

Borse di studio GARR
Orio Carlini

UNO STRUMENTO DIAGNOSTICO FLESSIBILE E INTERAMENTE CLOUD- EMBEDDED PER UNA DIAGNOSI COMPUTERIZZATA AFFIDABILE, RAPIDA E CLINICAMENTE INTERPRETABILE

Borsista: Dr. SELENE TOMASSINI

Tutor: Prof. LAURA BURATTINI

BR3IN

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione
Università Politecnica delle Marche

Consortium
GARR | THE ITALIAN
EDUCATION
& RESEARCH
NETWORK

Borse di studio GARR
Orio Carlini

CONTESTO

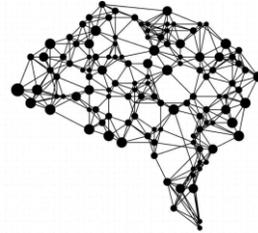
IN CUI IL PROGETTO SI INSERISCE

MALATTIE NEURODEGENERATIVE

Malattie del **sistema nervoso centrale** accomunate da un processo cronico e selettivo di **deterioramento** neuronale

- Impatto socio-economico crescente
- Esordio silente
- Progressione irreversibile
- Diagnosi tardiva ed incerta
 - Sintomatologia simile
 - Alterazioni anatomiche simili





Gli algoritmi di **deep learning**
stanno dimostrando grandi potenzialità
in **diagnostica**

- Notevole mole di dati
- Elevato costo computazionale
- Eccezionale disponibilità di memoria
- Assenza di trasparenza



Difficile accessibilità ai dati



Assenza di super-computer

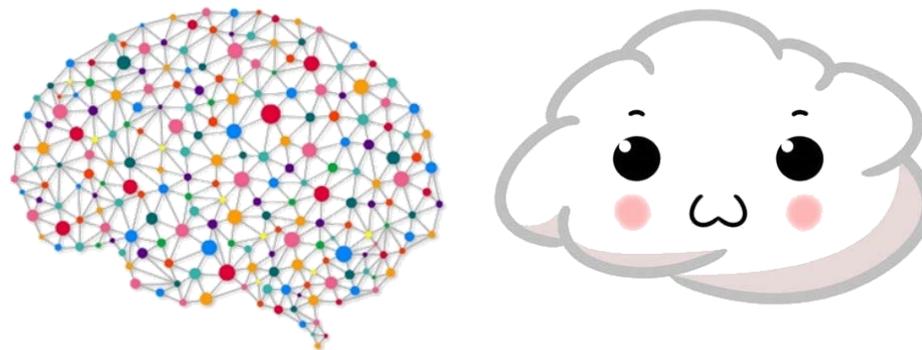


Necessità di una diagnosi spiegabile

Borse di studio GARR
Orio Carlini

SCOPO DEL PROGETTO

DEEP LEARNING & CLOUD COMPUTING



SISTEMA DIAGNOSTICO A **SUPPORTO** DEI PROCESSI DECISIONALI

- Leggero
- Integrato nel cloud
- Affidabile
- Interpretabile

Borse di studio GARR
Orio Carlini

METODOLOGIA

PREVISTA



Ricerca malattie neurodegenerative, selezione e conferma



Implementazione algoritmi di deep learning in cloud computing



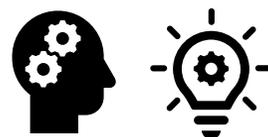
Collaudo algoritmo e verifica prestazioni



Individuazione dati radiologici, download e cloud storage



Sceita miglior algoritmo per costo computazionale e prestazioni



Integrazione moduli di interpretabilità



Borse di studio GARR
Orio Carlini

ATTIVITÀ
SVOLTA
&
RISULTATI
RAGGIUNTI

I. DESIGN

Alzheimer (AD)

- **Mild cognitive impairment (MCI)**
- Da lieve a moderato
- Grave

Parkinson (PD)



I dati radiologici
da **risonanza magnetica (RM)**
sono ampiamente utilizzati come
supporto diagnostico



Database open access

- <https://search.kg.ebrains.eu/instances/Dataset/2b24466d-f1cd-4b66-afa8-d70a6755ebea>
- <https://adni.loni.usc.edu/about/>
- <https://www.ppmi-info.org/>

