



AI Fundamentals

Kiriaki Konstantelou
MSc Information Systems



Artificial Intelligence (AI)

The capability of a machine to imitate human behaviour

Humans + artificial intelligence

Vision



Speech



Language



Reasoning



Understanding

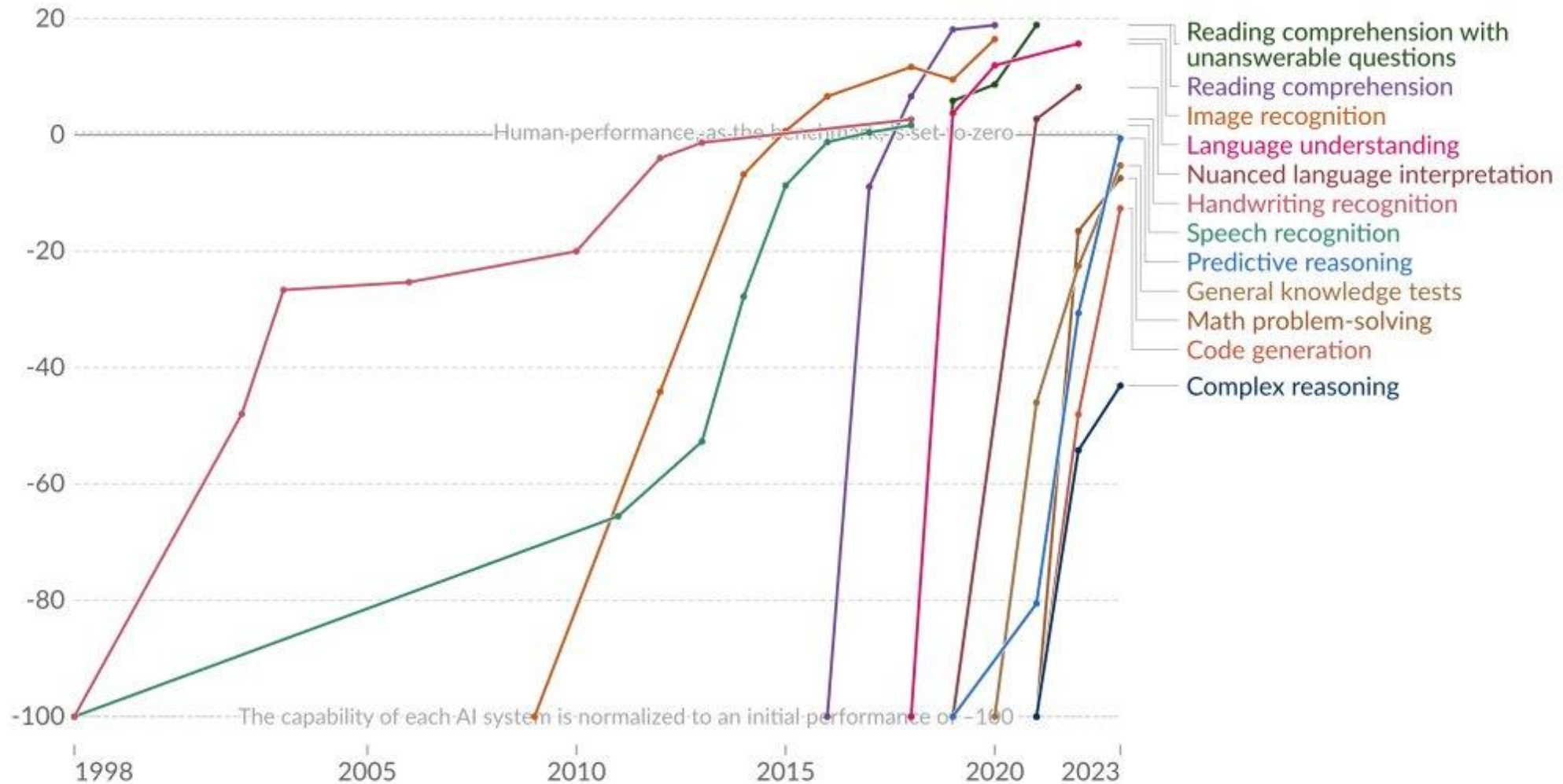


Interacting



Test scores of AI systems on various capabilities relative to human performance

Within each domain, the initial performance of the AI is set to -100. Human performance is used as a baseline, set to zero. When the AI's performance crosses the zero line, it scored more points than humans.



