

# Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

## 4<sup>η</sup> Εργαστηριακή Αναφορά

**Εργαστηριακή Ομάδα 76**

Γιουμερτάκης Απόστολος, 2017030142

Κατσούπης Ευάγγελος, 2017030077

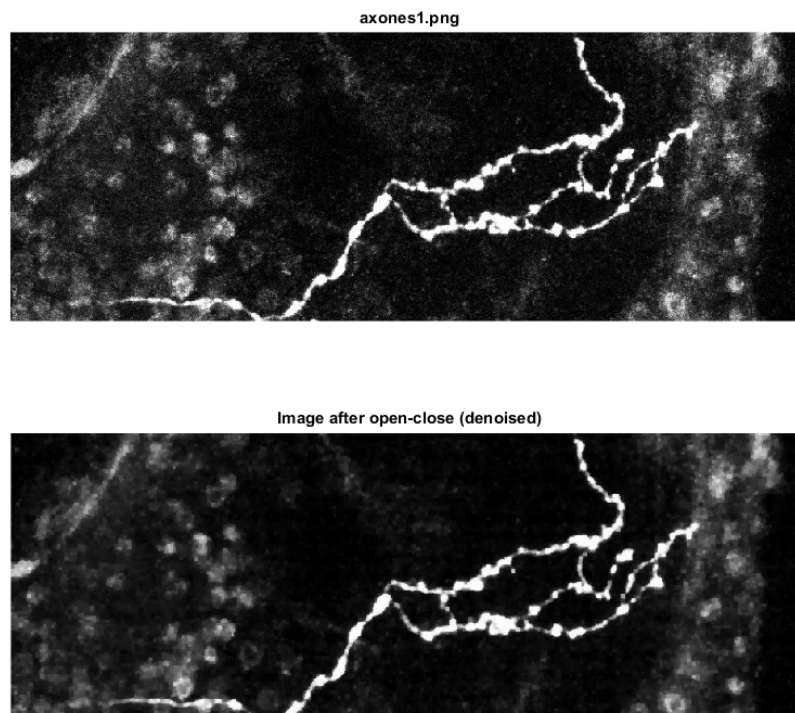
## Απομάκρυνση θορύβου - Image denoising

Αρχικά, έχουμε τις εικόνες `axones1.png` και `axones2.png`, τις οποίες μετατρέπουμε σε Gray-scale για να μπορέσουμε να τις επεξεργαστούμε.

Παρατηρούμε ότι στην αρχή οι εικόνες έχουν αρκετό θόρυβο, ο οποίος πρέπει να απομακρυνθεί για να προκύψει το επιθυμητό αποτέλεσμα.

### Εικόνα 1:

Μετά από δοκιμές (Gaussian filters, Median filters) καταλήξαμε στην μέθοδο με διαδοχικό 'άνοιγμα' και 'κλείσιμο' της εικόνας για την εξάλειψη του θορύβου, με τις συναρτήσεις `imopen()` και `imclose()`, με ορίσματα την αρχική εικόνα και ένα Δομικό Στοιχείο (structure element). Το structure element που επιλέχθηκε είναι ένα **τετράγωνο** με ακτίνα 3 pixels και κατασκευάστηκε με την συνάρτηση `strel()`. Παρακάτω φαίνεται η εικόνα με την μείωση του θορύβου:



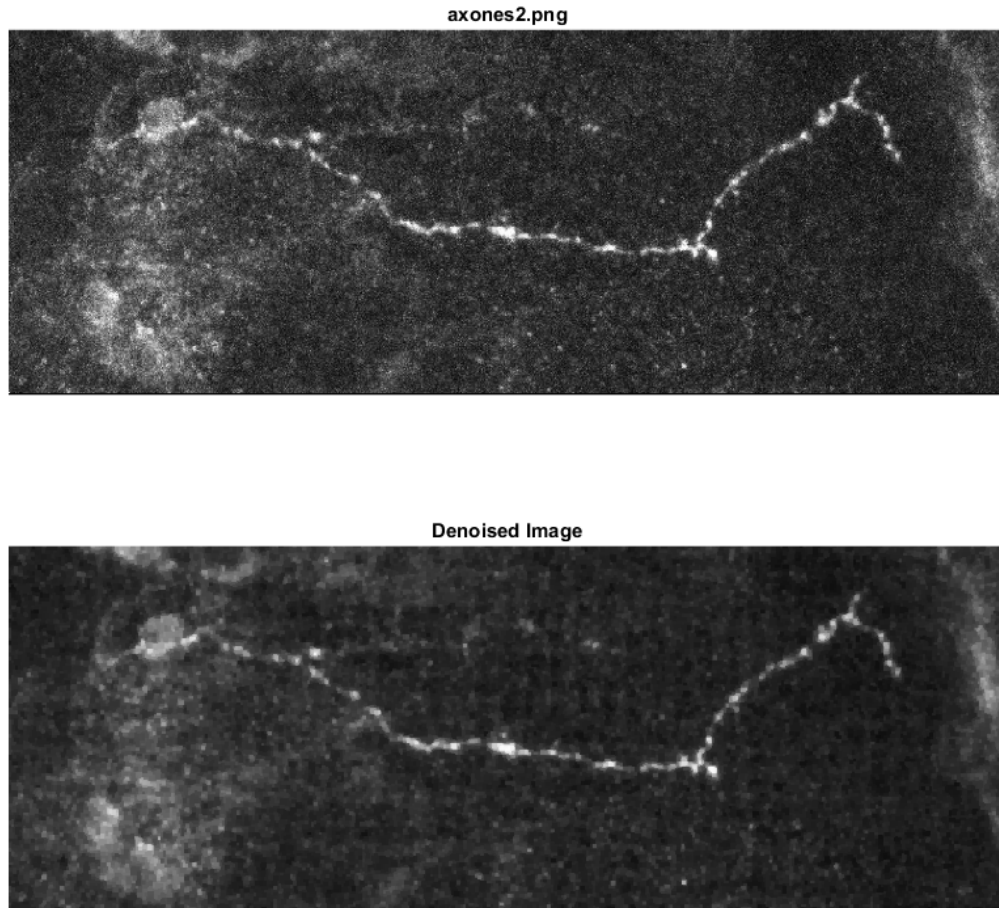
Σχήμα 1: Axones\_1 denoised

Η πρώτη εικόνα είναι η αρχική με τον θόρυβο, ενώ η δεύτερη εικόνα είναι το αποτέλεσμα μετά την διαδοχική εφαρμογή της `imopen()` και `imclose()`, με μειωμένο θόρυβο, η οποία θα χρησιμοποιηθεί στα επόμενα στάδια.

### Εικόνα 2:

Όμοια και έπειτα από δοκιμή διάφορων τεχνικών, επιλέχθηκε ο συνδιασμός ανοίγματος-κλεισίματος, της εικόνας για να απαλειφθεί ο θόρυβος. Το structure element που χρησιμοποιήθηκε και σε αυτή την περίπτωση είναι ένα ένα τετράγωνο με πλευρά 3.

Το αποτέλεσμα του noise reduction:



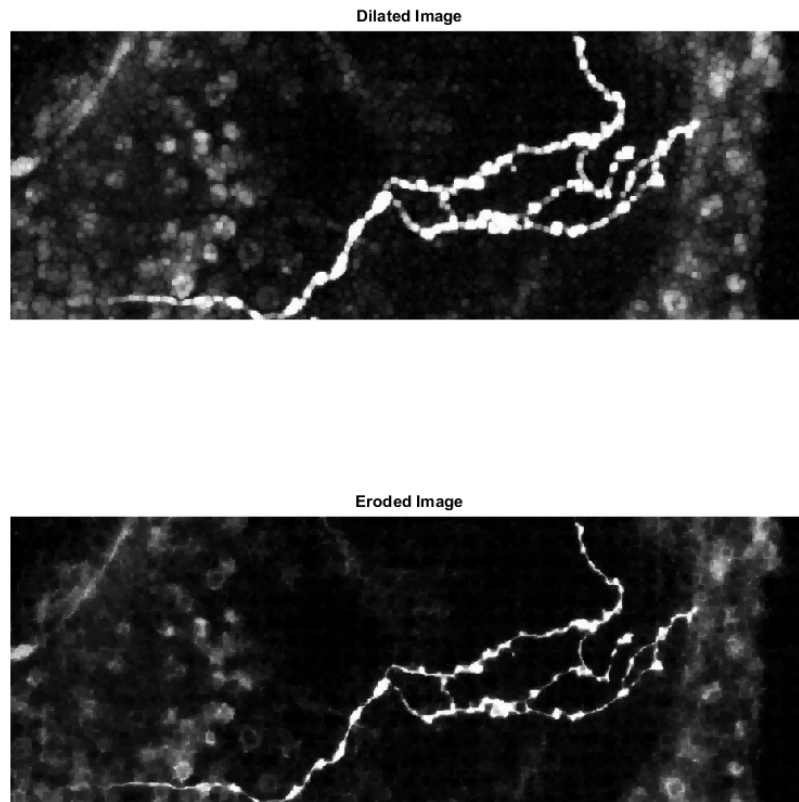
Σχήμα 2: Axones\_2 denoised

Μπορούμε να παρατηρήσουμε την επίδραση και στο σχήμα του δομικού στοιχείου στις περιοχές όπου ο θόρυβος έχει μειωθεί.

## Ανίχνευση κορυφών - Edge detection

### Εικόνα 1:

Στην εικόνα, μετά την μείωση του θορύβου, εφαρμόζεται συστολή (erosion) και μετά διαστολή (dilation), με χρήση των συναρτήσεων *imerode()* και *imdilate()* αντίστοιχα, οπότε προκύπτουν δύο(2) νέες εικόνες όπως φαίνεται παρακάτω:

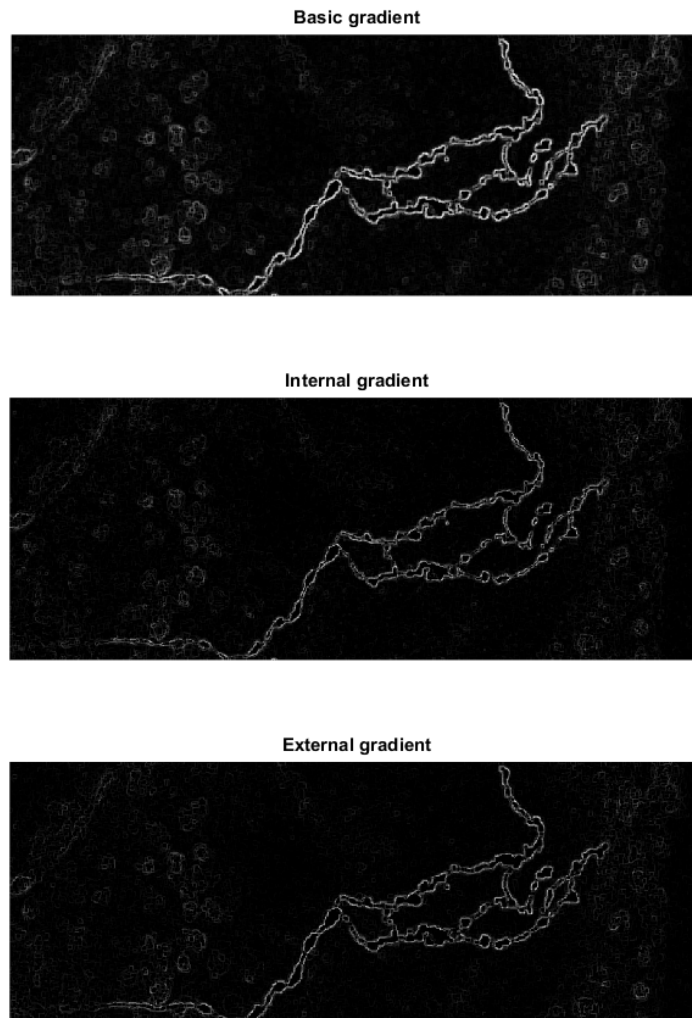


Σχήμα 3: Erosion and Dilation

Στην συνέχεια, για την ανίχνευση των κορυφών, υπολογίζουμε τις παρακάτω διαφορές:

- Basic gradient = Dilated Image - Eroded Image
- Internal gradient = Denoised Image - Eroded Image
- External gradient = Dilated Image - Denoised Image

Βάσει των παραπάνω Gradients, προκύπτουν τρεις (3) διαφορετικές εικόνες, στις οποίες έχει γίνει ενίσχυση των γραμμικών δομών που απεικονίζονται σε αυτές. Τα αποτελέσματα φαίνονται παρακάτω:

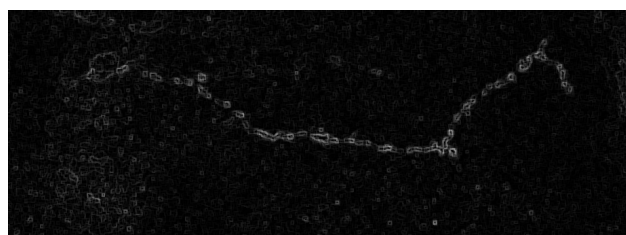


Σχήμα 4: Morphological gradients

Από τις τρείς (3) εικόνες, επιλέγεται η πρώτη (1η) καθώς το morphological gradient είναι πιο έντονο από τις υπόλοιπες.

#### Εικόνα 2:

Για την δεύτερη εικόνα επιλέχθηκε το basic gradient για την εξαγωγή των ακμών και με αποτέλεσμα:



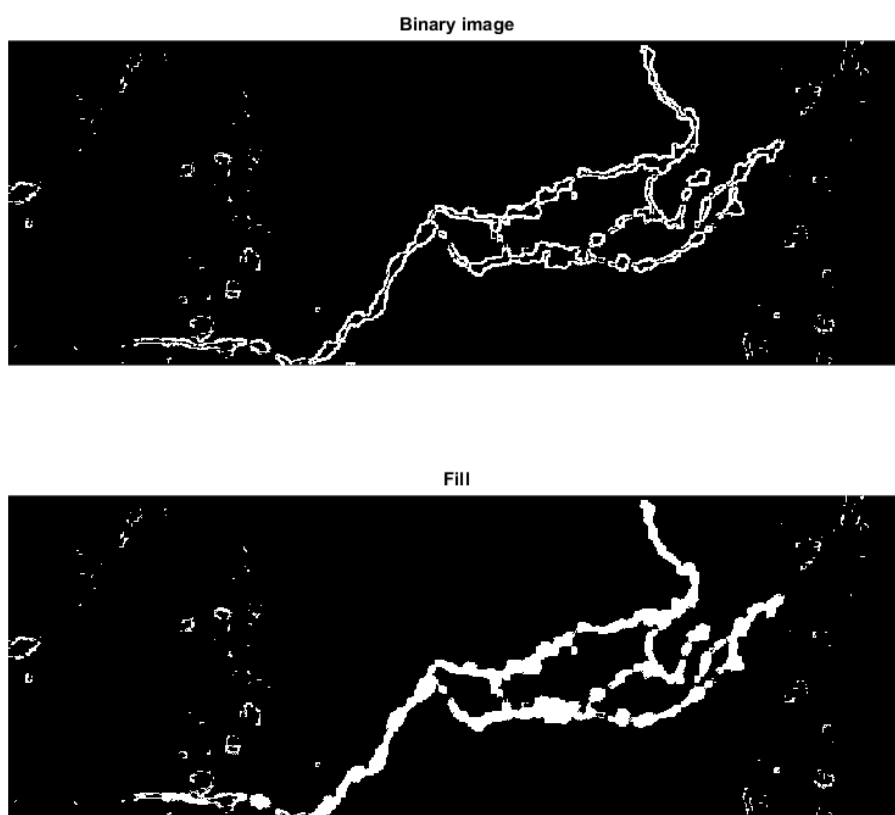
Σχήμα 5: Edge detection

## Κβάντωση - Binarization

### Εικόνα 1:

Στην συνέχεια ακολουθεί η κβάντωση (binarization) της εικόνας. Επιλέγεται ένα κατώφλι (threshold) με την μέθοδο Otsu, η οποία υλοποιείται από την συνάρτηση *graythresh()*. Οποιαδήποτε τιμή φωτεινότητας των pixels είναι μεγαλύτερη από το κατώφλι, παίρνει μέγιστη τιμή (255-λευκό) , ενώ οποιαδήποτε τιμή φωτεινότητας είναι μικρότερη από το κατώφλι παίρνει ελάχιστη τιμή (0-μαύρο). Με αυτόν το τρόπο απομακρύνεται περισσότερο ο θόρυβος και παραμένουν τα στοιχεία της εικόνας που μας ενδιαφέρουν. Η διαδικασία αυτή υλοποιείται με την συνάρτηση *im2bw()*.

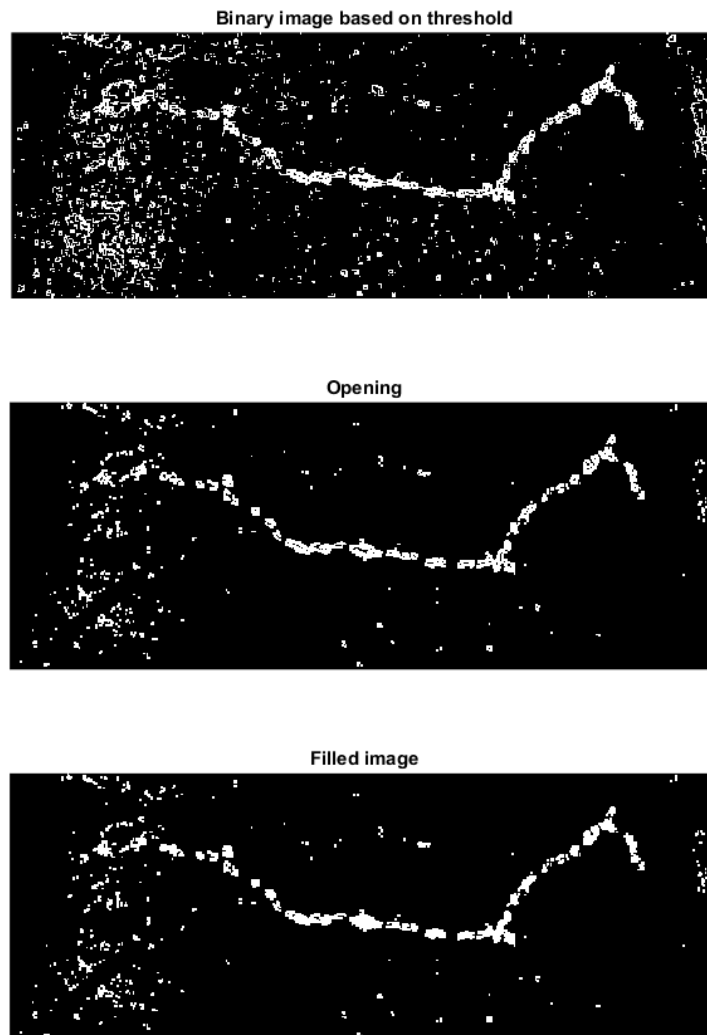
Κάτα το Edge Detection, δημιουργήθηκαν κάποια κενά στις γραμμικές δομές, τα οποία όμως πρέπει να καλυφθούν. Χρησιμοποιώντας τις συναρτήσεις *bwmorph(...,'bridge',...)* και *imfill(...,'holes')*, έχουμε 'γεφύρωσή' των ασυνεχειών στις δομές και 'γέμισμα' των οπών με λευκό χρώμα. Οπότε προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα:



