



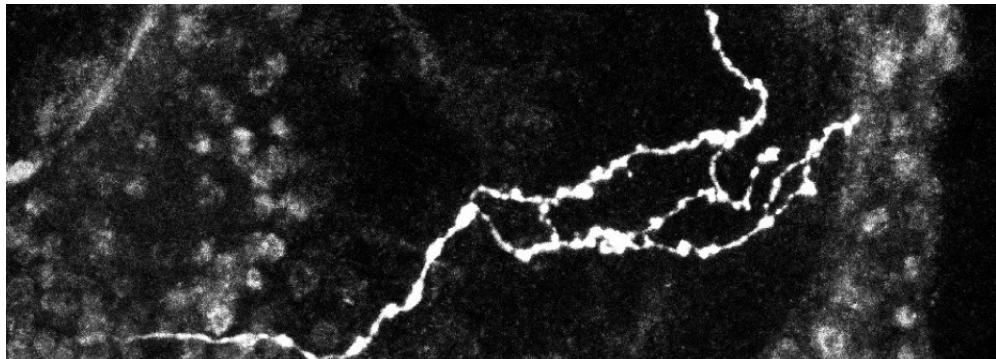
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΚΡΗΤΗΣ

Εργαστηριακή Άσκηση 4^η
Μορφολογική επεξεργασία εικόνας

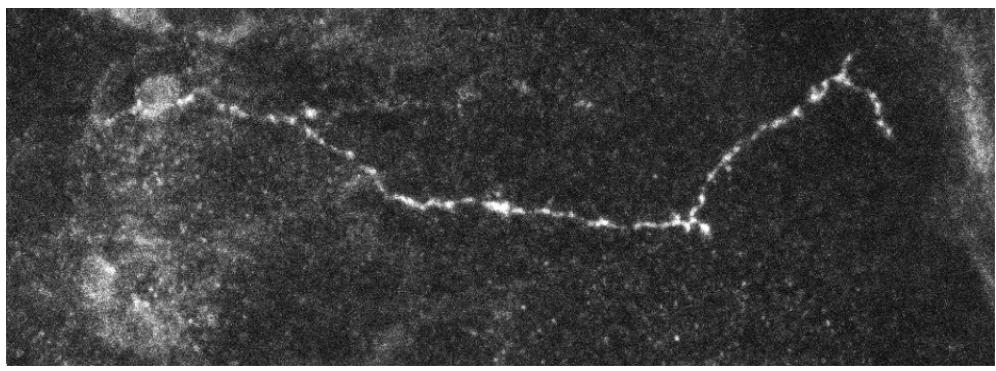
Σωτήριος Μιχαήλ
2015030140

ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΚΟΝΑΣ

Στη συγκεκριμένη άσκηση, ζητούμενο είναι η εξαγωγή δύο αξόνων ενός νευρωνικού κυττάρου, μέσω μορφολογικής επεξεργασίας εικόνας. Δόθηκαν δύο εικόνες αξόνων:



Eικόνα 1: Αξονας 1

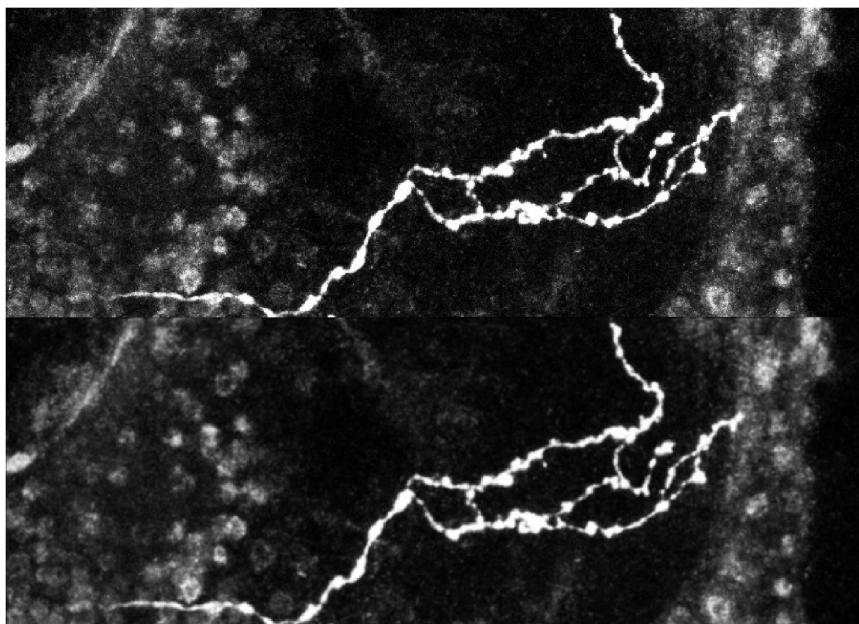


Eικόνα 2: Αξονας 2

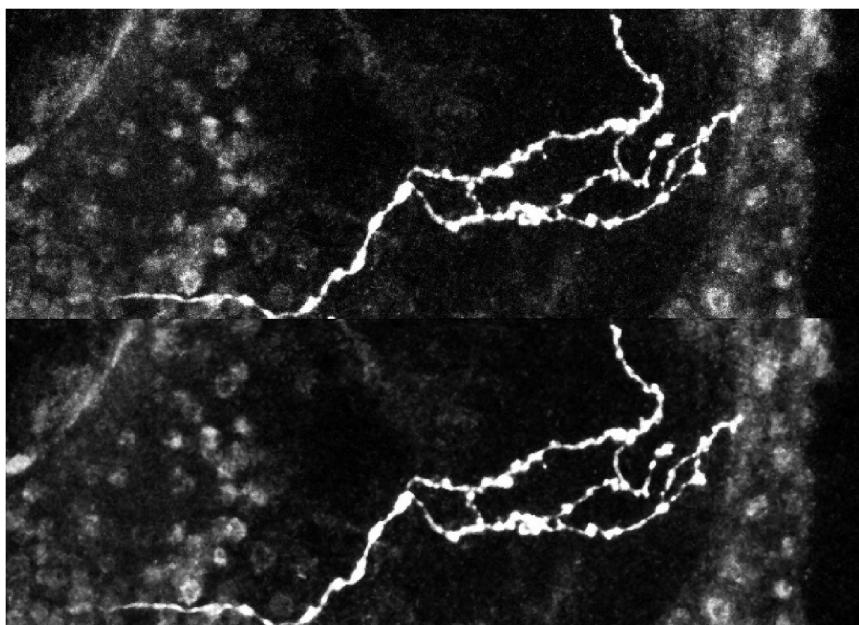
Αρχικά εξετάζουμε κάθε βήμα της διαδικασίας για την πρώτη εικόνα, αυτή του αξονα 1, και στη συνέχεια, παρατίθενται και τα αποτελέσματα της ίδιας διαδικασίας για τη δεύτερη εικόνα.

Παρατηρούμε πως οι αρχικές εικόνες έχουν αρκετό θόρυβο, ο οποίος κάνει την εξαγωγή των αξόνων δυσκολότερη. Επομένως, το αρχικό βήμα είναι η απαλοιφή του θορύβου. Δοκιμάζονται τρία διαφορετικά φίλτρα απαλοιφής θορύβου, το φίλτρο μέσης τιμής, το φίλτρο ενδιάμεσης τιμής και το φίλτρο Wiener, το οποίο είναι ένα γραμμικό φίλτρο εξασθένισης θορύβου.

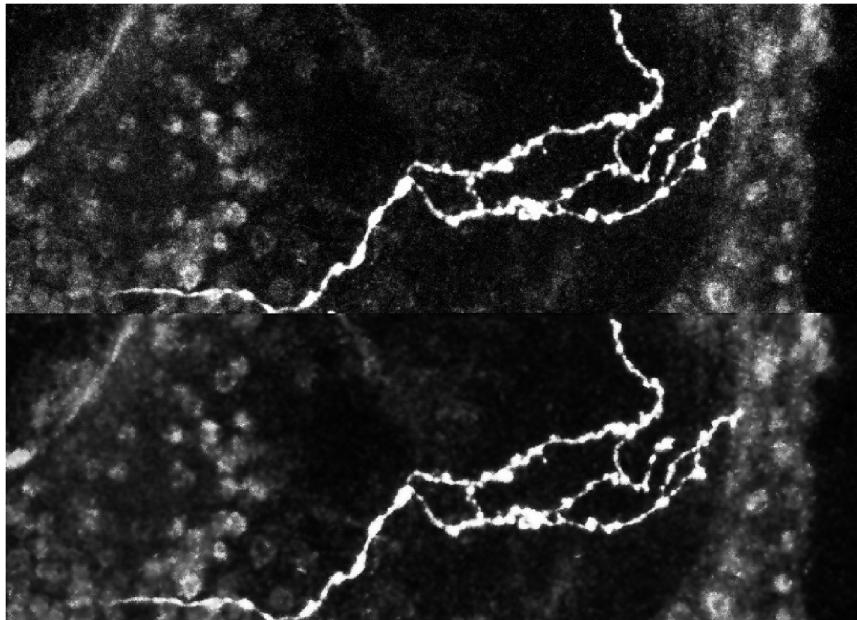
Συγκρίνουμε τα αποτελέσματα της εφαρμογής του κάθε φίλτρου με την αρχική εικόνα, έτσι ώστε να επιλεχθεί το πλέον αποτελεσματικό εκ των τριών φίλτρων.



