

# AIIC 2023

FORTEZZA DA BASSO

Firenze 10-13 maggio 2023



Convegno Nazionale  
Associazione Italiana Ingegneri Clinici

Innovazione e accessibilità:  
il governo delle tecnologie sanitarie come sfida sociale



IC



## Sistemi innovativi in campi cruciali della medicina e criticità

*Mauro Grigioni*

*Direttore del Centro Nazionale*

*Tecnologie Innovative Sanità Pubblica - ISS*



## Artificial Intelligence

AI Act - Regolamento sulla IA

MDR 2017/745

MDCG MDSW 2019

Aumenta la  
complessità,

non tanto quella del  
prodotto per la sua  
fruizione,

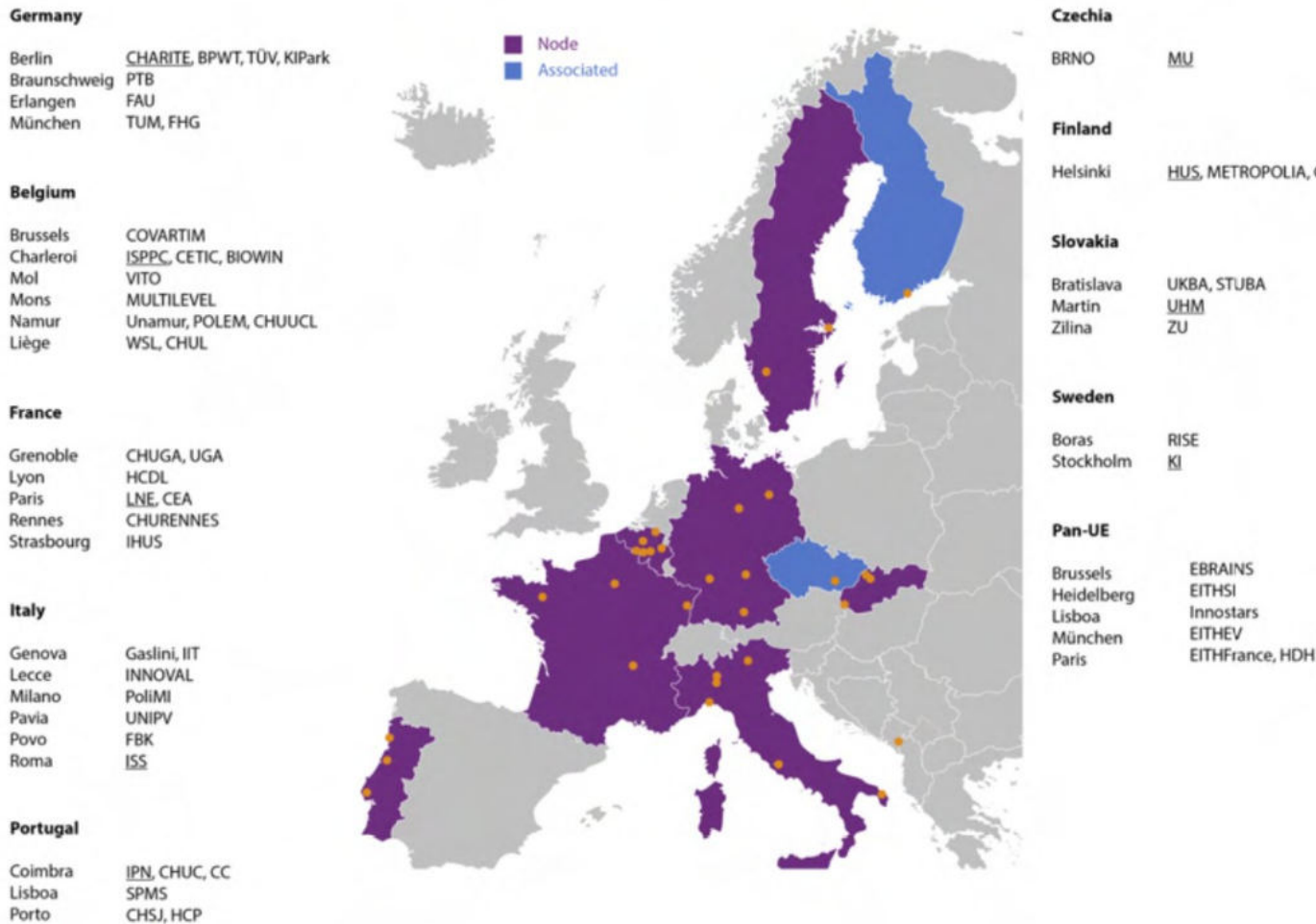
bensì quella  
regolatoria ( marchio  
CE per il sensore +  
marchio CE per il SW  
+ Regolamento IA e  
gestione dei dati,  
GDPR)

Per questo «Fast  
Track o Agile  
Certification» ???



## TEF Program x Health - (AI & Robotics)

- **Nodo Italiano : ISS, Polimi, UniPavia, IIT, FBK, INNOVAAL, Gaslini, Rina, Cattolica**



Coordinator: Charité Universitaetsmedizin Berlin

- **Work package**
- **WP2 – Ethics, Legal & Society**
- **WP3 – Physical Testing Centers**
- **WP4 – Virtual Testing Centers**
- **WP6 – Standards and Quality**
- **WP7 – Certification**
- **WP9 – Use Cases and Demonstrators**

# Strumenti Deep Learning per ottimizzazione dei protocolli di diagnosi CT

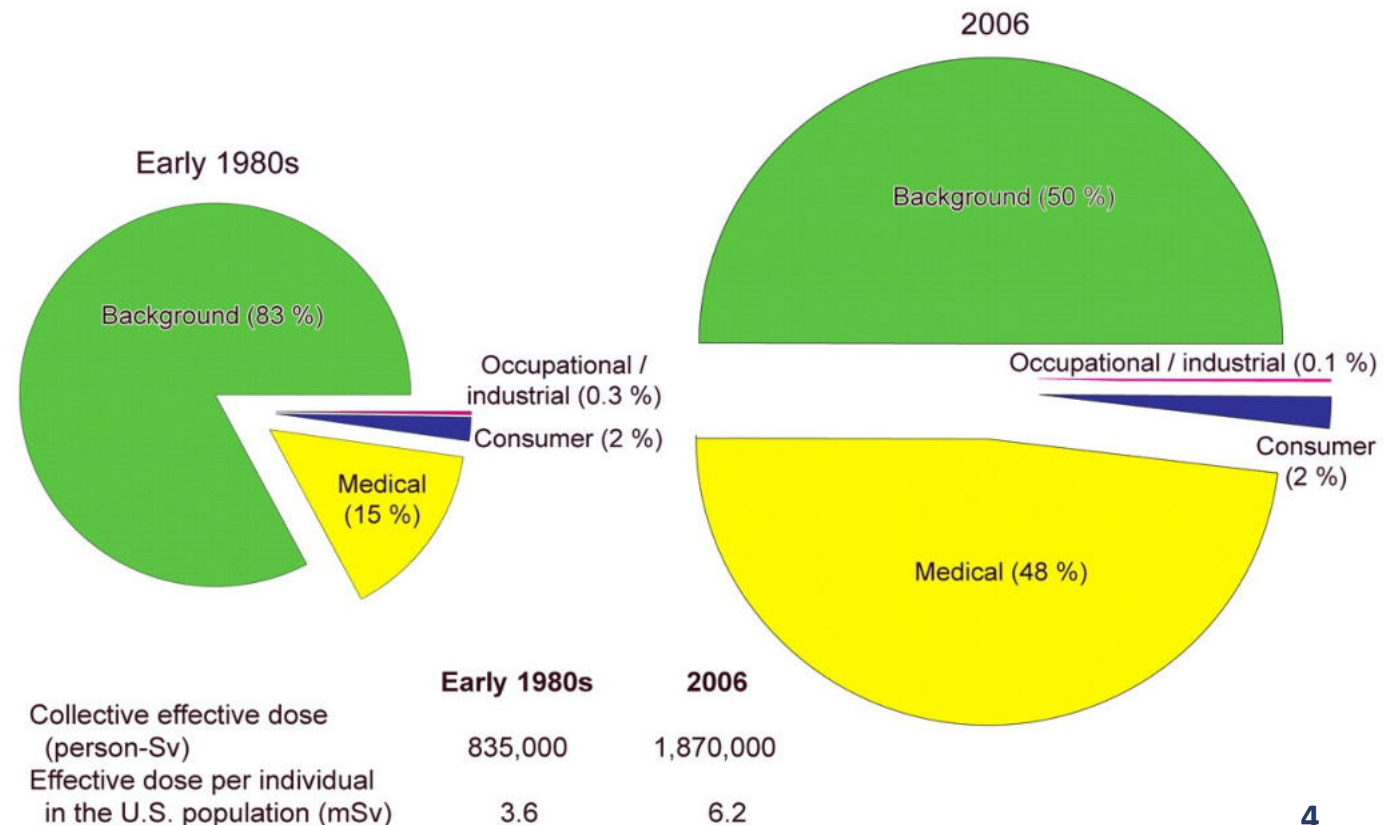
## AQ in Radiologia

**Impatto radiazioni ionizzanti in medicina**  
**Minimizzazione della dose mantenendo**  
**alti livelli diagnostici**

Italia: 51.6 M prestazioni radiologia diagnostica nel 2021 (Annuario statistico SSN)

Accordo con:

UO Careggi – Università di Firenze – ISS



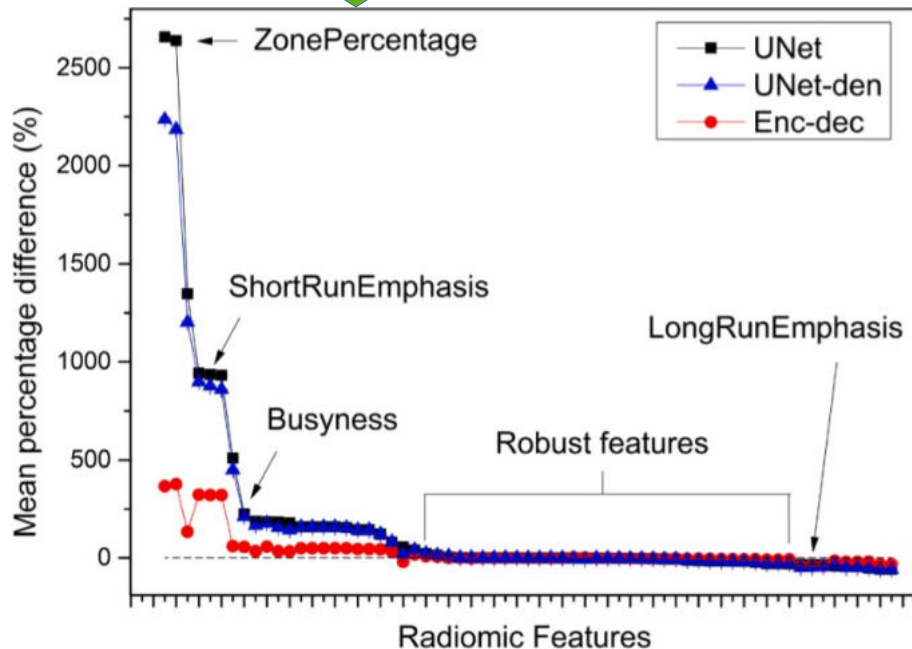
## AQ in Radiologia - Approccio

trade off: image quality ↔ delivered dose

- ✓ **migliorare Signal to Noise Ratio** (e possibilmente altri indici di qualità delle immagini) → definizione, implementazione e analisi di modelli DL (UNet, EncDec) per denoising e segmentazione
- ✓ misurare qualità attraverso il “compito diagnostico” che deve avere l'immagine → definizione, implementazione e analisi di CNN che riproducono le valutazioni dei radiologi/fisici medici (**Model Observer**) in condizioni controllate (su **fantocci ad hoc**)
- ✗ generalizzazione dei modelli e definizione di procedure di ottimizzazione automatizzate che non impegnino i radiologi in valutazioni time-consuming

## DL based Denoising, Ref: Physica Medica 83 (2021) 88-100

Ottime performance di SNR  
(e altri indici tradizionali)  
ma diverse caratteristiche del rumore sono alterate  
(valutate attraverso feature radiomiche)



### ZonePercentage

number of 2D zones/total pixel in ROI  
larger value → finer texture

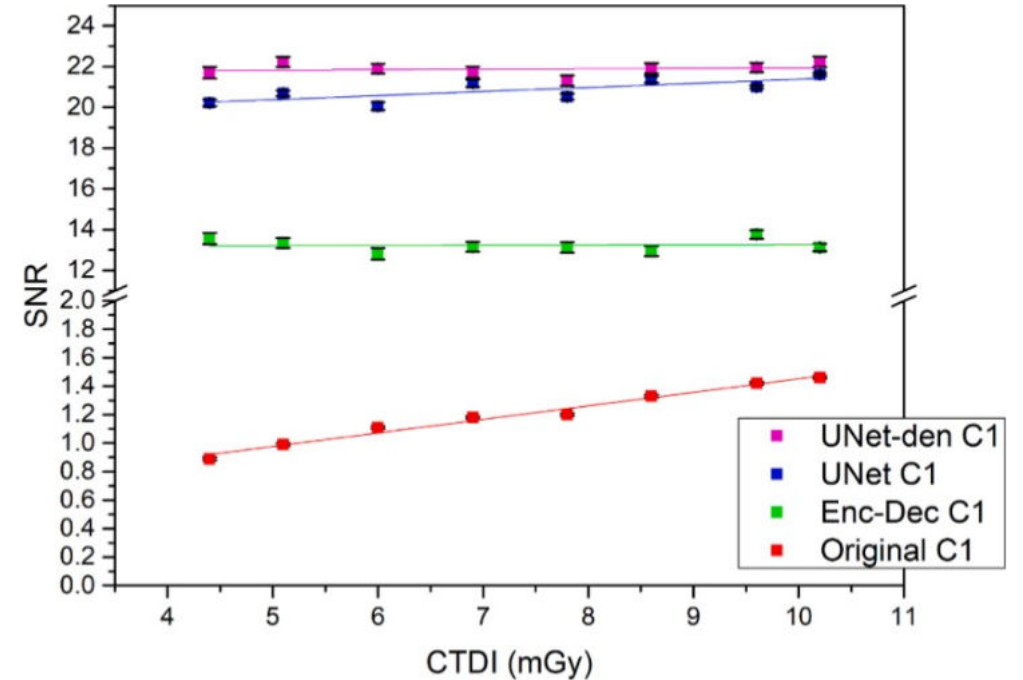
### ShortRunEmphasis

1D consecutive pixels with same gray level  
larger value → finer texture

### Busyness

change from pixel and its neighbors  
larger value → rapid changes of intensity

CTDI ~ Dose Index  
larger value → better image quality but higher patient dose

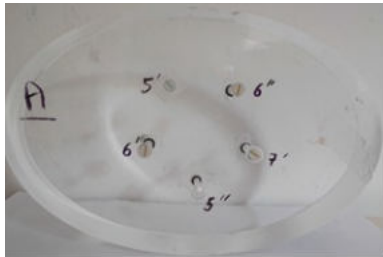




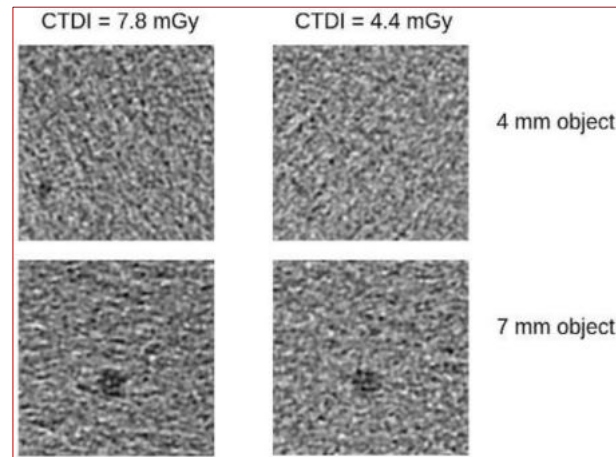
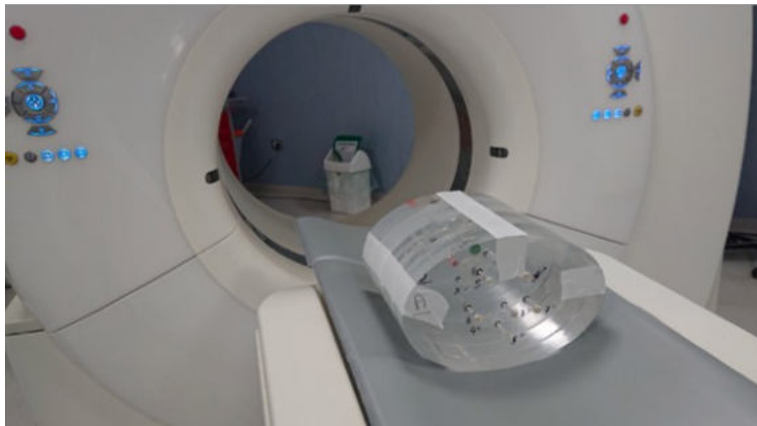


## «Model Observer» con CNN

Confronto con Valutazione del Radiologo o Fisico Medico

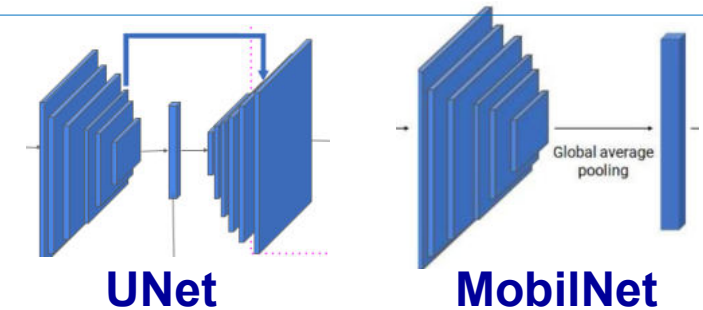


Fantoccio con inserti di diverse dimensioni e materiale di contrasto



Ricostruzione immagini in due modalità (IR e FBP)

Addestramento di due reti CNN (con architetture diverse) per riprodurre risposte dell'umano (MODEL OBSERVER)



classificazione:

- 1) no lesione (inserto)
- 2) forse inserto
- 3) probabile inserto
- 4) si inserto

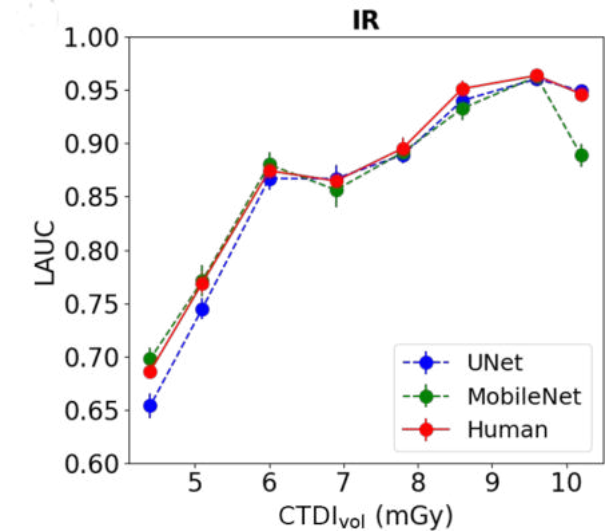
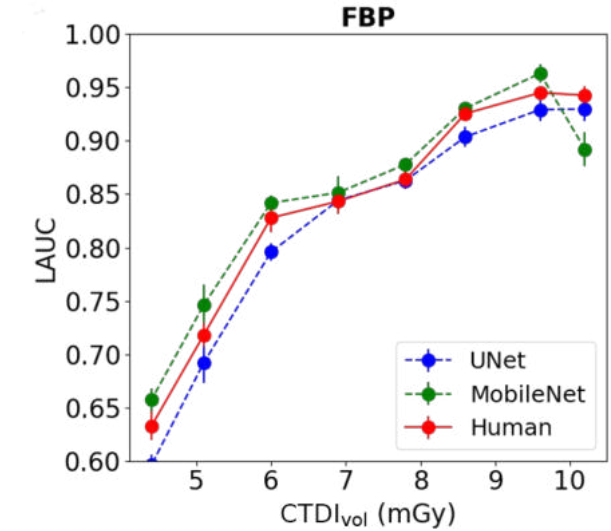
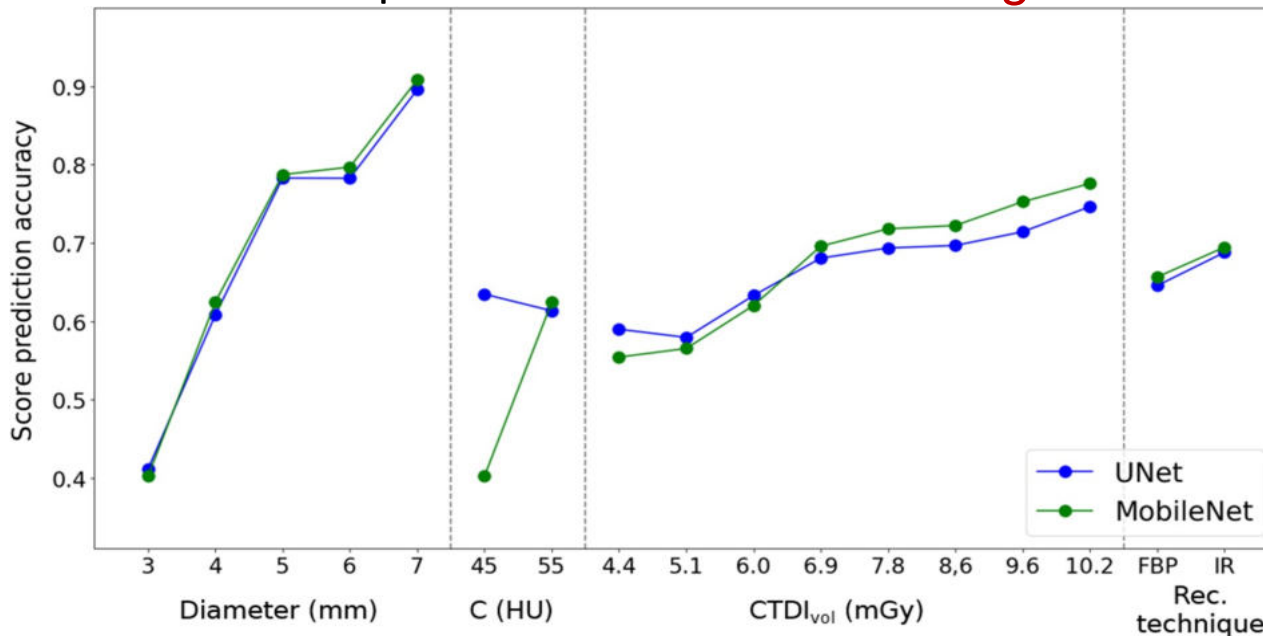
localizzazione (per 2,3 e 4)

# Prestazioni Model Observer basate su CNN

Ref: Journal of Medical Imaging v. 10 (S1) S11904 (2023)

I Model Observer e gli osservatori umani mostrano **performance** di riconoscimento e localizzazione degli inserti **molto simili** (variazione media <5%) rispetto a tutti i parametri indipendenti considerati

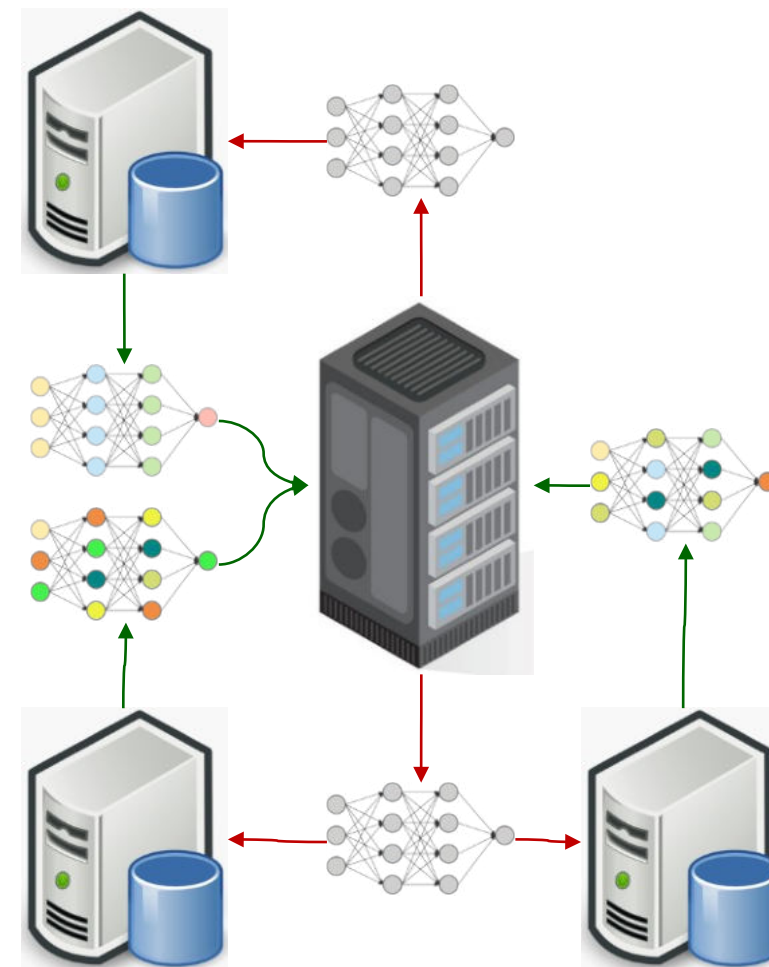
→ incoraggianti prospettive di generalizzazione e utilizzo per ottimizzazione automatica dei protocolli CT - **30.000 immagini CT valutate!**





## Infrastrutture per i Big Data e AI

- L'Elaborazione di dati clinici con metodologie di intelligenza artificiale per strutture sanitarie federate nel rispetto del GDPR
- per **Addestramento Federato in AI** (non si chiede di spostare dati, ma solo l'uso in locale per addestrare un algoritmo condiviso tra centri)



*missione M6C2, Investimento 1.3: Rafforzamento dell'infrastruttura tecnologica e degli strumenti per la raccolta, l'elaborazione, l'analisi dei dati e la simulazione*

## Progetto : FEDMED AI



Team



Sviluppo dell'algoritmo -  
Dpt Ing Informatica,  
Automatica e Gestionale  
Università di Roma  
Sapienza

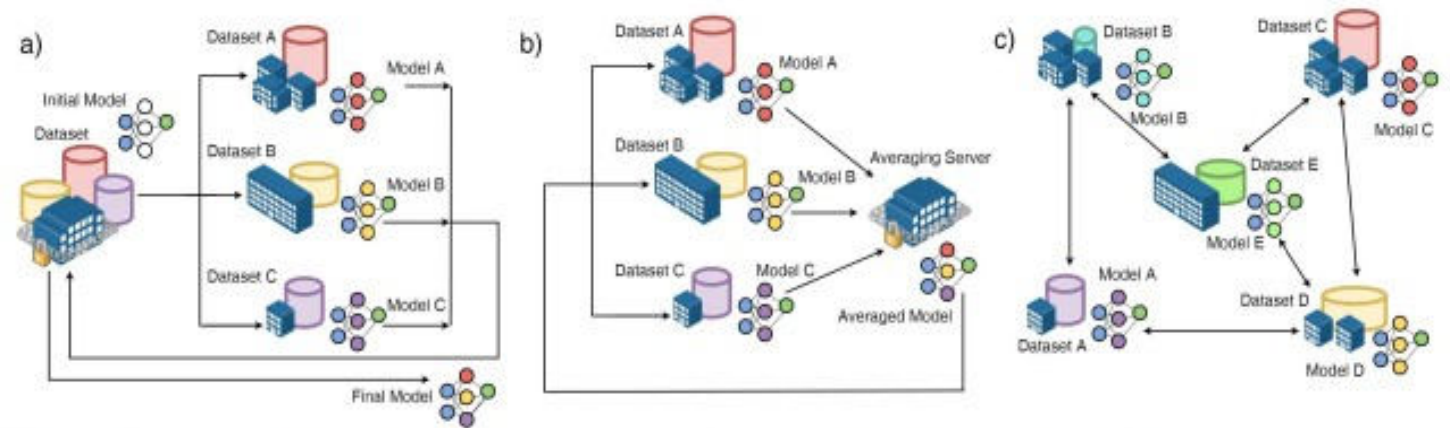


Centro Nazionale TISP - Istituto  
Superiore di Sanità  
Individuazione dei casi d'uso nel dominio  
biomedicale.  
Analisi della regolamentazione

**a) Federated Averaging (FedAvg)** algorithm averages the clients models with an a-priori weighting strategy that typically depends on the numerosity of the various clients datasets. Data are shared and partitioned by a server among the clients for distributed processing

**b) Adaptive Federated Learning (AdaFed)** envisages that all data are locally processed by the clients and the server task is to perform an adaptive model averaging procedure according to each client current performance.

**c) FedLCon**  
Fully decentralized solution based on consensus theory. The information is directly exchanged only with trusted entities of the federation; exchange info : point-to-point agreement);



**FIGURE 1.** a) Typical distributed learning setting, where a central entity distributes data and governs the training process; b) Standard (centralized) Federated Learning, that does not envisage any data sharing as only the Neural Networks are shared, where a server is responsible for a model averaging procedure performed based on the locally trained models; c) Decentralized Federated Learning, where there is no central entity that coordinates the training process and the federation clients only exchange information over point-to-point agreements. The Figure has been derived from the figure in [5].

## AI e ChatBot

- Rispetto alla ricerca tradizionale sul *machine learning*, ultimamente gli strumenti prodotti da quest'ultima stanno diventando sempre più alla portata di tutti. Un esempio è dato da **chatGPT**, che offre **un'interfaccia molto semplice a un modello NLP**, addestrato con un numero esorbitante di testi di dominio pubblico. Grazie a *chatGPT*, milioni di utenti hanno potuto avere esperienza delle capacità di tali modelli di risolvere compiti tradizionalmente considerati prerogativa solo dell'essere umano, in quanto richiedono capacità di comprensione e analisi di problemi: **riassunto testi, imitazione di stili di autori letterari (pastiche), creazione di disegni, foto, canzoni, video...**
- **Software per supporto psicologico**. In questo settore, l'AI può costituire la base per costruire **strumenti conversazionali (chatbot), in grado di suggerire l'opportunità per il soggetto di intraprendere un percorso di cura (self-referral)**. Ciò è stato già realizzato nel Regno Unito, tramite una app (Limbic) registrata come dispositivo medico di classe IIa UKCA (UK Conformity Assessed). La chatbot può classificare disturbi di salute mentale comuni trattati da un programma del NHS "Talking [Therapies](#)", con una accuratezza del 93%.
- Il programma NHS Talking Therapies [<https://www.england.nhs.uk/mental-health/adults/nhs-talking-therapies/>] è stato sviluppato per migliorare l'erogazione e l'accesso alle terapie psicologiche per la depressione e i disturbi d'ansia, raccomandate dal NICE e basate sull'evidenza, all'interno del NHS.
- Nel 2021/22 quasi 1,2 milioni di persone hanno potuto accedere ai servizi.



## Large Language Model come possono i large language model generare proteine

ChatGPT	Modello specializzato
<p>I grandi modelli di linguaggio, come ChatGPT, non sono in grado di generare direttamente proteine. La generazione di proteine è un processo molto complesso e richiede una conoscenza approfondita della biologia molecolare e delle interazioni tra gli amminoacidi.</p> <p>I large language model come ChatGPT sono stati addestrati su testi di diverse discipline, inclusa la biologia, ma la loro capacità di generare proteine è limitata alla sintesi di sequenze di testo che potrebbero rappresentare potenziali sequenze di amminoacidi. Tuttavia, queste sequenze generate non avrebbero alcun significato biologico reale a meno che non siano validate e verificate attraverso metodi sperimentali appropriati.</p> <p>La progettazione e la generazione di proteine sono solitamente svolte da scienziati specializzati nel campo della biochimica e della biologia molecolare. Utilizzano sofisticati strumenti di progettazione assistita dal computer (CAD) e software di modellazione molecolare per creare nuove sequenze di amminoacidi che abbiano determinate proprietà o funzioni specifiche. Successivamente, queste sequenze possono essere sintetizzate in laboratorio e sottoposte a test e analisi per valutare le loro proprietà e funzioni.</p> <p>In sintesi, mentre i large language model possono generare sequenze di testo che potrebbero corrispondere a sequenze di amminoacidi, la progettazione e la generazione di proteine funzionali richiedono competenze e approcci specializzati che vanno al di là delle capacità di questi modelli.</p>	<p>I Large Language Model (LLM) sono strumenti basati sull'intelligenza artificiale che, utilizzando il machine learning, sono in grado di generare sequenze di testo in modo autonomo. Tuttavia, grazie all'avanzamento delle tecnologie, oggi è possibile utilizzarli anche per generare sequenze proteiche.</p> <p>La creazione di proteine sintetiche tramite i LLM potrebbe essere un passo importante nella lotta alle malattie infettive come il COVID-19. Infatti, grazie alla capacità dei LLM di generare sequenze di proteine, si potrebbero progettare nuove proteine che agiscano come vaccini o terapie contro il virus.</p> <p>Tuttavia, come evidenziato dagli studiosi, il processo di creazione di proteine sintetiche non è privo di rischi. Infatti, potrebbero formarsi grumi di cellule fuse che causerebbero danni ai tessuti e complicanze immunitarie.</p> <p>Inoltre, è stato scoperto che la proteina Spike presente nel virus SARS-CoV-2, che viene utilizzata come bersaglio dal vaccino, ha una sequenza simile a una tossina. Ciò potrebbe causare alcune deregolazioni neurologiche nel COVID-19 e, teoricamente, anche nei vaccinati.</p> <p>Nonostante questi rischi, i LLM rappresentano una grande opportunità per la creazione di nuove terapie e vaccini contro le malattie infettive. Sarà importante, quindi, continuare a studiare e approfondire le conoscenze su questa tecnologia per garantirne un uso sicuro ed efficace.</p>

## Abilità Emergenti e Allucinazioni

- **Trasforma parole in numeri** che popolano vettori per la ricerca (cattura il significato per contesti)(Token = parola spezzata, veloce o veloce-mente)
- Selezione del materiale la fa l'umano (ad es ISS) a favore di categorie specialistiche (Medici e Ricercatori)
- **Embedding → applicazione di transfer learning (o più aggiornate o più verticali)**
- Intelligenza diversa da quella umana
- La modalità di interazione è **conversazionale**.
- Sei tu che devi capire come lui usa i testi delle domande
- Non è Google per cui **non puoi usare le parole chiave** (20 anni di uso di internet ci ha abituato male)
- Risposta sempre la stessa, dipende da un parametro che si passa (temperatura) determina la creatività usata nella risposta. (se alta la risposta la cambia)
- Open AI dice che sceglie la parola più probabile
- Ma ci sono le **Abilità Emergenti** (le ha apprese da solo, non programmate)(rilevazioni empiriche – benchmark → modelli valutati con un punteggio)(nessuno sa se è completo) (Ab Em sono quelle che sono uscite fino ad ora e non appaiono come **Allucinazioni**)
- Ci sono filtri, ma l'etica non è univoca (**paesi e dati di addestramento**) → la modalità generalista è meno utile
- Verificare le risposte
- Problematica nelle chat di screening o diagnostiche – usato da specialisti? È in effetti una macchina
- Gpt4 ha capacità di fare quantificazione numerica da documenti non strutturati



AIIC 2023

FORTEZZA DA BASSO

Firenze 10-13 maggio 2023

Convegno Nazionale  
Associazione Italiana Ingegneri Clinici

Innovazione e accessibilità:  
il governo delle tecnologie sanitarie come sfida sociale

## AI e IoT

Aumenta sempre  
più la complessità,

quella del prodotto  
per la sua  
costituzione e  
fruizione,

anche quella  
regolatoria  
( marchio CE per il  
sensore + marchio  
CE per il SW +  
Regolamento IA e  
gestione dei dati,  
GDPR)

Certificazione  
combinata



# Assistive Technologies - Applications

Assistive technologies help people who have difficulty **speaking, typing, writing, remembering, pointing, seeing, hearing, learning, walking** and *many other things*. Different disabilities require different assistive technologies.

- AT can be low-tech: communication boards made of cardboard or fuzzy felt.
- AT can be high-tech: special-purpose computers.
- AT can be hardware: prosthetics, mounting systems and positioning devices.
- AT can be computer hardware: special switches, keyboards and pointing devices.
- AT can be computer software: screen readers and communication programs.
- AT can be inclusive or specialized learning materials and curriculum aids.
- AT can be specialized curricular software.
- AT can be much more: electronic devices, wheelchairs, walkers, braces, educational software, power lifts, pencil holders, eye-gaze and head tracker and much more.

## Assistive Technologies - Definizioni

- L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) definisce la tecnologia assistiva come un termine più ampio che comprende **qualsiasi sistema o servizio** che mira a ridurre al minimo e/o eliminare le restrizioni e le limitazioni imposte a una persona a causa di una disabilità o incapacità.
- L'Assistive Technology Industry Association definisce i prodotti e i servizi di Assistive Technology come **qualsiasi articolo, attrezzatura, hardware, programma software o sistema di prodotti** destinati ad assistere le persone con qualche tipo di disabilità e a migliorare le loro capacità.
- Le tecnologie assistive aiutano le persone che hanno difficoltà a **parlare, digitare, scrivere, ricordare, indicare, vedere, sentire, imparare, camminare** e molte altre cose. Diverse **disabilità o fragilità (ICF)** richiedono diverse tecnologie assistive

## Assistive Technologies - Applications

Le Tecnologie Assistive aiutano le persone che hanno difficoltà nel parlare, digitare, scrivere, ricordare, vedere, ascoltare, apprendere, camminare e tante altre cose. Differenti tecnologie richiedono tecnologie assistive differenti.

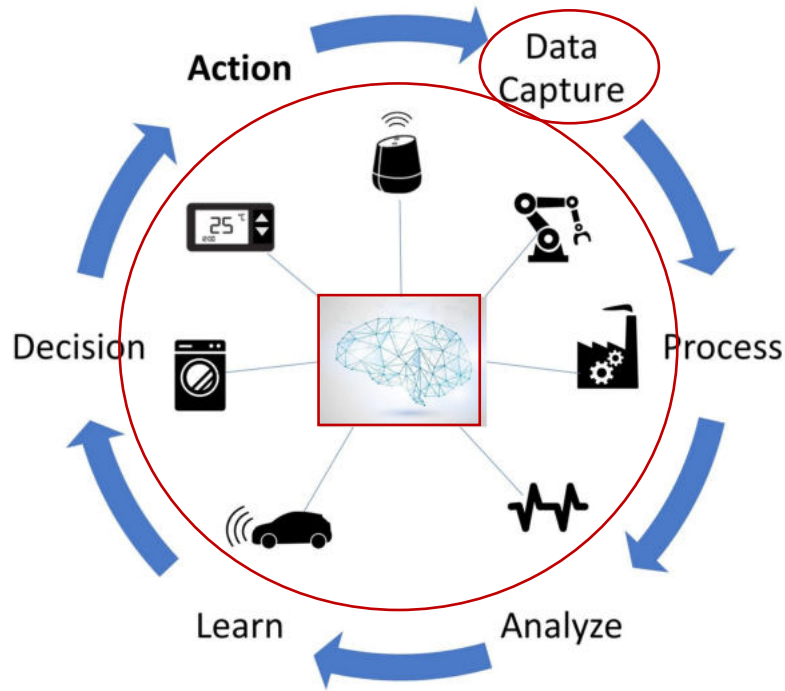
- AT low-tech: tavole per la comunicazione
- AT high-tech: computer speciali.
- AT come hardware: protesi, sistemi di montaggio e dispositivi di posizionamento.
- AT come hardware del computer: interruttori speciali, tastiere e dispositivi di puntamento.
- AT come software per computer: lettori dello schermo e programmi di comunicazione.
- AT possono essere materiali didattici inclusivi o specializzati.
- AT può essere molto di più: dispositivi elettronici, sedie a rotelle, deambulatori, tutori, software educativi, sollevatori elettrici, dispositivi di tracciamento dello sguardo, della testa, ecc.



## Artificial Intelligence of Things Per le Tecnologie Assistive

- La tecnologia assistiva sta facendo grandi progressi nella sua **integrazione** con i dispositivi di intelligenza artificiale delle cose (AIoT).
- L'AIoT elabora e analizza la grande quantità di dati generati dai dispositivi Internet of Things (IoT) e applica modelli di Intelligenza Artificiale, in particolare **l'apprendimento automatico**, per individuare modelli per **generare intuizioni e assistere nel processo decisionale in modo dinamico**.

# Artificial Intelligence of Things - come paradigma dinamico di ML in cloud



Internet of Things  
Artificial Intelligence

## AI in the Internet of Things

### Server (AI Decision)

#### 4. Insight

What an AI model uncovers and learns from patterns within large volumes of data.

#### 2. Connectivity

How the device are connected.

BTLE

#### 5. Action

New action taken to drive value by orchestrating assets differently. New action is used as input to improve self-learning of the system.

#### 3. Data **Dati da analizzare**

How data is gathered from the connected devices.

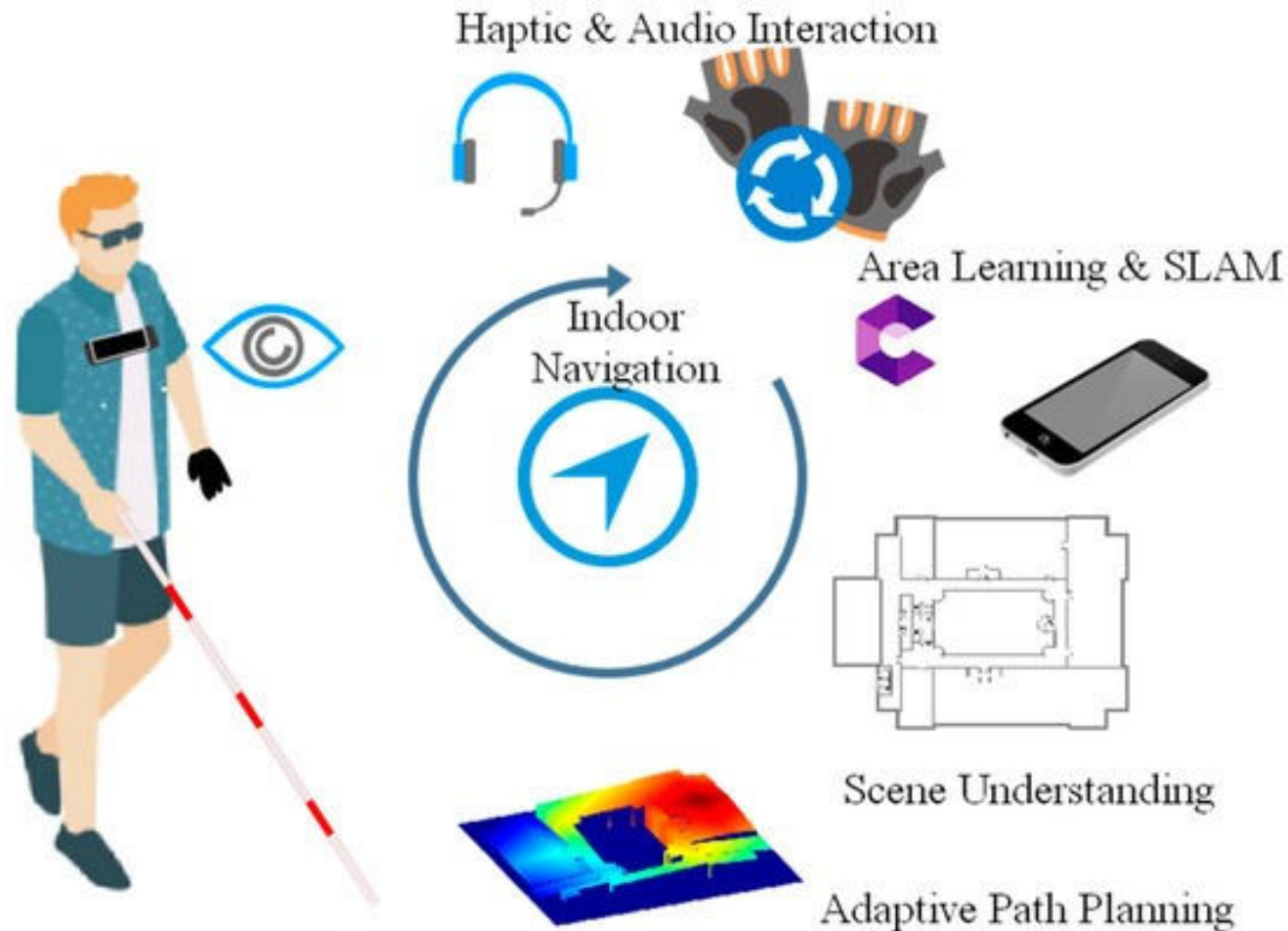
#### 1. Things **Sensori**

Billions of connected assets equipped with sensors, carrying out various tasks.



## Artificial Intelligence of Things + TA – Examples

### Navigation systems for blind people



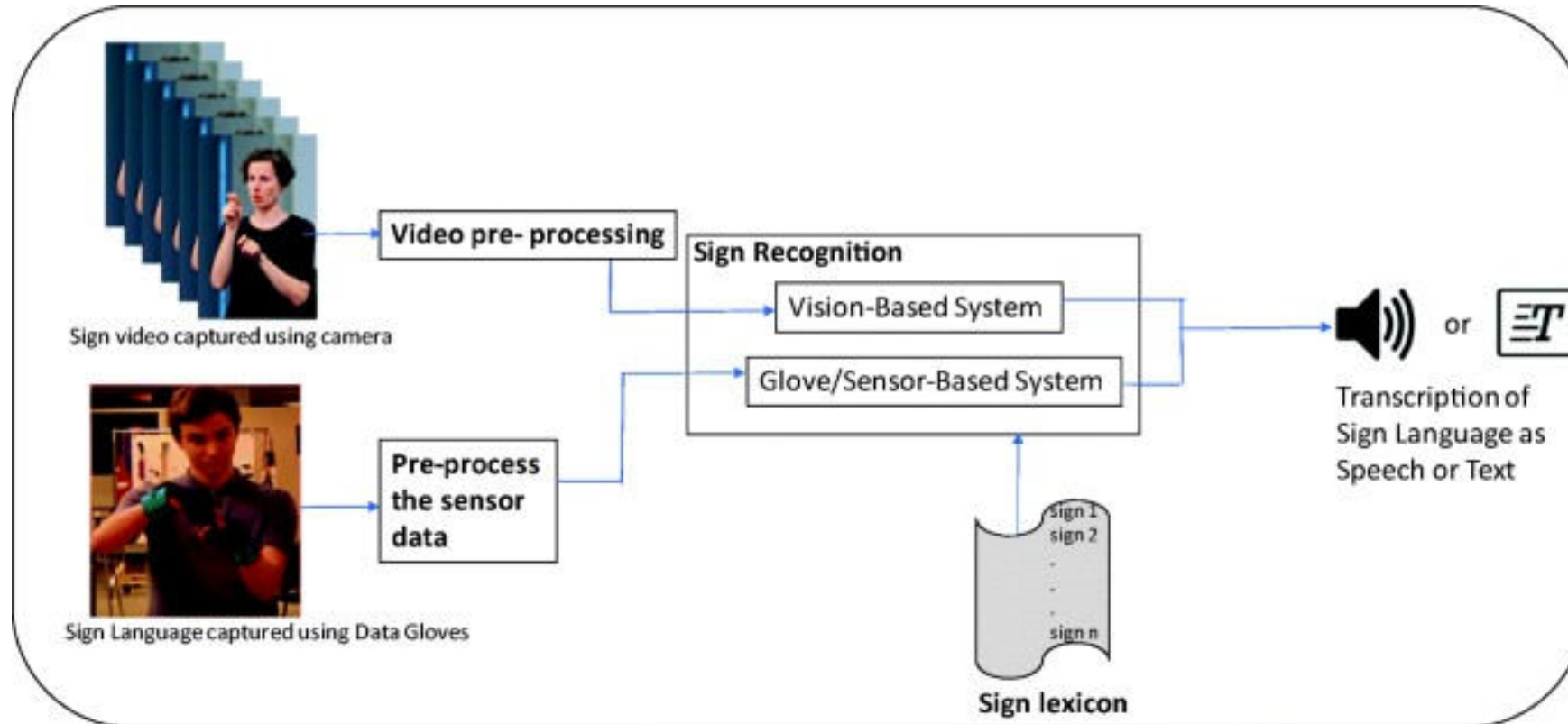
Rumori e oggetti toccati  
Permettono la ricostruzione  
dell'ambiente circostante



Pianificazione il percorso

## Artificial Intelligence of Things + TA – Examples

Communication systems based on sign language

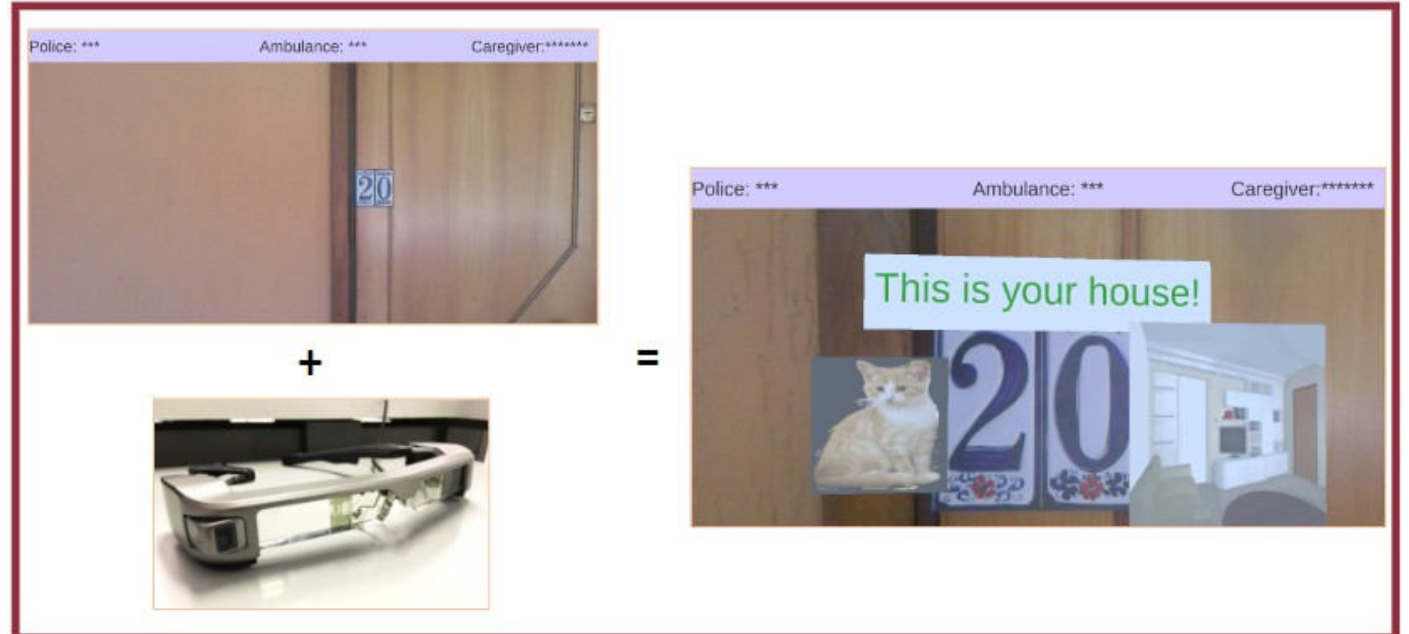




## Artificial Intelligence of Things + TA – Examples

Auxiliary memory for people with cognitive disabilities; dai comunicatori agli oggetti parlanti

AI - Computer Vision & Text to Speech



# Adjustment of Digital Screens to Compensate the Eye Refractive Errors via Deconvolution

AI e IoT

Onur Keleş, Emin Anarım  
*Electrical and Electronics Engineering Dept.*  
*Boğaziçi University*  
İstanbul, Turkey  
{onur.keles,anarim}@boun.edu.tr

- In alcuni casi, ci possono essere delle disomogeneità di indice di rifrazione dell'interno dell'occhio, per cui si hanno **errori di rifrazione** che non possono essere corretti tramite lenti: in questi casi si può tentare di realizzare una correzione digitale del difetto.
- La sfida è ottenere un occhiale in grado di rispondere velocemente nel caso di correzione dinamica della visualizzazione

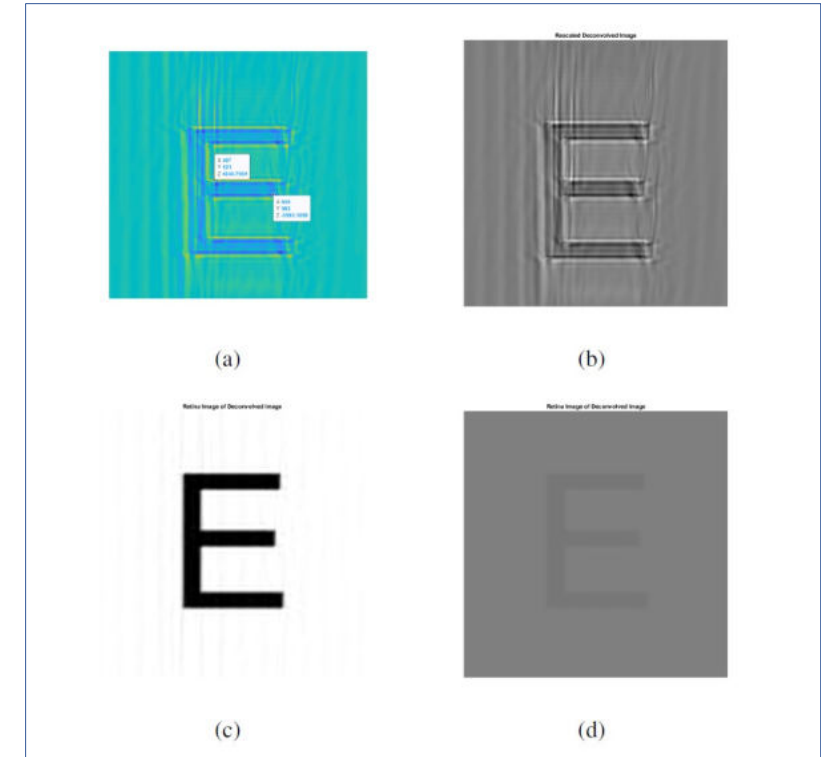
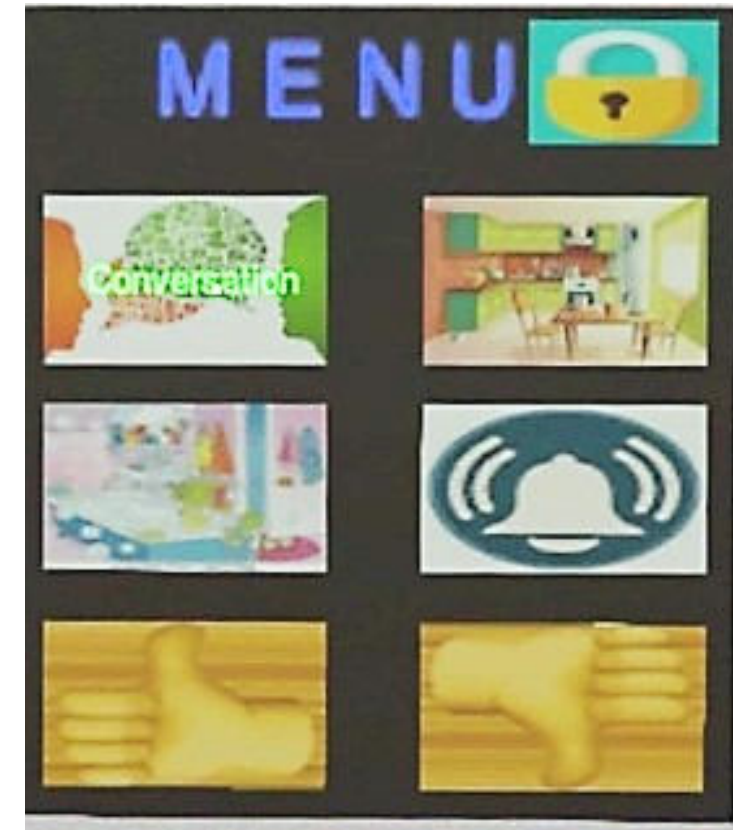
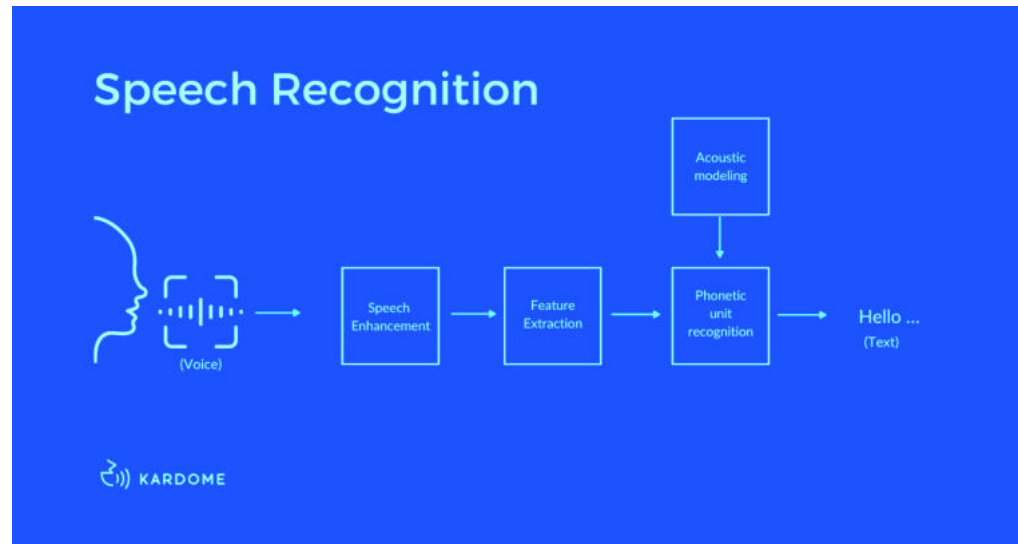


Fig. 2. Retina image simulation for original result versus shifted and scaled result. (a) is the original deconvolved image with maximum and minimum values tagged, (b) is deconvolved image shifted and scaled to [0 255]. (c) is the original image result, (d) is the shifted and scaled image result.

## Artificial Intelligence of Things + TA – Examples

Voice assistants for people with disabilities



## Artificial Intelligence of Things + TA – Examples

A series of smart objects such as medicine dispensers, wheelchairs, exoskeletons, etc assisted by AI







*Ministero della Salute*

## Classificazione Nazionale dei Dispositivi medici (CND) - Cerca in ordine alfabetico

A - B - C - D - F - G - H - J - K - L - M - N - P - Q - R - S - T - U - V - W - Y - Z

### Y - SUPPORTI O AUSILI TECNICI PER PERSONE DISABILI

- Y03 - AUSILI PER TERAPIA ED ADDESTRAMENTO (N.T.COD. En Iso 03)
- Y06 - PROTESI E ORTESI (N.T.COD. En Iso 06)
- Y09 - AUSILI PER LA CURA E LA PROTEZIONE PERSONALE (N.T.COD. En Iso 09)
- Y12 - AUSILI PER LA MOBILITA' PERSONALE (N.T.COD. En Iso 12)
- Y15 - AUSILI PER LA CURA DELLA CASA (N.T.COD. En Iso 15)
- Y18 - MOBILIA E ADATTAMENTI PER LA CASA O PER ALTRI EDIFICI (N.T.COD. En Iso 18)
- Y21 - AUSILI PER COMUNICAZIONE, INFORMAZIONE E SEGNALAZIONE (N.T.COD. En Iso 21)
- Y24 - AUSILI PER MANOVRARE OGGETTI O DISPOSITIVI (N.T.COD. En Iso 24)
- Y99 - SUPPORTI O AUSILI TECNICI PER PERSONE DISABILI - ALTRI

[http://www.salute.gov.it/portale/temi/  
SceltaDispomedDispositivi.jsp](http://www.salute.gov.it/portale/temi/SceltaDispomedDispositivi.jsp)



Ministero della Salute

Area tem

Classificazione Nazionale dei Dispositivi medici (CND) - Cerca in ordine alfabetico

A - B - C - D - F - G - H - J - K - L - M - N - P - Q - R - S - T - U - V - W - Y - Z

Y - SUPPORTI O AUSILI TECNICI PER PERSONE DISABILI

	Y2103	
Y03	Y2106	
Y06	Y2109	
Y09	Y2115	Y210904 - DISPOSITIVI DI ASSISTENZA AL P.C.
Y12	Y2127	Y210905 - INTERFACCIA PER SENSORI ESTERNI
Y15	Y2136	Y210906 - EMULATORI DI MOUSE E TASTIERA
Y18	Y2139	Y210915 - DISPOSITIVI DI SINTESI VOCALE
Y21	Y2142	Y210924 - SOSTEGNI PER BRACCIO
Y24	Y2145	Y210999 - PERIFERICHE DI INPUT E DI OUTPUT PER COMPUTER - ALTRE
Y99	Y2151	
	Y2199	

AIIC 2023

FORTEZZA DA BASSO

Firenze 10-13 maggio 2023

Convegno Nazionale  
Associazione Italiana Ingegneri Clinici

Innovazione e accessibilità:

il governo delle tecnologie sanitarie come sfida sociale



International Journal of  
*Environmental Research  
and Public Health*



*Review*

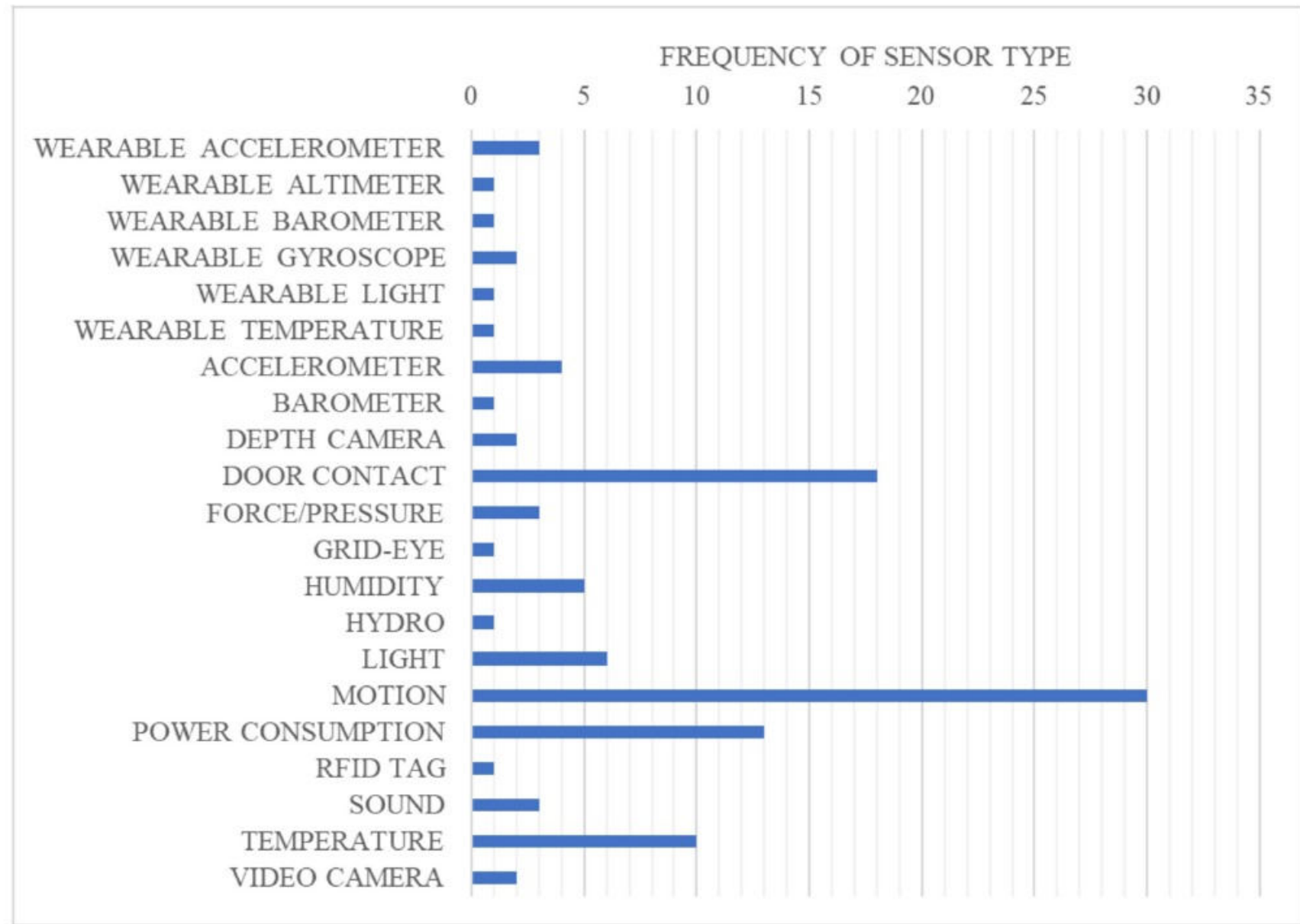
# Technology Used to Recognize Activities of Daily Living in Community-Dwelling Older Adults

Nicola Camp<sup>1</sup>, Martin Lewis<sup>2</sup>, Kirsty Hunter<sup>1</sup>, Julie Johnston<sup>1</sup>, Massimiliano Zecca<sup>3</sup> , Alessandro Di Nuovo<sup>4</sup>   
and Daniele Magistro<sup>1,\*</sup> 



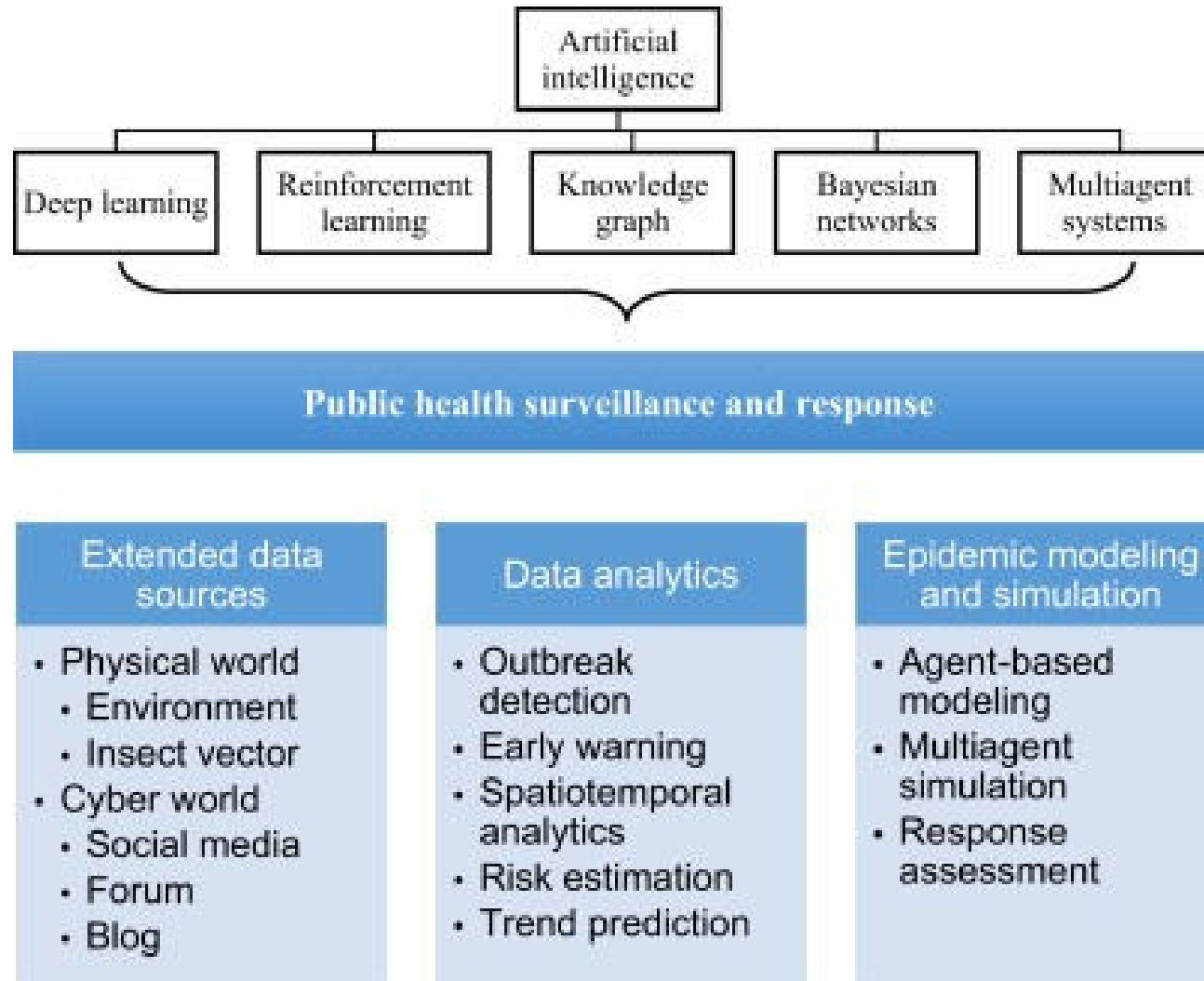
**Figure 2.** Frequency of ADL recognition by the identified systems. “FEEDING”, “GROOMING”, and “SOCIAL INTERACTION” include sub-activities, which were specified by some systems.





**Figure 3.** Frequency of sensor types used in the identified systems. They are (placed around the home) unless stated otherwise.

## Framework for AI in the Control and Prevention of Infectious Diseases



## Framework for AI in the Control and Prevention of Infectious Diseases

### Artificial intelligence

- Bayesian networks
- Weak signal detection
- Artificial neural network
- Fuzzy clustering
- Support vector machine
- Artificial immune recognition system
- *k*-Nearest neighbor
- Decision tree
- Random forest
- ARIMA
- 3-step floating catchment area
- Unsupervised learning
- Super learner

### Infectious diseases

- Pathogen mutation
- Diagnosis
- Zoonosis
- Outbreak
- Source of infection
- Epidemic prediction
- Pandemic prediction
- Resistance prediction
- Drug discovery
- Host genetic
- Host-pathogen interaction
- Adherence to therapy
- Missing data

### outcomes

- Decision support
- Reducing time for diagnosis, epidemic prediction, drug discovery
- Identification of strategies for blocking transmission
- Enabling low-income countries
- Improving health
- Saving life
- Saving costs
- Better be prepared
- Personalized medicine
- Forensic approach

## Sepsis Watch : a successful sociotechnical implementation of AI into health care

- Il modello non fornisce informazioni sui motivi per cui un paziente è a rischio di Sepsis, ma solamente che il paziente è a rischio. Il modello non è interpretabile, ovvero Sepsis Watch è una “black box”
- Sepsis Watch mostra **l’output di un modello di deep learning** attraverso un App fruibile su Tablet.
- L’App è stata progettata per essere visualizzata da professionisti sanitari.
- Il design è user-friendly e fornisce una panoramica di tutti i pazienti ospedalizzati: ad ogni paziente è associato un **livello di rischio rappresentato con codice colore**; selezionando un paziente lo specialista può approfondire i dettagli a seconda delle proprie necessità



# Sepsis Watch : a successful sociotechnical implementation of AI into health care

Figures provide screenshots of the various “pages” that organize patients for Professionals:

“Triage, Screened, Monitoring, and Treatment”

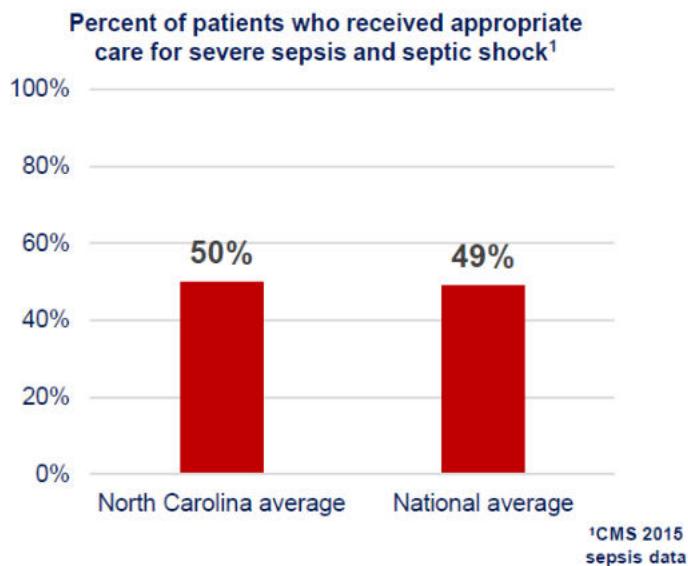
Black → no Risk ... Orange → Middle Risk ... Red → High Risk

The image displays two screenshots of the Sepsis Watch interface. The top screenshot shows a patient list with columns for Triage (11), Screened (2), Monitoring (2), Sepsis Bundle (4), and MS. The patients are color-coded: Black (no risk), Orange (middle risk), and Red (high risk). Each patient card includes a 'SCREEN' button and a 'MONITOR' button. A 'No Patient Selected' message is visible on the right side of the list.

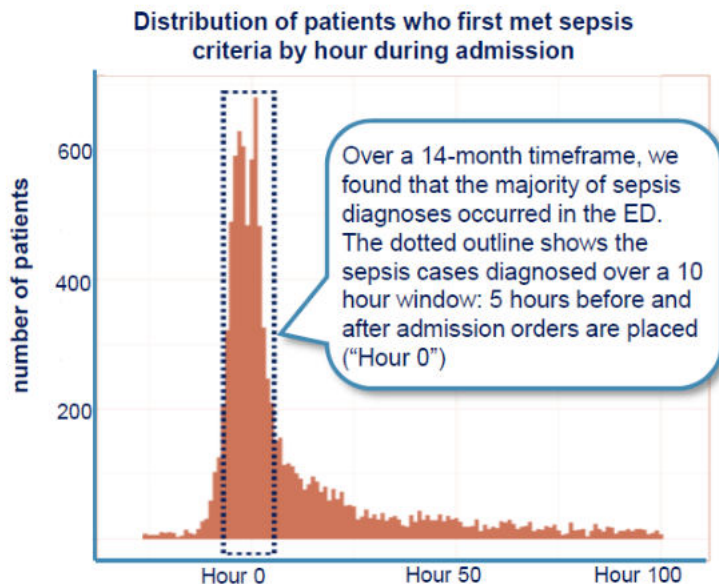
The bottom screenshot shows a detailed view of patient bundles and treatment options. It includes a 'STOP BUNDLE' button and a 'COMMENT' field. The bundles are categorized into 3 Hour and 6 Hour bundles, with remaining time and various treatment options listed. The interface also shows 'Met sepsis criteria' and 'Sepsis Bundle disposition after Tomorrow' options.

# What is Sepsis Watch?

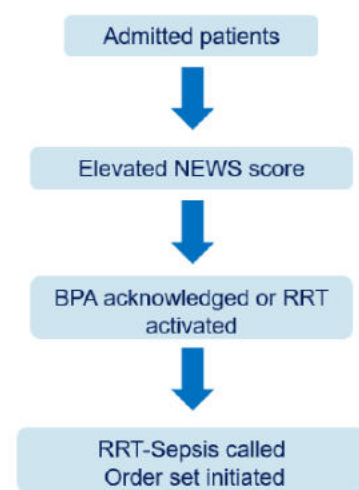
## 1 What is the problem? *Sepsis*



## 2 Where does the problem occur? *The ED*



## 3 Why are we failing to solve the problem today? *Slow, false alarms*



- (fake) NEWS**
- Only 6.8% of patients with NEWS (National Early Warning Score) BPA had discharge diagnosis of sepsis
  - BPA fired 447 times/day on 42 unique patients/day on average (up to ~100x/patient).
  - 63% of BPAs canceled.

