

Πανεπιστήμιο Πατρών

Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής

Οι πρόσφατες εξελίξεις στην Τεχνητή
νοημοσύνη υπό το βλέμμα της αρχής
ελάχιστου μήκους περιγραφής (MDL)

Ευάγγελος Δερματάς

Αναπληρωτής Καθηγητής

Πάτρα 18/12/2020

Το πρώτο συνέδριο Τεχνητής Νοημοσύνης

The Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence (1956)

THE DARTMOUTH AI ARCHIVES:

<http://raysolomonoff.com/dartmouth/>

AI should be logic-based or probability-based

**Trenchard More, John McCarthy, Marvin
Minsky, Oliver Selfridge, and Ray
Solomonoff.**



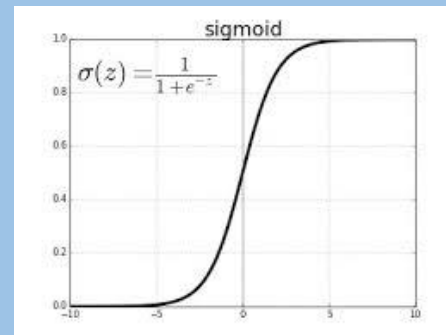
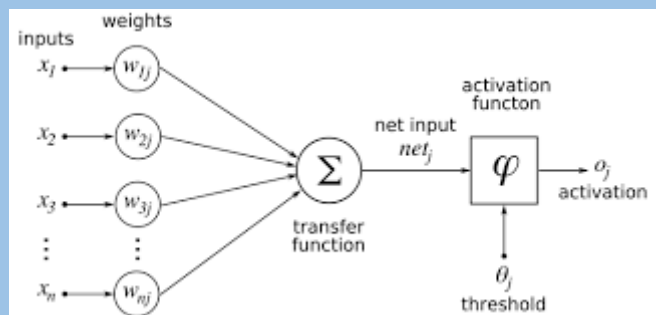
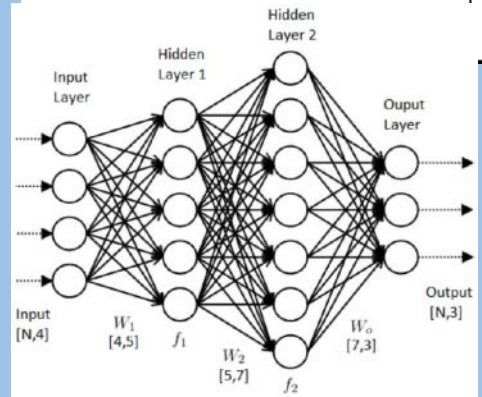
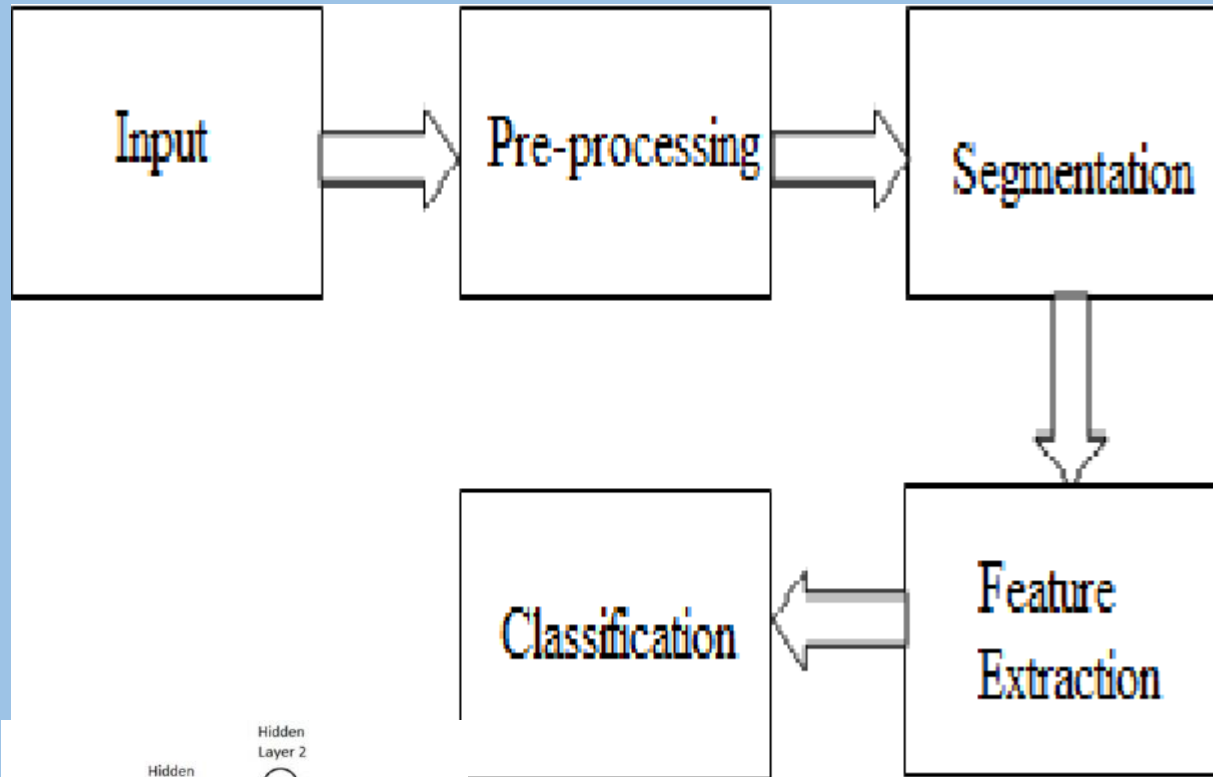
Περίοδοι Τεχνητής Νοημοσύνης

1^η Αυτόματη κατασκευή πολύπλοκης δομής ιεραρχικών κανόνων

2^η Στοχαστικά συστήματα: Markov Chains, Hidden Markov Models, Markov Random Fields, Markov Decision Processes και **Νευρωνικά δίκτυα**

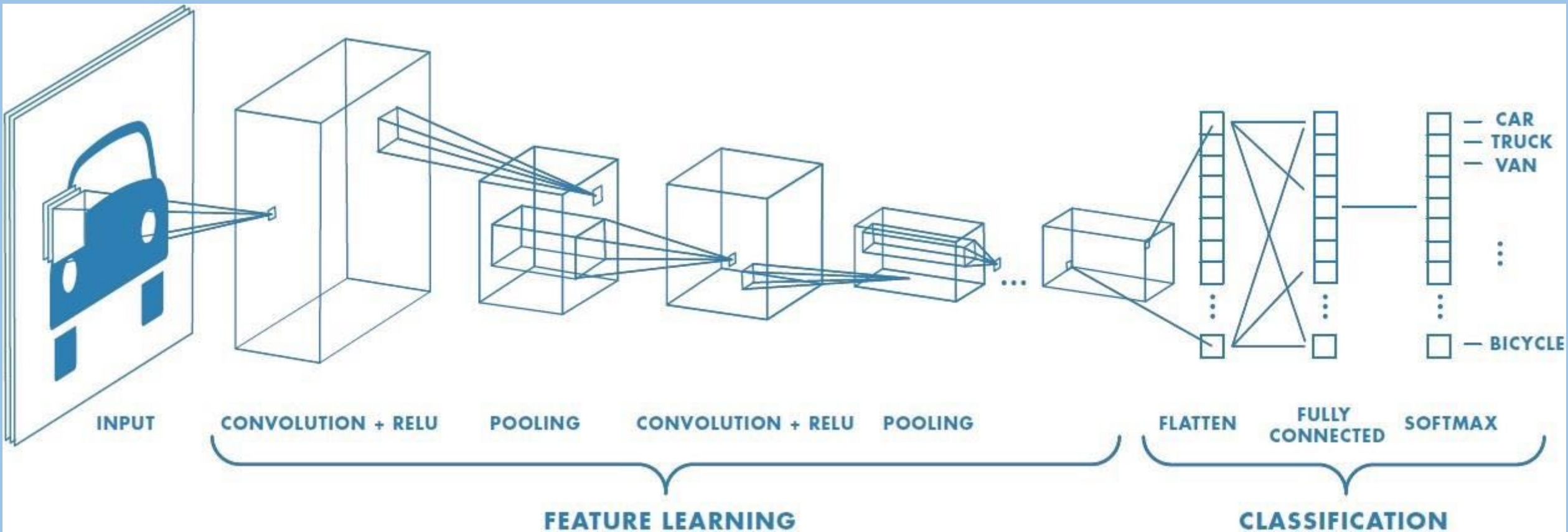
3^η **Deep learning** (πολύπλοκα υβριδικά νευρωνικά-στοχαστικά συστήματα)

Παραδοσιακή προσέγγιση στην Οπτική Αναγνώριση Αντικειμένων



Deep Learning – Image & Video Processing

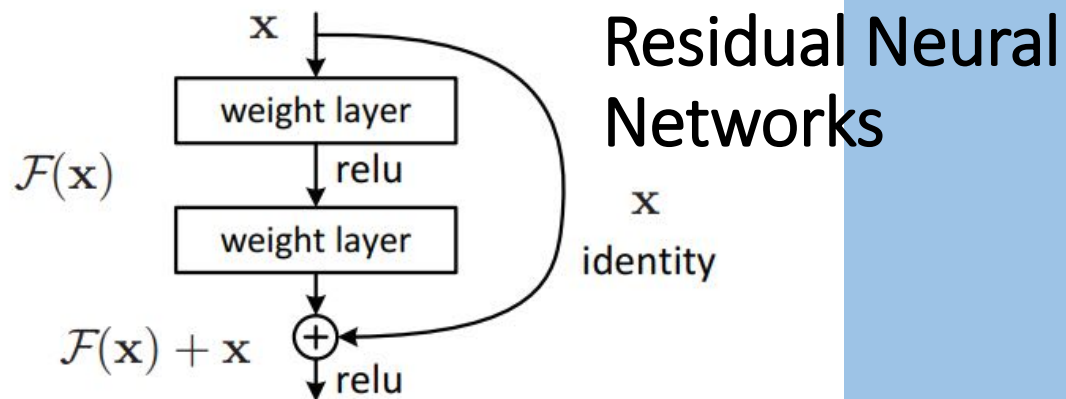
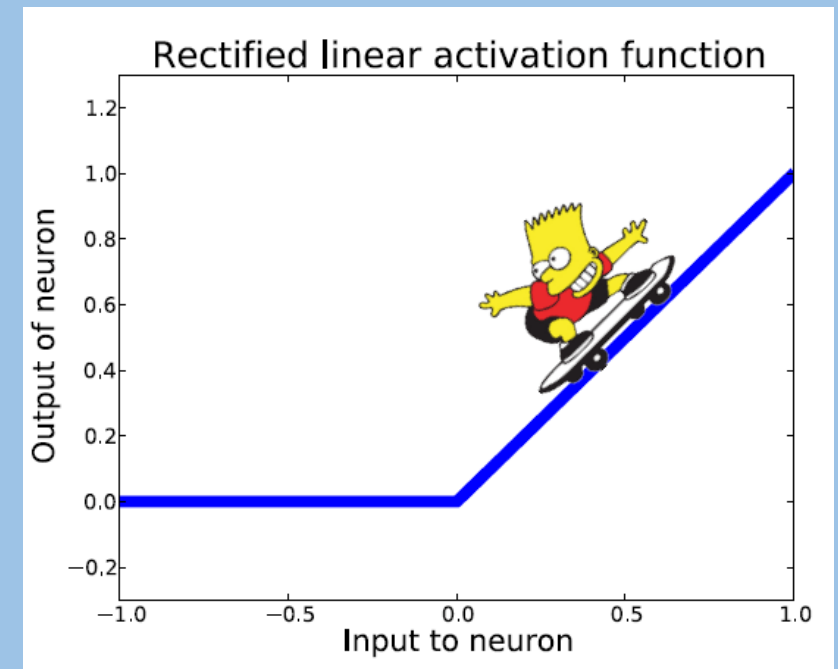
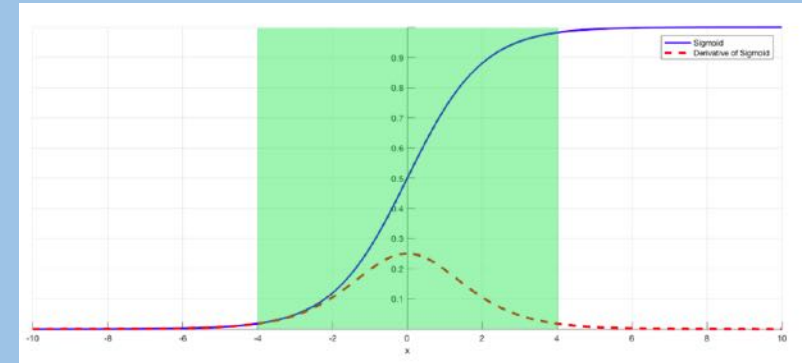
Convolutional Neural Networks



