

Ατομική Διπλωματική Εργασία

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΡΟΗΣ ΑΠΟ
ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΗΜΑ ΚΑΡΩΤΙΔΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ**

Σκουφής Χρίστος

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Ιούνιος 2006

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΡΟΗΣ ΑΠΟ
ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΗΜΑ ΚΑΡΩΤΙΔΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ**

Σκουφής Χρίστος

Επιβλέπων Καθηγητής
Κωνσταντίνος Σ. Παττίχης

Η Ατομική αυτή Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε προς μερική
εκπλήρωση των απαιτήσεων απόκτησης του πτυχίου Πληροφορικής του
Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου

Ιούνιος 2006

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή Δρ. Κωνσταντίνο Παττίχη, αναπληρωτή καθηγητή στο Τμήμα Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου για την καθοδήγηση που μου πρόσφερε για την διεκπεραίωση της διπλωματικής μου εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Δρ. Μάριο Παττίχη, επίκουρο καθηγητή στο Image and video Processing and Communications Lab του τμήματος Μηχανικής και Μηχανικής Υπολογιστών του Πανεπιστημίου του Νέου Μεξικό και το Δρ. Ευθύβουλο Κυριάκου επισκέπτη λέκτορα του τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου για την καθοδήγηση και πληροφορίες που μου έδωσαν κατά την διάρκεια της εργασίας αυτής.

Θέλω επίσης να ευχαριστήσω τον Δρ. Andrew Nikolaidis για την ιατρική καθοδήγηση σχετικά με το θέμα που μελετήσαμε και το προσωπικό του Ινστιτούτου Νευρολογίας και Γενετικής Κύπρου και ιδιαίτερα τη Νίκη Γεωργίου για την προθυμία και διευκολύνσεις που μου πρόσφεραν καθόλη τη διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον συμφοιτητή και φίλο Κωνσταντίνου Κωνσταντίνο για την βοήθειά που μου πρόσφερε στην υλοποίηση της διπλωματικής μου εργασίας καθώς και τον Παναγίδα Μάριο ο οποίος άρχισε την διπλωματική αυτή εργασία και έδωσε τις βάσεις για να έχουμε τα σημερινά αποτελέσματα.

Περίληψη

Στην διπλωματική αυτή εργασία παρουσιάζω την διαδικασία ψηφιοποίησης αναλογικού βίντεο υπερηχογραφήματος καρωτίδας, καθώς επίσης και το σύστημα που υλοποίησα το οποίο επεξεργάζεται ακολουθία από εικόνες και υπολογίζει την οπτική ροή.

Έγινε ψηφιοποίηση μιας μεγάλης βιβλιοθήκης από αναλογικά βίντεο αποθηκευμένα σε κασέτες S-VHS. Ψηφιοποιήθηκαν συνολικά 11 κασέτες 120 λεπτών έκαστη. Έχουμε επιλέξει μέσο όρο 12 video από κάθε κασέτα με μέσο όρο διάρκειας 10 δευτερόλεπτα το καθένα το οποίο αντιστοιχεί σε τρεις καρδιακούς κύκλους.

Για την ανάλυση των βίντεο χρησιμοποιούμε την μέθοδο υπολογισμού οπτικής ροής, υλοποιημένη από τους Horn και Schunck [1] και τροποποιημένη από τον Barron [2]. Για τον έλεγχο ορθότητας του αλγορίθμου και της υλοποίησης που είχαμε στην διάθεσή μας, χρησιμοποιήσαμε τις ακολουθίες εικόνων.

Ακολούθως ο αλγόριθμος οπτικής ροής εφαρμόστηκε σε πραγματικά βίντεο υπερηχογραφήματος καρωτιδικής πλάκας που έχουν επιλεγεί. Η ορθότητα των αποτελεσμάτων έχουν επιβεβαιωθεί με την βοήθεια ειδικού γιατρού.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1	Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας.....	1
1.2	Καρδιά – Αθηροσκλήρωση.....	1-4
1.3	Εγκεφαλικό - Διάγνωση εγκεφαλικού.....	4-5
1.4	Εξέταση υπερήχων Doppler.....	6-7

Κεφάλαιο 2: Βίντεο και χαρακτηριστικά

2.1	Τί είναι το βίντεο.....	8
2.2	Η τριχρωματική θεωρία του φωτός.....	9
2.3	Composite και Component Βίντεο.....	10
2.4	Σάρωση.....	11
2.4.1	Προοδευτική σάρωση (Raster scanning)	11
2.4.2	Περιπλεκόμενη σάρωση (Interlaced Scanning)	12

Ενοτητα 3: Ψηφιοποίηση Αναλογικού Βίντεο

3.1	Εισαγωγή.....	13
3.2	Φιλτράρισμα.....	13
3.3	Δειγματοληψία.....	14
3.4	Κβαντισμός.....	14
3.5	Κωδικοποίηση.....	14
3.6	Μεθοδολογία ψηφιοποίησης αναλογικού βίντεο.....	14-15
3.7	Απαιτήσεις ως προς την ποιότητα, θέση της κάμερας για το βίντεο που θα ψηφιοποιηθεί.....	15
3.8	Διαδικασία εξέτασης υπερήχων.....	16
3.9	Επιλογή υλικού.....	16
3.10	Επιλογή λογισμικού.....	16-19

Ενοτητα 4:Ανάλυση και Προετοιμασία Δεδομένων για Επεξεργασία

4.1	Εισαγωγή.....	19-20
-----	---------------	-------

4.2	Εξαγωγή εικόνων από βίντεο.....	20
4.3	Χωρική αποκοπή.....	20-22
4.4	Χρονική αποκοπή.....	22
4.5	Δημιουργία γραφικού περιβάλλοντος για μετατροπή βίντεο.....	22-23
4.6	Μετατροπή εικόνων σε SUN rastefiles.....	23
4.6.1	Μετατροπή με χρήση scripts.....	23
4.6.2	Μετατροπή με κώδικα MATLAB.....	24

Κεφάλαιο 5: Οπτική Ροή και Εκτίμηση Κίνησης

5.1	Μέθοδος Horn και Schunck.....	25-27
5.2	Περιγραφή Αλγορίθμου Horn and Schunck.....	27
5.2.1	Εισαγωγή.....	27-28
5.2.2	Σχέση οπτικής ροής και ταχύτητας των αντικειμένων.....	28
5.2.3	Περιορισμοί-Εξίσωση οπτικής ροής Horn and Schunck	28-29
5.2.4	Περιορισμός εξομάλυνσης.....	29
5.2.5	Κβαντοποίηση και Θόρυβος.....	29
5.2.6	Υπολογισμός τιμών Laplace για τα τις ταχύτητες ροής.....	29-31
5.2.7	Περιορισμός λάθους.....	31-32

Κεφάλαιο 6: Υλοποίηση Συστήματος

6.1	Εισαγωγή.....	33
6.2	Περιγραφή λειτουργίας συστήματος.....	34
6.2.1	Επιλογή video.....	34-35
6.2.2	Σπάσιμο video σε frames.....	35
6.2.3	Επιλογή frame(s)	35-36
6.2.4	Εκτέλεση αλγορίθμου Horn and Schunck.....	36-37
6.2.5	Εκτέλεση αλγορίθμου μετατροπής grayscale εικόνας σε έγχρωμη.....	37-38
6.2.6	Σχόλια.....	38
6.2.7	Εγχειρίδιο χρήσης συστήματος.....	38

Κεφάλαιο 7: Πλοήγηση Στο Σύστημα

7.1	Εισαγωγή.....	39-40
7.2	Δοκιμές με τεχνητά δεδομένα.....	40
7.2.1	Δοκιμή σε ακολουθία από εικόνες κινούμενου δένδρου.....	40-43
7.2.2	Δοκιμή σε ακολουθία από εικόνες κινούμενης καρωτιδικής πλάκας..	44-63
7.3	Δοκιμές σε πραγματικά video.....	64
7.3.1	Δοκιμή με video cardiac4_0004.avi.....	64-83
7.3.2	Δοκιμή με video cardiac6_0001.avi.....	83-101
7.3.3	Δοκιμή με video cardiac9_006.avi.....	101-116
7.4	Συμπεράσματα.....	117

Κεφάλαιο 8: Συμπεράσματα και Μελλοντική Εργασία

8.1	Συμπεράσματα	118-119
8.2	Μελλοντική Εργασία.....	120

Βιβλιογραφία.....	121
--------------------------	------------

Παράρτημα Α.....	A-1
-------------------------	------------

Παράρτημα Β.....	B-1
-------------------------	------------

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1	Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας.....	1
1.2	Καρδιά – Αθηροσκλήρωση.....	1-4
1.3	Εγκεφαλικό - Διάγνωση εγκεφαλικού.....	4-5
1.4	Εξέταση υπερήχων Doppler	6-7

1.1 Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας.

Η διπλωματική εργασία έχει σαν σκοπό την υλοποίηση ενός εργαλείου υπολογισμού της οπτικής ροής σε εικόνες υπερηχογραφήματος καρωτίδας αθηροσκληρωτικής καρωτιδικής πλάκας. Με την επεξεργασία εικόνας και βίντεο παίρνουμε σημαντικές πληροφορίες για την κίνηση της πλάκας στο εσωτερικό της αρτηρίας ασθενών αθηροσκλήρωσης οι οποίες πληροφορίες είναι χρήσιμες στον υπολογισμό της οπτικής ροής την οποία θα χρησιμοποιήσει το ιατρικό προσωπικό για την εξαγωγή συμπερασμάτων που αφορούν την πρόβλεψη εγκεφαλικών επεισοδίων.

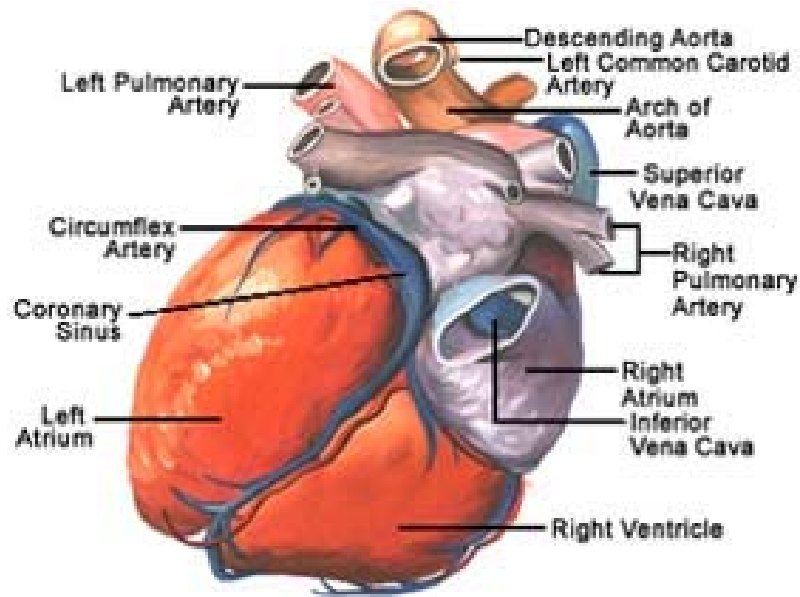
Ακόμη σκοπός είναι η δημιουργία μιας βιβλιοθήκης από βίντεο υπερηχογραφήματος καρωτίδας σε ψηφιακή μορφή.

1.2 Καρδιά – Αθηροσκλήρωση.

Η καρδιά μας είναι ένας μεγάλος μυς ο οποίος βρίσκεται στα αριστερά της μέσης του στήθους μας. Δεν είναι όμως όπως τους άλλους μύες που έχουμε στο σώμα μας. Αυτός ο μυς είναι ξεχωριστός. Παρόλο που είναι αρκετά μικρός (έχει το μέγεθος

περίπου της γροθιάς), έχει μια από τις σημαντικότερες λειτουργίες. Στέλνει σε ολόκληρο το σώμα το αίμα, το οποίο είναι απαραίτητο για όλα τα όργανα, επειδή περιέχει το οξυγόνο και τις θρεπτικές ουσίες που χρειάζονται. Η καρδιά δηλαδή είναι ένα είδος αντλίας. Το δεξί της μέρος λαμβάνει το αίμα από το σώμα και το στέλνει στους πνεύμονες, ενώ το αριστερό κάνει ακριβώς το αντίθετο. Οι χτύποι της καρδιάς δημιουργούνται όταν αυτή φουσκώνει με το αίμα και ύστερα συμπιέζεται απότομα για να δώσει την δύναμη στο αίμα να φύγει από εκείνη και να κυκλοφορήσει. Αυτό συμβαίνει περίπου 70 φορές το λεπτό.

Η καρδιά αποτελείται από τέσσερις θαλάμους, δύο δεξιά και δύο αριστερά. Οι δύο πλευρές διαχωρίζονται από μια μεμβράνη. Οι δύο θάλαμοι που βρίσκονται στο επάνω μέρος αριστερά και δεξιά, λέγονται κόλποι και είναι αυτοί που γεμίζουν με αίμα. Οι άλλοι δύο θάλαμοι που βρίσκονται στο κάτω μέρος αριστερά και δεξιά, λέγονται κοιλίες, και είναι αυτές που εκτοξεύουν προς τα έξω το αίμα. Οι κόλποι και οι κοιλίες συνεργάζονται. Γεμίζουν οι κόλποι με αίμα, το μεταφέρουν στις κοιλίες κι αυτές με την σειρά τους το εκτοξεύουν προς τα έξω. Ενόσω δουλεύουν οι κοιλίες, οι κόλποι γεμίζουν και πάλι με αίμα. Η αριστερή πλευρά της καρδιάς στέλνει το φρέσκο, καθαρό αίμα (που περιέχει το οξυγόνο) στο σώμα, ενώ η δεξιά πλευρά αναλαμβάνει το χρησιμοποιημένο αίμα, που περιέχει τώρα διοξείδιο του άνθρακα, και το στέλνει στους πνεύμονες. Αυτοί αποβάλλουν το διοξείδιο του άνθρακα με την εκπνοή και γεμίζουν το αίμα και πάλι με οξυγόνο, με την εισπνοή.



Εικόνα 1.1 – Καρδιά [7]

Η πάθηση της αθηροσκλήρωσης αρχίζει με ζημιά στο βαθύτερο επίπεδο της αρτηρίας, το ενδοθήλιο. Λόγω της ζημιάς του ενδοθηλίου, λίπος, χοληστερόλη, κυτταρικά απολύματα, ασβέστιο και άλλες ουσίες, κατακάθονται στα τοιχώματα της αρτηρίας. Όλα αυτά προκαλούν ένα ερεθισμό στα κύτταρα του αρτηριακού τοιχώματος, και παράγουν άλλες ουσίες που μεγαλώνουν περισσότερο την κατασκευή αυτών των κυττάρων. Αυτά τα κύτταρα και το άλλο υλικό που τα ονομάζουμε πλάκες μπορούν να γίνουν αρκετά μεγάλα ώστε να χοντύνουν το ενδοθήλιο. Στην αθηροσκλήρωση, το μέγεθος της πλάκας που δημιουργείται στις αρτηρίες με το πέρασμα του χρόνου μπορεί να φτάσει στο σημείο που να μειώσει αρκετά την ροή του αίματος.

Βασικότερες αιτίες για αύξηση του πάχους του αρτηριακού τοιχώματος είναι:

- τα ψηλά επίπεδα χοληστερόλης και τριγλυκεριδίων στο αίμα
- η υψηλή πίεση
- το κάπνισμα

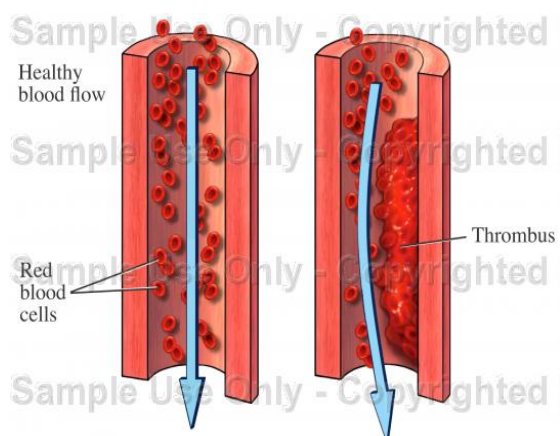
Ειδικότερα το κάπνισμα, χειροτερεύει την αθηροσκλήρωση και επιταχύνει την αύξηση του πάχους του αρτηριακού τοιχώματος στις στεφανιαίες αρτηρίες και την αορτή.



