

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΕΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΕΥΦΥΗ
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

VIRTUAL EVENT

Ημέρες
Δράσης

23-24-25
ΙΟΥΝΙΟΥ
2021

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
ΚΑΙ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ

Ταξινόμηση 3Δ αντικειμένων
και ανθρώπινη ανατροφοδότηση
με εγκεφαλικά σήματα

Γιώργος Ιωαννάκης

Ερευνητής Γ'
ΙΕΛ/Ξάνθη, ΕΚΑ

Αποστόλης Πραφτσιώτης

Επιστημονικός Συνεργάτης
ΙΕΛ/Ξάνθη, ΕΚΑ

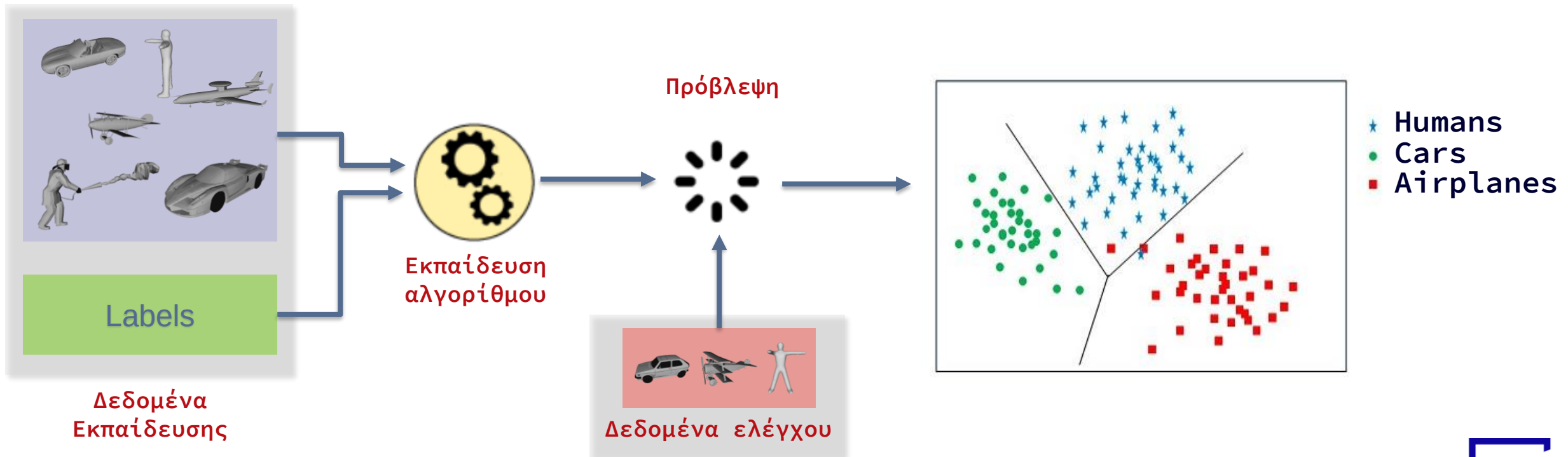


ΑΘΗΝΑ

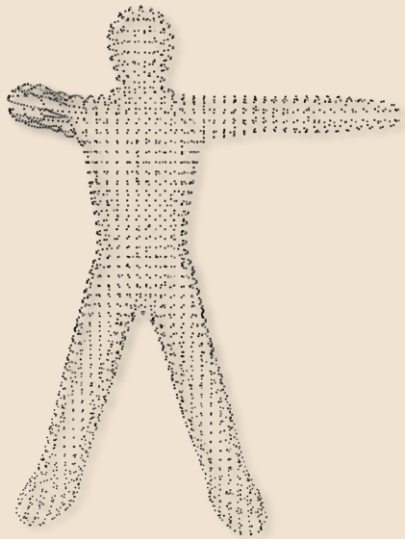
Έρευνα & Καινοτομία
Τεχνολογίες Πληροφορίας

Ταξινόμηση 3D αντικειμένων με χρήση βαθιάς μάθησης

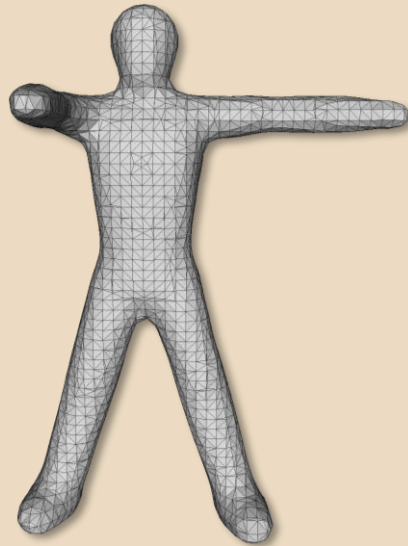
Εκπαίδευση ενός υπολογιστή να αναγνωρίζει αντικείμενα και να τα κατατάσσει σε διακριτές κατηγορίες