Data source: Kiela et al. (2023)

OurWorldInData.org/artificial-intelligence | CC BY

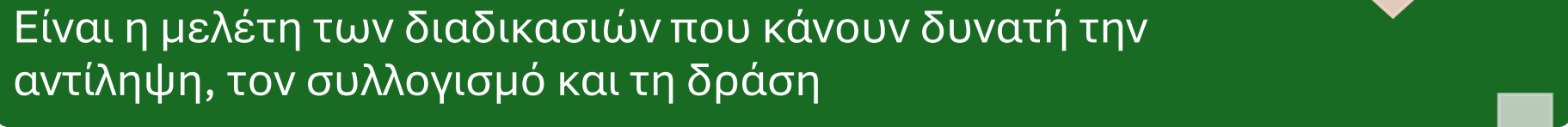
Note: For each capability, the first year always shows a baseline of -100, even if better performance was recorded later that year.

Τι είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη;

Είναι ο κλάδος της επιστήμης των υπολογιστών που ασχολείται με την αυτοματοποίηση της νοήμονος συμπεριφοράς



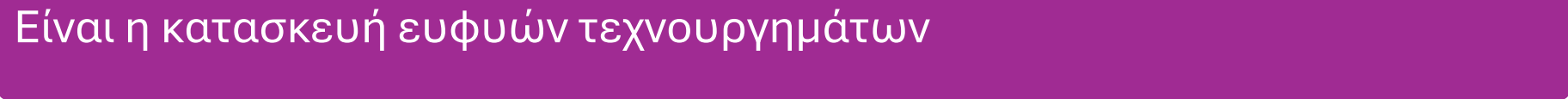
Είναι η μελέτη των διαδικασιών που κάνουν δυνατή την αντίληψη, τον συλλογισμό και τη δράση

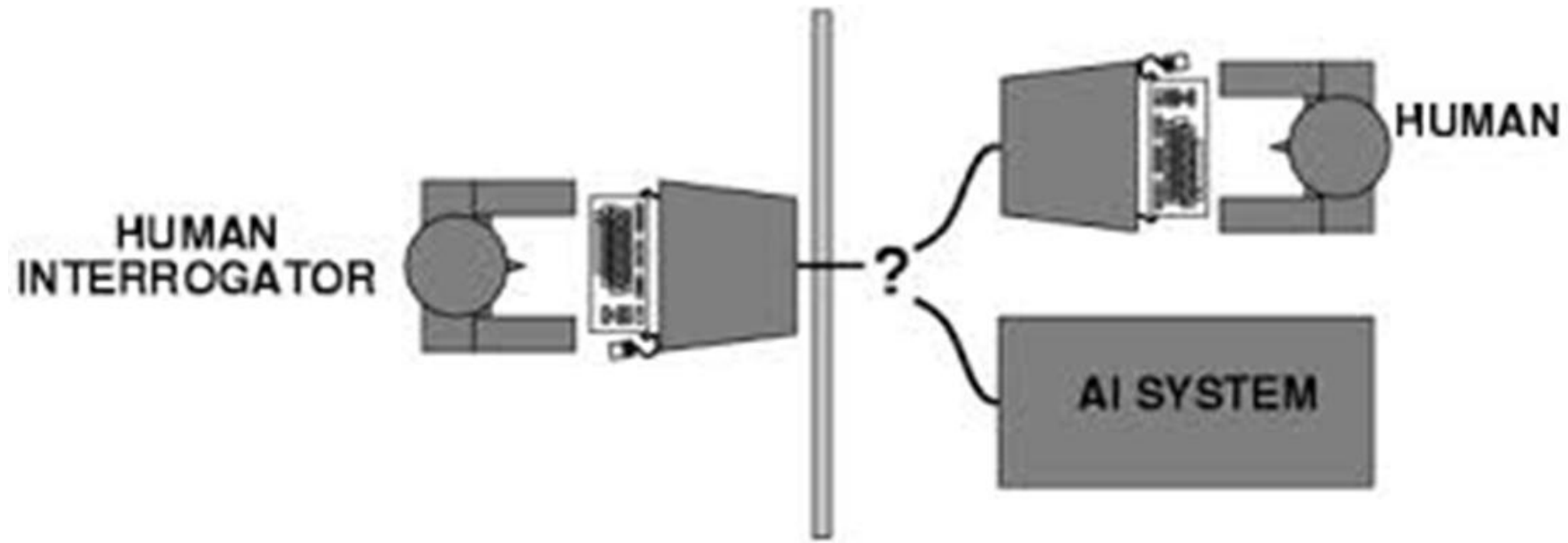


Είναι η μελέτη του πώς να βάλουμε τους υπολογιστές να κάνουν πράγματα που σήμερα οι άνθρωποι τα κάνουν καλύτερα



Είναι η κατασκευή ευφύων τεχνουργημάτων





- Alan Turing (1912-1954)
- Δοκιμή για τον χαρακτηρισμό ενός τεχνητού κατασκευάσματος ως «ευφυούς»