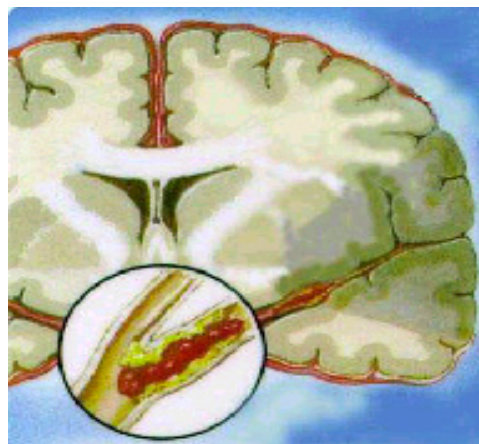
Εικόνα 1.2 – Αθηροσκλήρωση και αύξηση του πάχους του αρτηριακού τοιχώματος [7]

1.3 Εγκεφαλικό – Διάγνωση εγκεφαλικού.

Το εγκεφαλικό είναι μια καρδιαγγειακή πάθηση που συμβαίνει όταν ένα αγγείο του αίματος που φέρνει οξυγόνο και θρεπτικά συστατικά στον εγκέφαλο, σπάζει ή εμποδίζεται από ένα θρόμβο αίματος ή κάποιο άλλο σώμα. Λόγω αυτής της ρήξης ή εμποδίου, μέρος του εγκεφάλου δεν παίρνει το αίμα και οξυγόνο που χρειάζεται και ως αποτέλεσμα έχουμε τον θάνατο νευρικών κυττάρων. Όταν τα νευρικά κύτταρα πεθάνουν ή δεν δουλεύουν, το μέρος του σώματος που ελέγχουν δεν δουλεύει. Τα καταστροφικά αποτελέσματα ενός εγκεφαλικού είναι συχνά μόνιμα, γιατί τα νεκρά κύτταρα του εγκεφάλου δεν μπορούν να αντικατασταθούν.



Εικόνα 1.3 – Θρόμβος και παρεμπόδιση ροής αίματος [7].



Εικόνα 1.4 – Θρόμβος και νέκρωση μέρους του εγκεφάλου [7].

Όταν κάποιος παρουσιάσει συμπτώματα για εγκεφαλικό, ο γιατρός πρέπει πρώτα να μαζέψει πληροφορίες για να κάνει την διάγνωση. Όταν λέμε πληροφορίες αναφερόμαστε στην πίεση και παλμό του ασθενή καθώς και στο ιστορικό του όσο αφορά το διαβήτη, υπέρταση, καρδιακές ασθένειες και άλλες νευρολογικές ασθένειες.

Μια σωστή διάγνωση όμως, δεν σταματά μόνο εκεί. Γίνονται επιπρόσθετες εξετάσεις, λόγω του ότι τα συμπτώματα μπορεί να μην είναι απαραίτητα αποτέλεσμα εγκεφαλικού.

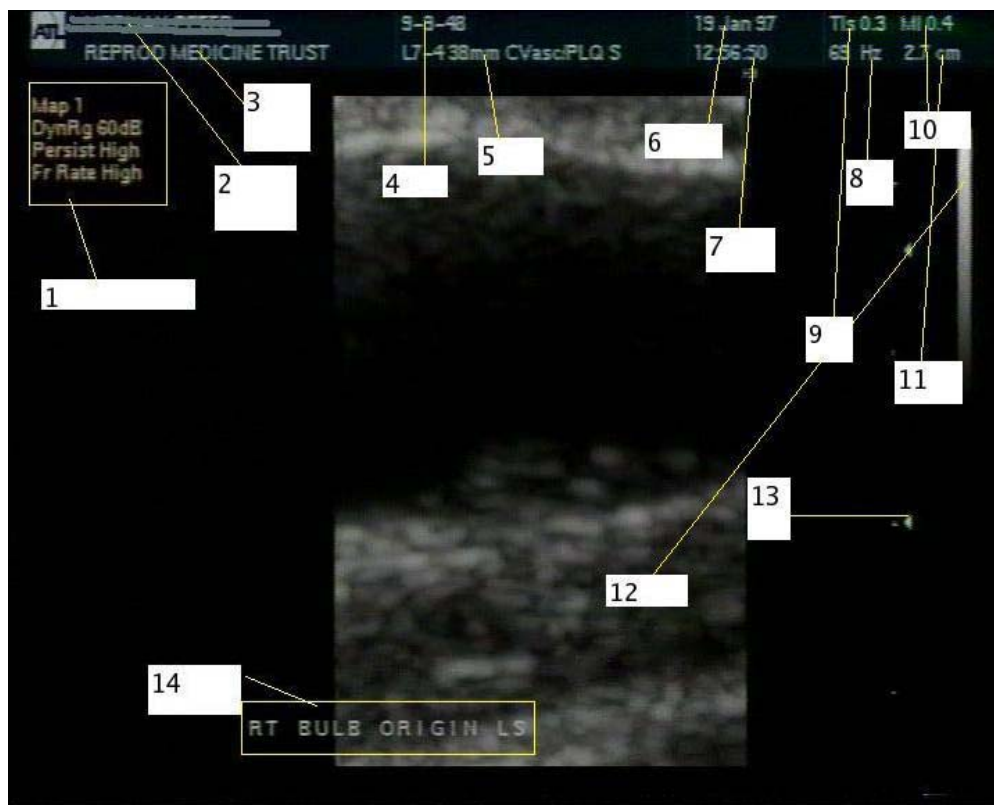
Αυτές οι εξετάσεις είναι:

- Οι ακτίνες X.
- Εξετάσεις που μετρούν την ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου και δίνουν χρήσιμες πληροφορίες στο πως λειτουργεί.
- Εξετάσεις μέτρησης της ροής του αίματος και ανίχνευσης φραγών στα αγγεία του αίματος.

1.4 Εξέταση υπερήχων Doppler

Η εξέταση υπερήχων Doppler, εξετάζει την χρήση ηχητικών κυμάτων ψηλών συχνοτήτων για να ανιχνεύσει εμπόδια στην αρτηρία της καρωτίδας. Ένα εργαλείο, το

Doppler probe, που παράγει υπερήχους, τοποθετείται πολύ κοντά στην αρτηρία της καρωτίδας. Τα υπερηχητικά κύματα από το εργαλείο αυτό ταξιδεύουν μέσω του αυχένα και αναπηδούν πάνω στα κινούμενα κύτταρα του αίματος. Το ανακλώμενο ηχητικό κύμα, επιστρέφει στο εργαλείο με διαφορετική συχνότητα, και ανιχνεύεται από το εργαλείο αυτό. Η αλλαγή στη συχνότητα των ηχητικών κυμάτων σχετίζεται με την ταχύτητα των κυττάρων του αίματος και κατά συνέπεια την οπτική ροή.



Εικόνα 1.5 - Εικόνα από εξέταση υπερήχων Doppler

Πιο κάτω περιγράφονται όλες οι ενδείξεις που φαίνονται στην Εικόνα 1.5 που είναι μια εικόνα από εξέταση υπερήχων Doppler.

1. Πληροφορίες για τι είδους greyscale χρησιμοποιείται στην εικόνα.
2. Όνομα ασθενή
3. Όνομα Ινστιτούτου
4. Ημερομηνία γέννησης ασθενή
5. Η κεφαλή σάρωσης που χρησιμοποιείται

6. Ημερομηνία εξέτασης
7. Ώρα στο σύστημα του μηχανήματος
8. Συχνότητα
- 9,10. Η θερμοκρασία του σώματος. Tis: soft tissue or Tip : Bone thermal index or
Tic: για αρτηρίες μέσα στον εγκέφαλο.
11. Το βάθος που εισχωρεί ένας υπερήχος, ανάλογα με το μηχάνημα

Κεφάλαιο 2

Βίντεο και χαρακτηριστικά

2.1	Τί είναι το βίντεο.....	8
2.2	Η τριχρωματική θεωρία του φωτός.....	9
2.3	Composite και Component Βίντεο.....	10
2.4	Σάρωση.....	11
2.4.1	Προοδευτική σάρωση (Raster scanning)	11
2.4.2	Περιπλεκόμενη σάρωση (Interlaced Scanning).....	12

2.1 Τι είναι βίντεο

Βίντεο είναι είναι μια ακολουθία δυσδιάστατων εικόνων που προβάλλονται από μια τρισδιάστατη σκηνή στο επίπεδο της εικόνας μιας βιντεοκάμερας. Οι τιμές χρώματος σε οποιοδήποτε σημείο σε ένα πλαίσιο του βίντεο αναπαριστά το ανακλώμενο ή παραγόμενο φως σε ένα συγκεκριμένο τρισδιάστατο σημείο στην σκηνή την οποία παρατηρούμε. Το σήμα αυτό καταγράφει το ανακλώμενο ή παραγόμενη ένταση του φωτός από τα αντικείμενα σε μια σκηνή η οποία παρατηρείται από ένα σύστημα παρατήρησης. Γενικά, οι αλλαγές στην φωτεινότητα διαφέρουν στον χρόνο και στο χώρο. Σε κάθε σκηνή το σύστημα παρατήρησης που μπορεί να είναι και μια κάμερα, συλλαμβάνει μόνο τα μήκη κύματος για το οποία το σύστημα είναι ευαίσθητο και μπορεί να τα αναγνωρίσει.

2.2 Η τριχρωματική θεωρία του φωτός

Η τριχρωματική θεωρία παρουσιάστηκε αρχικά από τον Maxwell Render το 1855 και υποστηρίζει ότι τα περισσότερα χρώματα μπορούν να παραχθούν από ανάμιξη πρωτευόντων χρωμάτων.

Έστω C_k , $k=1, 2, 3$, αναπαριστούν τα χρώματα των κύριων τριών χρωματικών πηγών, και C ένα δοθέν χρώμα. Τότε, αυτό που υποστηρίζει η θεωρία του Maxwell είναι :

$$C = \sum T_k C_k$$

όπου το T_k είναι οι ποσότητες από τα τρία κύρια χρώματα που απαιτούνται για να ταυτιστούν με το C .



Εικόνα 2.1 – Τριχρωματική θεωρία φωτός [6].

Το πιο δημοφιλές σύνολο για αυτόφωτες φωτεινές πηγές περιέχουν το κόκκινο, πράσινο και μπλε, γνωστό και ως RGB (Red Green Blue). Το πιο κοινό πρωτεύον σύνολο για ετερόφωτες φωτεινές πηγές περιέχει το κυανό, πορφυρό και κίτρινο, γνωστό και ως CMY. Μια ενδιαφέρων παρατήρηση είναι το γεγονός πως το RGM και το CMY είναι συμπληρωματικά.

2.3 Composite και Component Βίντεο

Component βίντεο είναι ένα έγχρωμο βίντεο που ορίζεται από τρεις συναρτήσεις ή σήματα, όπου κάθε ένα από αυτά περιγράφει ένα συνιστών χρώμα, είτε στη τριχρωματική αναπαράσταση είτε στην αναπαράσταση με φωτεινότητα και χρωματικές συνιστώσες.

Composite βίντεο είναι ένα βίντεο του οποίου τρία χρωματικά σήματα “ενώνονται” σε ένα μοναδικό σήμα.

Η μορφή composite χρησιμοποιείται για αποθήκευση ορισμένων αναλογικών κασετών, όπως για παράδειγμα οι VHS. Είναι συμβατή με σήμα grey-scale, και επίσης απαλείφει την ανάγκη για συγχρονισμό διάφορων χρωματικών συνιστωσών κατά την επεξεργασία έγχρωμου βίντεο. Το composite σήμα, έχει εύρος ζώνης κατά πολύ μικρότερο από το άθροισμα σημάτων component, άρα μπορεί να σταλεί και να αποθηκευτεί πιο αποδοτικά. Αυτά τα πλεονεκτήματα μπορούν να επιτευχθούν εις βάρος της ποιότητας του βίντεο, με artifacts.



Εικόνα 2.2 – Αριστερά βλέπουμε το composite input και δεξιά το s-video input [6].

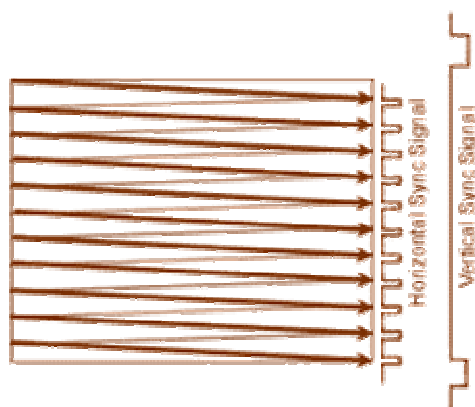
Συμβιβάζοντας ρυθμό μετάδοσης και ποιότητας του βίντεο ανακαλύφθηκε το S-video, το οποίο αποτελείται από δυο συνιστώσες: την φωτεινότητα και μια μόνο συνιστώσα chrominance, που είναι η πολύπλεξη των δυο αρχικών χρωματικών συνιστωσών.

2.4 Σάρωση

Σάρωση είναι μια μορφή δειγματοληψίας ενός συνεχώς μεταβαλλόμενου, δισδιάστατου σήματος. Πιο κάτω αναλύω δυο τύπους σάρωσης που είναι η προοδευτική σάρωση (Raster scanning) και η περιπλεκόμενη σάρωση (Interlaced Scanning).

2.4.1 Προοδευτική σάρωση (Raster scanning)

Είναι ο πιο συνηθής τρόπος που χρησιμοποιείται για χωρική δειγματοληπτική αναπαράσταση. Μετατρέπει τη δυσδιάστατη φωτεινότητα εικόνας σε μονοδιάστατη κυματομορφή. Η εικόνα μιας σκηνης στην βιντεοκάμερα, σαρώνεται μια γραμμή κάθε φορά, από αριστερά στα δεξιά, και από πάνω προς τα κάτω.

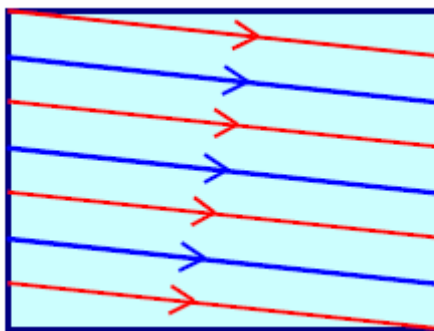


Εικόνα 2.3 - Προοδευτική σάρωση (Raster scanning) [6]

Αυτό που γίνεται ακριβώς είναι η μετατροπή των μεταβολών φωτεινότητας κατά μήκος κάθε γραμμής σε ένα ηλεκτρικό σήμα. Αφού η γραμμή σαρωθεί από αριστερά προς δεξιά, υπάρχει ένας χρόνος ανίχνευσης προς τα πίσω και σάρωση της επόμενης γραμμής από αριστερά προς δεξιά όπως φαίνεται στην εικόνα 2.3.

2.4.2 Περιπλεκόμενη σάρωση(Interlaced Scanning)

Η επιλογή των αριθμών των γραμμών σάρωσης, περιλαμβάνει ένα αντάλλαγμα μεταξύ αλληλοσυγκρουόμενων απαιτήσεων εύρους ζώνης (bandwidth), τρεμόσβημα και ανάλυσης. Η περιπλεκόμενη σάρωση δοκιμάζει να πετύχει αυτά τα ανταλλάγματα, χρησιμοποιώντας πλαίσια εικόνων που συνθέτονται σε δυο πεδία που δειγματοληπτούνται σε διαφορετικούς χρόνους, τέτοια ώστε δυο συνεχόμενες γραμμές ενός πλαισίου εικόνας να ανήκουν σε διαφορετικά πεδία όπως φαίνεται στην εικόνα 2.3.



Εικόνα 2.3 - Περιπλεκόμενη σάρωση(Interlaced Scanning) [6].

Αυτό επιτρέπει σε αργά κινούμενα αντικείμενα να γίνονται αντιληπτά με ψηλότερη κάθετη λεπτομέρεια, ενώ σε γρήγορα κινούμενα αντικείμενα να γίνονται αντιληπτά με ψηλότερο χρονικά ρυθμό, περίπου στη μισή κάθετη ανάλυση. Έτσι τα χαρακτηριστικά του ματιού ταυτίζονται γιατί το ανθρώπινο μάτι με αργή κίνηση μπορεί να αντιληφθεί τις λεπτομέρειες, ενώ με γρηγορότερη κίνηση όχι.

