

# 3D Ανακατασκευή Εστιών Πολλαπλής Σκλήρυνσης σε Εικόνες Μαγνητικής Τομογραφίας τύπου DICOM και Ανάλυση Χαρακτηριστικών Υφής

Γ. Σαμαράς<sup>1</sup>, Χ. Π. Λοίζου<sup>1</sup>, Ε. Κυριάκου<sup>2</sup>, Μ. Πατziαρής<sup>3</sup>, Ε. Ηρακλέους<sup>4</sup>, Κ. Σ. Παττίχης<sup>5</sup>

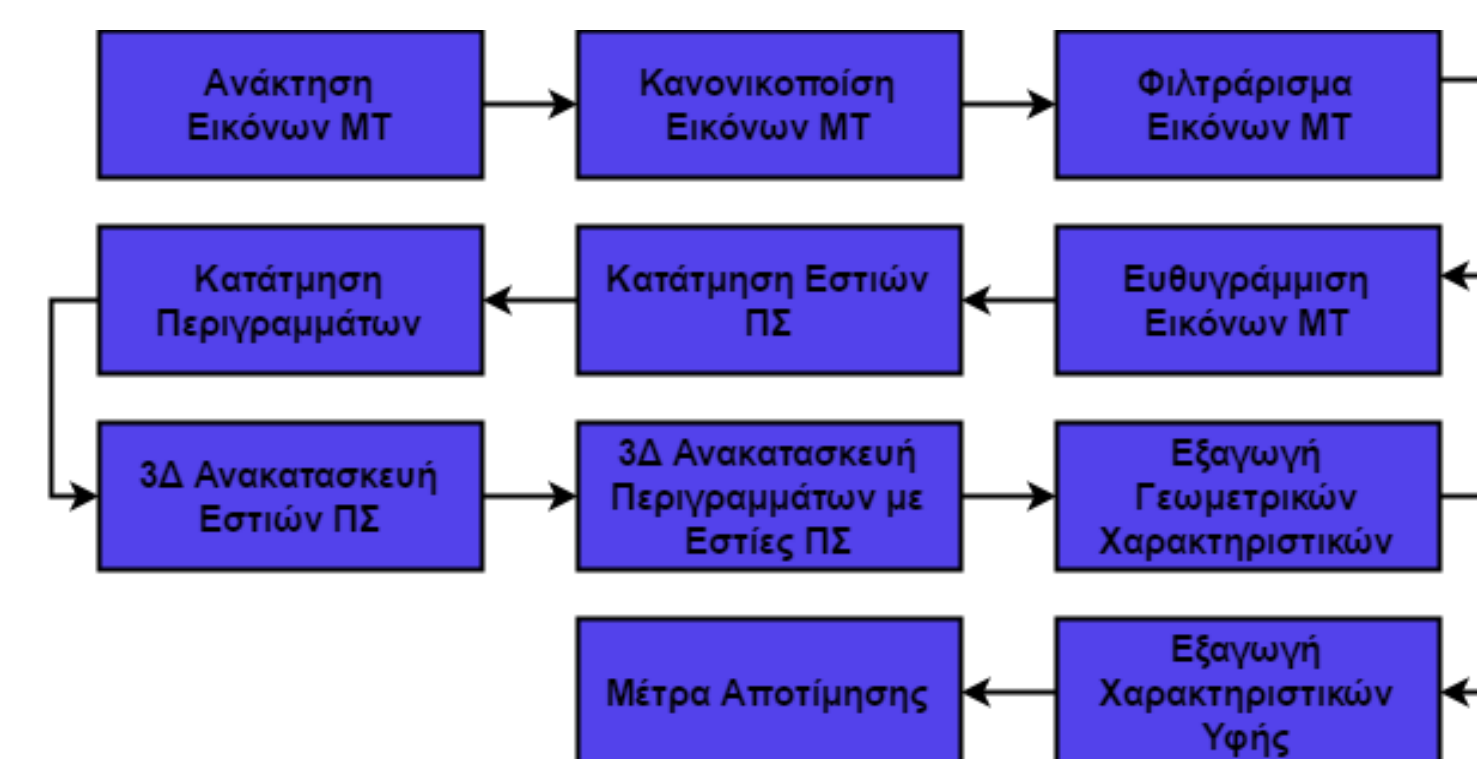
<sup>1</sup>Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής, Λεμεσός, Κύπρος, E-mails: christos.loizou@cut.ac.cy; gksamaras93@gmail.com; <sup>2</sup>Πανεπιστήμιο Frederick, Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Λεμεσός, Κύπρος, e-mail: e.kyriacou@frederick.ac.cy; <sup>3</sup>Ινστιτούτο Νευρολογίας και Γενετικής Κύπρου, Λευκωσία, Κύπρος, e-mail: rantziari@cing.ac.cy; <sup>4</sup>Ιατρικό Διαγνωστικό Κέντρο Άγιος Θέρισσος, Λευκωσία, Κύπρος, e-mail: elenerac@gmail.com; <sup>5</sup>Πανεπιστήμιο Κύπρου, Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Λευκωσία, Κύπρος, e-mail: pattichi@ucy.ac.cy

