

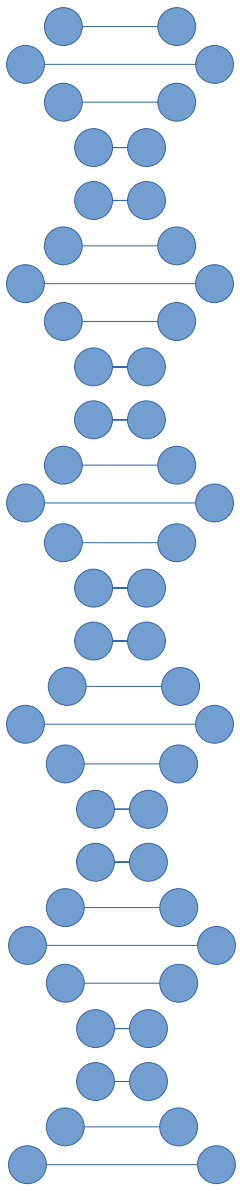
Διπλωματική εργασία:

Ανάλυση ακτινογραφιών θώρακα και διάγνωση πνευμονολογικών παθήσεων

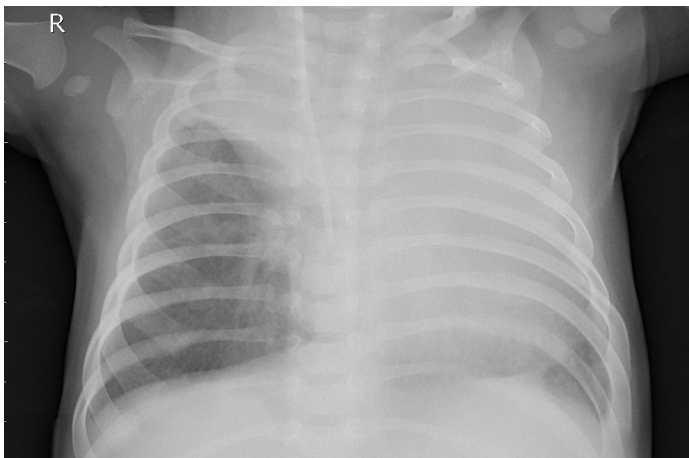
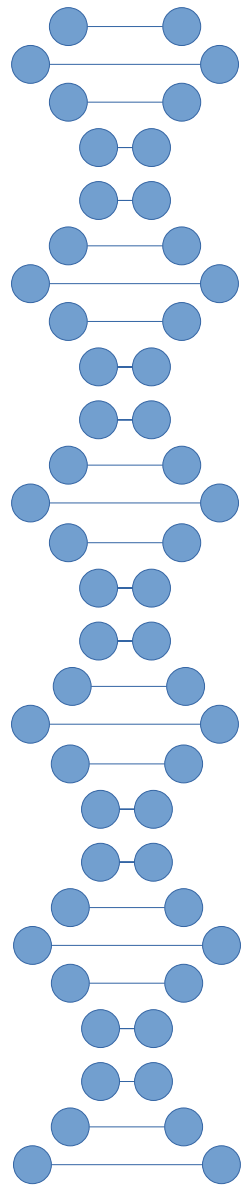
Μαλακοπούλου Μαρία

Επιβλέπων: Φοίβος Μυλωνάς

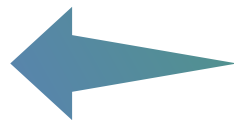
Ιανουάριος 2021



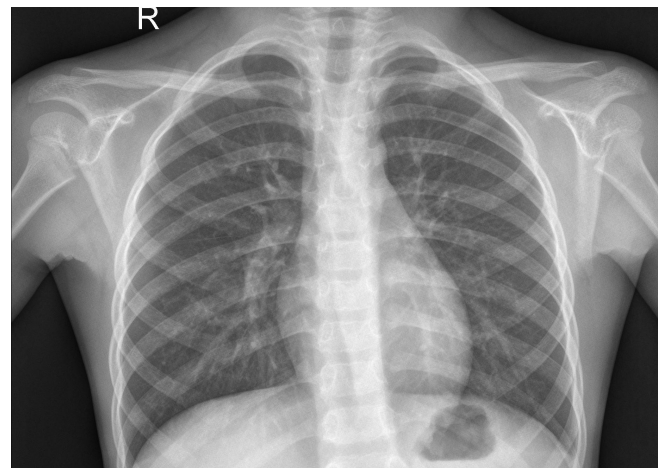
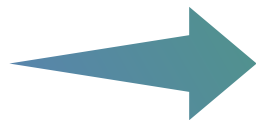
- **Θώρακας** είναι μια περιοχή στο ανθρώπινο σώμα, το μυοσκελετικό τοίχωμα του οποίου αποτελείται από το στέρνο, τους σπόνδυλους, τις πλευρές και τους μύες, όπως επίσης περιέχει τους πνεύμονες και κάποια μορφώματα που συμβάλουν στην λειτουργία της αναπνοής.
- **Ακτινογραφία θώρακος** είναι ένας τύπος φωτογράφισης του θώρακα, της σπονδυλικής στήλης αλλά και όλων των εσωτερικών οργάνων του σώματος. Μια ακτινογραφία θώρακος θα μας δείξει μόνο τις γενικές αλλαγές στο μέγεθος και το σχήμα των οργάνων. Στην τυπική διαδικασία συμπεριλαμβάνονται δύο εικόνες του θώρακα, η μία από το πίσω μέρος (οπισθοπρόσθια) και η άλλη από την πλευρά του σώματος (πλάγια).
- **Πνευμονία** ορίζεται η λοίμωξη του πνευμονικού παρεγχύματος που συνοδεύεται από συμπτώματα οξείας νόσου. Η διάγνωση της ασθένειας μπορεί να γίνει από μια ακτινογραφία θώρακος, που αποτελεί βασικό παράγοντα διάγνωσης της πνευμονίας.

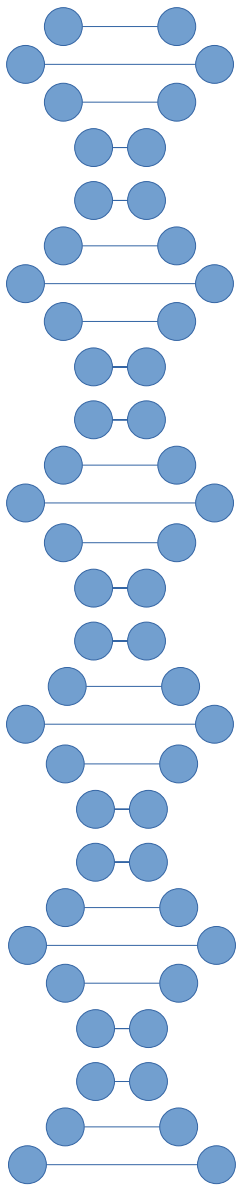


Ακτινογραφία θώρακα
με διάγνωση
πνευμονίας



Ακτινογραφία
θώρακα με
φυσιολογική
διάγνωση



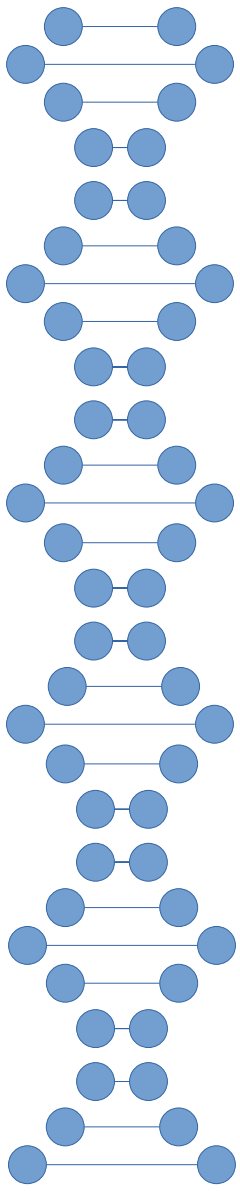


Ψηφιακή εικόνα είναι η μετατροπή των αναλογικών σημάτων σε ψηφιακά. Μια ψηφιακή εικόνα μπορεί να είναι:

- 1) δυαδική (binary images)
- 2) αποχρώσεων του γκρι (gray-level ή gray-scale images)
- 3) έγχρωμη (color images)
- 4) πολυφασματική (multispectral images)

Η **ανάλυση εικόνας** καθορίζει την ποσότητα των χαρακτηριστικών. Τα βασικά βήματα ανάλυσης της ψηφιακής εικόνας είναι:

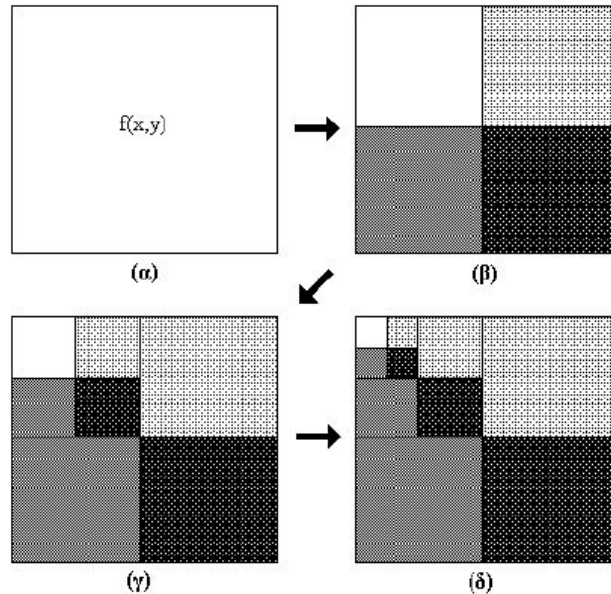
- 1) Κατωφλίωση (Thresholding)
- 2) Αφαίρεση περιγράμματος (Contour removal)
- 3) Επισήμανση συστατικών (Component labeling)
- 4) Σκελετοποίηση (Skeletonization)
- 5) Αραίωση (Thinning)
- 6) Κλάδεμα (Pruning)



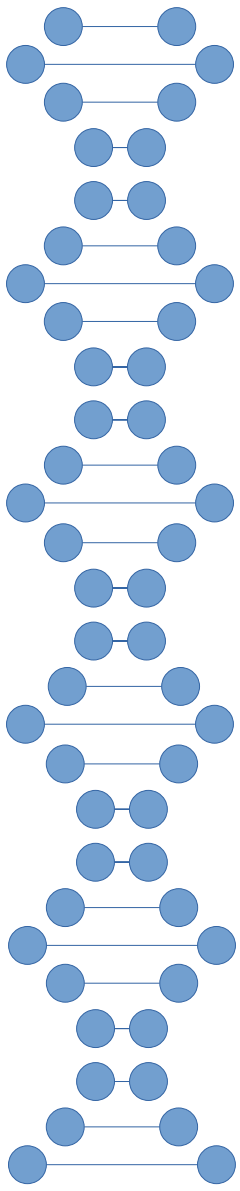
Μετασχηματισμός κυματιδίων (Wavelet transform)

Μια εικόνα μπορεί να αναλυθεί στα πλαίσια του δισδιάστατου μετασχηματισμού ως εξής:

- 1) Σε κάθε στάδιο του μετασχηματισμού η εικόνα αναλύεται σε 4 εικόνες με μέγεθος το 1/4 του αρχικού μεγέθους της
- 2) Κάθε μία από τις 4 εικόνες σχηματίζεται από το εσωτερικό γινόμενο της αρχικής εικόνας με μια από την κυματιδιακή εικόνα βάσης



LL_3	HL_3	HL_2	HL_1
LH_3	HH_3		
LH_2	HH_2		
LH_1			HH_1



Εργαλεία εξαγωγής χαρακτηριστικών και ερμηνείας αποτελεσμάτων

- 1) MATLAB
- 2) RapidMiner

Dataset εικόνων

Αποτελείται από 5840 οπισθοπρόσθιες ακτινογραφίες θώρακα (x- ray chest)

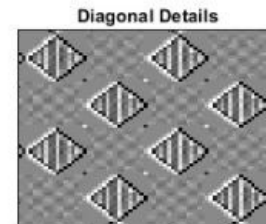
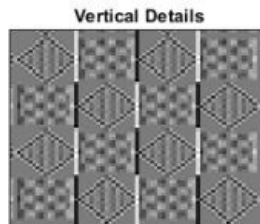
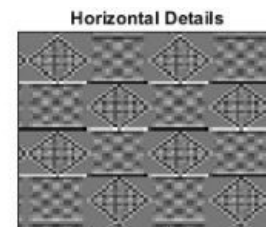
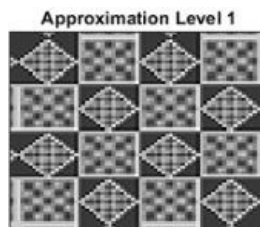
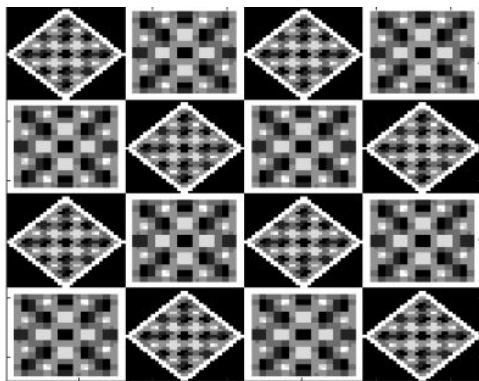
- 1) Φυσιολογικές ακτινογραφίες (1575 εικόνες)
- 2) Ακτινογραφίες με πνευμονία (4265 εικόνες)

Προεπεξεργασία εικόνων εισόδου

- 1) Αλλαγή κλίμακας
- 2) Από RGB σε μορφή gray
- 3) Αφαίρεση θορύβου με διάμεσο φίλτρο (median filter)
- 4) Προσδιορισμός ορίου (threshold)
- 5) Αλλαγή μεγέθους εικόνας

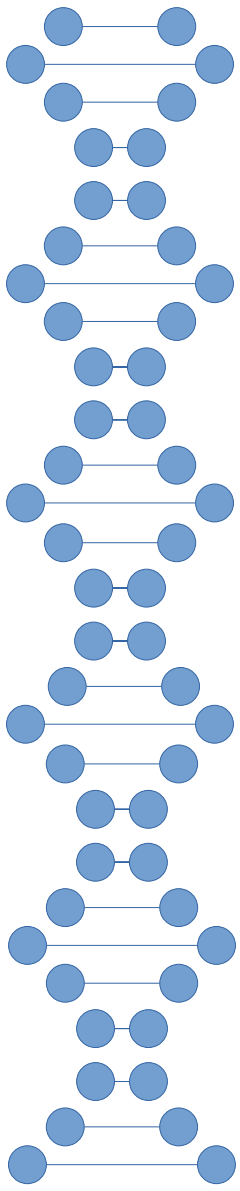
Εξαγωγή χαρακτηριστικών εικόνων (1/2)

- Μετά την προεπεξεργασία, η εικόνα παίρνει μια μορφή από την οποία μπορούμε να βγάλουμε τους 4 συντελεστές (προσέγγισης, οριζόντιος, κάθετος και διαγώνιος).
- Η εντολή `dwt2` επιστρέφει τον πίνακα συντελεστών προσέγγισης `cA` και τους πίνακες συντελεστών λεπτομέρειας `cH`, `cV` και `cD` (οριζόντιος, κάθετος και διαγώνιος, αντίστοιχα).



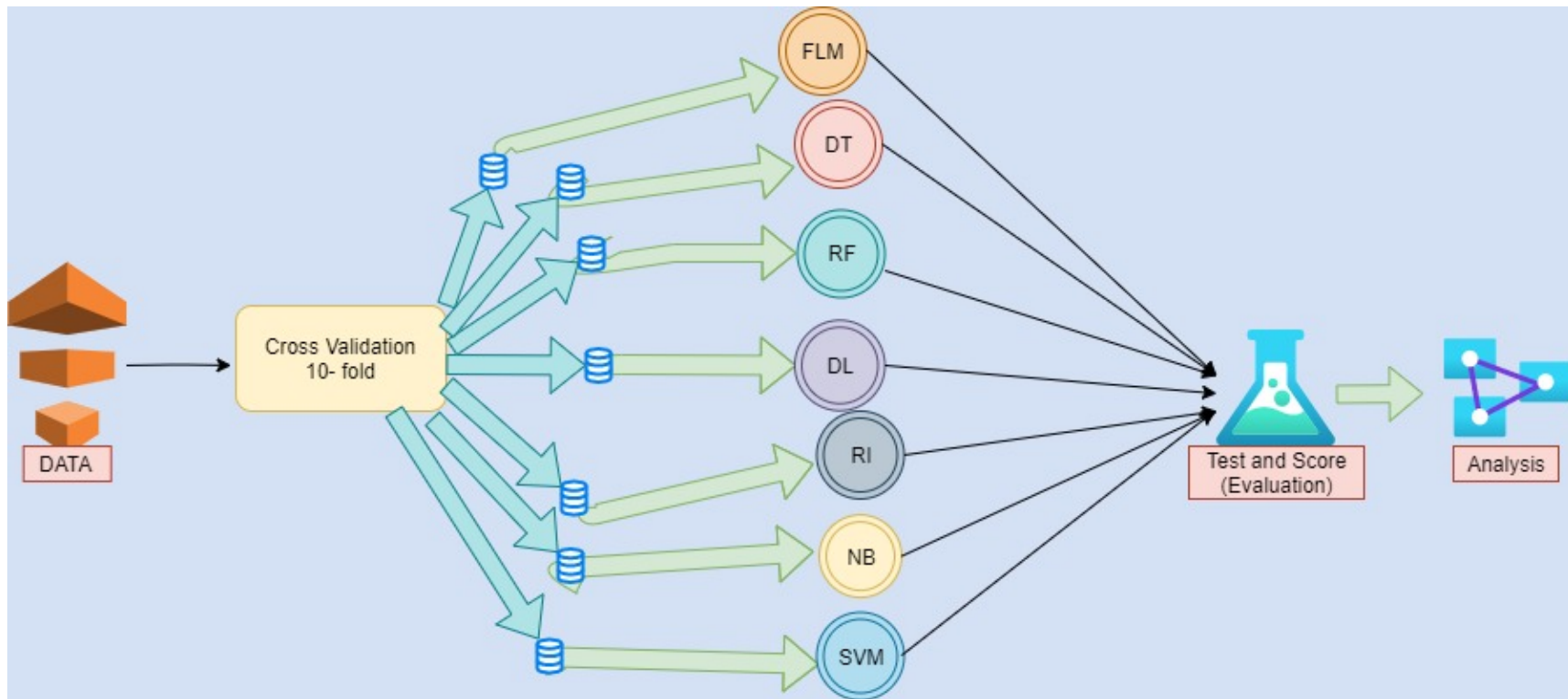
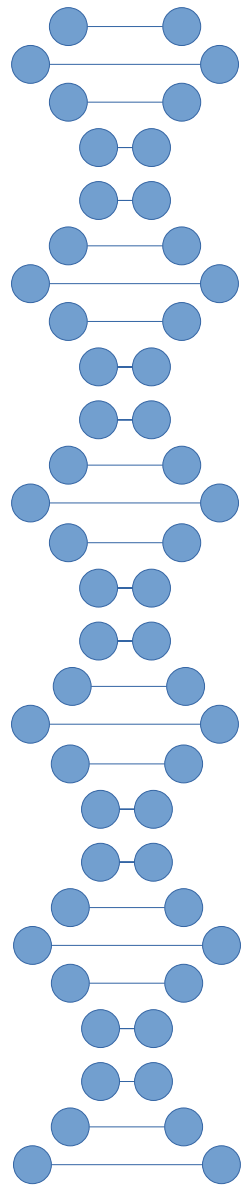
Εξαγωγή χαρακτηριστικών εικόνων (2/2)

