



Breaking bad Breakfast habits SMART BREAK 2 Further project H&W



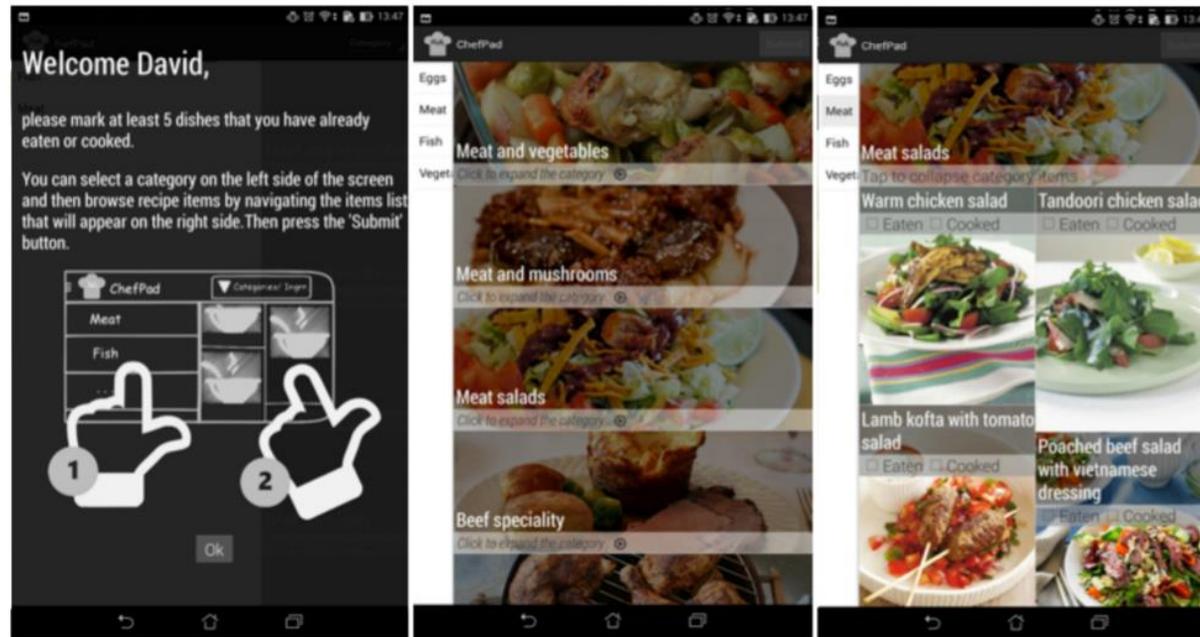
2

Responsabili della ricerca:

- ✓ EMILIANO SISINNI
(Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione)
- ✓ MAURIZIO CASTELLANO
(Dipartimento Scienze Cliniche e Sperimentali)
- ✓ GIANNI GILIOLI
(Dipartimento di Medicina Molecolare e Traslazionale)

Il progetto

- Il progetto “SMART BREAK 2” si inserisce nella tematica dei Food Recommendation Systems (FRS)
- I “recommender systems” sono degli strumenti di support alle decisioni che, in modo proattivo, identificano e suggeriscono degli “item”, che ci sia aspetta soddisfino le aspettative dell’utente
- Scopo specifico: fornire agli utenti (e.g., studenti della mensa universitaria) suggerimenti personalizzati che orientino le loro scelte alimentari



Le informazioni

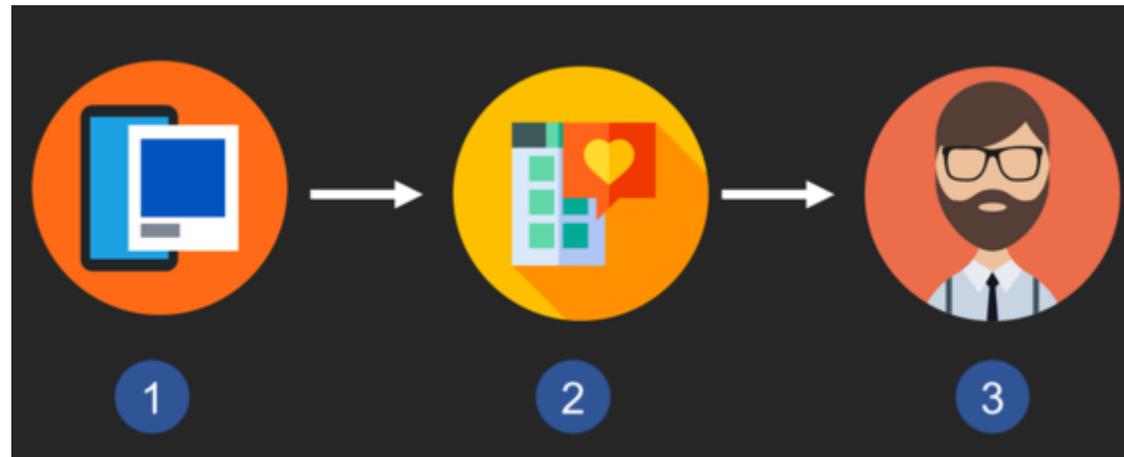
Tali suggerimenti sono derivati dall'elaborazione di una serie di informazioni che valutano in ordine di importanza:

1. I principi di **sana e corretta alimentazione**, derivati dalle più recenti indicazioni in ambito nutrizionale.
2. Le attività e gli **stili di vita** adottati dallo studente, che prendano in considerazione anche le attività didattiche, extracurricolari e ludico-sportive
3. Le **preferenze alimentari** dello studente ed **eventuali intolleranze** o allergie, desunte automaticamente dallo storico delle scelte pregresse di prenotazione dei pasti presso la mensa e confermate o integrate dalla raccolta di feedback espliciti da parte dello stesso e dati di profilo



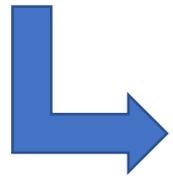
I momenti cruciali

- **Raccolta dati in ingresso (INPUT)**, tramite profilazione, somministrazione di un questionario di frequenza alimentare (FFQ) e uso di wearables per monitorare lo stile di vita.
- **Elaborazione e integrazione dei dati**, tramite codifica FFQ (SCORE) e uso di algoritmi per FRS, oltre ad una determinazione degli scarti alimentari.
- **Produzione di feedback personalizzati (OUTPUT)**, tramite feedback statico FFQ, uso di FRS per la formulazione di consigli e feedback dinamico.



