ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΞΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΜΕ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ





Στέφανος Βροχίδης-Αθηνά Τσανούσα-Βασίλης Ξεφτέρης

ΕΚΕΤΑ/ΙΠΤΗΛ

Center for Research and Technology Hellas - CERTH

CERTH
CENTRE FOR RESEARCH & TECHNOLOGY HELLAS



Large research center in Northern Greece
Founded in 2000
> 1000 people
> 1200 projects
Annual turnover > EUR 25M
5 institutes - ICT, Chemical Engineering, Transport, Health and Bio-technology
http://www.certh.gr

Information Technologies Institute (ITI)

iti Information Technologies Institute

> 650 people
7 labs in 2 units
http://www.iti.gr



Multimedia Knowledge and Social Media Analytics Lab (MKLab)

MKLab
Multimedia Knowledge and Social Media Analytics Laboratory

> 180 people involved
> 60 active projects
> 800 publications

Research Areas

- Multimodal Data Fusion
- Multimedia Verification
- Intelligent HCI

Multimodal Data Fusion and Analytics Group (M4D)

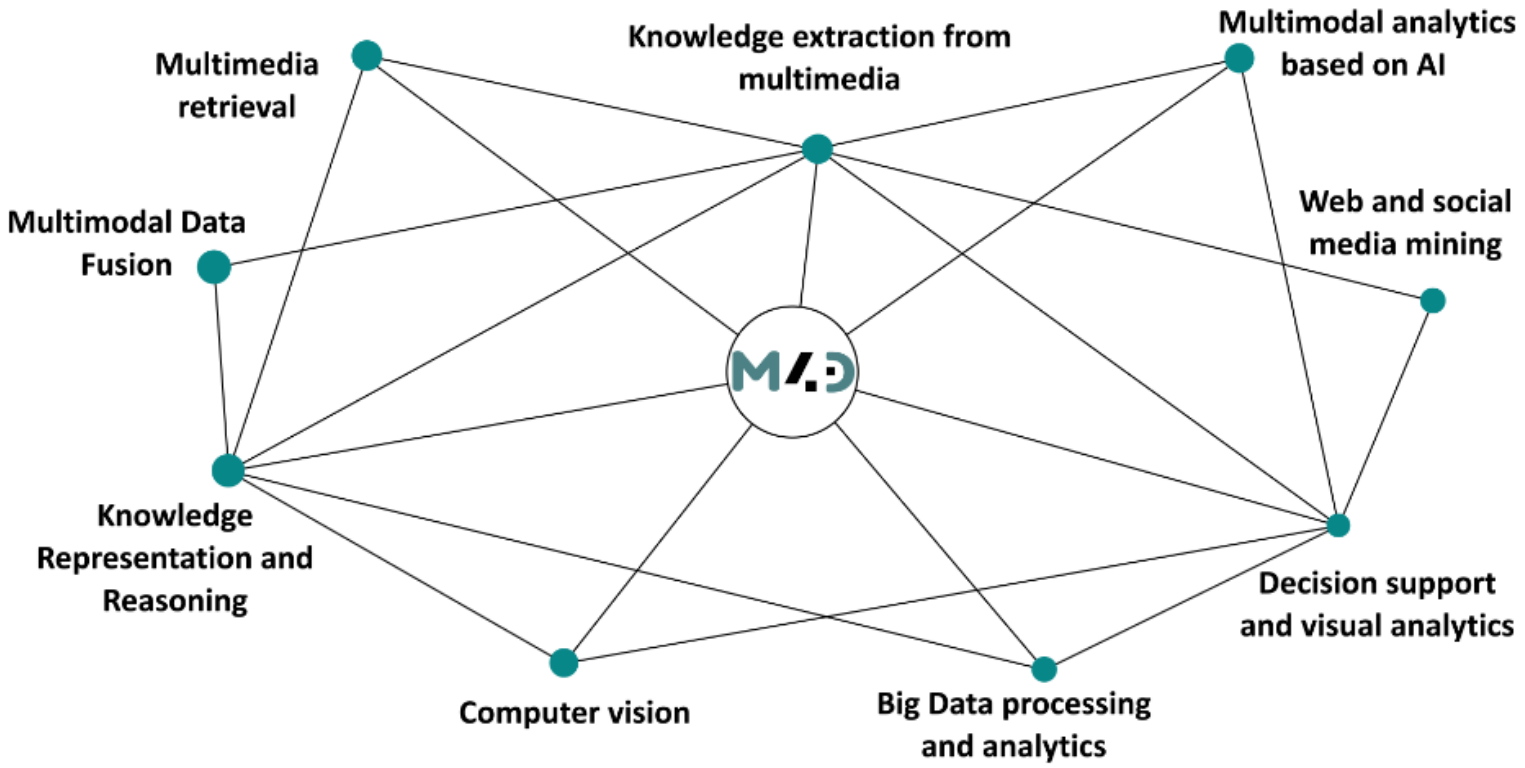
M4D

> 100 people involved
> 60 active projects
> 300 publications

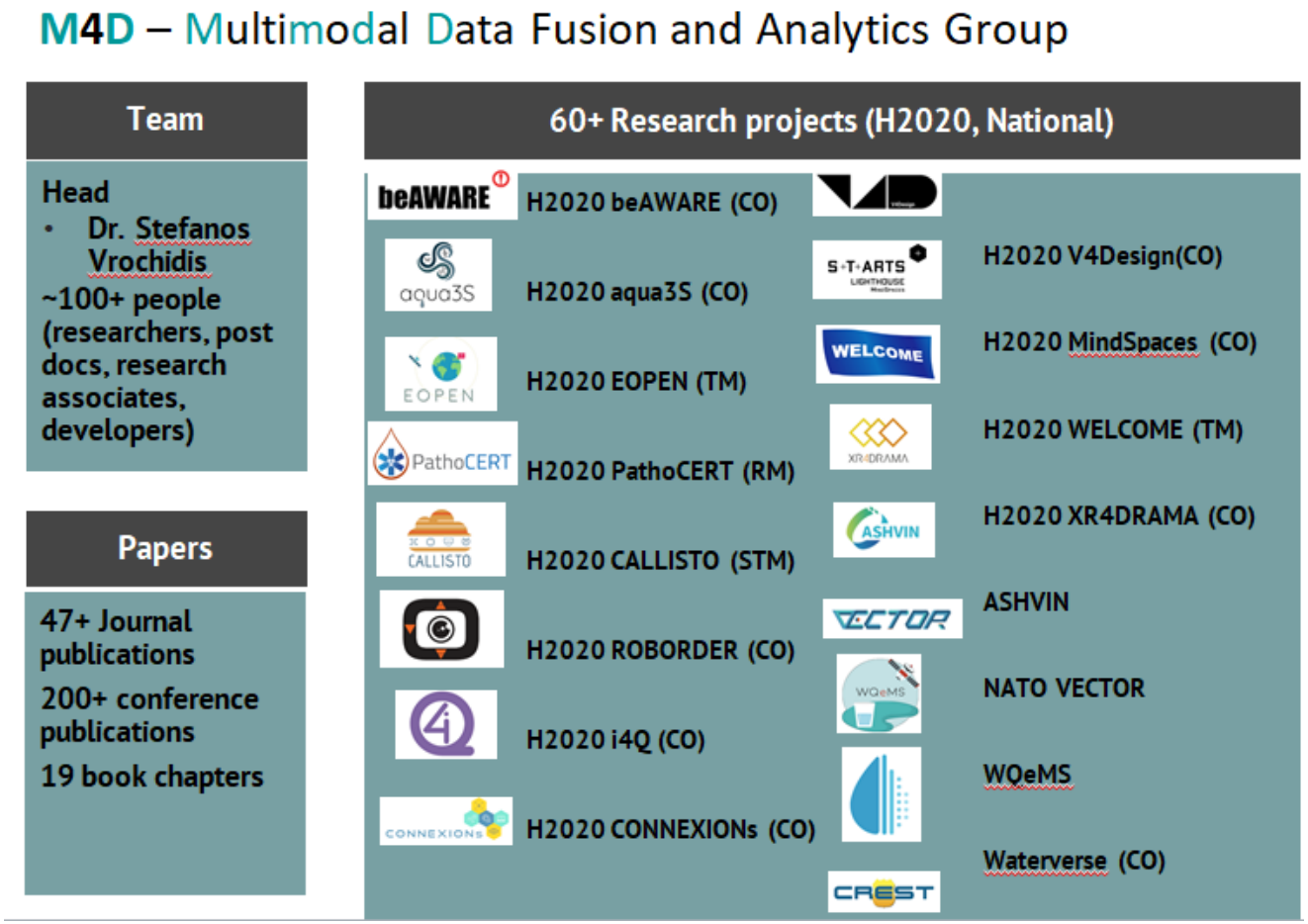
Multimodal data fusion group (M4D)/ ITI

MultiMoDal Data Fusion and Analytics Group

- https://m4d.iti.gr/



Multimodal data fusion group (M4D)/ ITI



Περίληψη

- Τα τελευταία χρόνια η παρουσία των αισθητήρων σε διάφορες συσκευές έχει αυξηθεί.
- Η χρησιμότητα τους ποικίλει από εφαρμογές υγείας μέχρι εφαρμογές σε βιομηχανικά περιβάλλοντα.