Η δοκιμή του Turing

Περιοχές της Τεχνητής Νοημοσύνης

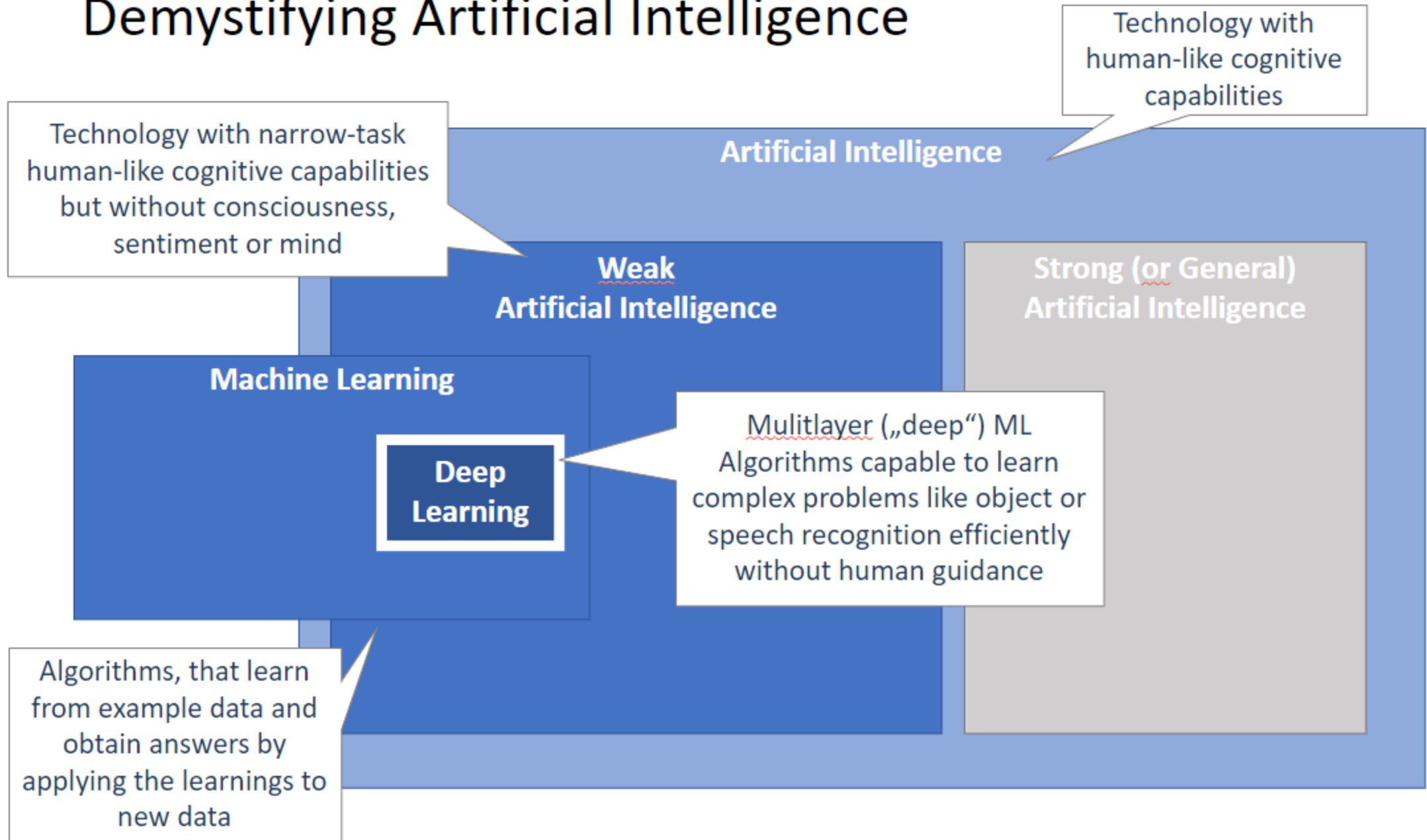
Βασική Τεχνητή Νοημοσύνη

- Μέθοδοι αναζήτησης
- Αναπαράσταση γνώσης και αυτόματη εξαγωγή συμπερασμάτων

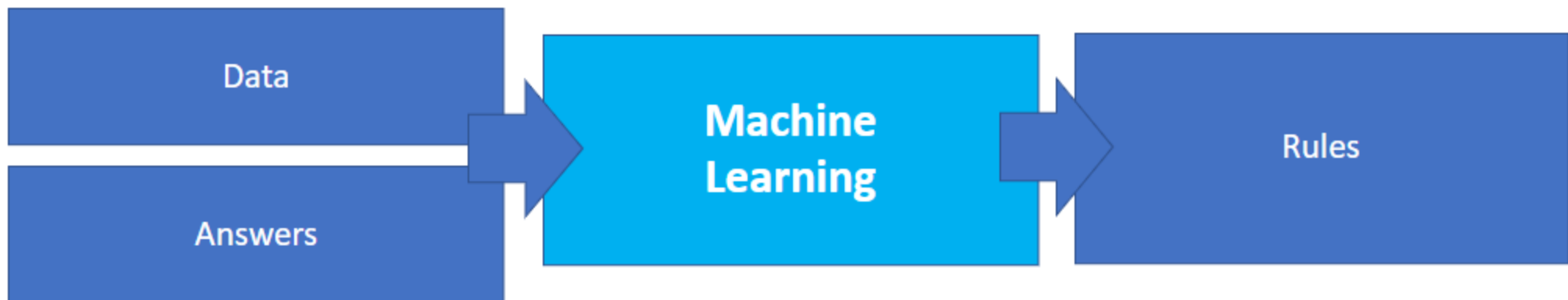
Εφαρμογές

- Έμπειρα συστήματα - Συστήματα βασισμένα στη γνώση (Expert systems – Knowledge-based systems)
- Νευρωνικά δίκτυα (Neural networks)
- Γενετικοί αλγόριθμοι (Genetic algorithms)
- Μηχανική μάθηση (Machine learning)
- Κατάστρωση σχεδίου (Planning)
- Κατανόηση φυσικής γλώσσας (Natural language understanding)
- Μηχανική όραση (Machine vision)
- Ρομποτική (Robotics)

Demystifying Artificial Intelligence



Demystifying Artificial Intelligence



Επιστήμες που αλληλεπιδρούν με την ΤΝ

Φιλοσοφία

Μαθηματικά

Οικονομικά

Νευροεπιστήμες

Ψυχολογία

Γλωσσολογία

Παραδείγματα προβλημάτων ΤΝ

- Να κατασκευασθεί αυτόματα το ωρολόγιο πρόγραμμα μαθημάτων ενός σχολείου, δεδομένου ενός συνόλου περιορισμών και εκπαιδευτικών στόχων.
- Να επιλυθεί μηχανικά το εξής: «Στην πόλη έγινε ένας φόνος. Το θύμα ήταν ο Victor. Η αστυνομία συνέλαβε τρεις υπόπτους, τον Abbott, τον Babbitt και τον Cabot. Ο Abbott ισχυρίζεται ότι ο Babbitt ήταν φίλος του Victor και ότι ο Cabot μισούσε τον Victor. Ο Babbitt αρνήθηκε ότι ήταν στην πόλη την ημέρα του φόνου και επίσης είπε ότι δεν γνώριζε τον Victor. Ο Cabot κατέθεσε