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Παρουσιάζουμε ένα ολοκληρωμένο σύστημα (βλ. Εικ. 1) για την τρισδιάστατη (3D) ανακατασκευή εστιών πολλαπλής σκλήρυνσης (ΠΣ) (βλ. Εικ. 2) και περιγραμμάτων εγκεφάλου με εμφανές τις εστίες ΠΣ (βλ. Εικ. 3) από εικόνες μαγνητικής τομογραφίας (MT). Επίσης διερευνούμε την εφαρμογή της ανάλυσης υφής στις εστίες ΠΣ για την παρακολούθηση και την καλύτερη κατανόηση της ασθένειας. Η 3D αναπαράσταση των εστιών ΠΣ του εγκεφάλου με τα χαρακτηριστικά υφής (ΧΥ) και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά (ΓΧ) μπορεί να δώσουν μια επιπλέον δυνατότητα για την κλινική αξιολόγηση και παρακολούθηση της ασθένειας της ΠΣ.

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

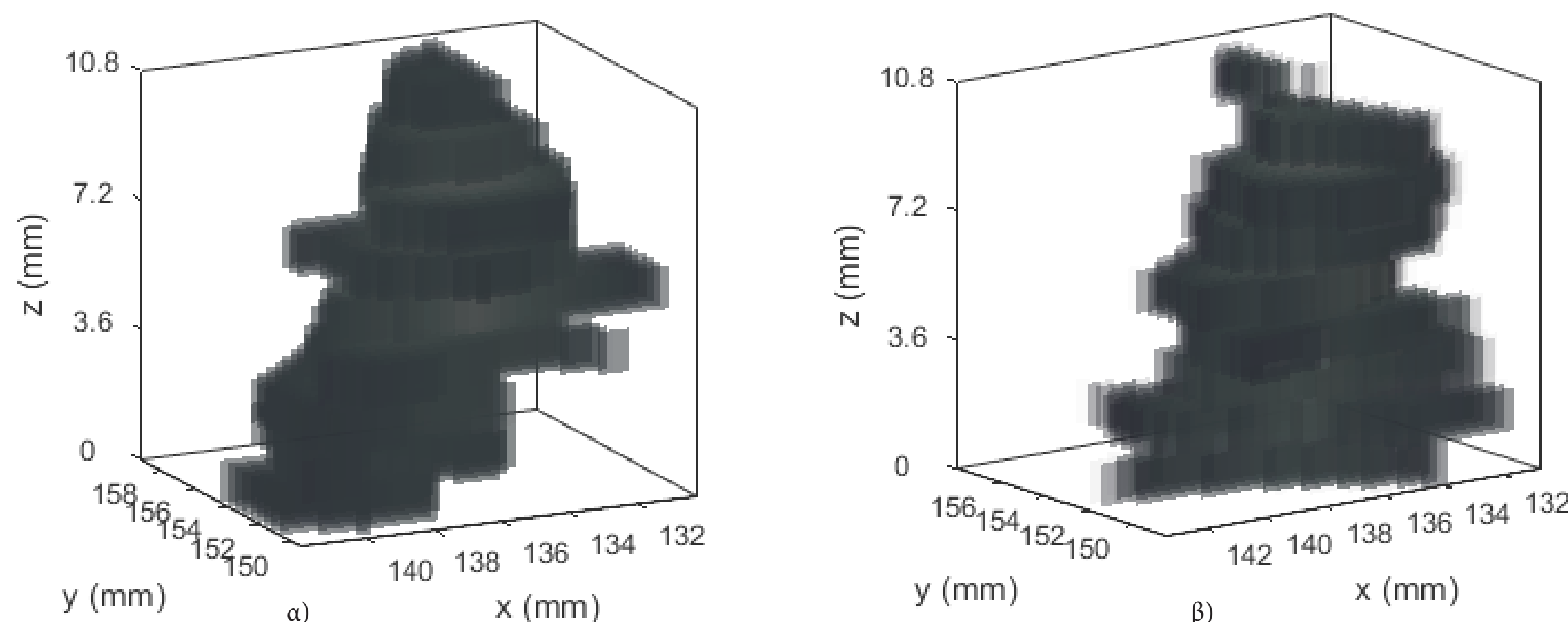
19 ασθενείς που διαγνώστηκαν κλινικά με την ασθένεια της ΠΣ, υποβλήθηκαν σε εξέταση μέσω του MT Philips Achieva 3.0 T σε τέσσερα διαφορετικά χρονικά διαστήματα εντός δύο ετών και ανακτήθηκαν οι T2 εικόνες MT από κάθε χρονική λήψη (0 μήνες (T0), 6 μήνες (T1), 12 μήνες (T2), 18 μήνες (T3)). Επιπλέον, εικόνες MT ανακτήθηκαν χρησιμοποιώντας το American College of Radiology (ACR) MRI Phantom[1]. Οι εικόνες MT εγκεφάλου που ανακτήθηκαν από κάθε ασθενή έτυχαν πρώτα προεπεξεργασίας μέσω εφαρμογής κανονικοποίησης ιστογράμματος[2] και ψηφιακού φιλτραρίσματος[3] για