Κεφάλαιο 3

Ψηφιοποίηση αναλογικού βίντεο

3.1	Εισαγωγή.....	13
3.2	Φιλτράρισμα.....	13
3.3	Δειγματοληψία.....	14
3.4	Κβαντισμός.....	14
3.5	Κωδικοποίηση.....	14
3.6	Μεθοδολογία ψηφιοποίησης αναλογικού βίντεο.....	14-15
3.7	Απαιτήσεις ως προς την ποιότητα, θέση της κάμερας για το βίντεο που θα ψηφιοποιηθεί.....	15
3.8	Διαδικασία εξέτασης υπερήχων.....	16
3.9	Επιλογή υλικού.....	16
3.10	Επιλογή λογισμικού.....	16-18

3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζω τις μεθοδολογίες μετατροπής αναλογικού βίντεο σε ψηφιακό. Η διαδικασία αυτή αποτελείται από τις διεργασίες του φιλτραρίσματος, δειγματοληψίας, κβαντισμού και κωδικοποίησης.

3.2 Φιλτράρισμα

Η διαδικασία του φιλτραρίσματος γίνεται πριν την δειγματοληψία. Το φιλτράρισμα μπορεί να μειώσει τις περιττές και ανεπιθύμητες συχνότητες στο σήμα, καθώς επίσης και το θόρυβο. Η πιο απλή μέθοδος φιλτραρίσματος είναι με το να πάρουμε τους

μέσους όρους των τιμών φωτεινότητας μέσα σε μια περιοχή και να αντικαταστήσουμε την τιμή φωτεινότητας του αρχικού σημείου με αυτή που υπολογίσαμε.

3.3 Δειγματοληψία

Μετά το φιλτράρισμα το βίντεο δειγματοληπτείται κατά ένα αριθμό σημείων. Ο ελάχιστος αριθμός που πρέπει ένα αναλογικό σήμα να δειγματοληπτείται αναλογεί στο διπλάσιο της μεγαλύτερης συχνότητας του σήματος.

3.4 Κβαντισμός

Το σήμα που έχει δειγματοληφθεί, το οποίο είναι απλά μια ακολουθία από τιμές φωτεινότητας, κβαντοποιείται. Αυτό σημαίνει ότι όταν η τιμή εισόδου είναι σε ένα φάσμα τιμών, αναθέτουμε και βγάζουμε ως έξοδο μια μόνο τιμή που αναπαριστά αυτό το φάσμα τιμών. Έτσι μια διακριτή αναπαράσταση των τιμών επιτυγχάνεται. Η διαδικασία της κβαντοποίησης οδηγεί σε απώλεια πληροφορίας, αφού το κβαντοποιημένο αποτέλεσμα είναι λιγότερο ακριβές από την αρχική τιμή. Η διαφορά της αρχικής τιμής και αυτής μετά την κβαντοποίηση ονομάζεται **σφάλμα κβαντισμού**. Η επιλογή στον αριθμό των επιπέδων αποτελεί ένα πάρε δώσε μεταξύ ακρίβειας της αναπαράστασης και το πόσο ορατός μέσα στο σήμα είναι ο θόρυβος.

3.5 Κωδικοποίηση

Στην ψηφιακή αναπαράσταση κωδικοποίηση ονομάζουμε το τελευταίο βήμα στην μετατροπή αναλογικού βίντεο σε ψηφιακό.

3.6 Μεθοδολογία ψηφιοποίησης αναλογικού βίντεο

Τα βίντεο υπερήχων τα οποία είχαμε να επεξεργαστούμε, είχαν αποθηκευτεί σε S-VHS βίντεο κασέτες. Για την μετατροπή του αναλογικού S-VHS βίντεο σε ψηφιακό, λάβαμε υπόψη ότι οι μηχανές και το λογισμικό που θα χρησιμοποιούσαμε θα μας παρείχαν τη δυνατότητα να κάνουμε την μετατροπή χωρίς να γίνεται συμπίεση, να μην χάνονται

frames κατά την διαδικασία αυτή, και τέλος, τα γράμματα που φαίνονται στο βίντεο να είναι ευανάγνωστα από τον γιατρό.

Εξοπλισμός που απαιτείται για επεξεργασία βίντεο το οποίο έχει καταγραφεί αναλογικά:

- Καλώδιο επικοινωνίας συσκευής βίντεο με τον υπολογιστή S-Video, TV-in – για αναλογικό βίντεο USB, Firewire(IEEE1394, i-Link) – για ψηφιακό βίντεο
- Κάρτα σύλληψης (frame grabber card, όπως η MATROX meteor II) για ψηφιοποίηση ή λογισμικό ψηφιοποίησης.
- Ισχυρός επεξεργαστής
- Μεγάλη χωρητικότητα μνήμης RAM
- Ταχύς σκληρός δίσκος με μεγάλη χωρητικότητα

3.7 Απαιτήσεις ως προς την ποιότητα, θέση της κάμερας για το βίντεο που θα ψηφιοποιηθεί

Αρχικά, είδαμε τι είδους πλάκες θα θέλαμε να ψηφιοποιήσουμε. Η ψηφιοποίηση των αναλογικών βίντεο έγινε με βάση τις απαιτήσεις του γιατρού.

Οι απαιτήσεις του γιατρού είναι:

- Μικρά κομμάτια βίντεο (σε χρόνο),
- Καλή ποιότητα βίντεο για να βλέπουμε καθαρά την πλάκα,
- Προτιμούμε οριζόντια τοιχώματα
- Να φαίνεται το όνομα του ασθενή καθαρά
- Η ημερομηνία γέννησης να φαίνεται καθαρά
- Ένα βίντεο πρέπει να έχει κατά προτίμηση τουλάχιστον τρεις παλμούς

Στην Εικόνα 3.2 βλέπουμε ένα πλαίσιο από το πρώτο βίντεο που αναλύσαμε (από την κασέτα cardiac1) όπου φαίνονται τα πρόσθιο και οπίσθιο τοίχωμα και η πλάκα.



Εικόνα 3.2 – Τομή αρτηρίας.

3.8 Διαδικασία εξέτασης υπερήχων

Ο ασθενής παραμένει ακίνητος χωρίς αναπνοή για όλο το διάστημα της λήψης (είκοσι δευτερόλεπτα). Ακολούθως ο γιατρός, χωρίς να μετακινήσει τα χέρια του και διατηρώντας την ισορροπία του σώματος του με τους αγκώνες, κάνει τη σύλληψη βίντεο με τους υπερήχους.

3.9 Επιλογή υλικού

Από πλευρά του διαθέσιμου υλικού εξετάσαμε το Dazzle Digital Video Creator(Laptop), Aver Media, Matrox Meteor-II frame grabber.

3.10 Επιλογή λογισμικού

Για λογισμικό επιλέξαμε τον mplayer/mencoder σε περιβάλλον LINUX.

Το λογισμικό mplayer/mencoder, χρησιμοποιείται μέσω της γραμμής εντολών. Υποστηρίζει τα περισσότερα πρότυπα συμπίεσης και αποσυμπίεσης, με κατάλληλη

εγκατάσταση στο λειτουργικό σύστημα LINUX. Όσο αφορά τις δυνατότητες του σαν λογισμικό επεξεργασίας βίντεο, θεωρείται πλήρης.

Για την ψηφιοποίηση των κασετών S-VHS, έπρεπε να λάβουμε υπόψη τα ακόλουθα:

1. Το βίντεο των υπερήχων έγινε με το πρότυπο PAL. Βάση αυτού, έπρεπε το μέγεθος του βίντεο να είναι 720*576.
2. Το ψηφιοποιημένο βίντεο δεν πρέπει να συμπιεστεί.
3. Να αποθηκευτεί με ένα πρότυπο που να αναγνωρίζεται και σε περιβάλλον Microsoft Windows, για λόγους συμβατότητας

Ακολούθως αναφέρω την μεθοδολογία ψηφιοποίησης σε περιβάλλον LINUX, χρήση mplayer-mencoder.

1. Σύνδεση composite εξόδου από την συσκευή αναπαραγωγής βίντεο στην είσοδο της κάρτας βίντεο Aver Media EZ Maker
2. Σύνδεση composite εξόδου από την συσκευή αναπαραγωγής βίντεο στην είσοδο της τηλεόρασης για προβολή και προεσκόπηση του βίντεο προς ψηφιοποίηση.
3. Σε ένα κέλυφος (Shell), στον κατάλογο στον οποίο θέλουμε να αποθηκευτεί το βίντεο εκτελούμε την εντολή :

```
mencoder -tv driver=v412:width=720:height=578 tv:// -o <filename.avi> -ovc raw  
-nosound
```

όπου:

mencoder είναι το όνομα της εφαρμογής, μέρος του mplayer πακέτου.

-tv driver=v412 η επιλογή αυτή χρησιμοποιεί το video for linux 2. Το δύο στο τέλος εννοεί την δεύτερη έκδοση του βίντεο για LINUX η οποία είναι ενημερωμένη και διορθώνει αρκετά προβλήματα της αρχικής έκδοσης.

width=720:height=578 είναι οι προδιαγραφές για PAL βίντεο.

tv:// -o filename.avi: δηλώνει το αρχείο εξόδου

-onc raw: δηλώνουμε πως θέλουμε το βίντεο να παραμείνει ασυμπίεστο. **-nosound:** για καλύτερα αποτελέσματα και καλύτερη ποιότητα βίντεο δεν κάνουμε σύλληψη του ήχου.

4. Σε κάθε σύλληψη, το βίντεο αποθηκεύεται με την ακόλουθη μορφή: cardiac(αριθμός κασέτας)_ (αριθμός σύλληψης). Στην περίπτωση που το βίντεο σταματήσει προς στιγμή για να εστιάσει ο χειριστής σε κάποιο σημείο και συνεχίζει με την ίδια πλάκα, τότε προσθέτουμε σαν επέκταση του ονόματος ένα αύξων αριθμό, αρχίζοντας από το ένα.

5. Συνήθως στην διαδικασία εξέτασης υπερήχων, γίνεται μέτρηση της πλάκας. Αυτό γίνεται τις περισσότερες φορές είτε στην αρχή, είτε στο τέλος μιας εξέτασης. Μερικές φορές κατά την διάρκεια εστίασης σε μια πλάκα. Οι μετρήσεις καταγράφονται μαζί με την παρακολούθηση της πλάκας, με τις ίδιες ρυθμίσεις και με όνομα το αρχικό όνομα ακολουθούμενο από το χαρακτηριστικό measurement. Οποιαδήποτε παρατήρηση είναι χρήσιμη καταγράφεται σε ξεχωριστό μέρος του πίνακα μετρήσεων

6. Για την αποθήκευση του ψηφιοποιημένου βίντεο χρησιμοποιήσαμε αρχικά τον σκληρό δίσκο του υπολογιστή στον οποίο γίνεται η ψηφιοποίηση. Για την μεταφορά από το Ινστιτούτο για επεξεργασία χρησιμοποιήσαμε USB flash memory καθώς επίσης και USB hard disks.

Για να χρησιμοποιηθούν οι συσκευές αυτές στο LINUX, χρησιμοποιήσαμε τις πιο κάτω εντολές:

fdisk -l όπου παρουσιάζει όλες τις συσκευές που είναι ενωμένες στον υπολογιστή.

mkdir /mnt/Win_Fat32 για δημιουργία φακέλου για χρήση κατά την λειτουργία της εξωτερικής μνήμης.

mount dev/sda/mnt/WinFat32 όπου ενεργοποιεί την πρόσβαση και την χρήση της εξωτερικής μνήμης

umount /dev/sda:pnm:pgm όπου απενεργοποιεί την πρόσβαση της εξωτερικής μνήμης.

Κεφάλαιο 4

Ανάλυση και Προετοιμασία Δεδομένων για Επεξεργασία

4.1	Εισαγωγή.....	19-20
4.2	Εξαγωγή εικόνων από βίντεο.....	20
4.3	Χωρική αποκοπή.....	20-22
4.4	Χρονική αποκοπή.....	22
4.5	Δημιουργία γραφικού περιβάλλοντος για μετατροπή βίντεο.....	22-23
4.6	Μετατροπή εικόνων σε SUN rastefiles.....	23
4.6.1	Μετατροπή με χρήση scripts.....	23
4.6.2	Μετατροπή με κώδικα MATLAB.....	24

4.1 Εισαγωγή

Το επόμενο στάδιο της ψηφιοποίησης του αναλογικού βίντεο είναι η μετατροπή των δεδομένων στην καλύτερη μορφή για επεξεργασία.

Θα χρησιμοποιήσουμε την μέθοδο/αλγόριθμο **Horn and Schunck** [1], τον οποίο έχουμε υλοποιημένο σε γλώσσα C. Ο αλγόριθμος παίρνει σαν είσοδο ακολουθία εικόνων σε μορφή **SUN raster file** σε τιμές φωτεινότητας του γκριζου. Υπάρχουν δηλαδή 32 byte επικεφαλίδες (headers) οκτώ ακέραιοι και ακολουθούν τα δυαδικά δεδομένα υπό μορφή unsigned char τιμών για κάθε pixel. Ο δεύτερος και τρίτος αριθμός στην επικεφαλίδα δηλώνουν τον αριθμό των στηλών και γραμμών για κάθε εικόνα στην ακολουθία. Λόγω του ότι τα προγράμματα μπορούν να διαβάσουν τις επικεφαλίδες, μπορούν να επεξεργαστούν εικόνες διαφορετικών μεγεθών. Στα προγράμματα υπάρχουν δυο σταθερές **PIC_X**, **PIC_Y** οι οποίες είναι πάντα στο ίδιο μέγεθος με αυτό των εικόνων εισόδου.

Στα προγράμματα υπάρχει επίσης η επιλογή **-B** η οποία επιτρέπει να καθορίσουμε το μέγεθος των εικόνων απευθείας από την είσοδο. Αυτό είναι χρήσιμο αν σαν είσοδο έχουμε εικόνες οι οποίες δεν έχουν επικεφαλίδες και έχουν μόνο δυαδικά δεδομένα με τις τιμές φωτεινότητας της εικόνας.

Οι εικόνες έχουν ένα συγκεκριμένο τύπο ονοματολογίας. Αποτελούνται από το όνομα της εικόνας και σαν επέκταση έχουν ένα αύξων αριθμό. Αυτό γίνεται για να διαβάζεται η ακολουθία από τις εικόνες χωρίς να αλλάζει η σειρά.

4.2 Εξαγωγή εικόνων από βίντεο

Το λογισμικό mplayer – mencoder μας επιτρέπει να μετατρέψουμε βίντεο από όλες τις μορφές που υποστηρίζει σε εικόνες jpeg, tga, pnm.