ότι είδε τον Abbott και τον Babbitt να είναι με τον Victor λίγο πριν το έγκλημα. Η αστυνομία είναι βέβαιη ότι ακριβώς ένας από τους Abbott, Babbitt και Cabot είναι ο ένοχος. Επίσης, υποθέτει ότι οι δύο που είναι αθώοι λένε την αλήθεια. Ποιος είναι ο δολοφόνος;»

Παραδείγματα προβλημάτων TN

- Να διαχωρίζονται με αυτόματο τρόπο τα e-mails μας σε ανεπιθύμητα (junk) και επιθυμητά.
- Να προσδιορισθούν από ένα ρομπότ οι ενέργειες που πρέπει να εκτελέσει για να επιτύχει ένα στόχο, για παράδειγμα, να τακτοποιήσει με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο ένα σύνολο από δέματα μέσα σε ένα δωμάτιο.
- Να μεταφρασθεί αυτόματα ένα αυθαίρετο κείμενο από κάποια φυσική γλώσσα σε μία άλλη, π.χ. από Κινέζικα στα Ελληνικά.
- Να ελεγχθεί αν οι φωτογραφίες των δραστών μίας ένοπλης ληστείας μοιάζουν με κάποιες μέσα από μία βάση δεδομένων ατόμων με βεβαρυμένο ποινικό μητρώο.

Machine Learning Simplified



Features

Label

Image	<u>OpenTop</u>	<u>ClosedBottom</u>	<u>HoldsLiquid</u>	Hand-Sized	<u>IsCup</u>
	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE
	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE
	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE
	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE

Model - If:

- Open top = *TRUE*
- Closed bottom = *TRUE*
- Holds liquid = *TRUE*
- Hand-sized = *TRUE*
- ...

