



# Correzione dell'attenuazione di immagini PET mediante Deep Learning

<u>Federico Valeri</u><sup>a</sup>, Ilaria Cupparo<sup>a,b</sup>, Lorenzo Lasagni<sup>a</sup>, Matilde Nerattini<sup>a</sup>, Valentina Berti<sup>a</sup>, Cinzia Talamonti<sup>a,b</sup>

 a) Dipartimento di Scienze Biomediche, Sperimentali e Cliniche "Mario Serio", Università degli Studi di Firenze
 b) Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione Firenze

108° Congresso Nazionale, Milano 12-16 Settembre 2022

federico.valeri@unifi.it

# Indice

Introduzione: immagine PET e correzione per l'attenuazione

Materiali e metodi: architettura della rete neurale e dataset

Risultati qualitativi, quantitativi globali e regionali



#### Introduzione



#### Immagine PET:

Distribuzione spaziale del tracciante radioattivo emettitore  $\beta^+$ 

$$e^+ + e^- \longrightarrow 2\gamma$$



Perdita di segnale causata dall'attenuazione fotonica per effetto fotoelettrico e Compton

Fattore moltiplicativo di correzione per l'attenuazione (ACF):

$$ACF_{LOR} = e \int_{LOR} \mu(x) dx$$

 $\mu$  coefficiente di attenuazione a 511 keV



#### PET/CT



μ(511 keV)

22

<u>TRASFORMAZIONE</u> <u>BILINEARE</u> Misura indiretta della mappa di attenuazione (segmentazione, template, ...)

PET/MR

• Artefatti da materiali ad alto Z

 Troncamento di parti del corpo in immagini TC o MR (esame total body)

• Disallineamento tra immagini CT e PET



Correzione per l'attenuazione diretta basata su deep learning tra immagini NAC PET e AC PET di esami del cervello con radiofarmaco <sup>18</sup>F-FDG



# Materiali e metodi



#### Strategia di transfer learning:

Encoder = Inception-ResNet v2 pre-addestrata su ImageNet

#### FASE I :

- Encoder fissato
- Addestramento del decoder

#### FASE II :

• Addestramento dell'intera rete



#### Risultati qualitativi





Input (NAC PET) Ground Truth (CT-AC PET) Output (DeepAC – PET)

## Risultati quantitativi globali



- 15

· 10

-10

-15

-20

## Risultati quantitativi regionali

RegistrazioneCTACeDeepPETsutemplatedelcervelloMNI152T1

# 🕑 ANTsPy



REGISTRAZIONE



ATLANTE Hammers n30r95 95 volumi di interesse (VOI)

- Maschera del cervello
- 1. Cervelletto (Left + Right)
- 2. Lobo temporale (L + R)
- 3. Lobo occipitale (L + R)
- 4. Lobo parietale (L + R)
- 5. Lobo frontale (L + R)
- 6. Talamo (L + R)
- 7. Putamen(L+R)
- 8. Striato(L+R)
- 9. Insula(L+R)
- 10. Tronco encefalico



#### 19 strutture

#### Risultati quantitativi regionali: cervello

Differenza percentuale (%):



#### Risultati quantitativi regionali: 19 strutture



#### Risultati quantitativi regionali: 19 strutture





#### Conclusioni e...

 Correzione per l'attenuazione diretta
 Differenza percentuale < 5% per le 19 strutture

Rapporti tra strutture cerebrali differiscono < 1%

Uso in scanner PET-MR come approccio alternativo

Uso in scanner PET stand-alone

Uso in scanner PET-CT per diminuire dose assorbita (rilevante nei pazienti pediatrici)

Effective dose estimation for oncological and neurological PET/CT procedures

Josep M. Martí-Climent<sup>1,2\*</sup>, Elena Prieto<sup>1,2</sup>, Verónica Morán<sup>1</sup>, Lidia Sancho<sup>1</sup>, Macarena Rodríguez-Fraile Javier Arbizu<sup>1,2</sup>, María J. García-Velloso<sup>1,2</sup> and José A. Richter<sup>1,2</sup>

<u>Esame cervello 18-FDG:</u> <u>scansione CT contribuisce alla</u> <u>dose efficace per circa l'11%</u>

#### prospettive future



- Test su pazienti pediatrici
- Valutazione della performance con metodi clinici
- Estendere l'approccio dei deep learning ad altri distretti:

No artefatti metallici
No troncamento
No disallineamento

<u>Esame total body 18-FDG:</u> <u>scansione CT contribuisce alla</u> <u>dose efficace per circa il 60%</u>

# Bibliografia

- M. Reza Ay,S. Sarkar, "Computed Tomography Based Attenuation Correction in PET/CT: Principles, Instrumentation, Protocols, Artifacts and Future Trends", Iranian Journal of Nuclear Medicine, 2007
- 2. Y. Chen, H. An, "Attenuation Correction of PET/MR Imaging, Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America", 2017
- 3. Jae Sung Lee, "A Review of Deep-Learning-Based Approaches for Attenuation Correction in Positron Emission Tomography", IEEE TRANSACTIONS ON RADIATION AND PLASMA MEDICAL SCIENCES, VOL. 5, NO. 2, 2021
- 4. J.Yang, D. Park, G. T. Gullberg, and Y.Seo, "Joint Correction of Attenuation and Scatter in Image Space Using Deep Convolutional Neural Networks for Dedicated Brain 18F-FDG PET", Physics in Medicine and Biology, 2019
- 5. I. Shiri, P. Ghafarian, P. Geramifar et al, "Direct attenuation correction of brain PET images using only emission data via a deep convolutional encoder-decoder (Deep-DAC)", IMAGING INFORMATICS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 2019

# Grazie per l'attenzione