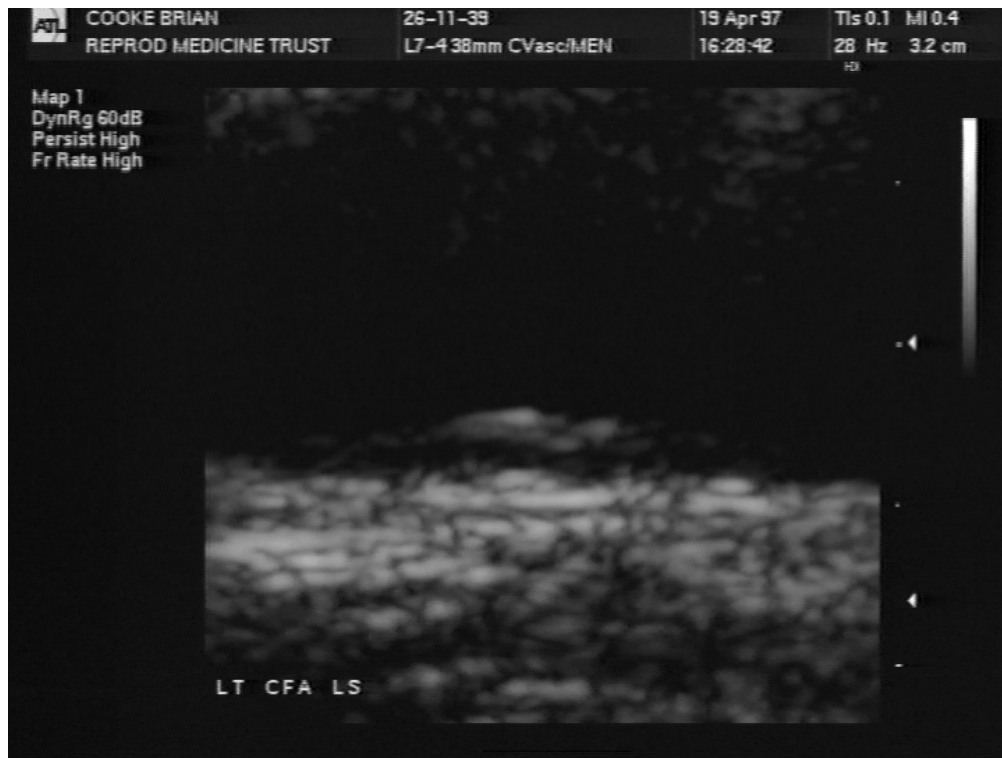
Οι επιλογές για τις μορφές που μπορεί ο Mplayer να μετατρέψει ένα βίντεο, δίνονται σαν έξοδος όταν εκτελέσουμε την εντολή **mplayer -vo help**

4.3 Χωρική αποκοπή

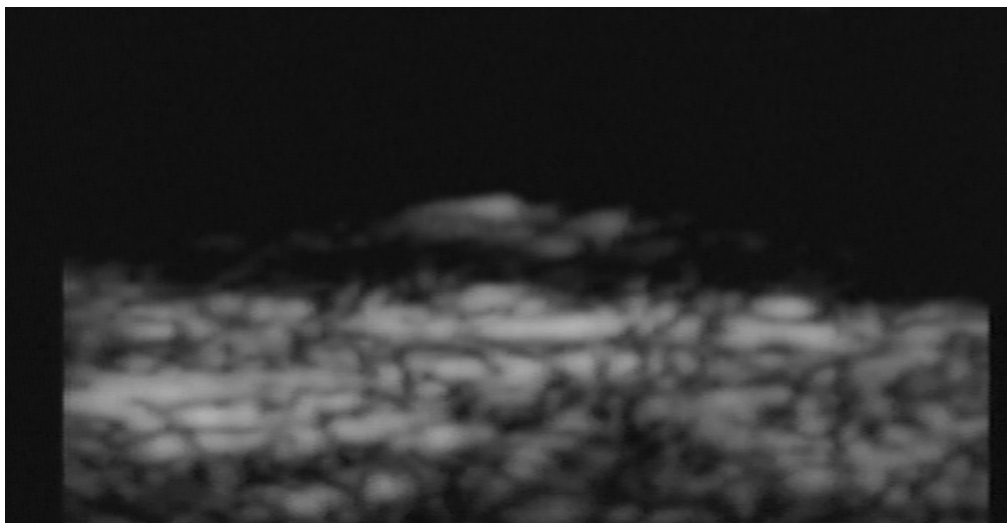
Για επιλογή βίντεο στον mplayer-mencoder χρησιμοποιώ την εντολή:

mencoder -ovc raw -vf crop = 400:200 -nosound filename.avi -o test1.avi

Το αποτέλεσμα της πιο πάνω εντολής πάνω στην Εικόνα 4.1 φαίνεται στην Εικόνα 4.2



Εικόνα 4.1 – Τομή Εικόνας πριν την αποκοπή

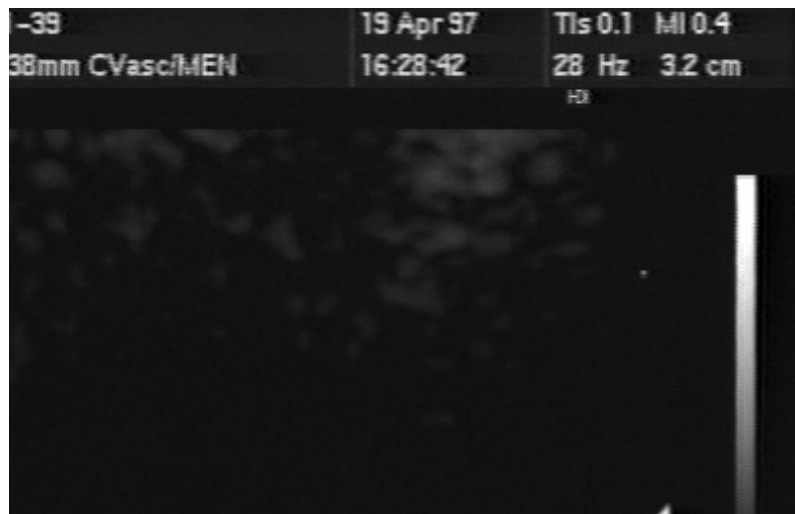


Εικόνα 4.2 – Τομή Εικόνας μετά την αποκοπή

Μπορούμε να επιλέξουμε το κέντρο αποκοπής με την εντολή:

mencoder -ovc raw -vf crop=400:200:300:0 -nosound 21_Ok.avi -o test3.avi

και το αποτέλεσμα φαίνεται στην Εικόνα 4.3 πιο κάτω.



Εικόνα 4.3 – Τομή Εικόνας μετά την αποκοπή

4.4 Χρονική αποκοπή

Η χρονική αποκοπή χρησιμοποιείται και στο λογισμικό με το γραφικό περιβάλλον που δημιουργήθηκε για τον σκοπό αυτό. Αυτό γίνεται με την εντολή:

mencoder filename.avi -ss 0 -endpos 8 -ovc raw -noskip -o test.avi

όπου:

-ss, -endpos δηλώνουν το χρονικά αρχικό και τελικό σημείο,

-ovc raw δηλώνει ότι θα γίνει χωρίς συμπίεση η έξοδος του βίντεο,

-noskip δίνει έμφαση στο να μην χάνονται πλαίσια κατά την κωδικοποίηση, **test.avi** είναι το νέο αρχείο που δημιουργείται.

4.5 Δημιουργία γραφικού περιβάλλοντος για μετατροπή βίντεο.

Το λογισμικό ήταν απαραίτητο να είναι τρέχει σε περιβάλλον Microsoft Windows.

Για την υλοποίηση του λογισμικού χρησιμοποίησα Microsoft Visual Basic 6 και Matlab 7. Για το γραφικό περιβάλλον χρησιμοποιήσαμε την Microsoft Visual Basic 6. Οι εντολές που χρησιμοποιεί το γραφικό περιβάλλον είναι scripts που εκτελούν λειτουργίες του Mplayer-mencoder.

Ο αλγόριθμος έχει την δυνατότητα εξαγωγής των εικόνων (frames) από το video σε PGM μορφή. Έχω υλοποιήσει επίσης και εξαγωγή των frames και σε TIFF μορφή. Η υλοποίηση αυτή έγινε γιατί η TIFF μορφή είναι χωρίς απώλειες(uncompressed), σε αντίθεση με την PGM μορφή που είναι με απώλειες(compressed), και έτσι θα έχουμε καλύτερα και πιο ακριβή αποτελέσματα.

4.6 Μετατροπή εικόνων σε SUN raster files

4.6.1 Μετατροπή με χρήση scripts

Για την μετατροπή των εικόνων σε SUN raster files, χρησιμοποιήσαμε αρχικά την βιβλιοθήκη ImageMagick και την χρήση scripts το οποίο παρουσιάζω πιο κάτω.

```
#!/bin/bash
COUNTER=0
COUNTER=$(ls -la|grep ".pgm"|awk 'END {print NR}')
for i in $(ls *.pgm| sort -nr)
do
x=$(echo $i | sed 's/.pgm/.ras')
convert $i $x.ras
echo x: $x
echo i: $i
echo counter : $COUNTER
let COUNTER-=1
done
```

Γίνεται χρήση της εντολής convert που ανήκει στην βιβλιοθήκη ImageMagick και παίρνει σαν είσοδο το όνομα της αρχικής εικόνας και το όνομα της εικόνας που θέλουμε μετά την μετατροπή. Διαβάζει την επέκταση και κάνει την μετατροπή. Το script μετατρέπει κάθε εικόνα, διατηρεί το όνομα και επιπρόσθετα, μετρά το πλήθος των εικόνων που μετέτρεψε.

4.6.2 Μετατροπή με χρήση κώδικα MATLAB

Η μετατροπή των εικόνων σε SUN raster files, είναι εφικτή χρησιμοποιώντας τον ίδιο αλγόριθμο με προηγουμένως υλοποιημένο σε Matlab. Στην διπλωματική αυτή εργασία προτιμήθηκε η χρησιμοποίηση του κώδικα σε Matlab.

Ο κώδικας παρουσιάζεται πιο κάτω.

```
function r = im2ras(A)
% Pairnei to onoma enos directory kai
% to metatrepei ola ta 'pgm' se Sun rasterfile format
% Usage: im2ras path
% Get all the files from the directory
files = dir(A);
% Find the number of the files in the directory
number_of_file= size(files);
number_of_files=number_of_file(1);
count=0;
for i= 1:number_of_files
f_name = files(i).name;
[token,rem] = strtok(f_name, '.');
f_name_format=rem;
f_name_filename=token;
if (strcmp(f_name_format,'.pgm')==1)
pgm_image= imread(f_name);
ras_name= strcat(f_name_filename, '.ras');
imwrite(pgm_image,ras_name,'ras');
count=count+1;
end %end of if
end
fprintf(1, ' Number of files converted : %d',count);
```

Κεφάλαιο 5

Οπτική Ροή και Εκτίμηση Κίνησης

5.1	Μέθοδος Horn και Schunck.....	25-27
5.2	Περιγραφή Αλγορίθμου Horn and Schunck.....	27
5.2.1	Εισαγωγή.....	27-28
5.2.2	Σχέση οπτικής ροής και ταχύτητας των αντικειμένων.....	28
5.2.3	Περιορισμοί-Εξίσωση οπτικής ροής Horn and Schunck	28-29
5.2.4	Περιορισμός εξομάλυνσης.....	29
5.2.5	Κβαντοποίηση και Θόρυβος.....	29
5.2.6	Υπολογισμός τιμών Laplace για τα τις ταχύτητες ροής.....	29-31
5.2.7	Περιορισμός λάθους.....	31-32

5.1 Μέθοδος Horn και Schunck [1]

Ο αλγόριθμος ψάχνει να βρει το πεδίο της κίνησης που ικανοποιεί την EOP με την ελάχιστη απόκλιση των pixel ανάμεσα στα διανύσματα ροής.

Το **λάθος** στην EOP δίνεται από την εξίσωση :

$$E_{of}(v(x,t)) = \{ \nabla s_c(x,t), v(x,t) \} + \partial s_c(x,t) / \partial t \quad [1]$$

Έτσι παρατηρούμε ότι η EOP, ικανοποιείται όταν $E_{of}(v(x,t))=0$. Στην παρουσία κλεισίματος και θορύβου, στοχεύουμε να ελαχιστοποιήσουμε το τετράγωνο του $E_{of}(v(x,t))$ για να εφαρμόσουμε τον περιορισμό της οπτικής ροής.

Η απόκλιση εικονοστοιχείου από εικονοστοιχείο των διανυσμάτων ταχύτητας μπορεί να υπολογιστεί από το άθροισμα των μεγεθών των τετραγώνων των χωρικών κλίσεων των συστατικών του διανύσματος ταχύτητας, που δίνεται από την εξίσωση :

$$E_s^2(v(x,t)) = \|\nabla v_1(x,t)\|^2 + \|\nabla v_2(x,t)\|^2 \\ = (\partial v_1 / \partial x_1)^2 + (\partial v_1 / \partial x_2)^2 + (\partial v_2 / \partial x_1)^2 + (\partial v_2 / \partial x_2)^2 \quad [1]$$

όπου υποθέτουμε ότι οι χωρικές και χρονικές συντεταγμένες είναι συνεχές μεταβλητές. Μπορεί εύκολα να αποδειχθεί ότι όσο πιο εξομαλυμένο είναι το πεδίο της ταχύτητας, τόσο πιο μικρό είναι το $E_s^2(v(x,t))$.

Ακολουθώντας η μέθοδος του Horn και Schunck [1] ελαχιστοποιεί ένα σταθμικό άθροισμα του λάθους στην EOP και ένα μέτρο της απόκλισης εικονοστοιχείου από εικονοστοιχείο του πεδίου ταχύτητας $\min \int_A (E_{of}(v) + a^2 E_s^2(v)) dx$ για να υπολογίσουν το διάνυσμα της ταχύτητας στο σημείο x, όπου το A δείχνει την συνεχή στήριξη της εικόνας. Η παράμετρος a^2 , ελέγχει την δύναμη του περιορισμού εξομάλυνσης. Μεγάλες τιμές του a^2 αυξάνουν την επιρροή του περιορισμού.

Η ελαχιστοποίηση της συνάρτησης ελάχιστου με χρήση αλγεβρική ανάλυση μεταβλητών, απαιτεί την λύση δυο εξισώσεων [1].

$$(\partial s_c / \partial x_1)^2 v_1(x,t) + (\partial s_c / \partial x_1)(\partial s_c / \partial x_2) v_2(x,t) = a^2 \nabla^2 v_1(x,t) - (\partial s_c / \partial x_1)(\partial s_c / \partial t)$$

και

$$(\partial s_c / \partial x_1)(\partial s_c / \partial x_2) v_1(x,t) + (\partial s_c / \partial x_2)^2 v_2(x,t) = a^2 \nabla^2 v_2(x,t) - (\partial s_c / \partial x_2)(\partial s_c / \partial x_1)$$

Όπου ∇^2 δηλώνει την Laplacian και το δηλώνει την εκτίμηση της εκάστοτε ποσότητας. Στην υλοποίηση των Horn και Schunck [1], οι παράμετροι Laplace των συστατικών της ταχύτητας, έχουν υπολογιστεί από FIR φίλτρα που επιτρέπουν υψηλές συχνότητες για να φτάσουν στην επανάληψη Gauss-Seidel:

$$v1^{(n+1)}(x,t) = v1^{(n)}(x,t) - (\partial s_c / \partial x1) ((\partial s_c / \partial x1) v1^{(n)}(x,t) + (\partial s_c / \partial x2) v2^{(n)}(x,t) + (\partial s_c / \partial t)) / a^2 + (\partial s_c / \partial x1)^2 + (\partial s_c / \partial x2)^2 \quad [1]$$

και

$$v2^{(n+1)}(x,t) = v2^{(n)}(x,t) - (\partial s_c / \partial x2) ((\partial s_c / \partial x1) v1^{(n)}(x,t) + (\partial s_c / \partial x2) v2^{(n)}(x,t) + (\partial s_c / \partial t)) / a^2 + (\partial s_c / \partial x1)^2 + (\partial s_c / \partial x2)^2 \quad [1]$$

Όπου n είναι ο αριθμός επανάληψης, η οριζόντια γραμμή πάνω από τα σύμβολα δεικνύει το σταθμικό τοπικό μέσο όρο, χωρίς το εικονοστοιχείο που είμαστε, και όλες οι μερικές υπολογίζονται στο σημείο (x,t) .

Οι αρχικές εκτιμήσεις των ταχυτήτων $v1^{(0)}(x,t)$ και $v2^{(0)}(x,t)$ συνήθως παίρνουν τιμή μηδέν. Η πιο πάνω διατύπωση υποθέτει μια συνεχή χωρο-χρονική κατανομή έντασης. Όλα τα χρονικά και χωρικά διανύσματα πρέπει να υπολογιστούν αριθμητικά από τις εικόνες του δείγματος.

5.2 Περιγραφή Αλγορίθμου Horn and Schunck [1]

Η επεξήγηση του αλγορίθμου θα γίνει με τον τρόπο που είναι χωρισμένη η δημοσίευση των Horn and Schunck Determining Optical Flow [1].

5.2.1 Εισαγωγή

Η οπτική ροή είναι η κατανομή ταχυτήτων κίνησης σχεδίων από τιμές φωτεινότητας σε μια εικόνα. Η οπτική ροή μπορεί να προκύψει από την κίνηση μεταξύ αντικειμένων και παρατηρητή. Οι ασυνέχειες στην οπτική ροή μπορούν να βοηθήσουν στον χωρισμό των εικόνων σε περιοχές που αναφέρονται στα ξεχωριστά αντικείμενα.

Η οπτική ροή δεν μπορεί να υπολογιστεί για ένα σημείο μιας εικόνας ξεχωριστά από τα γειτονικά pixel, χωρίς επιπρόσθετους περιορισμούς, επειδή το πεδίο της ταχύτητας για κάθε σημείο έχει δυο συστατικά ενώ η αλλαγή στις τιμές φωτεινότητας για κάθε pixel στην επιφάνεια της εικόνας λόγω κίνησης έχει μόνο ένα περιορισμό.

5.2.2 Σχέση οπτικής ροής και ταχύτητας των αντικειμένων

Η σχέση μεταξύ τις οπτικής ροής και των ταχυτήτων των αντικειμένων στον τρισδιάστατο κόσμο δεν είναι εμφανής. Αντιλαμβανόμαστε την κίνηση όταν μια εικόνα που αλλάζει προβάλλεται σε μια σταθερή οθόνη. Αντίστροφα, ένα κινούμενο αντικείμενο μπορεί να είναι η αιτία για μια σταθερό μοτίβο φωτεινότητας.

