

**1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές**
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

Εφαρμογή μεθόδων Συλλογικής Μάθησης και Βαθιάς Μεταφοράς Μάθησης στην υποβοήθηση της διάγνωσης αλλοιώσεων του μαστού με Μαγνητική Μαστογραφία

Αλέξανδρος Βαμβακάς¹, Δήμητρα Τσιβάκα¹, Μαριάννα Βλυχού², Κατερίνα Βάσιου², Ιωάννης Τσούγκος¹

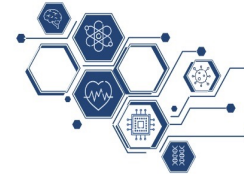
¹Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής, Τμήμα Ιατρικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Λάρισα, Ελλάδα

²Εργαστήριο Ακτινολογίας, Τμήμα Ιατρικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Λάρισα, Ελλάδα

Διοργανωτές



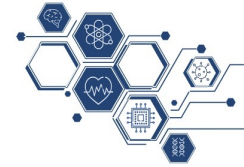
1. Εισαγωγή-Σκοπός



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

- ❑ Οι απεικονιστικές τεχνικές **Δυναμικής Ενίσχυσης Αντίθεσης (DCE)**, **Σταθμισμένης Διάχυσης (DWI)** και **βαρύτητας T2 (T2-w)** του πολυπαραμετρικού πρωτοκόλλου της Μαγνητικής Μαστογραφίας παρέχουν σημαντικούς δείκτες που υπογραμμίζουν τη βιολογική ετερογένεια των ύποπτων αλλοιώσεων του μαστού, και καθοδηγούν την διαχείριση των ασθενών βάσει της εκτιμώμενης πιθανότητας για ύπαρξη κακοήθους βλάβης.
- ❑ Προηγούμενες μελέτες έχουν αξιοποιήσει πολυπαραμετρικά δεδομένα Μαγνητικής Μαστογραφίας για την δημιουργία απεικονιστικών υπολογιστικών μοντέλων υποβοήθησης της διαφορικής διάγνωσης μεταξύ καλοηθών και κακοηθών αλλοιώσεων του μαστού. Τα περισσότερα μοντέλα έκαναν χρήση ταξινομητών **Μηχανών Διανυσμάτων Στήριξης (SVM)** και **παρουσιάζουν μέση ακρίβεια 80%**.

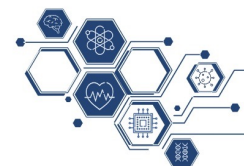
1. Εισαγωγή-Σκοπός



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

- Σκοπός της εργασίας είναι η χρήση ταξινομητών **Συλλογικής Μάθησης (Ensemble Learning)** και **Βαθιάς Μεταφοράς Μάθησης (Deep Transfer Learning)**, που θεωρητικά υπερέχουν έναντι των συμβατικών, για την **αύξηση της απόδοσης των διαγνωστικών μοντέλων** διαφορικής διάγνωσης μεταξύ καλοηθών και κακοηθών αλλοιώσεων του μαστού.

2. Μέθοδοι και Υλικά



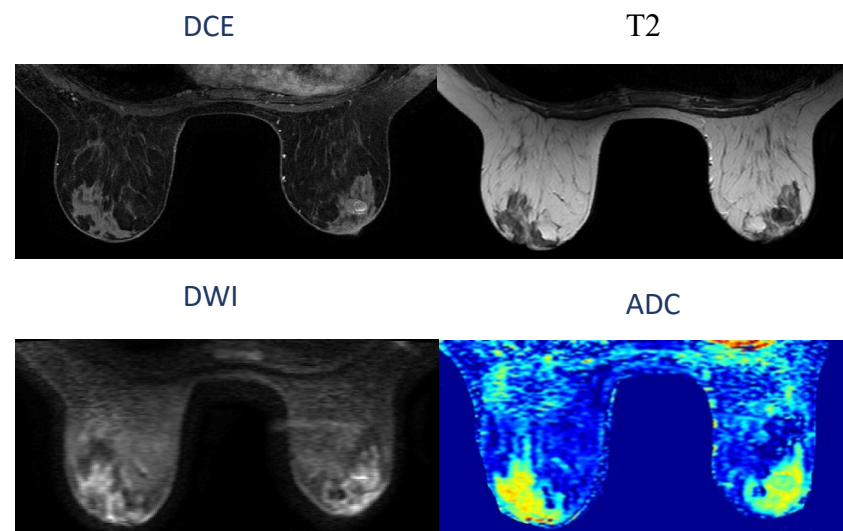
1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