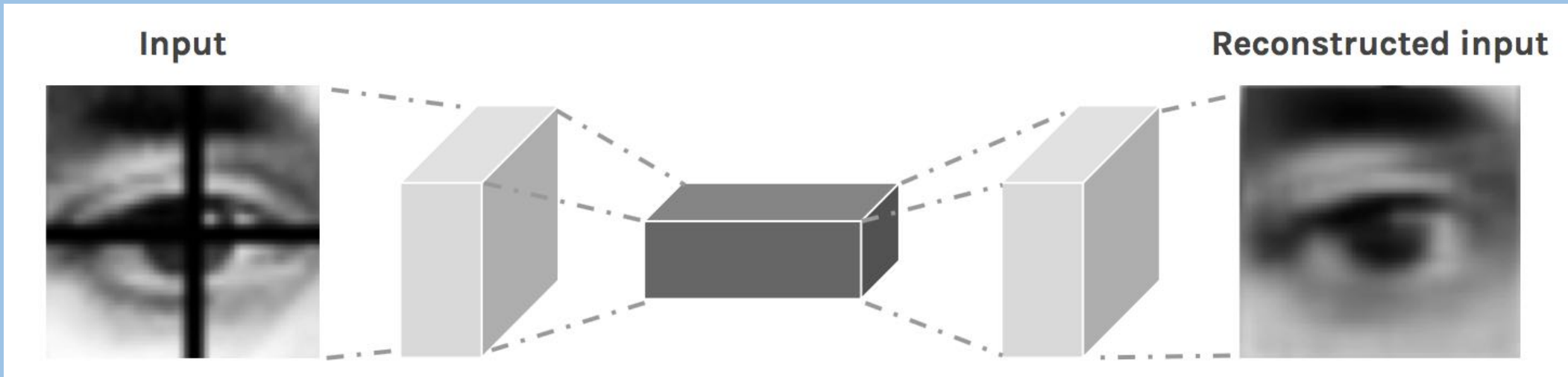
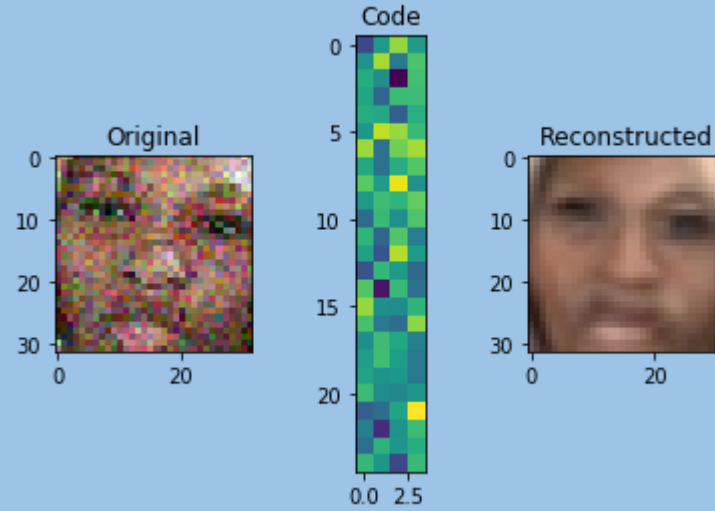
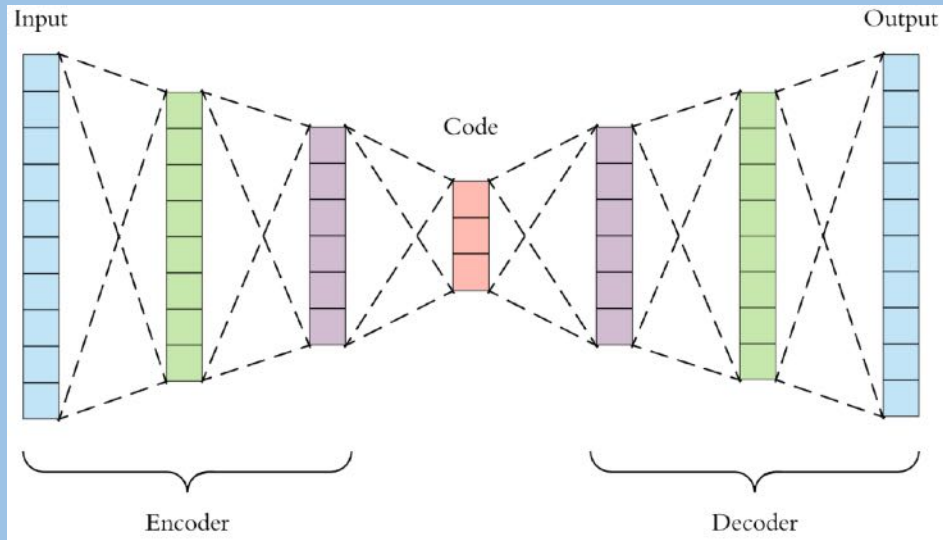
Deep Learning

1. Τα μεγάλα νευρωνικά δίκτυα χρειάζονται πολλά δεδομένα εκπαίδευσης – Big Data

2. Ο αλγόριθμος οπισθοδρομικής διάδοσης του σφάλματος και το “vanishing gradient problem



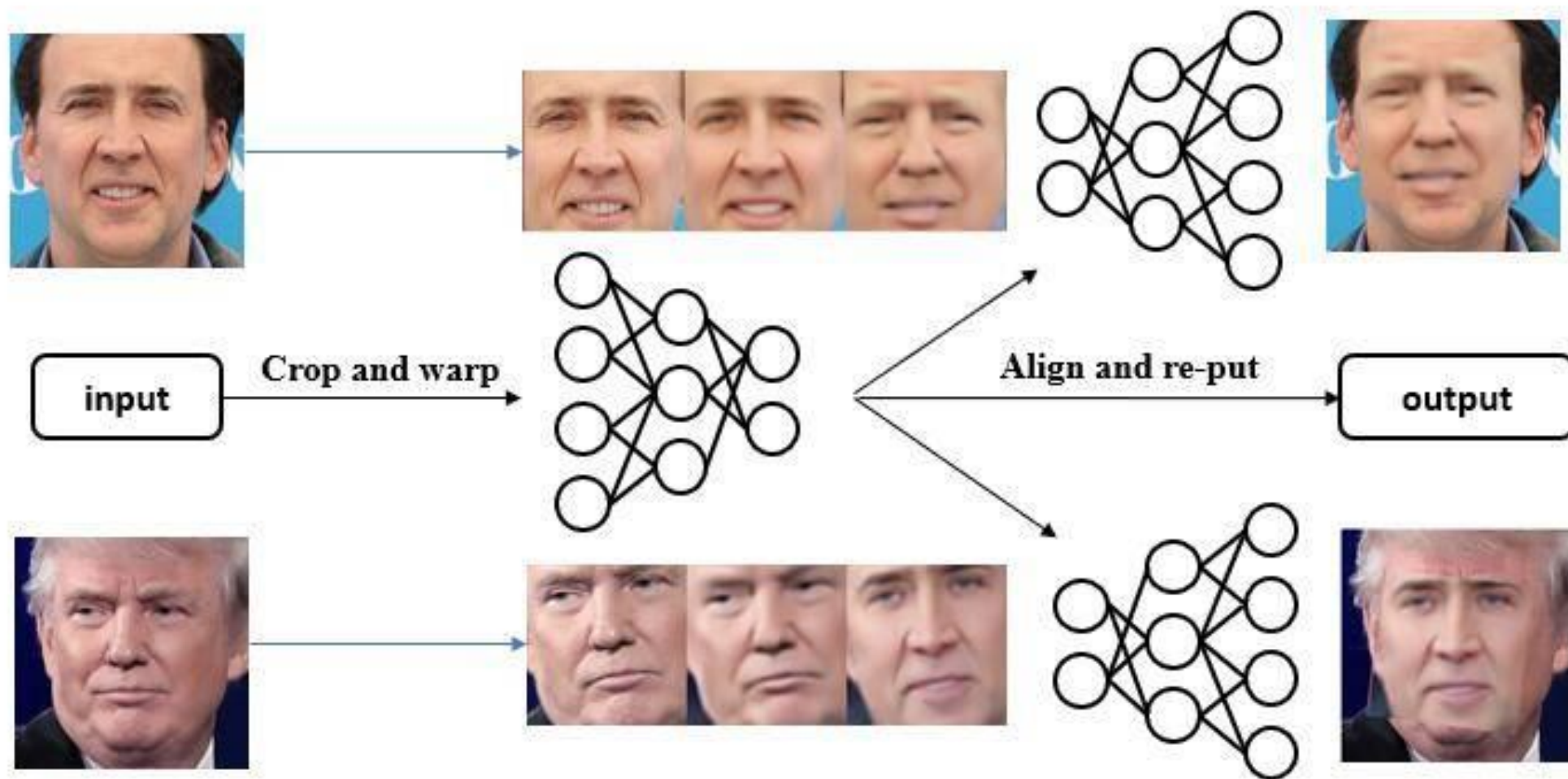
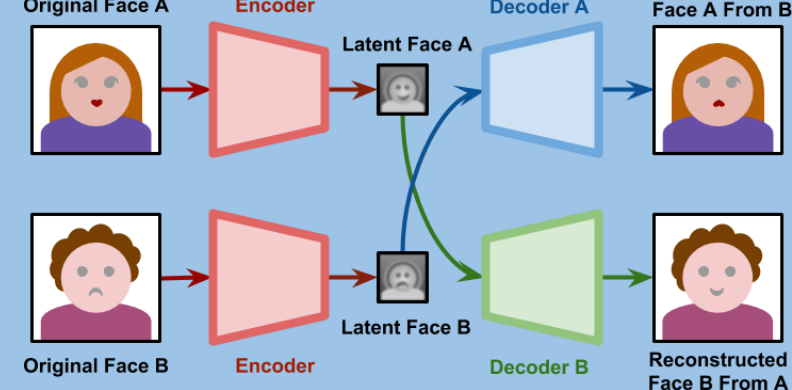
AutoEncoders