την απομάκρυνση αθροιστικού θορύβου. Στην συνέχεια έγινε ευθυγράμμιση φετών βάση της ενδογενούς ευθυγράμμισης [4] και 3D ανακατασκευή μέσω της τεχνικής των ίσο-επιφανειών[5] και της χαρτογράφησης υφής[6]. Μετέπειτα, οι εστίες ΠΣ έτυχαν χειροκίνητης κατάτμησης από νευρολόγο ιατρό και έγινε η 3D ανακατασκευή τους. Έχουν εξαχθεί 4 διαφορετικά ΓΧ και 9 διαφορετικά ΧΥ από τις εστίες ΠΣ σε όλα τα χρονικά διαστήματα, σε μια προσπάθεια να προσδιοριστούν τα ΓΧ και ΧΥ που να υποβοηθούν στην εκτίμηση της βαρύτητας και της επέλασης της ασθένειας. Η στατιστική μέθοδος Mann-Whitney rank sum test, έχει χρησιμοποιηθεί για να καταδείξει στατιστικές σημαντικές διαφορές (με  $p < 0.05$ ) μεταξύ των χρονικών στιγμών για τα ΧΥ.



Εικόνα 1: Διάγραμμα ροής ολοκληρωμένου ιατρικού συστήματος

	Περιοχή	Κεντρότητα (X-Y)	Περίμετρος (mm)	Όγκος (mm <sup>3</sup> )
T0	1 <sup>η</sup>	136.7-153.6 (1.89-1.45)	28.6 (7.14)	308.1
	2 <sup>η</sup>	90.1-134.4 (0.79-0.71)	14.7 (2.81)	33.9
T1	1 <sup>η</sup>	136.2-152.4 (0.98-1.27)	25.9 (7.58)	295.5
	2 <sup>η</sup>	89.9-133.5 (0.86-1.16)	13.3 (4.34)	35.7
	3 <sup>η</sup>	139.2-98.6 (0.83-0.59)	10.3 (0.66)	9.1

Πίνακας 1: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά 3D εστιών ΠΣ 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> χρονικής περιόδου με τυπικές αποκλίσεις.



Εικόνα 2: α) 3D απεικόνιση μεγαλύτερου όγκου ΠΣ αποτελούμενο από 9 φέτες κατά την πρώτη επίσκεψη και μετά την προ-επεξεργασία (βλ. Πιν. 1 για ΓΧ) β) 3D απεικόνιση μεγαλύτερου όγκου ΠΣ αποτελούμενο από 9 φέτες κατά την δεύτερη επίσκεψη και μετά την προ-επεξεργασία και ευθυγράμμιση (βλ. Πιν. 1 για ΓΧ) .

	T0	T1	T2	T3
Ενέργεια	0.027 (0.15)	0.041 (0.03)	0.054 (0.02)	0.130 (0.13)
Εντροπία	3.914 (0.6)	3.629 (0.83)	3.117 (0.5)	2.493 (0.88)
Κύρτωση	2.266 (0.59)	2.167 (0.54)	2.310 (0.51)	2.254 (0.76)
Μέσος όρος	310.005 (30)	277.717 (35)	463.159 (33)	442.189 (57)
Μέση τιμή	310.969 (29)	278.39 (34)	466.507 (35)	397.013 (149)
Λοξότητα	-0.284 (0.23)	-0.272 (0.37)	-0.510 (0.33)	-0.512 (0.38)
Διακύμανση	995.184 (1289)	844.852 (906)	362.395 (206)	273.629 (290)
Ομοιογένεια	0.107 (0.05)	0.119 (0.05)	0.076 (0.03)	0.089 (0.07)
Αντίθεση	164.423 (174)	158.843 (166)	203.867 (110)	240.857 (348)

Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά υφής εστιών ΠΣ με τυπικές αποκλίσεις.

	T0-T1	T0-T2	T0-T3
Ενέργεια	0.393	0.002	0.000182
Εντροπία	0.341	0.002	0.0001
Κύρτωση	0.575	0.465	0.982
Μέσος όρος	0.021	0.000007	0.000016
Μέση τιμή	0.023	0.000007	0.000016
Λοξότητα	0.903	0.054	0.0803
Διακύμανση	0.678	0.808	0.127
Ομοιογένεια	0.608	0.088	0.241
Αντίθεση	0.942	0.150	0.580

Πίνακας 3: Στατιστικός έλεγχος (Mann-Whitney rank sum test) ΧΥ μεταξύ χρονικών περιόδων.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