Αναδρομική μελέτη σε δείγμα **140 ασθενών** του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Λάρισας με ιστοπαθολογικά επιβεβαιωμένη διάγνωση αλλοιώσεων του μαστού

- ❑ **70 ασθενείς** με καλοήθεις μάζες (ινοαδενώματα) και κατηγοριοποίηση κατά BI-RADS 2 έως 3
- ❑ **70 ασθενείς** με κακοήθεις μάζες και κατηγοριοποίηση κατά BI-RADS 4 έως 5

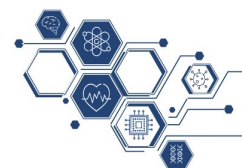
Πολυπαραμετρικό Πρωτόκολλο Μαγνητικής Μαστογραφίας σε τομογράφο 3 Tesla GE SignaHDx

Ακολουθία	Τεχνική	Παράμετροι
T1	Short Tau Inversion Recovery	TR/TE=3900ms/90ms, Matrix=512×512, FOV=31cm ² , Flip angle=90°, Resolution=0.5×0.5×4mm
T2	Fast Spin Echo	TR/TE=3600ms/100ms, Matrix=512×512, FOV=31cm ² , Flip angle=90°, Resolution=0.6×0.6×4mm
DCE	T1 VIBRANT	TR/TE=4.94ms/2.1ms, Matrix=512×512, FOV=31cm ² , Flip angle=10°, Resolution=0.6×0.6×1.2mm, 1 pre- & 5 post-Gadolinium injection scans with 10 sec timing delay
DWI	Spin-Echo Planar Imaging	TR/TE=6000ms/90ms, b=0/8500 s/mm ² , Flip angle=90° Matrix=256×256, FOV=31cm ² , Resolution=1.2×1.2×4mm