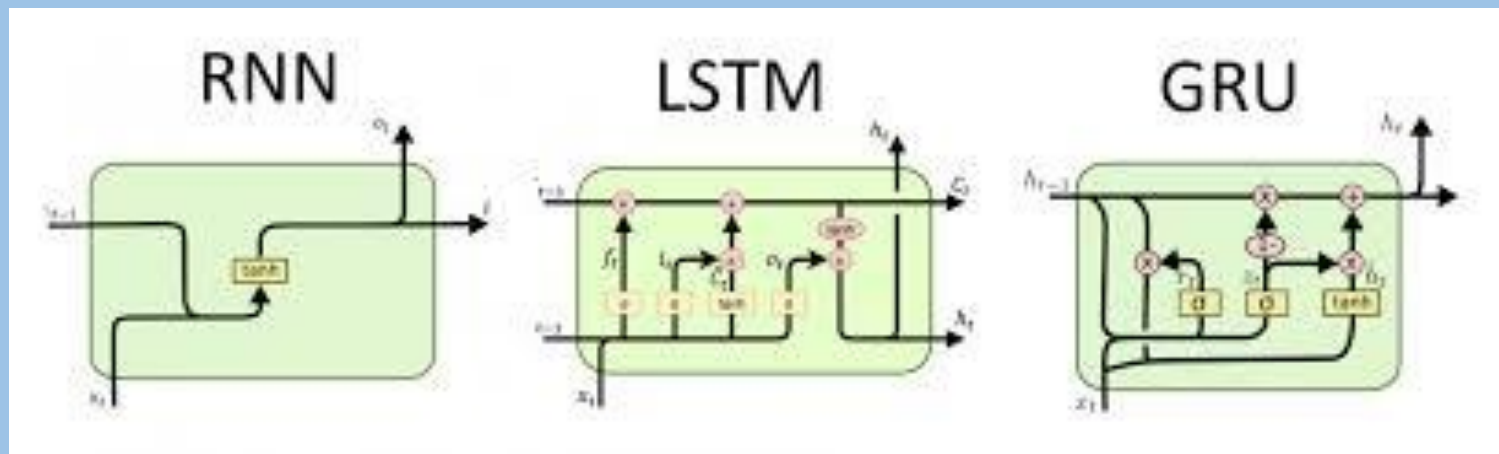
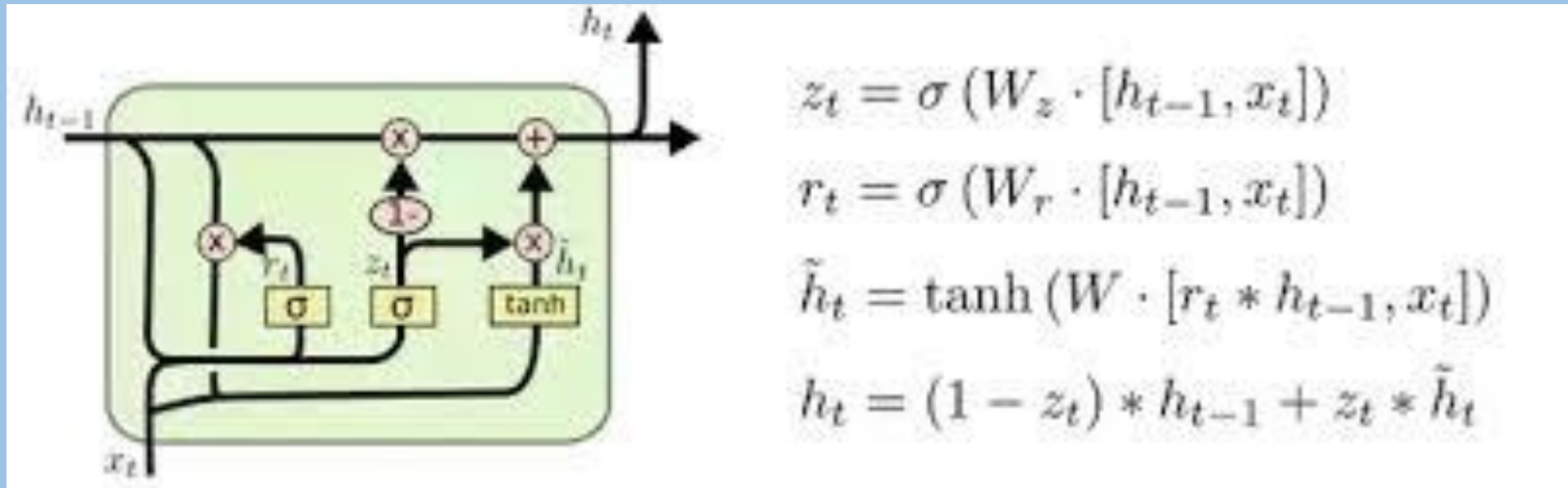
CycleGan Networks (Generative Adversarial Network)



DeepFakes Networks



Deep Learning - NLP – Gated Recurrent Unit



Deep Learning - Natural Language Processing

Κείμενα σε στυλ Παπαδιαμάντη:

Την πλησιάν την εκοίταν εκείνον, ότι είχε πρει εις τον πρώστην την ματράν, και την επανέλασεν ο κατελείτης του και την προστολίαν του και την παρατίαν της, και την πλητίαν του και την επισκεφήν του, και το μέρος του και πολύ τα είχε καλασθεί προς την προστανίαν του και της και δεν επροφήνει. Επί της μικράν προσελάνην εκείνον την προσκολού εκείνην, την οποία είχε πρειμει εις την παρακαλίαν, και της εκλογούσαν την ματρούλαν, την οποίαν εκοίταξε τον πρώτην της, και την επανολούσε με τα καλά της και τον παραθύραν, και τον έλειπεν αν την παρατούλην του και το σκότος της να φοράσης την πρωσταν του και την επιτροφήν του, εις την ματίτσαν της μαγράς του νεαρικός, και τον πρώτον, το οποίον εκείνον εις την ματίαν, την οποίαν είχε παραλείσει τα παιδιά της, τα παλαιά και τα ματά του και μα μα κολύματα και μεταξύ την κορυφήν της, και δεν ήτο εις την ακολησιάν του και την πρώτην την, τον οικίαν του και την επανέλασε την παλαιον του να της κατεβαίνη εις την κόλασσαν. Ο γερο-Παρθένης, επανήρχετο την πρώσην που εκείνη την εκκλησίαν του και της εκκλησίας, και τον είχε προσειθεί της ματηλίας, και δε κατερχεται εις την παράδασιν του παραθύρου.

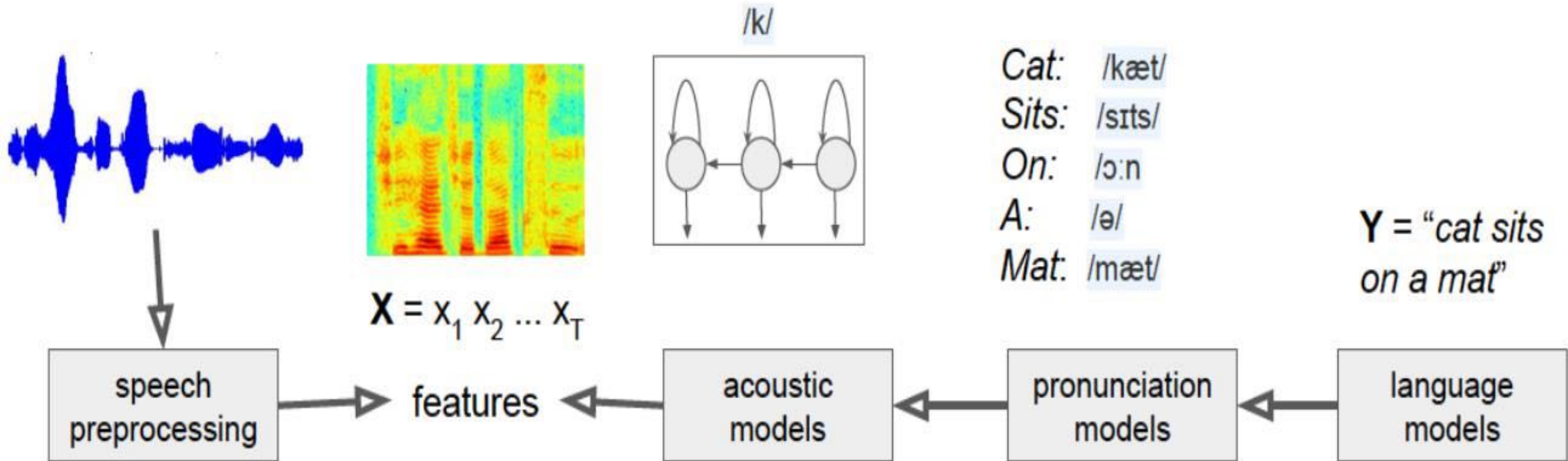
Deep Learning - Natural Language Processing

Κείμενα σε στυλ Ομηρου:

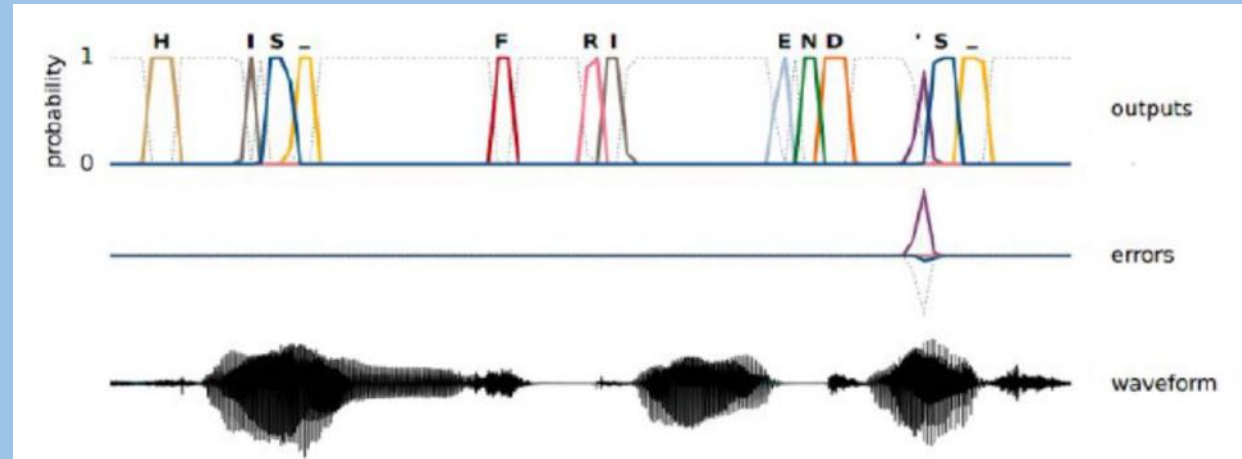
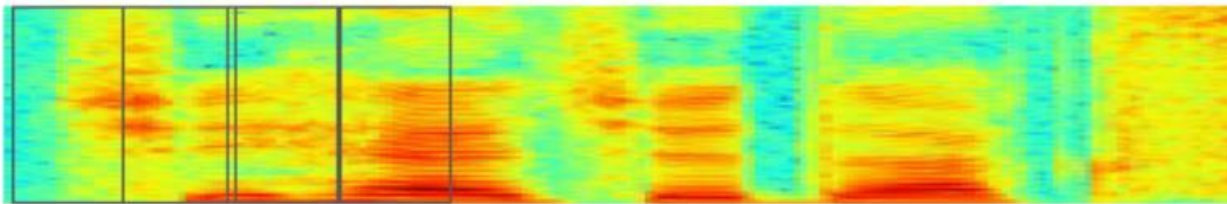
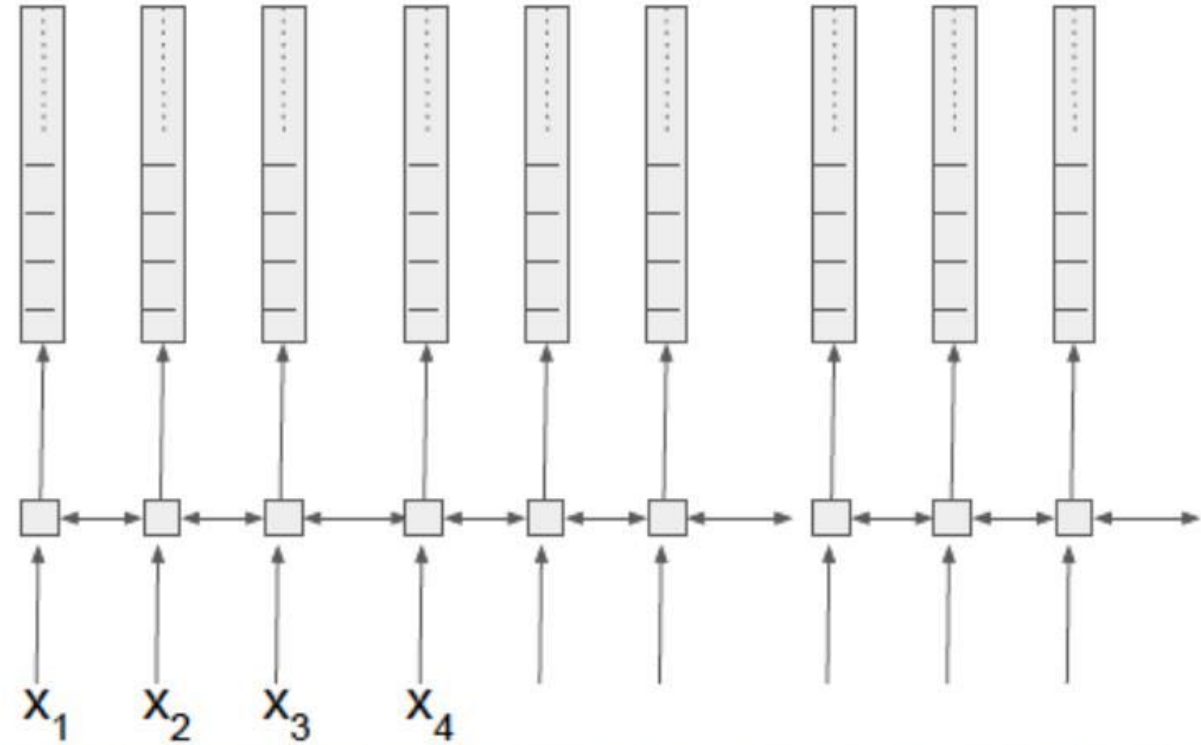
» κι απ τη σφαγή πριν στο γιαλό τους έστειλε στη χώρα.
» Τι τώρα πάλι αφτούς πια αφτό τα πόδια μου ας τραβήσεις
» και με το χέρι τού πατάει σα διαβαλιά αν ταν πόρτε,
» που τώρα πέσα απ τους θεούς, και πιο παλικαράδες
» στα στήθια, αν με το γέροντα του βροντορήχτη Δία.
» Μόν έλα πρώτο απ το καρμί σα σ τα πω τους Τρώες
» να μου γυρίσει ο Πάτροκλος, που με στρατούς κοντάρια
» και μούδωκε κι εσύ στη γης τον κράχτε με το χέρι.
» Κι εκεί που τούδωκαν ποτές απ το κοντάρι πέσα
» και με τους πρώτους πούτανε μες στην καρδιά της πλοία.
» Και τώρα πάλε οι άλλοι εσύ, και τους μονάρχους πάντα

» και το ποδάρι σου κι εσείς, τον πόλεμο, και πίσω
» να πάρεις τους οχτροί, καλά και τους θεούς παράσουν.
» Μόν έλα πάλι αφτός περιώντας το καράβι τ Άρη,
» που τώρα αφέντη, κι έφεβγε τη μάχη να βοηθήσεις.
» Μόν πάμα, αφτό με το γιαλό να πεις, καλό κοντάρι,
» κι αν είναι αφτούς του βασιλιά το λόγο μου, και πάντα
» με το καλόβι στο σκαμνί να σφάζει, και στον κόσμο

Automatic Speech Recognition



Deep Learning - Bi-directional recurrent NN

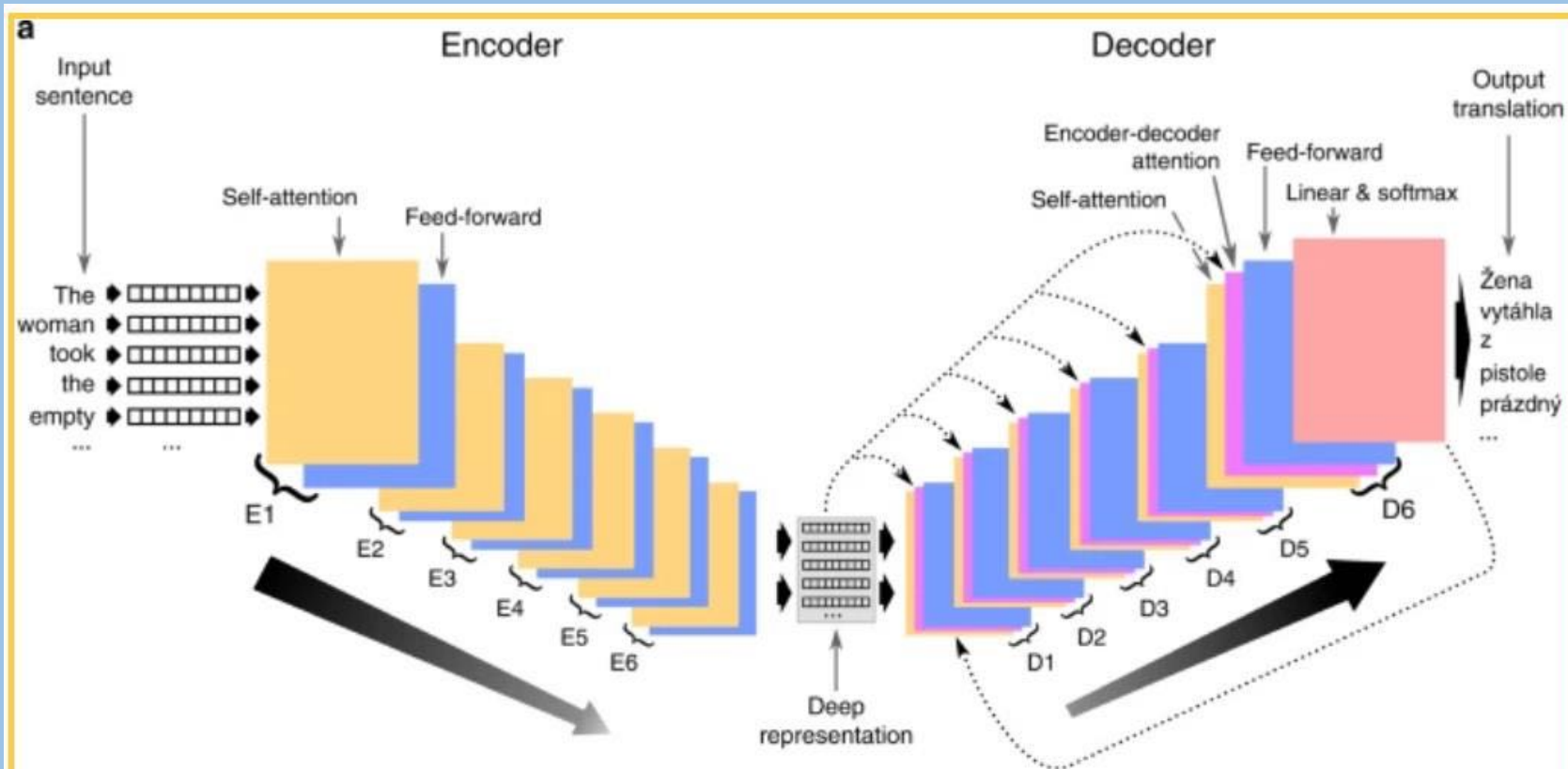


Model learns to make peaky predictions!