Food Frequency Questionnaire – FFQ

- Per poter analizzare lo storico delle abitudini alimentari dell'utente in modo da verificarne l'aderenza con quanto proposto dal Piatto del Mangiar Sano, è stato sviluppato un questionario di frequenza alimentare (Food Frequency Questionnaire – FFQ)
- Questo strumento permette di rilevare la frequenza e le informazioni sulle dimensioni delle porzioni relative al consumo di alimenti e bevande in un determinato periodo di tempo



- ✓ Il FFQ del Fred Hutchinson Cancer Research Center è stato adattato alle esigenze italiane, rivedendo gli alimenti, la frequenza di assunzione, le dimensioni delle porzioni e il periodo di tempo.
- ✓ Per validarlo, l'assunzione giornaliera stimata utilizzando l'FFQ da parte di 51 soggetti sani è stata confrontata con la media dei diari alimentari di 3 giorni e un richiamo a 24 ore (metodo di riferimento)



Sui 23 nutrienti considerati, i coefficienti di Spearman variavano da 0,223 (sodio) a 0,748 (alcol) ed erano buoni ($\geq 0,50$) e accettabili (0,20-0,49) rispettivamente per 7 e 16 nutrienti. La classificazione incrociata ha mostrato una buona concordanza ($\geq 50\%$ nello stesso terzile o $\leq 10\%$ nel terzile opposto) per 7 nutrienti. I valori kappa di Cohen ponderati indicavano un risultato accettabile (0,20-0,60) per 13 nutrienti. I grafici blandi di Altman non mostravano eteroschedasticità nei termini di errore.

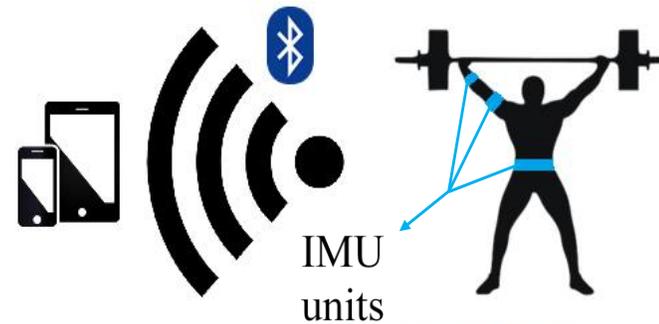
I wearables – il dispositivo

- L'attuale disponibilità di elevata potenza di calcolo unitamente a sensori di movimento accurati ed economici, sono alla base dei cosiddetti dispositivi indossabili (wearables)
- Quando usati per monitorare l'attività umana, sono suggeriti come una possibile soluzione per migliorare non solo le prestazioni degli atleti, ma anche per favorire uno stile di vita attivo



Un dispositivo user-friendly e non invasivo, basato su IMU integrata, in grado di tracciare e analizzare automaticamente l'allenamento con i pesi è stato sviluppato e testato. In particolare, due diversi problemi sono stati affrontati:

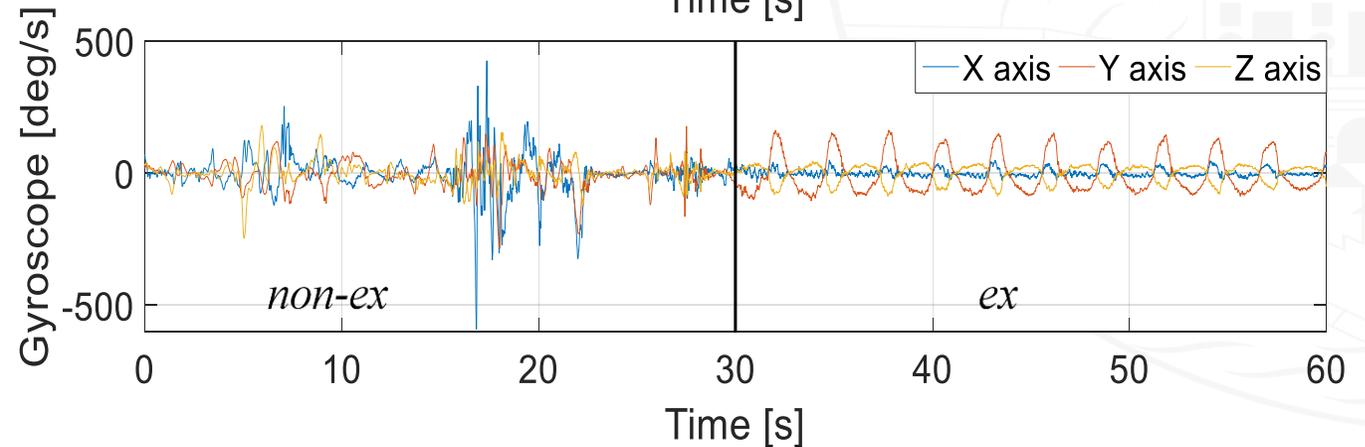
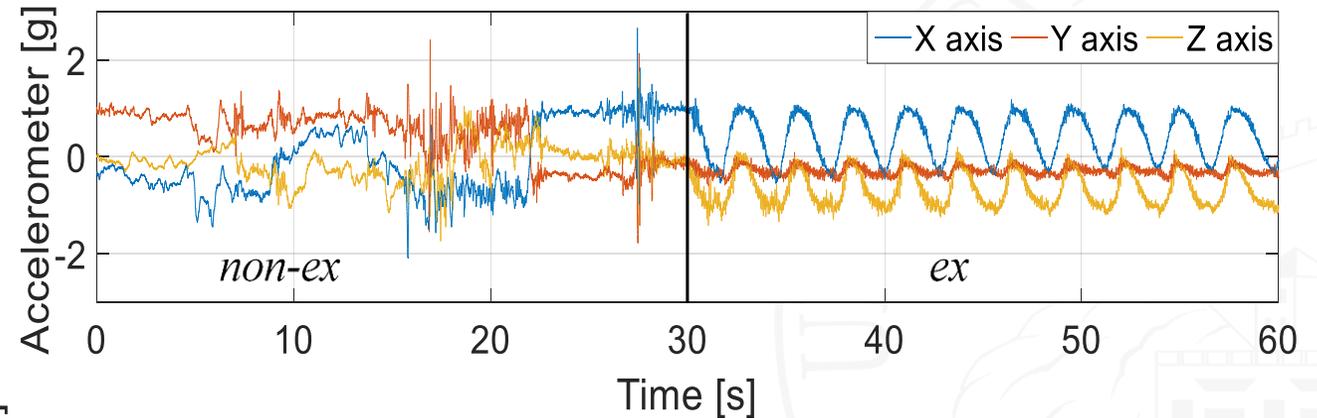
- ✓ l'identificazione dell'esercizio;
- ✓ La stima del numero di ripetizioni