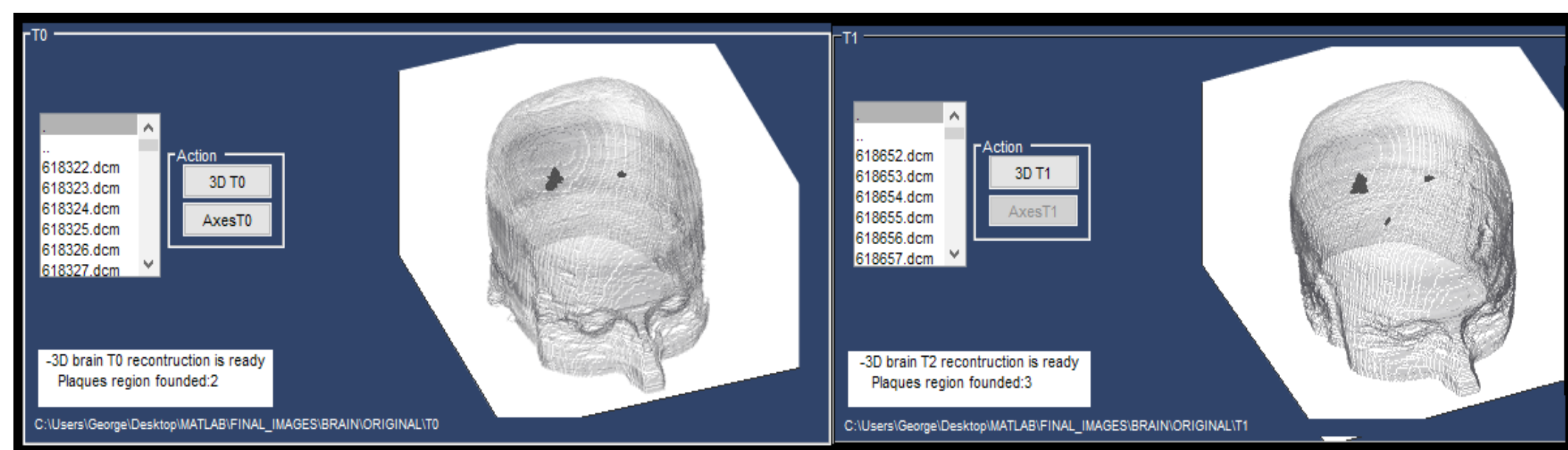
- Τα ΧΥ από τις εστίες εγκεφάλου ΠΣ εικόνων MT που είναι στατιστικά διαφορετικά μπορούν να υποβοηθήσουν τους ιατρούς να παρακολουθήσουν την πορεία της ασθένειας.
- Προσδοκούμε να αυξήσουμε την εξεταστική ικανότητά του ιατρού και να προσφέρουμε ένα επιπλέον εργαλείο για την παρακολούθηση της εξέλιξης της νόσου της ΠΣ.
- Απαιτείται μελέτη ευρύτερης κλίμακας ούτως ώστε το σύστημα να μπορεί στο μέλλον να εφαρμοστεί στην κλινική πρακτική.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] American College of Radiology. Phantom Test Guidance, 2005. [www.acr.org/~media/ACR/Documents/Accreditation/MRI/LargePhantomGuidance.pdf](http://www.acr.org/~media/ACR/Documents/Accreditation/MRI/LargePhantomGuidance.pdf)
- [2] C. P. Loizou, Patziaris, M., Seimenis, I. & Pattichis, C. S., 2009. MRI intensity normalization in brain multiple sclerosis subjects. CD-ROM Proceedings of the 9th International Conference on Information Technology and Applications in Biomedicine, p. 4.
- [3] Siji T. Mathew, Nachamai M., 'Methodical Investigation Methodical filtering algorithms for human brain MRI', IJCTA, 9(21), 2016, pp. 51-57.
- [4] J. P. Thirion, "Image matching as a diffusion process: an analogy with maxwell's demons," Med. Image Anal., vol. 2, no. 3, pp. 243-260, 1998.
- [5] R. M. Sherekar, Anand Pawar, 2014, 'A MATLAB image processing approach for reconstruction of DICOM images for manufacturing of customized anatomical implants by using rapid prototyping', American Journal of Mechanical Engineering and Automation, 1(5): 48-53.
- [6] M. Teschner, C. Henn, H. Vollhardt, June 1994, 'Texture mapping: A new tool for molecular graphic Journal of Molecular Graphics, Elsevier

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

- Έγινε ανάλυση σε γυναίκα ασθενή και έχουν εντοπισθεί 2/3/5/7 περιοχές εστιών ΠΣ για τις χρονικές στιγμές T0/T1/T2/T3 αντίστοιχα.
- Τα αποτελέσματα των γεωμετρικών χαρακτηριστικών 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> χρονικής περιόδου καταγράφονται στον Πίνακα 1 και τα χαρακτηριστικά υφής στον Πίνακα 2.
- Τα ΧΥ, μέσος όρος και μέση τιμή έχουν βρεθεί να είναι στατιστικά διαφορετικά μεταξύ των τεσσάρων διαφορετικών χρονικών στιγμών όπως φαίνετε στον Πίνακα 3.



Εικόνα 3: Λογισμικό 3D ανακατασκευής περιγραμμάτων εγκεφάλου με εστίες ΠΣ κατά την 1<sup>η</sup> (αριστερά) και 2<sup>η</sup> (δεξιά) χρονική περίοδο.