Σχήμα 6: Binarization and Fill

## Εικόνα 2:

Σε συνέχεια της εξαγωγής των ακμών και με την χρήση της συνάρτησης *graythresh()* βρέθηκε το επίπεδο με το οποίο πραγματοποιείται το binarization, για να φτάσουμε στην παρακάτω εικόνα:



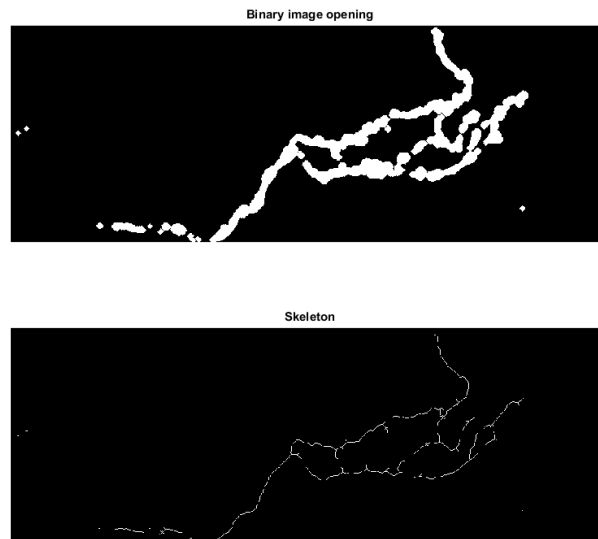
Σχήμα 7: i) Binarized image, ii) Opened Image, iii) Filled image

Στην συνέχεια έγινε το άνοιγμα της παραπάνω εικόνας για να μειώσουμε λεπτομέρειες όπου δεν ανήκουν στον νευρώνα. Το δομικό στοιχείο που επιλέχθηκε για το άνοιγμα είναι πάλι ένα τετράγωνο με πλάτος 3, μιας και η πλειοψηφία των ακμών των στοιχείων που θέλουμε να μηδενίσουμε δεν μπορούν να το υποστηρίξουν. Σαν αποτέλεσμα έχουμε μια νέα εικόνα με σημαντική μείωση αχρείαστης πληροφορίας. Τέλος κάνουμε fill της εικόνας, για να ‘γεμίσουμε’ τα εσωτερικά των ακμών.