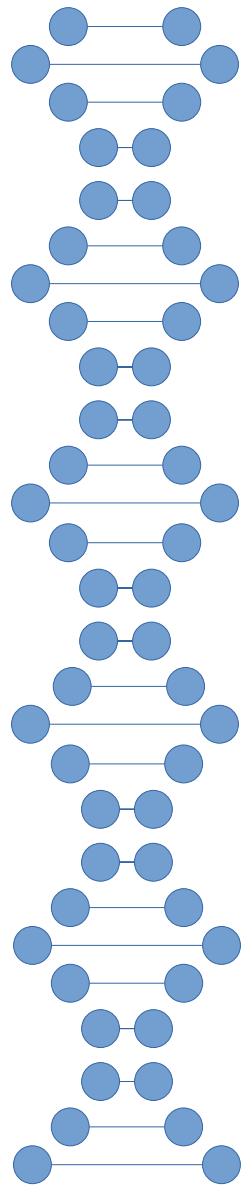
- Ο μετασχηματισμός κυματιδίων μας εξάγει ως χαρακτηριστικό τη **μέγιστη τιμή** για τον συντελεστή προσέγγισης c_A και των συντελεστών λεπτομέρειας c_H , c_V και c_D (οριζόντιος, κάθετος και διαγώνιος). Άρα έχουμε 4 χαρακτηριστικά.
- Πέρα από το χαρακτηριστικό αυτό, χτίζοντας στον κώδικα εξάγαμε ακόμη 16 χαρακτηριστικά και αυτά είναι:
 - 1) Την **ελάχιστη τιμή** για τον συντελεστή προσέγγισης c_A και των συντελεστών λεπτομέρειας c_H , c_V και c_D (οριζόντιος, κάθετος και διαγώνιος)
- 2) Την **μέση τιμή** για τον συντελεστή προσέγγισης c_A και των συντελεστών λεπτομέρειας c_H , c_V και c_D (οριζόντιος, κάθετος και διαγώνιος)
- 3) Την **τιμή της τυπικής απόκλισης** για τον συντελεστή προσέγγισης c_A και των συντελεστών λεπτομέρειας c_H , c_V και c_D (οριζόντιος, κάθετος και διαγώνιος)
- 4) Την **τιμή της εντροπίας** για τον συντελεστή προσέγγισης c_A και των συντελεστών λεπτομέρειας c_H , c_V και c_D (οριζόντιος, κάθετος και διαγώνιος)
- Άρα ως σύνολο έχω 20 χαρακτηριστικά για την κάθε εικόνα.



Επεξεργασία δεδομένων

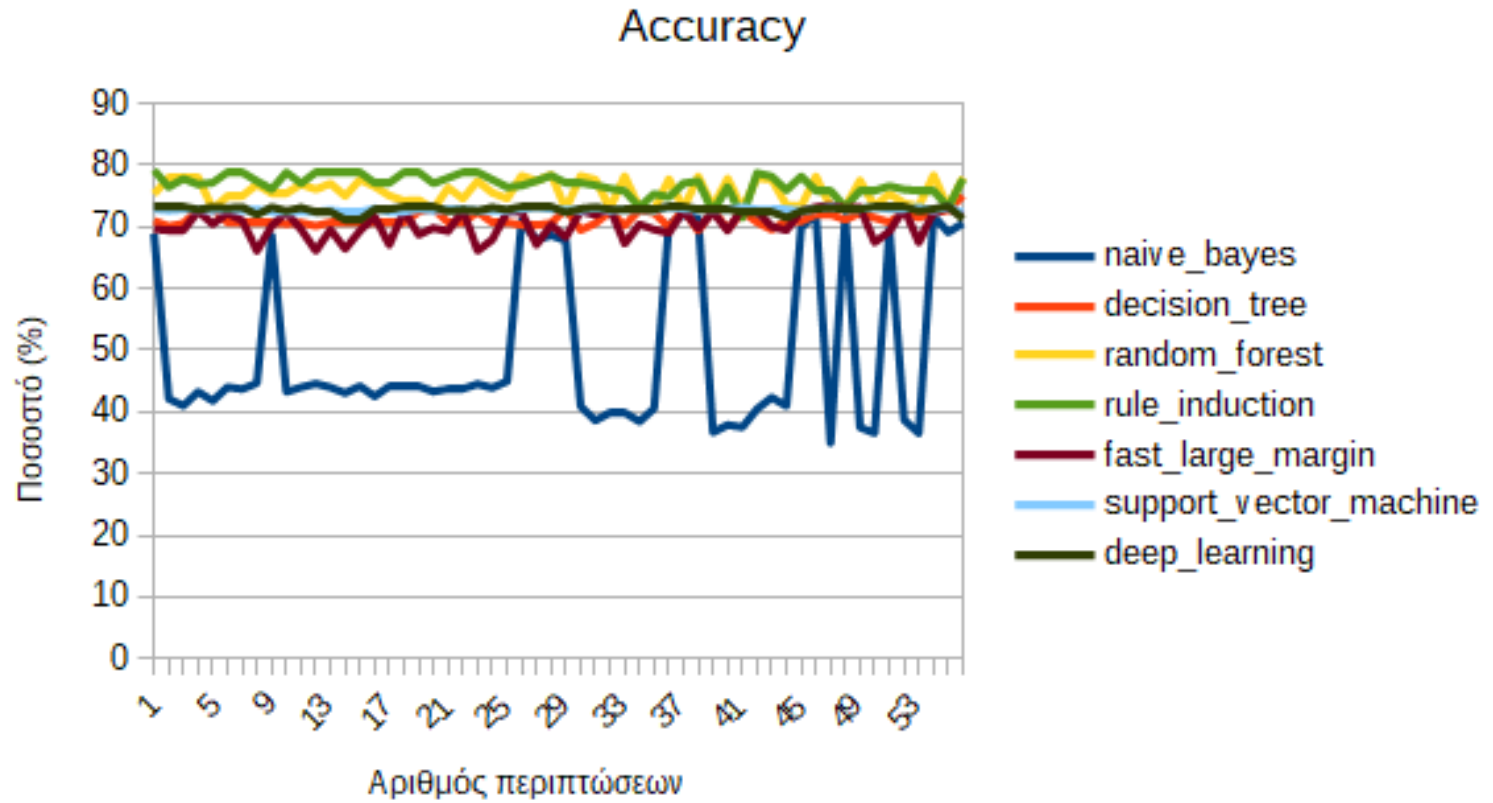
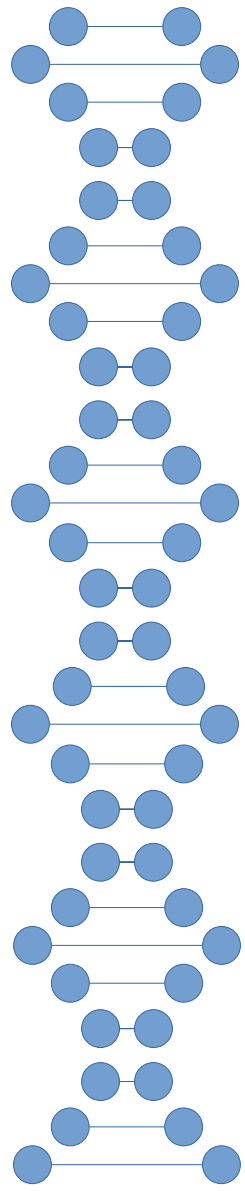
- Διαίρεση δεδομένων σε 2 υποσύνολα:
- 1) Υποσύνολο δεδομένων εκπαίδευσης (80%)
- 2) Υποσύνολο δεδομένων δοκιμής (20%)
- Χρησιμοποιήσαμε 10-fold cross validation για την επικύρωση των μοντέλων μας και τον υπολογισμό των επιδόσεων που προκύπτουν.
- Παίρνουμε τυχαίους συνδυασμούς χαρακτηριστικών -προσεγγίσεων που είναι συνολικά 56 και βλέπουμε όλα τα πιθανά αποτελέσματα
- Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιήθηκαν σε όλες τις περιπτώσεις είναι ο Naive Bayes, ο Decision Tree, ο Random Forest, ο Rule Induction, ο Fast Large Margin, ο Support Vector Machine και ο Deep Learning.
- Οι μετρηκές που χρησιμοποιήθηκαν είναι η Accuracy, η Precision, η Recall και η F-measure.





