

# Τμηματοποίηση σε τοπολογικά συνεκτικές περιοχές

Γεώργιος Τζιρίτας  
Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών  
Πανεπιστήμιο Κρήτης

Φεβρουάριος 2019

Σ' αυτή τη μέθοδο η συνεκτικότητα και η ομοιογένεια των περιοχών απαιτείται με άμεσο τρόπο. Ο αριθμός των κατηγοριών που κατατάσσονται τα σημεία της εικόνας θα μπορούσε να είναι άγνωστος και να προκύψει ως αποτέλεσμα της τμηματοποίησης.

Αν  $R$  είναι όλη η εικόνα ως σύνολο σημείων, ζητείται η τμηματοποίηση σε τοπολογικά συνεκτικές περιοχές  $R_1, R_2, \dots, R_K$ , ώστε

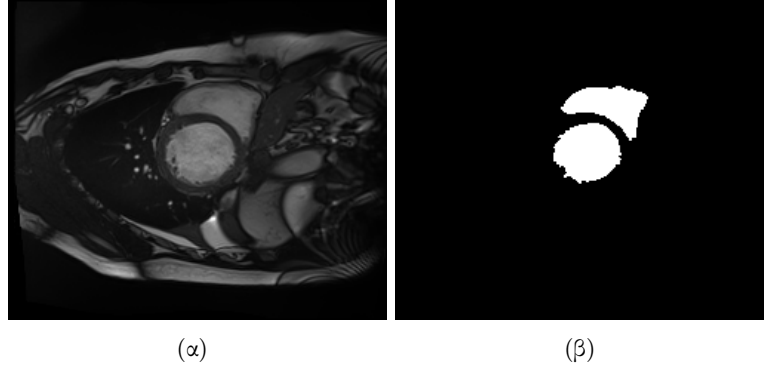
- $\bigcup_{k=1}^K R_k = R$
- $R_i \cap R_j = \emptyset, i \neq j$

Η περιοχή ορίζεται ως ένα σύνολο συνδεδεμένων σημείων με συνηθέστερη τη σύνδεση τεσσάρων σημείων. Η τμηματοποίηση βασίζεται σ' ένα κριτήριο ομοιογένειας, που θα πρέπει να ικανοποιείται από όλα τα τμήματα της εικόνας, και να μην ικανοποιείται από την ένωση δύο γειτονικών τμημάτων, δηλαδή τμημάτων με κοινό σύνορο. Σαν κριτήριο ομοιογένειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί η αντίθεση της φωτεινής έντασης σε μια περιοχή, μετρημένη είτε με τη μέγιστη αντίθεση, είτε με την τυπική απόκλιση της φωτεινής έντασης.

## 1 Τμηματοποίηση με επέκταση περιοχών

Με συσσωρεύσεις γύρω από κάποια αφετηριακά σύνολα σημείων μπορεί να υλοποιηθεί μια τμηματοποίηση που να ικανοποιεί τις παραπάνω απαιτήσεις [1][2]. Αφετηριακά μπορεί να δοθεί μόνο ένα σημείο για κάθε περιοχή ενδιαφέροντος. Η επέκταση προς τα γειτονικά σημεία γίνεται με ένα κριτήριο ομοιότητας. Η ομοιότητα μπορεί να προσαρμοσθεί στα τοπικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Δεδομένου ότι η επέκταση είναι σημειακή αρκεί να υπολογίζεται η εκάστοτε μέση τιμή έντασης της περιοχής που έχει ανιχνευθεί. Η διεργασία τερματίζεται όταν δεν υπάρχει πλέον γειτονικό σημείο με αποδεκτή αντίθεση. Περισσότερες περιοχές μπορούν να ανιχνευθούν με αυτή τη μέθοδο ανεξάρτητα η μία από την άλλη, όπως στο αποτέλεσμα που δίδεται στο Σχήμα 1.

Δίδεται κατωτέρω ένας αλγόριθμος διαδοχικού προσεταιρισμού των σημείων της εικόνας με βάση ένα προκαθορισμένο κριτήριο ομοιότητας,  $\rho(\cdot, \cdot)$ , μέσω του οποίου προσδιορίζεται και η σειρά των κατατάξεων. Σε αυτή την περίπτωση οι περιοχές επεκτείνονται ανταγωνιστικά μεταξύ τους και η διάταξη των γειτονικών σημείων ως προς την ομοιότητα προκύπτει από την ενιαία λίστα όλων των γειτονικών σημείων.



Σχήμα 1: Τομογραφική εικόνα καρδιάς και ανίχνευση της αριστερής και της δεξιάς κοιλίας με συσσωρεύσεις γύρω από δύο αφετηριακά σημεία που ορίστησαν από το χρήστη.

B1 Ονοματοθεσία των σημείων των αρχικών συνόλων.

B2 Εκτίμηση των χαρακτηριστικών των συνόλων (π.χ. μέση φωτεινότητα).

B3 Εισαγωγή στη διαταγμένη λίστα όλων των γειτονικών σημείων των αρχικών συνόλων.

B4 Όσο η λίστα δεν είναι κενή:

B4.1 Κατάταξη του πρώτου σημείου της λίστας  $\alpha$  και αφαίρεσή του απ' αυτή.

B4.2 Έλεγχος των γειτονικών σημείων του  $\alpha$  και ενημέρωση της λίστας:

B4.2.1 Πρόσθεση των γειτόνων του  $\alpha$  που

- δεν έχουν ήδη όνομα
- δεν είναι ήδη στη λίστα

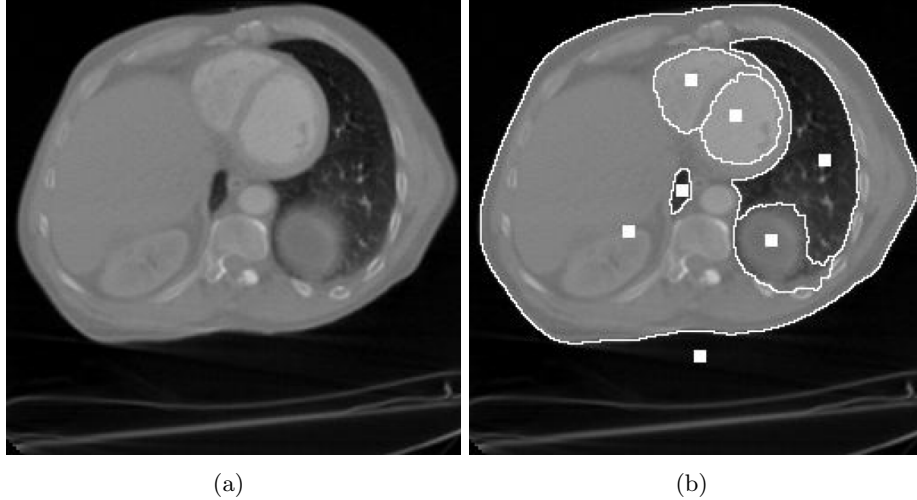
σύμφωνα με την ομοιότητα  $\rho(\cdot, \cdot)$ .

B4.2.2 Έλεγχος για γείτονες που είναι ήδη στη λίστα και που λόγω της κατάταξης του  $\alpha$  συνορεύουν με ένα νέο σύνολο. Αυτά σημαδεύονται ως σημεία συνόρου. Επιπλέον, αν η ομοιότητα μειώνεται λόγω της νέας γειτνίασης, ανελίσσονται αντίστοιχα στη λίστα.

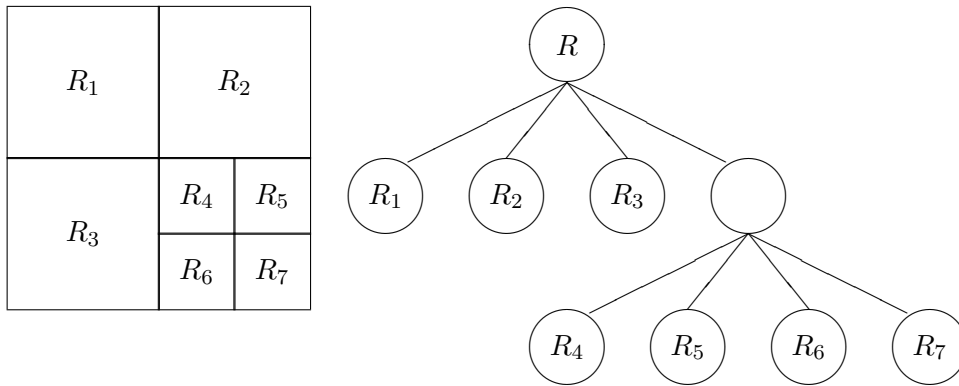
Ένα παράδειγμα εφαρμογής αυτής της μεθόδου δίδεται στο Σχήμα 2, όπου ορίζονται αφετηριακά μπλοκ σημείων και τηρείται σειρά προτεραιότητας για τις συνενώσεις, που γίνονται με κριτήριο την κατ' απόλυτο τιμή απόκλιση της φωτεινότητας του δοσμένου σημείου από τη μέση τιμή της περιοχής στην οποία γειτονεύει.

## 2 Τμηματοποίηση με διαιρέσεις και ενώσεις

Ωστόσο το αποτέλεσμα επηρεάζεται από την επιλογή των αφετηριακών σημείων και επίσης απαιτείται μεγάλος αριθμός ελέγχων για την υπόθεση της ομοιογένειας. Το αποτέλεσμα μπορεί να είναι πιο σταθερό, αν η τμηματοποίηση επιτυγχάνεται με ένα συνδυασμό διαιρέσεων ανομοιογενών τμημάτων και συγχωνεύσεων γειτονικών ομοιογενών τμημάτων [3]. Η υλοποίηση ενός τέτοιου αλγορίθμου διευκολύνεται με τη χρήση μιας πυραμιδωτής δομής για την παράσταση των τμημάτων της εικόνας.



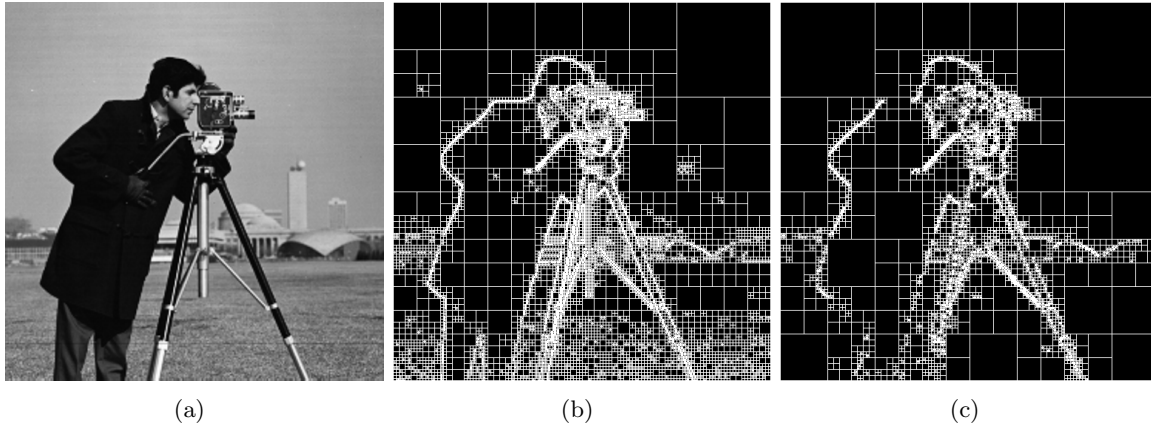
Σχήμα 2: Τομογραφική εικόνα καρδιάς και τμηματοποίησή της με συσσωρεύσεις γύρω από τα αφετηριακά μπλοκ σημείων που ορίσθησαν από το χρήστη.



Σχήμα 3: Τμήματα της εικόνας και αντίστοιχο τετραδικό δένδρο.

Στην κορυφή της πυραμίδας βρίσκεται ολόκληρη η εικόνα, και στη βάση της τα σημεία της εικόνας. Ισοδύναμα η τμηματοποίηση μπορεί να παρασταθεί μ' ένα δένδρο, του οποίου η ρίζα είναι ολόκληρη η εικόνα, και τα φύλλα του τα σημεία της εικόνας. Πιο συχνά το δένδρο είναι τετραδικό, που αντιστοιχεί σε διαίρεση κάθε τμήματος της εικόνας σε τέσσερα ίσα τμήματα [4]. Στο Σχήμα 3 δίδεται ένα παράδειγμα τέτοιας παράστασης των τμημάτων της εικόνας.

Το αποτέλεσμα μπορεί να είναι πιο ενδιαφέρον, και η πολυπλοκότητα περιορισμένη, αν η εκκίνηση του αλγορίθμου γίνει σ' ένα ενδιάμεσο επίπεδο της πυραμίδας. Ολόκληρη η πυραμίδα διαιρέσεων της εικόνας του 'φωτογράφου' δίδεται στο Σχήμα 4 με δυο διαφορετικά κριτήρια μέτρησης της ομοιογένειας, με τη μέγιστη φωτεινή αντίθεση και με την τυπική απόκλιση της φωτεινής έντασης.



Σχήμα 4: Η διαίρεση της εικόνας του 'φωτογράφου' σε τετραδικό δένδρο με κριτήριο (b) τη μέγιστη φωτεινή αντίθεση και (c) την τυπική απόκλιση της φωτεινής έντασης.

### 3 Βιβλιογραφία

- [1] R. Adams and L. Bischof, Seeded region growing, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 16, No. 6, pp. 641–647, 1994.
- [2] J. Fan, G. Zeng, M. Body and M.-S. Hacid, Seeded region growing: an extensive and comparative study, *Pattern Recognition Letters*, Vol. 26, pp. 1139–1156, 2005.
- [3] S. Horowitz and T. Pavlidis, Picture segmentation by a tree traversal algorithm, *Journal of the ACM*, Vol. 23, No. 2, pp. 368–388, 1976.
- [4] H. Samet, The quadtree and related hierarchical data structures, *ACM Computing Surveys*, Vol. 16, No. 2, pp. 187–260, 1984.