- Ενδεικτικά παραδείγματα: αναγνώριση της ανθρώπινης δραστηριότητας μέσω των αισθητήρων έξυπνων συσκευών (κινητά, ρολόγια κτλ), η αναγνώριση συναισθήματος (πχ αυξημένο στρες) μέσω αισθητήρων τοποθετημένων σε φορετές συσκευές και η παρακολούθηση σωστής λειτουργίας ενός μηχανήματος.
- Η διάλεξη αυτή αποτελεί μια εισαγωγή στην ανάλυση δεδομένων αισθητήρων και σε τεχνικές σύντηξης (fusion) δεδομένων, που έχουν ιδιαίτερη πρακτική σημασία, μια και στις πραγματικές εφαρμογές χρησιμοποιούνται πολλαπλοί και συχνά διαφορετικοί αισθητήρες.

Τι είναι οι αισθητήρες?

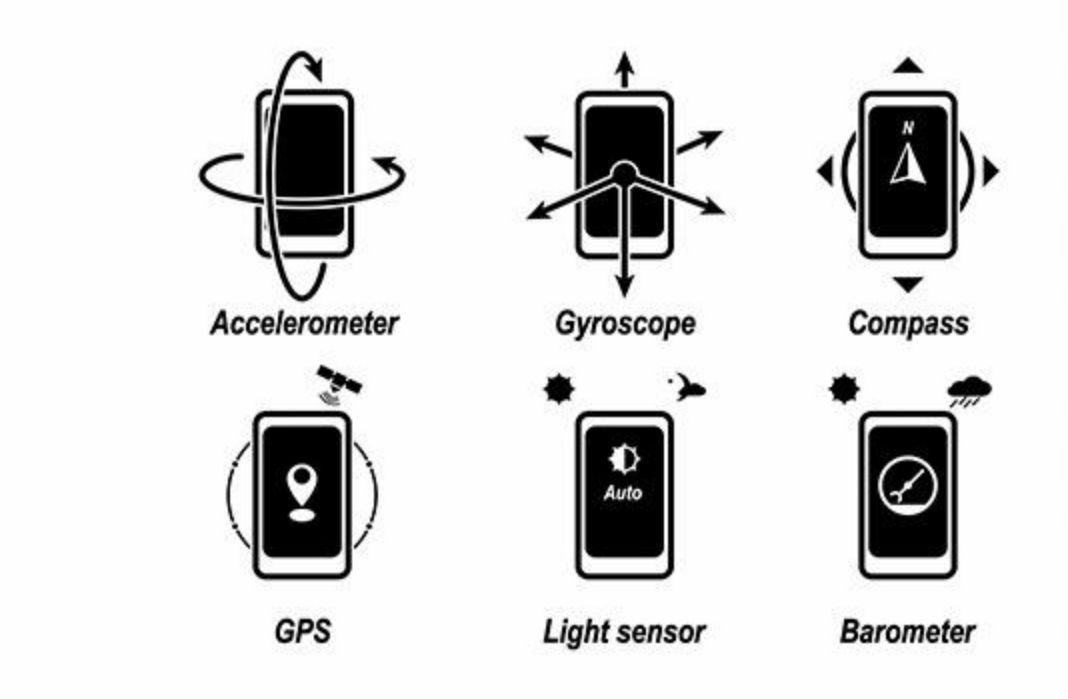
- "Αισθητήρας: συσκευή που ανιχνεύει ένα φυσικό μέγεθος και παράγει από αυτό μία μετρήσιμη έξοδο.*" πχ θερμόμετρο, αισθητήρας καπνού κτλ
- Οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται σε καθημερινές συσκευές, όπως κουμπιά του ασανσέρ, έξυπνα κινητά και ρολόγια