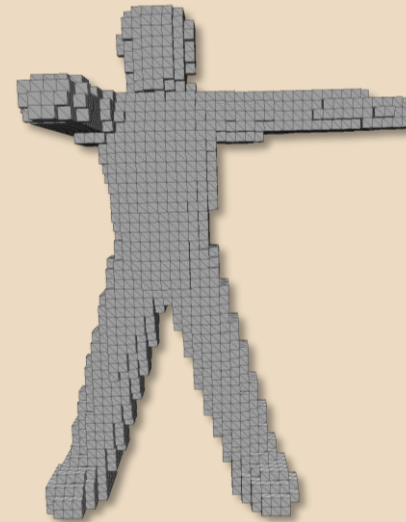
Αναπαράσταση 3D αντικειμένων



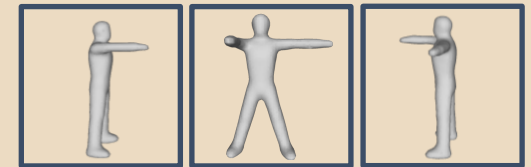
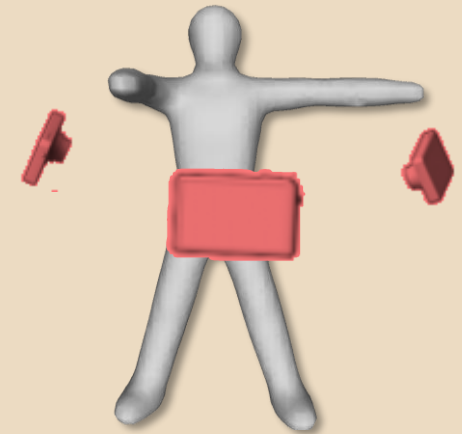
Νέφος σημείων
(pointcloud)