## Σκελετοποίηση - Skeletalization

### Εικόνα 1:

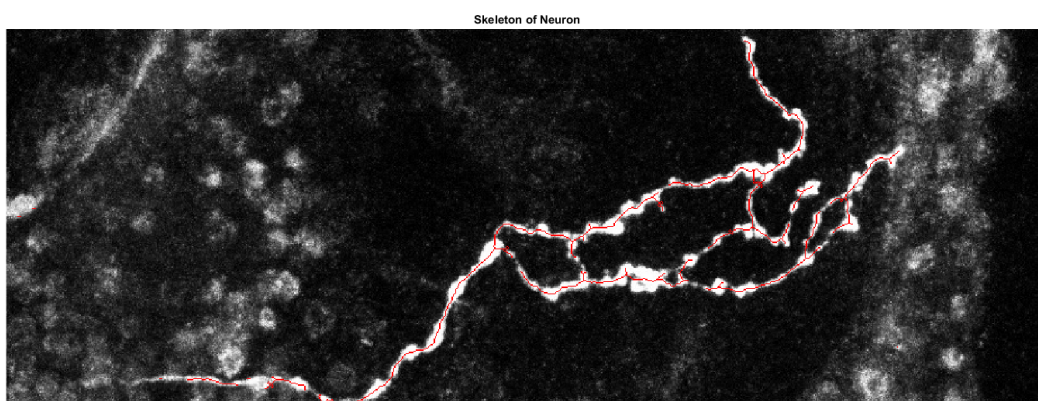
Για να παραμείνει μόνο ο 'σκελετός' των γραμμικών δομών, η εικόνα αρχικά υφίσταται 'άνοιγμα' ώστε οι μεμονωμένες 'κουκίδες' (θόρυβος) που υπάρχουν γύρω από τις δομές, να εξαφανιστούν. Στην συνέχεια εφαρμόζεται διαστολή στην εικόνα, που βοηθά περαιτέρω 'γεφύρωσή' των ασυνεχειών στις δομές. Το δομικό στοιχείο που χρησιμοποιείται και στις δύο (2) περιπτώσεις, είναι ένας **δίσκος** με ακτίνα 2 pixels. Για να παραμείνει μόνο ο σκελετός των δομών, χρησιμοποιείται η συνάρτηση *bwmorph(..., 'thin', ...)*; η οποία διατηρεί μόνο την 'κεντρική γραμμή'. Παρακάτω βλέπουμε τα τελικά αποτελέσματα:



Σχήμα 8: Opening and Skeletalization

Δυστυχώς το αποτέλεσμα διαφέρει αρκετά από το επιθυμητό. Ο 'σκελετός' περιέχει πολλές ασυνέχειες, οι οποίες προκύπτουν λόγω της αφαίρεσης των μεμονωμένων κουκκίδων που υπήρχαν γύρω από τις δομές.

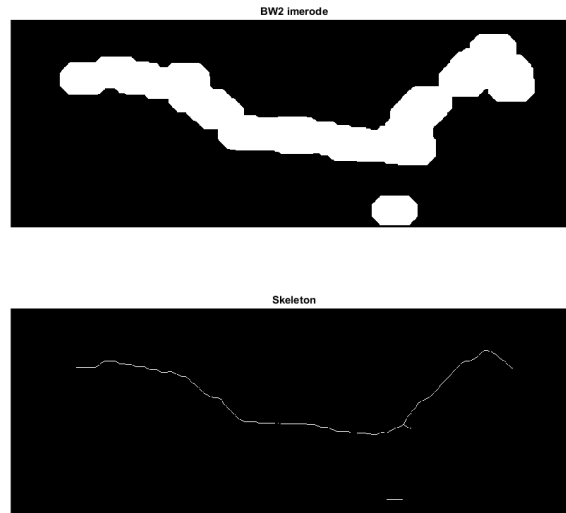
Η αρχική εικόνα με μαζί με τον σκελετό της:





## Εικόνα 2:

Για την σκελετοποίηση της **δεύτερης** εικόνας αρχικά δημιουργήθηκαν δομικά στοιχεία σχήματος τετραγώνου με πλάτος 7 και γραμμών με ποικίλο μήκος και γωνία. Με την χρήση του τετραγώνου πραγματοποιήθηκε το ανοίγμα της εικόνας ώστε να έχουμε μόνο την πληροφορία του νευρώνα. Τα δομικά στοιχεία των γραμμών, με την χρήση της διαστολής, βοήθησαν στην ένωση των περιοχών του νευρώνα με αποτέλεσμα να έχουμε τις παρακάτω εικόνες:



Σχήμα 9: Opening and Skeletalization

Η αρχική εικόνα με μαζί με τον σκελετό της:

