

# Μεθοδολογίες ανάλυσης χωρο-χρονικών δεδομένων για την υποστήριξη αποφάσεων σε εφαρμογές έξυπνων πόλεων



Σοφία Ζαφειρέλλη, Υπ. Διδάκτορας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Γεωγραφίας, [s.zafeirelli@aegean.gr](mailto:s.zafeirelli@aegean.gr)

Δημήτρης Καβρουδάκης, Μον. Επίκουρος Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Γεωγραφίας, [dimitrisk@aegean.gr](mailto:dimitrisk@aegean.gr)

# Έξυπνη πόλη

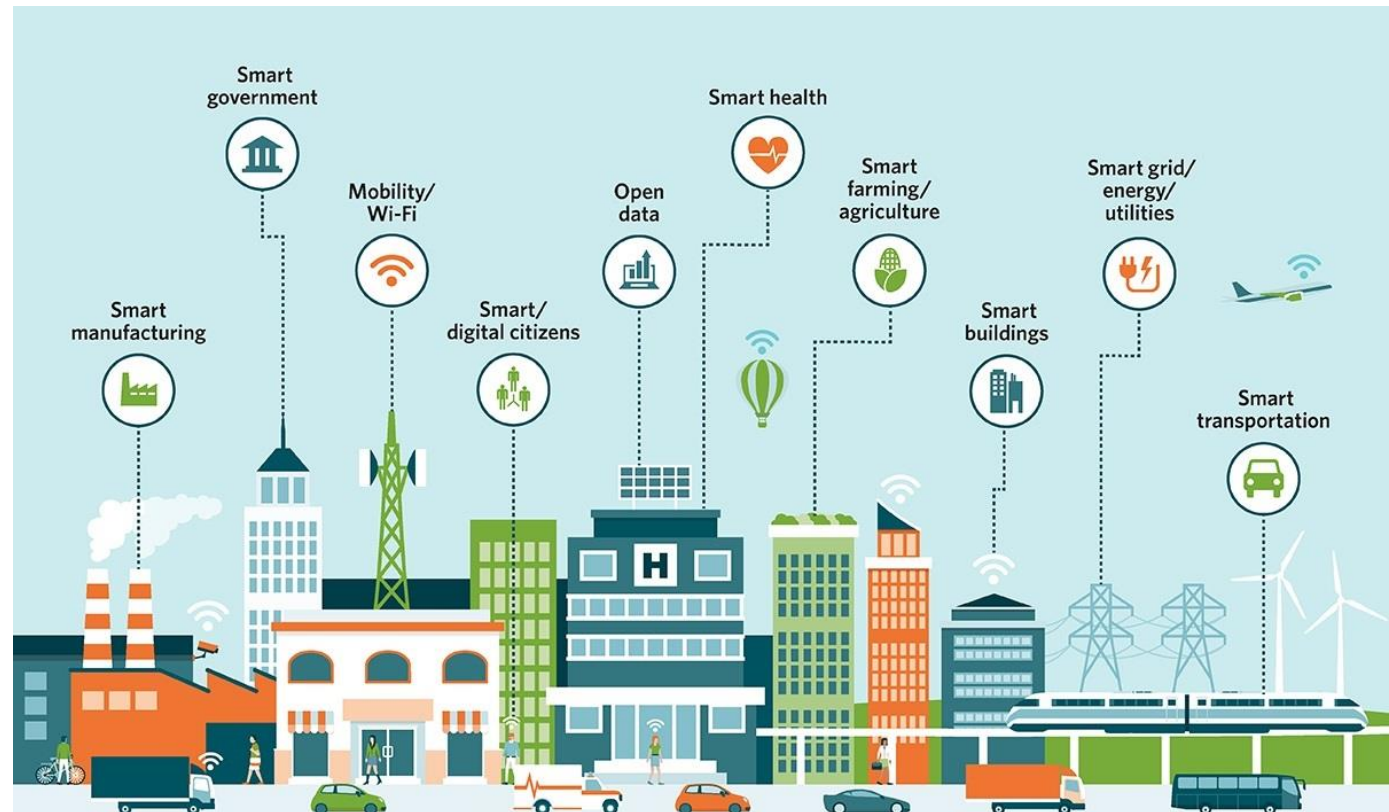
Μια πόλη που εκμεταλλεύεται την ψηφιακή τεχνολογία για να βελτιώσει τη λειτουργία και τη διαχείρισή της, ώστε να αντιμετωπίσει τα προβλήματα που πλήττουν τη σύγχρονη πόλη.