Πολυγωνική
πλεγματοσειρά
mesh



Ογκοστοιχεία
voxels

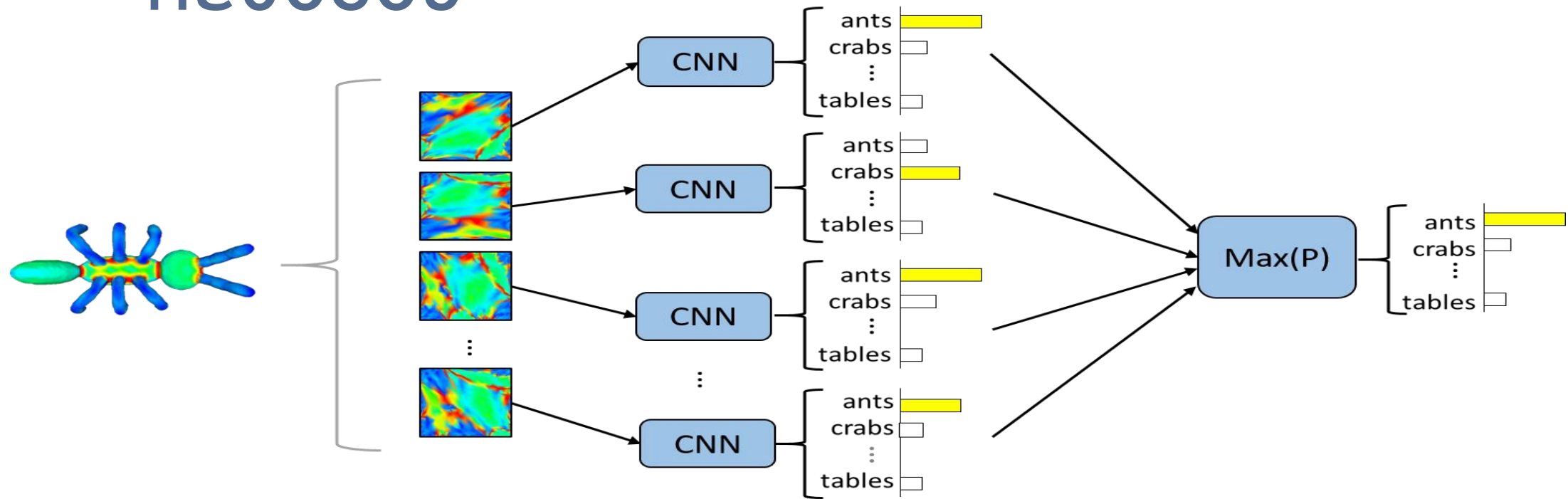


Υβριδική



Παρουσίαση Μεθόδου

CurvmapsCNN



Υπολογισμός
Καμπυλότητας

Χάρτες
Καμπυλότητας

Συνελικτικό
νευρωνικό δίκτυο

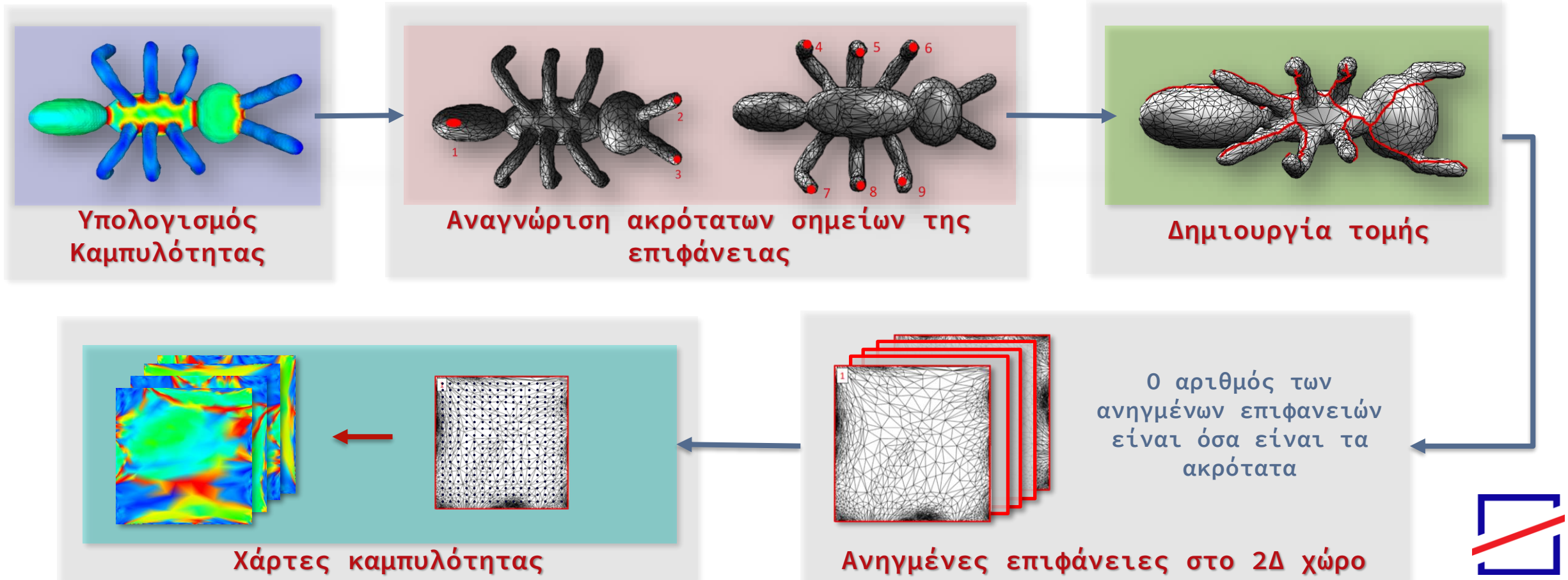
Πρόβλεψη



Παρουσίαση Μεθόδου

Δημιουργία χαρτών καμπυλότητας

CurvmapsCNN



Αποτελέσματα

CurvmapsCNN

Benchmark dataset: **McGill 3D Shape Benchmark**

- 457 3D Models
- 19 κατηγορίες
- Rigid 3D models
- Non-rigid 3D models

Ακρίβεια ταξινόμησης: 90.80%

Accuracy: 90.80%

Output Class	spectacles	octopuses	humans	ants	dolphins	tables	fishes	hands	teddy	cups	spiders	crabs	airplanes	dinosaurs	pliers	snakes	birds	chairs	fourlimps
spectacles	100.0% 5	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0
octopuses	0.0% 0	80.0% 4	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0
humans	0.0% 0	0.0% 0	100.0% 5	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0
ants	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	100.0% 6	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0
dolphins	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	100.0% 2	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0
tables	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	75.0% 3	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0
fishes	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	100.0% 4	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0
hands	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	100.0% 4	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	20.0% 1	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	25.0% 1	0.0% 0
teddy	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	100.0% 4	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0
cups	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	25.0% 1	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	75.0% 3	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0
spiders	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	100.0% 6	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0
crabs	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	100.0% 6	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0
airplanes	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	40.0% 2	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0
dinosaurs	0.0% 0	20.0% 1	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	100.0% 4	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0
pliers	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	100.0% 4	20.0% 1	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0
snakes	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	80.0% 4	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0
birds	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	40.0% 2	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	100.0% 4	0.0% 0	0.0% 0
chairs	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	25.0% 1	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	75.0% 3	0.0% 0
fourlimps	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	0.0% 0	100.0% 6
Target Class	spectacles	octopuses	humans	ants	dolphins	tables	fishes	hands	teddy	cups	spiders	crabs	airplanes	dinosaurs	pliers	snakes	birds	chairs	fourlimps



Σύνοψη Μεθόδου

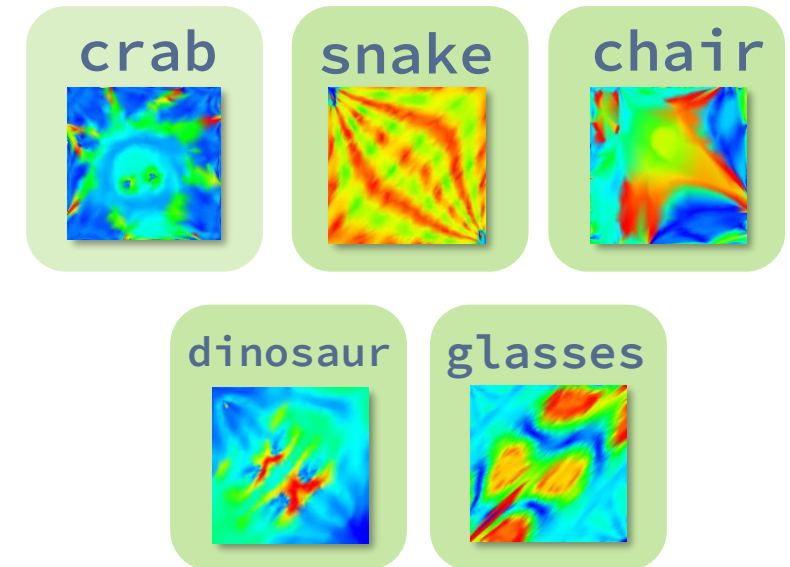
CurvmapsCNN

Θετικά χαρακτηριστικά:

- ❑ Ανεξάρτητη της περιστροφής ενός 3D αντικειμένου στον 3D χώρο
- ❑ Ανεξάρτητη της μετάθεσης ενός 3D αντικειμένου στον 3D χώρο
- ❑ Ανεξάρτητη της κλιμάκωσης
- ❑ Ανεξάρτητη της περιστροφής του χάρτη καμπυλότητας στο 2D χώρο