Εικόνα 3: Άξονας 1 και εφαρμογή φίλτρου μέσης τιμής



Εικόνα 4: Άξονας 1 και εφαρμογή φίλτρου ενδιάμεσης τιμής



Εικόνα 5: Άξονας 1 και εφαρμογή φίλτρου Wiener

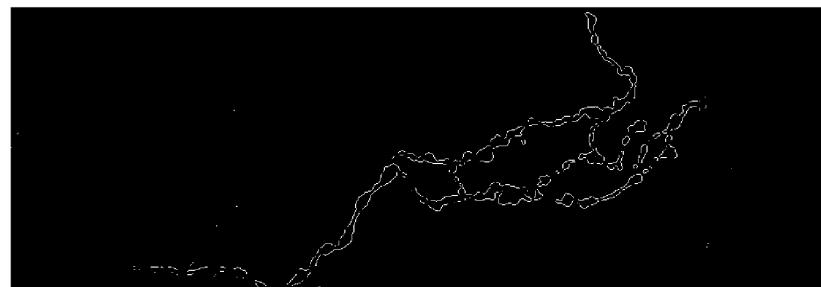
Παρατηρούμε πως το φίλτρο Wiener εξασθενεί τον θόρυβο αποτελεσματικά, χωρίς να επιφέρει μεγάλη θόλωση στο αποτέλεσμα. Επομένως, για τα επόμενα βήματα, χρησιμοποιούμε το αποτέλεσμα του φίλτρου Wiener.

Στη συνέχεια, γίνεται μία αναγνώριση των ακμών του στοιχείου που θέλουμε να εξαγουμε από την εικόνα. Η αναγνώριση ακμών γίνεται μέσω της συνάρτησης `edge`(εικόνα, ανιχνευτής ακμών) του MATLAB. Η συνάρτηση αυτή ψάχνει για σημεία της εικόνας στα οποία η ένταση της αλλάζει απότομα, χρησιμοποιώντας ένα από τα δύο κριτήρια:

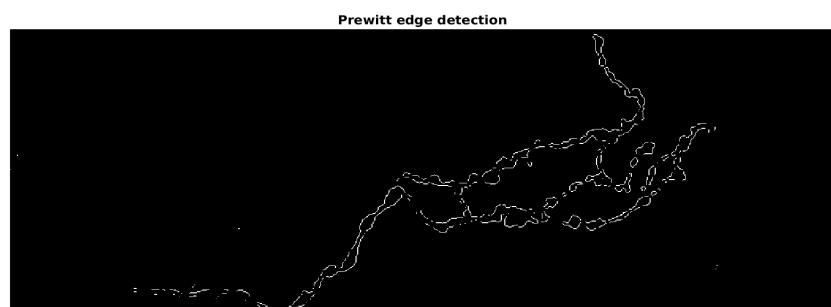
- Σημεία στα οποία η πρώτη παράγωγος της έντασης είναι μεγαλύτερη σε πλάτος από μία τιμή περιορισμού
- Σημεία στα οποία η δεύτερη παράγωγος της έντασης παρουσιάζει εναλλαγή προσήμου.

Οι ανιχνευτές ακμών περιλαμβάνουν πολλούς προσεγγιστικούς υπολογιστές των παραγώγων. Για κάποιους ανιχνευτές, μπορούμε να ορίσουμε εάν η διαδικασία θέλουμε να είναι πιο ευαίσθητη σε είτε σε οριζόντιες είτε σε κάθετες, είτε και στων δύο ειδών ακμές. Οι ανιχνευτές επιστρέφουν μία δυαδική εικόνα από 1 όπου βρίσκονται ακμές και 0 αλλού.

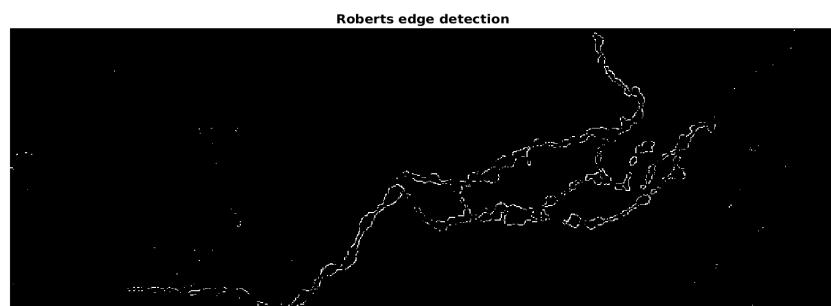
Σε αυτή την άσκηση θα εξεταστούν τέσσερις ανιχνευτές, οι οποίοι περιλαμβάνονται στη βιβλιοθήκη του MATLAB. Αυτοί είναι οι Sobel, Prewitt, Roberts και Canny.