Προς αποφυγή μεταβολών στην φωτεινότητα λόγω μεταβολών σκίασης, αρχικά τέθηκε η υπόθεση ότι η επιφάνεια είναι επίπεδη και η φωτεινότητα που προκύπτει είναι ομογενής σε όλη την επιφάνεια. Η φωτεινότητα σε ένα σημείο, είναι ανάλογη της αντανάκλασης της επιφάνειας στο σχετικό σημείο του αντικειμένου. Επίσης, υπάρχει η υπόθεση ότι αρχικά, η ανάκλαση διαφέρει ομαλά και δεν έχει χωρικές ασυνέχειες. Ο τελευταίος περιορισμός, μας διασφαλίζει ότι η φωτεινότητα της εικόνας δεν είναι σταθερή.

5.2.3 Περιορισμοί-Εξίσωση οπτικής ροής Horn and Schunck [1]

Η εξίσωση που θα προκύψει, σχετίζει την αλλαγή της φωτεινότητας σε μια εικόνα για ένα σημείο και την κίνησης του μοτίβου φωτεινότητας. Έστω, η φωτεινότητα σε ένα σημείο (x,y) μιας εικόνας στον χρόνο t , να δίνεται από την έκφραση $E(x,y,t)$

Έστω ότι το σχέδιο κινείται. Η φωτεινότητα σε ένα σημείο είναι σταθερή, άρα έχουμε $(dE / dt) = 0$. Άρα προκύπτει ότι $(\partial E / \partial t)(\partial x / \partial t) + (\partial E / \partial y)(\partial y / \partial t) + (\partial E / \partial t) = 0$. [1]

Αν θεωρήσουμε ότι $u = (dx / dt)$ και $v = (dy / dt)$ τότε προκύπτει : $E_x u + E_y v + E_t = 0$.

Όπου τα E σχετικά με το x, y και t αναφέρονται στα μερικά ολοκληρώματα της φωτεινότητας της εικόνας σχετικά με τα x, y, t αντίστοιχα. Ο **περιορισμός για την τοπική ροή** εκφράζεται ως εξής: $(E_x, E_y) \cdot (u, v) = -E_t$

5.2.4 Περιορισμός εξομάλυνσης

Αν κάθε σημείο του σχεδίου φωτεινότητας μπορεί να κινείται ανεξάρτητα, τότε υπάρχει μικρή πιθανότητα να υπολογιστούν οι ταχύτητες. Συνήθως μελετούμε αδιαφανή αντικείμενα πεπερασμένου μεγέθους που κάνουν σταθερή κίνηση ή παραμόρφωση. Σε αυτή την περίπτωση γειτονικών σημείων σε αντικείμενα με παρόμοιες ταχύτητες και το πεδίο της ταχύτητας των μοτίβων φωτεινότητας στην εικόνα διαφέρει ομαλά σχεδόν παντού. Ασυνέχειες στην ροή μπορούν να αναμένονται όπου ένα αντικείμενο παρεμποδίζει ένα άλλο. Ένας αλγόριθμος βασισμένος σε περιορισμό εξομάλυνσης, αναμένεται να έχει δυσκολίες στις άκριες.

Ένας επιπρόσθετος περιορισμός που ονομάζεται **περιορισμός εξομάλυνσης** για το πρόβλημα αυτό, είναι να περιοριστεί το τετράγωνο του μεγέθους του ανύσματος της οπτικής ροής.

$$\text{Δηλαδή } (\partial^2 u / \partial x^2) + (\partial^2 u / \partial y^2) \text{ και } (\partial^2 v / \partial x^2) + (\partial^2 v / \partial y^2) \quad [1]$$

5.2.5 Κβαντοποίηση και Θόρυβος

Έστω η φωτεινότητα $E_{i,j,k}$ στην διασταύρωση της i σειράς, j στήλης και k εικόνας. Στην ιδανική περίπτωση κάθε μέτρηση θα έπρεπε να ήταν ένας μέσος όρος γύρω από την περιοχή ενός κελιού του pixel και κατά μήκος του διαστήματος του χρόνου.

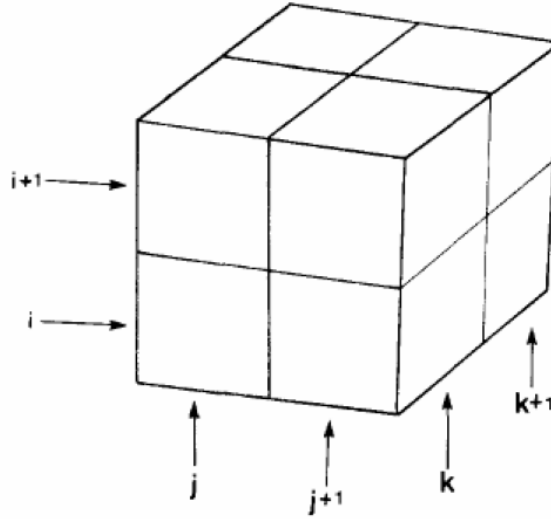
Οι υπολογισμοί των E_x, E_y, E_t , πρέπει να αναφέρονται στο ίδιο σημείο την ίδια χρονική στιγμή. Ο υπολογισμός του αλγορίθμου των Horn και Schunck [1] γίνεται για ένα σημείο στο κέντρο ενός κύβου διαμορφωμένου από οκτώ μετρήσεις. Η σχέση στο χρόνο και χώρο μεταξύ των μετρήσεων φαίνεται στην Εικόνα 5.4.

Κάθε ένας υπολογισμός είναι ο μέσος όρος από τέσσερις διαφορές από γειτονικές μετρήσεις στον κύβο:

$$E_x \approx 1/4 \{ E_{i,j+1,k} - E_{i,j,k} + E_{i+1,j,k} + E_{i,j+1,k+1} - E_{i,j,k+1} + E_{i+1,j+1,k+1} - E_{i+1,j,k+1} \},$$

$$E_y \approx 1/4 \{ E_{i+1,j,k} - E_{i,j,k} + E_{i,j+1,k} + E_{i+1,j,k} - E_{i,j,k+1} + E_{i+1,j+1,k+1} - E_{i,j+1,k+1} \},$$

$$E_t \approx 1/4 \{ E_{i,j,k+1} - E_{i,j,k} + E_{i+1,j,k} + E_{i,j+1,k+1} - E_{i,j+1,k} + E_{i+1,j+1,k+1} - E_{i+1,j+1,k} \} \quad [1]$$



Εικόνα 5.4 - Οι τρεις μερικές παράγωγοι των φωτεινοτήτων. Το j αντιπροσωπεύει την κατεύθυνση του x, το i το y και το k τον χρόνο

5.2.6 Υπολογισμός τιμών Laplace για τα τις ταχύτητες ροής

Για να προσεγγίσουμε τις τιμές Laplace για τα u,v ακολουθούμε την πιο κάτω μορφή:

$$\nabla^2 u \approx k(u_{i,j,k} - u_{i,k,k}) \quad \text{και} \quad \nabla^2 v \approx k(v_{i,j,k} - v_{i,k,k}) \quad [1]$$

Όπου οι τοπικοί μέσοι όροι u v και ορίζονται ως ακολούθως:

$$u_{i,j,k} = 1/6 \{ u_{i-1,j,k} + u_{i,j+1,k} + u_{i,j-1,k} \} + 1/12 \{ u_{i-1,j-1,k} + u_{i-1,j+1,k} + u_{i+1,j+1,k} + u_{i+1,j-1,k} \}$$

και

$$v_{i,j,k} = 1/6 \{ v_{i-1,j,k} + v_{i,j+1,k} + v_{i,j-1,k} \} + 1/12 \{ v_{i-1,j-1,k} + v_{i-1,j+1,k} + v_{i+1,j+1,k} + v_{i+1,j-1,k} \}$$

Η ανάθεση των βαρών των γειτονικών pixel φαίνεται στην Εικόνα 5.5 πιο κάτω.

1/12	1/6	1/12
1/6	-1	1/6
1/12	1/6	1/12

Εικόνα 5.5 - Οι τιμές Laplace, υπολογίζονται με τη αφαίρεση της τιμής σε ένα pixel από ένα ζυγισμένο μέσο όρο τιμών στα γειτονικά pixel.

5.2.7 Περιορισμός λάθους

Για την ελαχιστοποίηση του λάθους στην εξίσωση για την αλλαγή της φωτεινότητας της εικόνας έχουμε :

$$E_b = E_x u + E_y u + E_t \quad [1]$$

και το μέτρο της απώλειας από την εξομάλυνση στην ροή της ταχύτητας :

$$E_c^2 = (\partial u / \partial x)^2 + (\partial u / \partial y)^2 + (\partial v / \partial x)^2 + (\partial v / \partial y)^2 \quad [1]$$

Πρακτικά υπάρχει θόρυβος στις μετρήσεις φωτεινότητας κατά τον κβαντισμό. Πρέπει να ορίσουμε το βάρος για το μέγεθος του λάθους το ποιο είναι ανάλογο του θορύβου.

Ο παράγοντας λάθους ορίζεται ως «α»².

Το ολικό λάθος δίνεται από την εξίσωση : $E^2 = \iint (a^2 E_c^2 + E_b^2) dx dy$

Η ελαχιστοποίηση γίνεται όταν βρούμε κατάλληλες τιμές για την ταχύτητα της οπτικής ροής (u,v).

$$E_x^2 u + E_x E_y v = a^2 \nabla^2 u - E_x E_t \quad \text{και} \quad E_y^2 v + E_x E_y u = a^2 \nabla^2 v - E_x E_t \quad [1]$$

Χρησιμοποιώντας την προσέγγιση Laplace προκύπτει ότι :

$$(a^2 + E_x^2)u + E_x E_y v = (a^2 u - E_x E_t) \quad \text{και} \quad (a^2 + E_y^2)v + E_x E_y u = (a^2 v - E_y E_t) \quad [1]$$

Η ορίζουσα του πίνακα συντελεστών είναι : $a^2 (a^2 + E_x^2 + E_y^2) \quad [1]$

Λύοντας ως προς u και v έχω :

$$(a^2 + E_x^2 + E_y^2)u = (a^2 + E_y^2)u + E_x E_y v - E_x E_t \quad \text{και} \\ (a^2 + E_x^2 + E_y^2)v = -E_x E_y u + (a^2 + E_x^2)v - E_x E_t \quad [1]$$

Κεφάλαιο 6

Υλοποίηση Συστήματος

6.1	Εισαγωγή.....	33
6.2	Περιγραφή λειτουργίας συστήματος.....	34
6.2.1	Επιλογή video.....	34-35
6.2.2	Σπάσιμο video σε frames.....	35
6.2.3	Επιλογή frame(s)	35-36
6.2.4	Εκτέλεση αλγορίθμου Horn and Schunck.....	36-37
6.2.5	Εκτέλεση αλγορίθμου μετατροπής grayscale εικόνας σε έγχρωμη.....	37-38
6.2.6	Σχόλια.....	38
6.2.7	Εγχειρίδιο χρήσης συστήματος.....	38

6.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται λεπτομερής περιγραφή του τρόπου λειτουργίας του συστήματος και του κώδικα που βρίσκεται πίσω από το σύστημα.

Το σύστημα και βασικά το interface του συστήματος είναι υλοποιημένο σε Visual Basic. Μέσα από το σύστημα αυτό τρέχουν κώδικές που είναι υλοποιημένοι σε γλώσσα προγραμματισμού Visual Basic αλλά και κώδικες υλοποιημένοι σε Matlab και C. Για τους κώδικες που είναι υλοποιημένοι σε Matlab έχουν δημιουργηθεί εκτελέσιμα αρχεία και μέσω αυτών γίνεται η εκτέλεσή τους στην Visual Basic.

6.2 Περιγραφή λειτουργίας συστήματος

Η λειτουργία του συστήματος χωρίζεται σε πέντε βασικά βήματα τα οποία είναι:

1. Επιλογή video
2. Σπάσιμο video σε frames
3. Επιλογή frame(s)
4. Εκτέλεση αλγορίθμου Horn and Schunck [1]
5. Εκτέλεση αλγορίθμου μετατροπής grayscale εικόνας σε έγχρωμη

Για την ορθή εκτέλεση του προγράμματος τα πιο πάνω βήματα από το 1 έως το 3 είναι απαραίτητο να εκτελεστούν με την σειρά που αναφέρονται. Ακολούθως πρέπει να εκτελεστεί ένα από τα βήματα 4 ή 5 ή και τα δύο με οποιανδήποτε σειρά επιλέξει ο χρήστης.

Το σύστημα έχει ακόμη δυο λειτουργίες οι οποίες μπορούν να εκτελεστούν οποιανδήποτε στιγμή. Αυτές οι λειτουργίες είναι:

1. Σχόλια
2. Εγχειρίδιο χρήσης συστήματος

Πιο κάτω αναφέρω αναλυτικά την λειτουργία του κάθε βήματος.

6.2.1 Επιλογή video

Το πρώτο βήμα που πρέπει να κάνει ο χρήστης είναι η επιλογή του video πάνω στο οποίο θα γίνει η επεξεργασία. Ο χρήστης επιλέγει το κουμπί **Browse for video** και από το νέο παράθυρο που ανοίγει επιλέγει το αρχικό video που θέλει και το οποίο είναι αποθηκευμένο στον σκληρό δίσκο του υπολογιστή. Το video που ο χρήστης έχει επιλέξει παρουσιάζεται με την βοήθεια του media player στο interface του συστήματος. Ακολούθως ο χρήστης επιλέγει το αρχικό και τελικό χρονικό σημείο, έτσι ώστε να πάρει

ένα μέρος του video που επέλεξε προηγουμένως, με τα κουμπιά **Video Start Point** και **Video End Point**.

Με την επιλογή του κουμπιού **Copy selected video** το επιλεγμένο από τον χρήστη κομμάτι του video αντιγράφεται στο folder όπου βρίσκεται το αρχικό video.

6.2.2 Σπάσιμο video σε frames

Στο δεύτερο βήμα ο χρήστης επιλέγει το κουμπί **Extract Frames**. Με το πάτημα του κουμπιού αυτού γίνεται κλήση κώδικα ο οποίος είναι υλοποιημένος σε γλώσσα προγραμματισμού Matlab και ο σκοπός του είναι το σπάσιμο του επιλεγμένου video σε frames.

Για να γίνει η εκτέλεση του κώδικα αυτού σε Matlab απαιτείται μεγαλύτερος υπολογιστικός χρόνος από τον υπολογιστικό χρόνο που χρειαζόταν ο κώδικας που είχα αρχικά και ήταν υλοποιημένος σε Visual Basic. Συγκεκριμένα ο αλγόριθμος σε Matlab απαιτεί χρόνο εκτέλεσης ανάλογα με το μέγεθος του επιλεγμένου video αλλά συνήθως χρειάζεται περίπου 30 δευτερόλεπτα

6.2.3 Επιλογή frame(s)

Ο χρήστης στο βήμα αυτό έχει δυο επιλογές. Μπορεί να επιλέξει κεντρικό frame πάνω στο οποίο θα εκτελεστεί ο αλγόριθμος Horn and Schunck [1] ή να επιλέξει αρχικό και τελικό frame για να γίνει σύγκριση μεταξύ των δυο αυτών frames.

Με την επιλογή του κουμπιού **Browse for central frame** ανοίγει νέο παράθυρο από το οποίο ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το κεντρικό frame που θέλει.

Με την επιλογή των κουμπιών **Browse for start frame** και **Browse for end frame** ανοίγει νέο παράθυρο από το οποίο ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το αρχικό και το τελικό frame που θέλει.

Τα frames που ο χρήστης μπορεί να επιλέξει βρίσκονται στο folder `tiff_ImagesOf(video, start time, end time)`. Ο αριθμός των frames που επιλέγει ο χρήστης εμφανίζονται στα αντίστοιχα πεδία δίπλα από το αντίστοιχο κουμπί κάθε φορά.

6.2.4 Εκτέλεση αλγορίθμου Horn and Schunck [1]

Στο βήμα αυτό ο χρήστης έχει δυο επιλογές εκτέλεσης του αλγορίθμου Horn and Schunck [1] που βασίζονται στην επιλογή frame που έκανε στο προηγούμενο βήμα.