Αρνητικά χαρακτηριστικά:

- ❑ Απαιτεί την εισαγωγή 3D αντικειμένων που έχουν επιφάνεια καλώς ορισμένη τοπολογικά (2D-manifold)



Παρουσίαση

Μεθόδων

MV-DenseNet

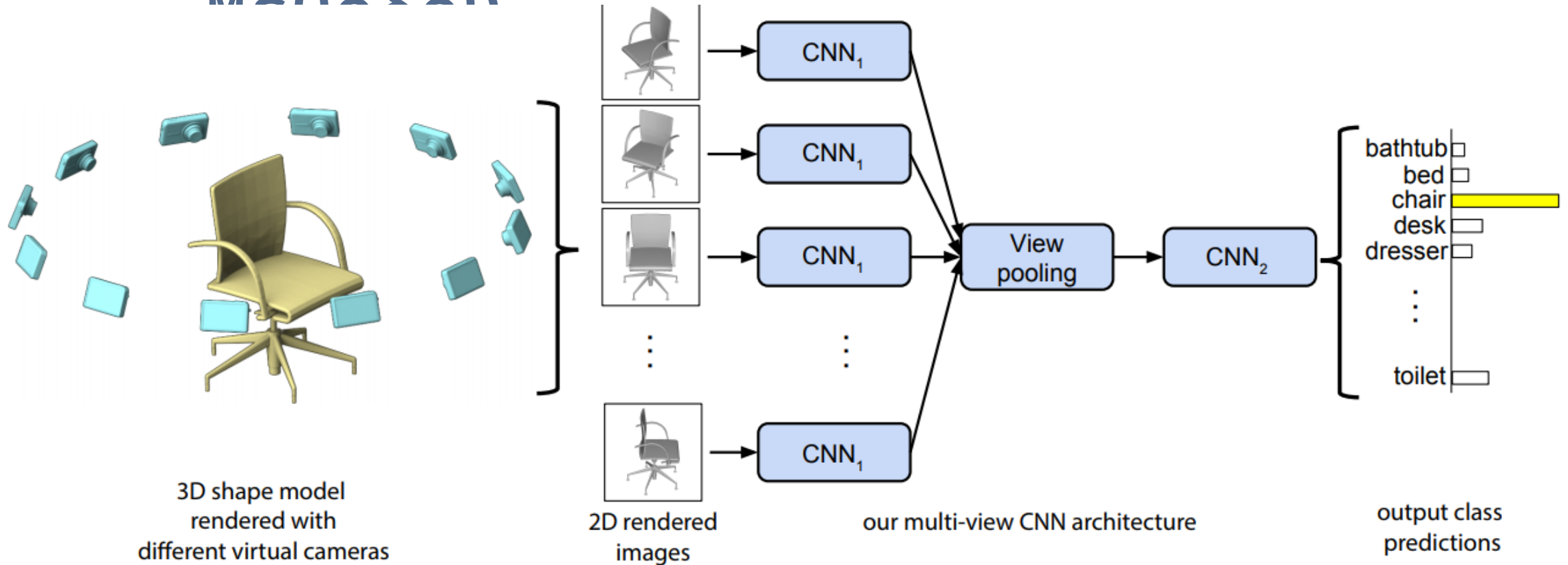


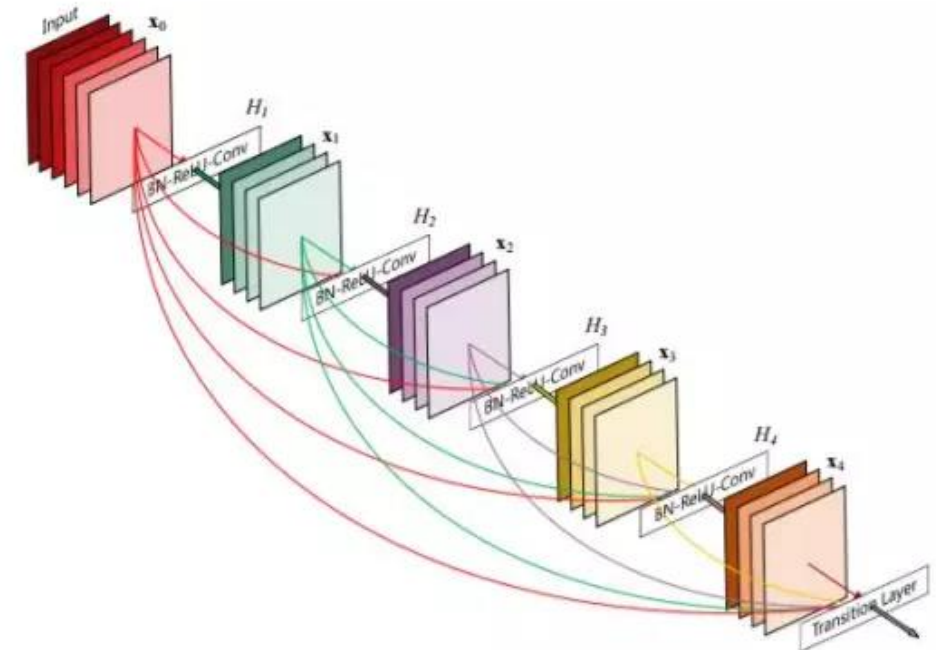
Image taken from: Hang Su, Subhransu Maji, Evangelos Kalogerakis, and Erik Learned-Miller. 2015. Multi-view Convolutional Neural Networks for 3D Shape Recognition. In Proceedings of the 2015 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV) (ICCV '15). IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 945-953.



