



## SESSIONE EDUCAZIONALE: RADIOMICA COME E PERCHÉ Quale software scegliere

F. Bianconi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi di Perugia.

Sessione educazionale: 23/06/2024



## Sommario

- **Radiomica: concetti di base**
- **Generalità sul software**
- **Strumenti per la 'Parte 1'**
  - Pre-processamento, segmentazione, estrazione delle caratteristiche
- **Strumenti per la 'Parte 2'**
  - Post processamento, analisi dei dati
- **Strumenti integrati**
- **Conclusioni**



AIMN XVI Congresso Nazionale

Milano  
20 - 23 giugno 2024

Lo salute scaggia elisce.  
Medicina Italiana, il cuore del progresso!



## Radiomica: concetti di base



AIMN XVI Congresso Nazionale

Milano  
20 - 23 giugno 2024

Lo salute scaggia elisce.  
Medicina Italiana, il cuore del progresso!



## Radiomica

- Estrazione di dati quantitativi (**feature**) a partire da imaging medico (CT, PET, MRI, etc.)
- Utilizzo delle feature come supporto alle decisioni cliniche
  - Confronto con valori soglia
  - Costruzione di modelli predittivi complessi (*machine learning*)



## Aree di potenziale applicazione

- **Settore oncologico**
  - Tumori solidi
  
- **Condizioni neurodegenerative**
  - Alzheimer's, Parkinson's, etc.
  
- **Patologie cardiovascolari**
  - Coronaropatie, scompenso cardiaco.

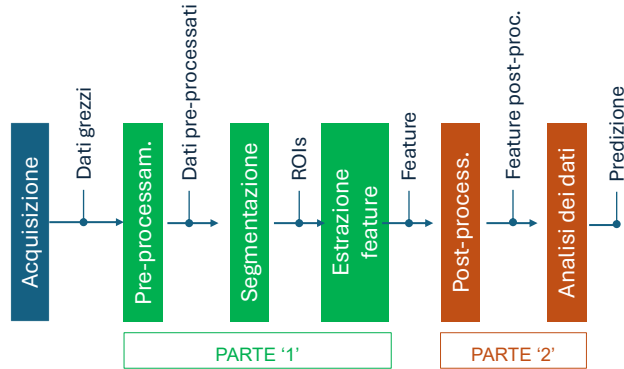


## Applicazioni nel settore oncologico

- **Diagnostica assistita**
  - Benigno vs. maligno
  - Primario vs. metastatico
  - Predizione sottotipo istologico
  
- **Stratificazione rischio e scelta terapia**
  - Predizione DFS, MFS e OS
  - Predizione risposta alla terapia
  
- **Follow-up**



## Radiomica: le fasi del processo



Adattato da [Bianconi et al \(2020\)](#)



## Radiomica: 'convenzionale' vs. Deep Learning

### Convenzionale

- Necessaria segmentazione della ROI
- Feature definite a priori ('hand-crafted')
- Possibile interpretazione delle features in termini fisico-biologici

### Deep Learning

- Segmentazione della ROI non necessaria (ma possibile!)
- Feature basate su reti pre-addestrate (data-driven)
- Difficile interpretazione delle features in termini fisico-biologici (approccio 'black-box')



**AIMN** XVI Congresso Nazionale

Milano  
20 - 23 giugno 2024

*Lo salute scaggia elisce.  
Medicina Italiana, il cuore del progresso!*



## Radiomica convenzionale: standardizzazione IBSI Image Biomarker Standardisation Initiative

- Definizione di feature radiomiche standardizzate
  - Nomi standardizzati
  - Ciascuna feature corrisponde ad un codice univoco
  - Definite formule e procedure standard per il calcolo
  - Totale 169 feature normalizzate, 11 classi



**AIMN** XVI Congresso Nazionale

Milano  
20 - 23 giugno 2024

*Lo salute scaggia elisce.  
Medicina Italiana, il cuore del progresso!*



## Generalità sul software

- Tipologie
- Termini d'uso



## Che cos'è il software?

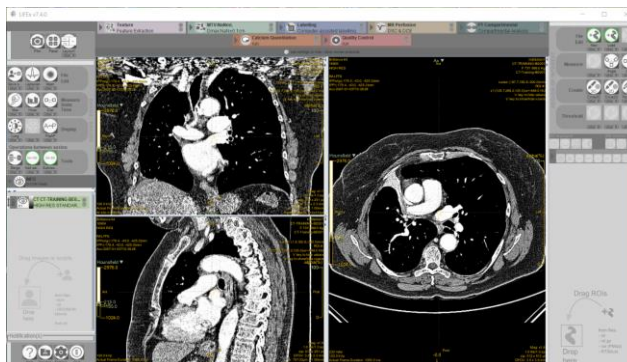
- 'In contrapposizione a hardware, tutti i **componenti modificabili di un sistema** o di un apparecchio e, più specificamente in informatica, l'insieme dei **programmi** che possono essere impiegati su un sistema di elaborazione'
- **Software applicativo:**
  - 'quello relativo ai programmi applicativi, **sviluppati per una particolare funzione** (scrittura, elaborazione di immagini, gestione di dati etc.)'