Then

- CUP = TRUE



Score :

- CUP = TRUE
- CERTAINTY = 90%

Machine Learning Uses and Algorithm Families

Which category
(*Classification*)



How
much/many
(*Regression*)



Which group
(Clustering,
Recommender)



Is it odd
(*Anomaly*)

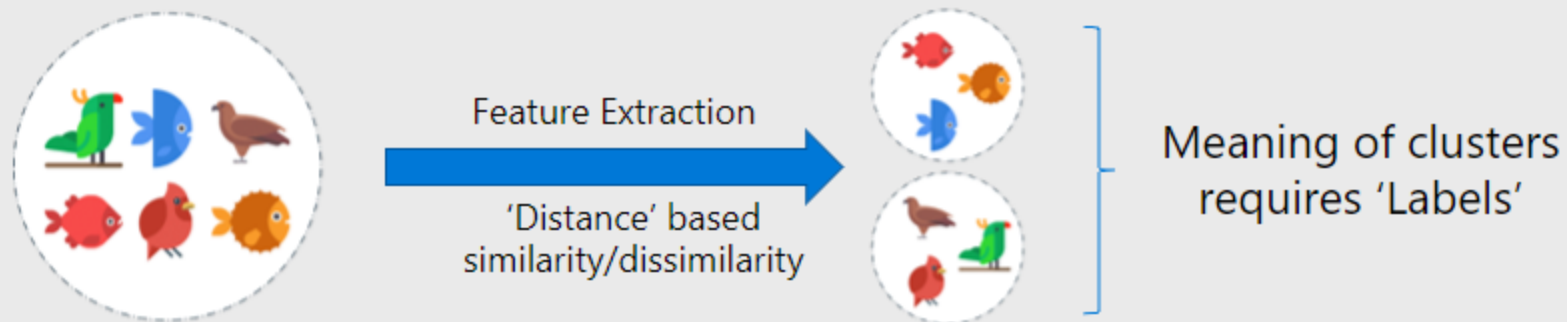


Which action
(Reinforcement
Learning)

