

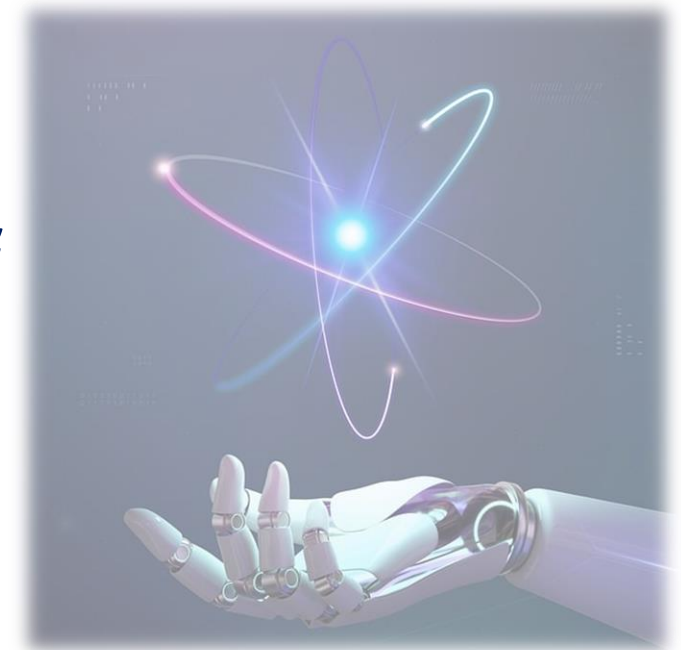
Εξέλιξη των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης και έξυπνα συστήματα λήψης αποφάσεων στον τομέα της ενέργειας

Δρ. Ελπινίκη Ι. Παπαγεωργίου

Καθηγήτρια Π.Θ.

Γνωστικό Αντικείμενο: Τεχνητή Νοημοσύνη –Έμπειρα Συστήματα

Τμήμα Συστημάτων Ενέργειας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας



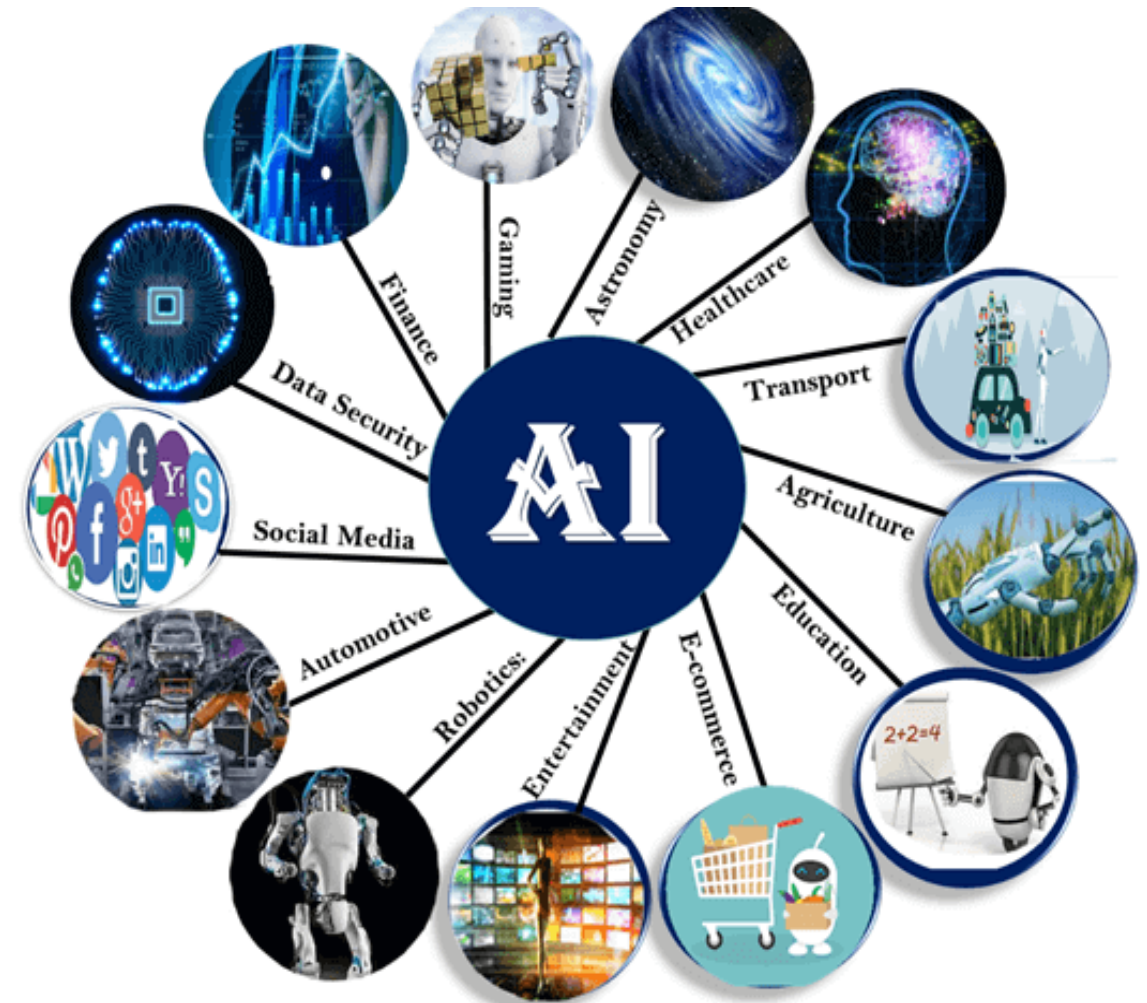
Τεχνητή Νοημοσύνη (ΤΝ): μετασχηματιστική δύναμη που αλλάζει τη ζωή μας

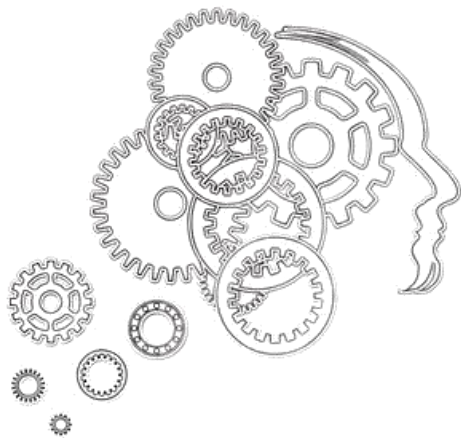
- Αναλύει τεράστιες ποσότητες δεδομένων ταχύτερα από οποιονδήποτε άνθρωπο
- Παρέχει πληροφορίες βάσει μοτίβων
- Αυτοματοποιεί εργασίες
- Λειτουργεί ως ψηφιακός βοηθός
- Συστήνει προϊόντα ή υπηρεσίες με βάση τις ατομικές προτιμήσεις
- Δημιουργεί μοντέλα πρόβλεψης με βάση τα υπάρχοντα δεδομένα
- Συνοψίζει μεγάλους όγκους ακαδημαϊκής βιβλιογραφίας
- Εξατομικεύει τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης
- Αναγνωρίζει ανθρώπινα συναισθήματα



Σύγχρονες εφαρμογές ΤΝ

- Οδηγεί αυτόνομα οχήματα
- Εντοπίζει καταναλωτικές τάσεις στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης
- Παρέχει υπηρεσίες
- Προβλέπει μελλοντικές τάσεις και καταστάσεις
- Βοηθά στη λήψη αποφάσεων
- Προβλεπτική ανάλυση για καιρικά μοτίβα
- Διαδραστικά και προσαρμοστικά περιβάλλοντα παιχνιδιών
- Εφαρμόζεται σε αναγνώριση προσώπων (π.χ. Search and Rescue)
- Ρομποτική Χειρουργική
- Εξατομικευμένη θεραπεία

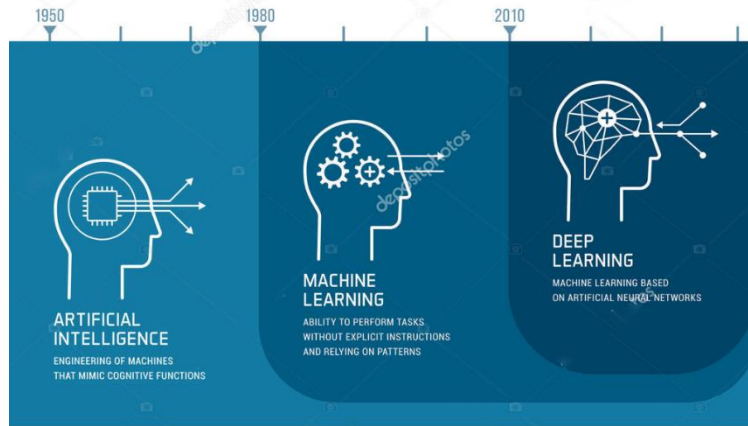




Πρόσφατες Τάσεις & Εξελίξεις της Τεχνητής Νοημοσύνης

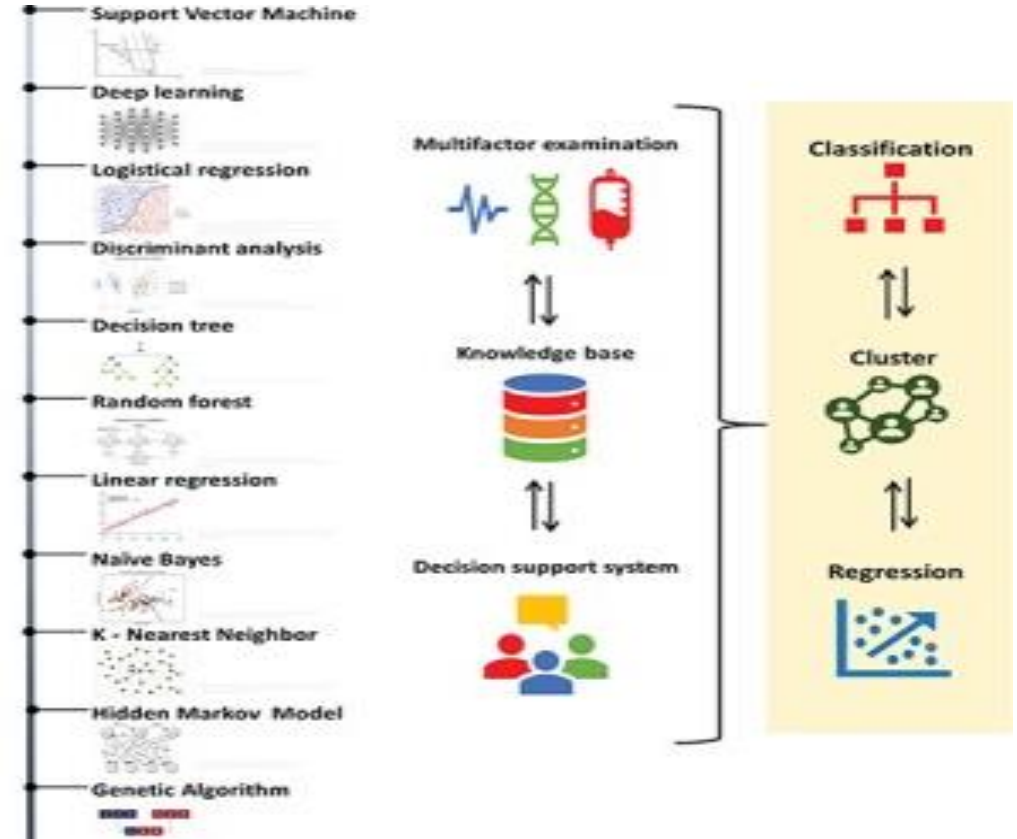
Πρόσφατες Τάσεις και Εξελίξεις στην ΤΝ

1. Μηχανική Μάθηση: Η μηχανική μάθηση είναι ένας τύπος ΤΝ που επιτρέπει στους υπολογιστές να βρίσκουν μοτίβα, να κάνουν προβλέψεις και να προσαρμόζουν τη συμπεριφορά τους με βάση τα δεδομένα που επεξεργάζονται. Η απόδοσή των συστημάτων βελτιώνεται αν υπάρχουν πολλά δεδομένα, μέσω της εκπαίδευσής τους.



Τεχνητή Νοημοσύνη (1950 - ...): Στις αρχές της τεχνητής νοημοσύνης, οι επιστήμονες προσπαθούσαν να δημιουργήσουν συστήματα που να μιμούνται την ανθρώπινη νοημοσύνη.

Μηχανική Μάθηση (1980 - ...): Κατά τη δεκαετία του '80, το επίκεντρο της έρευνας μετακινήθηκε στη μηχανική μάθηση, όπου τα συστήματα μάθαιναν από τα δεδομένα μέσω της εκπαίδευσης χωρίς να χρειάζεται προγραμματισμός για κάθε εργασία.



