: Συγκριτική μελέτη. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία στο πρόγραμμα Ψηφιακός Μετασχηματισμός και Εκπαιδευτική Πράξη, Σχολή Μηχανικών, ΠΑΔΑ (διαθέσιμο στο <https://polynoe.lib.uniwa.gr/xmlui/handle/11400/1442>)
- Γεωργίου, Σ. (2017). SchoolAR , η πρώτη εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας για σχολικά βιβλία του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος. 11ο Πανελλήνιο Συνέδριο Καθηγητών Πληροφορικής, «Η Πληροφορική στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση - Σύγχρονες Διδακτικές Προσεγγίσεις» ΠΕΚΑΠ Χαλκίδα 5-7 Μαΐου 2017 σσ. 1-7. <http://synedrio.pekap.gr/praktika/11o/genika.html>
- Γιαννατσής, Ι., Δεδούσης, Β., & Κανελλίδης, Β. (2015). Τεχνολογίες Προσθετικής Κατασκευής και Τρισδιάστατης Εκτύπωσης [Κεφάλαιο]. Στο Γιαννατσής, Ι., Δεδούσης, Β., & Κανελλίδης, Β. 2015. Σύγχρονες τεχνολογίες κατασκευής με τη βοήθεια Η/Υ [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. Κεφ 3. <http://hdl.handle.net/11419/4524>
- Γλύκας, Π. (2021). Παραγωγή μοντέλων μικρής κλίμακας με τρισδιάστατη εκτύπωση. Διπλωματική εργασία. Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας Πανεπιστήμιο Πειραιώς). <https://dione.lib.unipi.gr/xmlui/handle/unipi/13681>
- Δουμανάς, Δ. (2021). Εφαρμογές της τρισδιάστατης εκτύπωσης (3D printing) στο επιστημονικό πεδίο της ιατρικής Διπλωματική εργασία ΕΜΠ. <http://dx.doi.org/10.26240/heal.ntua.22183>
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. (2021α). Τεχνητή νοημοσύνη: Ευκαιρίες και απειλές. <https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/society/20200918STO87404/techniti-noimosuni-eukairies-kai-apeiles> (ανακτήθηκε στις 25/2/2022)
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. (2021β). Τι είναι η τεχνητή νοημοσύνη και πώς χρησιμοποιείται.
- Θαλασσινός, Δ. (2021). Τρισδιάστατη εκτύπωση στη βιοϊατρική. Διερεύνηση κατασκευής ισχίου και εφαρμογών με βιοϋλικά. Διπλωματική εργασία. Τμήμα Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής. <https://polynoe.lib.uniwa.gr/xmlui/handle/11400/1383>
- Θεοφανοπούλου Β (2021) Επαυξημένη Πραγματικότητα και η εφαρμογή της στο μάθημα της Φυσικής της ΣΤ΄ Δημοτικού. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία ΕΑΠ. <https://apothesis.eap.gr/handle/repo/51061>
- Κλημεντιώτη Χριστίνα (2021) Η ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ WEB 2.0 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ: ΜΙΑ ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΗΓΗΣΗ ΣΤΟ ΜΟΥΣΕΙΟ ΤΗΣ ΑΚΡΟΠΟΛΗΣ, 7ο Διεθνές Επιστημονικό Συνέδριο ΙΑΚΕ «Κοινωνική ευαλωτότητα

- και ανάπτυξη: Προκλήσεις στην εκπαίδευση, την οικονομία και τον πολιτισμό» 9-12 Ιουλίου 2021, Ηράκλειο (B Τόμος σσ 585-593)  
<https://iake.weebly.com/praktika2021.html>
- Κόμης, Β. (2012). Διδακτική - γνωστική ανάλυση περιβαλλόντων προγραμματισμού προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας. Στο Τ. Α. Μικρόπουλος, Α. Τσιάρα, Π. Χαλκή (επιμ.), Πρακτικά 8<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής», Ιωάννινα.
- Κόμης, Β. (2019). Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Κουτρομάνος, Γ. (2021). Επαυξημένη Πραγματικότητα και Σχολικά Εγχειρίδια: Μία εναλλακτική πρόταση διδασκαλίας σε σύγχρονες και ασύγχρονες ψηφιακές τάξεις. 1ο Διεθνές Διαδικτυακό Εκπαιδευτικό Συνέδριο «Από τον 20ο στον 21<sup>ο</sup> αιώνα μέσα σε 15 ημέρες» 3-5 Ιουλίου 2020, σσ 70-83.  