II. DEVELOPMENT

III. DIAGNOSTIC PERFORMANCE CHECK

Ambiente di sviluppo

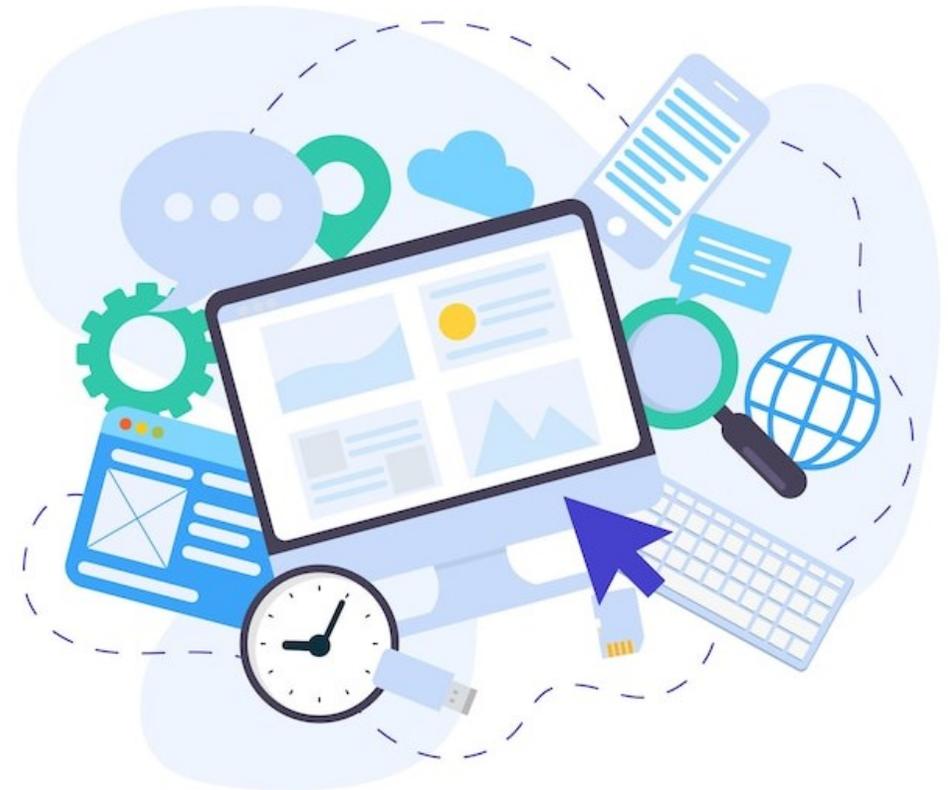
- Cloud
- Remoto

Linguaggio di programmazione

- Python 3
 - TensorFlow Keras

Risorse computazionali

- GPU
 - NVIDIA Tesla P100
 - NVIDIA Tesla T4
 - NVIDIA GEFORCE RTX
- RAM
 - 34 GB



Borse di studio GARR
Orio Carlini

ATTIVITÀ
SVOLTA
&
RISULTATI
RAGGIUNTI

SEGMENTAZIONE
AUTOMATICA

<https://doi.org/10.3390/info14050282>



Article

A Double-Stage 3D U-Net for On-Cloud Brain Extraction and Multi-Structure Segmentation from 7T MR Volumes

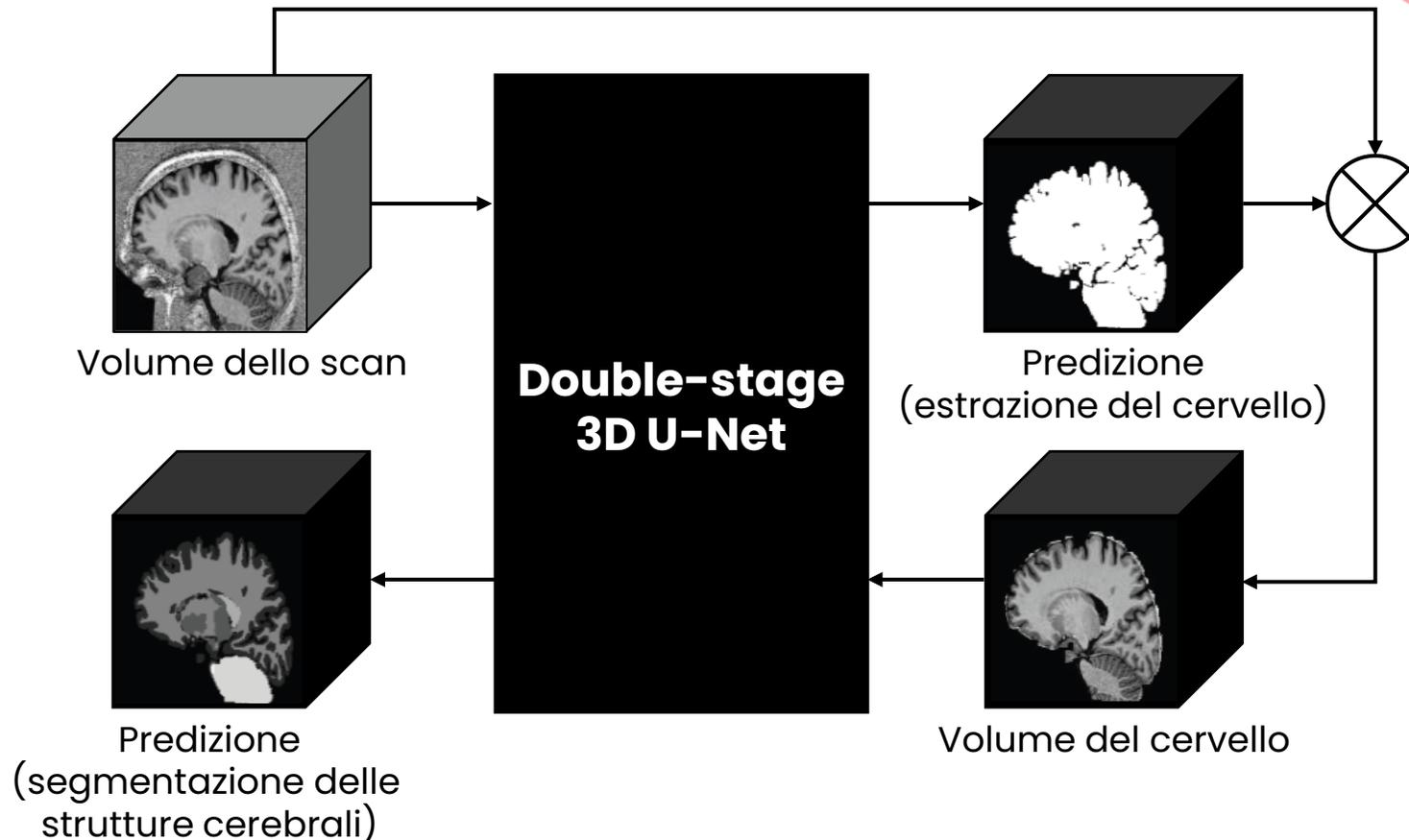
Selene Tomassini , Haidar Anbar, Agnese Sbrollini , MHD Jafar Mortada, Laura Burattini * 
and Micaela Morettini * 

Department of Information Engineering, Università Politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche 12,
60131 Ancona, Italy; s.tomassini@pm.univpm.it (S.T.); s1101956@studenti.univpm.it (H.A.);
a.sbrollini@staff.univpm.it (A.S.); s1101958@studenti.univpm.it (M.J.M.)

* Correspondence: l.burattini@univpm.it (L.B.); m.morettini@univpm.it (M.M.)

Volumi di RM*

- 90% per l'addestramento
 - 10% per la validazione
- 10% per il test



*<https://search.kg.ebrains.eu/instances/Dataset/2b24466d-flcd-4b66-afa8-d70a6755ebea>

CLASSE	STAGE	TEST DSC (%) media±std.dev.	VOLUME (cm ³) 50 th [25 th ;75 th]
Background	I	98.78±0.22	-
Cervello	I	96.33±0.51	1253[1162;1313]
GM	II	90.24±1.04	630[589;672]
BG	II	87.55±0.83	50[48;54]
WM	II	93.82±0.87	421[386;446]
VEN	II	85.77±4.16	16[15;21]
CB	II	91.53±1.96	110[106;113]
BS	II	89.95±2.63	17[16;18]

DSC: Dice similarity coefficient

GM: Materia grigia

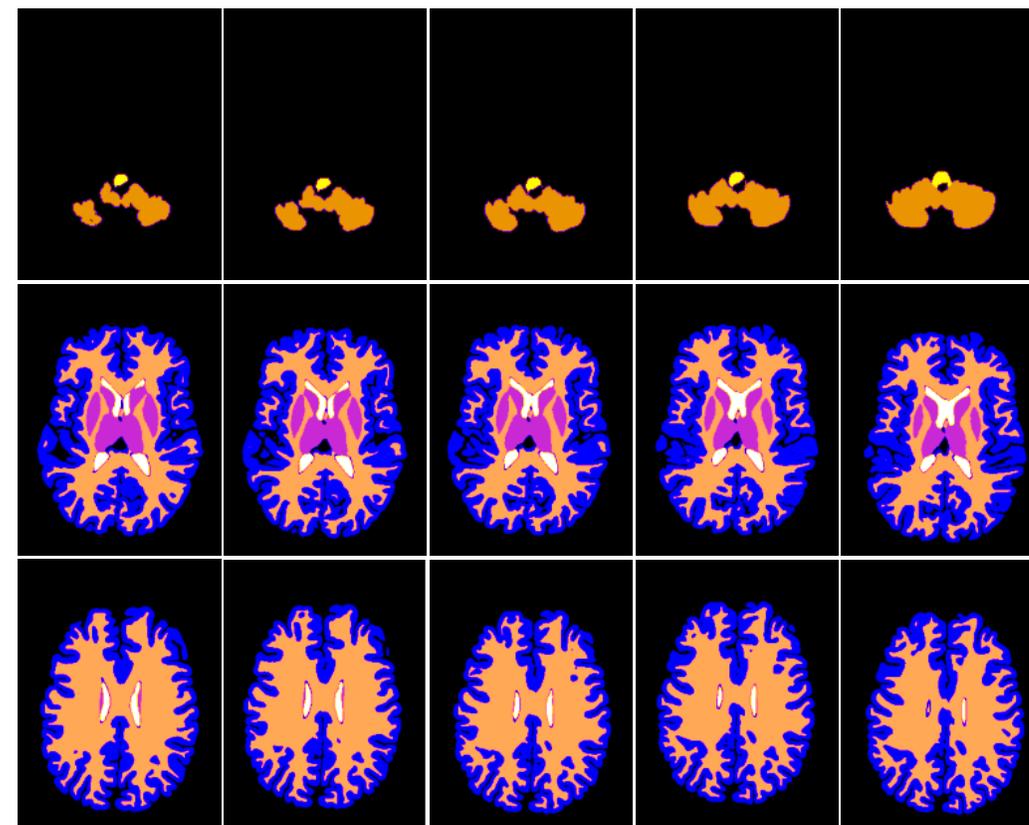
BG: Gangli basali

WM: Materia bianca

VEN: Ventricoli

CB: Cervelletto

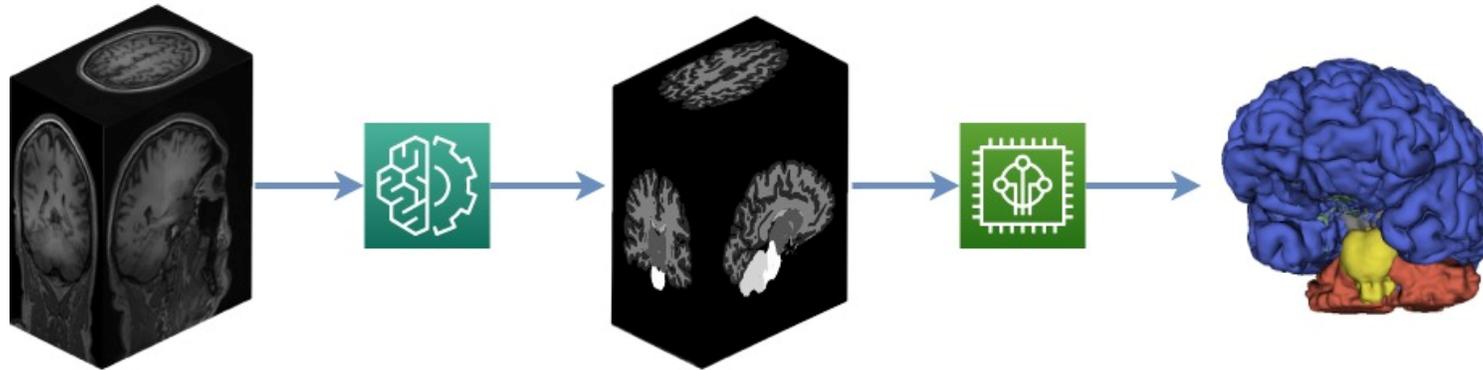