L'x-IMU prodotto dalla x-IO technologies include un accelerometro triassiale a 12 bit, un giroscopio triassiale a 16 bit e un magnetometro triassiale a 12 bit (non utilizzato in questo lavoro). La frequenza di campionamento massima è 256 Sa/s.

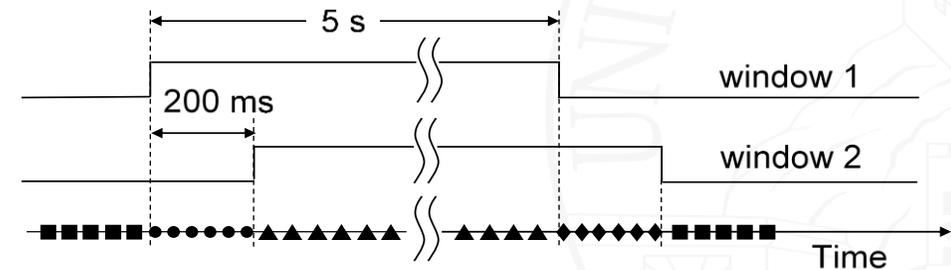
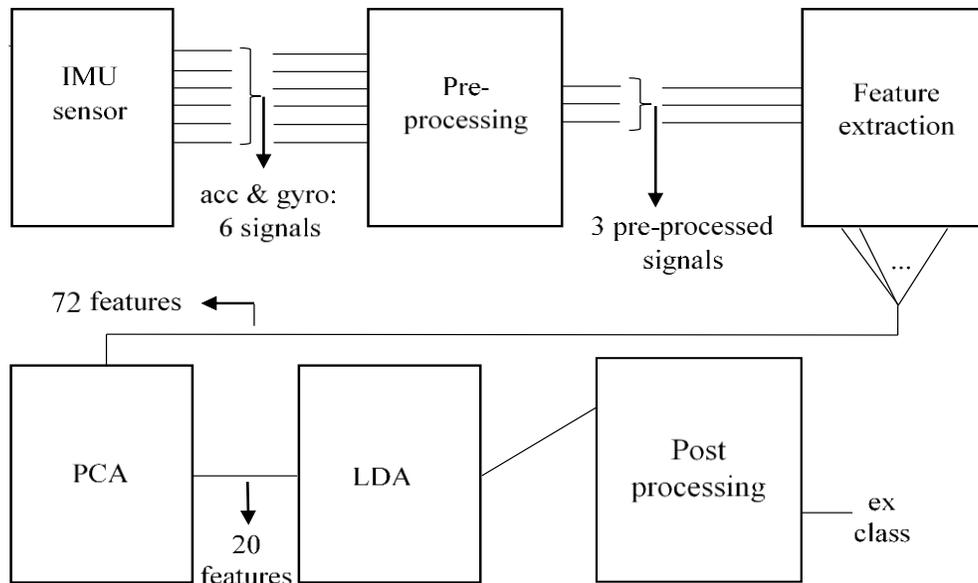
I wearables – l'estrazione delle features

- I segnali dell'IMU (accelerometrici e giroscopici) sono stati analizzati in termini di:
 - ✓ **Contenuto energetico** (ad esempio, l'esecuzione di movimenti porterà a un livello di energia più elevato rispetto allo stare fermi)
 - ✓ **Contenuto frequenziale** (i movimenti ripetitivi degli esercizi mostrano caratteristiche periodiche, che non dovrebbero essere presenti nei movimenti casuali)
 - ✓ **Forma** (per distinguere tra diversi esercizi)



I wearables – la classificazione

- Il sistema di classificazione è stato reso il più semplice possibile, ricorrendo all'uso delle ben note ed ampiamente accettate tecniche della PCA (Principal Component Analysis, per la riduzione delle feature) e della LDA (Linear Discriminant Analysis, per la classificazione vera e propria)

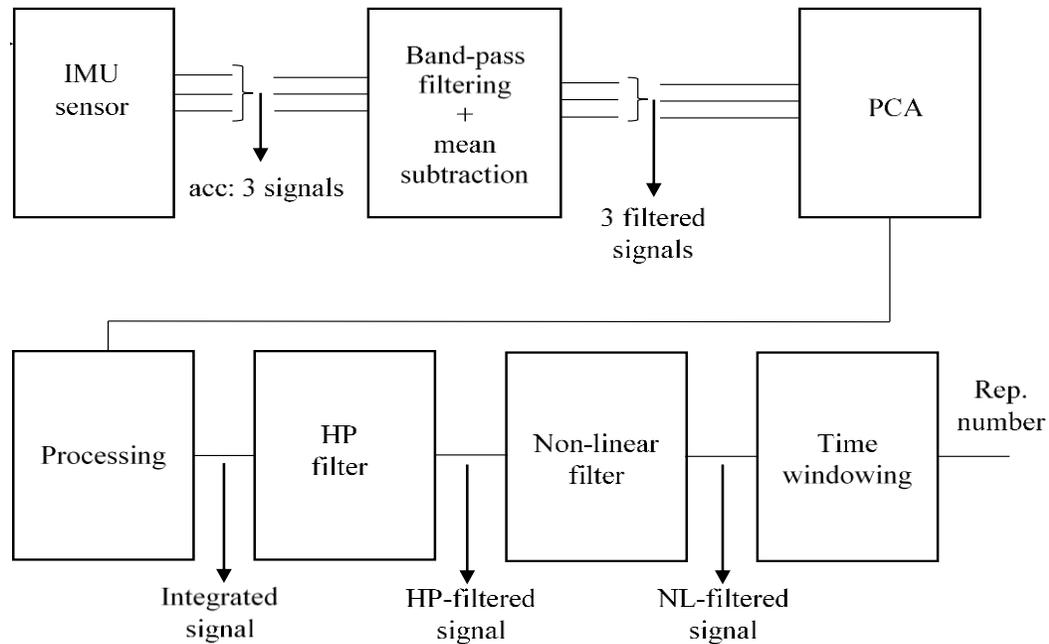


Prima di estrarre le feature di interesse il segnale è stato opportunamente finestrato

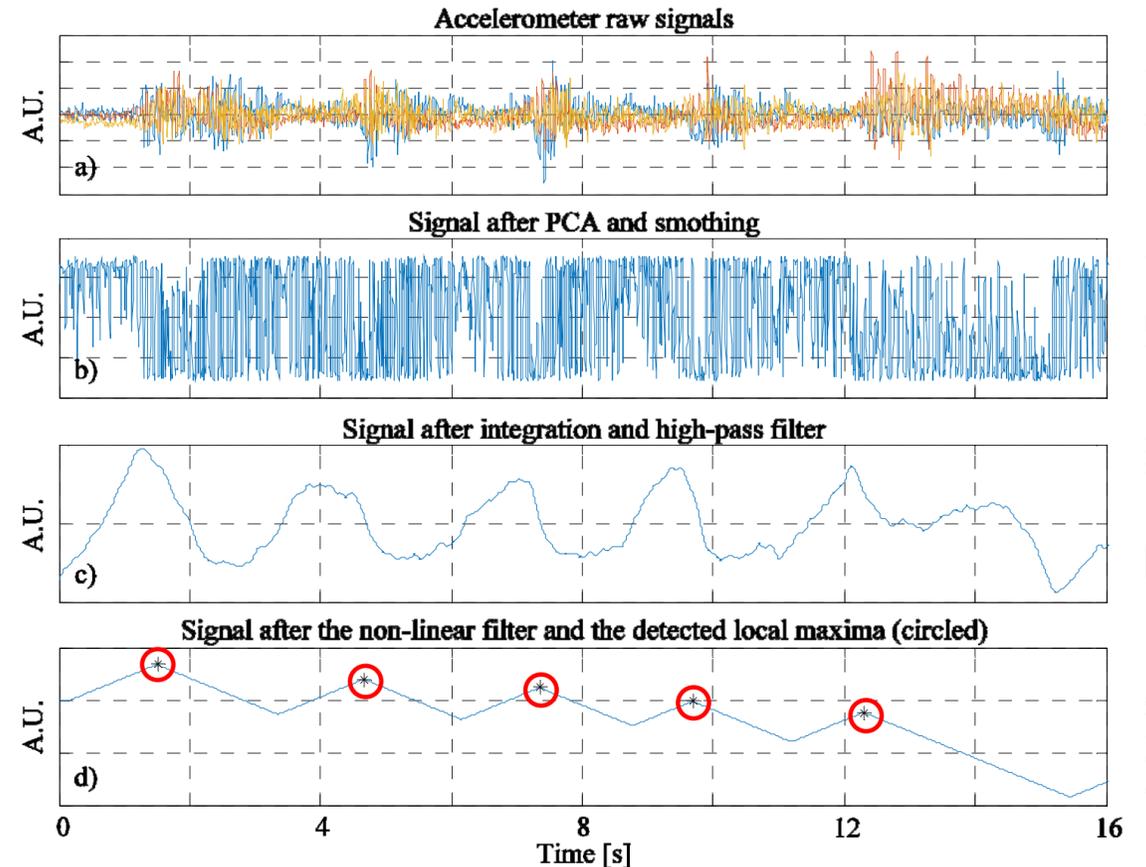
Il sistema di classificazione proposto.

I wearables – la classificazione

- Per quanto riguarda il conteggio delle ripetizioni, si è cercato di semplificare il processing il più possibile, ricorrendo ad opportune tecniche di filtraggio lineare e non per enfatizzare le periodicità presenti nei segnali

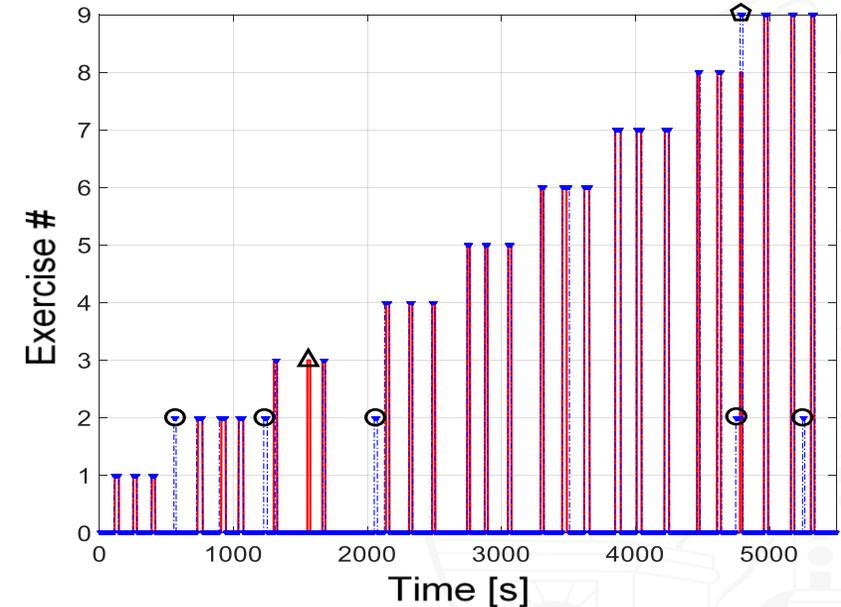


Il sistema di conteggio proposto.



I wearables – gli esperimenti

- I dati del test sono stati raccolti da un gruppo di 7 volontari (5M e 2F, età compresa tra 22 e 37 anni, da dilettanti a esperti in sollevamento pesi @ Univ of applied science - Linz).
- Hanno eseguito un circuito di nove esercizi (squats, deadlifts, rowing, bench press, shoulder press, biceps curls, french press, lateral raise, and lateral raise bent forward) mentre indossavano il dispositivo wearable.
- I volontari aggiornavano un diario nel quale annotavano le tempistiche degli esercizi, al fine di aiutare la fase di etichettatura dell'algoritmo, unitamente ad ogni fatto insolito durante l'allenamento.



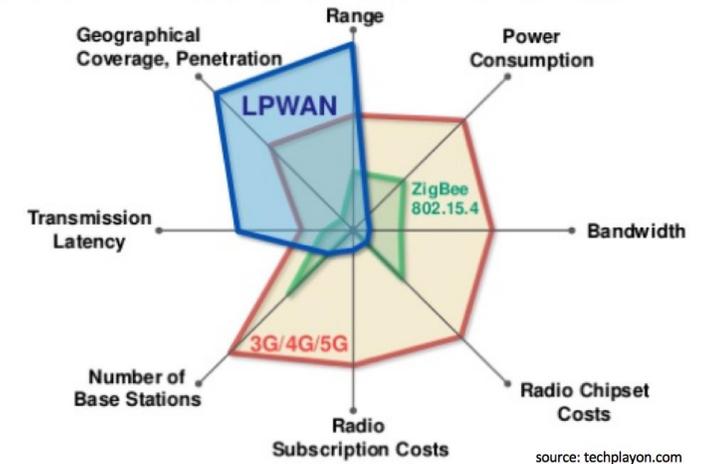
La linea rossa continua è per le etichette effettive (annotate manualmente); la linea blu tratteggiata è per l'output del classificatore. I cerchi evidenziano i FP; i triangoli evidenziano FN; i pentagoni evidenziano classificazioni errate



È stata raggiunta un'accuratezza complessiva pari al 97% per la classificazione e del 94% per il conteggio degli esercizi.

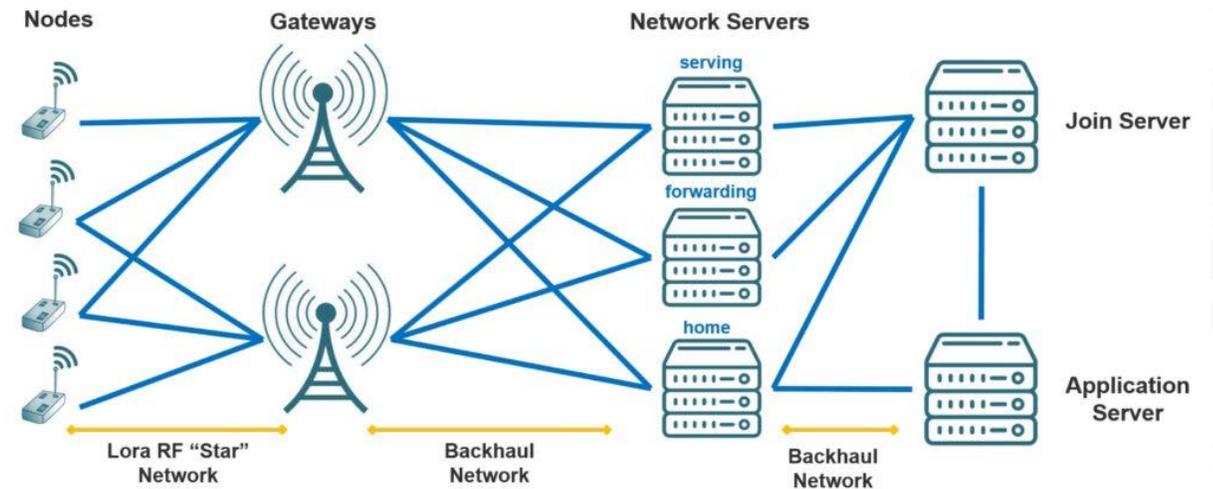
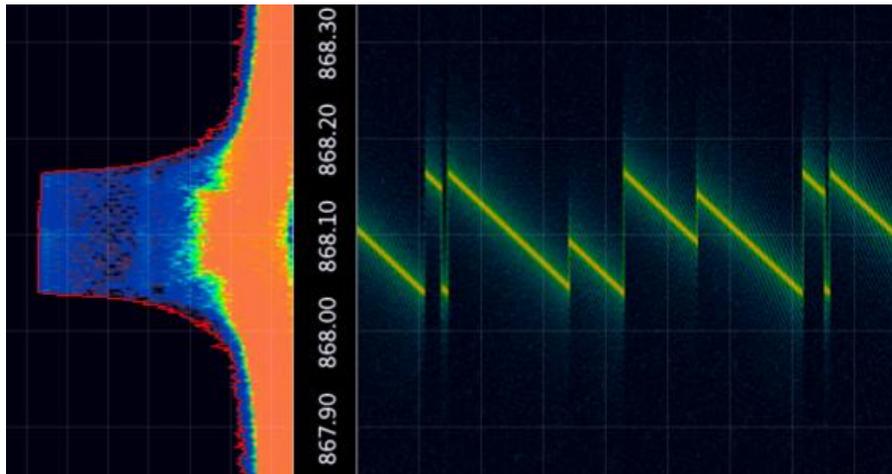
L'Internet of Things (IoT) e il trasferimento dell'informazione

- L'Internet of Things (IoT) e gli oggetti intelligenti stanno trovando applicazioni in domini molto diversi, incluso l'ambito della salute
- Tuttavia la principale sfida da risolvere è la disponibilità di comunicazioni wireless affidabili e a basso consumo, che giustifica il crescente interesse verso le cosiddette Low Power Wide Area Network (LPWAN)
- L'uso della tecnologia LoRaWAN (Long Range WAN) come possibile infrastruttura di connessione dei wearables necessari al monitoraggio degli utenti è stato oggetto di studio



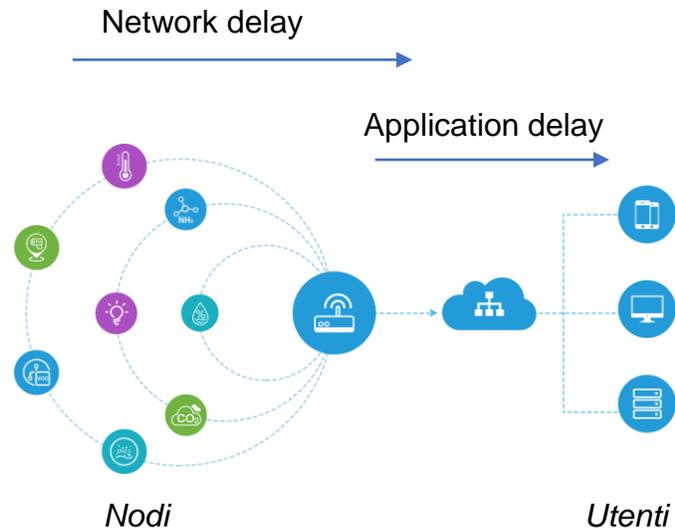
LoRaWAN

- LoRaWAN offre un backend standardizzato che include entità logiche denominate Network, Application e Join Server
- La tecnologia di comunicazione radio LoRa, basata su una modulazione Chirp Spread Spectrum(CSS) evoluta permette di coprire aree di diversi km² con potenze di trasmissione nell'ordine di 14dBm

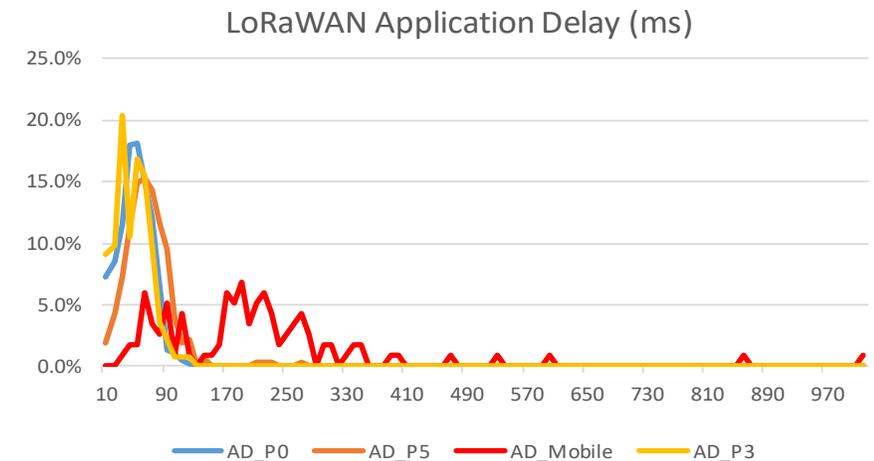
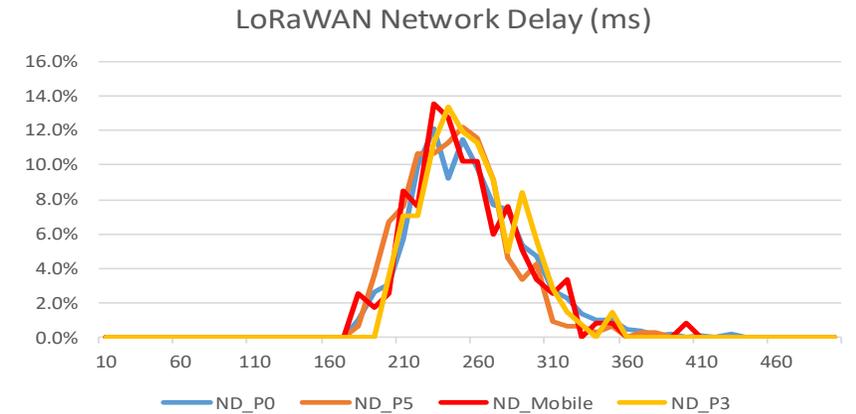


LoRaWAN

- L'elevata sensibilità di ricezione rende LoRaWAN adatta ad un utilizzo sia outdoor che indoor
- Può essere utilizzato in un contesto di mobilità a bassa velocità
- Le prestazioni sono state valutate riferendosi all'infrastruttura di A2A Smart city che copre l'intero territorio urbano

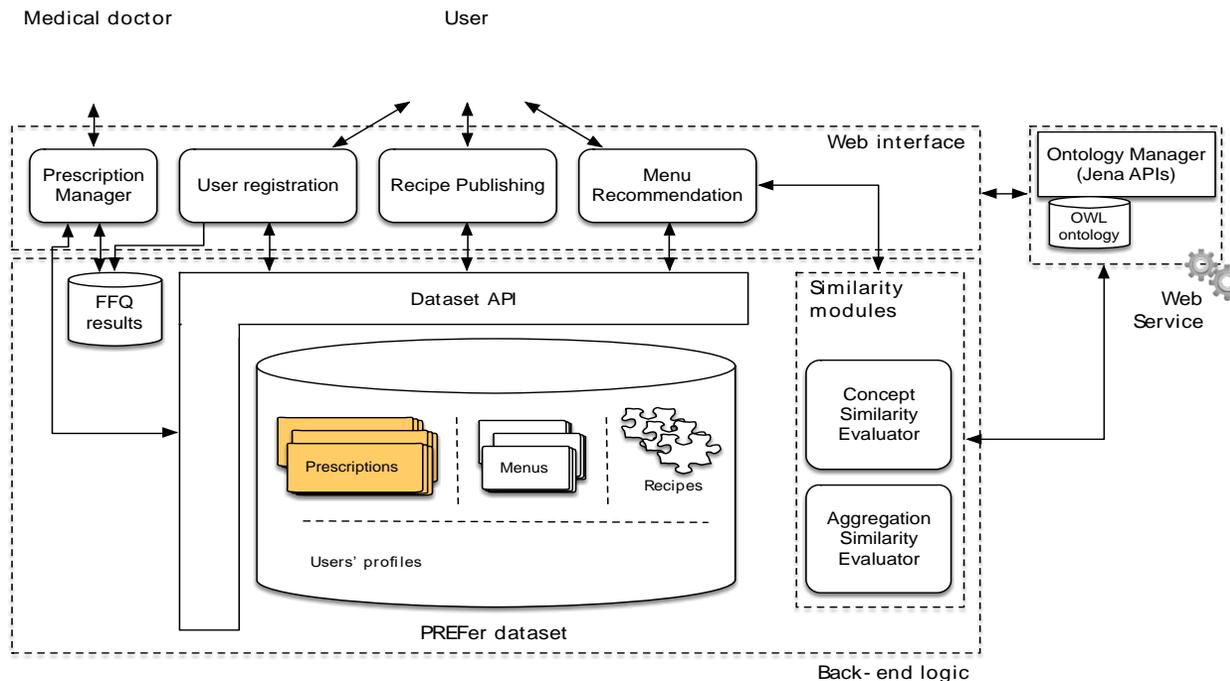


Il percorso nella città di Brescia usato per valutare i ritardi dell'infrastruttura a LoRaWAN



Sistemi di raccomandazione

- È ormai noto che i sistemi di raccomandazione (Recommender Systems, RS) sono utili per mitigare le cattive abitudini dei soggetti e spingerli verso più sani comportamenti
- Nell'ambito del progetto è stato completato il sistema PREFer (Prescriptions for REcommending Food), che è stato poi **espanso** ad un orizzonte più ampio, che coinvolgesse anche **altre informazioni** relative all'utente, estratte dai **dati sui suoi movimenti** così come rilevati tramite dispositivi indossabili e il complesso **ambiente** in cui l'utente si trova ad operare

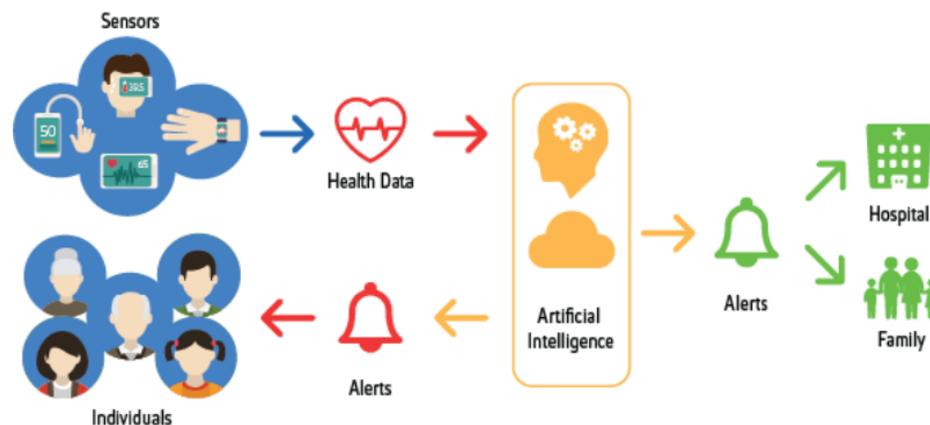


Il processo di raccomandazione ha tenuto in considerazione:

- le preferenze degli utenti, sia a breve termine (desideri estemporanei dell'utente su cosa vuole mangiare al momento della raccomandazione, espressi sotto forma di query basate su keyword) che a lungo termine (costruite partendo dallo storico delle scelte effettuate dall'utente in passato);
- una composizione del menu conforme a delle pratiche di buona alimentazione (denominate prescrizioni), allo scopo di promuovere abitudini alimentari corrette.

Conclusioni

- Gli Smart Environment sono ormai una realtà consolidata e sono ormai innumerevoli le sperimentazioni innovative che si muovono in questa ambito
- Il progetto Smart Break 2 si è sviluppato lungo tre direzioni di ricerca principali:
 - ✓ Valutazione dell'utilizzo degli FFQ
 - ✓ Valutazione delle tecnologie IoT (wearables, soluzioni di comunicazione) in ambito fitness/healthcare
 - ✓ Valutazione dei sistemi FRS
- Studenti, neolaureati e neo dottori in ricerca sono stati protagonisti di questo progetto (con tesi di laurea, argomenti di dottorati di ricerca, sperimentazione sul campo...)
- È stata dimostrata la possibilità e l'efficacia delle nuove tecnologie nel supportare e suggerire adeguati stili di vita



Publicazioni

- Bracale R, Mazzolari M, Becchetti C, Montinaro M, Saba E, Gilioli G, Sisinni E, Flammini A, Vicini S, Castellano M, Valerio A. Validity of a web-based food frequency questionnaire as a nutrition education tool: pilot study among university students. *Eat Weight Disord* 21: 538-539, 2016.
- B Zanini, A Simonetto, P Bertolotti, M Marullo, S Marconi, C Becchetti, G Gilioli, A Valerio, F Donato, C Ricci and M Castellano. Development and validation of a self-administered Italian semi-quantitative food frequency questionnaire to estimate nutrient intake. Accepted as Oral Communication at Nutrients 2019, upcoming in Barcelona, 25-27 September, 2019
- B Zanini, A Simonetto, P Bertolotti, M Marullo, S Marconi, C Becchetti, G Gilioli, A Valerio, F Donato, C Ricci and M Castellano. Development and validation of a self-administered Italian semi-quantitative food frequency questionnaire to estimate nutrient intake. Original Article, submitted to *Food and Nutrition Research*
- P. Ferrari, A. Flammini, M. Rizzi, E. Sisinni and M. Gidlund, "On the evaluation of LoRaWAN virtual channels orthogonality for dense distributed systems," 2017 IEEE International Workshop on Measurement and Networking (M&N), Naples, 2017, pp. 1-6. doi: 10.1109/IWMN.2017.8078371
- D. Fernandes Carvalho, A. Depari, P. Ferrari, A. Flammini, S. Rinaldi, E. Sisinni, "On the feasibility of mobile sensing and tracking applications based on LPWAN", 2018 IEEE Sensors Applications Symposium (SAS), Seoul, Republic of Korea, March 12-14, 2018, pp. 297-302, ISBN 978-1-5386-2092-2, DOI 10.1109/SAS.2018.8336765.
- D. Fernandes Carvalho, P. Ferrari, A. Flammini, E. Sisinni, "A Test Bench for Evaluating Communication Delays in LoRaWAN Applications", 2018 Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT, Brescia, Italy, April 16-18, 2018, pp. 249-254, ISBN 978-1-5386-2497-5, DOI 10.1109/METROI4.2018.8428323.
- Dhiego Fernandes Carvalho, Paolo Ferrari, Emiliano Sisinni, Alessandro Depari, Stefano Rinaldi, Marco Pasetti, Diego Silva, "A test methodology for evaluating architectural delays of LoRaWAN implementations", *Pervasive and Mobile Computing*, Volume 56, 2019, Pages 1-17.
- E. Sisinni, D. Fernandes Carvalho, P. Ferrari, A. Flammini, D. R. Cabral Silva, I. Da Silva, "Enhanced flexible LoRaWAN node for industrial IoT", 2018 14th IEEE International Workshop on Factory Communication Systems (WFCS), Imperia, Italy, June 13-15, 2018, pp. 1-4, ISBN 978-1-5386-1066-4, DOI 10.1109/WFCS.2018.8402367.
- D. F. Carvalho, A. Depari, P. Ferrari, A. Flammini, S. Rinaldi and E. Sisinni, "On the evaluation of application level delays in public LoRaWAN networks," 2019 IEEE International Symposium on Measurements & Networking (M&N), Catania, Italy, 2019, pp. 1-6.
- F. Bonafini et al., "Exploiting localization systems for LoRaWAN transmission scheduling in industrial applications," 2019 15th IEEE International Workshop on Factory Communication Systems (WFCS), Sundsvall, Sweden, 2019, pp. 1-8.

Publicazioni

- C. Crema, A. Depari, A. Flammini, E. Sisinni, T. Haslwanter and S. Salzmann, "IMU-based solution for automatic detection and classification of exercises in the fitness scenario," 2017 IEEE Sensors Applications Symposium (SAS), Glassboro, NJ, 2017, pp. 1-6, doi: 10.1109/SAS.2017.7894068
- C. Crema, A. Depari, A. Flammini, E. Sisinni, T. Haslwanter, S. Salzmann, "Characterization of a wearable system for automatic supervision of fitness exercises", Measurement, Volume 147, 2019.
- C. Crema, A. Depari, A. Flammini, E. Sisinni, A. Vezzoli and P. Bellagente, "Virtual Respiratory Rate Sensors: An Example of A Smartphone-Based Integrated and Multiparametric mHealth Gateway," in IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 66, no. 9, pp. 2456-2463, Sept. 2017, doi: 10.1109/TIM.2017.2707838.
- P. Bellagente, A. Depari, P. Ferrari, A. Flammini, E. Sisinni and S. Rinaldi, "M3IoT — Message-oriented middleware for M-health Internet of Things: Design and validation," 2018 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC), Houston, TX, 2018, pp. 1-6.
- D. Bianchini, V. De Antonellis, M. Garda e M. Melchiori, "Personalised Data Exploration in Smart Cities", in Proc. of 4th Italian Conference on ICT for Smart Cities and Communities (I-CiTies 2018), Settembre 2018, L'Aquila, Italy
- D. Bianchini, V. De Antonellis, M. Garda e M. Melchiori, "Exploiting Smart City Ontology and Citizens' Profiles for urban data exploration", in Proc. of 26th International Conference on Cooperative Information Systems (CoopIS 2018), Ottobre 2018, Valletta, Malta
- D. Bianchini, V. De Antonellis, M. Garda e M. Melchiori, "Semantics-enabled Personalised Urban Data Exploration", in Proc. of 19th International Conference on Web Information Systems Engineering (WISE 2018), Novembre 2018, Dubai, UAE
- D. Bianchini, V. De Antonellis, M. Garda, M. Melchiori, "Using a Smart City Ontology to Support Personalised Exploration of Urban Data (Discussion Paper)". Proc. of 27th Italian Symposium on Advanced Database Systems (SEBD 2019), Castiglione della Pescaia (Grosseto), Italy, 2019
- D. Bianchini, V. De Antonellis, M. Garda, M. Melchiori, "Data Lake Personalised Exploration Services for Smart Cities". Proc. of 5th Italian Conference on ICT for Smart Cities and Communities (I-CiTies 2019), Settembre 2019, Pisa, Italy
- A. Bagozi, D. Bianchini, V. De Antonellis, M. Garda e M. Melchiori, "Personalised Exploration Graphs on Semantic Data Lakes", in Proc. of 27th International Conference on Cooperative Information Systems (CoopIS 2019), Ottobre 2019, Rhodes, Greece

-
- Emiliano Sisinni: emiliano.sisinni@unibs.it
 - Personal website: emiliano-sisinni.unibs.it
 - ES3 research group: es3.unibs.it