<http://dx.doi.org/10.12681/online-edu.3212>
- Λέπουρας, Γ., Αντωνίου, Α., Πλατής, Ν., Χαρίτος, Δ. (2015). Ανάπτυξη συστημάτων εικονικής πραγματικότητας [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Αθήνα: Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <http://hdl.handle.net/11419/2546>
- Μισιρλή, Α., Κόμης, Β. (2012). Αναπαραστάσεις των παιδιών προσχολικής ηλικίας για το προγραμματιζόμενο παιχνίδι Bee-Bot. 6<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής
- Μουστάκας, Κ., Παλιόκας, Ι., Τζοβάρας, Δ., Τσακίρης, Α. (2015). Επαυξημένη Πραγματικότητα [Κεφάλαιο 9]. Στο Μουστάκας, Κ., Παλιόκας, Ι., Τζοβάρας, Δ., Τσακίρης, Α. 2015. Γραφικά και εικονική πραγματικότητα [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Αθήνα: Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις.  
<http://hdl.handle.net/11419/4489>
- Μπράτισης, Θ., Ιωάννου Μ. (2018). Αντιλήψεις μαθητών Νηπιαγωγείου για τους εναλλακτικούς τρόπους προγραμματισμού του BlueBot. 9ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική της Πληροφορικής», Θεσσαλονίκη.
- Νικολός, Δ., Μισιρλή, Α., Δαβράζος, Γ., Μπακόπουλος, Ν., Κόμης, Β. (2011). Εξοικείωση με τη γλώσσα προγραμματισμούScratch και το ρομποτικό πακέτο Lego WeDo. 2<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Ένταξη και χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία. Πάτρα.
- Νικονάνου, Ν. (2015). Μουσεία και τυπική εκπαίδευση. Στο Ν. Νικονάνου, Α. Μπούνια, Α. Φιλιππουπολίτη, Α. Χουρμουζιάδη, Ν. Γιαννούτσου, Μουσειακή μάθηση και εμπειρία στον 21ο αιώνα. Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, 87-109. Αθήνα: ΣΕΑΒ. Διαθέσιμο στο <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/715>
- Παναγοπούλου, Π., & Καραγιαννίδης, Χ. (2017). Αξιοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας στο σχολικό βιβλίο για μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες. Στο Κ. Παπανικολάου, Α. Γόγουλου, Ζυμπίδης, Α. Λαδιάς, Ι. Τζωρτζάκης, Θ. Μπράτισης, Χ. Παναγιωτακόπουλος (Επιμ.), Πρακτικά 5<sup>ου</sup> Πανελληνίου Επιστημονικού Συνεδρίου «Ένταξη και χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία» (σσ. 629-641). Αθήνα: Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής & Τεχνολογικής Εκπαίδευσης. ΑΣΠΑΙΤΕ, 21-23 Απριλίου 2017. ISSN 2529-0924, ISBN 978-618-83186-0-1.
- Τσιότσια, Αικ, & Καραγιαννίδης Χ., (2018) Αξιοποίηση της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην Αναγνωστική Κατανόηση Εφήβων με Μαθησιακές

- Δυσκολίες. στο Στ. Δημητριάδης, Β. Δαγδιλέλης, Θρ. Τσιάτσος, Ι. Μαγνήσαλης, Δ. Τζήμας (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 11ου Πανελληνίου και Διεθνούς Συνεδρίου «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», ΑΠΘ – ΠΑΜΑΚ, Θεσσαλονίκη, 19-21 Οκτωβρίου 2018, σσ. 375-383, 19-21 Οκτωβρίου 2018
- Φιλιππούσης, Γ. (2017) Η αξιοποίηση της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR-AUGMENTED REALITY) και του Κώδικα Γρήγορης Απόκρισης (QR-CODE) για την υποστήριξη της μαθησιακής διαδικασίας. Μία δράση για το γνωστικό αντικείμενο της ιστορίας 9th International Conference in Open & Distance Learning, Athens, <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/openedu/article/view/1042/www.openet.gr>
- Φωτόδεντρο. Η εξέλιξη της τεχνητής νοημοσύνης. Μαθησιακό αντικείμενο στον σύνδεσμο <http://photodentro.edu.gr/lor/handle/8521/10694> (ανακτήθηκε στις 20/2/2022)
- Ackermann, E. (2001). Piaget's constructivism, Papert's constructionism: What's the difference. *Future of learning group publication*, 5(3), 438.
- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, Volume 20, σσ. 1-11.
- Al-Emran, M., Malik, S.I., Al-Kabi, M.N. (2020). A Survey of Internet of Things (IoT) in Education: Opportunities and Challenges. In: Hassanien, A., Bhatnagar, R., Khalifa, N., Taha, M. (eds) *Toward Social Internet of Things (SIoT): Enabling Technologies, Architectures and Applications*. *Studies in Computational Intelligence*, vol 846. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-24513-9\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-24513-9_12)
- Arakliotis, S., Nikolos, D. G., & Kalligeros, E. (2016). LAWRIIS: A rule-based arduino programming system for young students. In *2016 5th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies (MOCAST)* (pp. 1-4).
- Azuma, R. T. A. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6 (4): 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Ben-Ari, M., & Mondada, F. (2018). *Elements of robotics*. Springer International Publishing.
- Boucher, P. (2020). *Artificial Intelligence: How does it work, why does it matter, and what can we do about it?* Study Panel for the future of Science and Technology, European Parliamentary Research Service (EPRS), Scientific Foresight Unit (STOA). Brussels, EU.
- Chang, C. W., Lee, J. H., Chao, P. Y., Wang, C. Y., & Chen, G. D. (2010). Exploring the possibility of using humanoid robots as instructional tools for teaching a second language in primary school. *Journal of Educational Technology & Society*, 13(2), 13-24.
- Chang, S.C. & Hwang, G.J. (2018). Impacts of an augmented reality-based flipped learning guiding approach on students' scientific project performance and perceptions. *Computers & Education*, 125, 226–239. DOI: 10.1016/j.compedu.2018.06.007 ISBN: 0360-1315
- Chen, M., Fan, C., Wu, D. (2016). Designing Effective Materials and Activities for Mobile Augmented Learning. In: Cheung, S., Kwok, Lf., Shang, J., Wang, A., Kwan, R. (eds) *Blended Learning: Aligning Theory with Practices*. ICBL 2016.

- Lecture Notes in Computer Science, vol 9757. Springer, Cham.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-41165-1\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-41165-1_8)
- COM. (2018). Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on Artificial Intelligence for Europe. Brussels, 25.4.2018 COM(2018) 237 final
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers and Education*, 68, 586–596. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.002>
- Dunleavy, M., & Dede, C. (2014). Augmented reality teaching and learning. In: J.M. Spector et al. (eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*, pg. 735-746. Springer Science+Business Media New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5>
- Goldiez, B.F. & Livingston, Mark & Dawson, Jeffrey & Brown, Dennis & Hancock, Peter & Baillot, Yohan & Julier, Simon. (2004). Advancing Human Centered Augmented Reality Research. In *Proceedings for the Army Science Conference (24th)* (p. 9).  
[https://www.researchgate.net/publication/266883256\\_ADVANCING\\_HUMAN\\_CENTERED\\_AUGMENTED\\_REALITY\\_RESEARCH](https://www.researchgate.net/publication/266883256_ADVANCING_HUMAN_CENTERED_AUGMENTED_REALITY_RESEARCH)
- Greengard Samuel (2015) *The Internet of Things*, The MIT Essential Knowledge Press
- HLEG AI. (2019a). A definition of AI: Main capabilities and disciplines. High Level Expert Group on Artificial Intelligence (HLEG AI) set up by the European Commission.
- HLEG AI. (2019b). Ethics guidelines for trustworthy AI. High Level Expert Group on Artificial Intelligence (HLEG AI) set up by the European Commission.