Deep Learning - Automatic Translation

Transforming machine translation: a deep learning system reaches news translation quality comparable to human professionals, Nature Communications volume 11, Article number: 4381 Published: 01 September 2020

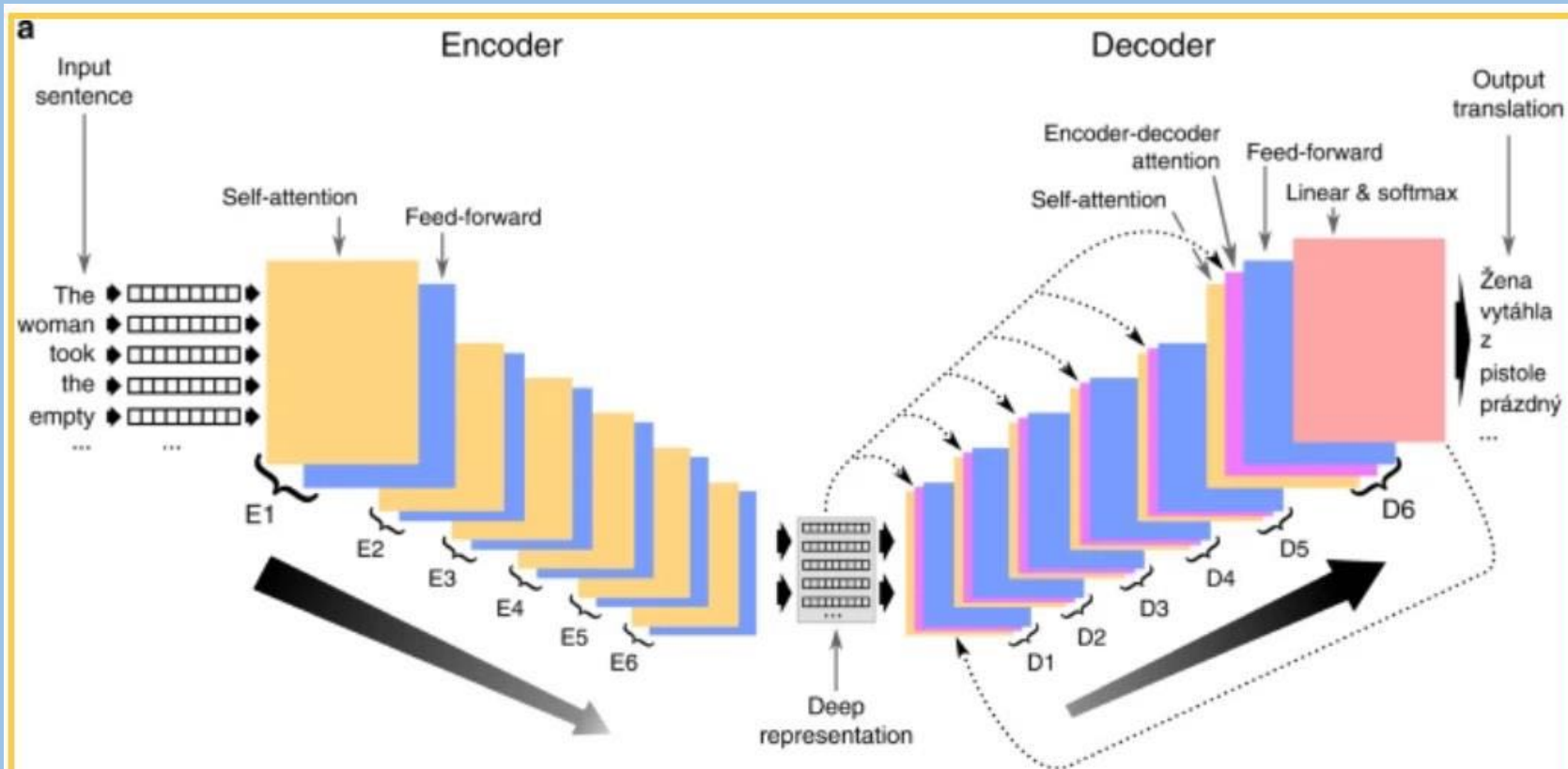
In this work, we present a neural-based translation system CUBBITT (Charles University Block-Backtranslation-Improved Transformer Translation), which significantly outperformed professional translators on isolated sentences in a prestigious competition WMT 2018, namely the English–Czech News Translation Task



Deep Learning - Automatic Translation

Transforming machine translation: a deep learning system reaches news translation quality comparable to human professionals, Nature Communications volume 11, Article number: 4381 Published: 01 September 2020

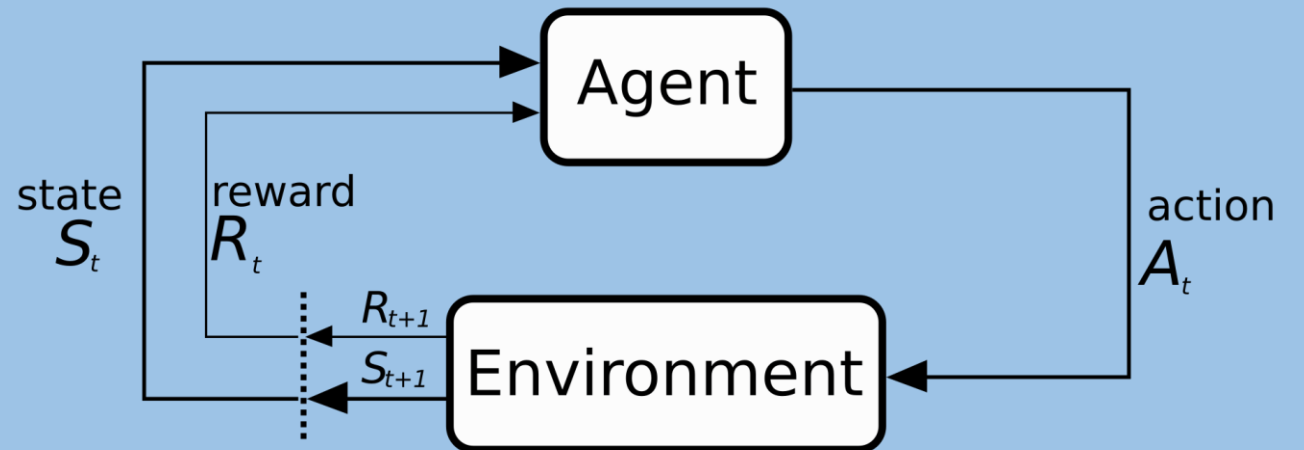
In this work, we present a neural-based translation system CUBBITT (Charles University Block-Backtranslation-Improved Transformer Translation), which significantly outperformed professional translators on isolated sentences in a prestigious competition WMT 2018, namely the English–Czech News Translation Task



Deep Reinforcement Learning

Reinforcement learning is a process in which an agent learns to make decisions through trial and error.

This problem is often modeled mathematically as a Markov decision process (MDP)

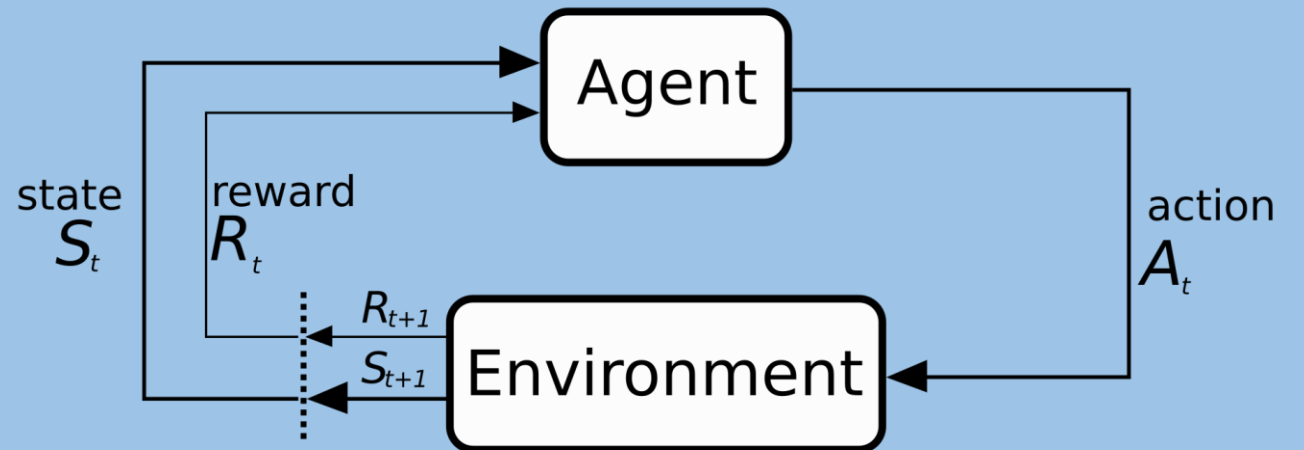


Deep Reinforcement Learning

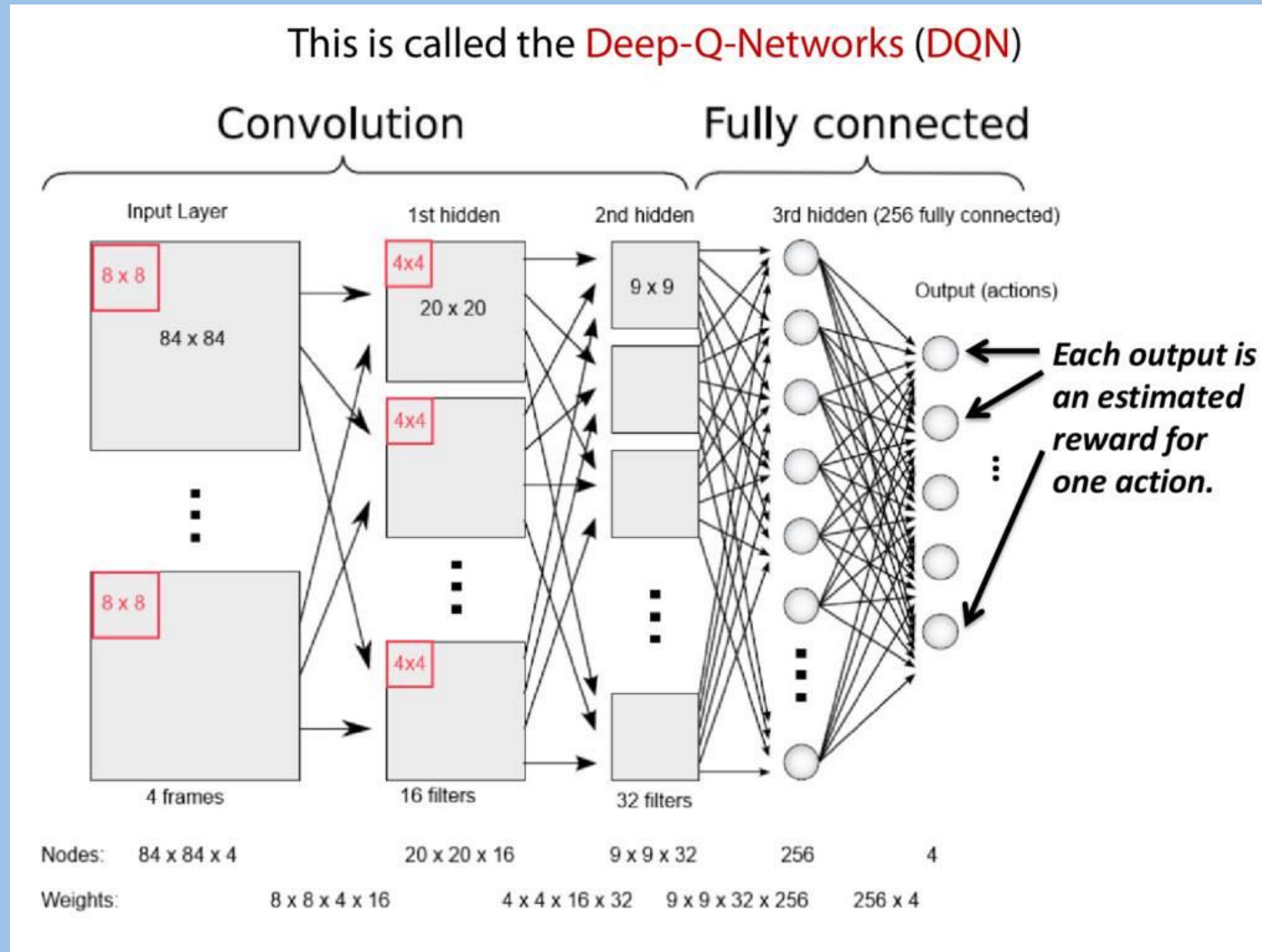
Reinforcement learning is a process in which an agent learns to make decisions through trial and error.