Εικ. 1. Πολυπαραμετρικές εικόνες καλοήθους βλάβης. ⁴

2. Μέθοδοι και Υλικά

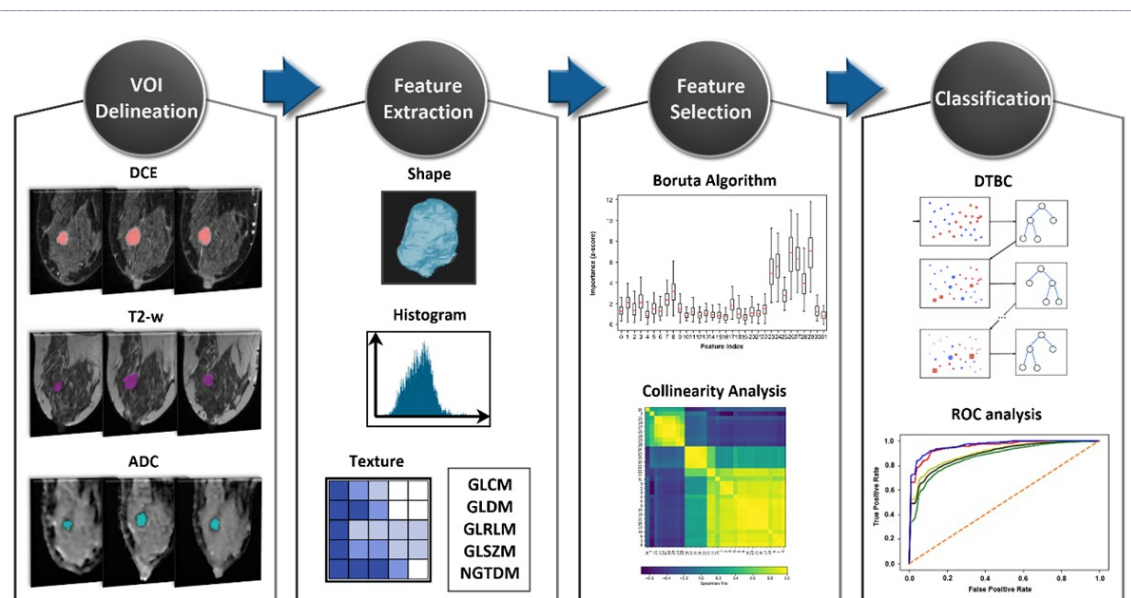


1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

Μεθοδολογία Συλλογικής Μάθησης

- Χειροκίνητη τμηματοποίηση των ορίων αλλοιώσεων σε όλες τις τομές που εμφανίζονται, σε όλες τις ακολουθίες
- Υπολογισμός χαρακτηριστικών μορφολογίας, ιστογράμματος και τρισδιάστατης υφής
- Επιλογή των πιο ικανών απεικονιστικών βιοδεικτών με εφαρμογή αλγορίθμων επιλογής και ανάλυσης συγγραμμικότητας
- Εκπαίδευση των ταξινομητών Συλλογικής Μάθησης δένδρων αποφάσεων: XGBoost, AdaBoost, LGBM, Gradient Boosting, και δημιουργία μοντέλων διάγνωσης

Εκτέλεση σε γλώσσα προγραμματισμού Python



Εικ. 2. Ροή εργασιών ανάπτυξης διαγνωστικών μοντέλων με ταξινομητές Συλλογικής Μάθησης

Alexandros Vamvakas, Dimitra Tsivaka, Andreas Logothetis, Katerina Vassiou, Ioannis Tsougos, Breast Cancer Classification on Multiparametric MRI – Increased Performance of Boosting Ensemble Methods, Technology in Cancer Research & Treatment 21 (2022): 15330338221087828