Fonte: [Treccani enciclopedia online](#)



## Applicazioni stand-alone con interfaccia grafica (GUI)

- ▲ Utilizzo intuitivo
- ▼ Gestione parametri/impostazioni non sempre chiara





## Applicazioni a linea di comando

- ▲ Migliore controllo parametri/impostazioni
- ▲ Possibilità di lavorare in *batch*
- ▼ Utilizzo meno intuitivo – richiedono conoscenza del linguaggio di scripting

```
Windows PowerShell
Copyright (C) Microsoft Corporation. All rights reserved.

Try the new cross-platform PowerShell https://aka.ms/powershell

PS C:\Users\bianco
```



## Librerie di funzioni

- ▲ Controllo completo di parametri/impostazioni
- ▲ Possibilità di integrazione con altri software e/o librerie
- ▼ Richiedono conoscenza dei principi di programmazione e di uno o più linguaggi specifici

```

7  from radiomics.pg.utilities.dicom import read as read_dicom
8  from radiomics.pg.utilities.dicom import read_metadata as read_dicom_metadata
9  from radiomics.pg.utilities.geometry import bounding_box, centroid, TriangularMesh,\
10     inertia_tensor
11
12  class Roi():
13     """Read and save regions (volumes) of interest"""
14
15     @staticmethod
16     def from_dcm_and_nii(mask_file, scan_folder, **kwargs):
17     """Generate ROI from scan (dicom) and mask (nii) data
18
19     Parameters
20     -----
21     mask_file : str
22         Path to the folder containing the mask (.nii file).
23     scan_folder : str
24         Path to the folder containing the dicom data. It is assumed each
25         dicom file in the folder represents one slice.
26     diagnosis (optional) : dict
27         A dictionary containing details about the diagnosis of the lesion.
28         For instance:
29         diagnosis = {'Malignancy': True, 'Histology': 'Adenocarcinoma'}
30         diagnosis = {'Malignancy': False, 'Histology': 'Hamartoma'}
31     """
32
33     #create an empty Roi and import data from scan and mask
34     roi = Roi()
35     roi.import(mask_file, scan_folder)

```



## Software: termini d'uso (licenza)

- **Free**
  - Libero da vincoli di copyright
  - Di solito gratuito (*royalty-free*)
  - Libertà di usare il programma senza vincoli
- **Freeware**
  - Gratuito, ma con vincoli di copyright
- **Commercial**
  - Normalmente associato ad un costo
  - Con vincoli di copyright e possibilità d'uso
- **Open-source**
  - Disponibilità del codice sorgente
  - Normalmente gratuito



## Radiomica: quale software scegliere?



«Micino del Cheshire, potresti dirmi, di grazia, quale strada prendere per uscire di qui?»

«Questo dipende soprattutto da dove vuoi andare, rispose il gatto»

— Lewis Carroll

*Alice nel paese delle meraviglie*





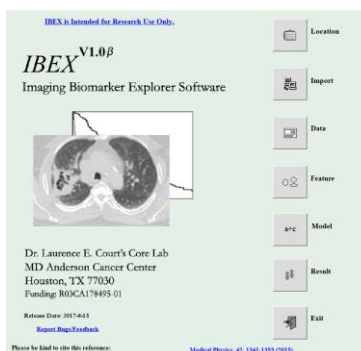
## Strumenti per la PARTE 1

- Pre-processamento
- Segmentazione
- Calcolo delle feature



## IBEX – Imaging Biomarker Explorer Software

- **Tipologia:** applicazione con interfaccia grafica basata su Matlab (richiede Matlab Compiler Runtime)
- **Funzionalità:**
  - Calcolo feature radiomiche
    - convenzionali
- **Termini d'uso:** freeware per uso ricerca ([licenza proprietaria](#))



<https://nmmitools.org/>



## LIFEx – Local Image Feature Extraction

- **Tipologia:** applicazione stand-alone con interfaccia grafica
- **Funzionalità:**
  - Preprocessamento immagini
  - Segmentazione manuale, semi-automatica e automatica
  - Calcolo feature radiomiche
    - Convenzionali
- **Termini d'uso:** free (non open-source) per utilizzo non commerciale ([licenza proprietaria](#))

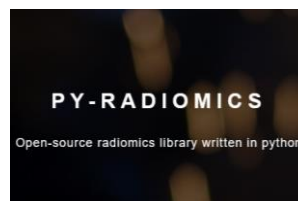


<https://www.lifexsoft.org>



## Pyradiomics

- **Tipologia:** libreria di funzioni (Python)
  - Possibilità di interfaccia grafica tramite [3D Slicer](#)
- **Funzionalità:**
  - Preprocessamento immagini
  - Calcolo feature radiomiche
    - Convenzionali
- **Termini d'uso:** freeware, open source ([BSD-3-Clause](#))