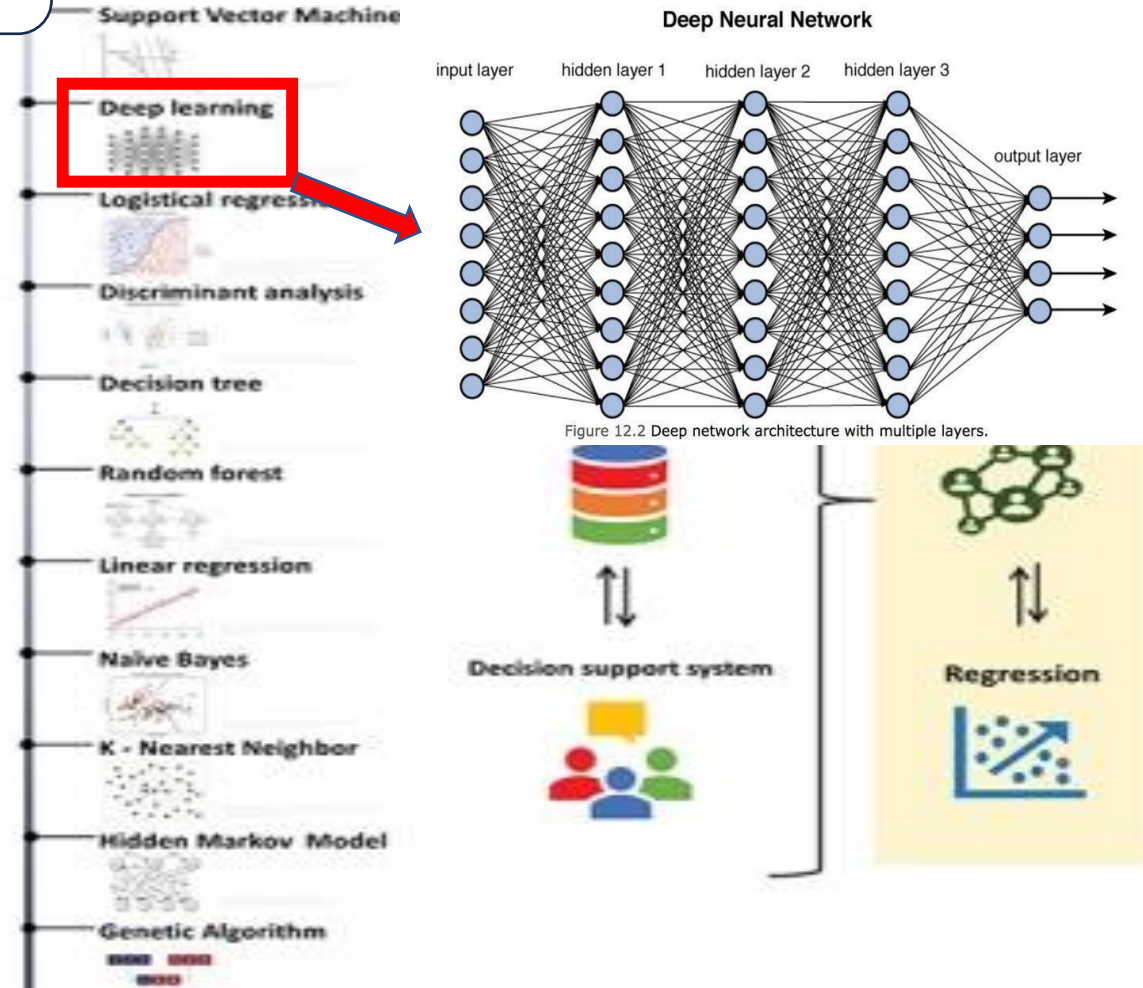
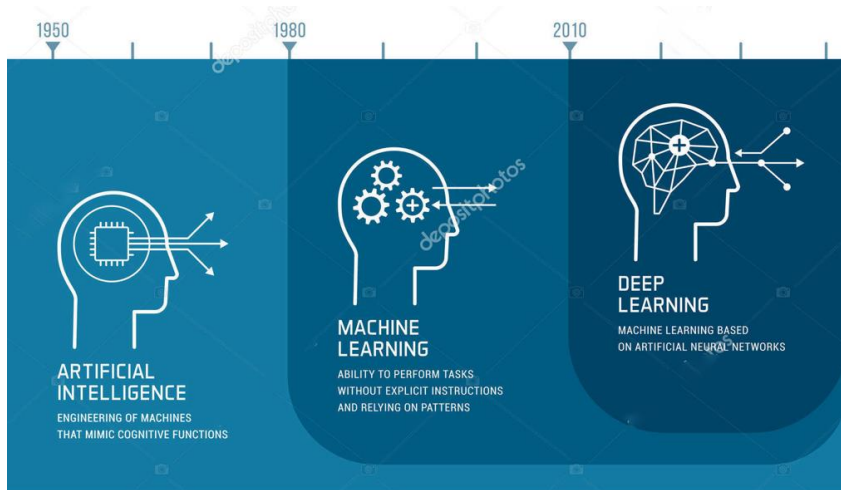
Πρόσφατες Τάσεις και Εξελίξεις στην ΤΝ

1. Μηχανική Μάθηση:

Η μηχανική μάθηση είναι ένας τύπος ΤΝ που στους υπολογιστές να βρίσκουν μοτίβα, να κάνουν προβλέψεις και να προσαρμόζουν τη συμπεριφορά τους με βάση τα δεδομένα που επεξεργάζονται.

2. Βαθιά μάθηση:

Υποκατηγορία της μηχανικής μάθησης που βασίζεται σε ΤΝΔ με πολλά κρυμμένα στρώματα, επιτρέποντας την εξαγωγή σύνθετων χαρακτηριστικών και την αυτόματη εκμάθηση αναπαραστάσεων.



Πρόσφατες Τάσεις και Εξελίξεις στην ΤΝ

1. Μηχανική Μάθηση:

Η μηχανική μάθηση είναι ένας τύπος ΤΝ που επιτρέπει στους υπολογιστές να βρίσκουν μοτίβα, να κάνουν προβλέψεις και να προσαρμόζουν τη συμπεριφορά τους με βάση τα δεδομένα που επεξεργάζονται. Η απόδοσή τους βελτιώνεται αν υπάρχουν πολλά δεδομένα.

2. Βαθιά μάθηση: Υποκατηγορία της μηχανικής μάθησης που βασίζεται σε ΤΝΔ με πολλά κρυμμένα στρώματα, επιτρέποντας την εξαγωγή σύνθετων χαρακτηριστικών και την αυτόματη εκμάθηση αναπαραστάσεων.

3. Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας:

Η φυσική γλώσσα είναι ένας άλλος τύπος ΤΝ που επιτρέπει στο λογισμικό να κατανοεί και να επεξεργάζεται την ανθρώπινη γλώσσα. Χρησιμοποιείται σε chatbots, μηχανές μετάφρασης και ανάλυσης κειμένου.

4. Computer Vision:

Η υπολογιστική όραση που χρησιμοποιεί την ΤΝ επιτρέπει στο λογισμικό να βλέπει και να κατανοεί το περιβάλλον. Έχει εφαρμογές σε αυτόνομα οχήματα, αναγνώριση προσώπου και ιατρική απεικόνιση.

5. Έμπειρα Συστήματα:

Χρησιμοποιούν την ΤΝ για να μιμηθούν την ανθρώπινη τεχνογνωσία σε έναν συγκεκριμένο τομέα, προσφέροντας υποστήριξη αποφάσεων και συστάσεις με βάση μια βάση γνώσεων και ένα σύνολο κανόνων.

6. Ερμηνεύσιμη ΤΝ: Επικεντρώνεται στο να καθιστά τις αποφάσεις της ΤΝ κατανοητές για τους ανθρώπους.

7. Ρομποτική: Ενσωματώνει την τεχνητή νοημοσύνη με τον μηχανικό σχεδιασμό και τη μηχανική. Τα ρομπότ μπορούν να αντιληφθούν το περιβάλλον τους, να επεξεργάζονται πληροφορίες και να εκτελούν ενέργειες με βάση τις αποφάσεις της ΤΝ.

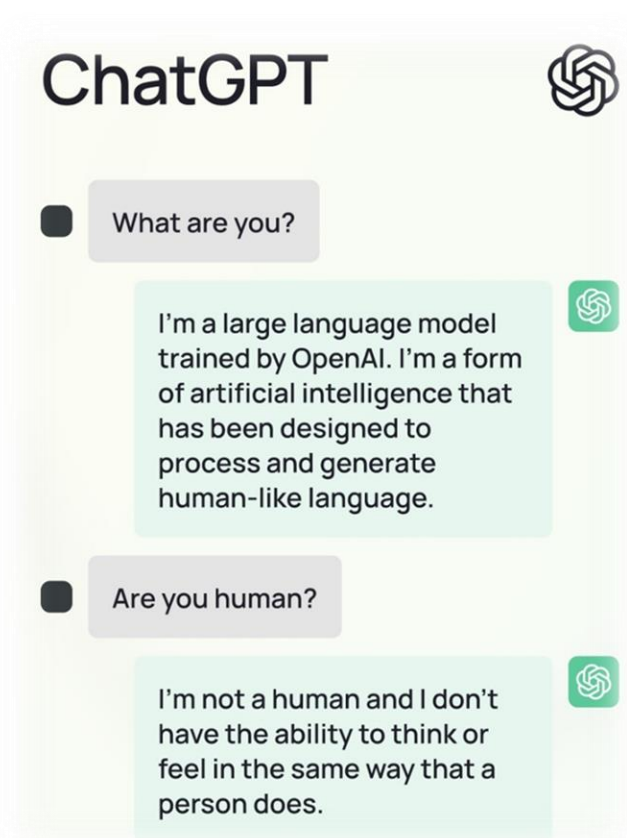
8. Ηθική ΤΝ: Είναι το σύνολο των κατευθυντήριων αρχών που χρησιμοποιούν οι ενδιαφερόμενοι (από μηχανικούς έως κυβερνητικούς αξιωματούχους) για να διασφαλίσουν ότι η τεχνολογία ΤΝ αναπτύσσεται και χρησιμοποιείται με υπευθυνότητα.



Ευφυή εργαλεία

- Προσωπικοί βοηθοί – Chatbots, Q&A and Virtual assistants, για αυτοματοποίηση λειτουργιών, αύξηση παραγωγικότητας επιχειρήσεων:
 - **ChatGPT** (Microsoft)
 - **BARD** (Google)
 - **WatsonX Assistant, Orchestrate** (IBM)
- Εργαλεία κώδικα – Προτάσεις, βελτίωση και ανάπτυξη κώδικα.
 - Github **Copilot**
 - **Tabnine**
 - **Cody**
 - **WatsonX Code Assistant**

ChatGPT το πιο διαδεδομένο Chatbot στον κόσμο με εκπληκτικές ικανότητες!

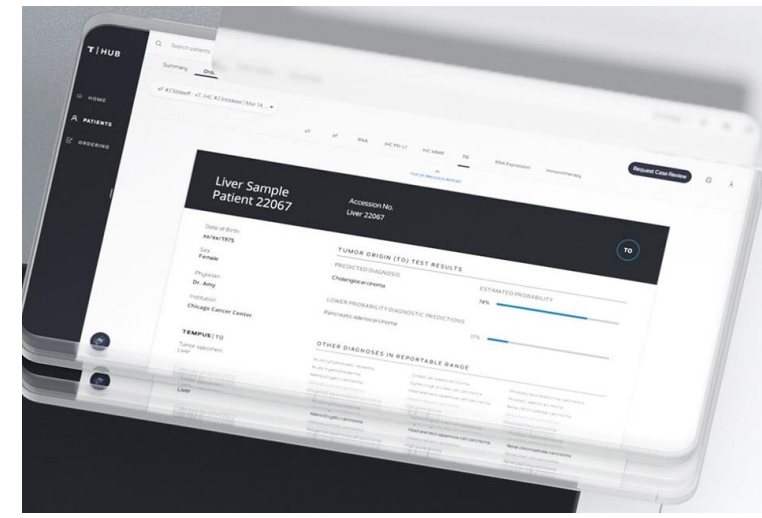


- Τα ευφυή εργαλεία βοηθάνε:
 - **Τους προγραμματιστές:** Να γράψουν πιο γρήγορα και πιο αποτελεσματικά κώδικα.
 - **Τους μηχανολόγους:** Στην σχεδίαση και τον έλεγχο προϊόντων μέσω της 3D απεικόνισης και προσομοίωσης.
 - **Πολιτικούς μηχανικούς:** Στην ανάλυση μοτίβων, στην σχεδίαση δικτύων μεταφοράς και στην προσομοίωση φυσικών καταστροφών.
 - **Τους ηλεκτρολόγους:** Στην σχεδίαση και τον έλεγχο ηλεκτρολογικού κυκλωμάτων, στην προσομοίωση των δικτύων ενέργειας και στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών ΑΠΕ.

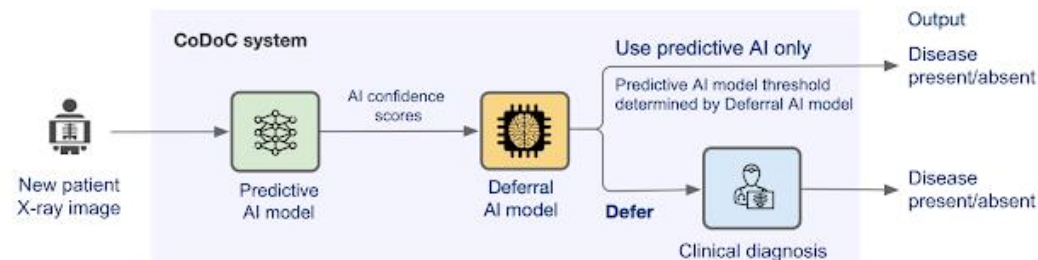
Ευφυή εργαλεία

στην Ιατρική και τη Βιολογία

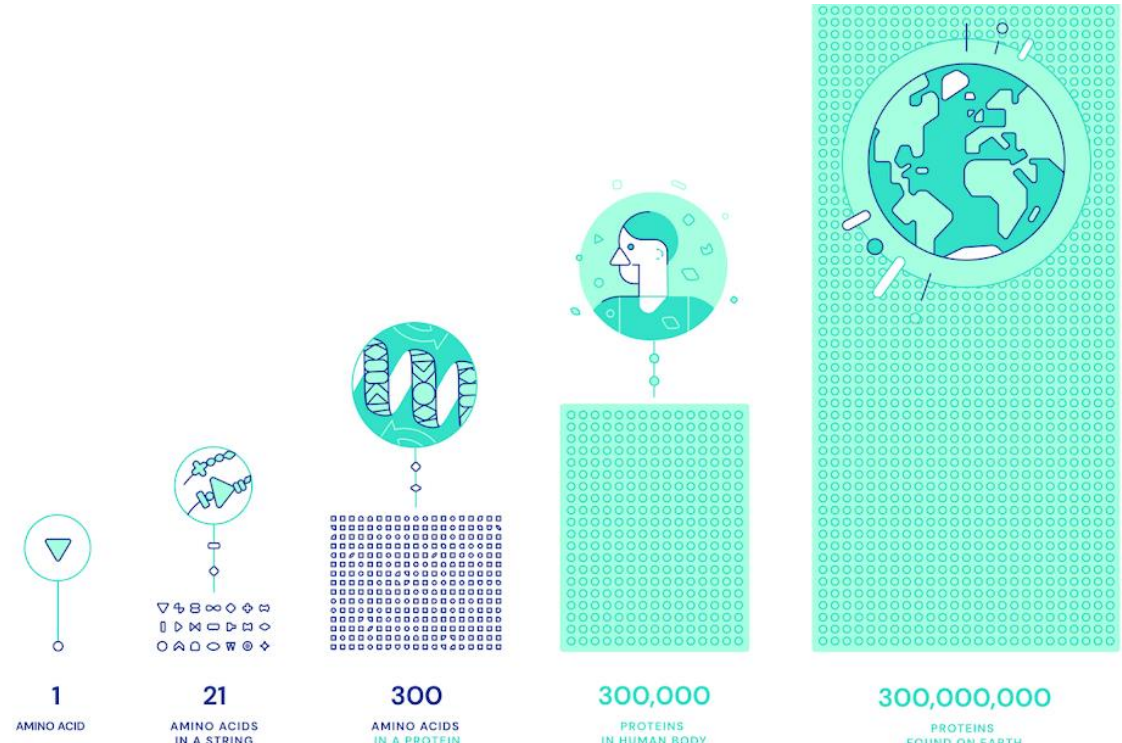
- **Tempus**: Βοηθάει α) τους ειδικούς να πάρουν πιο εμπεριστατωμένες αποφάσεις θεραπείας, β) τις φαρμακοβιομηχανίες στην ανάπτυξη αποτελεσματικών φαρμάκων, γ) και τους ασθενείς να βρουν τις ιδανικές επιλογές θεραπείας
- **DeepMind AlphaFold**: Προβλέπει 3D μοντέλα πρωτεϊνικής δομής και επιταχύνει την έρευνα στους κλάδους της βιολογίας
- **DeepMind CoDoC**: Μοντέλο για λήψη ιατρικής απόφασης, που βασίζεται τόσο στα δεδομένα όσο και στους ειδικούς για να προβλέψει με επιτυχία την κατάλληλη θεραπεία



<https://www.tempus.com/>



<https://deepmind.google/discover/blog/codoc-developing-reliable-ai-tools-for-healthcare/>



<https://deepmind.google/technologies/alphafold/>

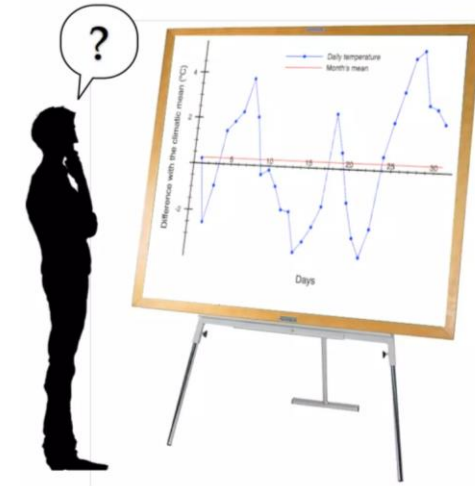


Ερμηνεύσιμη TN – Explainable AI (XAI)

There is **a gap** between **data** and **human users**



Ερμηνεύσιμη TN: αναφέρεται σε μεθοδολογίες TN, κατανοητές για το χρήστη, τις οποίες εμπιστεύεται ως έγκυρες ως προς τις αποφάσεις που λαμβάνουν



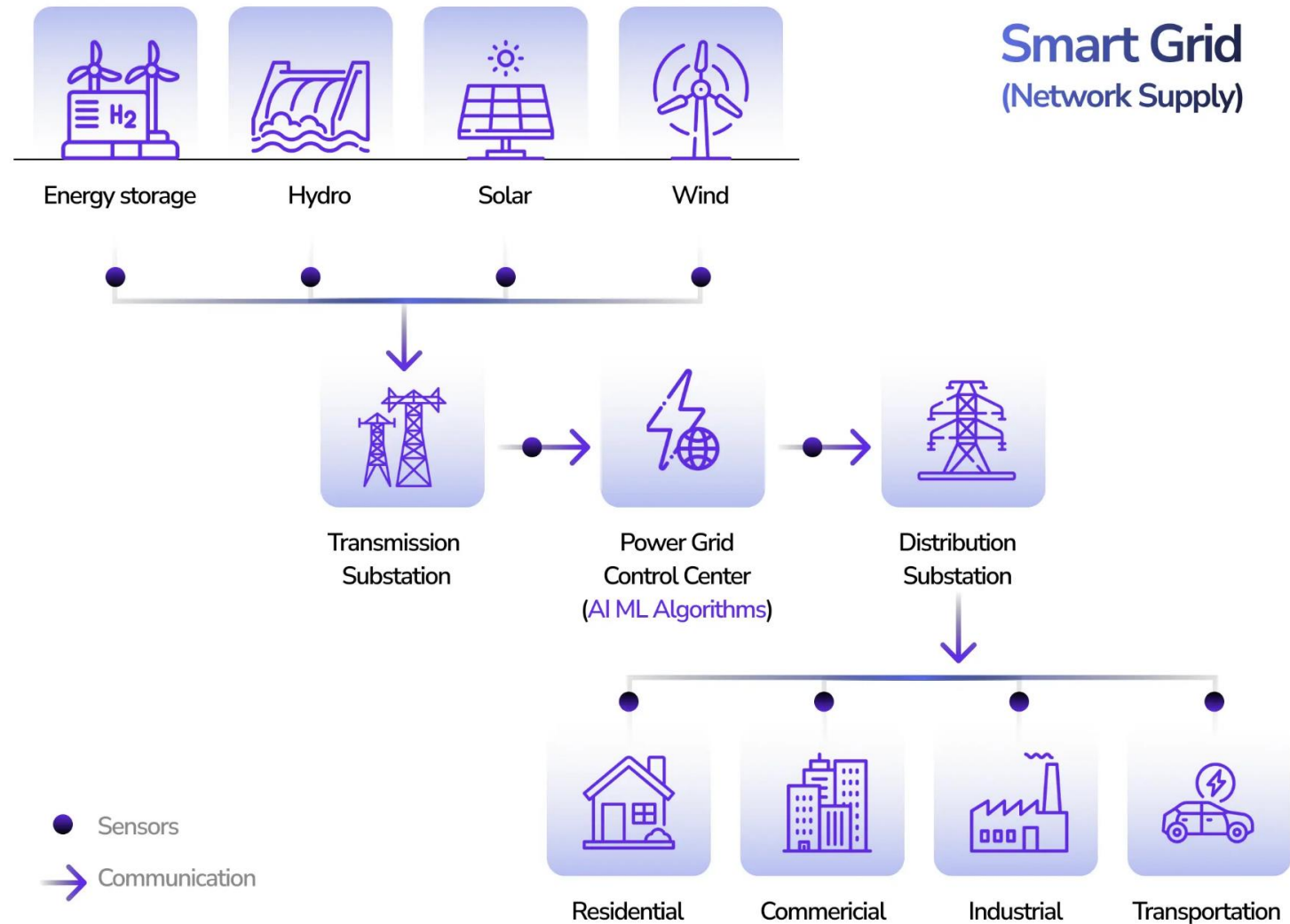
- **Εξήγηση Μοντέλων "Μαύρου Κουτιού":** Για την ερμηνεία μοντέλων που είναι "μαύρα κουτιά", όπως τα νευρωνικά δίκτυα, χρησιμοποιούνται τεχνικές όπως η γραμμική ανάλυση, η ευαισθησία, και οι μέθοδοι παρεμβολής για να επιμερίσουν την απόφαση του μοντέλου σε πιο κατανοητά στοιχεία.
- **Κοινά Εργαλεία για την Ερμηνεύσιμη Τεχνητή Νοημοσύνη:**
 - LIME (Local Interpretable Model-agnostic Explanations): Δημιουργεί τοπικά ερμηνεύσιμα μοντέλα για κάθε παράδειγμα δεδομένων.
 - SHAP (SHapley Additive exPlanations): Βασίζεται στη θεωρία των Shapley values για να αντιστοιχίσει την σημασία των χαρακτηριστικών σε κάθε πρόβλεψη.
 - LRP (Layer-wise Relevance Propagation): Χρησιμοποιείται συχνά σε νευρωνικά δίκτυα για να επεξηγήσει ποια χαρακτηριστικά είναι υπεύθυνα για μια συγκεκριμένη απόφαση.
 - DALEX (Descriptive mACHine Learning EXplanations): Παρέχει γραφικές αναπαραστάσεις και μετρήσεις για την ερμηνευσιμότητα των μοντέλων μηχανικής μάθησης.

Εφαρμογές ΤΝ στην Ενέργεια



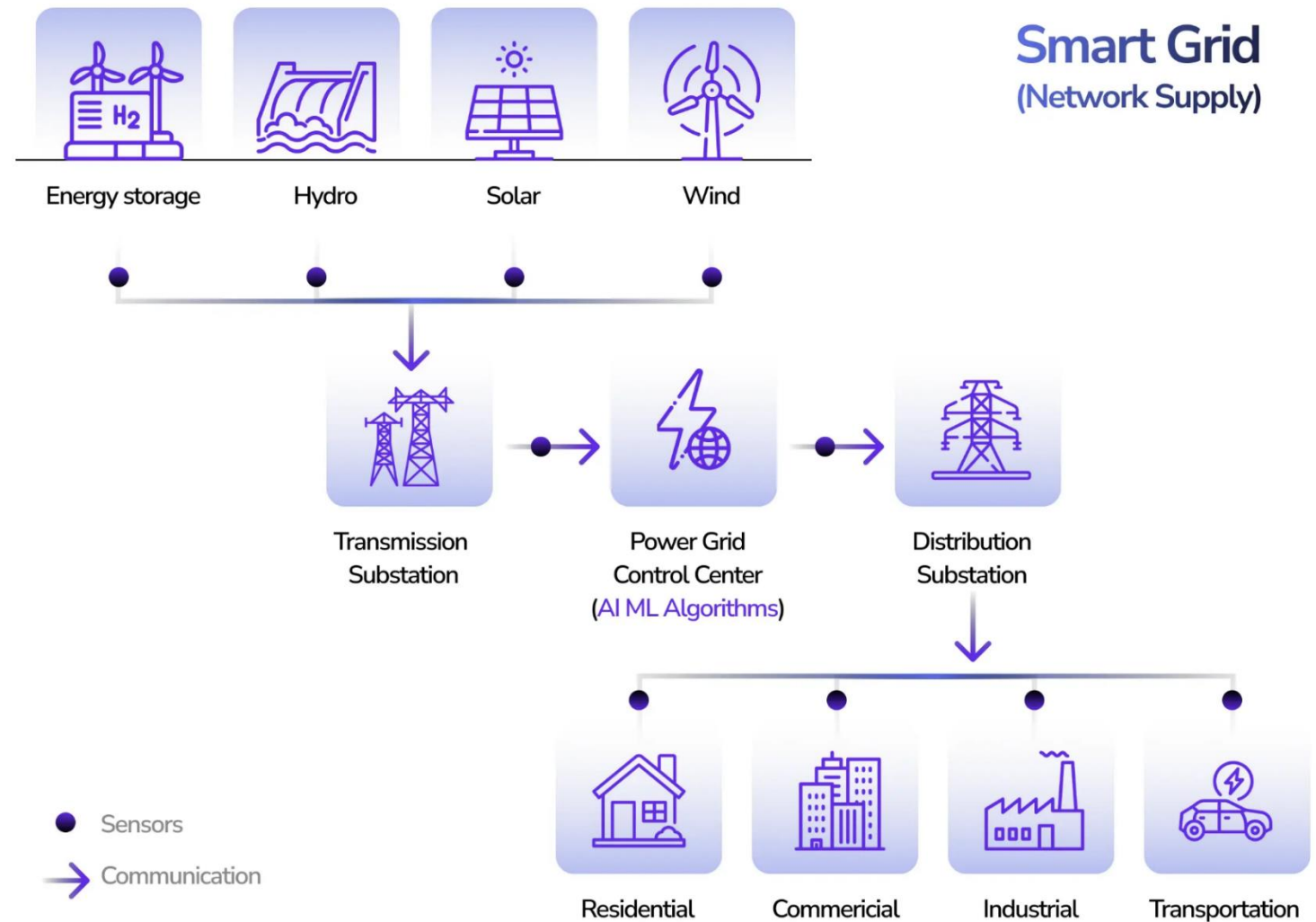
AI in sustainable energy industry

- **Ενεργειακή Διαχείριση με Τεχνητή Νοημοσύνη:** Η ΤΝ εφαρμόζεται σε έξυπνα δίκτυα ενέργειας για τη βελτιστοποίηση της παραγωγής, διανομής και κατανάλωσης ενέργειας.
- **Πρόβλεψη ενεργειακής κατανάλωσης:** Οι αλγόριθμοι ΤΝ μπορούν να αναλύσουν ιστορικά δεδομένα για να προβλέψουν με ακρίβεια την κατανάλωση ενέργειας. Αυτό βοηθά τους παρόχους ενέργειας να σχεδιάζουν τις διακυμάνσεις της ζήτησης και να βελτιστοποιούν ανάλογα την παραγωγή και τη διανομή ενέργειας. Επίσης χρησιμεύει στην διαμόρφωση των τιμών ενέργειας και για επενδυτικές αποφάσεις.
- **Αυτοματοποιημένη Διαχείριση Δικτύου:** Η ΤΝ επιτρέπει την αυτοματοποιημένη διαχείριση του δικτύου ενέργειας, αποφεύγοντας υπερφορτώσεις και εξασφαλίζοντας την αποτελεσματική διανομή της ενέργειας.



AI in sustainable energy industry

- **Βελτιστοποίηση ενεργειακού δικτύου:**
Κατανομή της ενέργειας στα έξυπνα δίκτυα προβλέποντας πρότυπα ζήτησης και προσαρμόζοντας ανάλογα την κατανομή της ενέργειας. Αυτό οδηγεί σε αποτελεσματικότερη χρήση των διαθέσιμων ενεργειακών αποθεμάτων και μείωση της λειτουργίας εργοστασίων με άνθρακα ή λιγνίτη που είναι ρυπογόνους για την ατμόσφαιρα
- **Πρόβλεψη συντήρησης:** Η ΤΝ μπορεί να αναλύσει μεγάλες ποσότητες δεδομένων από αισθητήρες και εξοπλισμό για να προβλέψει πότε απαιτείται συντήρηση. Αυτό βοηθά στη μείωση του χρόνου διακοπής λειτουργίας και στην πρόληψη αστοχιών του εξοπλισμού.



Τεχνητή Νοημοσύνη στην Ενέργεια

Ανανεώσιμες Πηγές

- Πρόβλεψη της παραγωγής ενέργειας και της ζήτησης σε περιοχές με πηγές Ανανεώσιμης Ενέργειας
- Τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης που περιλαμβάνουν τη χρήση δεδομένων παραγωγής και, κατανάλωσης ενέργειας αλλά και καιρικών δεδομένων

Εξοικονόμηση ενέργειας

- Προφίλ καταναλωτών και συσκευών για την παροχή ενεργειακών συμβουλών που προσαρμόζονται σε κάθε καταναλωτή
- Χρήση τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης για την πρόβλεψη κατανάλωσης και την εξοικονόμηση ενέργειας βασισμένη σε συμβουλές συχνότητας χρήσης ή αντικαταστάσεις συσκευών

Ηλεκτροκίνηση

- Ομαδοποίηση προφίλ φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων βασισμένο στις συνήθειες φόρτισης των πελατών
- Δυναμική εξισορρόπηση φορτίου για την αποφυγή καταστάσεων υψηλής ζήτησης ενέργειας
- Αλγόριθμοι εκμάθησης της συμπεριφοράς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων και την αυτόματη μεταφορά φορτίου για την αποφυγή κορύφωσης ζήτησης

Κυβερνοασφάλεια

- Προηγμένοι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης για την αυτοματοποίηση και αντίδραση για αντιμετώπιση κυβερνοεπιθέσεων
- Αυτοματοποιημένη ανίχνευση, ανάκτηση και αντίδραση σε κυβερνο-επιθέσεις, προκειμένου να διασφαλιστεί η συνέχεια της επιχειρηματικής λειτουργίας

IoT και δίκτυα νέας γενιάς

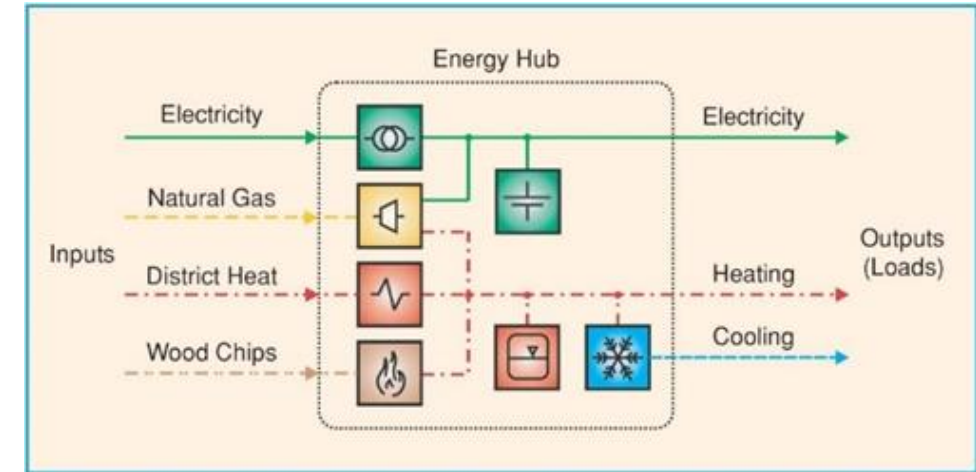
- Digital twin των πηγών παραγωγής ενέργειας για τη διασφάλιση προληπτικής συντήρησης και πρόβλεψης ανωμαλιών πριν από την πραγματική τους εμφάνιση
- Πρόβλεψη της συμπεριφοράς συσκευών, καθώς και σφαλμάτων, αλλά και ενημέρωση χειριστών για εκτέλεση συντήρησης

Πρόβλεψη παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ

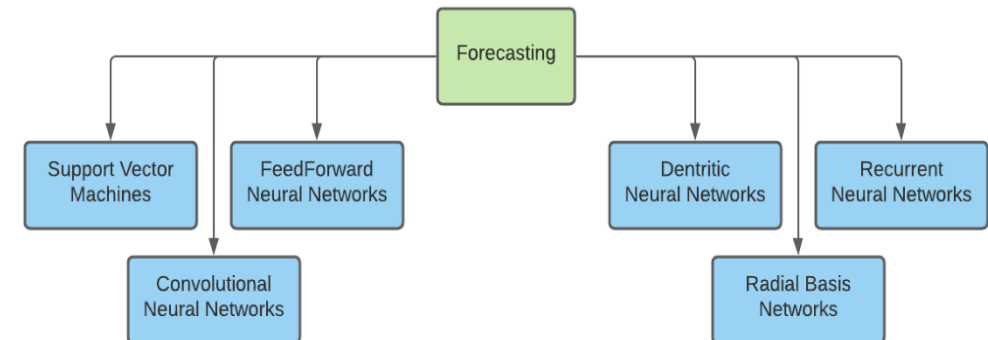
- Οι μονάδες παραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές περιλαμβάνουν φωτοβολταϊκά (PV), ανεμογεννήτριες και υδροηλεκτρικά εργοστάσια παραγωγής ενέργειας
- Αλγόριθμοι ΤΝ μπορούν να αναλύσουν διαφόρους τύπους δεδομένων, λαμβάνοντας και καιρικές συνθήκες, ώστε να υπολογίσουν την μελλοντική παραγωγή με μικρό σφάλμα.

Εφαρμογές:

1. Καλύτερη διαχείριση και προγραμματισμός αναγκών ενέργειας στο δίκτυο.
2. Εκτίμηση απόσβεσης επένδυσης.
3. Εκτίμηση φθοράς λόγω χρόνου λειτουργίας.
4. Ανίχνευση βλαβών (μεγάλη διαφορά ανάμεσα στην πραγματική παραγωγή και την πρόβλεψη)



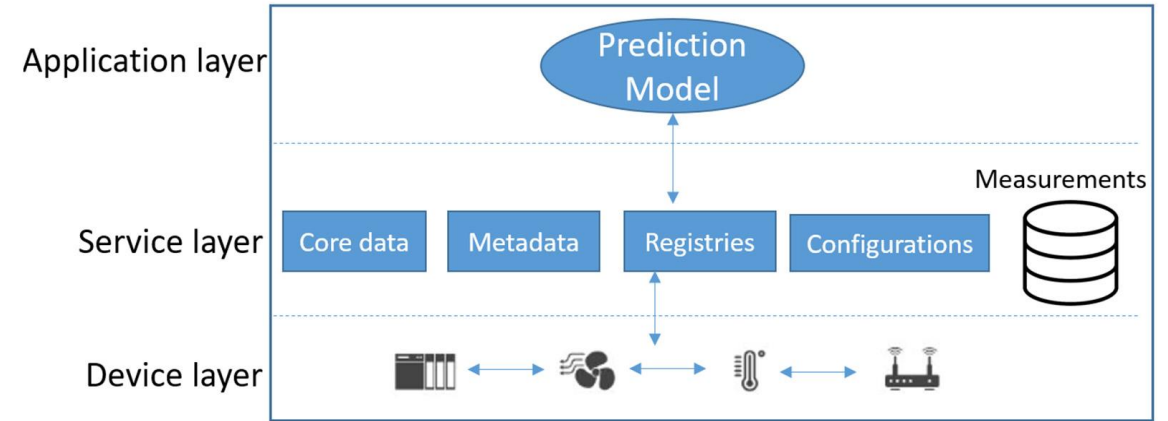
Anastasiadis, A., & Lekidis, A., et. al, "Energy cost optimization for multi-carrier systems with energy hubs in a Smart Microgrid in the presence of RES, CHP and EVs" (submitted). *Computational Optimization and Applications*, Springer, 2024



Mateo Romero HF, González Rebollo MÁ, Cardeñoso-Payo V, Alonso Gómez V, Redondo Plaza A, Moyo RT, Hernández-Callejo L. Applications of Artificial Intelligence to Photovoltaic Systems: A Review. *Applied Sciences*. 2022; 12(19):10056. <https://doi.org/10.3390/app121910056>

Πρόβλεψη ενεργειακής κατανάλωσης με μεθόδους TN

- Πρόβλεψη σε κοντινό χρονικό ορίζοντα (Short-term Load Forecast - STLF), δηλαδή από 1 έως 6 ώρες, είναι χρήσιμη σε διακυμάνσεις ενεργειακού φορτίου όπως και όταν πρέπει να εισαχθεί επιπλέον ενεργειακό φορτίο σε περιοχές που έχουν αυξημένη ζήτηση για συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια της μέρας
- Η STLF πρόβλεψη του ενεργειακού φορτίου χρησιμοποιείται κυρίως από τους ενεργειακούς προμηθευτές και τους χειριστές του δικτύου διανομής.

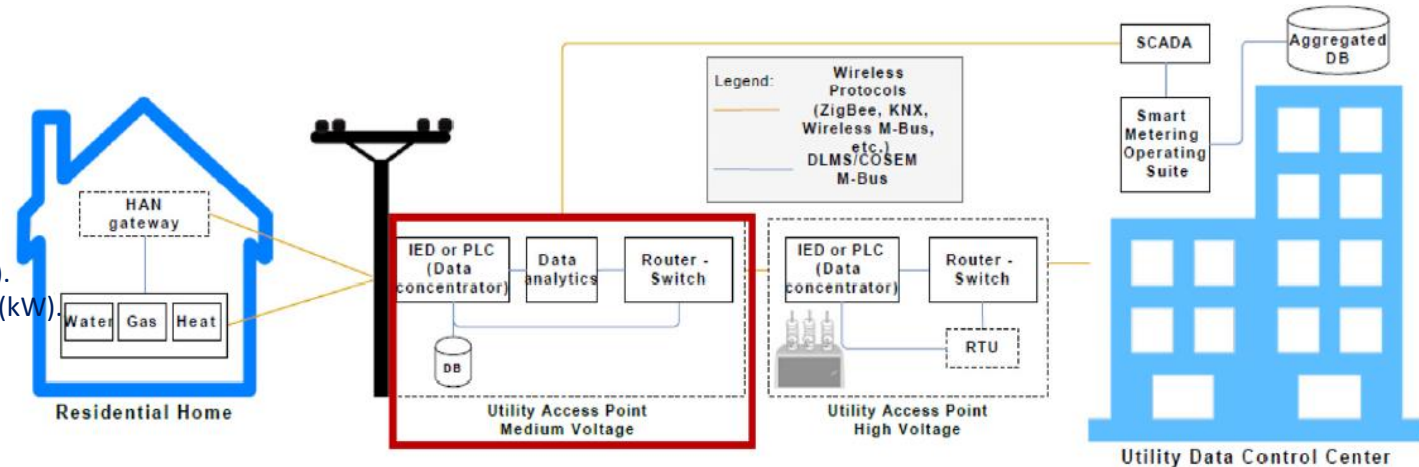


Lekidis, A., & Papageorgiou, E. I., "Edge-based short-term energy demand prediction". *Energies*, 16(14), 5435, MDPI, 2023.

Ιστορικά Δεδομένα Χρονοσειρών

Dataset:

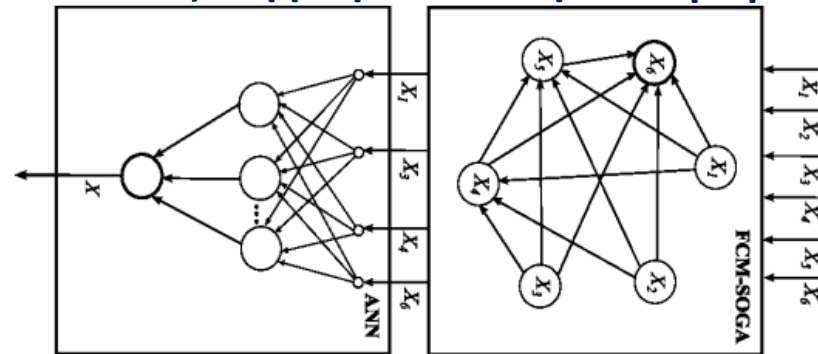
- Sensors/actuators
 - Date and time of measurement
 - Inside and outside household surface temperature
 - Indoor and outdoor air dry-bulb temperature
 - Global horizontal radiation
- Smart meters
 - Active power: The total active power consumed by the household (kW).
 - Reactive power: The total reactive power consumed by the household (kW).
 - Voltage: Average voltage (Volts).
 - Current intensity: Average current intensity (Amperes).



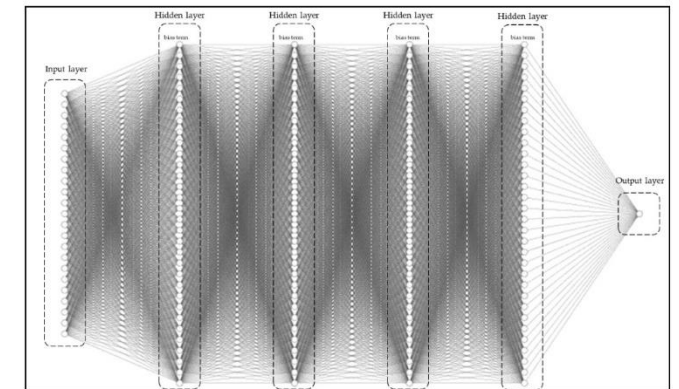
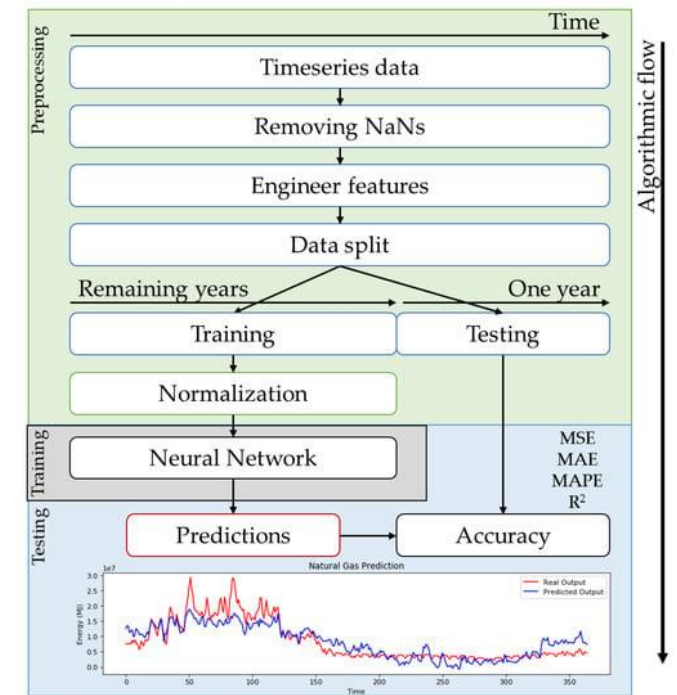
Σχήμα: απεικονίζει μια αρχιτεκτονική έξυπνου δικτύου αναφοράς, βασισμένη στο [8], εστιάζοντας στα δεδομένα που ανταλλάσσονται καθώς και απεικονίζοντας πού τοποθετείται και εφαρμόζεται το STLF στην αρχιτεκτονική.