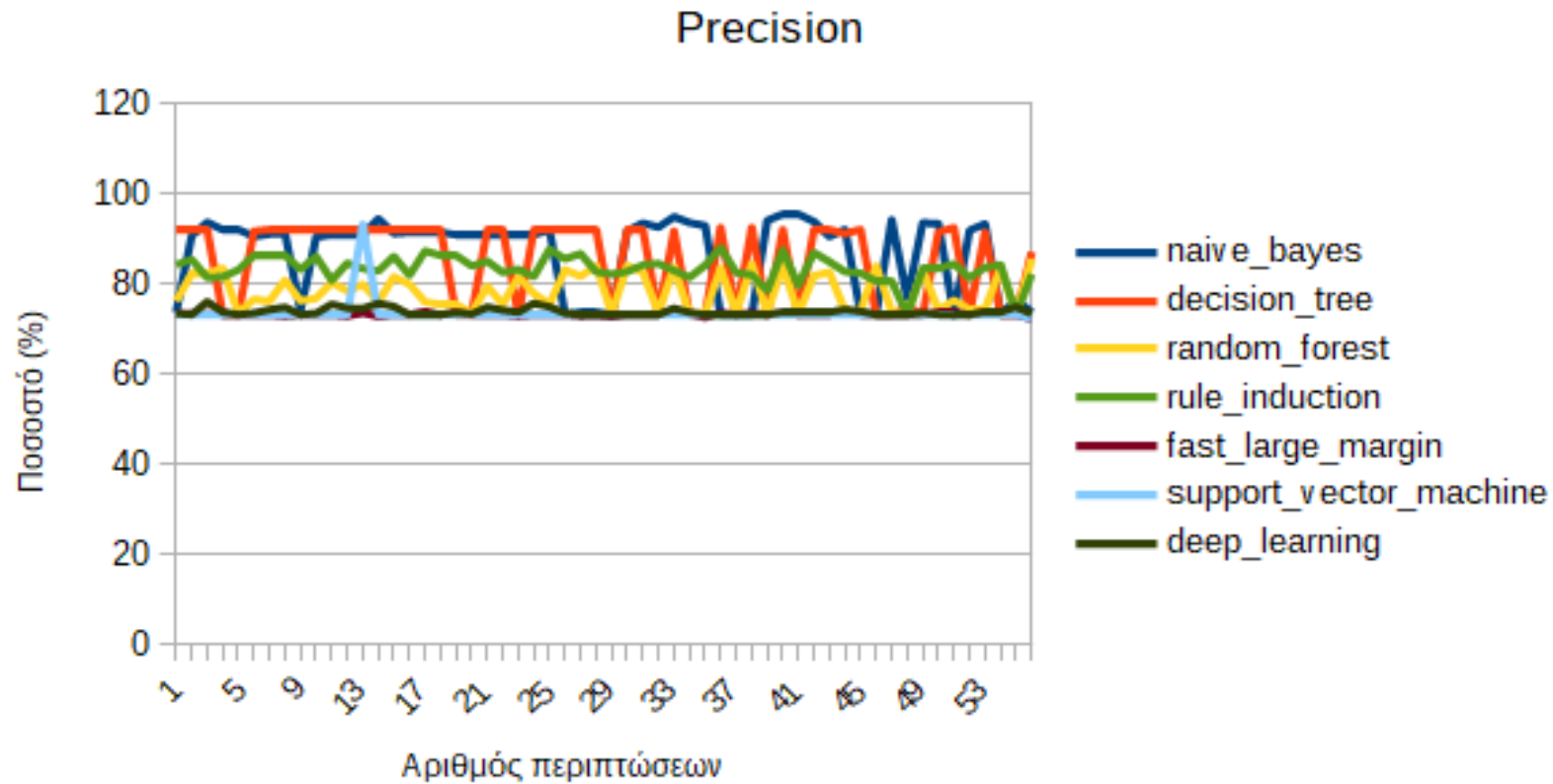
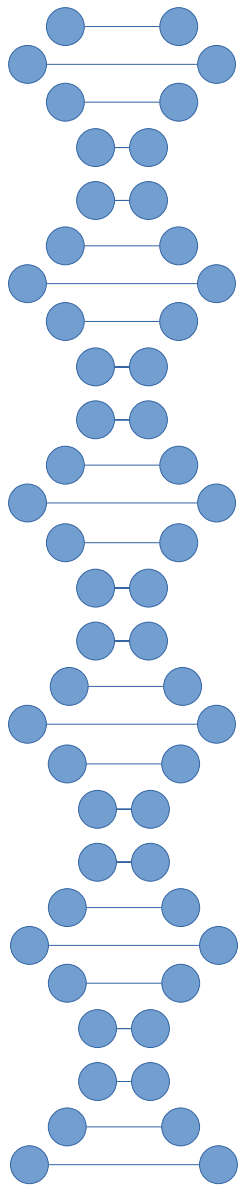
Το χαρακτηριστικό «ApMin», ή «η ελάχιστη τιμή στο συντελεστή προσέγγισης» αγγίζει περίπου το 88% ή 0,88 τιμή βάρους.

Το χαρακτηριστικό «HorMean», ή «η μέση τιμή στον οριζόντιο συντελεστή» και «ApDev», ή «η τιμή τυπικής απόκλισης στο συντελεστή προσέγγισης» κυμαίνονται στα ίδια ποσοστά στο 55% ή 0,55 τιμή βάρους.

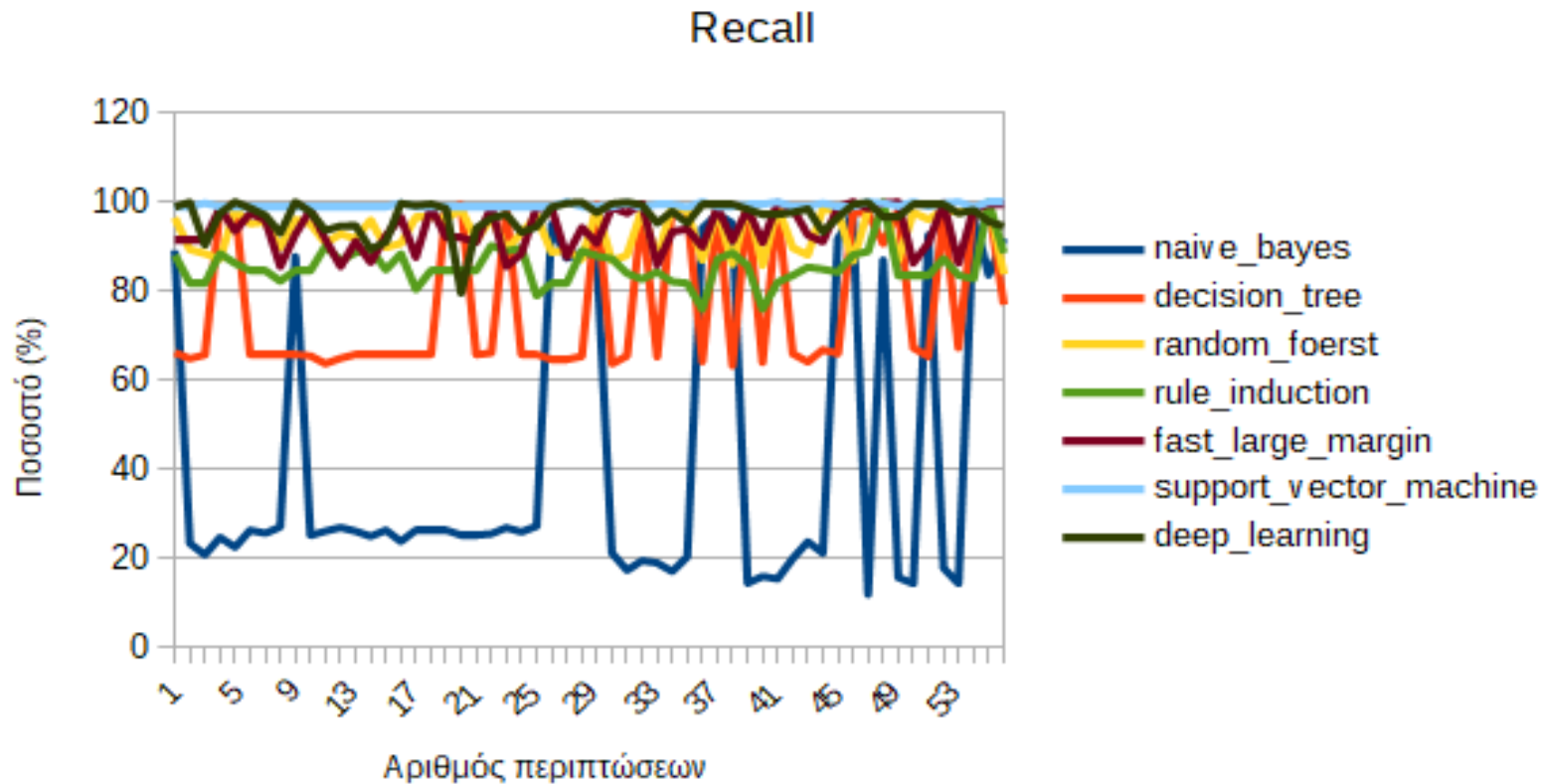
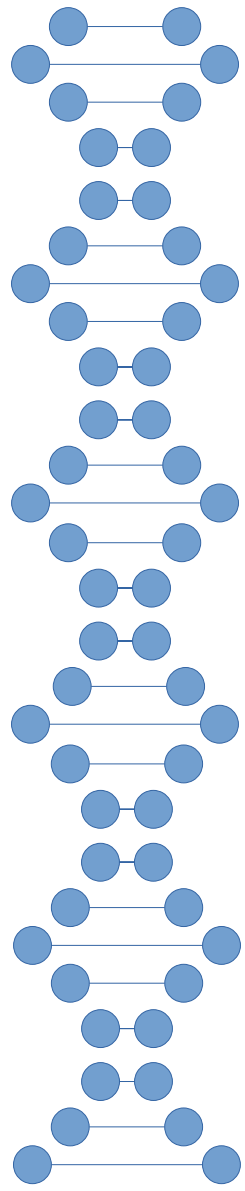


Max: Rule Induction (79,23%)

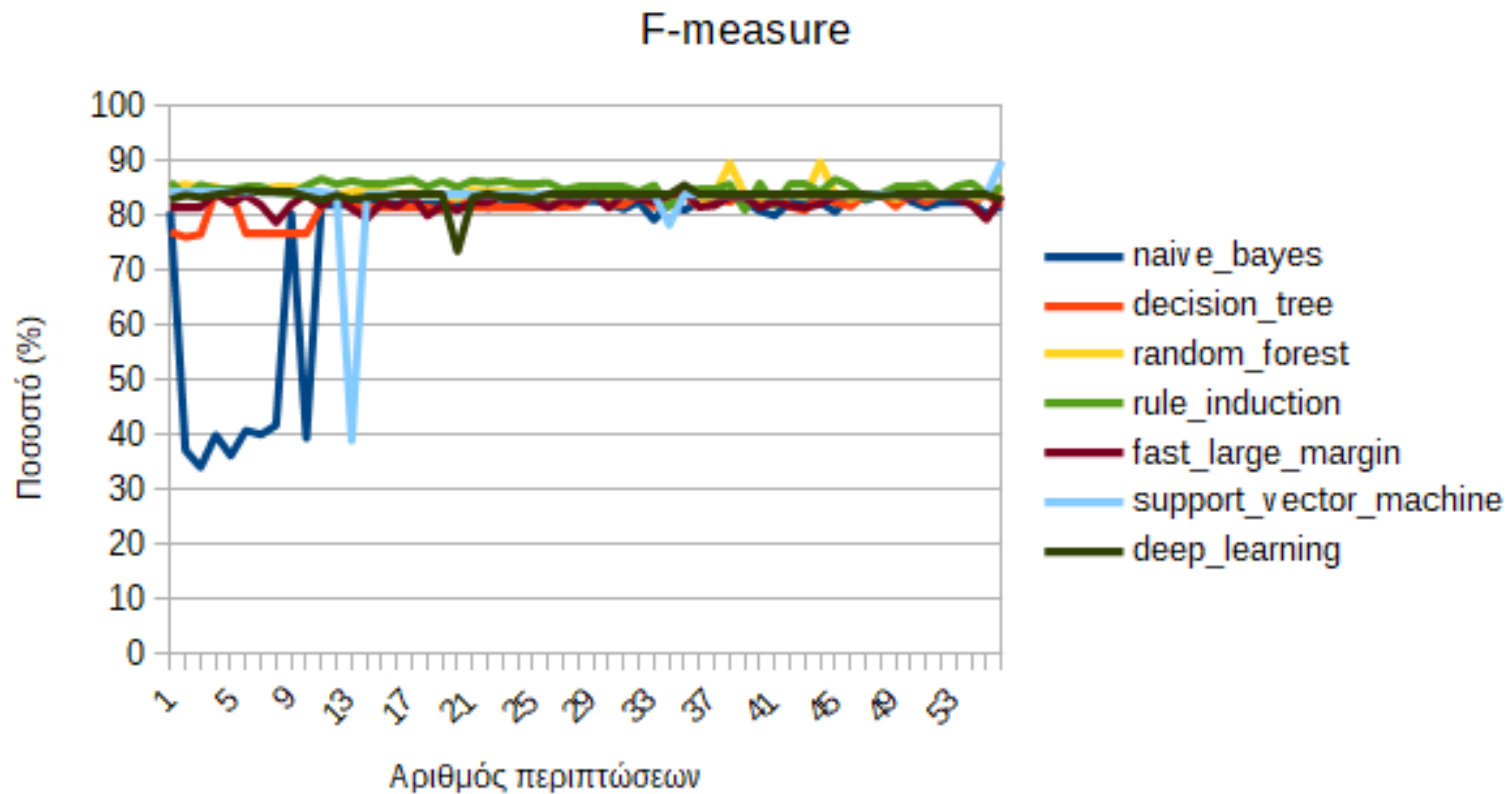
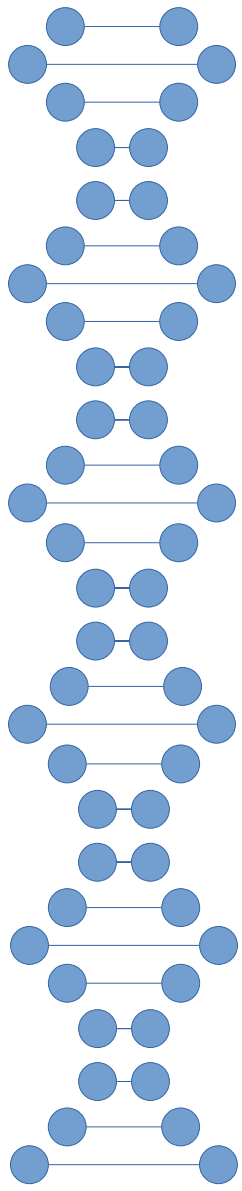
Min: Naive Bayes (34,98%)



Max: Naive Bayes (95,31%)
Min: Fast Large Margin (72,27%)

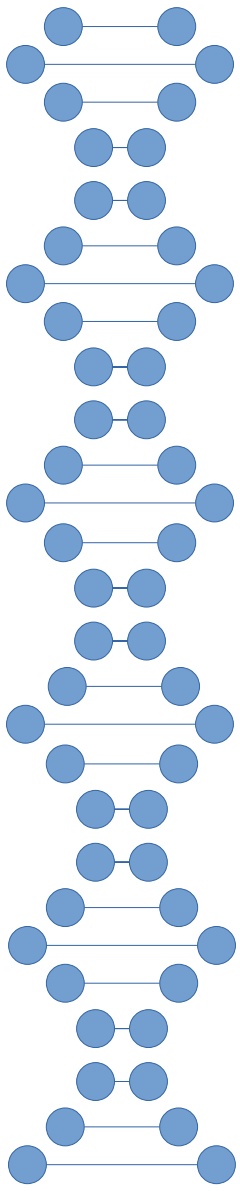


Max: Deep Learning, Support Vector Machine, Fast Large Margin,
Rule Induction (100%)
Min: Naive Bayes (11,93%)



