3° Πανελλήνιο Συνέδριο
Ιατρικής Φυσικής

27° Διαπανεπιστημιακό Συνέδριο
Ακτινολογίας

Απευθείας Ταξινόμηση Γλοιωμάτων Χαμηλής και Υψηλής Κακοήθειας από Τρισδιάστατες Εικόνες Μαγνητικής Τομογραφίας με Βελτιστοποιημένη Αρχιτεκτονική Βαθιάς Μάθησης

Χρήστος Ανδριανός, Σπυρίδων Κωστόπουλος, Ιωάννης Καλατζής, Δημήτριος Γκλώτσος, Παντελεήμων Ασβεστάς, Διονύσης Κάβουρας και Εμμανουήλ Αθανασιάδης

Εργαστήριο Επεξεργασίας Ιατρικού Σήματος και Εικόνας (ΕΙΣΕ), Τμήμα Μηχανικών Βιοϊατρικής, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

30, 31 ΟΚΤ + 1 ΝΟΕ
2026

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
- ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ, ΛΑΡΙΣΑ

Οργάνωση

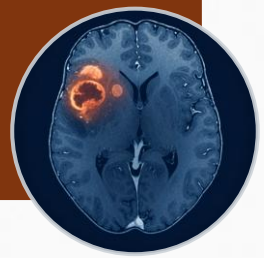
ΕΦΙΕ
Ένωση Φυσικών Ιατρικής Ελλάδος

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΟΛΛΕΓΙΟ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ

Εισαγωγή

Γλοιώματα

- Πρωτοπαθείς Όγκοι ΚΝΣ
- Ιστολογικός + Μοριακός Χαρακτηρισμός κατά ΠΟΥ
- Ταξινόμηση LGG (G2-3) vs HGG (G4)



Πρόβλημα

❖ Μέθοδοι ΤΝ Βασίζονται σε **Τμηματοποίηση** Όγκου

❖ Αύξηση Πολυπλοκότητας + Μετάδοση Σφαλμάτων

❖ Απαίτηση Επικύρωσης από Ειδικούς Πεδίου



Στόχος

✓ Ανάπτυξη Μοντέλων 3D CNN **Χωρίς Τμηματοποίηση**

✓ Ερμηνεία Προβλέψεων

✓ Επιπλέον Μοριακή Ταξινόμηση



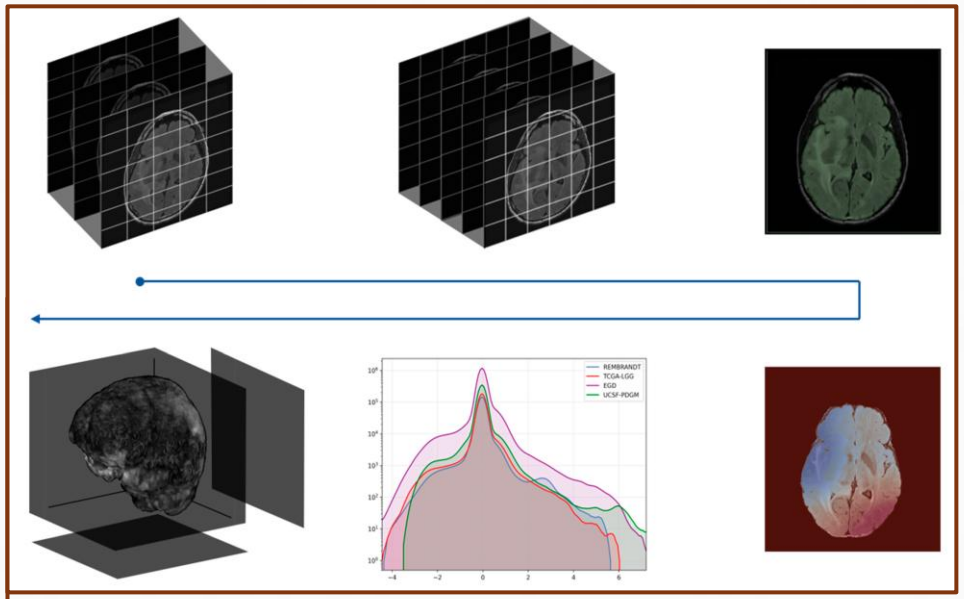
Μέθοδοι & Υλικά

Συλλογή Δεδομένων

Dataset	Cases (N)
REMBRANDT	68
TCGA-LGG	105
UCSF-PDGM	470
EGD	551
Total	**1.194**

- Προ-Εγχειρητικά T1-CE + FLAIR
- 442 LGG / 752 HGG
- 231 IDH/ 580 Wildtype

Προ-Επεξεργασία



→ Αρχικά Δεδομένα

→ RAS/Επαναδειγματοληψία 1 mm³

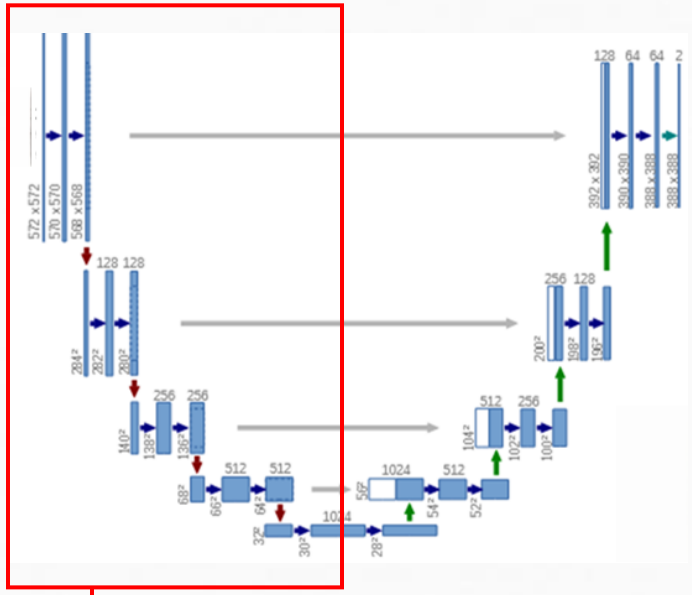
→ Αφαίρεση Κρανίου (SynthStrip)

→ N4 Διόρθωση Πεδίου

→ Κανονικοποίηση Εντάσεων

→ Crop/Pad 240×240×180

3D U-Net



Encoder

Αναζήτηση Αρχιτεκτονικής Δικτύου (NAS):

Κορμός 3D U-Net Encoder

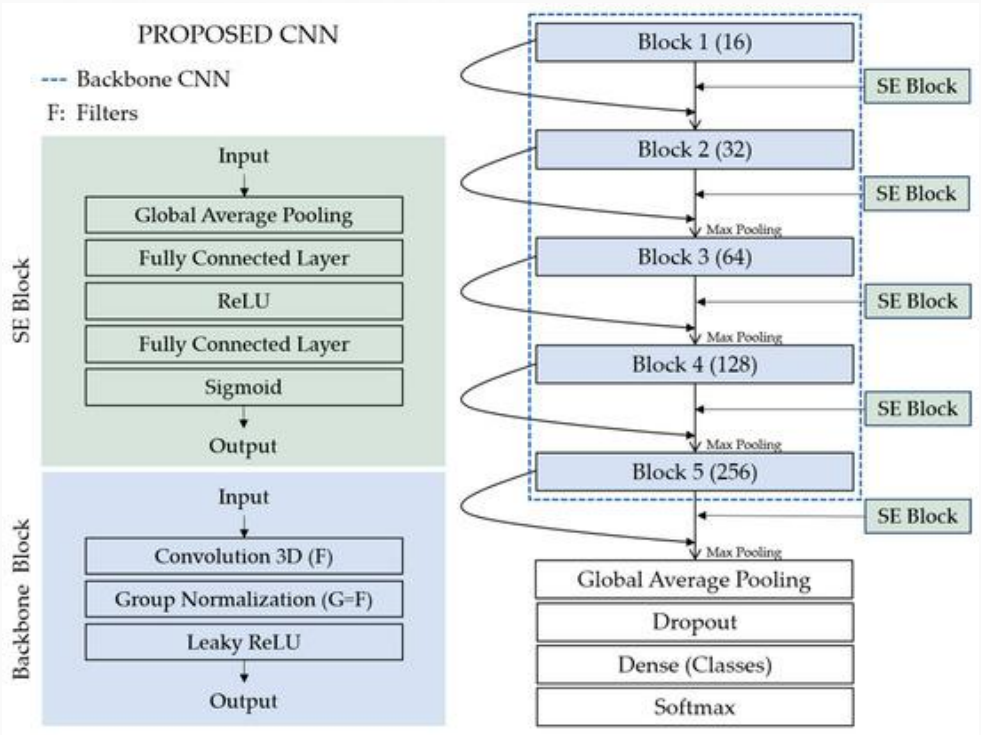
2.016 Πιθανές Διαμορφώσεις

TPE + Hyperband, 50 trials

Αρχιτεκτονικές βελτιώσεις

Αποτελέσματα

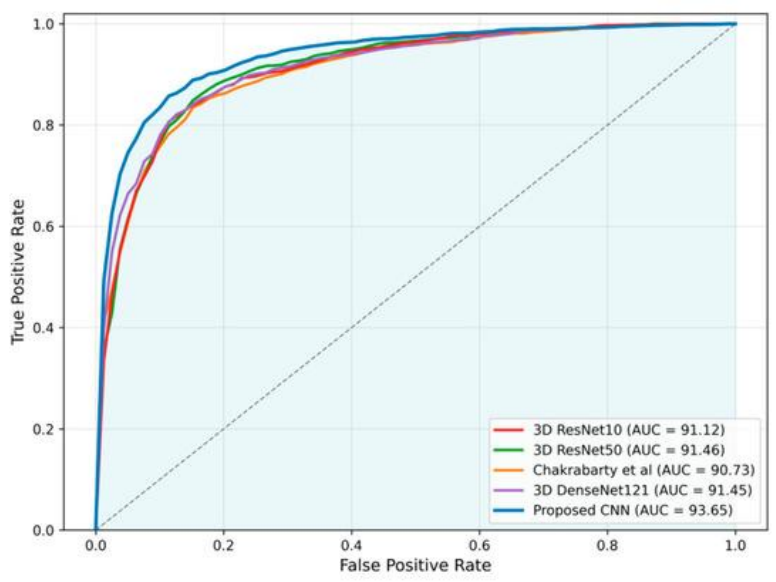
Βελτιστοποιημένη Αρχιτεκτονική



- 5 Blocks Μονής Συνέλιξης
- 16 φίλτρα (διπλασιασμός ανά block)
- Residual + SE σε κάθε block
- ~1.3M Παράμετροι

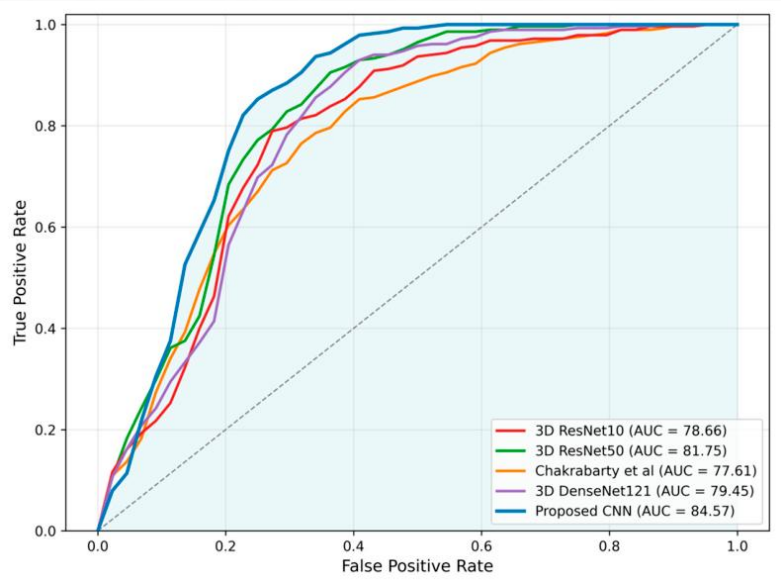
Εσωτερική Επικύρωση

Αξιολόγηση 5-fold CV (3 seeds):
Ακρίβεια **88,25%**
AUC **0.936**
Καλύτερη Απόδοση (**p < 0.001**)



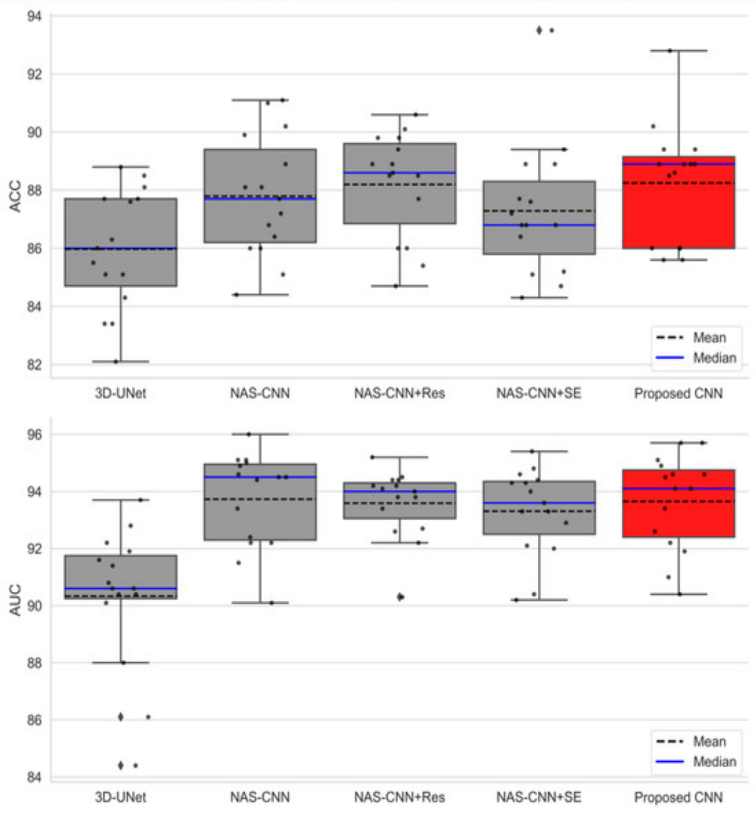
Εξωτερική Επικύρωση

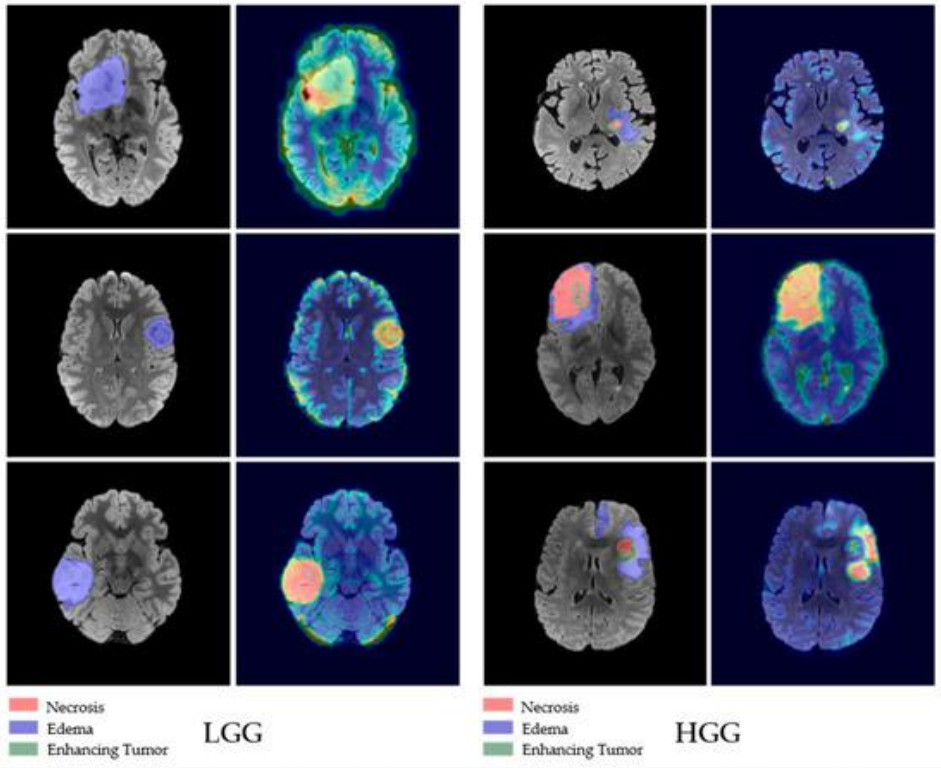
Ταξινόμηση REMBRANDT:
Ακρίβεια **75,51%**
AUC **0.846**
Καλύτερη Απόδοση (**p < 0.05**)



Αποτελέσματα

Ablation Study



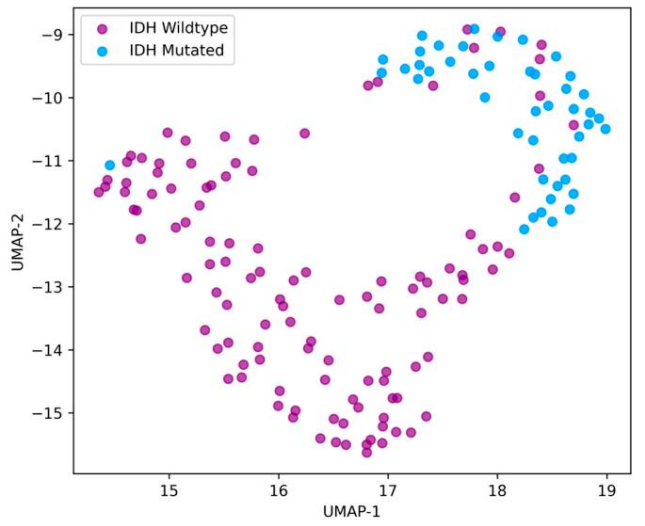


3D Χάρτες Ενεργοποίησης Grad-CAM
LGG: Οίδημα
HGG: Νέκρωση + Ενισχυμένος Όγκος
Σύγκριση με Ground Truth: Dice **~0.70**

Εξηγήσιμη Τεχνητή Νοημοσύνη

Μοριακή Ταξινόμηση

Μη-Επεμβατική Πρόβλεψη IDH
Ακρίβεια **89.51%**
AUC **93.54%**
Καλή Διαχωρισιμότητα



Συμπεράσματα

- Segmentation-free Ταξινόμηση
- Task-Specific Σχεδιασμός

Προτεινόμενη Μέθοδος

- 88,3% Εσωτερική
- 75,5% Εξωτερική
- Στατιστικά Σημαντική Διαφορά

Υψηλή Απόδοση Ταξινόμησης

- Εστίαση στον Όγκο
- Εξηγήσιμο Μοντέλο
- Αποφυγή 'black box'

Ερμηνεία Προβλέψεων

? Διάκριση Grades (G2-4)

? Μοριακός Δείκτης 1p/19q

? Ενσωμάτωση σε Κλινικό Λογισμικό

Μελλοντικοί Στόχοι

Βιβλιογραφία

1. Louis DN, et al. The 2021 WHO Classification of Tumors of the CNS: A Summary. Neuro Oncol. **2021**;23:1231–1251.
2. Scarpace, L.; Flanders, A.E.; Jain, R.; Mikkelsen, T.; Andrews, D.W. Data from REMBRANDT; The Cancer Imaging Archive: Bethesda, MD, USA, **2019**.
3. Pedano, N.; Flanders, A.E.; Scarpace, L.; Mikkelsen, T.; Eschbacher, J.M.; Hermes, B.; Sisneros, V.; Barnholtz-Sloan, J.; Ostrom, Q. The Cancer Genome Atlas Low Grade Glioma Collection (TCGA-LGG); The Cancer Imaging Archive: Bethesda, MD, USA, **2016**.
4. Calabrese E, et al. The UCSF Preoperative Diffuse Glioma MRI (UCSF-PDGM). *Radiol. Artif. Intell.* **2022**;4:e220058.
5. Van Der Voort SR, et al. The Erasmus Glioma Database (EGD). Data Brief. **2021**;37:107191.
6. Hoopes A, et al. SynthStrip: Skull-Stripping for Any Brain Image. NeuroImage. **2022**;260:119474.
7. Selvaraju RR, et al. Grad-CAM: Visual Explanations from Deep Networks via Gradient-Based Localization. ICCV **2017**:618–626.