*wikipedia

Παραδείγματα αισθητήρων

- Αισθητήρες που υπάρχουν σε ένα smartphone



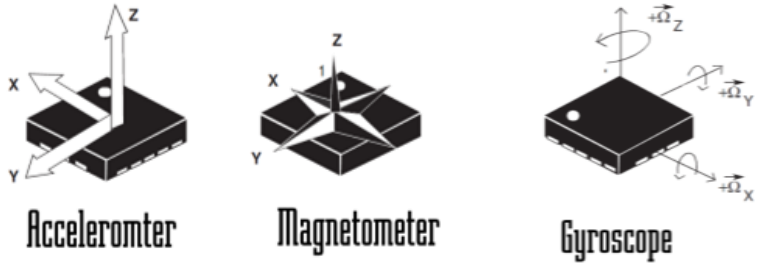
Αισθητήρες

- Η μετρήσιμη έξοδος :σήμα, το οποίο σε όρους στατιστικής είναι χρονοσειρά, μια και εκπέμπεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα (πχ ανά 5 sec)
- Παράγουν μεγάλο όγκο δεδομένων -> κατάλληλες τεχνικές ανάλυσης κ επεξεργασίας
- Για να εκμεταλλευτούμε την πληροφορία που παράγουν οι αισθητήρες χρησιμοποιούμε μεθόδους ανάλυσης δεδομένων, συνηθέστερα μεθόδους μηχανικής μάθησης

Χρησιμότητα αισθητήρων

Αναγνώριση δραστηριότητας (activity recognition)

- Αισθητήρες:
  - Inertial measurement Unit sensors
  - Wearable sensors



- Τι εντοπίζουμε:



- Χρησιμότητα: Εφαρμογές σε ιατρική κ εφαρμογές για άθληση

Αναγνώριση δραστηριότητας (activity recognition)

- https://rea-project.gr/en/home-en/

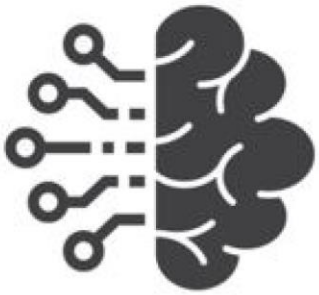
PEA



PERSON WITH SENSOR



SENSING DEVICE



MACHINE LEARNING



FALL DETECTION

Αναγνώριση συναισθήματος

- Αισθητήρες : imu sensors και αισθητήρες φυσιολογίας (physiological sensors), πχ καρδιακοί παλμοί, εφίδρωση, εγκεφαλικά κύματα
- Τι εντοπίζουμε: επίπεδα στρες ή αν κάποιο ερέθισμα προκαλεί καλό/κακό συναίσθημα (valence/arousal)
- Χρησιμότητα: σε επαγγέλματα που επηρεάζονται από το στρες, σε εφαρμογές επαυξημένης/εικονικής πραγματικότητας για να αξιολογήσουμε την αίσθηση που προκαλεί ένα περιβάλλον

Αναγνώριση συναισθήματος

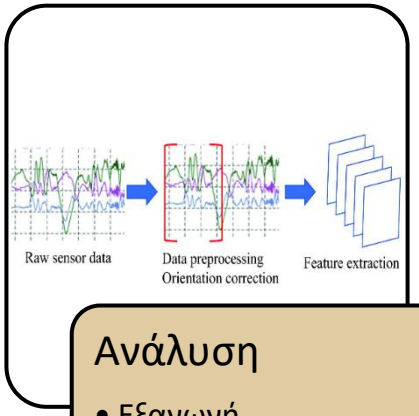
- https://xr4drama.eu/

XR4DRAMA



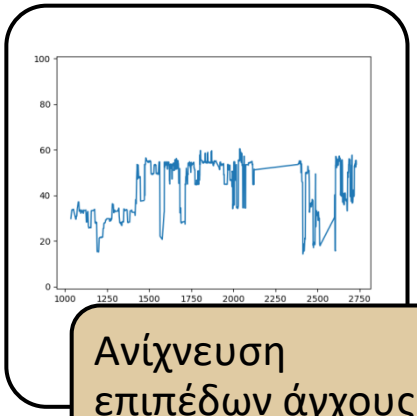
Αισθητήρες

- ECG
- Αναπνοή
- IMU



Ανάλυση

- Εξαγωγή χαρακτηριστικών
- Επιλογή μεταβλητών
- Εκπαίδευση μοντέλου



Ανίχνευση επιπέδων άγχους

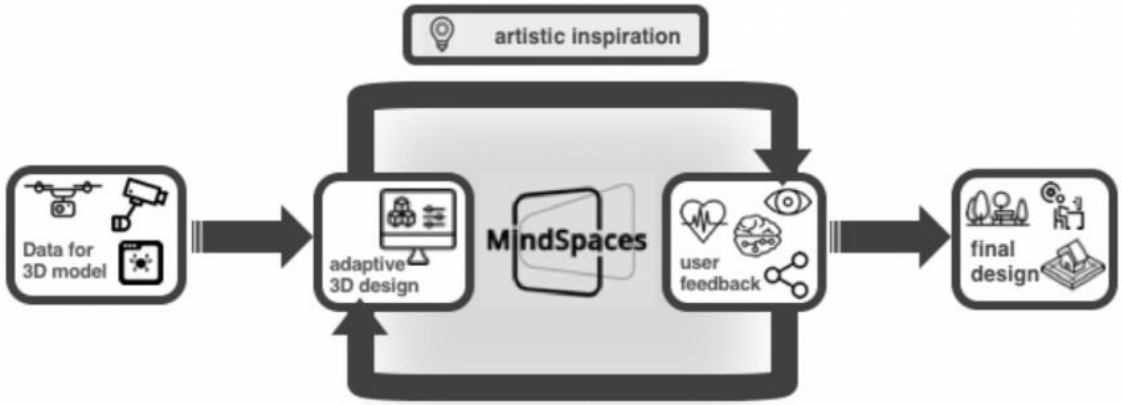
- Παλινδρομικά μοντέλα

Αναγνώριση συναισθήματος

- https://mindspaces.eu/

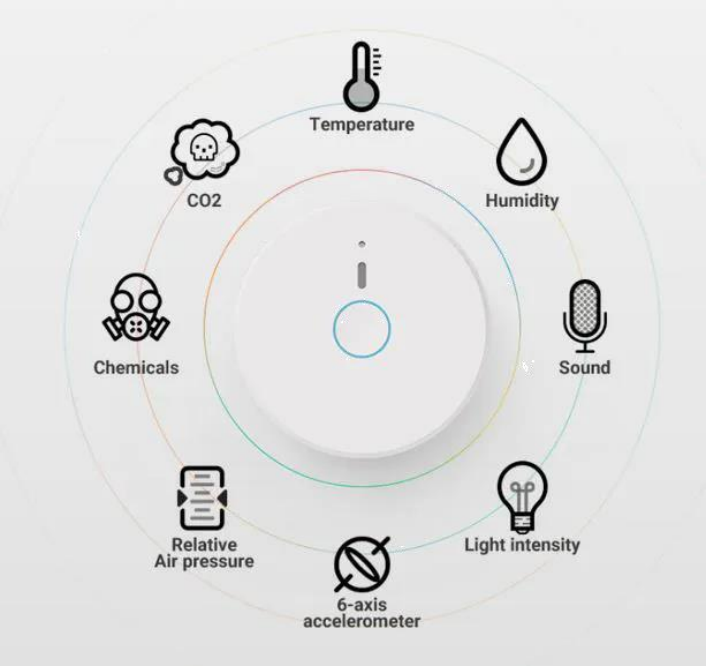
MindSpaces

S+T+ARTS LIGHTHOUSE MindSpaces



Ανάλυση περιβαλλοντικών αισθητήρων

- Αισθητήρες: περιβαλλοντικοί αισθητήρες (environmental sensors)
- Τι εντοπίζουμε: ποιότητα αέρα, ύπαρξη κίνησης στο χώρο
- Χρησιμότητα: χώροι ανοικοδόμησης



Ανάλυση περιβαλλοντικών αισθητήρων

- https://www.ashvin.eu/



Environmental sensors

Noise
Temperature
Dust
Atmospheric pressure
Humidity
-Accelerometer



Occupancy detection

Εξόρυξη γνώσης από δεδομένα αισθητήρων

Ανάλυση δεδομένων αισθητήρων

- Αξιοποίηση γνώσης από αισθητήρες ⇨ εφαρμογές μηχανικής μάθησης
- Σημαντικό κομμάτι της επεξεργασίας αυτών των δεδομένων είναι η επεξεργασία του σήματος για μείωση θορύβου
- Κατάλληλες τεχνικές είναι το φιλτράρισμα και η εξαγωγή χαρακτηριστικών

Μηχανική μάθηση (machine learning)

- Τι είναι η μηχανική μάθηση?: επιστημονικό πεδίο που δημιουργεί μεθόδους που μαθαίνουν από τα δεδομένα
- Κατηγορίες:
  - supervised
  - unsupervised

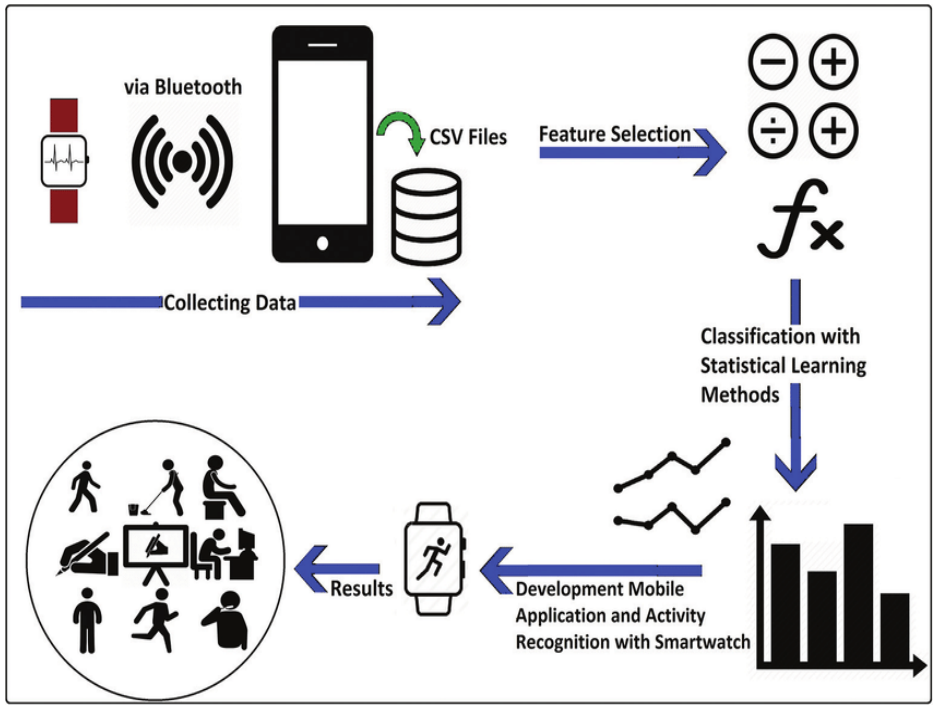
Μηχανική μάθηση (machine learning)

- Είδη του Supervised learning:
  - Ταξινόμηση (Classification): όταν έχω μια κατηγορική εξαρτημένη μεταβλητή, πχ άρρωστος/υγιής.
  - Παλινδρόμηση (Regression): όταν η εξαρτημένη μεταβλητή έχει συνεχείς τιμές, πχ βάρος, οικονομικό κέρδος.

Βήματα ανάλυσης δεδομένων αισθητήρων

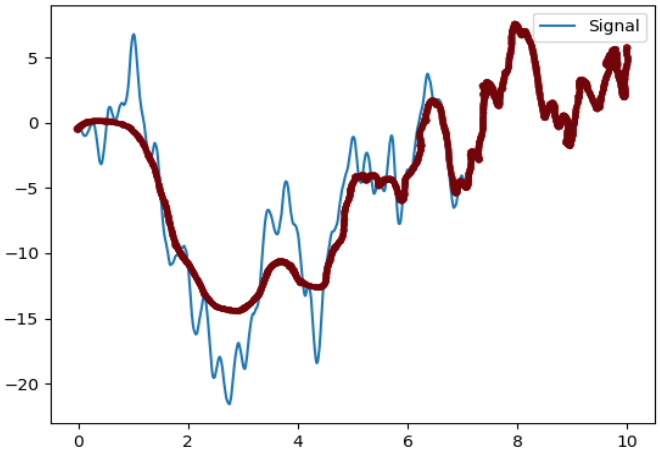
Βήματα ανάλυσης

- Παράδειγμα: αναγνώριση δραστηριότητας από ένα έξυπνο ρολόι
- Αξελερόμετρο+γυροσκόπιο+μαγνητόμετρο
- Περπατάω/κάθομαι /ξαπλώνω/ τρέχω



Βήματα ανάλυσης

- Συλλογή δεδομένων: σε πραγματικό χρόνο, ή στο τέλος ενός πειράματος
- Επεξεργασία σήματος (πχ εφαρμογή φίλτρου)
  - Πχ χρονικό παράθυρο,
  - Fast Fourier Transformation
  - Empirical mode decomposition

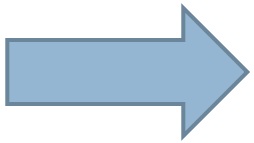


*stackoverflow

Βήματα ανάλυσης

timestamp	accelero meter	gyrosco pe
00:05		
00:10		
00:15		
00:20		
00:25		
00:30		
00:35		
00:40		

Εξαγωγή χαρακτηριστικών (feature extraction): time domain features (average, median etc), frequency domain features (FFT)



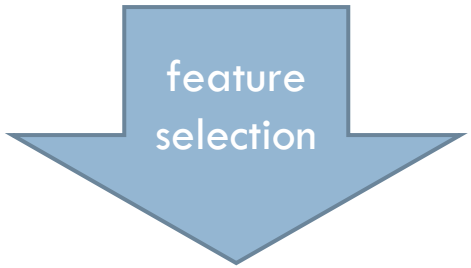
Mean _acc	Media n_acc	Std_ac c	Mean _gyro	Media n_gyr o

Βήματα ανάλυσης

- Επιλογή μεταβλητών (feature selection)

mean	median	std	variance	min	max	XX	XX

μείωση όγκου δεδομένων και αύξηση αποτελεσματικότητας του μοντέλου πρόβλεψης



mean	median	std	XX	XX

Βήματα ανάλυσης

- Δημιουργία μοντέλου πρόβλεψης:
  - Χωρίζω σε δεδομένα εκπαίδευσης και ελέγχου (train & test set)
  - σε αυτές τις εφαρμογές ο τρόπος που μπορώ να χωρίσω είναι να πάρω κάποιους users για την εκπαίδευση του μοντέλου κ κάποιους άλλους για τον έλεγχο του μοντέλου

Βήματα ανάλυσης

- Εφαρμογή αλγορίθμων μηχανικής μάθησης
- Εκπαίδευση αλγορίθμου στα δεδομένα εκπαίδευσης και έλεγχος αποδοτικότητας στα δεδομένα ελέγχου
- Εφαρμογή σε κάθε αισθητήρα

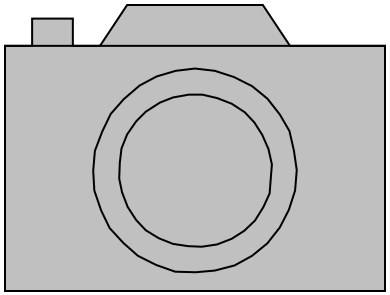
Συνδυασμός αισθητήρων

- Τι γίνεται αν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε κ τους 3 αισθητήρες μαζί για την αναγνώριση της δραστηριότητας?
- Αν οι αισθητήρες έχουν την ίδια συχνότητα ⇨ concatenation
- Αν έχουμε διαφορετικές συσκευές? Ή αν δεν έχουμε διαθέσιμα τα αρχικά δεδομένα και έχουμε μόνο τα αποτελέσματα? ⇨

  μέθοδοι σύντηξης

Τεχνικές σύντηξης (fusion)

Συνδυασμός αισθητήρων





activity detected from visual data

activity detected from wearable's data

fusion of the two results

Σύντηξη (fusion)

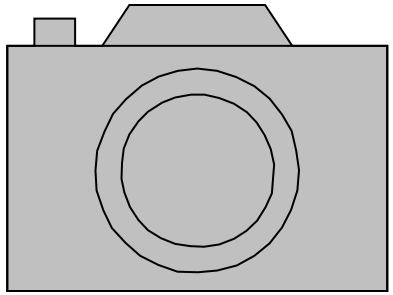
- 2 βασικά είδη σύντηξης:
  - **πρώιμη σύντηξη (early fusion)**: η ένωση γίνεται σε επίπεδο δεδομένων. Συνηθέστερες μέθοδοι: concatenation
  - **καθυστερημένη σύντηξη (late fusion)**: η σύντηξη γίνεται σε επίπεδο αποτελεσμάτων κάποιου αλγορίθμου. Διάφορες τεχνικές: weighted averaging, majority voting, stacking

Σύντηξη (fusion)

Sample id	Prediction	Pred. Prob.
1	Walk	0.76
2	Sit	0.88
3	Lie down	0.7

Sample id	Prediction	Pred. Prob.
1	Walk	0.8
2	Lie down	0.6
3	Slt	0.56

Οφέλη: μεγαλύτερη ακρίβεια πρόβλεψης- δυνατότητα αξιοποίησης περισσότερων πηγών





Σχετικές δημοσιεύσεις

- Xefteris, V.-R.; Tsanousa, A.; Georgakopoulou, N.; Diplaris, S.; Vrochidis, S.; Kompatsiaris, I. Graph Theoretical Analysis of EEG Functional Connectivity Patterns and Fusion with Physiological Signals for Emotion Recognition. Sensors 2022, 22, 8198. https://doi.org/10.3390/s22218198
- A. Tsanousa, E. Bektsis, C. Kyriakopoulos, A. González, U. Leturiondo, I. Gialampoukidis, A. Karakostas, S. Vrochidis, I. Kompatsiaris, "A review of multisensor data fusion solutions in smart manufacturing: systems and trends", Sensor data fusion analysis for broad applications, MDPI
- V. -R. Xefteris, A. Tsanousa, G. Meditskos, S. Vrochidis and I. Kompatsiaris, "Performance, challenges, and limitations in multimodal fall detection systems: a review," in IEEE Sensors Journal, doi: 10.1109/JSEN.2021.3090454.
- A. Tsanousa, G. Meditskos, S. Vrochidis, L. Angelis. "A novel feature selection method based on comparison of correlations for human activity recognition problems". Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 6 March 2020.

Επικοινωνία

- Στέφανος Βροχίδης (διευθυντής εργαστηρίου M4D): stefanos@iti.gr
- Αθηνά Τσανούσα (Μεταδιδακτορική ερευνήτρια):

atsan@iti.gr

- Βασίλειος-Ραφαήλ Ξεφτέρης: vxefteris@iti.gr


Thank You