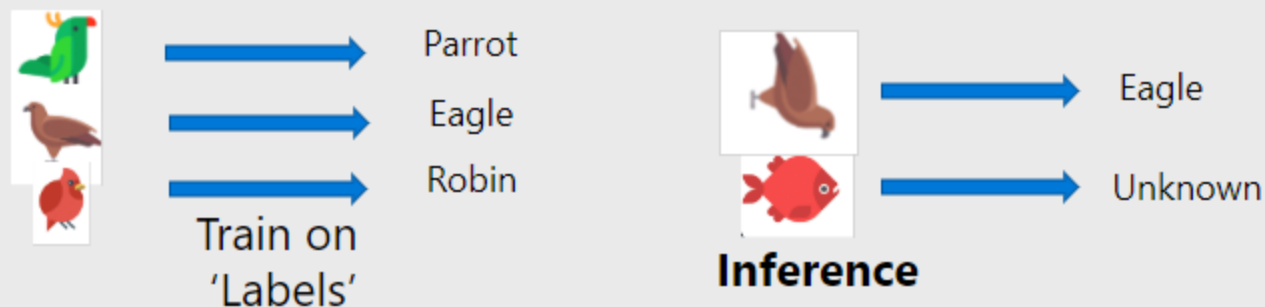


ML/AI – Major learning types

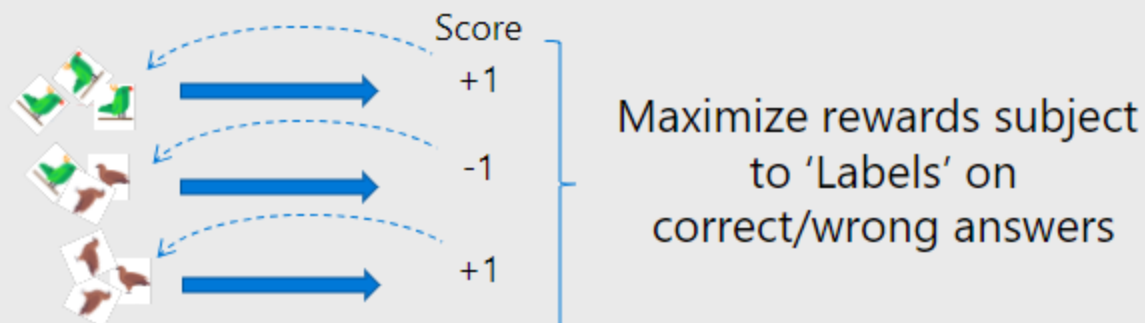
Unsupervised



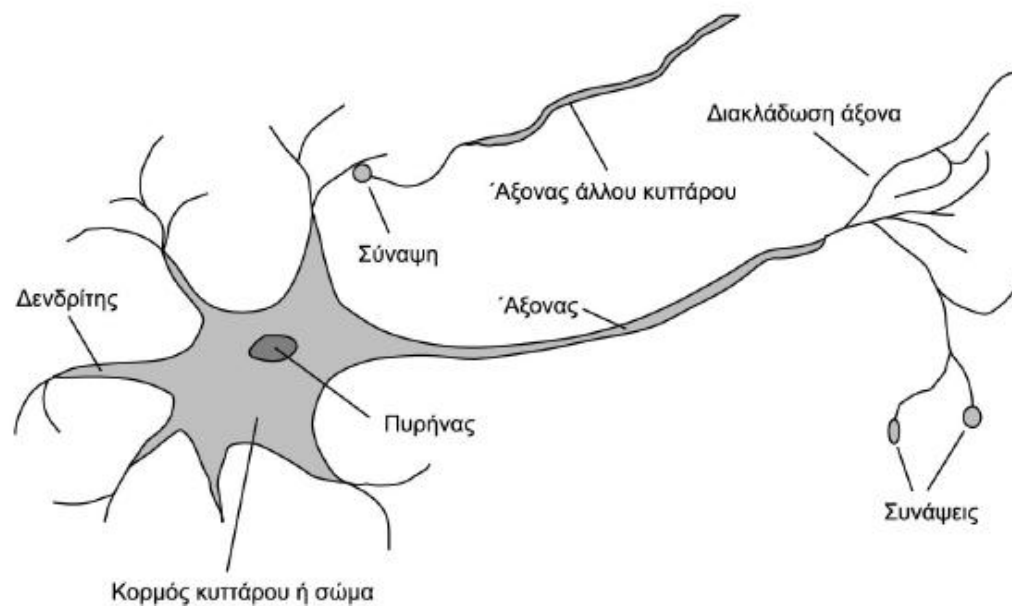
Supervised



Reinforcement

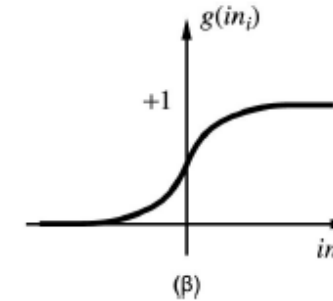
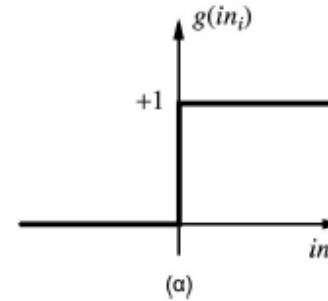
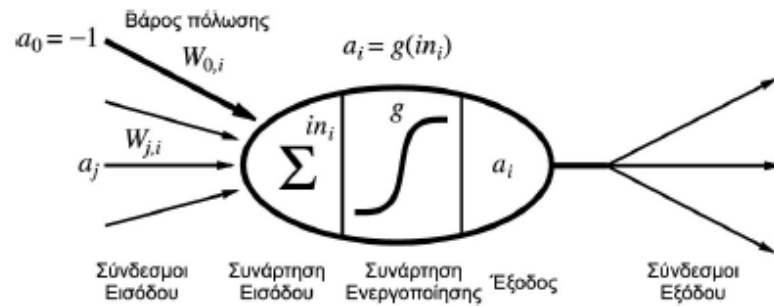


- Βιολογικός νευρώνας
- $\sim 10^{11}$ νευρώνες και $\sim 10^{14}$ συνάψεις στον ανθρώπινο εγκέφαλο



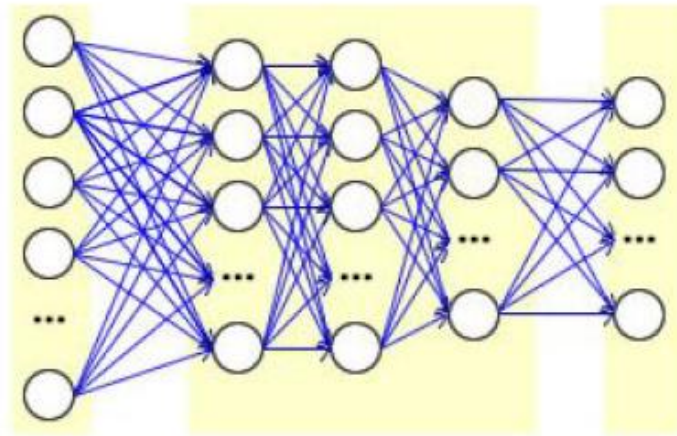
Νευρωνικά δίκτυα (Neural networks)

- Τεχνητός νευρώνας
- Συναρτήσεις ενεργοποίησης
 - Βηματική ($g(x) = 1$, αν $x \geq 0$, και $g(x) = 0$, αν $x < 0$)
 - Σιγμοειδής ($g(x) = \frac{1}{1+e^{-ax}}$, συνήθως $a = 1$)
 - Γραμμική ($g(x) = x$)
 - Υπερβολική εφαπτομένη ($g(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$)



Νευρωνικά δίκτυα (Neural networks)