BS: Tronco encefalico



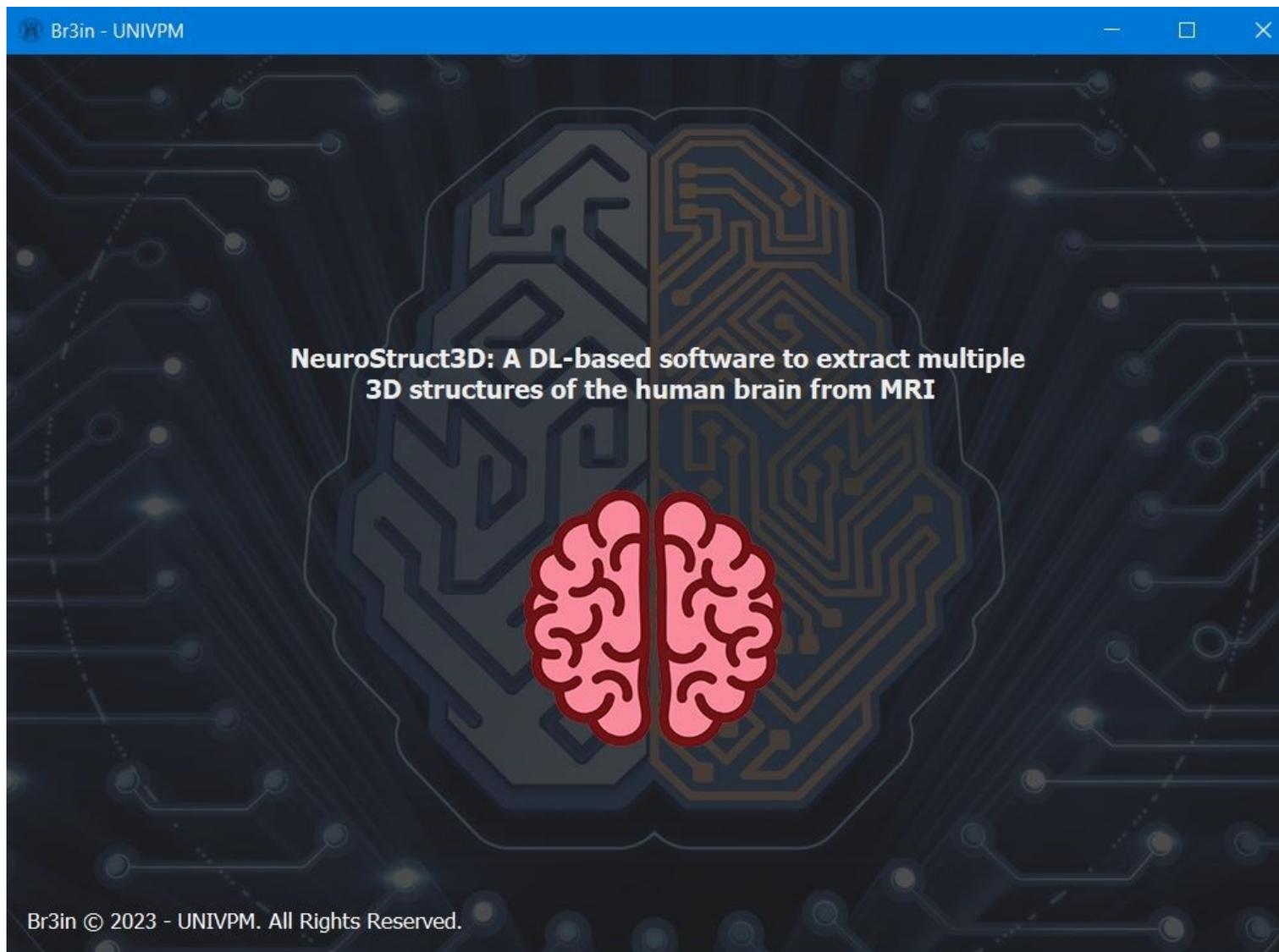
■ GM ■ WM ■ CB
■ BG ■ VEN ■ BS

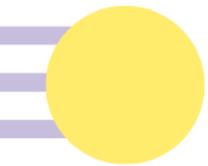
NeuroStruct3D

<https://github.com/3nbar/NeuroStruct3D>



Le strutture cerebrali vengono **segmentate automaticamente** tramite l'**algoritmo di deep learning incorporato**, **visualizzate in 3D** e **analizzate quantitativamente** mediante il calcolo della misura del volume (cm³)





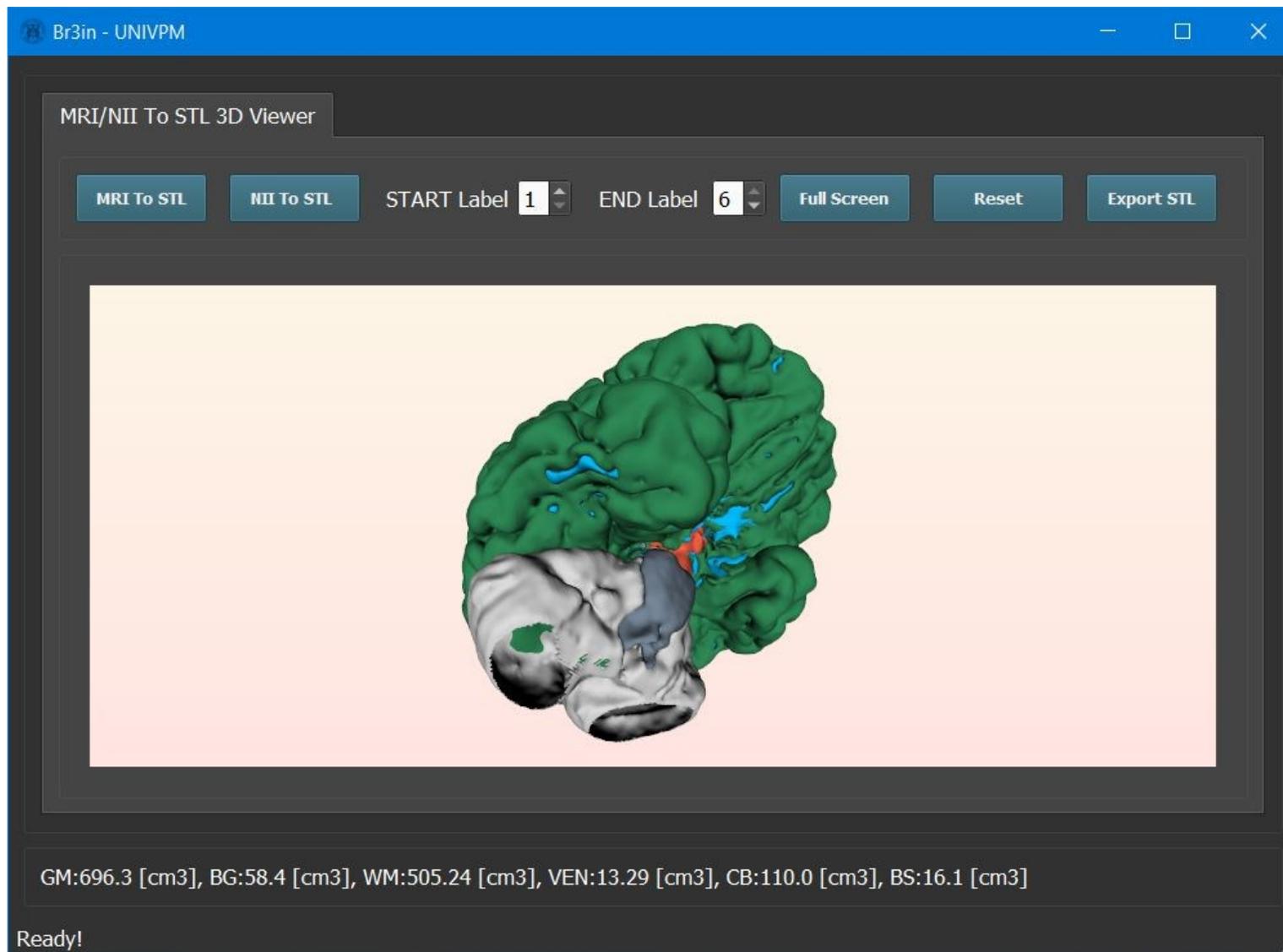
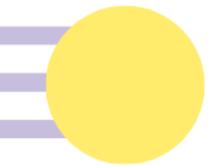
Br3in - UNIVPM

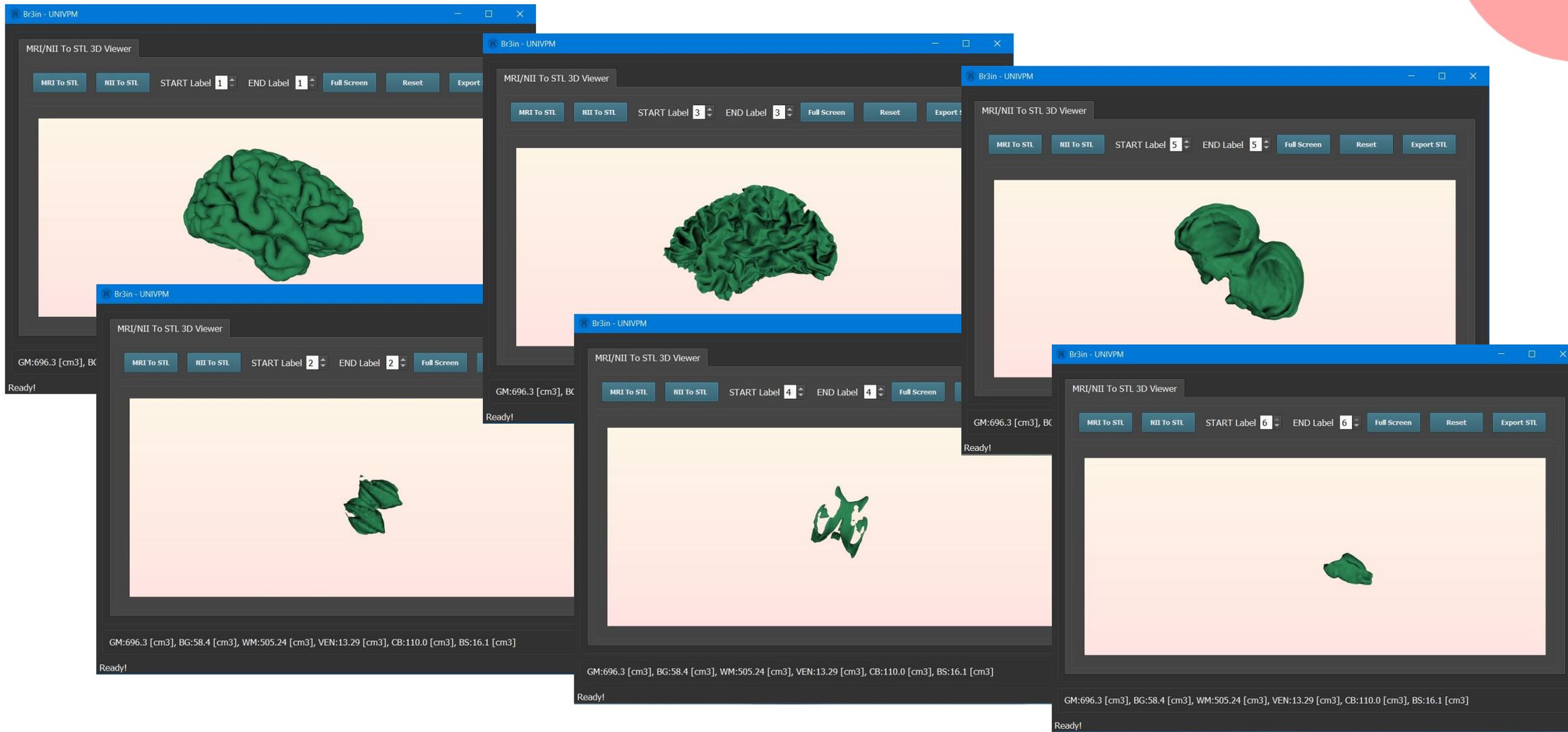
MRI/NII To STL 3D Viewer

MRI To STL NII To STL START Label END Label Full Screen Reset Export STL

Br3in © 2023 - UNIVPM. All Rights Reserved.

Ready!





Borse di studio GARR
Orio Carlini

ATTIVITÀ
SVOLTA
&
RISULTATI
RAGGIUNTI

CLASSIFICAZIONE
AUTOMATICA

<https://ieeexplore.ieee.org/document/10178798>



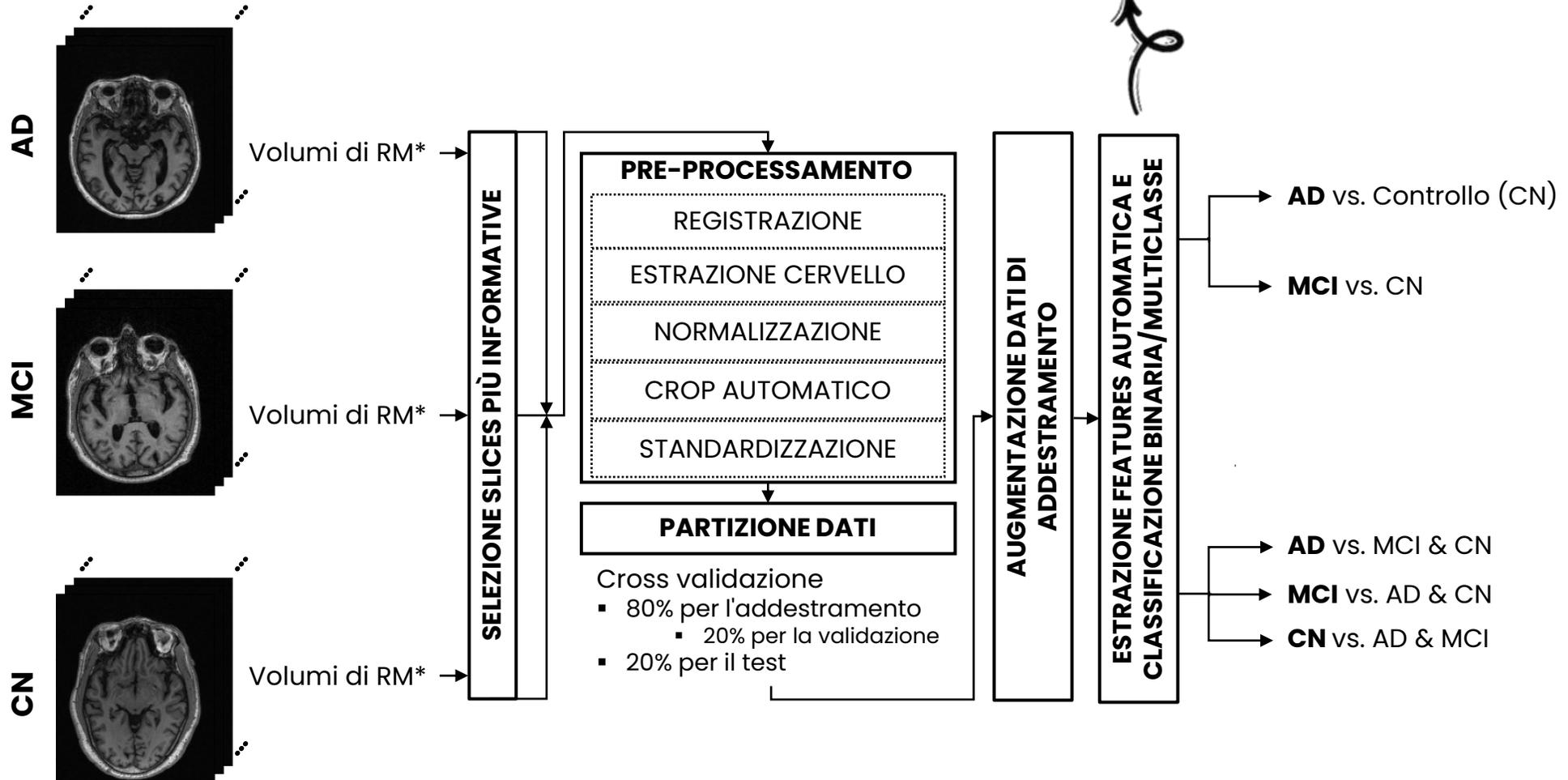
CLAUDIA: Cloud-based Automatic Diagnosis of Alzheimer's Prodromal Stage and Disease from 3D Brain Magnetic Resonance

Selene Tomassini*, Agnese Sbrollini*, Micaela Morettini*, Aldo Franco Dragoni* and Laura Burattini*[†]

*Department of Information Engineering, Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italy

[†]Corresponding author: Laura Burattini (l.burattini@univpm.it)

* <https://adni.loni.usc.edu/about/>



CLASSIFICATORI BINARI

CLASSIFICATORE MULTICLASSE

	TEST	AD vs. CN	MCI vs. CN	AD	P	MCI	P	CN
Valore AUC (%)	Split 1	99.05	86.44	80.12	NA	61.38	NA	77.18
	Split 2	100	85.67	96.43	NA	89.83	NA	92.99
	Split 3	100	95.33	99.82	NA	99.43	NA	99.37
	Split 4	100	98.67	100	NA	99.94	NA	100
	Split 5	100	100	100	NA	100	NA	100
Distribuzione AUC (50th[25th;75th])		100[99.76;100]	95.33[86.25;99.01]	99.82[92.35;100]	0.29	99.43[82.72;99.96]	0.75	99.37[89.04;100]

AUC: Area sottesa la curva receiver operating characteristic (ROC)

P: Livello di significatività statistica (0.05)

NA: Non applicabile



Non c'è differenza statistica tra le distribuzioni AUC multiclasse e le corrispondenti distribuzioni AUC binarie

ALGORITMO – EXTENDED VERSION

CLAUDIA

il **primo** algoritmo basato sul deep learning ad estendere l'applicabilità di una rete neurale ConvLSTM based alla diagnosi computerizzata di MCI, oltre a quella di AD

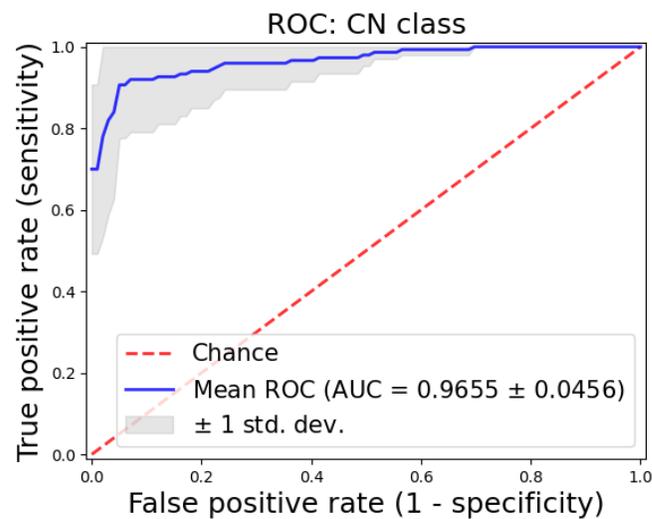
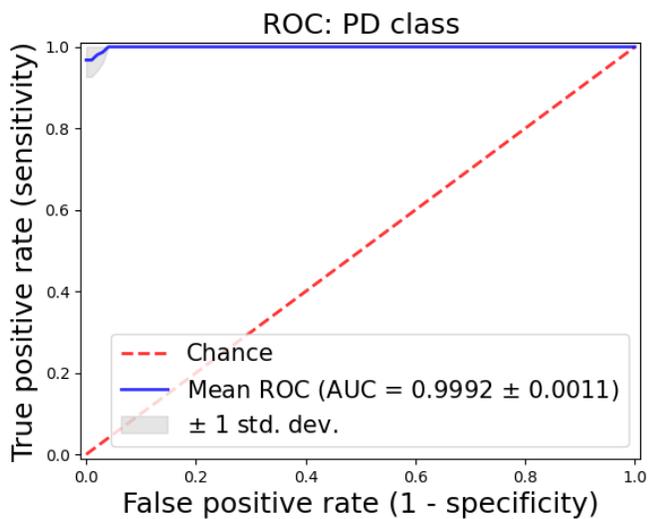
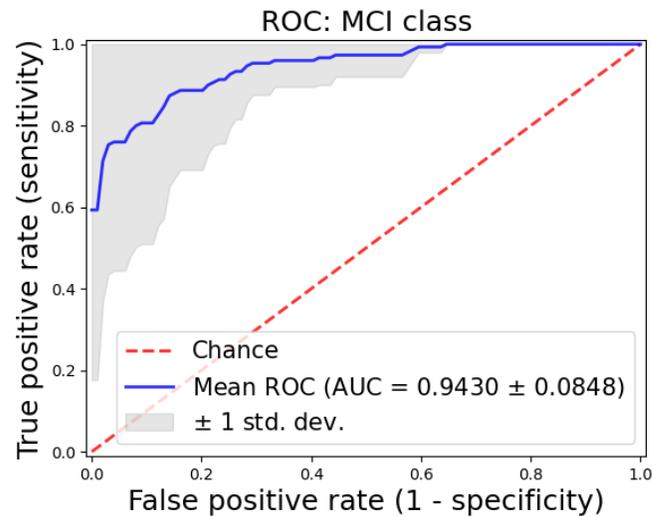
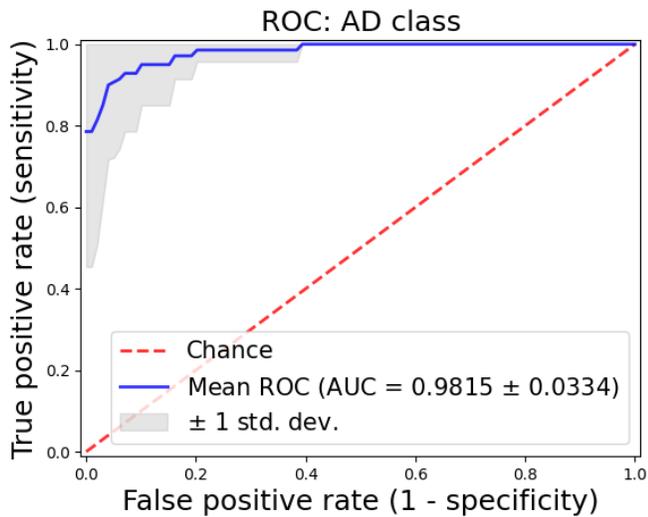
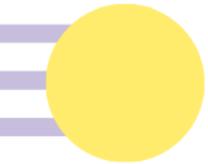


+ PD

Volumi di RM*

*<https://www.ppmi-info.org/>

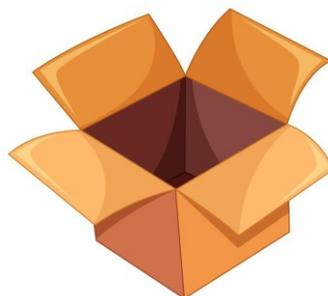




Borse di studio GARR
Orio Carlini

...E NEL
**PROSSIMO
MESE?!**

Integrazione moduli di **interpretabilità**



Verifica prestazioni



Borse di studio GARR
Orio Carlini

GRAZIE!

BR3IN

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione
Università Politecnica delle Marche

 Consortium
GARR | THE ITALIAN
EDUCATION
& RESEARCH
NETWORK