This problem is often modeled mathematically as a Markov decision process (MDP)

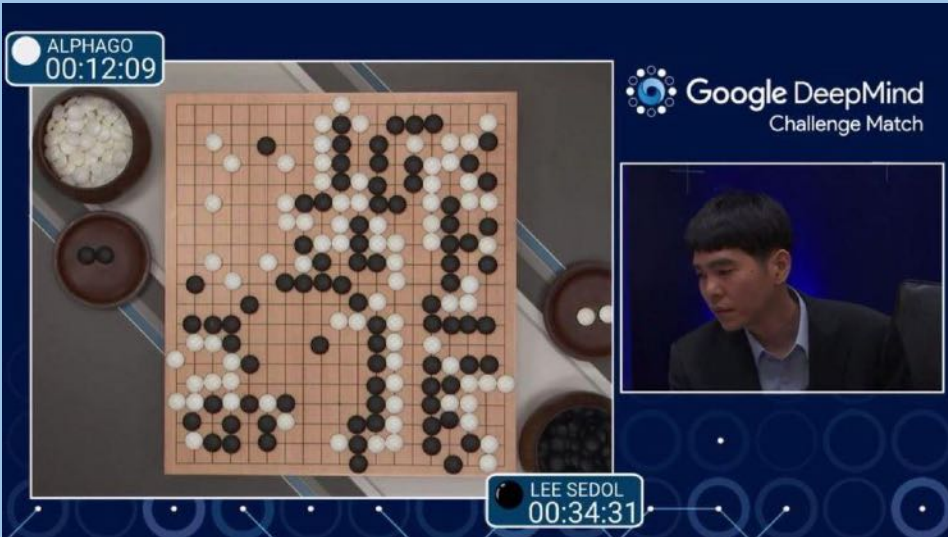
TD-Gammon (1992), a computer program developed in 1992 for playing backgammon.



Deep Reinforcement Learning – Atari Games

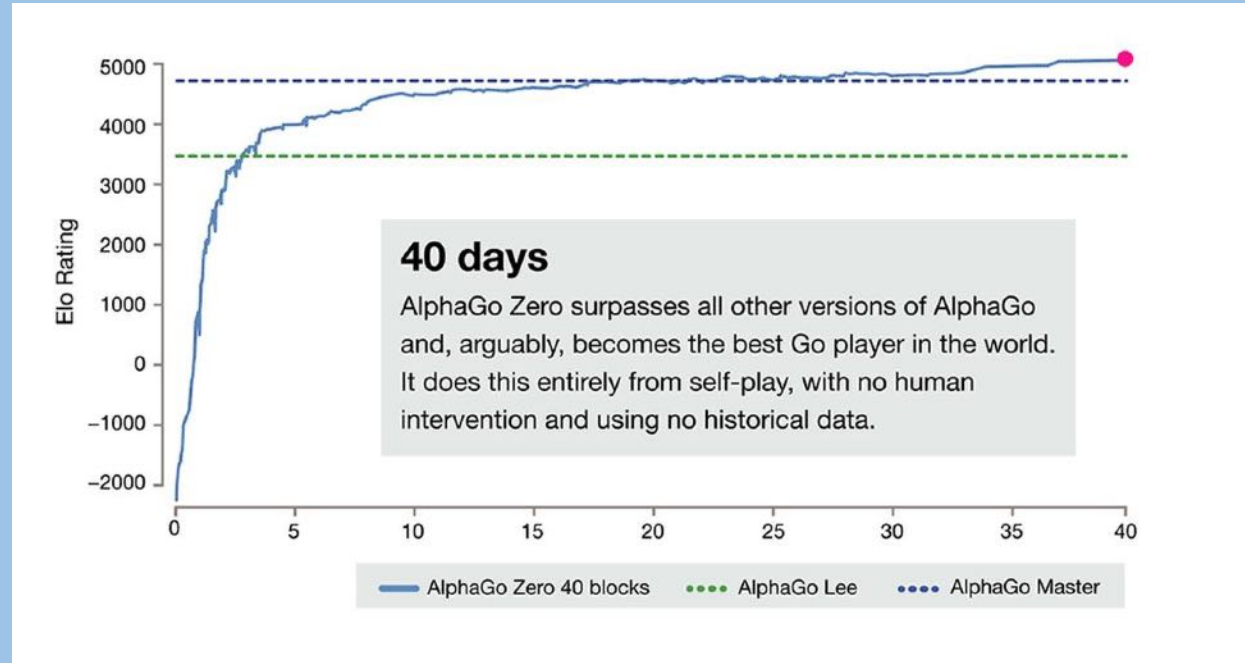
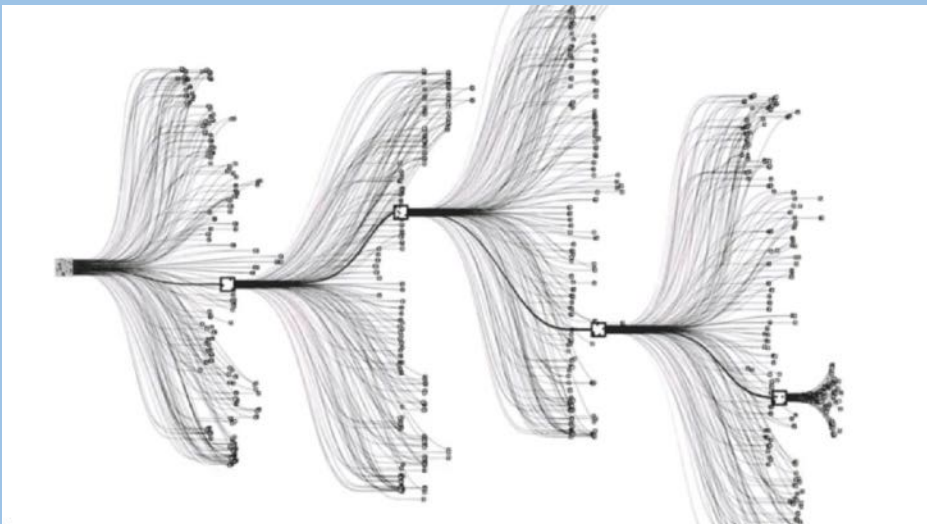


Deep Reinforcement Learning – AlphaGO (2016)- Go



Mastering the game of Go without human knowledge,
Nature, 19 October 2017

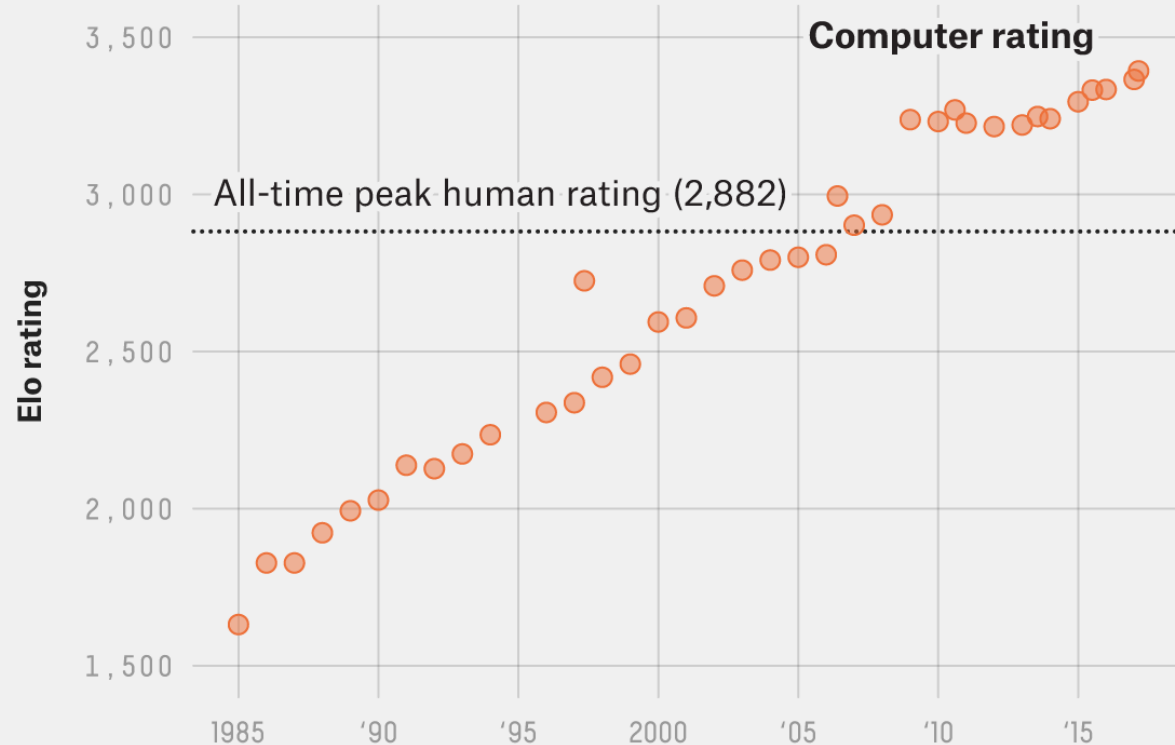
The tree search in AlphaGo evaluated positions and selected moves using deep neural networks.
AlphaGo becomes its own teacher: a neural network is trained to predict AlphaGo's own move selections and also.