# Έξυπνες πόλεις

Σκοπός τους είναι να χρησιμοποιούν δεδομένα για τη βελτιστοποίηση των πόρων, τη διατήρηση της βιωσιμότητας και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων.

Η γεωγραφία και ειδικά οι γεωχωρικές τεχνολογίες, παίζουν σημαντικό ρόλο στην έννοια των έξυπνων πόλεων.





# INTERNET OF THINGS



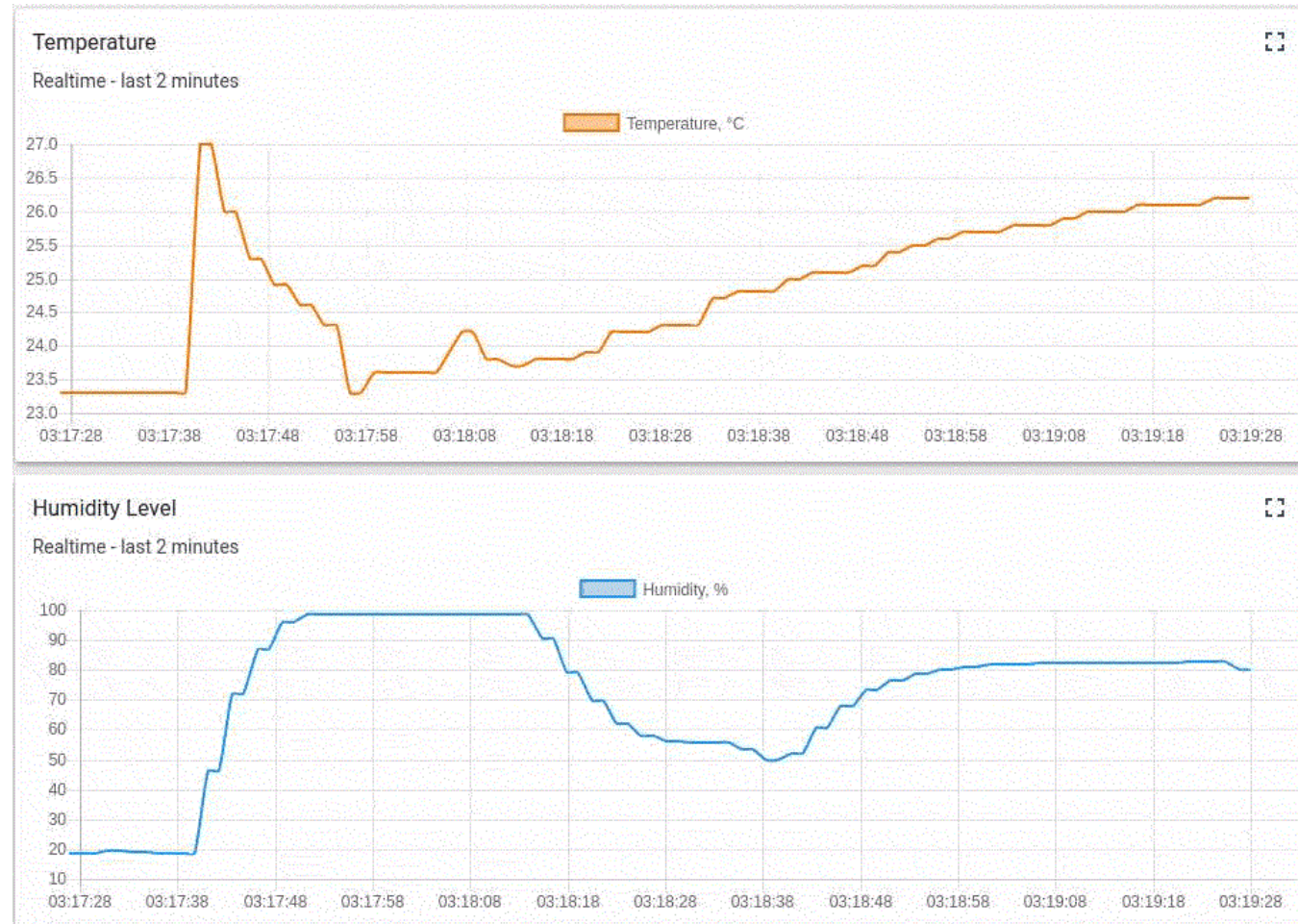
Η υιοθέτηση IoT δικτύων (Internet of Things = διαδίκτυα των πραγμάτων) στις έξυπνες πόλεις μπορεί να συμβάλλει στην διεκπεραίωση των στόχων που θέτει η κάθε πόλη.