Αν στο προηγούμενο βήμα ο χρήστης επέλεξε ένα κεντρικό frame τότε θα πρέπει σε αυτό το βήμα να επιλέξει το κουμπί **Horn's Algorithm** για να τρέξει ο αλγόριθμος Horn and Schunck [1] πάνω σε αυτό το frame. Ο αλγόριθμος σε αυτή την περίπτωση συγκρίνει τέσσερα frames πριν και τέσσερα frames μετά από το κεντρικό frame. Η σύγκριση γίνεται pixel ανά pixel και ο υπολογισμός της οπτικής ροής γίνεται με βάση τον μέσο όρο της τιμής των οχτώ pixel.

Αν στο προηγούμενο βήμα ο χρήστης επέλεξε αρχικό και τελικό frame τότε θα πρέπει σε αυτό το βήμα να επιλέξει το κουμπί **Horn's Compare Algorithm** για να τρέξει ο αλγόριθμος Horn and Schunck [1] συγκρίνοντας τα δυο αυτά frame pixel ανά pixel. Ο αλγόριθμος σε αυτή την περίπτωση συγκρίνει τα δυο αυτά frames. Η σύγκριση γίνεται pixel ανά pixel και ο υπολογισμός της οπτικής ροής γίνεται με βάση της διαφοράς της τιμής στα αντίστοιχα pixel των δυο frames.

Με το πάτημα οποιουδήποτε κουμπιού γίνεται κλήση κώδικα ο οποίος είναι υλοποιημένος σε γλώσσα προγραμματισμού Matlab και ο σκοπός του είναι ο

υπολογισμός της οπτικής ροής με διαφορετικό τρόπο ανάλογα με τις δυο περιπτώσεις που ανάφερα πιο πάνω.

Το αποτέλεσμα του αλγόριθμου Horn and Schunk [1] και στις δυο περιπτώσεις είναι αρχείο με επέκταση .ps και ο χρήστης έχει την δυνατότητα να το κάνει open ή save στον σκληρό του δίσκο.

Και στις δυο όμως περιπτώσεις για να δει ο χρήστης το αποτέλεσμα θα πρέπει να επιλέξει το κουμπί **Display Optical Flow**. Με το πάτημα του κουμπιού αυτού το αρχείο με επέκταση .ps ανοίγει σαν pdf και ο χρήστης έχει την δυνατότητα να το κάνει open ή save στον σκληρό του δίσκο.

6.2.5 Εκτέλεση αλγορίθμου μετατροπής grayscale εικόνας σε έγχρωμη

Ο χρήστης σε αυτό το βήμα μπορεί να μετατρέψει ένα grayscale frame σε έγχρωμο.

Με το πάτημα του κουμπιού **Convert To Colours Algorithm** γίνεται κλήση κώδικα ο οποίος είναι υλοποιημένος σε γλώσσα προγραμματισμού Matlab. Ο κώδικας αυτός παίρνει σαν είσοδο ένα frame που βασικά είναι μια grayscale εικόνα της πλάκας και έχει σαν έξοδο μια νέα εικόνα όπου είναι χρωματισμένη βάση της τιμής (0-255) του κάθε pixel του αρχικού frame.

Το χρώμα που θα πάρει το κάθε pixel στην νέα εικόνα είναι ανάλογο της τιμής του κάθε pixel όπως φαίνεται στον Πίνακα 6.1.

Τιμή pixel	Χρώμα
0-24	Μαύρο
25-49	Μπλε
50-74	Πράσινο
75-99	Κίτρινο
100-124	Πορτοκαλί
125-255	Κόκκινο

Πίνακας 6.1 – Αντιστοίχιση τιμής του pixel και χρώματος

6.2.6 Σχόλια

Ο χρήστης μπορεί να γράψει οποιαδήποτε σχόλια στο πεδίο **Comments** και με την επιλογή του κουμπιού **Save Comments** τα σχόλια θα σωθούν σε αρχείο. Αυτό μπορεί να γίνει οποιαδήποτε στιγμή επιλέξει ο χρήστης.

6.2.7 Εγχειρίδιο χρήσης συστήματος

Ο χρήστης μπορεί να δει οποιαδήποτε στιγμή το εγχειρίδιο χρήσης του συστήματος που ανοίγει σε αρχείο pdf επιλέγοντας το κουμπί **Help**.

Κεφάλαιο 7

Αποτελέσματα και Συζήτηση

7.1	Εισαγωγή.....	39-40
7.2	Δοκιμές με τεχνητά δεδομένα.....	40
7.2.1	Δοκιμή σε ακολουθία από εικόνες κινούμενου δένδρου.....	40-43
7.2.2	Δοκιμή σε ακολουθία από εικόνες κινούμενης καρωτιδικής πλάκας..	44-63
7.3	Δοκιμές σε πραγματικά video.....	64
7.3.1	Δοκιμή με video cardiac4_0004.avi.....	64-83
7.3.2	Δοκιμή με video cardiac6_0001.avi.....	83-101
7.3.3	Δοκιμή με video cardiac9_006.avi.....	101-116
7.4	Συμπεράσματα.....	117

7.1 Εισαγωγή

Για την υλοποίηση του προγράμματος χρησιμοποίησα τον αλγόριθμο Horn and Schunck τροποποιημένο έτσι ώστε να παίρνει float τιμές σαν είσοδο.

Ο αλγόριθμος αρχικά έπαιρνε σαν είσοδο ένα κεντρικό frame και ο υπολογισμός της οπτικής ροής προέκυπτε από την σύγκριση των τεσσάρων frames πριν και των τεσσάρων frames μετά το κεντρικό frame. Ακολούθως ο αλγόριθμος τροποποιήθηκε έτσι ώστε να έχει την δυνατότητα να παίρνει και σαν είσοδο δύο frames και ο υπολογισμός της οπτικής ροής να προκύπτει από την σύγκριση των δύο αυτών frames.

Πιο κάτω παρουσιάζω τον τρόπο λειτουργίας του αλγορίθμου Horn and Schunck [1], δοκιμές σε τεχνητά δεδομένα καθώς και δοκιμές σε πραγματικά video.

7.2 Δοκιμές με τεχνητά δεδομένα

Έχουμε κάνει μια σειρά από δοκιμές του αλγορίθμου Horn and Schunck πάνω σε τεχνητά δεδομένα. Αναφερόμενος σε τεχνητά δεδομένα εννοώ μια σειρά από διαδοχικές εικόνες πάνω στις οποίες εφαρμόστηκε τεχνητή κίνηση η οποία αφορά όλα τα pixel. Σκοπός είναι να δούμε αν τα αποτελέσματα που παίρνουμε είναι τα επιθυμητά, δηλαδή αν ο υπολογισμός της οπτικής ροής με τον αλγόριθμο Horn and Schunck [1] είναι ορθός.

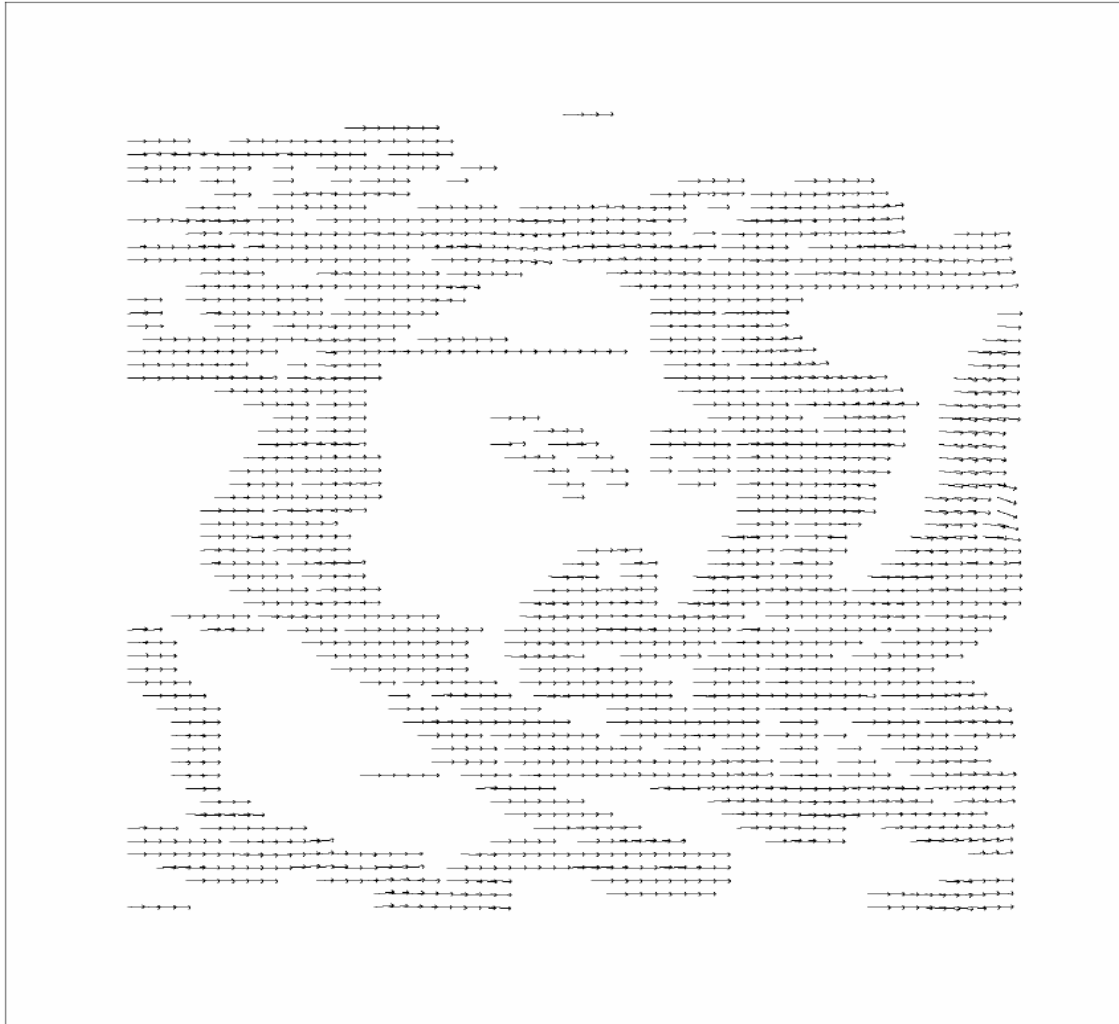
7.2.1 Δοκιμή σε ακολουθία από εικόνες κινούμενου δένδρου.

Έχουμε δώσει σαν είσοδο στον αλγόριθμο μια ακολουθία από εικόνες κινούμενου δένδρου. Το video με το κινούμενο δέντρο έχει παρθεί από κάμερα και έχουμε πάρει τις διαδοχικές εικόνες με σπάσιμο του video σε frames. Ξέρουμε ότι η κάμερα κινείται από δεξιά προς αριστερά, επομένως η φαινομενική κίνηση του δένδρου είναι από αριστερά προς δεξιά. Στην Εικόνα 7.1 παρουσιάζω την ακολουθία από εικόνες του κινούμενου δέντρου.



Εικόνα 7.1 - Ακολουθία εικόνων κινούμενου δένδρου.

Στην Εικόνα 7.2 παρουσιάζω το αποτέλεσμα (την έξοδο) που έχουμε πάρει από τον αλγόριθμο Horn and Schunck [1] στην επεξεργασία της ακολουθίας εικόνων του κινούμενου δένδρου.



Εικόνα 7.2 – Αποτέλεσμα postscript για ακολουθία εικόνων κινούμενου δένδρου.

Ακολουθώς στην Εικόνα 7.3 υπερκαλύπτουμε την εικόνα με τα διανύσματα οπτικής ροής και βλέπουμε την κίνηση των σημείων για επαλήθευση της ορθότητας του αποτελέσματος.



Εικόνα 7.3 – Υπερκάλυψη εικόνας με τα διανύσματα οπτικής ροής

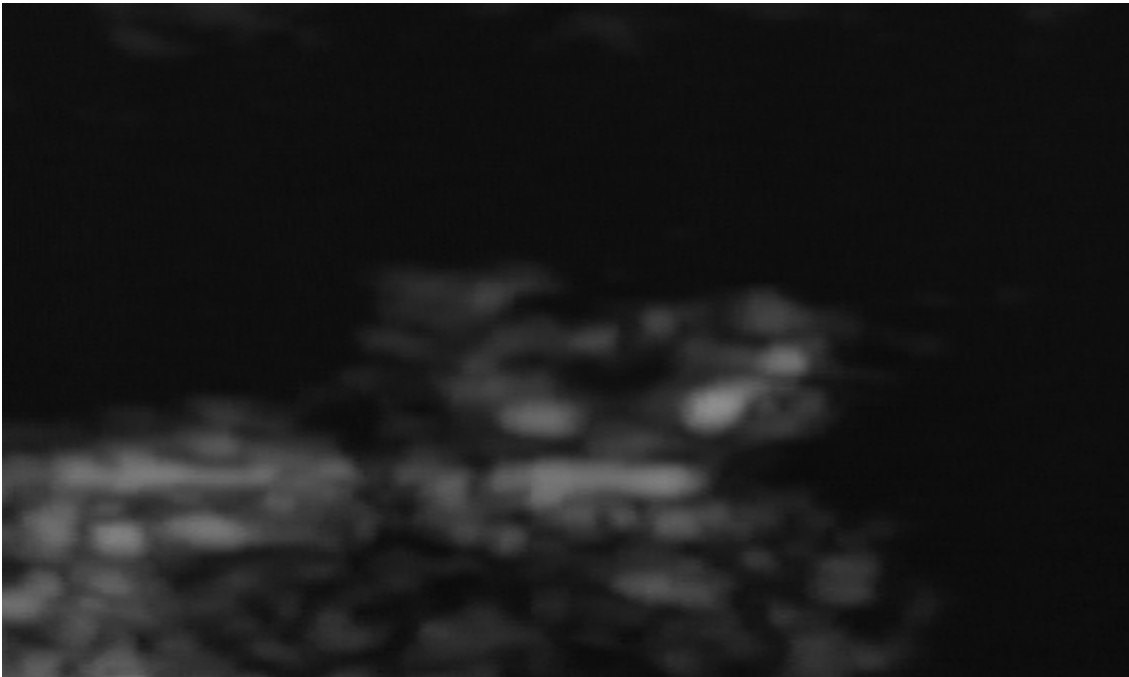
Ξέρουμε ότι η κάμερα κινείται από δεξιά προς αριστερά, επομένως η φαινομενική κίνηση του δένδρου είναι από αριστερά προς δεξιά. Βλέποντας την Εικόνα 7.3 παρατηρούμε ότι η έξοδος του αλγόριθμου επαληθεύει την κίνηση.

Άρα το συμπέρασμά είναι ότι ο αλγόριθμος λειτουργεί σωστά βγάζοντας τα επιθυμητά για εμάς αποτελέσματα.

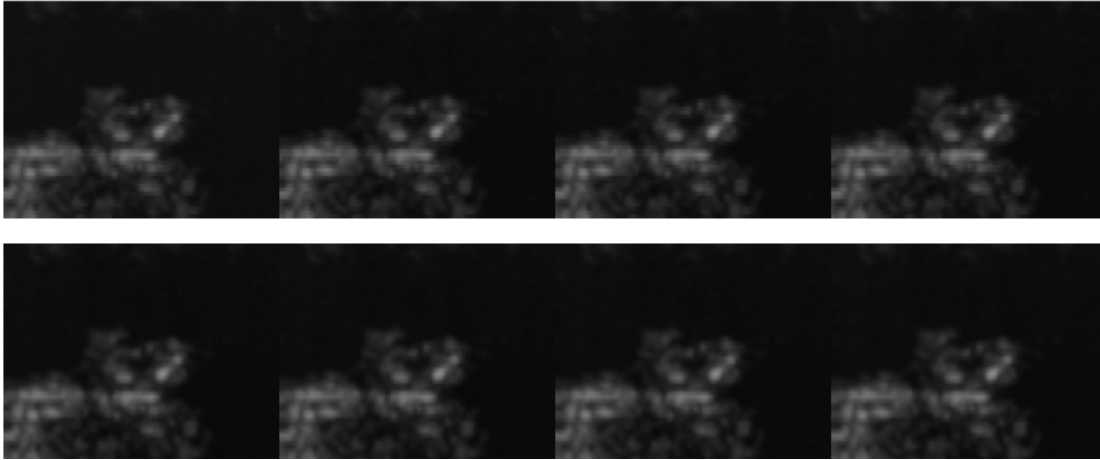
7.2.2 Δοκιμές σε ακολουθία από εικόνες κινούμενης καρωτιδικής πλάκας.