Deep Reinforcement Learning – AlphaZero- Σκάκι

Chess computers have been better than humans for years

Elo ratings since 1984

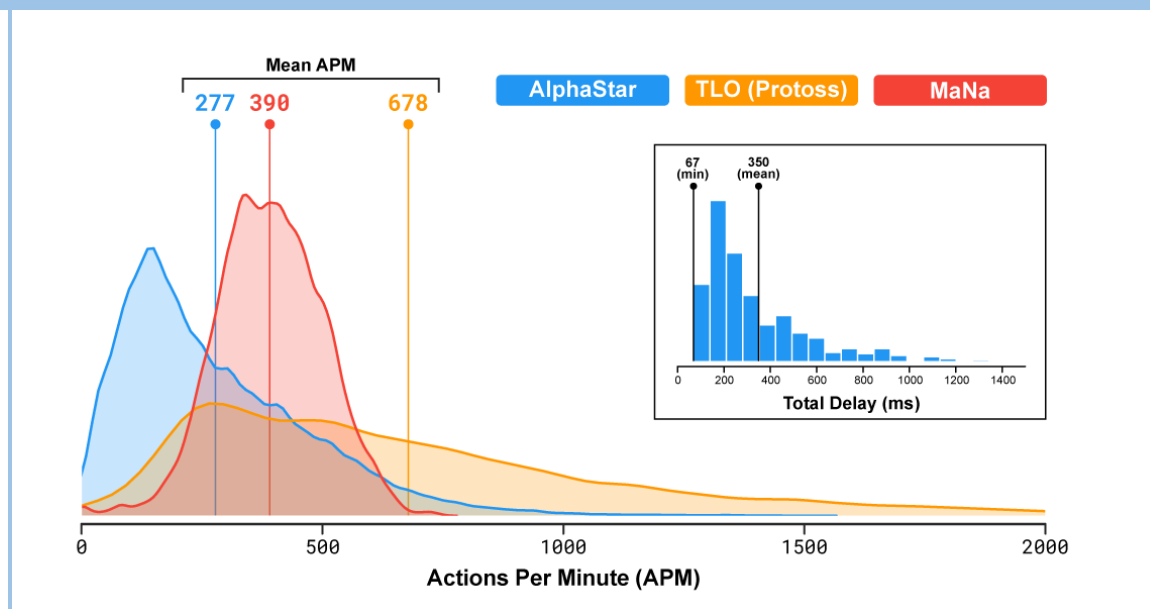
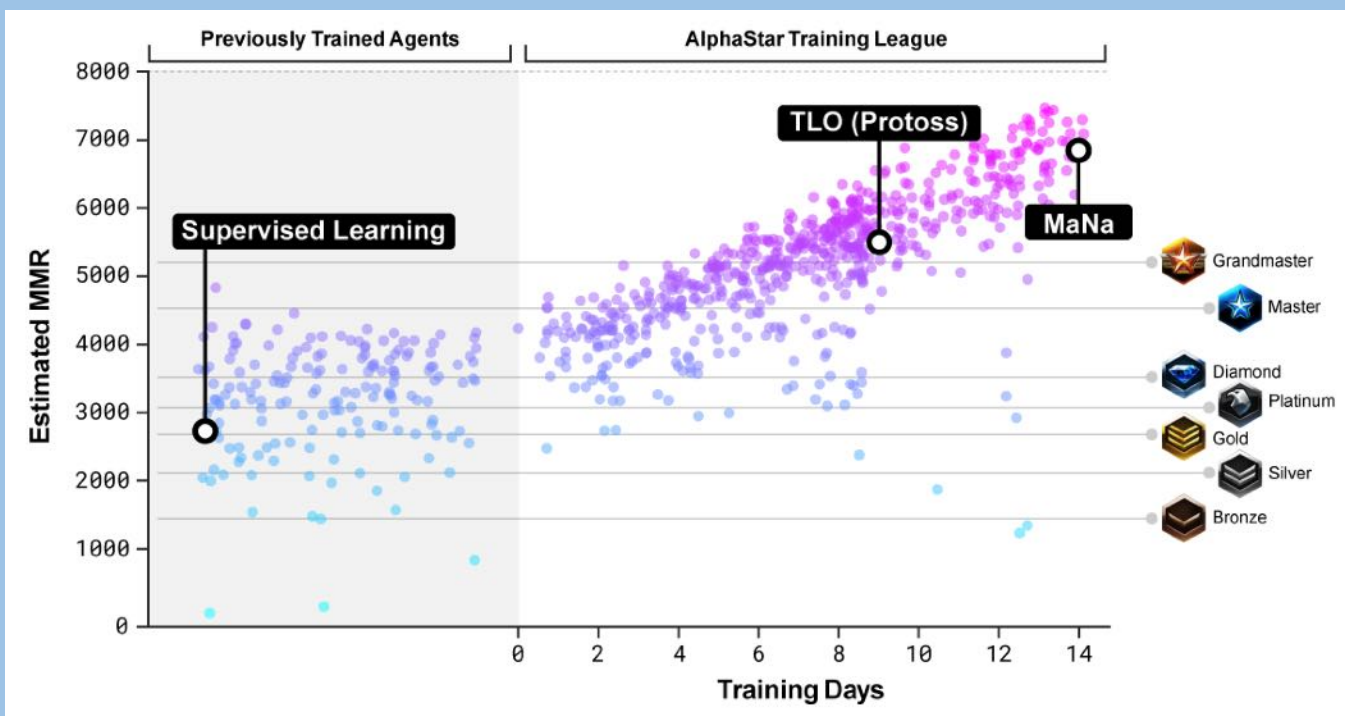


Μετά από μόλις τέσσερις ώρες αυτοεκπαίδευσης (44M παιχνίδια), το AlphaZero, κέρδισε 28 -0 με 72 ισοπαλίες, έναντι του Stockfish 8

Το AlphaZero υιοθέτησε ένα ολοκαίνουργιο επιθετικό στυλ, κάνοντας πολλές τολμηρές υλικές θυσίες για να δημιουργήσει πλεονεκτήματα θέσης.

Δεν φαίνεται να ακολουθεί πολλούς από τους παραδοσιακούς κανόνες «καλής στρατηγικής»

Deep Reinforcement Learning AlphaStar- StarCraftII 2018



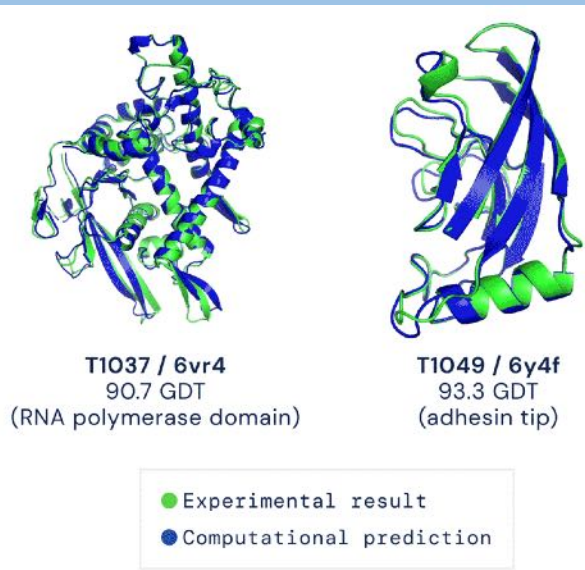
AlphaStar-TLO -> 5-0.

“I was surprised by how strong the agent was,” he said.

“AlphaStar takes well-known strategies and turns them on their head.

The agent demonstrated strategies I hadn't thought of before, which means there may still be new ways of playing the game that we haven't fully explored yet.”

Deep Neural Networks, AlphaFold, Πρωτείνες 2019



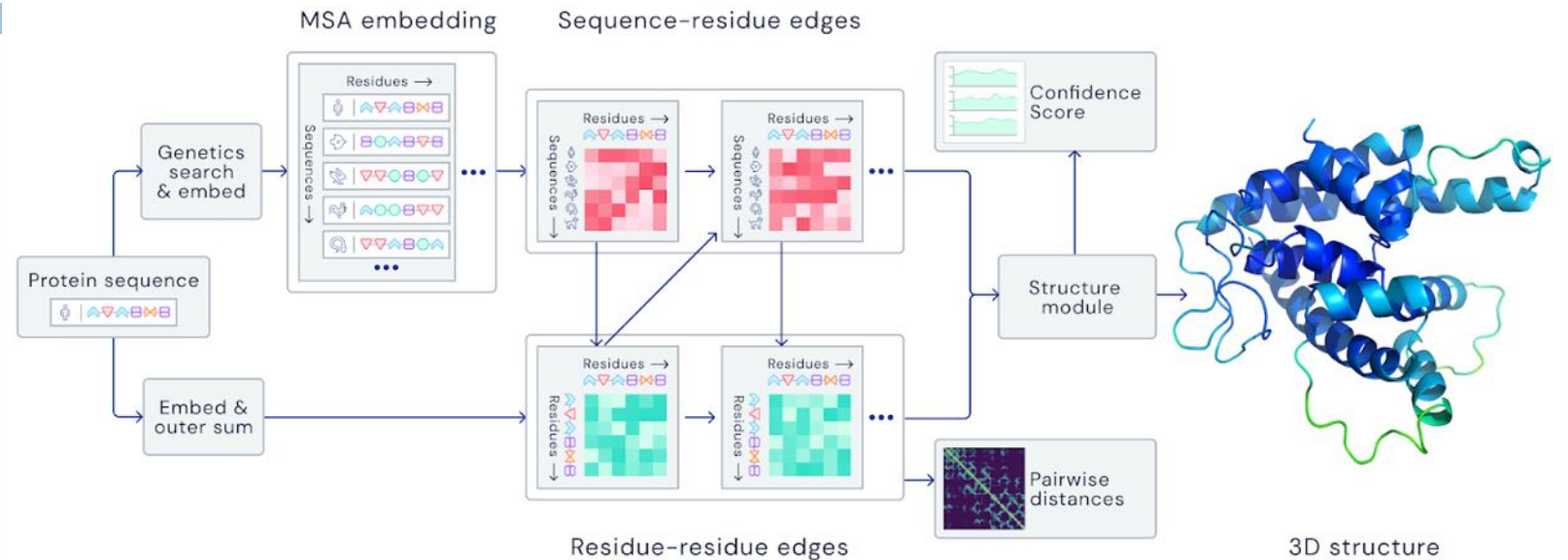
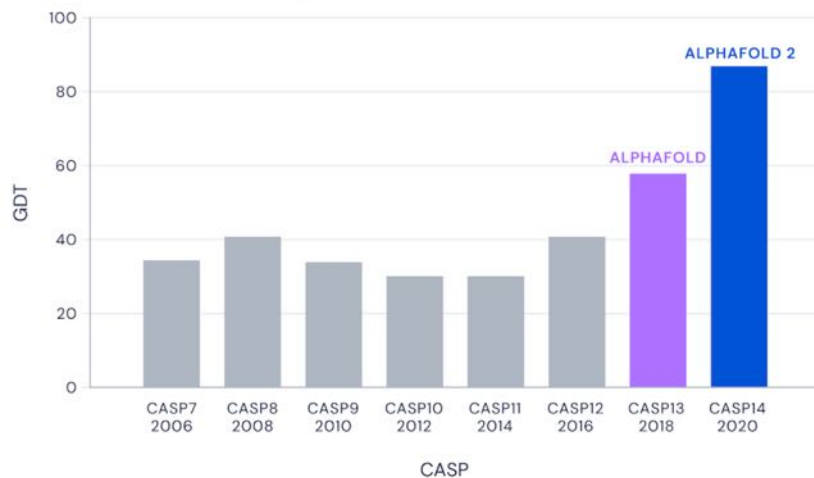
High Accuracy Protein Structure Prediction Using Deep Learning, In Fourteenth Critical Assessment of Techniques for Protein Structure Prediction (Abstract Book), 30 November - 4 December 2020

The deep learning-based method that produces a variety of predictions including distances, torsions, atom coordinates, and estimates of the per-residue value of the C α -IDDT9