<https://pyradiomics.readthedocs.io/en/latest/index.html>



## MIRP – Medical Image Radiomics Processor

- **Tipologia:** libreria di funzioni (Python)
- **Funzionalità:**
  - calcolo feature radiomiche
    - Convenzionali
    - Basate su Deep Learning
- **Termini d'uso:** freeware, open source ([EUPL 1.2](https://eupl.eu/))



<https://github.com/oncoray/mirp>



## ViSERA (ex SERA)

- **Tipologia:** applicazione stand-alone con interfaccia grafica
- **Funzionalità:**
  - Preprocessamento immagini
  - Registrazione e fusione immagini
  - Calcolo feature radiomiche
    - Convenzionali
- **Termini d'uso:** free e open-source per utilizzo non commerciale ([CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/))



<https://visera.ca/>



**AIMN** XVI Congresso Nazionale

Milano  
20 - 23 giugno 2024

La salute oggi nasce  
Medicina Italiana, il cuore del progresso!



## Strumenti per la PARTE 2

- Selezione/combinazione delle feature
- Costruzione modelli predittivi



**AIMN** XVI Congresso Nazionale

Milano  
20 - 23 giugno 2024

La salute oggi nasce  
Medicina Italiana, il cuore del progresso!



## Python

With Pandas, NumPy, scikit-learn and Matplotlib

- **Tipologia:** librerie di funzioni per Python
- **Funzionalità:**
  - Selezione/combinazione feature
  - Classificazione
  - Regressione
  - Visualizzazione dati
- **Termini d'uso:** free per uso commerciale e non, open-source (PSFL, licenze specifiche per singolo pacchetto)

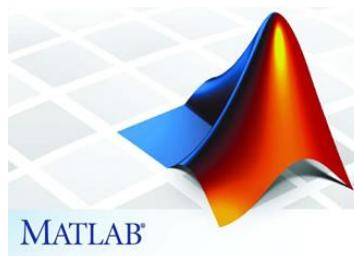


<https://www.python.org/>



## Matlab

- **Tipologia:** ambiente di programmazione/scripting con IDE
- **Funzionalità:**
  - Selezione/combinazione feature
  - Classificazione
  - Regressione
  - Visualizzazione dati
- **Termini d'uso:** commerciale



<https://www.mathworks.com/products/matlab.html>



## Python vs Matlab



**Python**

- Linguaggio di alto livello flessibile
  - Procedurale e object-oriented
- Ambiente 'composito'
  - Richiede installazione di diversi pacchetti/librerie
  - No ambiente IDE integrato (va installato seperatamente)
    - e.g. PyCharm, Eclipse, Wing, etc.
- Freeware, open-source



**Matlab**

- Linguaggio di alto livello
  - Essenzialmente procedurale
- Ambiente 'monolitico'
  - Numerosi pacchetti integrati
  - Ambiente IDE integrato
- Commerciale



## Orange data mining

- **Tipologia:** ambiente visuale basato su interfaccia drag-and-drop
- **Funzionalità:**
  - Selezione/combinazione feature
  - Classificazione
  - Regressione
  - Visualizzazione dati
- **Termini d'uso:** free, non open-source (GPLv3)



<https://orangedatamining.com/>



## Strumenti integrati



## matRadiomics

- **Tipologia:** ambiente con interfaccia grafica
  - Backend: Matlab & pyradiomics
- **Funzionalità:**
  - Segmentazione
  - Calcolo delle feature
  - Selezione, combinazione e armonizzazione
  - Classificazione
  - Regressione
  - Visualizzazione dati
- **Termini d'uso:** open-source (licenza sconosciuta)



<https://www.ibfm.cnr.it/matradiomics/?lang=en>



## SOPHiA DDM

- **Tipologia:** piattaforma basata sul cloud
  - Sistema 'multi-omics' (genomica, dati clinici, istologia, radiomica)
- **Funzionalità:**
  - Segmentazione (manuale, semi-automatica)
  - Calcolo delle feature (convenzionali)
  - Selezione, combinazione e armonizzazione
  - Possibilità di fare corti (dati clinici)
- **Termini d'uso:** on-demand (in fase di sviluppo, disponibili demo)

 SOPHiA GENETICS™

<https://www.sophiagenetics.com/technology/>



## Conclusioni



## Conclusioni

- Panorama **molto composito** ed in **rapida evoluzione**
- Scelta del software dipende da:
  - **Fasi della radiomica** in cui si prevede di utilizzarlo
  - **Uso finale**
    - Ricerca vs. clinica, commerciale vs. non-profit
  - **Capacità ed attitudini dell'operatore**
    - GUI vs. linea di comando vs. librerie di funzioni
- Per uso clinico andrebbe verificata **conformità rispetto al regolamento UE n. 2017/745** sui dispositivi medici (Medical Device Regulation – MDR)