2. Μέθοδοι και Υλικά

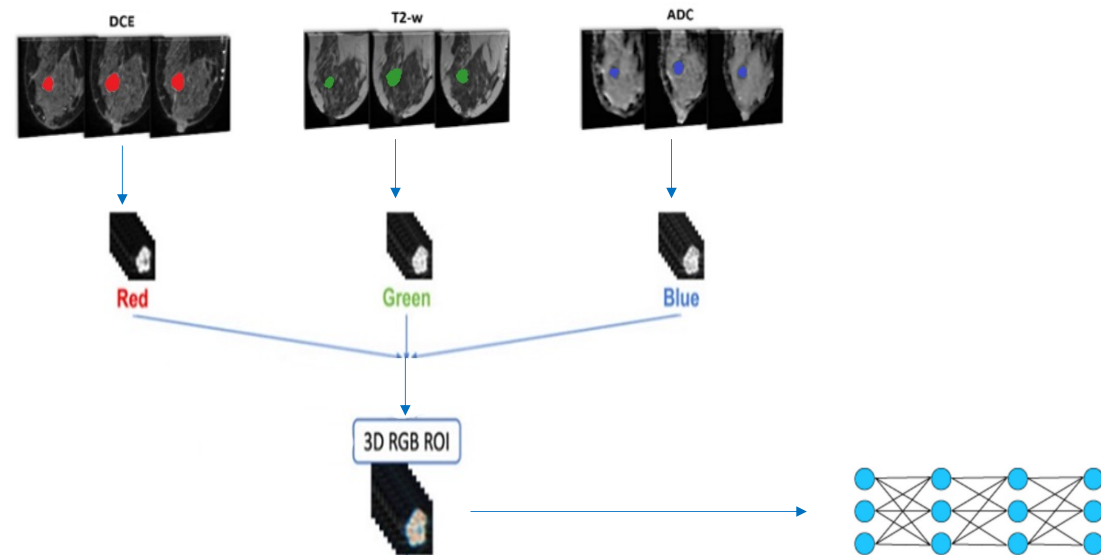


1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

Μεθοδολογία Βαθιάς Μεταφοράς Μάθησης

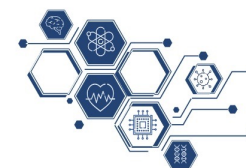
- Αντιστοίχιση των εικόνων των διαφορετικών απεικονιστικών τεχνικών
- Χειροκίνητος ορισμός παραθύρου που περικλείει την παθολογία
- Σύνθεση των τριών καναλιών σε έγχρωμη εικόνα
- Εκπαίδευση των ταξινομητών Συνελικτικών Νευρωνικών Δικτύων Inception V3, VGG_11, VGG_16, ResNet_34, ResNet_50, ConvNeXt με χρήση προ-εκπαιδευμένων παραμέτρων

Εκτέλεση σε γλώσσα προγραμματισμού Python



Εικ. 3. Ροή εργασιών ανάπτυξης διαγνωστικών μοντέλων με ταξινομητές Βαθιάς Μεταφοράς Μάθησης

3. Αποτελέσματα



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

Αποτελέσματα Ταξινομητών Συλλογικής Μάθησης

Τελικό υποσύνολο 5 επιλεγέντων απεικονιστικών χαρακτηριστικών: Sphericity, Surface Area, DCE_median, DCE_skewness, ADC_mean

Μοντέλο Ταξινόμησης	Ακρίβεια	AUC
XGBoost	88%	95%
LGBM	87%	94%
AdaBoost	83%	90%
Gradient Boost	83%	89%

Αποτελέσματα Ταξινομητών Βαθιάς Μεταφοράς Μάθησης

Μοντέλο Ταξινόμησης	Ακρίβεια	AUC
Inception V3	88%	94%
VGG_11	85%	91%
VGG_16	86%	93%
ResNet_34	85%	91%
ResNet_50	87%	93%
ConvNeXt	89%	96%

Αποτελέσματα Ταξινομητή Μηχανών Διανυσμάτων Στήριξης

Μοντέλο Ταξινόμησης	Ακρίβεια	AUC
SVM	84%	88%

4. Συμπεράσματα



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

- ❑ Η ακολουθία **Σταθμισμένης Διάχυσης** συμβάλει καθοριστικά στην αξιολόγηση των κακοηθειών του μαστού ενώ υπερκαλύπτει την παρεχόμενη από την T2 ακολουθία πληροφορία.
- ❑ Τα **μορφολογικά χαρακτηριστικά** των αλλοιώσεων αποτελούν ισχυρούς απεικονιστικούς βιοδείκτες στην αξιολόγηση της κακοήθειας, ενώ υπερκαλύπτουν την παρεχόμενη από τα χαρακτηριστικά υφής πληροφορία.
- ❑ Τα διαγνωστικά μοντέλα που βασίζονται σε **ταξινομητές Συλλογικής Μάθησης και σε Συνελικτικά Νευρωνικά Δίκτυα παρουσιάζουν υψηλότερη επίδοση** στην διαφορική διάγνωση καλοηθειών και κακοηθειών του μαστού σε σύγκριση με τα συμβατικά μοντέλα. Μεταξύ των δύο κατηγοριών ταξινομητών, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.
- ❑ Η αξιοποίηση μεθόδων **Συλλογικής Μάθησης και Βαθιάς Μεταφοράς Μάθησης σε υπολογιστικά διαγνωστικά μοντέλα πολυπαραμετρικών εικόνων της Μαγνητικής Μαστογραφίας** δύναται να βελτιώνει την απόδοση των συστημάτων υποβοήθησης διάγνωσης του καρκίνου του μαστού.