Ένα IoT δίκτυο χρησιμοποιεί μια πληθώρα δεδομένων που καταγράφονται από διάφορες συσκευές και αισθητήρες (έξυπνες συσκευές), διασυνδέοντάς τα μέσω του διαδικτύου.

Η διαχείριση των δεδομένων αυτών είναι συνήθως πολύπλοκη, αφού πρόκειται για μεγάλους όγκους δεδομένων (Big Data), ενώ η καταγραφή τους πραγματοποιείται σε πραγματικό χρόνο (Real-time data) σε τακτά χρονικά διαστήματα.



Ουσιαστικά πρόκειται για χρονοσειρές, στις οποίες τα δεδομένα δεν έρχονται από ένα μοναδικό αισθητήρα, αλλά από πολλούς, οι οποίοι είναι κατανομημένοι μέσα σε μια πόλη.



Τα δεδομένα χρονοσειρών είναι ένας σημαντικός παράγοντας δημιουργίας προβλέψεων, ανακάλυψης μοτίβων καθώς και εντοπισμού ακραίων τιμών. Εκτός από τη διάσταση του χρόνου, έχουν και χωρική διάσταση.

Η χωρο-χρονική παρεμβολή στις έξυπνες πόλεις συμβάλλει στην παροχή μιας λεπτομερούς κατανόησης του περιβάλλοντος και της κατάστασης του αστικού περιβάλλοντος, τόσο σε βραχυπρόθεσμα όσο και σε μακροπρόθεσμα φαινόμενα.

# ΣΚΟΠΟΣ

**Η μελέτη ακραίων τιμών σε χωρο/χρονικά δεδομένα.**

Επιμέρους στόχοι:

- Εκτίμηση και διαχείριση **ακραίων τιμών** σε χωρικά δεδομένα χρονοσειρών
- Ανάδειξη προβλημάτων **χωρο-χρονικής κλίμακας** σημειακών δεδομένων χρονοσειρών πόλεων
- **Παρεμβολή** χωρικών σημειακών χρονοσειρών σε επιφάνειες

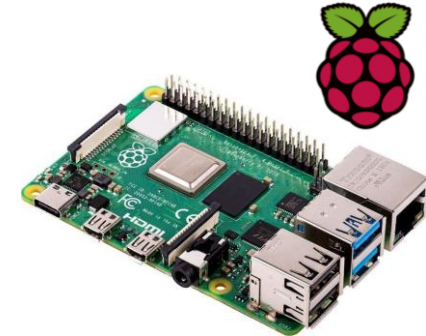
# Στοιχεία πρωτοτυπίας

- Χρήση μεθόδων χωρικής ανάλυσης στη κατανόηση τάσεων και ακραίων τιμών σε χωρο-χρονικά δεδομένα έξυπνων πόλεων για έγκυρη/έγκαιρη λήψη αποφάσεων
- Διερεύνηση ακραίων τιμών σε σύνθετα δεδομένα (χώρος, χρόνος) ταυτόχρονα
- Παρεμβολή σε χωρο-χρονικά δεδομένα



# Μέθοδοι και εργαλεία

- Εγκατάσταση έξυπνων συσκευών Raspberry-Pi και ESP32
  - Στην πόλη της Μυτιλήνης
  - Βασισμένα σε ελεύθερο λογισμικό και λειτουργικό Linux
  - Καταγράφουν θερμοκρασία, υγρασία, ποιότητα αέρα
  - Απαιτούν παροχή ηλεκτρικού ρεύματος (ή ηλιακών panel) και σύνδεση στο διαδίκτυο (Wi-Fi)



- Χρήση ελεύθερου λογισμικού  Studio® (γλώσσα προγραμματισμού R)

- Δημιουργία βάσης δεδομένων στην πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα  PostgreSQL

# Δεδομένα

Συλλογή περιβαλλοντικών δεδομένων χωρικών χρονοσειρών από αισθητήρες IoT δικτύων έξυπνων πόλεων (θερμοκρασία, υγρασία, ποιότητα αέρα)

- Εγκατάσταση έξυπνων συσκευών καταγραφής περιβαλλοντικών συνθηκών
- Συλλογή δεδομένων από υπάρχοντα ελεύθερα IoT δίκτυα

# Εκτίμηση και διαχείριση ακραίων τιμών σε χωρικά δεδομένα χρονοσειρών με τη χρήση διαφορετικών μαθηματικών προσεγγίσεων

Εύρεση ακραίων τιμών με τη χρήση διαφορετικών στατιστικών ορισμών της έννοιας “ακραία τιμή” όπως εμφανίζονται στη σύγχρονη βιβλιογραφία.