- Höllerer, T., & Feiner, S. (2004). *Mobile Augmented Reality. Telegeoinformatics: Location-Based Computing and Services*. (pp.221-260) Publisher: Taylor & Francis Books  
[https://www.researchgate.net/publication/281490778\\_Mobile\\_Augmented\\_Reality](https://www.researchgate.net/publication/281490778_Mobile_Augmented_Reality)  
<https://lego-digital-designer.en.softonic.com/>  
<https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/society/20200827STO85804/ti-einai-i-techniti-noimosuni-kai-pos-chrisimopoitai>
- Jan Gerrit Schuurman, Ferial Moelaert El-Hadidy, André Krom, Bart Walhout (2015) *Ambient Intelligence: viable future or dangerous illusion?* Rathenau Institut, Amsterdam
- Karamanoli, P., & Tsinakos, A. (2016). A Mobile Augmented Reality Application for Primary School's History. *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 6(6), pp 56-65.  
[https://www.academia.edu/29998763/A\\_Mobile\\_Augmented\\_Reality\\_Application\\_for\\_Primary\\_Schools\\_History](https://www.academia.edu/29998763/A_Mobile_Augmented_Reality_Application_for_Primary_Schools_History)
- Kent, B. R. (2015). 3D scientific visualization with Blender®. *3D Scientific Visualization with Blender®*. <https://doi.org/10.1088/978-1-6270-5612-0>

- Long Duri & Magerko Brian (2020) What is AI Literacy? Competencies and Design Considerations, CHI '20: Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, April 2020, Pages 1–16
- Nincarean, D., Alia, M. B., Halim, N. D. A., & Rahman, M. H. A. (2013). Mobile Augmented Reality: The Potential for Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 103, 657–664. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.385>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc.
- Rennie, L.J., Feher, E., Dierking, L.D., Falk, J.H. (2003). Toward an agenda for the advancing research on science learning in out-of-school setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 112-120. <https://doi.org/10.1002/tea.10067>
- Robins, B., Dautenhahn, K., Te Boekhorst, R., & Billard, A. (2005). Robotic assistants in therapy and education of children with autism: can a small humanoid robot help encourage social interaction skills?. *Universal Access in the Information Society*, 4(2), 105-120.
- Samoili, S., López Cobo, M., Gómez, E., De Prato, G., Martínez-Plumed, F. & Delipetrev, B. (2020). AI Watch. Defining Artificial Intelligence. Towards an operational definition and taxonomy of artificial intelligence. EUR 30117 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-17045-7, doi:10.2760/382730, JRC118163
- Sanchenko, V (2020) ALGORITHM OF CREATING VIRTUAL TOURS στο International Scientific Conference “Relevant Trends of Scientific Research in the Countries of Central and Eastern Europe”, November 2020 <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-002-5-54>
- SEG. (2021). Πώς μπορεί να ενσωματωθεί η τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση; Οδηγός της Διαδικτυακής Πλατφόρμας της Ευρώπης για τη σχολική εκπαίδευση SEG <https://www.schooleducationgateway.eu/el/pub/resources/tutorials/ai-in-education-tutorial.htm> (ανακτήθηκε στις 28/2/2022)
- Sudjitjooon, W., Hengpraproh, S., & Hengpraproh, K. (2022). AI learning modules for elementary students. *International Journal of Health Sciences*, 6 (S4), 12239-12249. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS4.11859>
- Tedre Matti et als. (2021) Teaching Machine Learning in K–12 Classroom: Pedagogical and Technological Trajectories for Artificial Intelligence Education, IEEE Access, 10.1109/ACCESS.2021.3097962 [https://www.academia.edu/80344917/Teaching\\_Machine\\_Learning\\_in\\_K\\_12\\_Classroom\\_Pedagogical\\_and\\_Technological\\_Trajectories\\_for\\_Artificial\\_Intelligence\\_Education?email\\_work\\_card=title](https://www.academia.edu/80344917/Teaching_Machine_Learning_in_K_12_Classroom_Pedagogical_and_Technological_Trajectories_for_Artificial_Intelligence_Education?email_work_card=title)
- UNESO IITE. (2020). AI in Education: Change at the Speed of Learning. UNESCO IITE Policy Brief. Author: Steven Duggan. Editor: Svetlana Knyazeva.
- Vincent-Lancrin, S., & Van der Vlies, R. (2020). Trustworthy artificial intelligence (AI) in education: Promises and challenges. OECD Education Working Papers 218, OECD Publishing.
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717-3725.

Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers and Education*, 62, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>