30 NOVEMBER 2020 – Nature.com - News

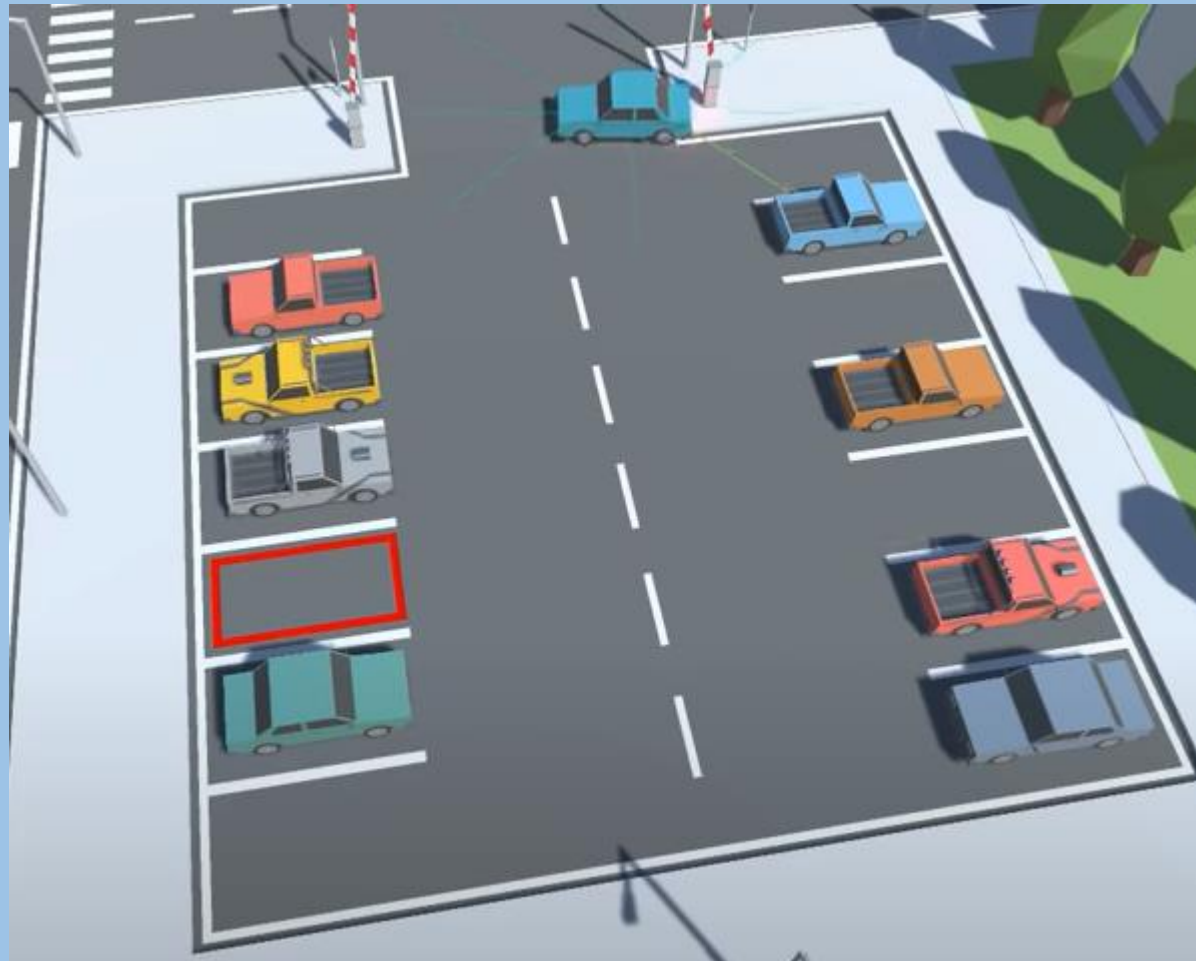
‘It will change everything’: DeepMind’s AI makes gigantic leap in solving protein structures

Median Free-Modelling Accuracy

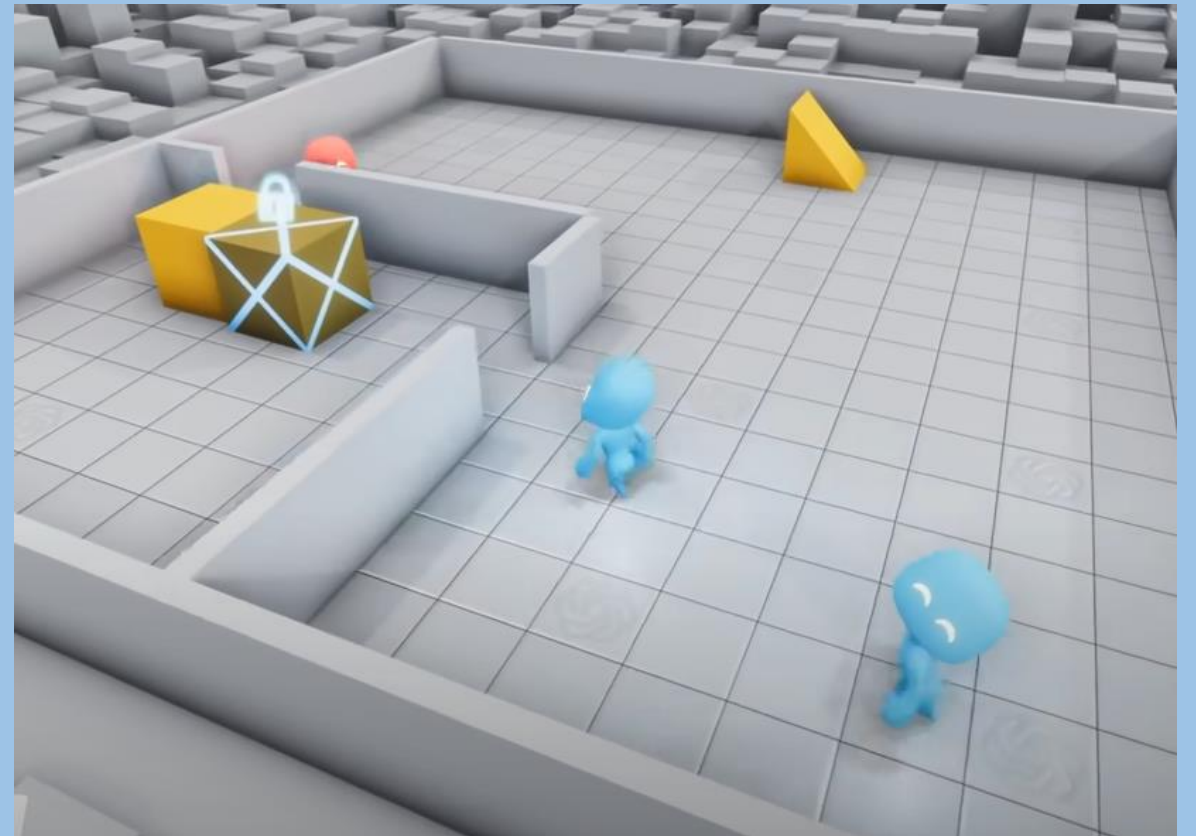


Deep Reinforcement Learning , Ρομποτική

[AI Learns to Park](#)



[OpenAI Plays Hide and Seek...and Breaks The Game!](#)



Minimum Description Length

Ερώτημα: Αν έχουμε πολλά μοντέλα που περιγράφουν με την ίδια ακρίβεια το ίδιο φαινόμενο ή τα ίδια δεδομένα ποιό μοντέλο πρέπει να επιλέξω;

Παράδειγμα: Κέπλερ εναντίον Νεύτωνα

Η πρόκληση: Το πρόβλημα της εύρεσης του όγκου κιβωτίου τυχαίων διαστάσεων. Ποια λύση είναι προτιμητέα;

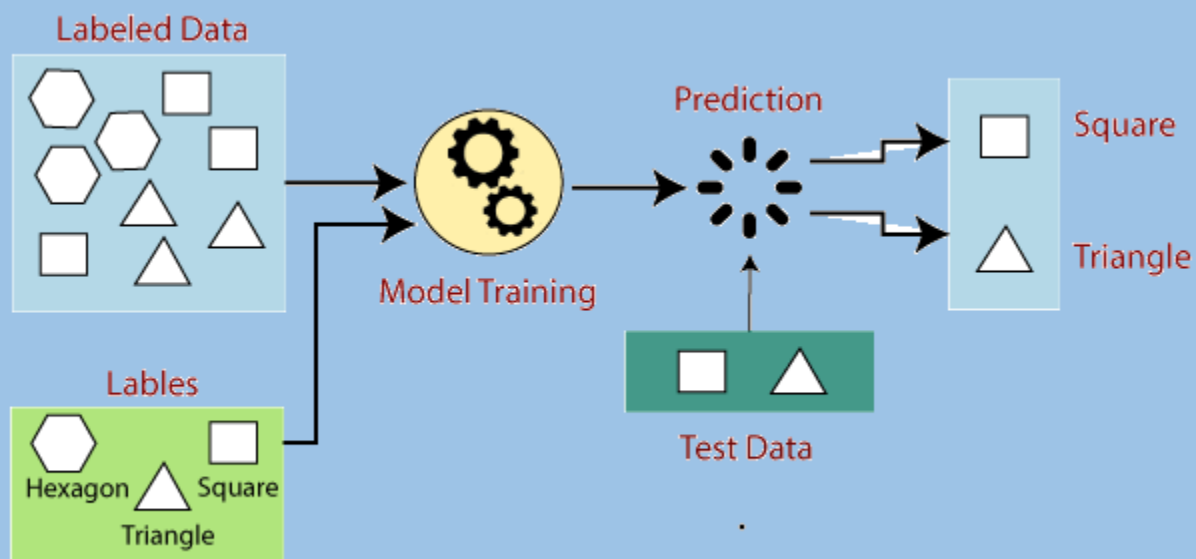
$$\text{Όγκος} = x * y * z$$

$$\text{Όγκος} = \text{Νευρωνικό δίκτυο}(x, y, z)$$

Minimum Description Length

Proposition 1 (Shannon–Huffman code). *Suppose that Alice and Bob have agreed in advance on a model p , and both know the inputs $x_{1:n}$. Then there exists a code to transmit the labels $y_{1:n}$ losslessly with codelength (up to at most one bit on the whole sequence)*

$$L_p(y_{1:n}|x_{1:n}) = - \sum_{i=1}^n \log_2 p(y_i|x_i) \quad (2.1)$$



Εστω ότι έχω δεδομένα (x) και τις ετικέτες (y) τους και θέλω να τα μεταφέρω την πληροφορία.

Εχω τις εξής επιλογές:

1. Μεταφέρω τα x, y
2. Μεταφέρω τα x και τον εκτιμητή των y

Minimum Description Length

| CODE | MNIST | | | CIFAR10 | | |
|----------------|-----------------------|----------------|--------------|-----------------------|----------------|--------------|
| | CODELENGTH (kbits) | COMP. RATIO | TEST ACC | CODELENGTH (kbits) | COMP. RATIO | TEST ACC |
| UNIFORM | 199 | 1. | 10% | 166 | 1. | 10% |
| FLOAT32 2-PART | > 8.6Mb | > 45. | 98.4% | > 428Mb | > 2500. | 92.9% |
| NETWORK COMPR. | > 400 | > 2. | 98.4% | > 14Mb | > 83. | 93.3% |
| INTRINSIC DIM. | > 9.28 | > 0.05 | 90% | > 92, 8 | > 0.56 | 70% |
| VARIATIONAL | 22.2 | 0.11 | 98.2% | 89.0 | 0.54 | 66,5% |
| PREQUENTIAL | 4.10 | 0.02 | 99.5% | 45.3 | 0.27 | 93.3% |

Τα δεδομένα για την κωδικοποίηση των μοντέλων εκτίμησης που βασίζονται σε deep Learning είναι πολλά.

ΜΗΠΩΣ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΕΡΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΧΟΥΜΕ ΑΚΟΜΑ ΑΝΑΚΑΛΥΨΕΙ ;