Συζήτηση με προτάσεις σχετικά με την στατιστική αξία της κάθε προσέγγισης, αλλά και των τρόπων αντιμετώπισης των ακραίων τιμών στα πλαίσια μιας έξυπνης πόλης.

# Αυτόματη εύρεση χωρικής/χρονικής κλίμακας σημειακών δεδομένων χρονοσειρών πόλεων

Ανάπτυξη μεθοδολογίας για την αυτοματοποίηση της επιλογής κλίμακας (χωρικής και χρονικής) για την βέλτιστη καταγραφή θερμοκρασίας, υγρασίας και ποιότητας αέρα σε μια περιοχή όπως μια έξυπνη πόλη.

Δημιουργία βιβλιοθήκης σε γλώσσα προγραμματισμού R που θα βασίζεται στην μεθοδολογία της επιλογής της κλίμακας.

- Διερεύνηση χωρο-χρονικών προβλημάτων και προβλήματα κλίμακας (π.χ. καταγραφή δεδομένων με διαφορετική χρονική απόκλιση)
- Συγχρονισμός δεδομένων με χρονικές αποκλίσεις καταγραφών μεταξύ των αισθητήρων
- Η διερεύνηση της κλίμακας θα έχει χωρική και χρονική διάσταση

Δημιουργία χρονοσειρών

- Μέθοδοι συγκέντρωσης δεδομένων (χωρο-χρονική συγκέντρωση - spatio-temporal aggregation)

# Μετατροπή των χωρικών δεδομένων χρονοσειρών από σημεία σε επιφάνειες ως χρονοσειρά

Διερεύνηση της αξίας και των προβλημάτων μιας σειράς γεωστατιστικών μεθόδων (Kriging μέθοδοι), ώστε να παρουσιαστεί ένα πλάνο ανάλυσης το οποίο παραθέτει τη βέλτιστη μέθοδο για να μετατραπούν τα χωρο-χρονικά σημεία σε χωρο-χρονικές επιφάνειες.

Χρήση προσεγγίσεων γεωστατιστικής χωρικής παρεμβολής (Kriging) για τιμές θερμοκρασίας, υγρασίας και ποιότητας αέρα, ώστε να μπορεί να παραχθεί όσο το δυνατόν αξιόπιστη εκτίμηση (σε επιφάνειες) για μια περιοχή (έξυπνη πόλη).



# Προσδοκώμενα αποτελέσματα

- Πρόταση μεθοδολογίας εκτίμησης και διαχείρισης ακραίων τιμών σε χωρο-χρονικά δεδομένα με εφαρμογή στις έξυπνες πόλεις. Συζήτηση αντιμετώπισης και του τρόπου εντοπισμού των τιμών αυτών όσον αφορά μια έξυπνη πόλη.
- Δημιουργία βιβλιοθήκης σε γλώσσα προγραμματισμού R, η οποία θα αυτοματοποιεί την κλίμακα για την καταγραφή περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών σε έξυπνες πόλεις. Θα ζητάει από τον χρήστη χωρο-χρονικά δεδομένα και θα προτείνει την κατάλληλη χωρο-χρονική κλίμακα.
- Ανάδειξη βέλτιστης μεθόδου χωρικής παρεμβολής μέσω δοκιμών σε σημειακά δεδομένα χρονοσειρών. Παρουσίαση προσεγγίσεων με μεθόδους kriging για όλους τους τύπους περιβαλλοντικών δεδομένων σε μια έξυπνη πόλη, που θα μετατρέπουν τα σημειακά δεδομένα χρονοσειρών σε επιφάνειες καθώς και τα προβλήματα της κάθε μεθόδου.

Απώτερος σκοπός των αποτελεσμάτων είναι η ανάδειξη της σημαντικότητας της συμβολής της χωρικής ανάλυσης στις έξυπνες πόλεις, για τη διαχείριση και επίλυση προβλημάτων που στοχεύουν τη βιωσιμότητα και βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων τους.





Ευχαριστώ για την προσοχή σας!