Κίνηση σε κάθε frame ενός pixel στα δεξιά

Έχουμε δώσει σαν είσοδο στον αλγόριθμο μια ακολουθία από εικόνες κινούμενης καρωτιδικής πλάκας. Ξέρουμε ότι η καρωτιδική πλάκα της Εικόνας 7.4, κινείται δεξιά κατά ένα pixel σε κάθε frame όπως φαίνεται στην Εικόνα 7.5. Η κίνηση είναι τεχνητή και αφορά όλα τα pixel.



Εικόνα 7.4 – Εικόνα καρωτιδικής πλάκας.



Εικόνα 7.5 – Ακολουθία εικόνων καρωτιδικής πλάκας με κίνηση στα δεξιά

Στον Πίνακα 7.1 μπορούμε να δούμε αριθμητικά το διάνυσμα της ταχύτητας σε κάθε pixel βάση του παραδείγματός μας (καρωτιδικής πλάκας).

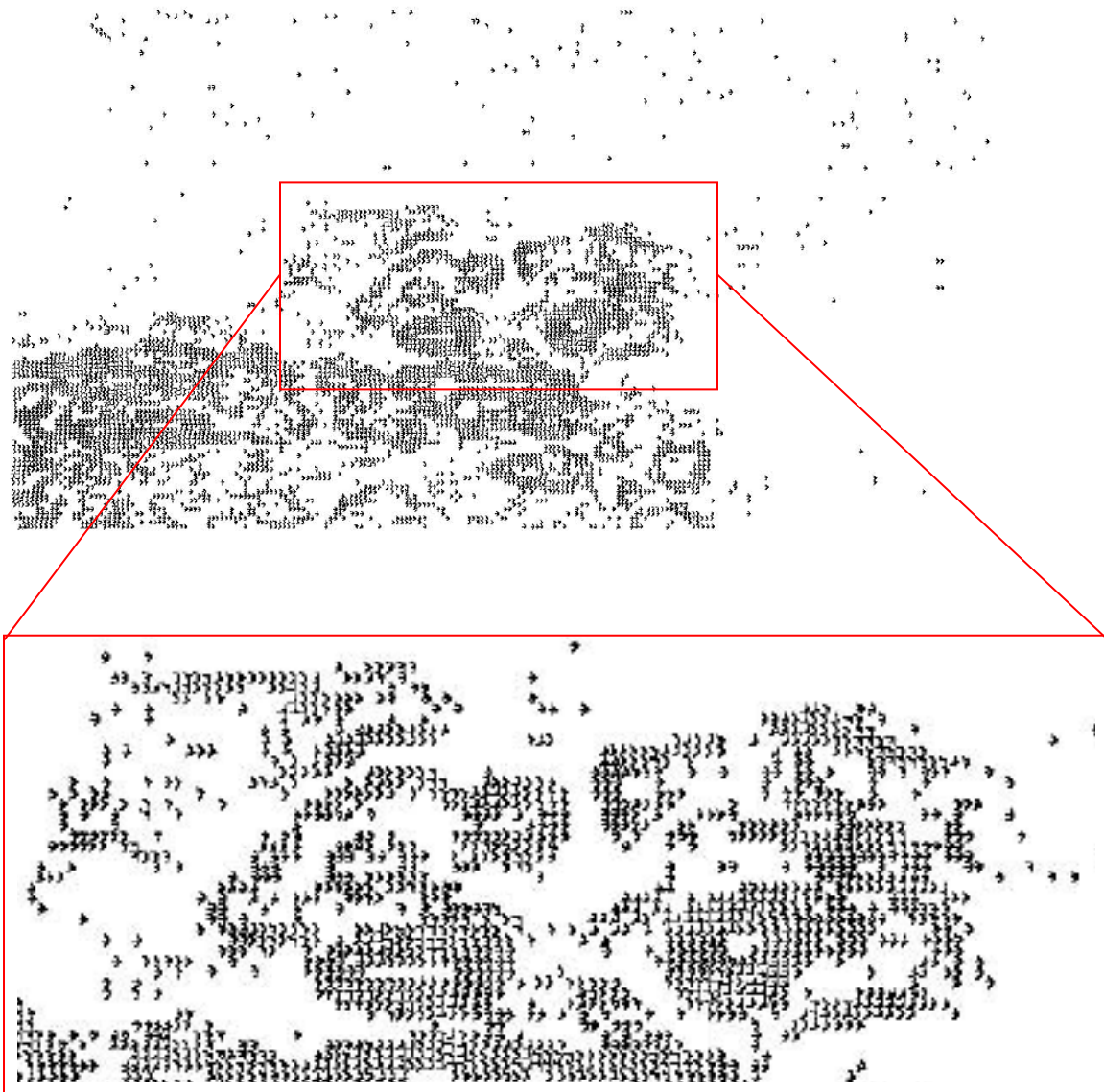
Velocities	X	Y
Velocities [8][69]	x: 0.790789	y: 0.109780
Velocities [8][71]	x: 0.654628	y: -0.217156
Velocities [8][72]	x: 0.587635	y: -0.094654
Velocities [8][83]	x: 0.349763	y: -0.057000
Velocities [8][84]	x: 0.420281	y: 0.036049
Velocities [8][87]	x: 0.809498	y: -0.088035
Velocities [8][176]	x: 0.897932	y: 0.084981
Velocities [8][184]	x: 0.849710	y: 0.142945
Velocities [8][278]	x: 0.578527	y: -0.047123
Velocities [8][279]	x: 0.555816	y: -0.073102
Velocities [8][280]	x: 0.545115	y: -0.010432
Velocities [8][281]	x: 0.574243	y: 0.003965
Velocities [8][282]	x: 0.602248	y: 0.044685
Velocities [8][323]	x: 0.967674	y: -0.022648
Velocities [8][331]	x: 0.948891	y: 0.031795

Velocities	X	Y
Velocities [8][369]	x: 0.717962	y: -0.093326
Velocities [9][44]	x: 0.906903	y: 0.094336
Velocities [9][45]	x: 0.901282	y: 0.098131
Velocities [9][72]	x: 0.633596	y: -0.263384
Velocities [9][73]	x: 0.637343	y: -0.249271
Velocities [9][74]	x: 0.554713	y: -0.044848
Velocities [9][75]	x: 0.522230	y: -0.038913
Velocities [9][80]	x: 0.354832	y: 0.187562
Velocities [9][82]	x: 0.256368	y: -0.019027
Velocities [9][83]	x: 0.285874	y: -0.000630
Velocities [9][84]	x: 0.368514	y: -0.019624
Velocities [9][85]	x: 0.497616	y: -0.132219
Velocities [9][103]	x: 0.947422	y: 0.073902
Velocities [9][121]	x: 0.901219	y: -0.081474
Velocities [9][200]	x: 0.983214	y: 0.023434
Velocities [9][209]	x: 0.993533	y: 0.008480
Velocities [10][44]	x: 0.898408	y: 0.138097
Velocities [10][53]	x: 0.703092	y: -0.184595
Velocities [10][75]	x: 0.661002	y: -0.237843
Velocities [10][76]	x: 0.643191	y: -0.215421
Velocities [10][77]	x: 0.597427	y: 0.208492
Velocities [10][79]	x: 0.364250	y: 0.043208
Velocities [10][80]	x: 0.448244	y: 0.332239
Velocities [10][85]	x: 0.606772	y: -0.278320
Velocities [10][86]	x: 0.709215	y: -0.234449
Velocities [10][102]	x: 0.840236	y: 0.150906
Velocities [10][146]	x: 0.965540	y: 0.017947
Velocities [10][150]	x: 0.944605	y: 0.054276

Πίνακας 7.1 – Αριθμητική απεικόνιση διανύσματος ταχύτητας σε κάθε pixel.

Στον Πίνακα 7.1 παρατηρούμε ότι υπάρχει οριζόντια κίνηση, με φορά δεξιά σε όλη την εικόνα όπως ήταν αναμενόμενο.

Τα διανύσματα ροής φαίνονται γραφικά στην Εικόνα 7.6. όπου γίνεται μεγέθυνση για να επικεντρωθούμε στο σημείο όπου είναι η πλάκα.

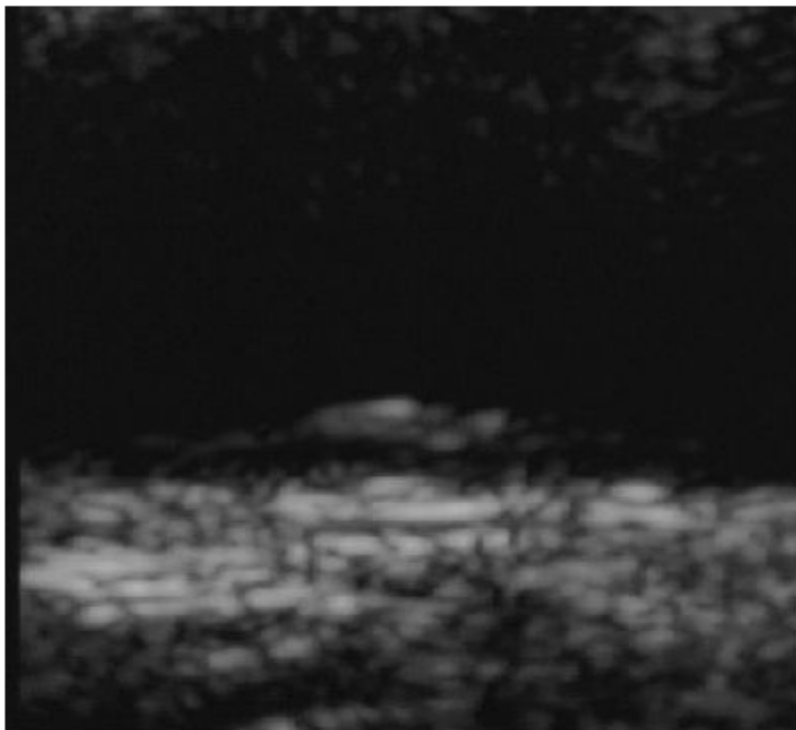


Εικόνα 7.7 – Μεγέθυνση Πλάκας. Διανύσματα ροής με κίνηση στα δεξιά.

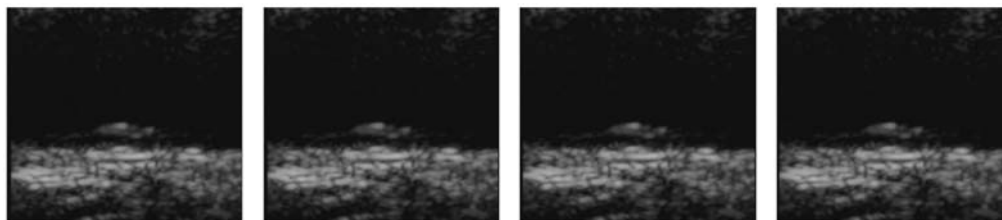
Βλέποντας την νέα εικόνα (Εικόνα 7.7) παρατηρούμε ότι τα διανύσματα ροής που επικεντρώνονται στα αντικείμενα έχουν κίνηση προς τα δεξιά πράγμα που επαληθεύει για ακόμη μια φορά την ορθότητα του αλγορίθμου.

Κίνηση σε κάθε frame ενός pixel στα αριστερά

Έχουμε δώσει σαν είσοδο στον αλγόριθμο μια ακολουθία από εικόνες κινούμενης καρωτιδικής πλάκας. Ξέρουμε ότι η καρωτιδική πλάκα της Εικόνας 7.8, κινείται αριστερά κατά ένα pixel σε κάθε frame όπως φαίνεται στην Εικόνα 7.9. Η κίνηση είναι τεχνητή και αφορά όλα τα pixel.

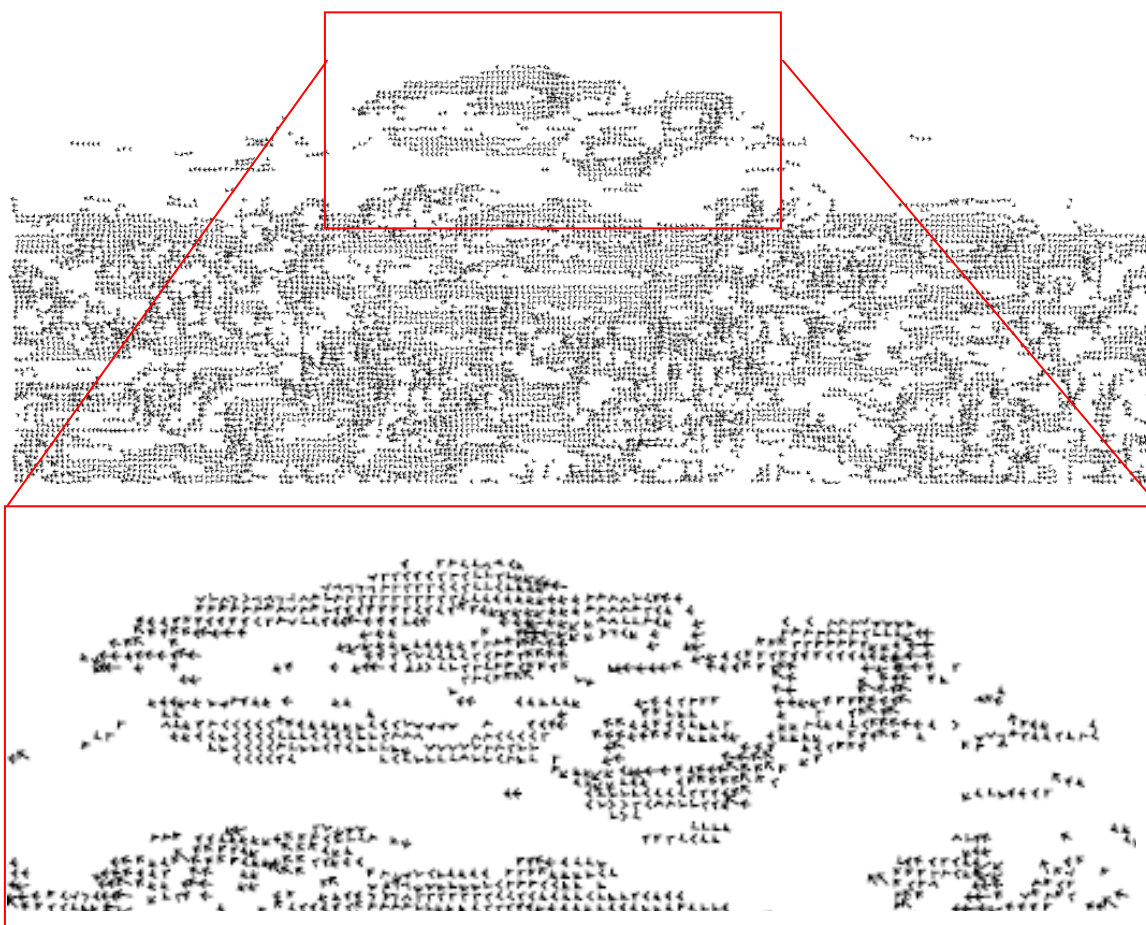


Εικόνα 7.8 – Εικόνα καρωτιδικής πλάκας.



Εικόνα 7.9 – Ακολουθία εικόνων καρωτιδικής πλάκας με κίνηση στα αριστερά

Εκτελώ τον αλγόριθμο επιλέγοντας δυο frames έτσι ώστε ο υπολογισμός της οπτικής ροής να είναι με βάση τα δύο αυτά frames. Τα διανύσματα ροής φαίνονται γραφικά στην Εικόνα 7.10. όπου γίνεται μεγέθυνση για να επικεντρωθούμε στο σημείο όπου είναι η πλάκα.

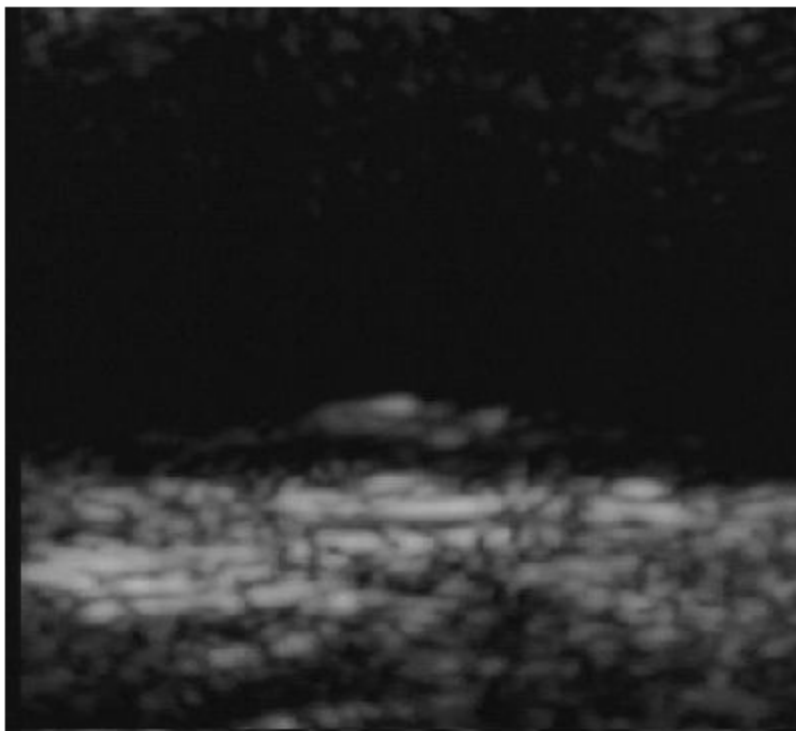


Εικόνα 7.10 – Μεγέθυνση Πλάκας. Διανύσματα ροής με κίνηση στα αριστερά.