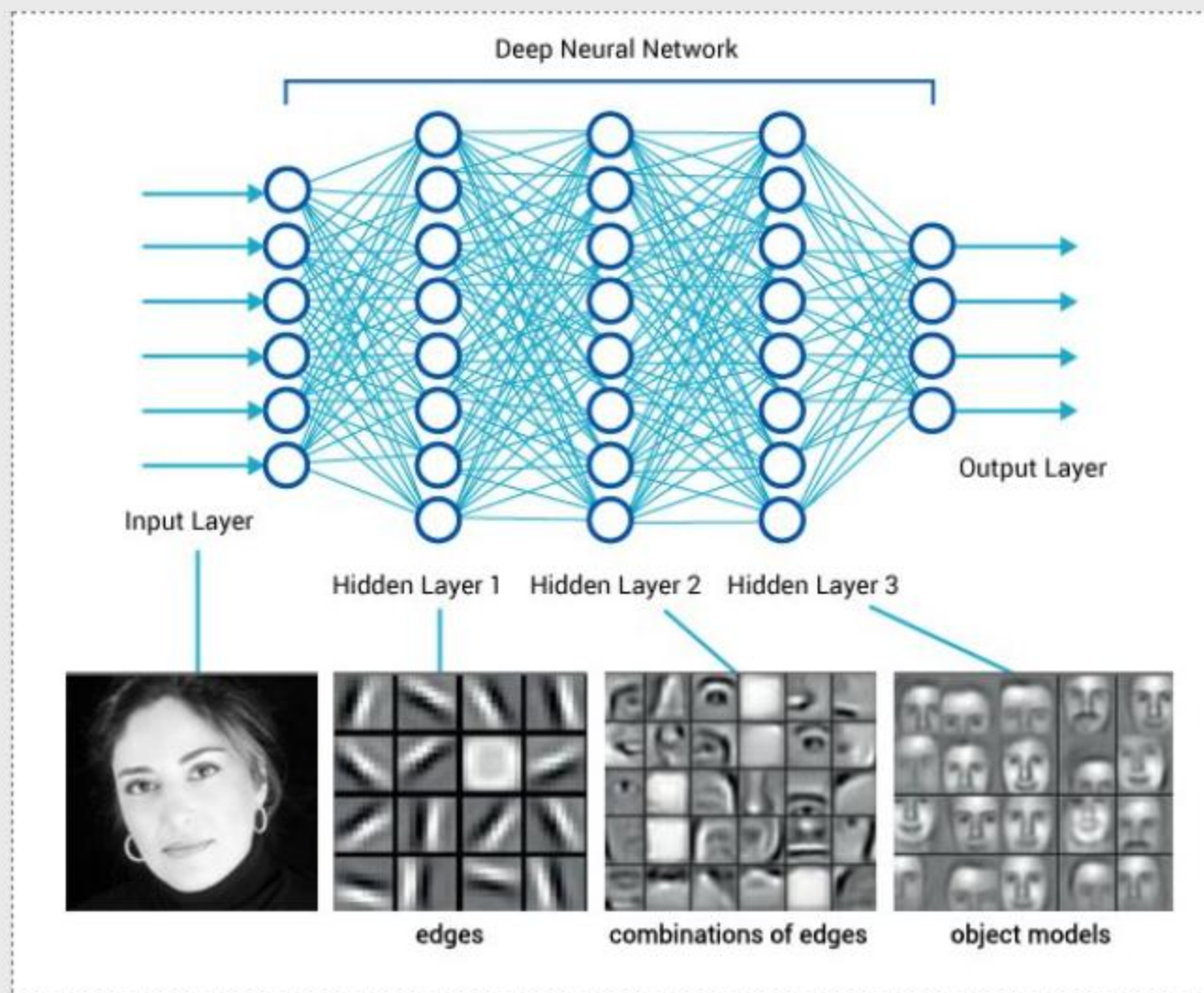
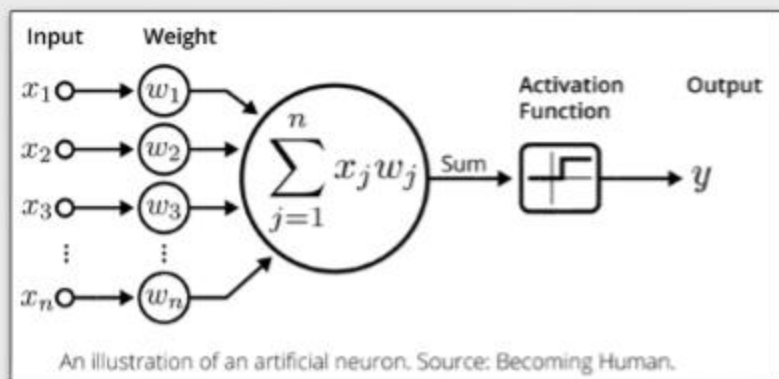
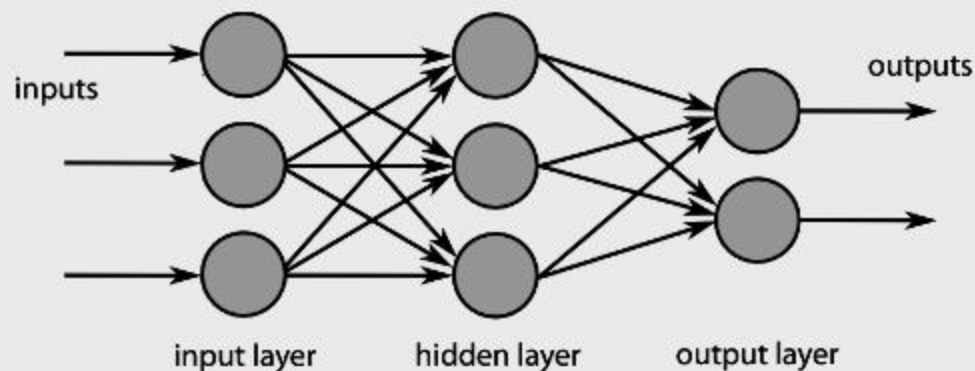
- Πολλά κρυμμένα επίπεδα νευρώνων
- Πολλά βάρη προς εκπαίδευση
- Χρειάζονται πολλά παραδείγματα και σημαντική υπολογιστική ισχύς για την εκπαίδευσή τους
- Εφαρμογές σε αναγνώριση εικόνων, ήχου και σε παιχνίδια



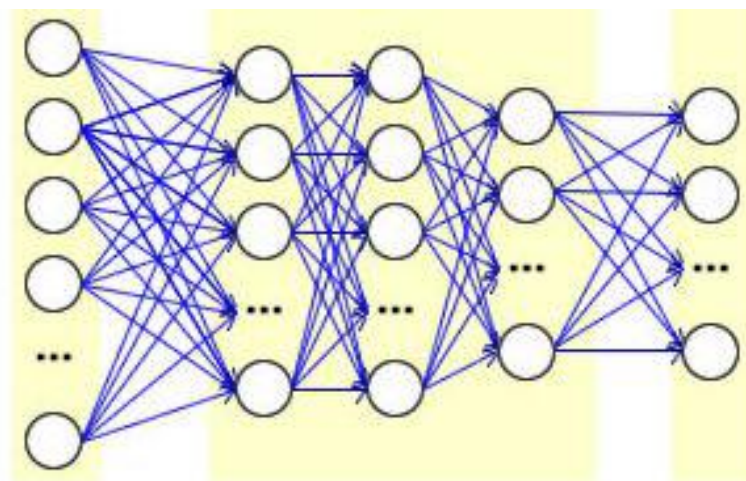
Βαθιά νευρωνικά δίκτυα (Deep neural networks)

Understanding Deep Learning

Learning through layers



Αναγνώριση εικόνας και ήχου



- Amazon Alexa
- Google Assistant
- Apple Siri

Τρέχουσες περιοχές εφαρμογών της ΤΝ

- Μεταφορές (έξυπνα οχήματα, αυτο-οδηγούμενα οχήματα, σχεδιασμός μετακινήσεων)
- Οικιακοί ρομποτικοί βοηθοί (σκούπες)
- Υγεία (κλινική βοήθεια, ανάλυση δεδομένων, ρομποτική χειρουργική, υποστήριξη ηλικιωμένων)
- Εκπαίδευση (έξυπνα μαθησιακά εργαλεία, online συστήματα μάθησης)
- Δημόσια ασφάλεια
- Διασκέδαση

Ερευνητικές τάσεις στην ΤΝ

- Μηχανική μάθηση μέσω μεγάλου όγκου δεδομένων για αναγνώριση αντικειμένων σε εικόνες, χαρακτηρισμό βίντεο, αναγνώριση δραστηριοτήτων, ανάκτηση πληροφορίας από ήχο και φυσική γλώσσα, κλπ.
- Ενισχυτική μάθηση (Reinforcement learning)
- Ρομποτική και μηχανική όραση
- Κατανόηση και επεξεργασία φυσικής γλώσσας
- Πληθοπορισμός (Crowdsourcing)
- Αλγοριθμική θεωρία παιγνίων (Algorithmic game theory)
- Το ίντερνετ των πραγμάτων (Internet of Things - IoT)
- Νευρομορφική υπολογιστική (Neuromorphic computing)

Φιλοσοφικά (και όχι μόνο) ερωτήματα για την ΤΝ

- Ισχυρή ΤΝ: Μπορούν να σκεφτούν οι μηχανές;
- Ασθενής ΤΝ: Ή μήπως απλώς ενεργούν σαν να είναι ευφυείς;
- Μπορεί να επιτευχθεί Τεχνητή Νοημοσύνη παντός σκοπού (Artificial General Intelligence - AGI);
- Αν ναι, πότε; Είμαστε κοντά;