Πρόβλεψη ζήτησης φυσικού αερίου με TN

- Διαφορετικές μεθοδολογίες και μοντέλα TN αναπτύχθηκαν για την πρόβλεψη της κατανάλωσης φυσικού αερίου (Φ.Α.) σε μεγάλες ελληνικές πόλεις (Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Λάρισα, Τρίκαλα κλπ.) όπως:
 - Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα
 - Ασαφή Γνωστικά Δίκτυα
 - Νευρο-ασαφή δίκτυα
 - Υβριδικά μοντέλα
- Χρήση πραγματικών δεδομένων χρονοσειρών για την ανάπτυξη αλγορίθμων που περιλαμβάνουν:
 - την ημερήσια κατανάλωση Φ.Α. (ΔΕΣΦΑ),
 - μέσες θερμοκρασίες.
- Για καλύτερη επίδοση των μοντέλων TN, λήφθηκαν υπόψιν παράγοντες όπως:
 - αργίες,
 - ημι-αργίες
 - εποχικότητα



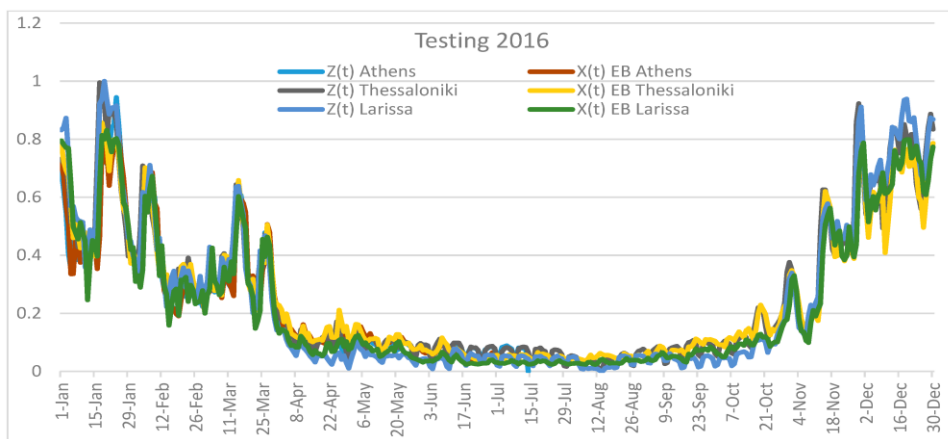
Papageorgiou KI, Poczeta K, Papageorgiou E, Gerogiannis VC, Stamoulis G. Exploring an Ensemble of Methods that Combines Fuzzy Cognitive Maps and Neural Networks in Solving the Time Series Prediction Problem of Gas Consumption in Greece. *Algorithms*. 2019; 12(11):235. <https://doi.org/10.3390/a12110235>



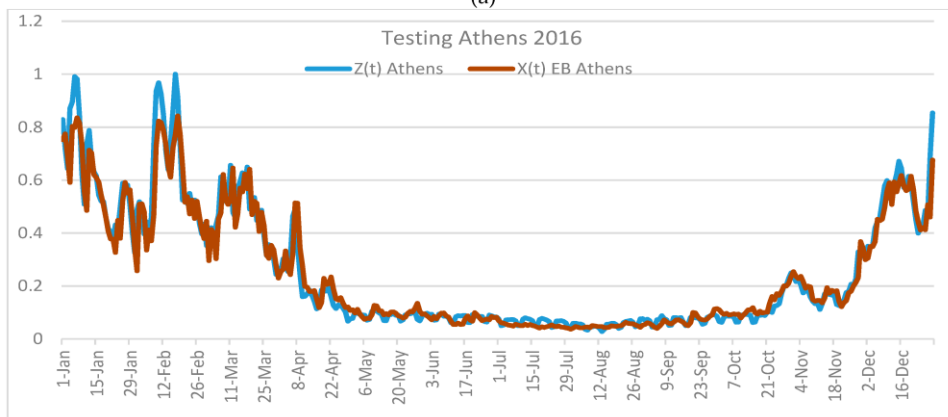
Anagnostis, A.; Papageorgiou, E.; Bochtis, D. Application of Artificial Neural Networks for Natural Gas Consumption Forecasting. *Sustainability* **2020**, *12*, 6409. <https://doi.org/10.3390/su12166409>

Πρόβλεψη ζήτησης φυσικού αερίου

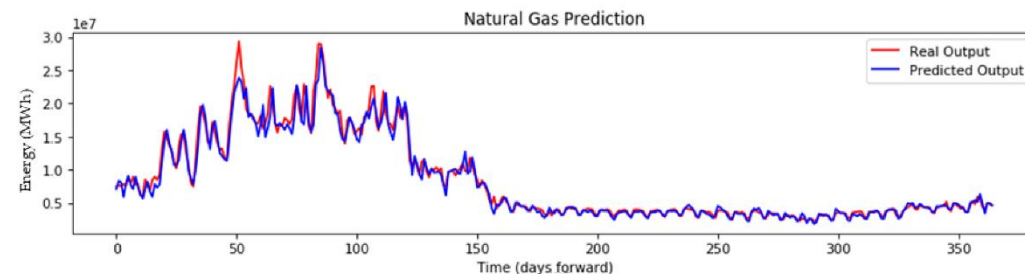
- Τα μοντέλα TN που δημιουργήθηκαν εξετάστηκαν:
 - Σε διαφορετικά βάθη χρόνου πρόβλεψης και
 - Για διαφορετικές πόλεις
- Κατάφεραν να δώσουν αρκετά μικρό σφάλμα πρόβλεψης



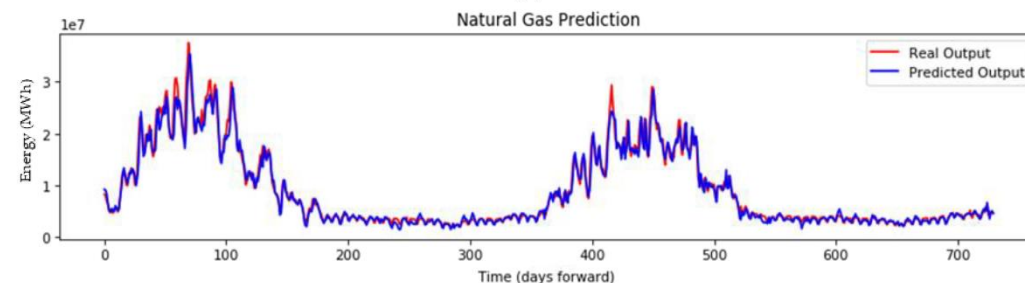
(a)



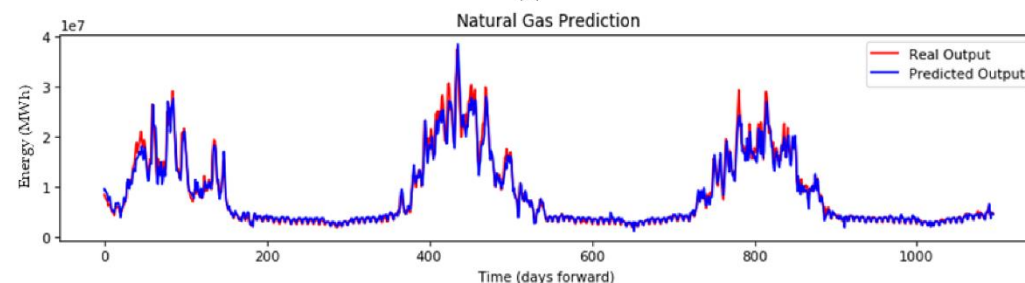
(b)



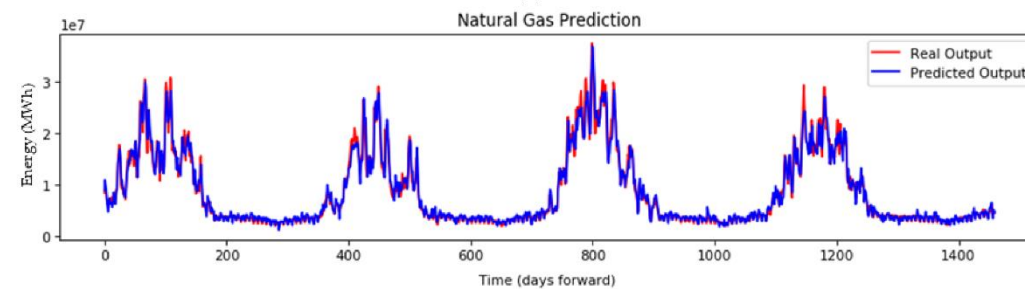
(a)



(b)



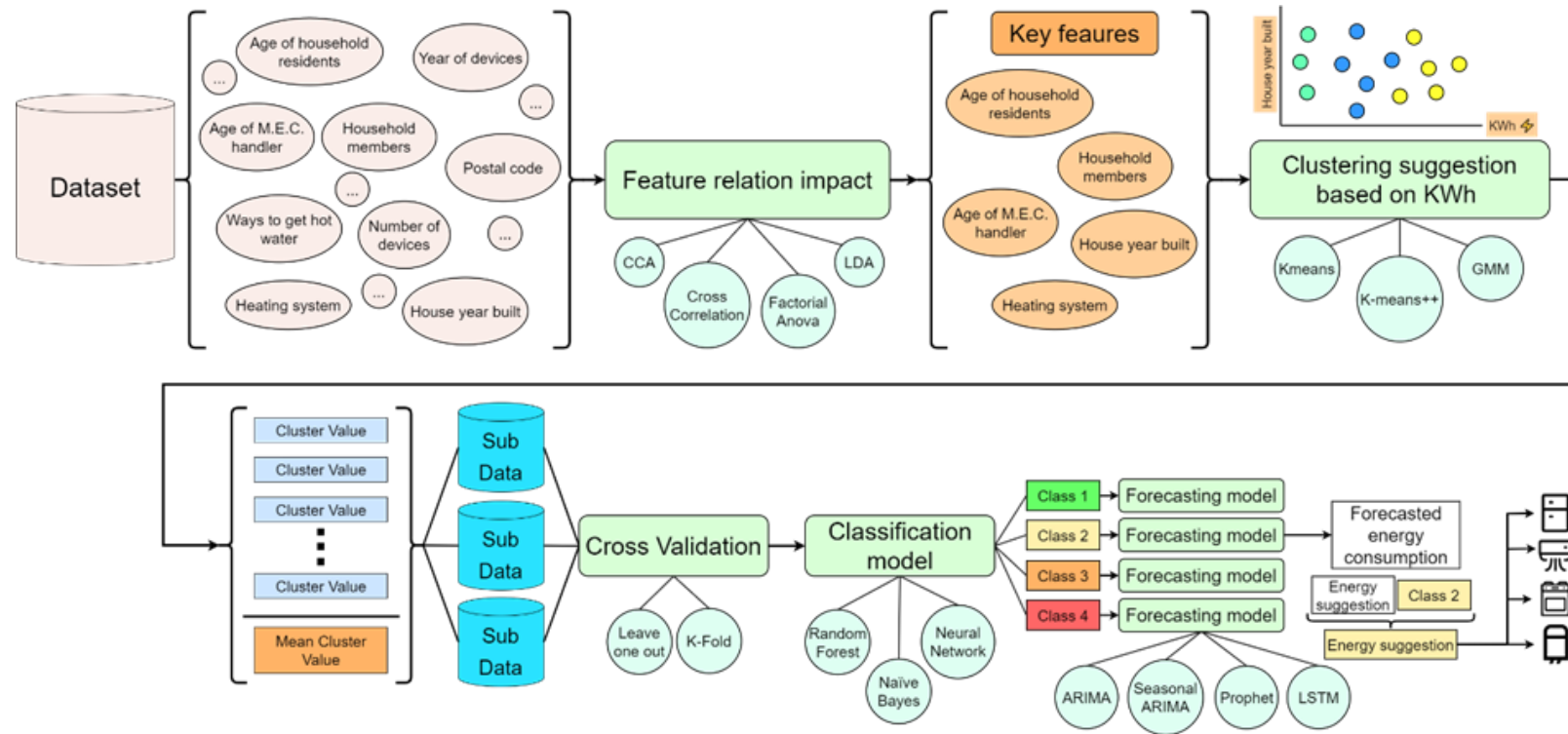
(c)



(d)

Εξοικονόμηση ενέργειας: Βελτιστοποίηση και μείωση κατανάλωσης

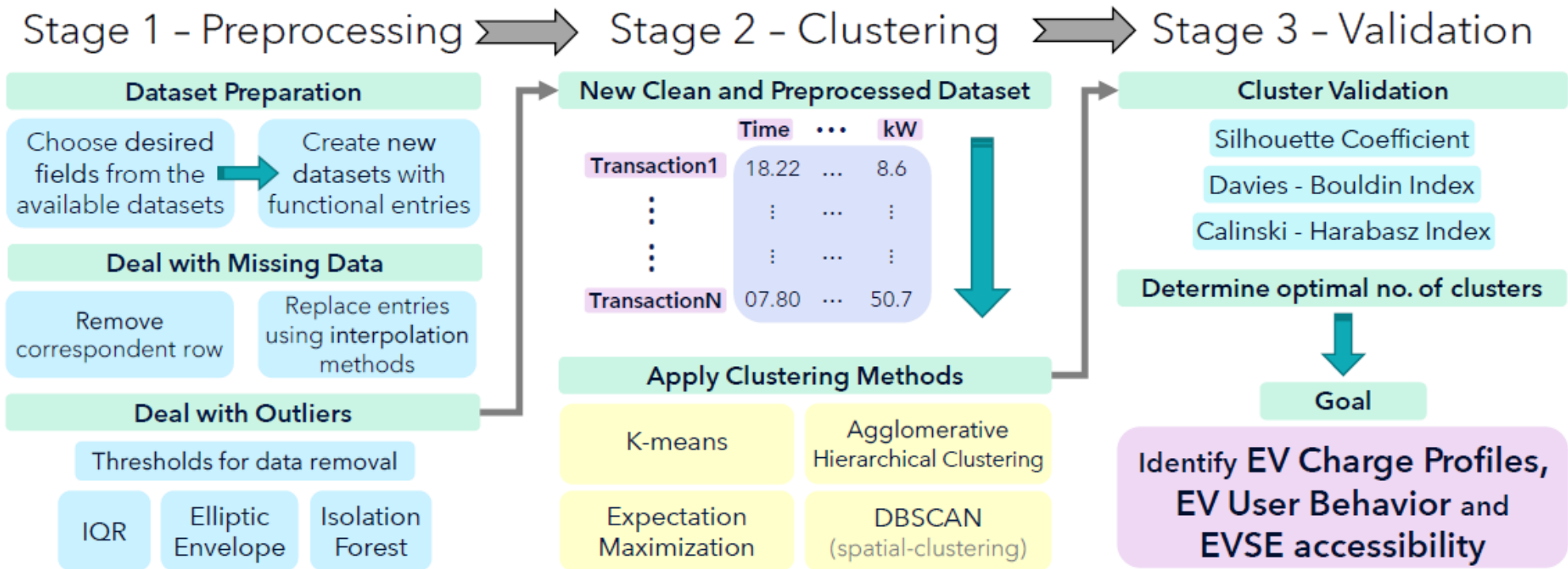
- Δημιουργία προφίλ καταναλωτών και συσκευών με TN (ομαδοποίηση k-means) για εξατομικευμένες συμβουλές εξοικονόμησης ενέργειας
- Πρόβλεψη ζήτησης και κατανάλωσης ενέργειας με δεδομένα καταναλωτών
- Ενεργειακές συμβουλές για την βελτιστοποίηση χρήσης της ενέργειας και την μείωση της κατανάλωσης οδηγώντας και σε μείωση του λογαριασμού ρεύματος
 - Αλλαγή ρυθμού και συχνότητας χρήσης βασισμένη στη ζήτηση περιοχών ή πόλεων σε διαφορετικές εποχές του χρόνου



Melissianos V., Lekidis A., "Energy efficiency suggestions for household consumption" (work-in-progress), 2024

Ηλεκτροκίνηση: Δημιουργία προφίλ χρηστών ηλεκτρικών οχημάτων

- Ομαδοποίηση χρηστών που οδηγεί στην δημιουργία ενός συνόλου εξατομικευμένων υπηρεσιών προσαρμοσμένων στις ανάγκες/συμπεριφορές τους
- Τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης για την ομαδοποίηση των χρηστών ανάλογα με τις ανάγκες τους για φόρτιση, τα μέρη φόρτισης και τον χρόνο στάθμευσης



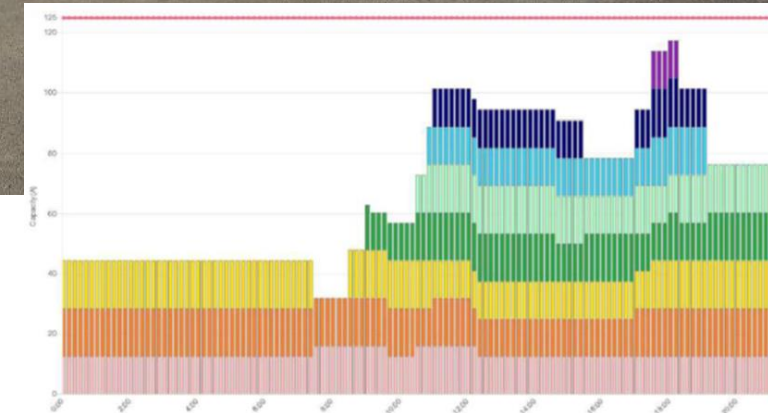
M. Forte, Cindy P. Guzman, **Alexios Lekidis**, Pedro MS Carvalho, Hugo Morais, "Clustering Methodologies for Electric Vehicles Supply Equipment Flexibility Characterization" (submitted), Electric Power Systems Research, Elsevier, 2024

Ηλεκτροκίνηση: Εξισορρόπηση φορτίου ηλεκτρικών οχημάτων με ΤΝ

- Κέντρα φόρτισης οχημάτων όπως της ΔΕΗ Blue στο Διεθνές Αεροδρόμιο Αθηνών έχουν υψηλή ζήτηση φορτίου ώστε οι χρήστες να φορτίσουν γρήγορα.
- Το συνολικό φορτίο του συστήματος αυξάνεται με αποτέλεσμα να μην υπάρχει διαθέσιμη ισχύς αν προσπαθήσουν να φορτίσουν πολλά μαζί ηλεκτρικά οχήματα
 - Στόχος είναι η εξισορρόπηση φορτίου χρησιμοποιώντας ΤΝ για την εξασφάλιση βέλτιστης φόρτισης των συνδεδεμένων ηλεκτρικών οχημάτων, ώστε η προκαθορισμένη μέγιστη ενεργειακή χωρητικότητα του δικτύου να μην ξεπερνιέται



<https://www.capital.gr/epixeiriseis/3585315/dei-blue-ston-diethni-aerolimena-athinon-to-megalutero-hub-simeion-fortisis-stin-ellada/>



IoT και δίκτυα νέας γενιάς: Πρόβλεψη επερχόμενων ανωμαλιών για βιομηχανικές συσκευές

- Remote Terminal Unit (RTU) έχει ρυθμιστεί για τη συλλογή τηλεμετρίας από γεννήτρια ισχύος
- Ανάπτυξη ψηφιακού διδύμου (Digital Twin) για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς της RTU καθώς και των σεναρίων ανώμαλης λειτουργίας
 - Βασισμένο σε πρόβλεψη χρονοσειρών χρησιμοποιώντας LSTM, ARIMA and XGBOOST
 - Πρόβλεψη ανωμαλιών και πιθανών αποτυχιών χρησιμοποιώντας LSTM autoencoder, Deep Convolutional Autoencoder, Isolation Forest, DBSCAN



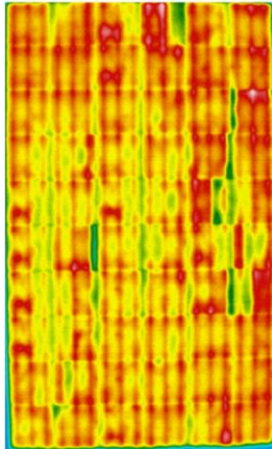
Georgakis A., Lekidis A., Dalamagkas C., Papageorgiou, E. I., “Digital Twin Model for Anomaly Detection of Remote Terminal Units” (submitted), Forecasting, MDPI, 2023

Ανίχνευση βλαβών φωτοβολταϊκών πάνελ

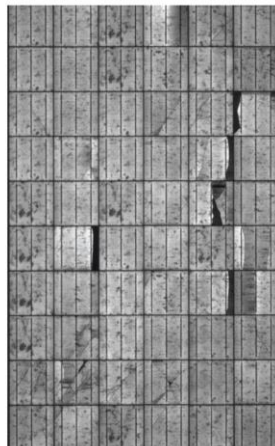
- Στόχος της Τεχνητής Νοημοσύνης είναι να αυτοματοποιήσει διεργασίες και να διευκολύνει την εκτέλεση τους, όπως η ανίχνευση βλαβών των φωτοβολταϊκών πάνελ που επωφελείται με τεχνικές Υπολογιστικής Όρασης (Computer Vision).
- Ανάπτυξη μοντέλων ΤΝ διαχείρισης εικόνων από φωτοβολταϊκά πάνελ για την αυτόματη ανίχνευση βλαβών. Εφαρμογή έξυπνων μεθόδων λήψης δεδομένων π.χ. Drone:
 - Μειώνεται ο χρόνος ελέγχου και το σφάλμα που οφείλεται σε ανθρώπινους παράγοντες. Ικανότητα αλγορίθμων να εξετάζουν εικόνες από χιλιάδες πάνελ σε λίγα λεπτά
 - Ευκολότερη πρόσβαση σε δύσβατα σημεία (σκεπές κτλπ.).



(a)

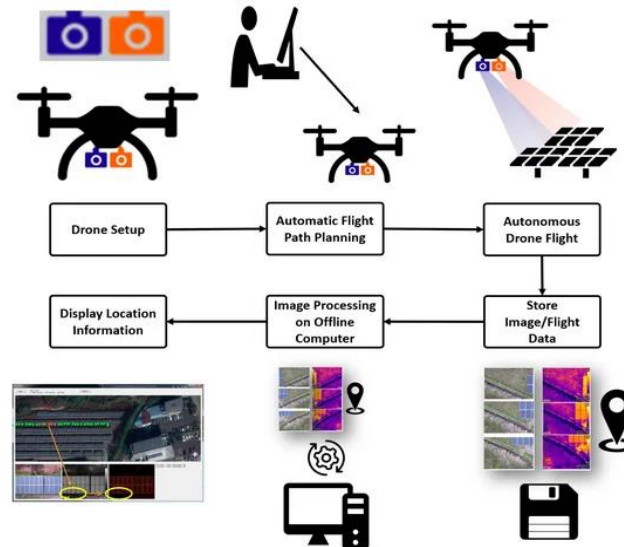


(b)



(c)

Mateo Romero HF, González Rebollo MÁ, Cardeñosa-Payo V, Alonso Gómez V, Redondo Plaza A, Moyo RT, Hernández-Callejo L. Applications of Artificial Intelligence to Photovoltaic Systems: A Review. *Applied Sciences*. 2022; 12(19):10056. <https://doi.org/10.3390/app121910056>



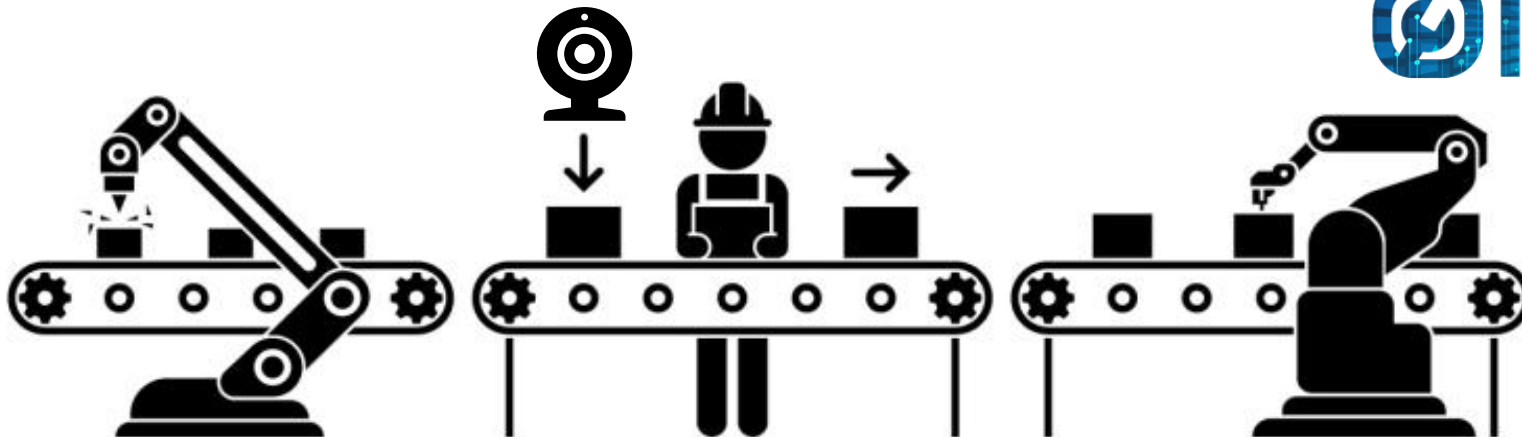
Henry C, Poudel S, Lee S-W, Jeong H. Automatic Detection System of Deteriorated PV Modules Using Drone with Thermal Camera. *Applied Sciences*. 2020; 10(11):3802. <https://doi.org/10.3390/app10113802>

Ανίχνευση αντικειμένων/βλαβών σε βιομηχανικά δεδομένα εικόνων

- Η **ανίχνευση αντικειμένων (object detection)** σε μια εικόνα είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς όχι μόνο δίνει πληροφορία αν υπάρχει το **αντικείμενο ενδιαφέροντος** αλλά δίνει και την ακριβή **τοποθεσία** του.
- Στη **βιομηχανία** μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτούς τους αλγόριθμους για να εκτιμήσουμε την θέση, το είδος, το πλήθος ακόμα και το μέγεθος των σφαλμάτων (Defect Detection).
- Σημαντικό στην επιλογή του κατάλληλου μοντέλου είναι τόσο η **ακρίβεια**, όσο και η **ταχύτητα επεξεργασίας** ώστε να συμβαδίζει με τους ρυθμούς της παραγωγής.



Στόχος είναι να αυτοματοποιηθεί ο ποιοτικός έλεγχος στην γραμμή παραγωγής με την εγκατάσταση συστημάτων ΤΝ βασισμένα σε δεδομένα εικόνας, ικανά να δουλεύουν 24/24, 7/7.



OPTIMAI

<https://optimai.eu/>

Ανίχνευση βλαβών σε βιομηχανικά δεδομένα εικόνων – Ανίχνευση σφαλμάτων σε κεραίες

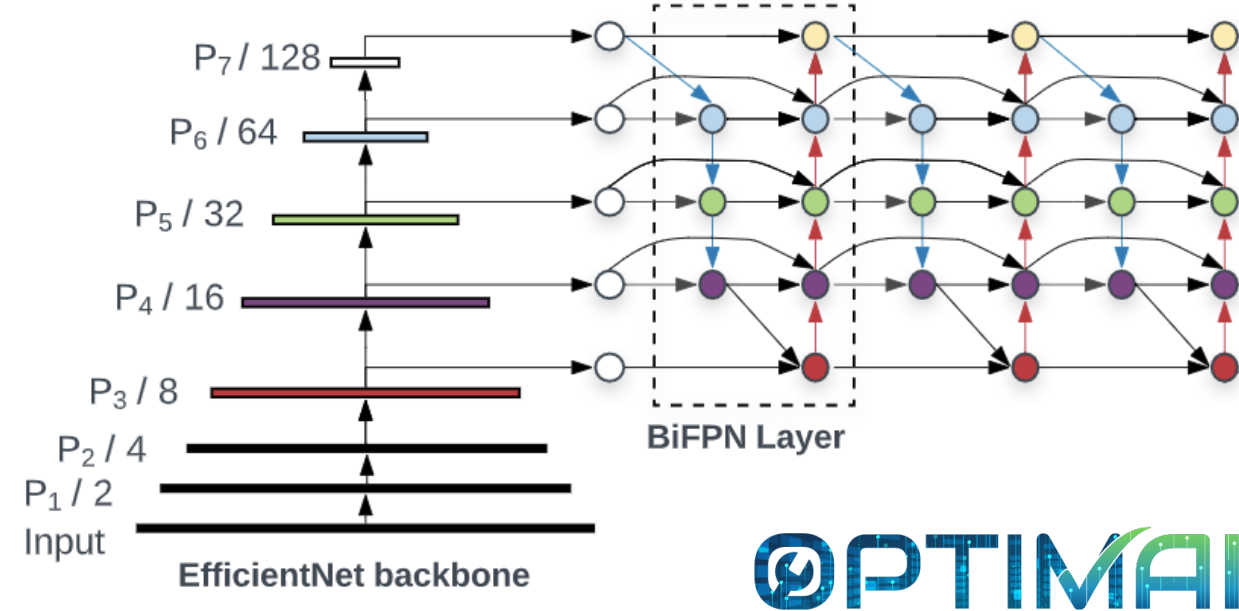
- Κατά την **συναρμολόγηση των κεραιών** στην γραμμή παραγωγής (TVES) δημιουργούνται σφάλματα όπως:

1) Μεταλλικά σπασίματα, 2) Πλαστικά σπασίματα, 3) Σφάλματα πλαισίου.

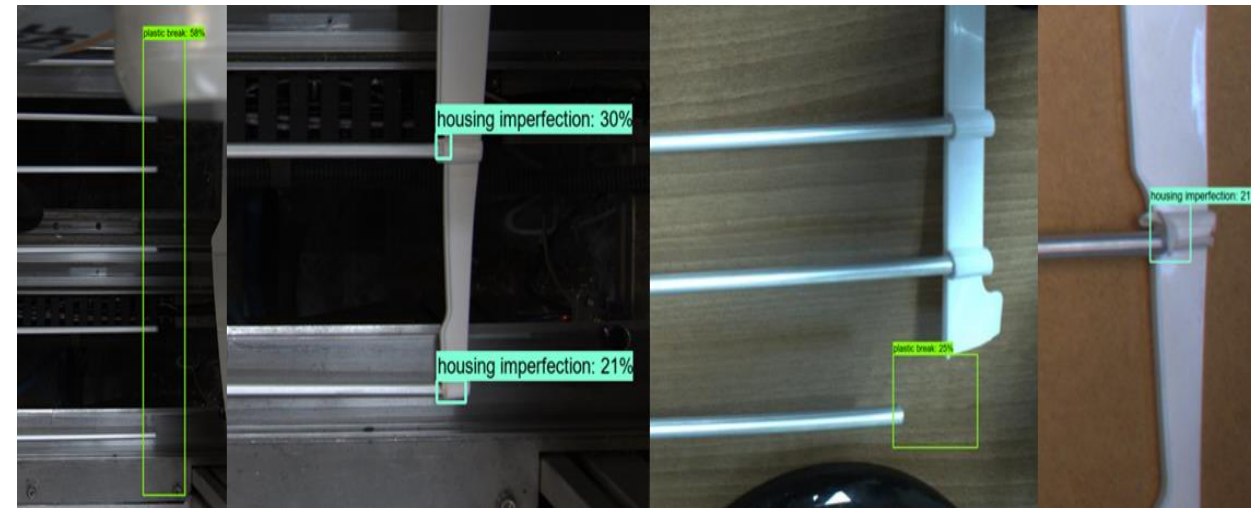
- Για το εντοπισμό αυτών των σφαλμάτων, τροποποιήθηκαν και εκπαιδεύτηκαν αλγόριθμοι TN ανίχνευσης αντικειμένων:

1) CenterNets, 2) EfficientDets, 3) YOLO, 4) Faster R-CNNs.

- Ένα σχετικά **μικρό dataset** εικόνων χρησιμοποιήθηκε που περιείχε 100 κεραίες με σφάλματα. Για βέλτιστη απόδοση χρησιμοποιήθηκε η τεχνική **transfer learning**.
- Τα μοντέλα **EfficientDet D2** και **CenterNet MobileNetV2** συνδύαζαν **υψηλή ακρίβεια** (97% και 94% F1-Score) και **υψηλή ταχύτητα** επεξεργασίας (650ms και 110ms σε CPU).



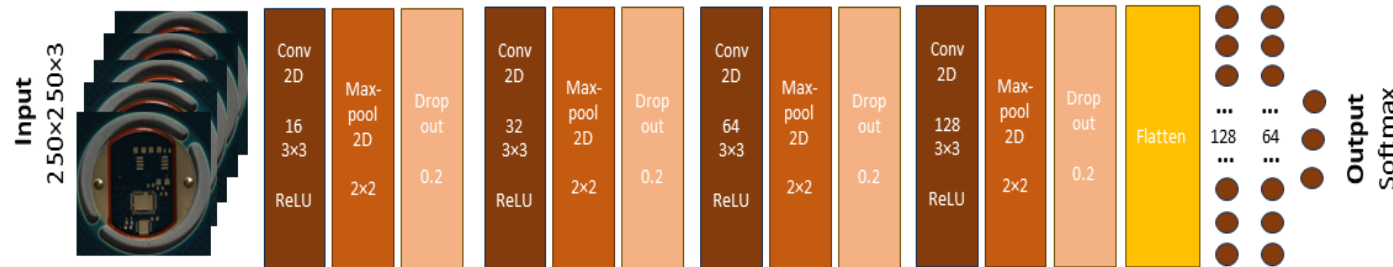
OPTIMAI



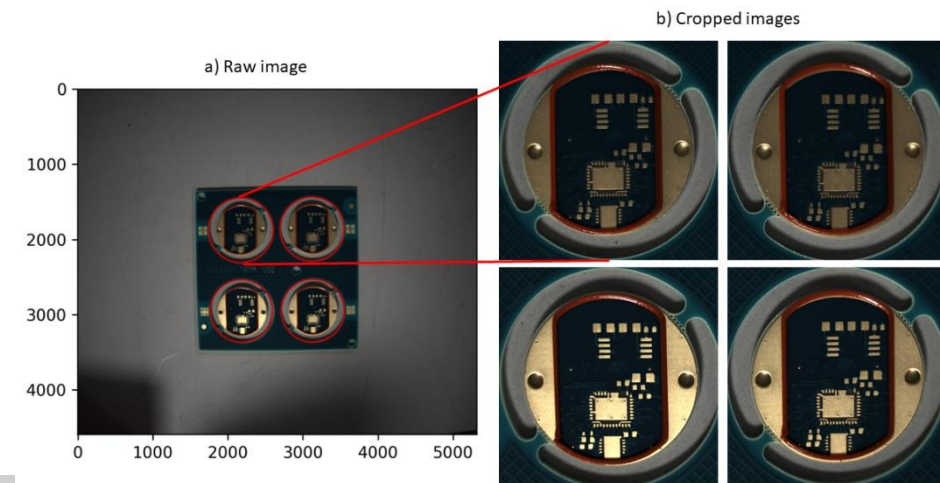
Ποιοτικός έλεγχος σε PCB-Ανίχνευση ποσότητας κόλλας

- Η **σωστή ποσότητα κόλλας** σε μια πλακέτα (PCB) είναι κρίσιμος παράγοντας για την **αντοχή** της, καθώς επίσης και για το κόστος της παραγωγής.
- Συνελικτικά Νευρωνικά Δίκτυα (Convolutional Neural Networks) χρησιμοποιήθηκαν για να μετατρέψουν αυτό το πρόβλημα σε **πρόβλημα ταξινόμησης** με 3 κλάσεις:
 - 1) Ανεπαρκής κόλλα, 2) σωστή ποσότητα, 3) πολύ κόλλα
- Τα **δίκτυα CNN** που δημιουργήθηκαν, εκπαιδεύτηκαν σε 400 εικόνες από πραγματικά βιομηχανικά δεδομένα. Χρησιμοποιώντας **τεχνικές επαύξησης δεδομένων** για την βελτίωση της απόδοσης η καλύτερη αρχιτεκτονική κατάφερε να ταξινομήσει τις εικόνες αυτές βάση της ποσότητας κόλλας με **>90% ακρίβεια**.
- Για να **βοηθήσουμε τον χειριστή της γραμμής να χρησιμοποιήσει και να καταλάβει τον τρόπο λειτουργίας του αλγορίθμου**, ερευνήσαμε μεθοδολογίες με επεξηγηματικές ιδιότητες (**Explainable Artificial Intelligence, XAI**)

RGB-CNN



OPTIMAI

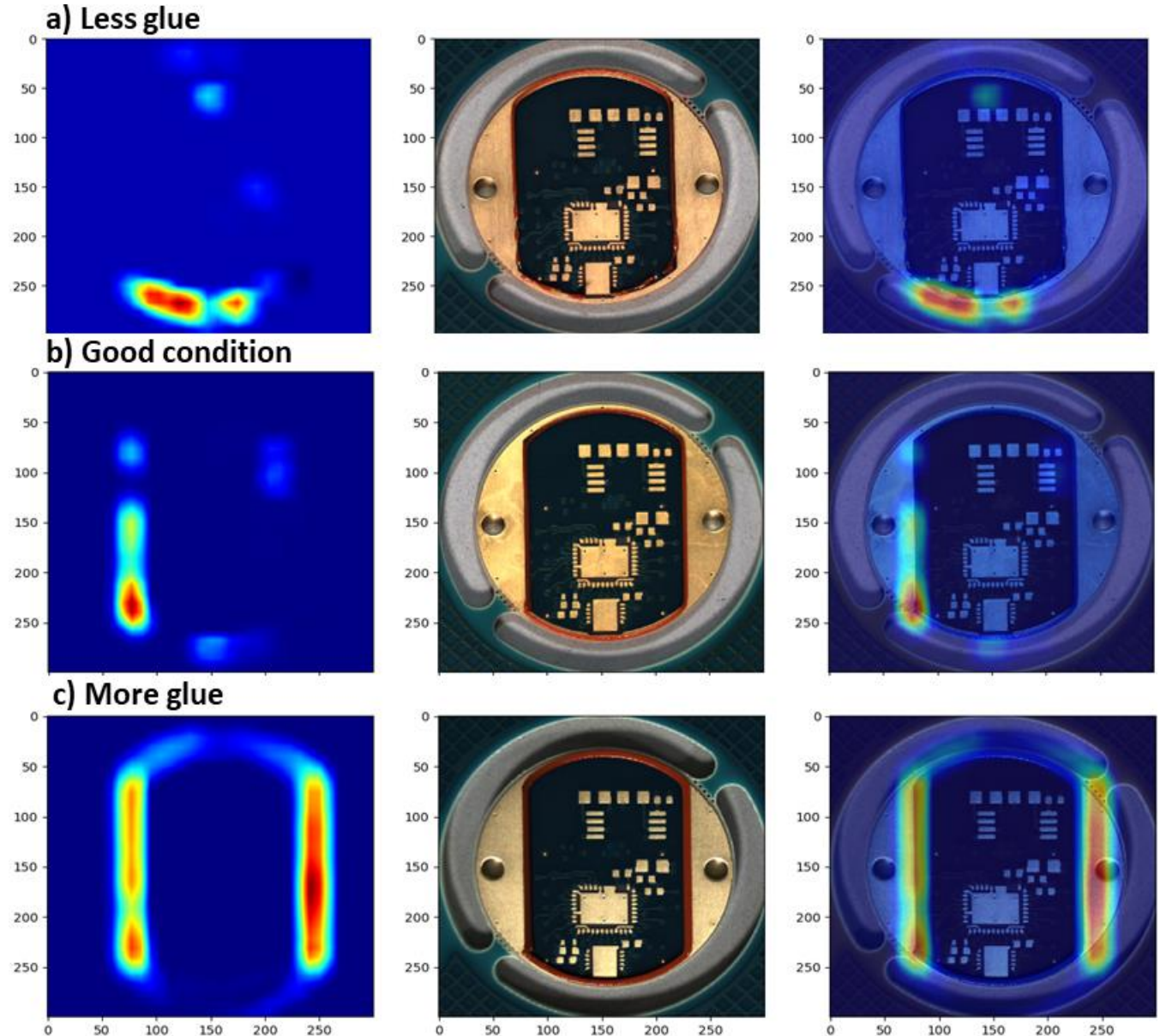


Ποιοτικός έλεγχος σε PCBs – Grad-CAM XAI

Η μεθοδολογία ερμηνεύσιμης τεχνητής νοημοσύνης Grad – CAM, υπολογίζει τον βαθμό ενεργοποίησης του τελευταίου κρυφού στρώματος στα CNN, και αυτό φανερώνει τις περιοχές που το CNN μοντέλο βασίστηκε για να πάρει την απόφαση.

Αυτές οι περιοχές παρουσιάζονται με έντονο χρώμα.

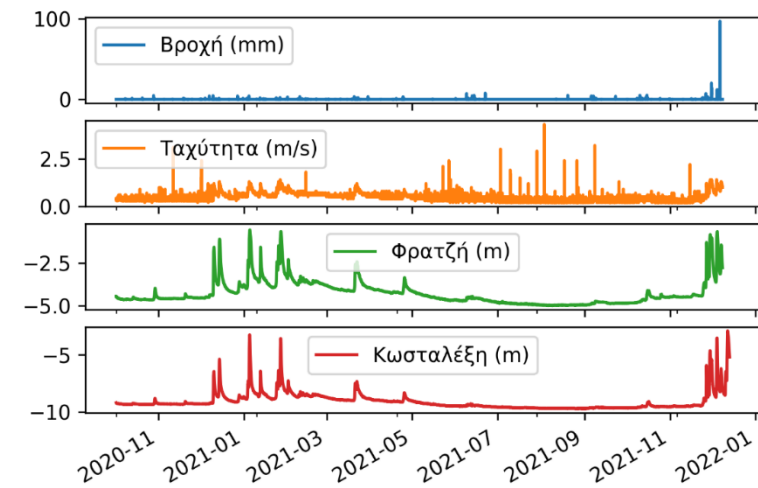
OPTIMAI



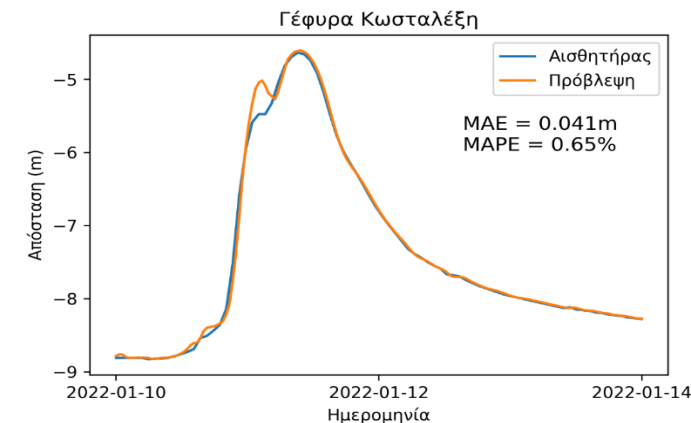
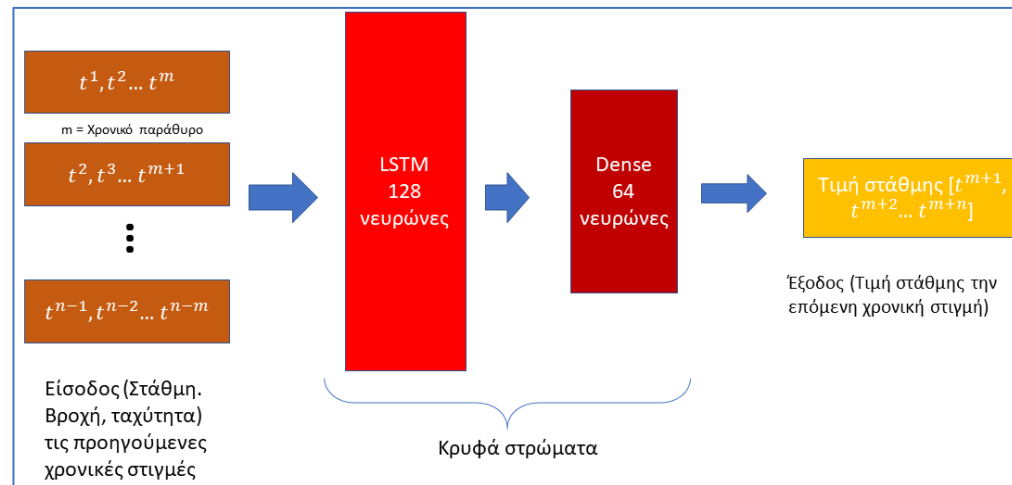
Πρόβλεψη της στάθμης του νερού στον Σπερχειό ποταμό (1)



Δεδομένα Σπερχειού

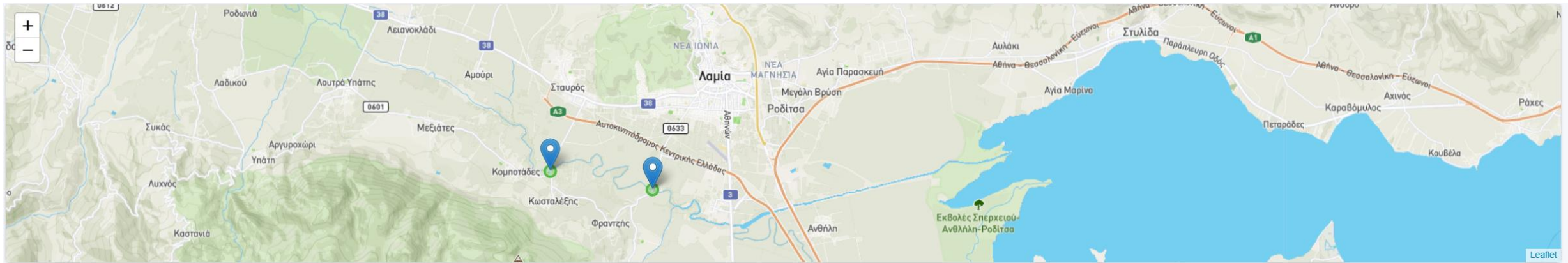


- Ένα **σύγχρονο σύστημα τηλεμετρίας** για την παρακολούθηση της στάθμης του νερού εγκαταστάθηκε σε δύο σημεία (γέφυρες Φρατζή και Κωσταλέξη) στον Σπερχειό ποταμό.
- Δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για την **στάθμη** (απόσταση νερού από τη γέφυρα), την **ταχύτητα** και την **βροχόπτωση**, χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη αλγορίθμων.
- Πραγματοποιήθηκε **προ-επεξεργασία δεδομένων**, για να είναι καταλλήλα για εφαρμογές μηχανικής και βαθιάς μάθησης.
- Επιλέχθηκαν οι αλγόριθμοι **Long Short-Term Memory (LSTMs)** που είναι εξελιγμένα δίκτυα στην κατηγορία των επαναλαμβανόμενων νευρωνικών δικτύων (Recurrent neural networks) για να προβλέπουν την στάθμη στην επόμενη μισάωρη μέτρηση.

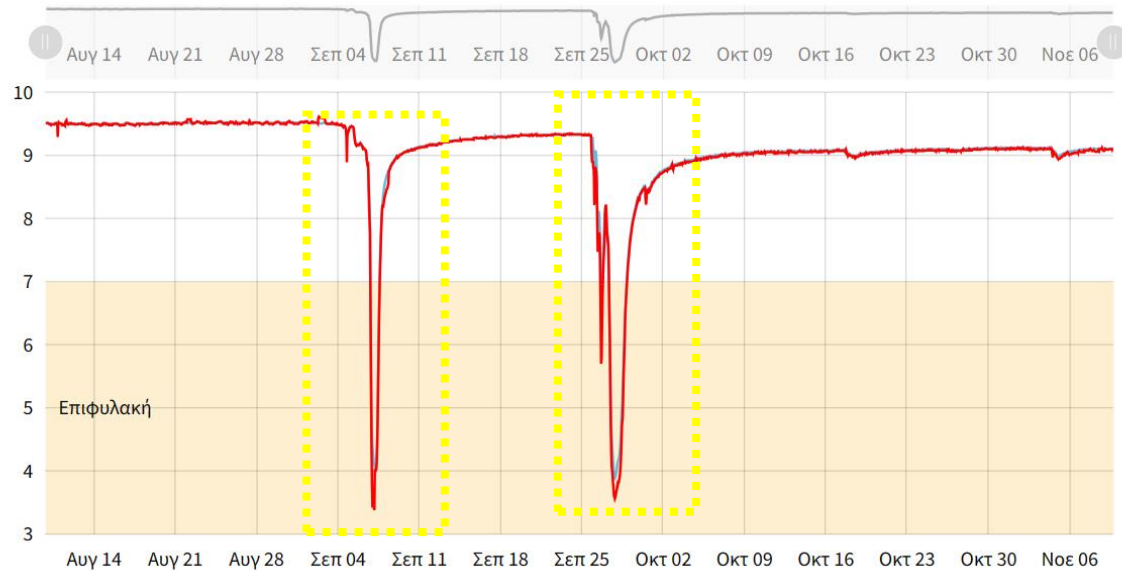


Πρόβλεψη της στάθμης του νερού στον Σπερχειό ποταμό (2)

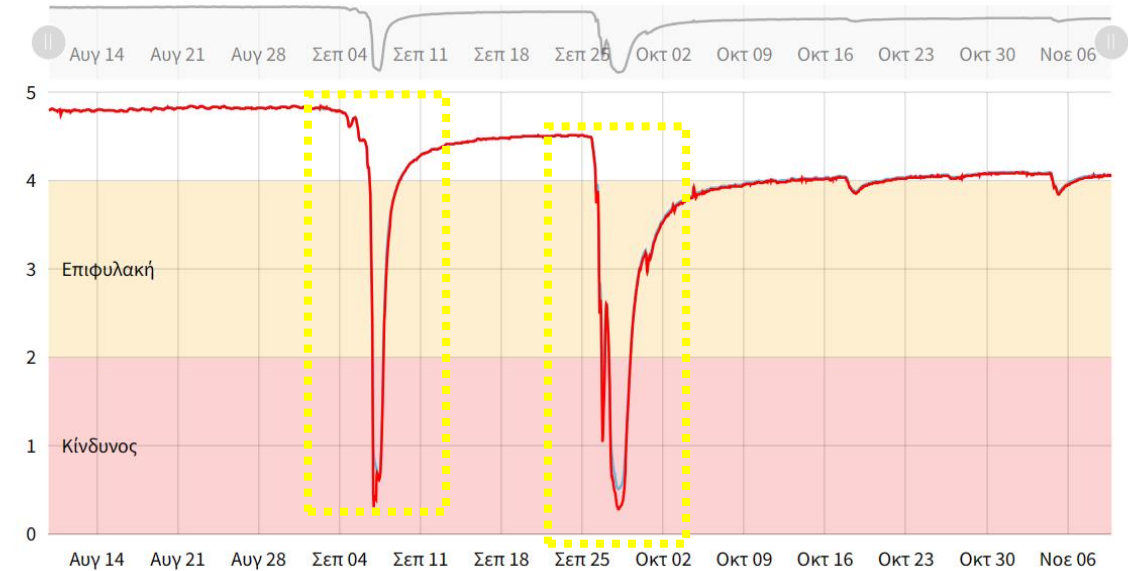
Σύστημα Επιτήρησης Στάθμης Σπερχειού



Ιστορικό απόστασης νερού από τη γέφυρα Κωσταλέξη



Ιστορικό απόστασης νερού από τη γέφυρα Φραντζή



Εργαστήριο Τεχνητής Νοημοσύνης, Υπολογιστικών Συστημάτων & Τεχνολογικών Εφαρμογών (ACTA)

Μέλη ΔΕΠ

- Δρ. Ελπινίκη Παπαγεωργίου, Καθηγήτρια
Υπεύθυνη Εργαστηρίου
 - Τεχνητή Νοημοσύνη
 - Αναπαράσταση Γνώσης
 - Τεχνολογικές Εφαρμογές ΤΝ
- Δρ. Θεοδόσης Θεοδοσίου, Αναπληρωτής Καθηγητής
 - Υπολογιστικές Μέθοδοι
 - Ανάλυση και Σχεδίαση
- Δρ. Αλέξιος Λεκίδης, Επίκουρος Καθηγητής
 - Μηχανική Μάθηση
 - Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Υποψήφιοι Διδάκτορες

- Λάμπρος Λεοντάρης
- Θεόδωρος Τζιόλας
- Αγοραστός-Δημήτρης Σαμαράς
- Άννα Φελέκη
- Κατερίνα Ράπτη



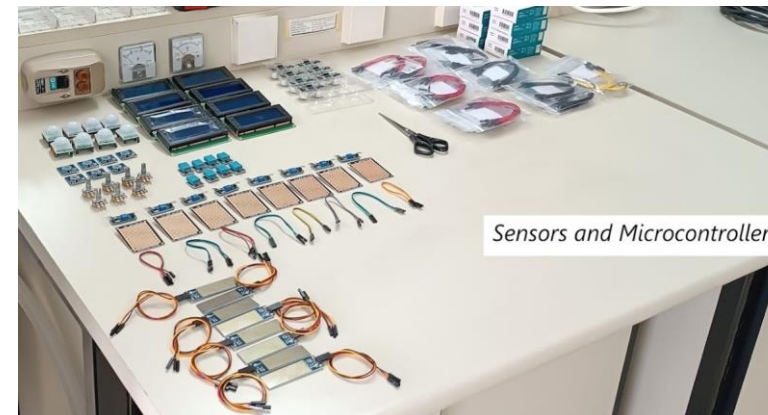
IISA 2023, Volos , Greece



Εργαστηριακός Εξοπλισμός

- Υπολογιστική Νησίδα

- 15 υπολογιστές Dell Precision 3630 και
- 15 υπολογιστές Dell Optiplex 5000
- Server Dell EMC PowerEdge T440
- 3 High-End Workstations
 - Intel Core i9-11900KF @ 3.5GHz CPU, 16 GB RAM
 - NVIDIA GeForce RTX 3080 Ti, 12GB of GDDR6X
- Nvidia jetson nano
- Arduino microcontrollers & Sensors
- Creality Lizard 3D scanner
- 3D printer



Ευχαριστώ για την προσοχή σας!

- Questions?



Contact: Elpiniki I. Papageorgiou

Prof. in Artificial Intelligence and Expert Systems

Dept. of Energy Systems, University of Thessaly
Gaiopolis Campus, GR-41500 Larissa, Greece

<https://www.energy.uth.gr>

Tel.: +30-2410-684567

elpiniki.papageorgiou@uth.gr



Εργαστήριο Τεχνητής Νοημοσύνης, Υπολογιστικών Συστημάτων &
Τεχνολογικών Εφαρμογών



Laboratory of Artificial Intelligence, Computational Systems and Technological Applications