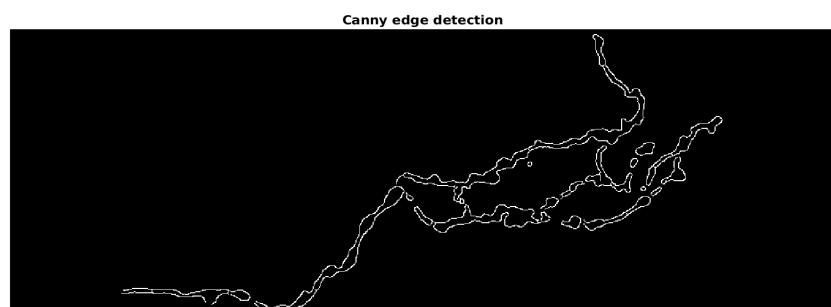
Εικόνα 6: Ανίχνευση ακμών με τη μέθοδο Sobel



Εικόνα 7: Ανίχνευση ακμών με τη μέθοδο Prewitt



Εικόνα 8: Ανίχνευση ακμών με τη μέθοδο Roberts



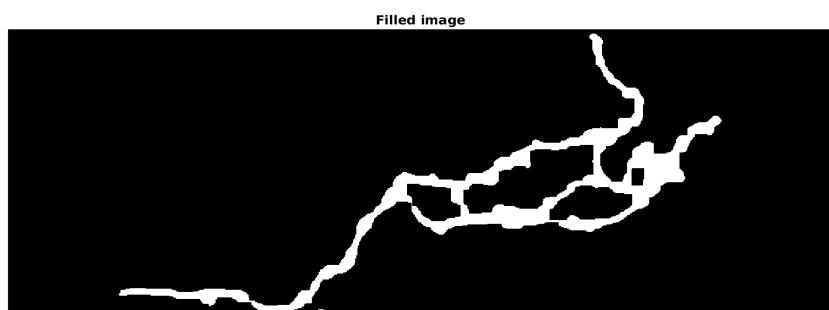
Εικόνα 9: Ανίχνευση ακμών με τη μέθοδο Canny



Εικόνα 10: Σύκριση μεθόδων σε μία εικόνα

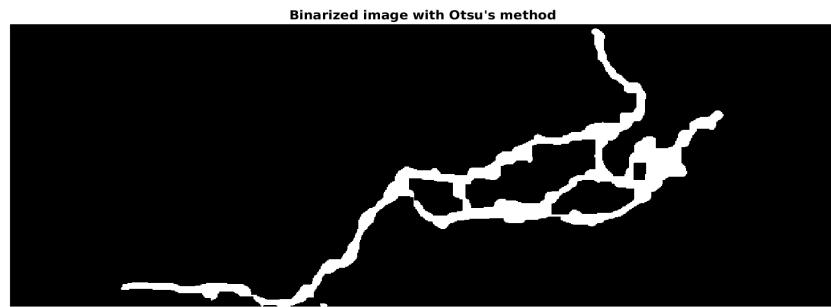
Παρατηρούμε πως με τη μέθοδο Canny έχουμε το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα για την εξαγωγή του άξονα από την αρχική εικόνα. Αυτό συμβαίνει διότι η μέθοδος αναγνώρισης ακμών Canny έχει τη διαφορά πως χρησιμοποιεί δύο διαφορετικές τιμές κατωφλίου, μία για «αδύναμες» και μία για «δυνατές» ακμές. Οι «αδύναμες» εμφανίζονται στο αποτέλεσμα μόνο εάν είναι συνδεδεμένες με μία «δυνατή» ακμή. Επομένως, η μέθοδος αυτή είναι λιγότερο πιθανή να επηρεαστεί από τον θόρυβο και περισσότερο πιθανή να αναγνωρίσει τις πραγματικά «αδύναμες» ακμές.

Πριν μετατρέψουμε την εικόνα σε δυαδική, χρειάζεται να «γεμίσουμε» τον άξονα μέσω των συναρτήσεων imfill και imdilate. Αρχικά διαστέλλουμε την εικόνα με την συνάρτηση imdilate, έτσι ώστε να μην υπάρχουν κενά ανάμεσα στις ακμές, τα οποία θα οδηγήσουν σε κενά στον τελικό σκελετό του άξονα. Στη συνέχεια, γεμίζουμε τα κενά που απομένουν μετά τη διαστολή με τη συνάρτηση imfill. Τέλος, έτσι ώστε να επιτύχουμε το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα, εφαρμόζουμε στη εικόνα ένα μορφολογικό κλείσιμο μέσω της συνάρτησης imclose, δηλαδή μία διαστολή και μετέπειτα διάβρωση της εικόνας, με το ίδιο στοιχείο μορφολογικής δομής, το οποίο δημιουργείται μέσω της συνάρτησης strel. Πειραματικά καταλήγουμε πως το κατάλληλο μορφολογικό στοιχείο για την άσκηση αυτή είναι τετραγωνικό.



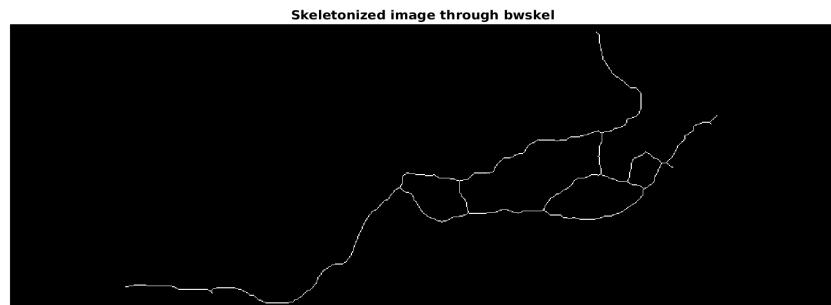
Εικόνα 11: Γέμισμα άξονα

Στη συνέχεια, μετατρέπουμε την εικόνα σε δυαδική μέσω της μεθόδου του Otsu, υπολογίζοντας τη τιμή κατωφλίου της κλίμακας του γκρι με τη συνάρτηση graythresh, και στη συνέχεια χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση imbinarize για τη μετατροπή της εικόνας σε δυαδική.



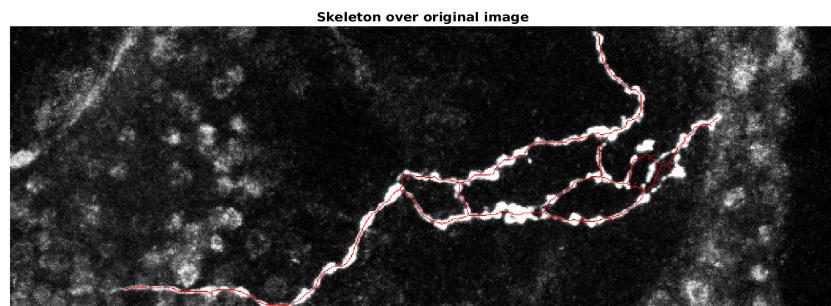
Εικόνα 12: Δυαδική εικόνα

Έτσι ώστε να εξάγουμε μόνο τις «κεντρικές γραμμές», δηλαδή τον σκελετό, των σημείων του άξονα, όπως είναι και το ζητούμενο, χρησιμοποιώντας την συνάρτηση `bwske1` για την παραπάνω δυαδική εικόνα, έχουμε το εξής αποτέλεσμα:



Εικόνα 12: Σκελετός άξονα

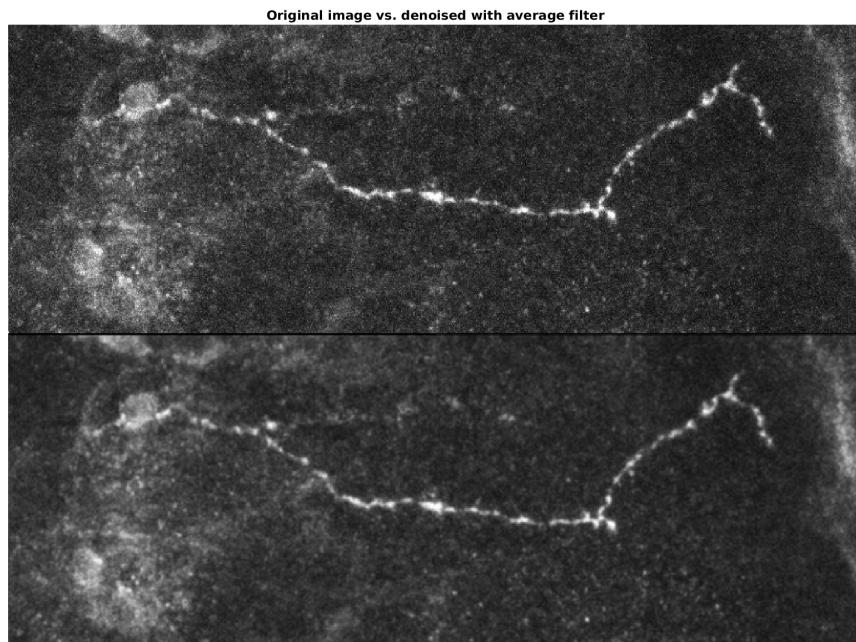
Αντιπαραθέτοντας τον σκελετό με την αρχική εικόνα:



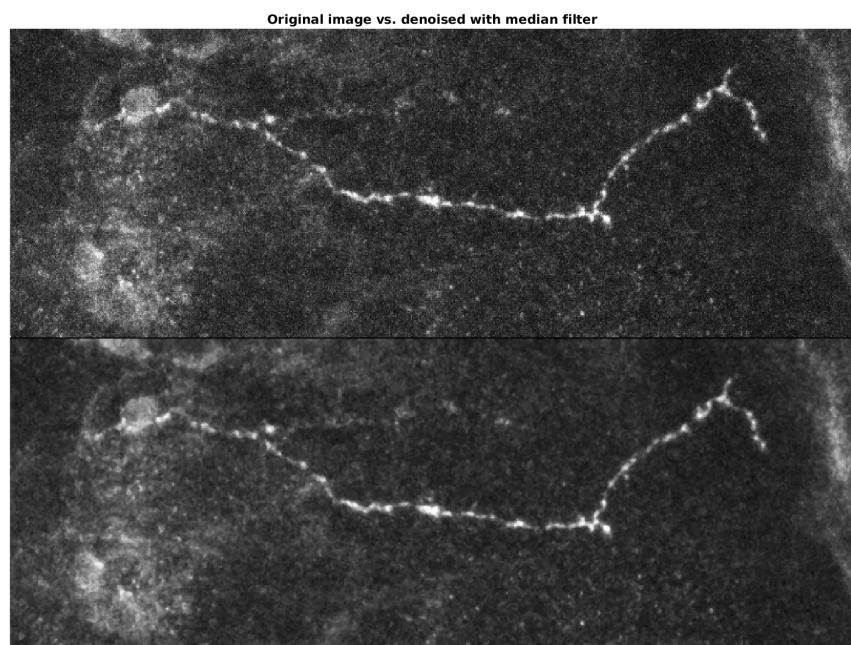
Εικόνα 13: Σκελετός άξονα σε σχέση με την αρχική εικόνα

Παρατηρούμε πως υπάρχει μία μικρή παραμόρφωση σε σχέση με τον αρχικό άξονα, το οποίο οφείλεται στη μέθοδο γεμίσματος του άξονος που προέκυψε από τη μέθοδο αναγνώρισης ακμών.

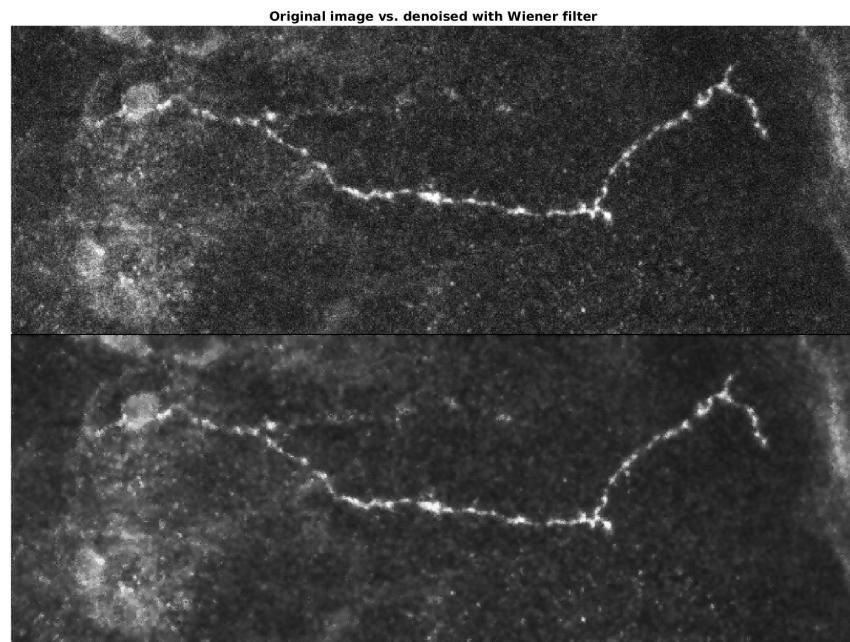
Επαναλαμβάνουμε το πείραμα και για τη δεύτερη εικόνα:



Εικόνα 14: Αξονας 2 και εφαρμογή φίλτρου μέσης τιμής



Εικόνα 15: Αξονας 2 και εφαρμογή φίλτρου ενδιάμεσης τιμής

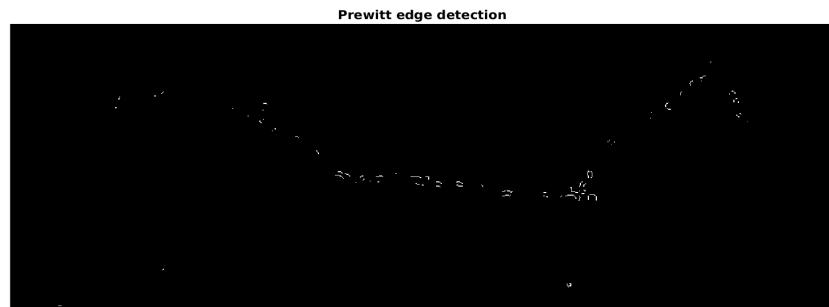


Εικόνα 16: Άξονας 2 και εφαρμογή Wiener

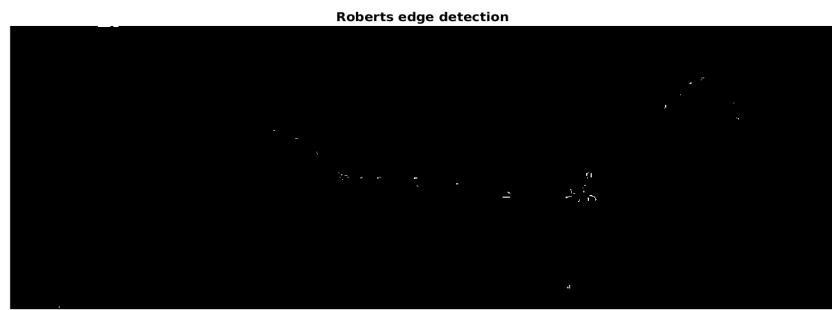
Και σε αυτή τη περίπτωση, παρατηρούμε πως το φίλτρο Wiener μας δίνει το βέλτιστο αποτέλεσμα.



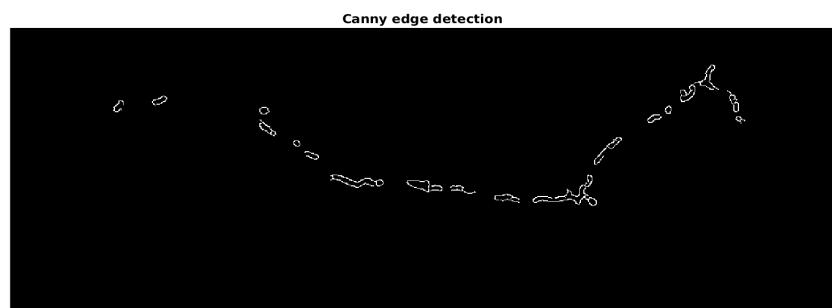
Εικόνα 17: Ανίχνευση ακμών με τη μέθοδο Sobel



Εικόνα 18: Ανίχνευση ακμών με τη μέθοδο Prewitt

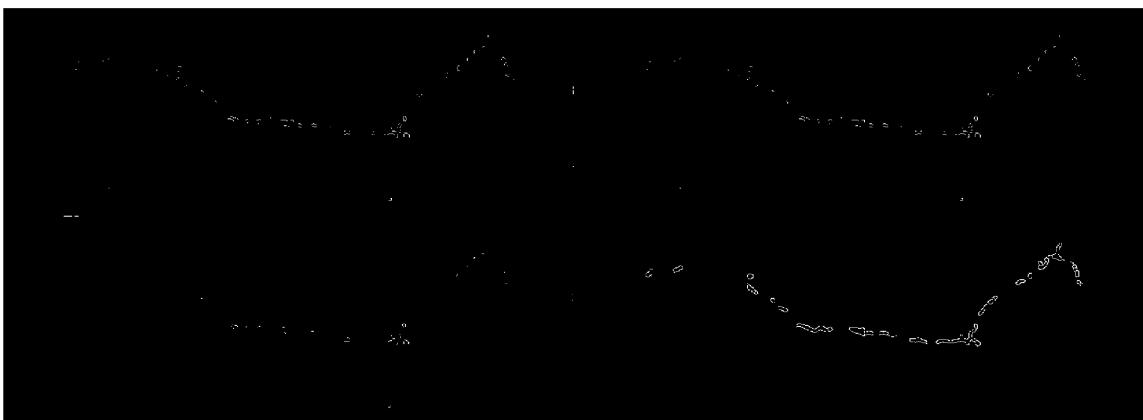


Εικόνα 19: Ανίχνευση ακμών με τη μέθοδο Roberts



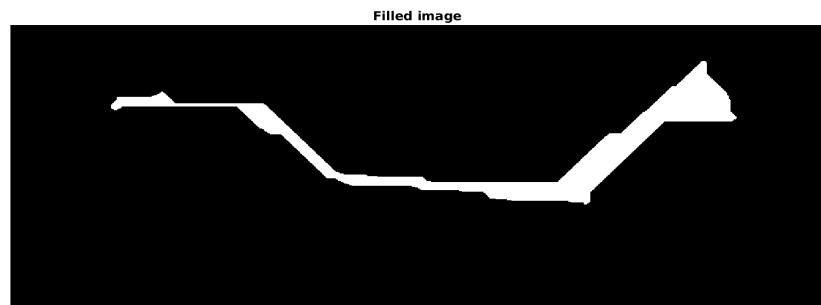
Εικόνα 20: Ανίχνευση ακμών με τη μέθοδο Canny

Όπως και για τον πρώτο άξονα, έτσι και για τον δεύτερο, με τη διαφορά εδώ να είναι περισσότερο εμφανή, η μέθοδος Canny δίνει το βέλτιστο αποτέλεσμα για την ανίχνευση των ακμών του άξονα.

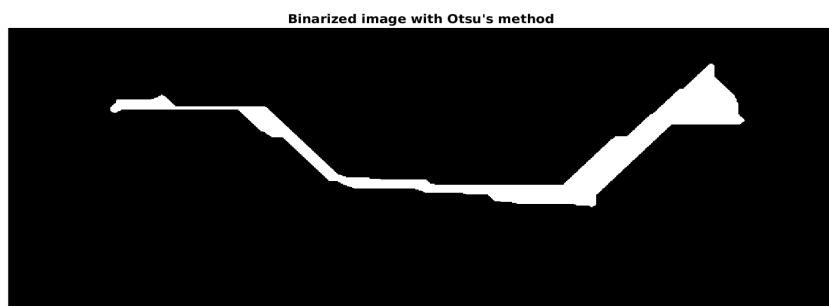


Εικόνα 20: Σύκριση μεθόδων σε μία εικόνα

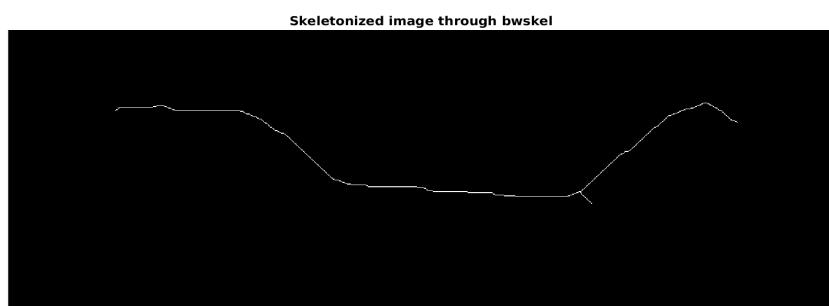
Μία διαφορά με την επεξεργασία του πρώτου áξονα είναι πως σε αυτή τη περίπτωση πειραματικά καταλήγουμε πως το κατάλληλο μορφολογικό στοιχείο για τον áξονα αυτόν είναι δίσκος, σε αντίθεση με το τετραγωνικό στοιχείο για τον πρώτο áξονα.



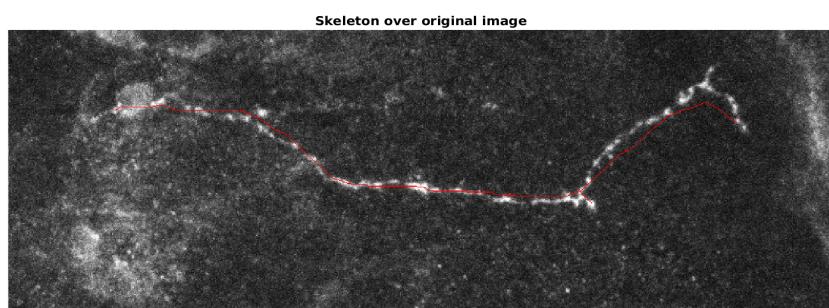
Εικόνα 21: Γέμισμα εικόνας



Εικόνα 22: Δυαδική εικόνα



Εικόνα 23: Σκελετός áξονα



Εικόνα 24: Σκελετός áξονα σε σχέση με την αρχική εικόνα