

Artificial Intelligence in Medicine

next steps towards the
development of robust AI
algorithms and validation on
realistic use cases

Alessandra Retico, Sezione INFN di Pisa
Presentazione dei preventivi 2022 in Sezione
28 Giugno 2021



[2019-2021]



L'Intelligenza Artificiale sarà alla base della prossima rivoluzione nella diagnostica e nella terapia medica

E' necessario sviluppare e validare estensivamente nuove strategie di elaborazione e analisi di dati e immagini, compresi gli approcci radiomici

Resp. Naz.: A. Retico

Bari (S. Tangaro)

Bologna (D. Remondini)

Cagliari (P. Oliva)

Catania (M. Marrale)

Firenze (C. Talamonti)

Genova (A. Chincarini)

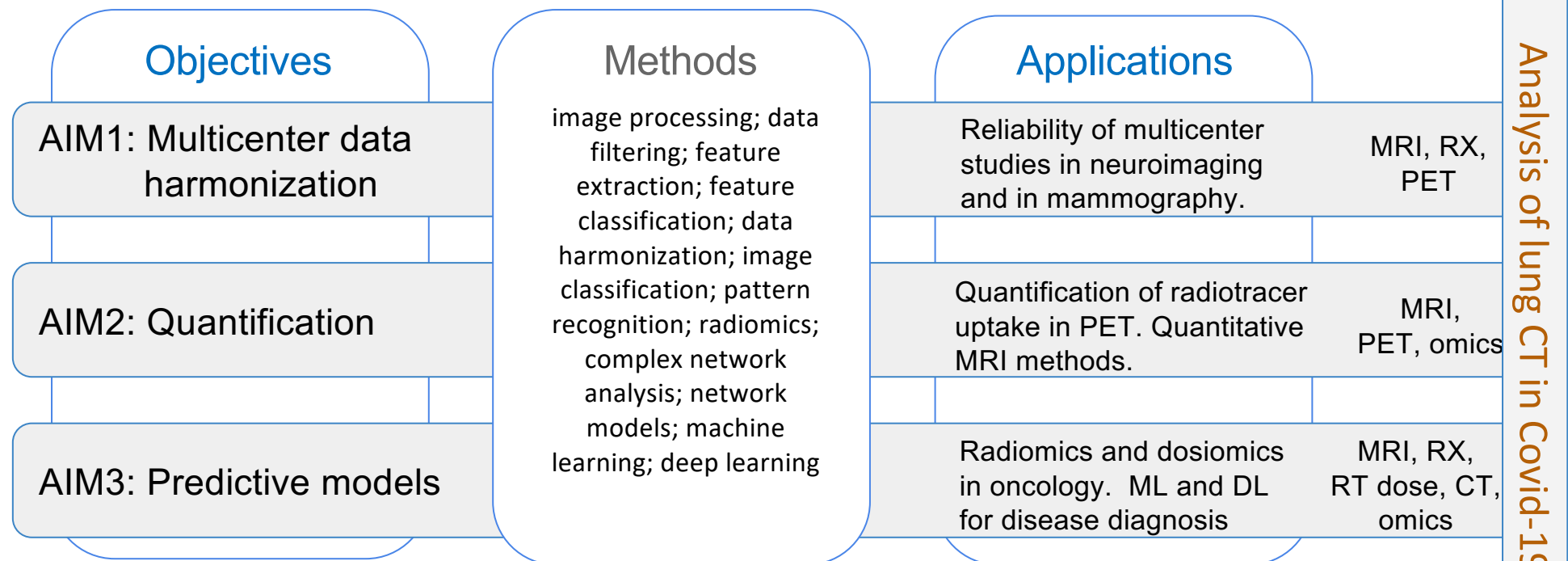
Lab. Naz. Sud (G. Russo)

Milano (C. Lenardi)

Napoli (G. Mettivier)

Pavia (A. Lascialfari)

Pisa (M.E. Fantacci)



Il progetto AIM si fonda sulla collaborazione di lunga data con centri clinici italiani (ospedali / IRCCS) ed europei e con consorzi internazionali per la condivisione dei dati (EADC, ADNI, ABIDE, ENIGMA)

AIM 1: Data harmonization

- **AIM1.T1** - Multi-site data harmonization in MRI (PI, BA, BO)
- **AIM1.T2** - Multi-site data harmonization in mammography (PI, CA)
- **AIM1.T3** - Multi-site data harmonization in PET (GE)



AIM 2: Quantification

- **AIM2.T1** - Quantification models in Nuclear Medicine (PET and SPECT) (GE)
- **AIM2.T2** - Machine-learning (ML) and deep-learning (DL) methods for quantitative MRI (BO)
- **AIM2.T3** Tumour contouring with ML techniques (PV)
- **AIM2.T4** Quantification of muscle deterioration in MRI (PV)



AIM 3: Predictive models

- **AIM3.T1** - Predictive models for Radiation Therapy treatments (FI, PI, CT)
- **AIM3.T2** - Predictive models for mammography, CESM, DBT, BCT and MRI (PI, CA, BA, NA)
- **AIM3.T3** - Predictive models for transcranial-MR-guided Focused Ultrasound Surgery (CT, BO)
- **AIM3.T4** - Predictive models for Systems Medicine (BO, GE).
- **AIM3.T5** - Predictive models for tumor classification (BO, CT).



AIM-Covid19-WG (2020-2021)

- Segmentazione del parenchima polmonare anche in presenza di opacità a vetro smerigliato (ground glass opacities, GGO)
- Quantificazione del volume di parenchima affetto da lesioni dovute a polmonite da COVID-19
- Modelli predittivi di evoluzione della patologia e prognosi del paziente



In progress

Validazione algoritmo nei centri clinici

In progress

Lo svolgimento delle attività è in linea con la tempistica prevista in fase di progetto.

Le attività di AIM saranno presumibilmente tutte completate entro la fine dell'anno

- Nuovi gruppi si sono aggiunti a AIM nell'ultimo anno di progetto:
 - PV, MI, NA e LNS
- La collaborazione concreta tra gruppi si è «rafforzata» durante lo smart working, grazie all'uso di strumenti di sviluppo SW collaborativo e accesso alle stesse risorse di calcolo.
- Sono innumerevoli i temi di ricerca ancora aperti nell'ambito delle possibili applicazioni dell'Intelligenza Artificiale alla Medicina



- In AIMnext intendiamo concentrarci sui problemi metodologici specifici da affrontare quando si applicano tecniche di Machine Learning e Deep Learning a dati di tipo biomedico.
- Ad esempio:
 - Si lavora quasi sempre con campioni di piccole dimensioni (non proprio «big data»), pertanto bisogna implementare strategie per rendere il training efficiente e i metodi robusti.
 - E' necessario che i metodi ML e DL applicati non restino «black box», ma le loro risposte siano «spiegabili».
- Riceviamo continuamente richieste di sviluppi dedicati a specifiche applicazioni da parte dei colleghi clinici, per cui mantenere vivo internamente un «network» di ricerca su problemi metodologici in ambito AI è strategico per rispondere al meglio
 - Collaborazione strategiche con IRCCS, Ospedali Universitari, consorzi internazionali per data sharing e con l' Associazione Italiana di Fisica Medica (AIFM)

Radiomics + Machine Learning

Deep Learning

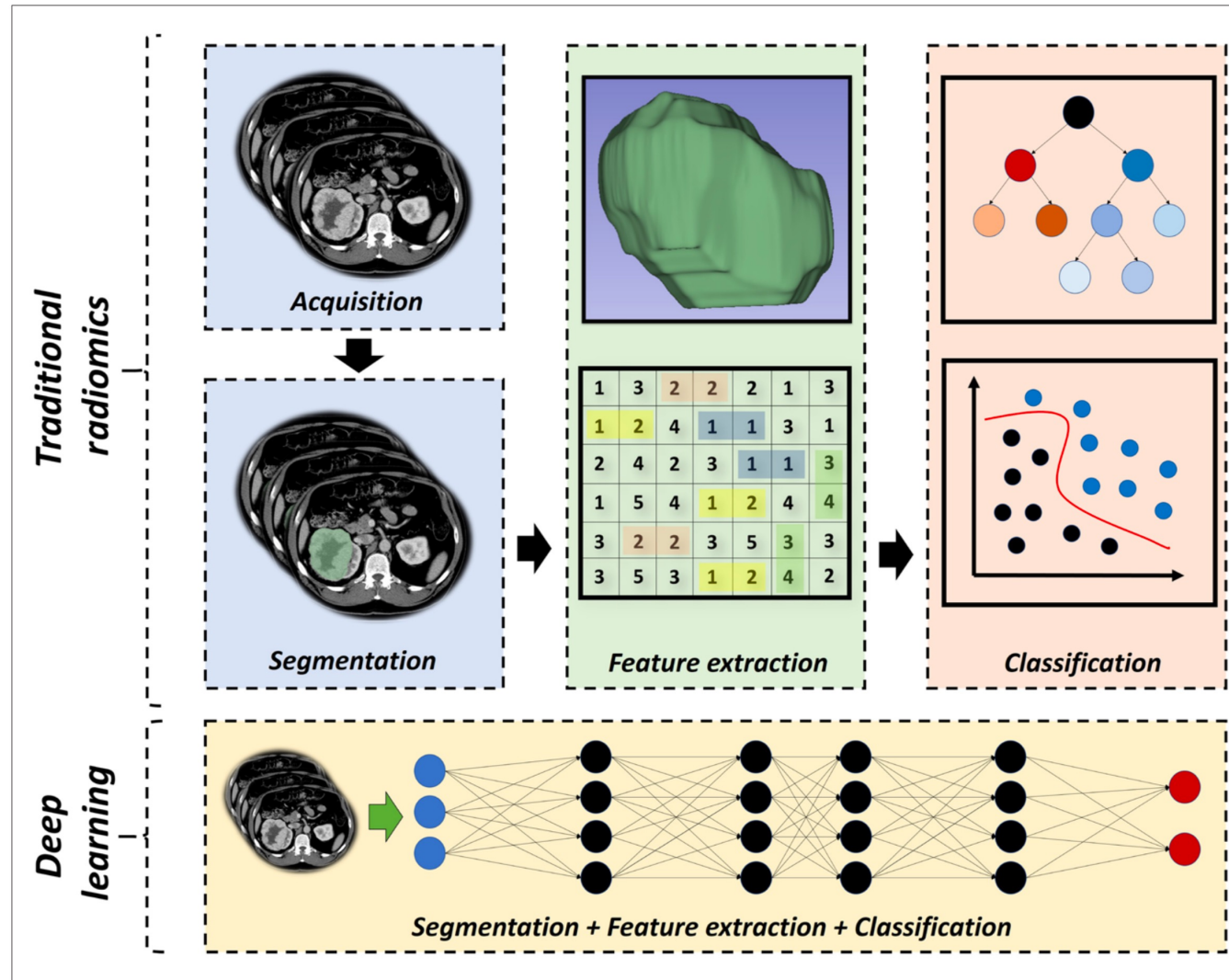


Figure 2. Over-simplified representation of traditional and deep learning-based radiomics.

Koçak B, Durmaz EŞ, Ateş E, Kılıçkesmez Ö. Radiomics with artificial intelligence: a practical guide for beginners. *Diagn Interv Radiol* 2019; 25:485–495.

**Radiomics +
Machine Learning**

Deep Learning

Challenge I: no-so-big data

Strategies for efficient learning with limited data samples.

Evaluation of robustness and reliability of trained models.

Applications to real data samples

List of use cases:

- Public data
- Private collections
- Integration of both

Test and validation in collaboration with clinical colleagues

Challenge II: explainable AI (XAI)

Make AI results understandable to humans.

Which image/data features were relevant to make a decision?

Applications to real data samples

List of use cases:

- Public data
- Private collections
- Integration of both

Test and validation in collaboration with clinical colleagues

- Collaborazione con ML_INFN
 - Utilizzo delle risorse INFN cloud e della piattaforma di sviluppo SW collaborativo e interattivo in fase di validazione in ML_INFN
 - In fase di definizione la modalità di sfruttamento delle risorse: contributo HW GPU dedicato?
- Altre risorse sono accessibili ai ricercatori di AIMnext:
 - INFN: accesso a ReCaS
 - Cluster Universitario a Pavia
 - Napoli ha accesso a Infrastructure for Big data and Scientific Computing (IBiSCo).

Resp. Naz.: A. Retico

Bari (S. Tangaro)
 Bologna (D. Remondini)
 Cagliari (P. Oliva)
 Catania (M. Marrale)
 Firenze (C. Talamonti)
 Genova (A. Chincarini)
 Lab. Naz. Sud (G. Russo)
 Milano (C. Lenardi)
 Napoli (G. Mettivier)
 Pavia (A. Lascialfari)
 Pisa (M.E. Fantacci)

Complessivamente
 saranno coinvolte circa:
 70 persone, 25 FTE

Persone e FTE a Pisa

	FTE (%)
Arezzini Silvia	10
Biagi Laura	10
Bosco Paolo	20
Ciampa Alberto	10
Cipriano Emilio	100
Fantacci Maria Evelina	70
Laruina Francesco	50
Lizzi Francesca	90
Mazzoni Enrico	5
Peretti Luca	100
Retico Alessandra	70
Scapicchio Camilla	100
Tosetti Michela	10

6.45 FTE