Παρουσίαση Μεθόδου DenseNet

MV-DenseNet

- Αρχιτεκτονική νευρωνικού δικτύου όπου κάθε επίπεδο συνδέεται απευθείας με κάθε άλλο επίπεδο σε μία feed-forward μορφή (εντός κάθε dense block).
- Για κάθε επίπεδο, οι χάρτες χαρακτηριστικών (feature maps) από όλα τα προηγούμενα επίπεδα χρησιμοποιούνται ως είσοδος, καθώς και οι χάρτες χαρακτηριστικών που βγαίνουν από το συγκεκριμένο επίπεδο τροφοδοτούνται σε όλα τα ακόλουθα επίπεδα.

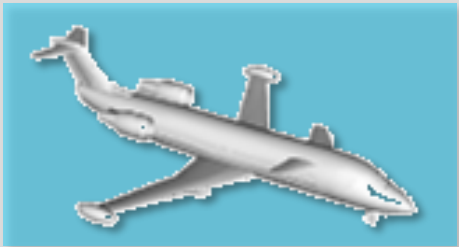
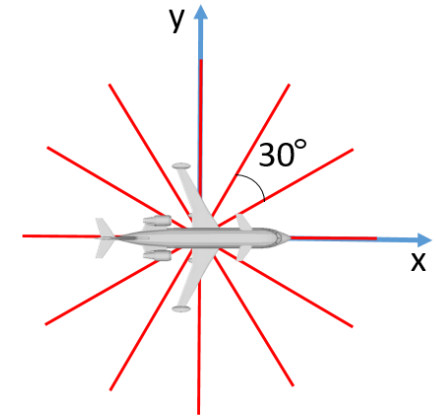


Παρουσίαση Μεθόδου

MV-DenseNet

Λήψη εικόνων:

- 30° κλίση σε σχέση με το επίπεδο xy
- 30° βήμα περιστροφής γύρω από τον άξονα z



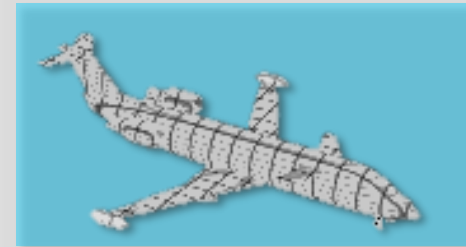
Geometry Shading



Depth Map



Ambient Occlusion



Line-projection



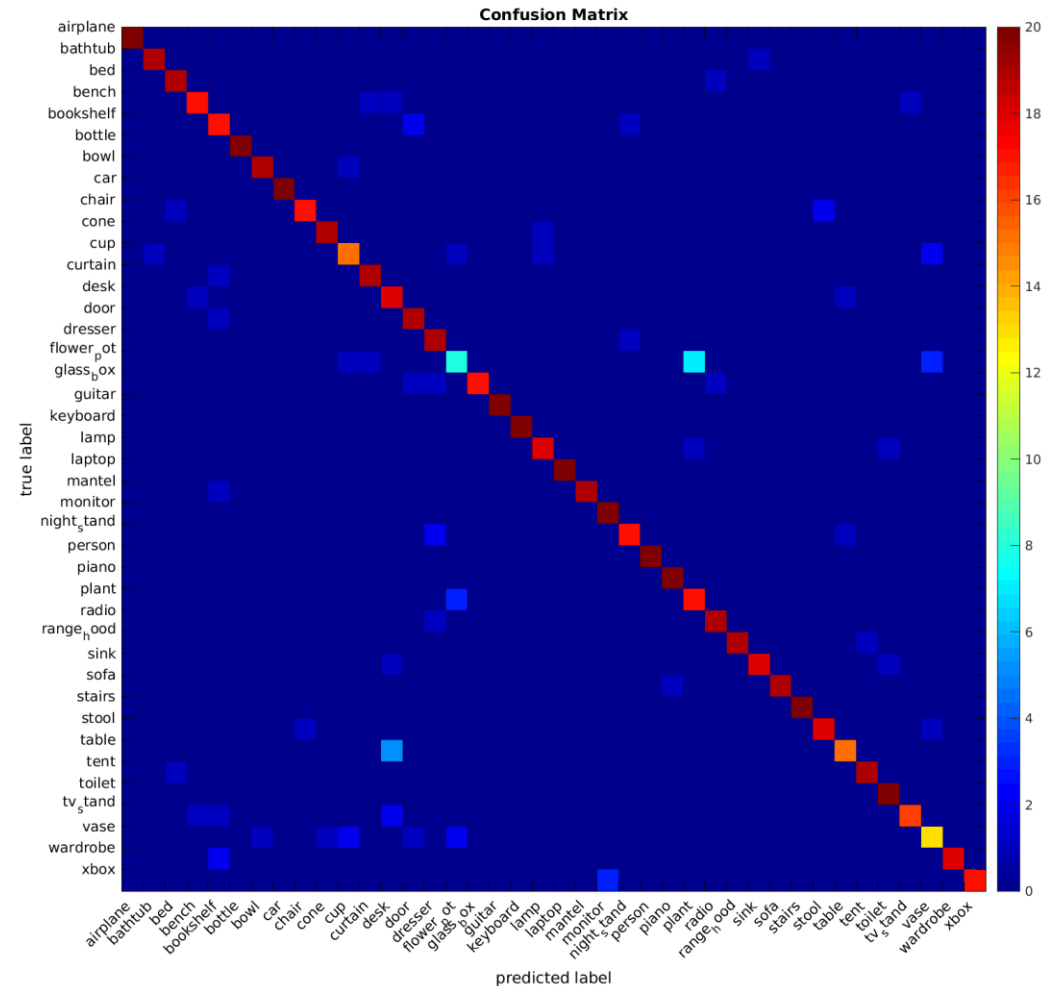
Αποτελέσματα

MV-DenseNet

Benchmark dataset: **ModelNet40**

- ~4000 3D Models
- 40 κατηγορίες

Ακρίβεια ταξινόμησης: 90.50%





Σύνοψη Μεθόδου

MV-DenseNet

Θετικά χαρακτηριστικά:

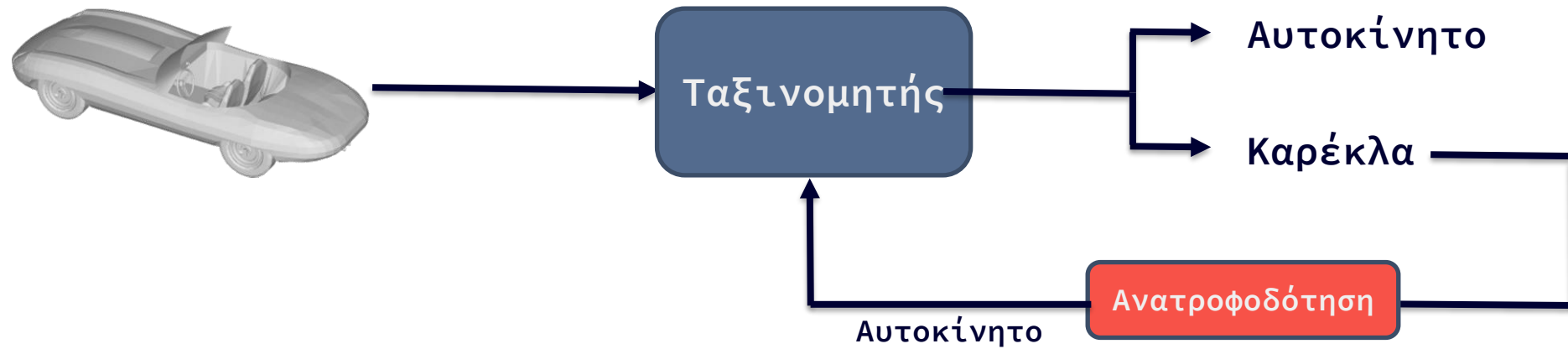
- ❑ Επιτυγχάνει πολύ καλά αποτελέσματα στην ταξινόμηση
- ❑ Χρησιμοποιεί 2D λήψεις από το 3D αντικείμενο και δεν εξαρτάται από την τοπολογία του αντικειμένου

Αρνητικά χαρακτηριστικά:

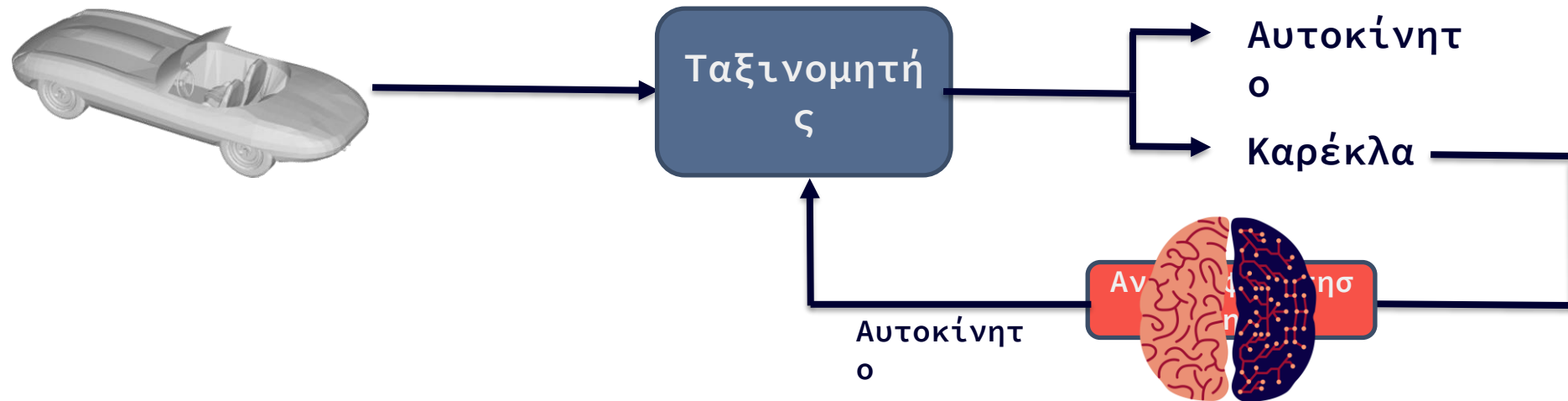
- ❑ Δεν είναι ανεξάρτητο περιστροφών ενός 3D αντικειμένου



Ανατροφοδότηση ταξινομητή για βελτιστοποίηση



Ανατροφοδότηση ταξινομητή για βελτιστοποίηση



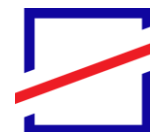
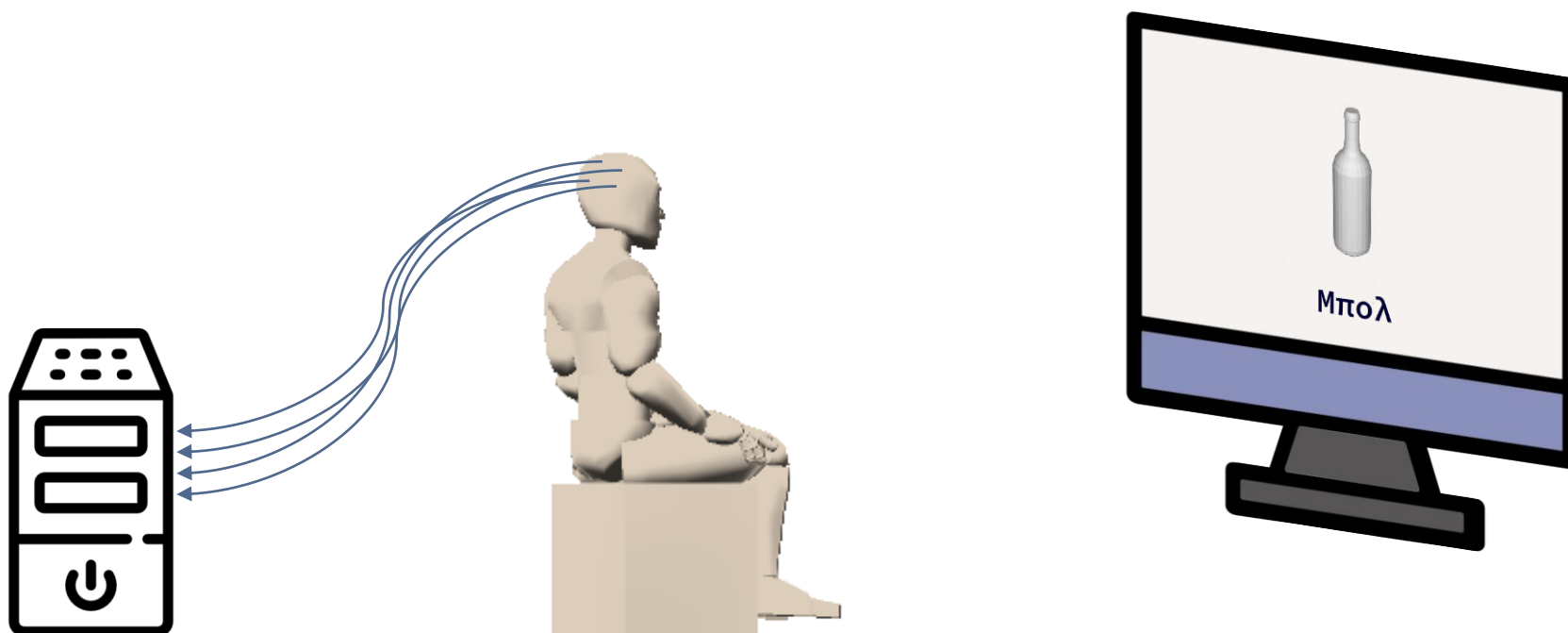
Δυαδικό πρόβλημα



?



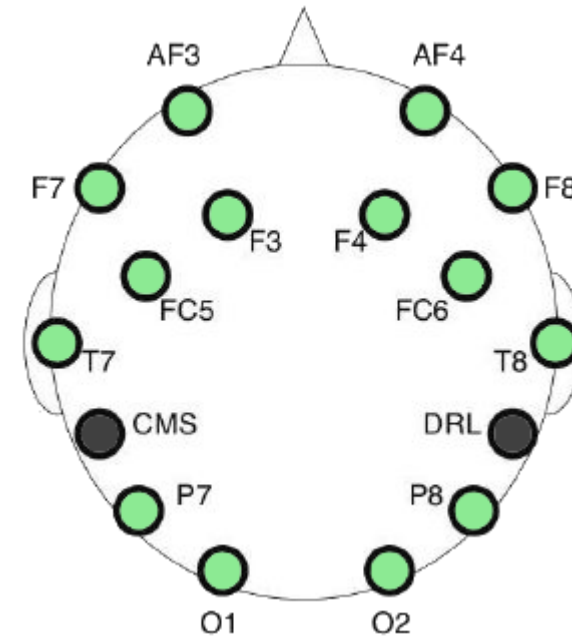
Πειραματική διαδικασία



Συσκευή καταγραφής



Epoch+, Emotiv



Τοποθεσία ηλεκτροδίων



Συλλεγμένα δεδομένα

- Εγκεφαλογραφήματα από 40 άτομα
- Επιλογή χώρο για τη μείωση των οπτικο-ακουστικών ερεθισμάτων
- Κάθε συνεδρία κρατούσε ~8 λεπτά, περιείχε 40 αντικείμενα, 20 με σωστή ετικέτα και 20 με λάθος.