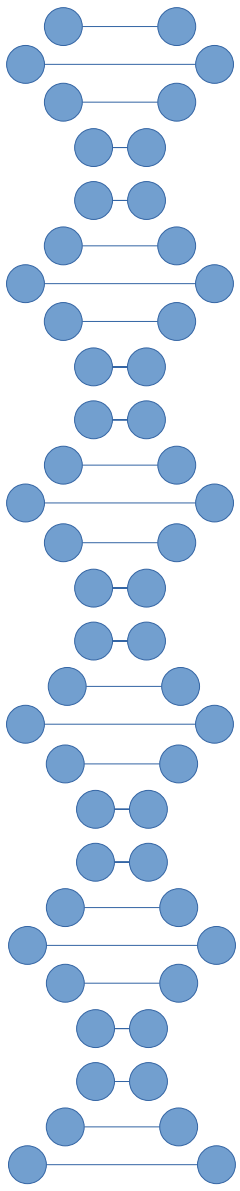
Max: Support Vector Machine (89,95%)

Min: Naive Bayes (34,11%)



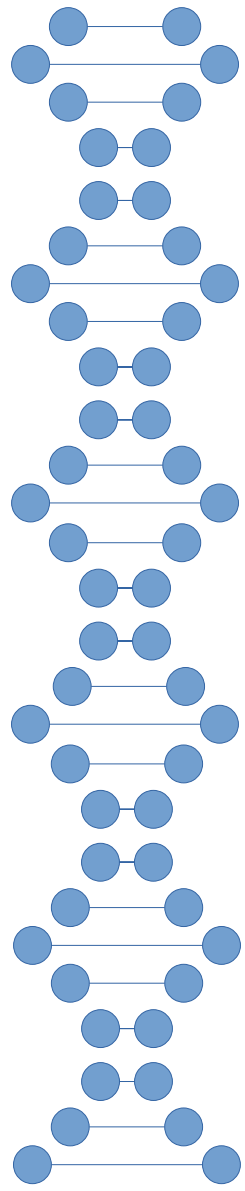
Συμπεράσματα

- Όλοι οι αλγόριθμοι έχουν τις δικές τους τιμές, παρόλα αυτά έχουμε πολλές κοινές τιμές αλλά και παρόμοιες αυξομειώσεις.
- Ο αλγόριθμος που κάνει τις περισσότερες διακυμάνσεις αλλά είναι και πρώτος σε χαμηλές τιμές είναι ο **Naive Bayes** που στη μετρική Recall φτάνει έως και 11,93%.
- Οι αλγόριθμοι που ακουμπούν την κορυφή με απόδοση 100% είναι ο **Deep Learning, Support Vector Machine, Fast Large Margin, Rule Induction** στη μετρική Recall.
- Βλέπουμε πως όλοι οι αλγόριθμοι δεν είναι για όλες τις μετρικές, όπως επίσης και τα χαρακτηριστικά δεν εφαρμόζουν πάντα απόλυτα σε αυτές.



Βιβλιογραφία

1. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%98%CF%8E%CF%81%CE%B1%CE%BA%CE%B1%CF%82>
2. <https://www.care.gr/post/65/organa-tou-thoraka>
3. http://www.hts.org.gr/assets/files/biblia_epe/Fysiologia_Anapneystikou.pdf
4. <https://www.hygeia.gr/kakoseis-toy-thoraka/>
5. <https://tsakiridiskosmas.gr/%CE%B8%CF%89%CF%81%CE%B1%CE%BA%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82-%CF%80%CE%B1%CE%B8%CE%AE%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82-3/>
6. <https://www.iprolipsi.gr/%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%BF-%CE%BA%CE%B5%CE%BD%CF%84%CF%81%CE%BF/%CE%B8%CF%89%CF%81%CE%B1%CE%BA%CE%BF%CF%82/>
7. <http://delos.upnet.gr/opendelos/player?rid=8c293d6>
8. Δρεβελέγκας , Α. (2012). Κλινική Ακτινολογία, Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας, σ. 29-126
9. http://www.cs.uoi.gr/~pkarvell/courses/dip/Theory/digital_image_processing_1.pdf
10. <http://digilib.teiemt.gr/jspui/bitstream/123456789/2825/1/022006x03x176.pdf>
11. <http://eclass.teipir.gr/openecclass/modules/document/file.php/HYS107/I.%20%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%86%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CE%B9%CE%B5%CF%82%20%CE%98%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%AF%CE%B1%CF%82/I.%20%CE%95%CE%B9%CF%83%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82%20%CE%88%CE%BD%CE%BD%CE%BF%CE%B9%CE%B5%CF%82%20.pdf>
12. http://oceanis.lib2.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/3363/cse_39276.pdf?sequence=1&isAllowed=y
13. http://users.softlab.ntua.gr/~klaskar/IEK/PsifiakiEikona_040603.pdf
14. <http://artemis.cslab.ece.ntua.gr:8080/jspui/bitstream/123456789/14491/1/DT2006-0007.pdf>
15. <https://slideplayer.gr/slide/11159014/>
16. https://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/1095/1/Nimertis_Christopoulou.pdf
17. https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/43827/Diplwmatikh_Koufos_Sotirios.pdf?sequence=1
18. <http://ikee.lib.auth.gr/record/131979/files/GRI-2013-10598.pdf>
19. Τοιάντος, Β.(2018). Matlab για Επιστήμονες & Μηχανικούς, Θεσσαλονίκη: ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ
20. <https://www.kaggle.com/raddar/chest-xrays-indiana-university>
21. <https://en.wikipedia.org/wiki/RapidMiner>
22. <https://thesai.org/Publications/ViewPaper?Volume=6&Issue=2&Code=IJACSA&SerialNo=30>
23. [https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674\(18\)30154-5](https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674(18)30154-5)
24. https://www.mathworks.com/matlabcentral/answers/58010-how-do-i-export-image-features-matrix-data-to-excel-for-multiple-images-in-the-same-folder?s_tid=prof_contriblnk
25. Καραγιάννης, Β.(2017). Εσωτερική Παθολογία, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Επιστημονικών Βιβλίων & Περιοδικών
26. Γουργουλιάνης, Κ.(2018). Νοσήματα Αναπνευστικού, Λάρισα: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας
27. <https://medium.com/datadriveninvestor/k-fold-cross-validation-6b8518070833>
28. https://docs.rapidminer.com/8.0/studio/operators/blending/examples/sampling/split_data.html
29. <https://machinelearningmastery.com/precision-recall-and-f-measure-for-imbalanced-classification/>



Ευχαριστώ πολύ για τον χρόνο σας ! 😊