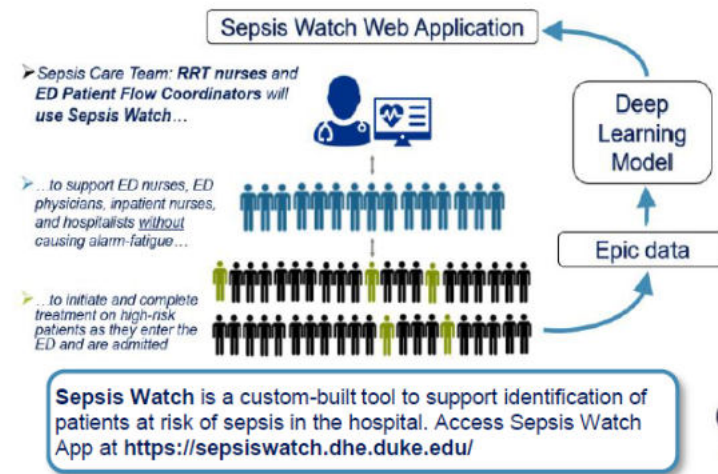
## 1 Define adult sepsis at Duke

<b>2 or more SIRS criteria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperature &gt;38°C or &lt;36°C (6 hours)</li> <li>- HR &gt;90 (6 hours)</li> <li>- RR &gt;20 (6 hours)</li> <li>- WBC count &gt;12, &lt;4, or % bandemia &gt;10% (24 hours)</li> </ul>
<b>Suspect Infection</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Blood culture order (24 hours)</li> </ul>
<b>1 element of end organ failure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creatinine &gt;2.0 (24 hours)</li> <li>- INR &gt;1.5 (24 hours)</li> <li>- Total bilirubin &gt;2.0 (24 hours)</li> <li>- SBP &lt;90 or decrease in SBP by &gt;40 (6 hours)</li> <li>- Platelets &lt;100 (24 hours)</li> <li>- Lactate ≥2 (24 hours)</li> </ul>

## 2 Create machine learning model to predict sepsis quickly and accurately

- **42,000+ inpatient encounters analyzed** at Duke Hospital over 14 months, **21.3%** with a sepsis event.
- **32+ million data points incorporated:** 25 million vital sign measurements, 2 million med admins, 5.2 million labs.
- **34 physiological variables** (5 vitals, 29 labs).
  - At least one value for each vital in 99% of encounters.
  - Some labs rarely measured (2-4%), most measured 20-80% of the time.
- **35 baseline covariates** (e.g. age, transfer status, comorbidities).
- **10 medication classes** (antibiotics, opioids, heparins).

## 3 Design web application to show real-time model results and track treatment

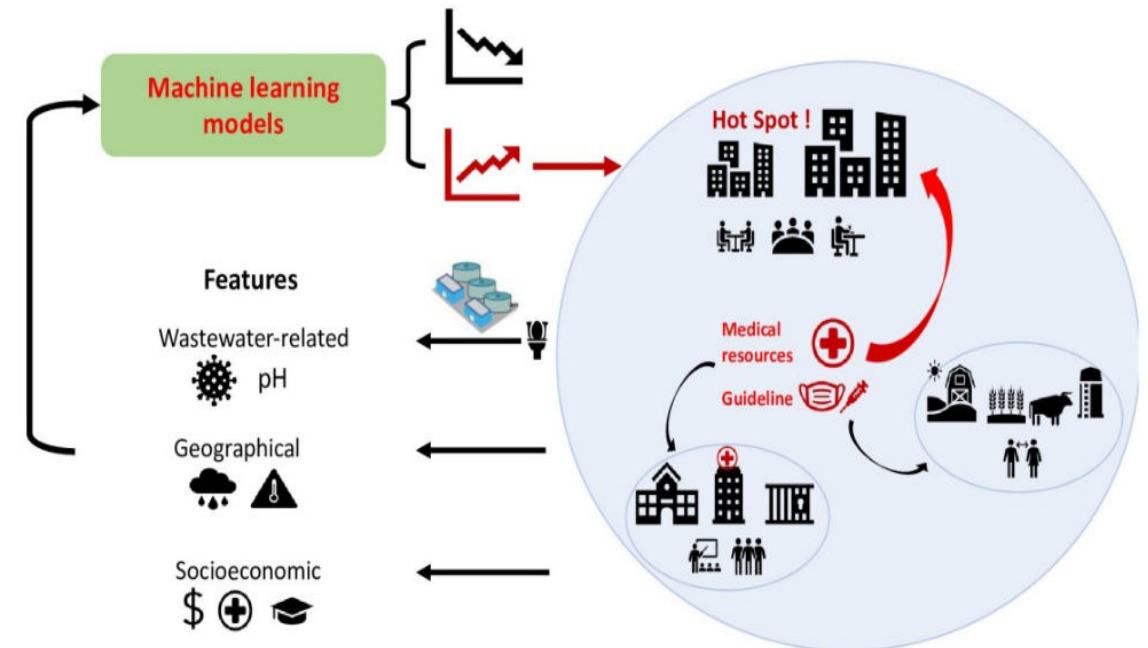


## AI applied to Wastewater Based Epidemiology

Nel campo della Wastewater Based Epidemiology, lo sviluppo di modelli predittivi è necessario ma impegnativo a causa della complessità intrinseca della matrice delle acque reflue e delle variazioni nei bacini fognari. L'intelligenza artificiale ha il potenziale per **risolvere le incertezze** associate ai dati relative ai campioni raccolti.

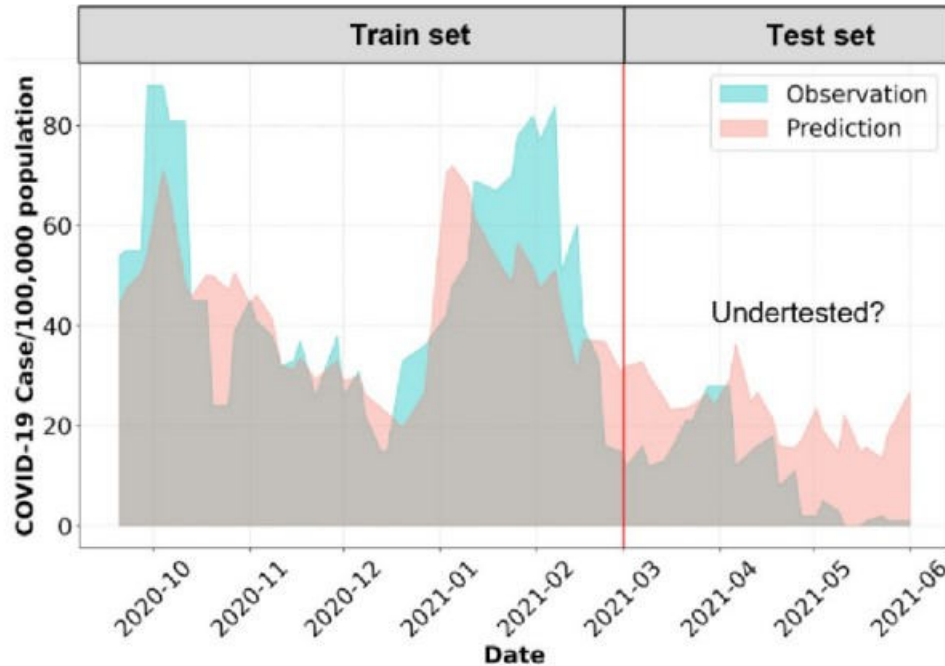
Circa 30 features estratte dai campioni di acque reflue e dalle comunità monitorate, possono essere classificate in 3 macro-categorie:

- **Wastewater-related:** carica virale e altri parametri biochimici (RNA, indicatori fecali, solidi sospesi totali, pH, temperatura, ecc.);
- **Geografiche:** parametri geografici (numero di abitanti serviti, precipitazioni, ecc.);
- **Socio-economiche:** numero di centri per i test, tipo di trasporto e di abitazioni, condizione delle minoranze, ecc.

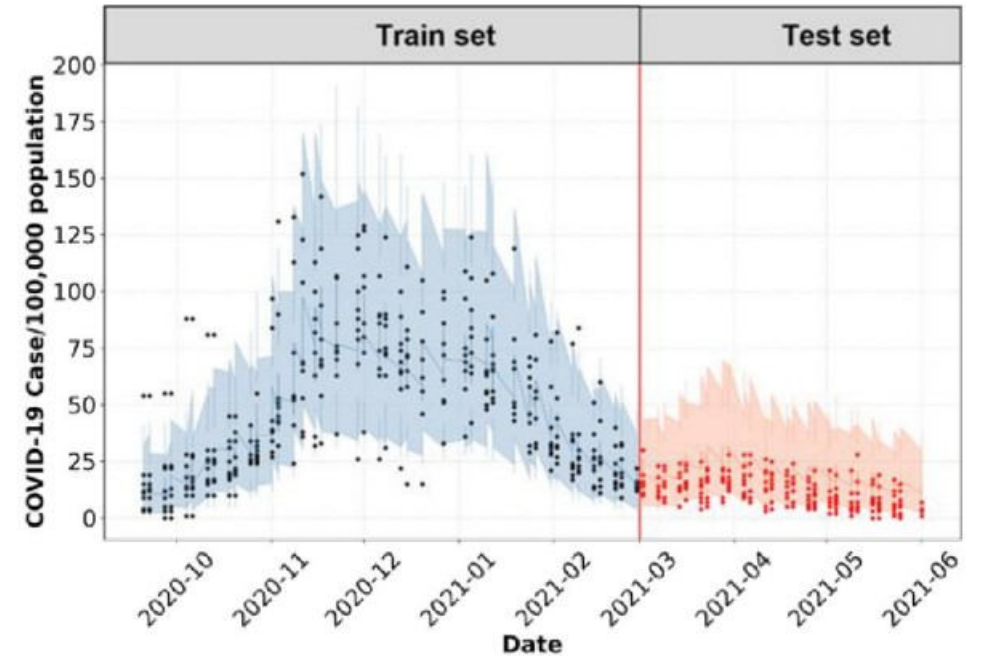
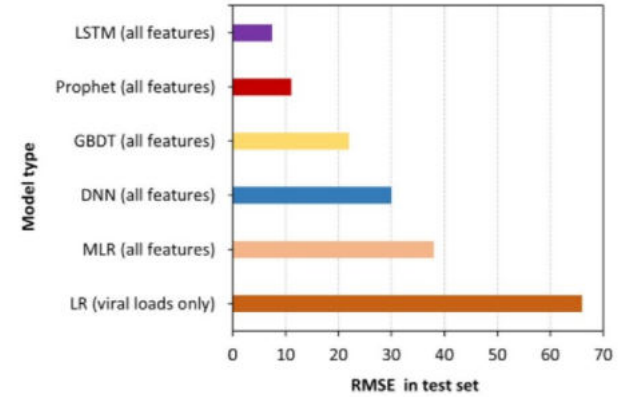




## AI applied to WBE



Prestazioni del modello **LSTM** sui dati della rete fognaria di Atene in Ohio (grafico dell'area sovrapposta dei numeri di casi COVID-19 previsti rispetto a quelli osservati). È stata osservata una potenziale sottovalutazione per minori test



Modello **Prophet** applicato su tutte le fognature. L'area ombreggiata indica l'intervallo di confidenza del 95% dei parametri del modello. Le osservazioni reali sono mostrate in punti pieni.



AIIC 2023

FORTEZZA DA BASSO

Firenze 10-13 maggio 2023

Convegno Nazionale  
Associazione Italiana Ingegneri Clinici

Innovazione e accessibilità:

il governo delle tecnologie sanitarie come sfida sociale

**GRAZIE !!!**