Πειραματική
διαδικασία





Αποκωδικοποίηση σημάτων

Προεπεξεργασία

- Καθαρισμός σημάτων
- Μετασχηματισμοί χρόνου-συχνότητας

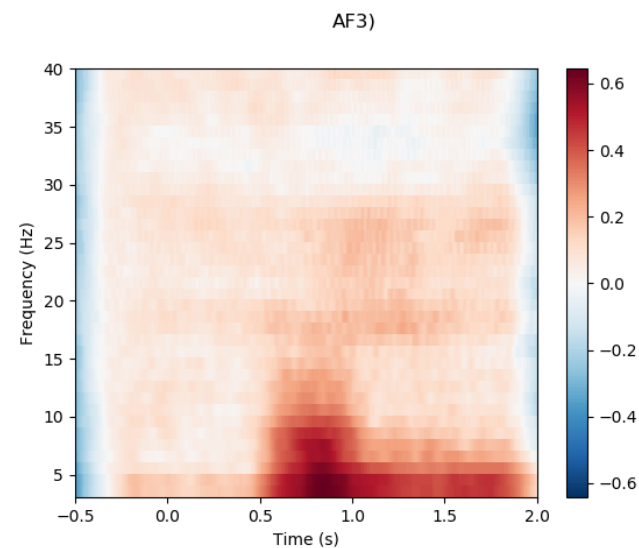
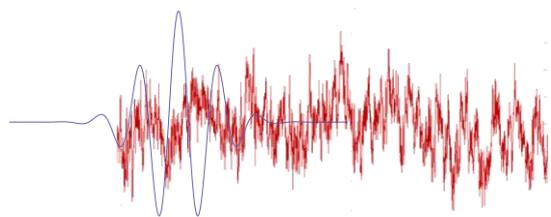
Κατηγοριοποίηση

- ShallowFBCSP
- RaSCNN



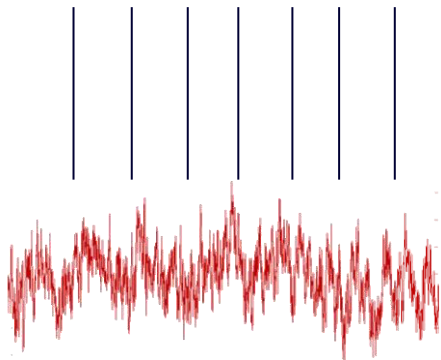
Μετασχηματισμοί χρόνου-συχνότητας

Μετασχηματισμός με χρήση
κυματιδίων Morlet

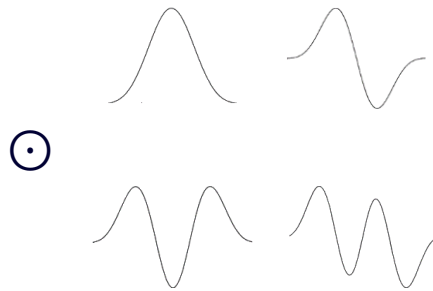


Μετασχηματισμοί χρόνου συχνότητας

Μετασχηματισμός με χρήση Multi-tapering



Χωρισμός σήματος σε
τμήματα t δευτερολέπτων



Πολλαπλασιασμός ανά
στοιχείο με σήματα της
σειρά DPSS



Υπολογισμός του
μετασχηματισμού Fourier για
το κάθε γινόμενο

Υπολογισμός του
μέσου όρου στα
αποτελέσματα του
FFT





Κατηγοριοποίηση

- ShallowFBCSP
 - Συνελικτικό δίκτυο
 - Εξαγωγή χωρικών χαρακτηριστικών
- RaSCNN
 - Συνελικτικό και αναδρομικό δίκτυο
 - Εξαγωγή χωρικών και χρονικών χαρακτηριστικών



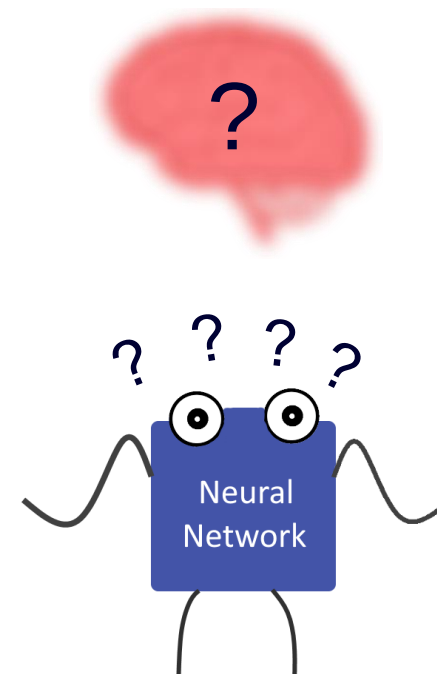
Κατηγοριοποίηση: Αποτελέσματα

Μοντέλο	R	RI	M	MI	W	WI
ShallowFBCSP	0.54	0.666	0.613	0.598	0.575	0.598
RaSCNN	0.56	0.606	0.643	0.651	0.598	0.634



Συμπεράσματα

- Πολύπλοκη εγκεφαλική λειτουργία.
- Μικρός αριθμός δειγμάτων ανά άτομο.





Δημοσιεύσεις

- ❑ G. Ioannakis, F. Arnaoutoglou, A. Koutsoudis, G. Pavlidis and C. Chamzas, "CurvMaps: A Novel Feature for 3D Model Classification," 2018 International Conference on Intelligent Systems (IS), 2018, pp. 242-248, doi: 10.1109/IS.2018.8710563.





Η ομάδα



Ανέστης Κουτσούδης
Ερευνητής Α'



Φώτης Αρναούτογλου
Επιστημονικός Συνεργάτης



Γιώργος Ιωαννάκης
Ερευνητής Γ'



Απόστολος Πραφτσιώτης
Επιστημονικός Συνεργάτης