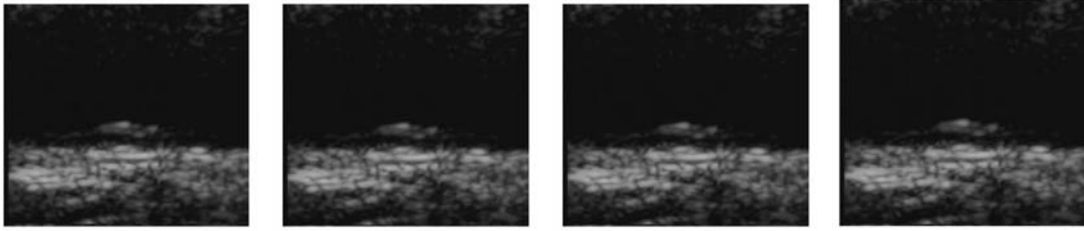
Βλέποντας την εικόνα (Εικόνα 7.10) παρατηρούμε ότι τα διανύσματα ροής που επικεντρώνονται στα αντικείμενα έχουν κίνηση προς τα αριστερά πράγμα που επαληθεύει την ορθότητα του αλγορίθμου.

Κίνηση σε κάθε frame ενός pixel προς τα πάνω

Έχουμε δώσει σαν είσοδο στον αλγόριθμο μια ακολουθία από εικόνες κινούμενης καρωτιδικής πλάκας. Ξέρουμε ότι η καρωτιδική πλάκα της Εικόνας 7.11, κινείται προς τα πάνω κατά ένα pixel σε κάθε frame όπως φαίνεται στην Εικόνα 7.12. Η κίνηση είναι τεχνητή και αφορά όλα τα pixel.

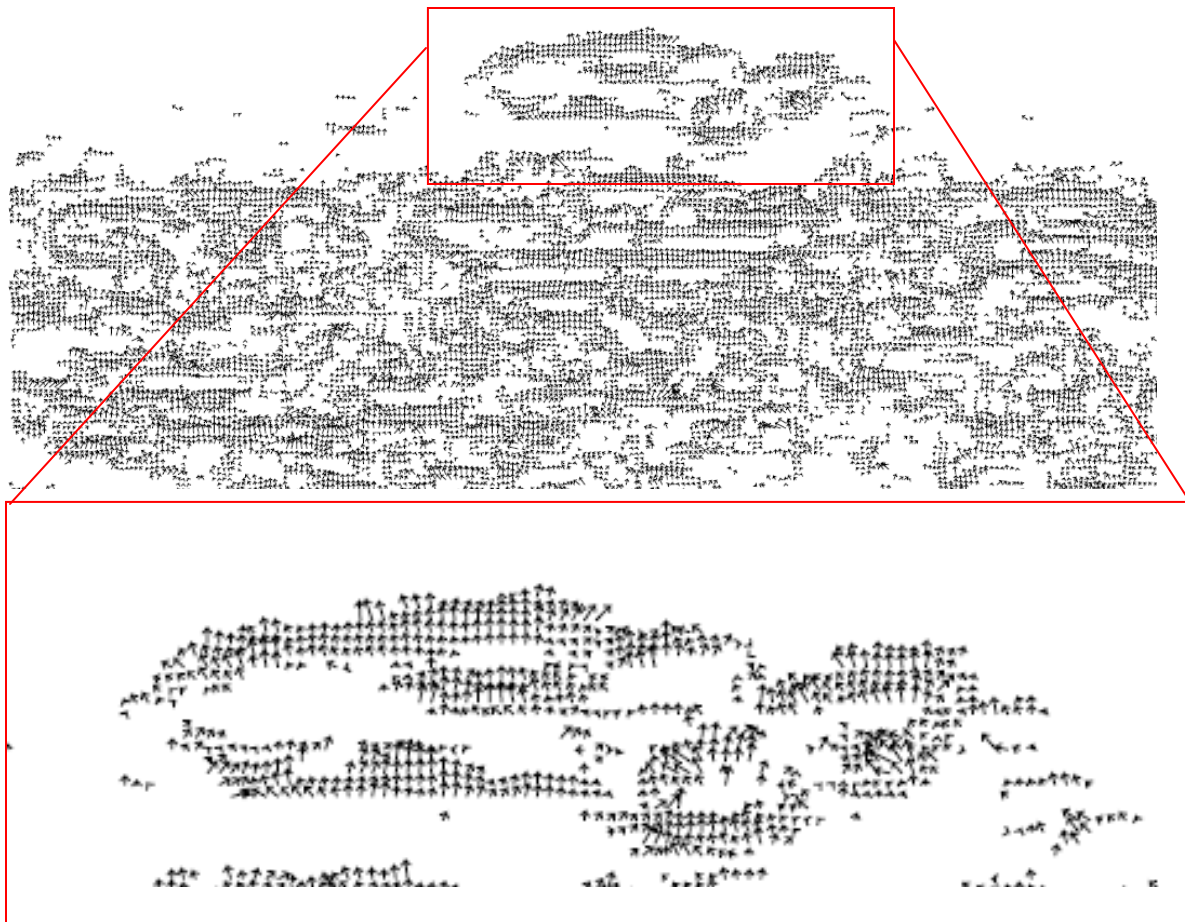


Εικόνα 7.11 – Εικόνα καρωτιδικής πλάκας.



Εικόνα 7.12 – Ακολουθία εικόνων καρωτιδικής πλάκας με κίνηση στα πάνω

Εκτελώ τον αλγόριθμο επιλέγοντας δυο frames έτσι ώστε ο υπολογισμός της οπτικής ροής να είναι με βάση τα δύο αυτά frames. Τα διανύσματα ροής φαίνονται γραφικά στην Εικόνα 7.13. όπου γίνεται μεγέθυνση για να επικεντρωθούμε στο σημείο όπου είναι η πλάκα.

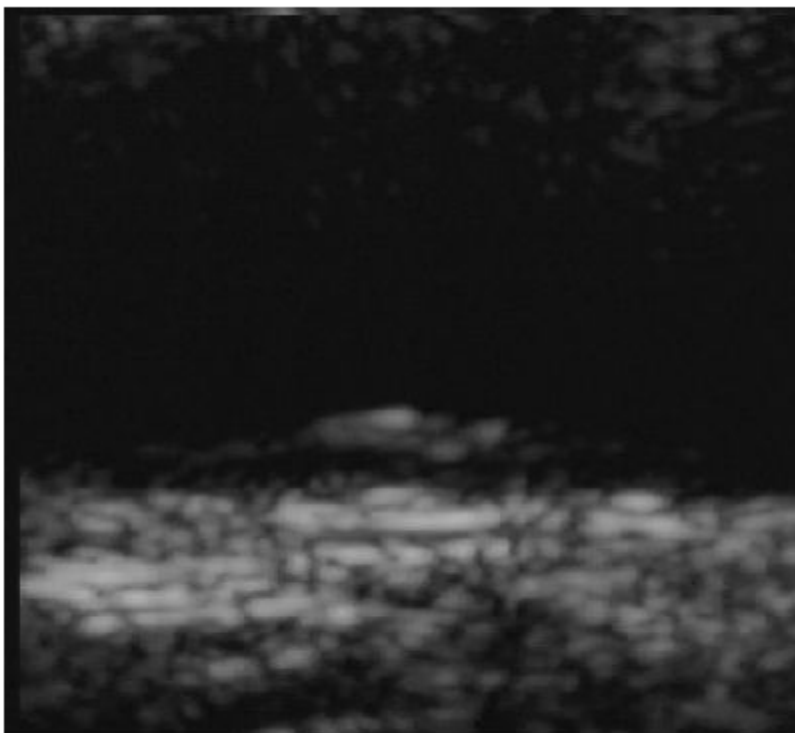


Εικόνα 7.13 – Μεγέθυνση Πλάκας. Διανύσματα ροής με κίνηση προς τα πάνω.

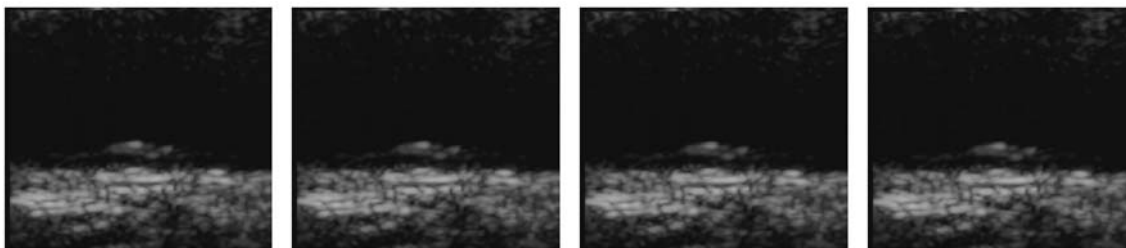
Βλέποντας την εικόνα (Εικόνα 7.13) παρατηρούμε ότι τα διανύσματα ροής που επικεντρώνονται στα αντικείμενα έχουν κίνηση προς τα πάνω πράγμα που επαληθεύει την ορθότητα του αλγορίθμου.

Κίνηση σε κάθε frame ενός pixel προς τα κάτω

Έχουμε δώσει σαν είσοδο στον αλγόριθμο μια ακολουθία από εικόνες κινούμενης καρωτιδικής πλάκας. Ξέρουμε ότι η καρωτιδική πλάκα της Εικόνας 7.14, κινείται προς τα κάτω κατά ένα pixel σε κάθε frame όπως φαίνεται στην Εικόνα 7.15. Η κίνηση είναι τεχνητή και αφορά όλα τα pixel.

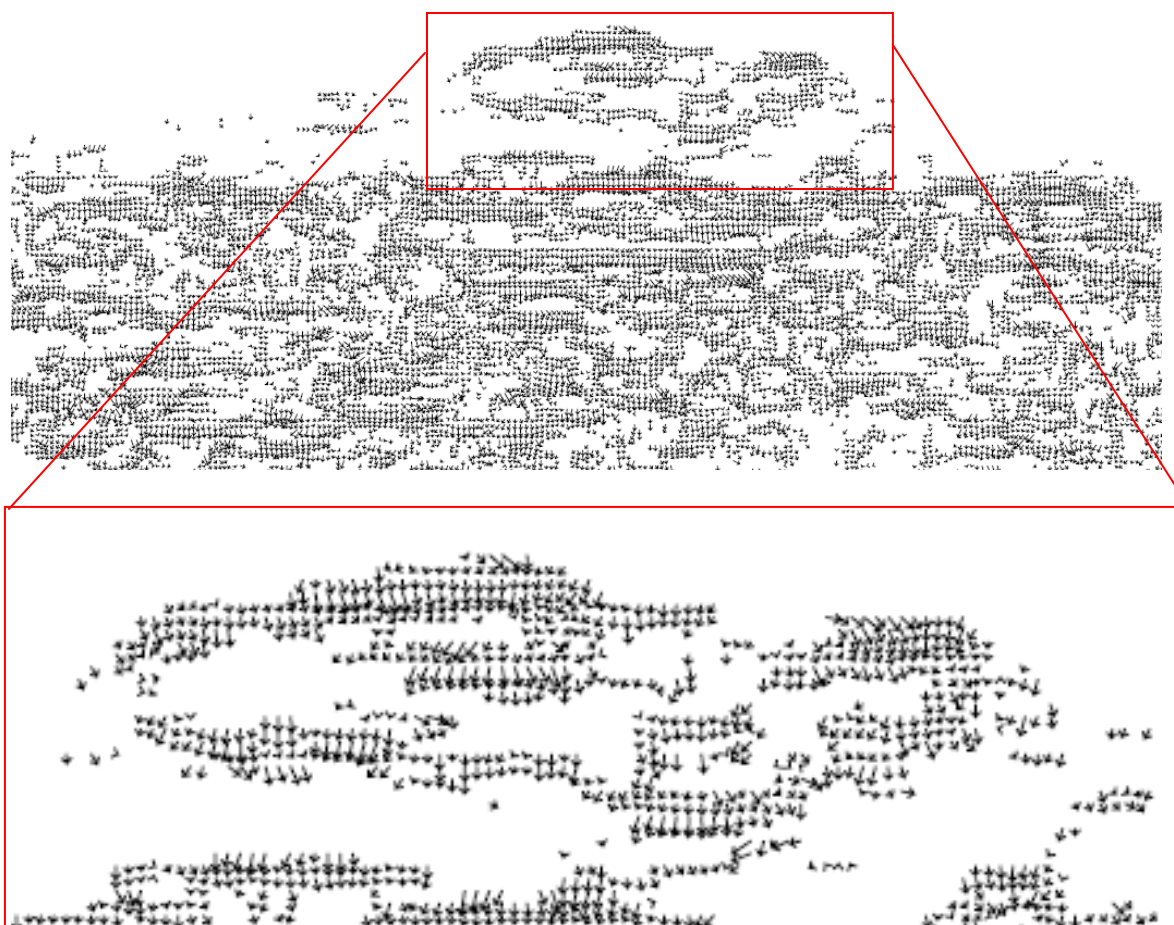


Εικόνα 7.14 – Εικόνα καρωτιδικής πλάκας.



Εικόνα 7.15 – Ακολουθία εικόνων καρωτιδικής πλάκας με κίνηση στα κάτω

Εκτελώ τον αλγόριθμο επιλέγοντας δυο frames έτσι ώστε ο υπολογισμός της οπτικής ροής να είναι με βάση τα δύο αυτά frames. Τα διανύσματα ροής φαίνονται γραφικά στην Εικόνα 7.16. όπου γίνεται μεγέθυνση για να επικεντρωθούμε στο σημείο όπου είναι η πλάκα.

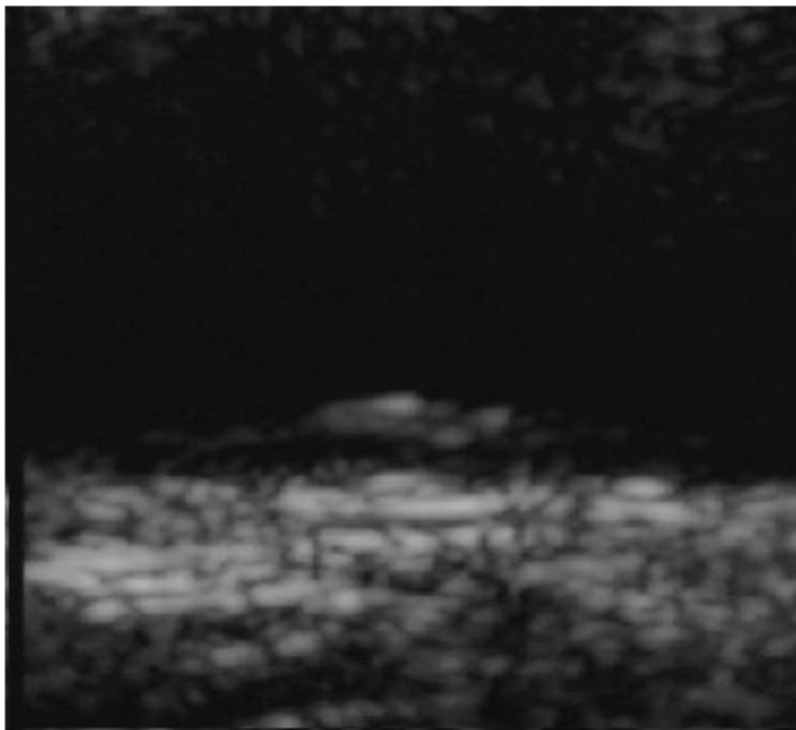


Εικόνα 7.16 – Μεγέθυνση Πλάκας. Διανύσματα ροής με κίνηση προς τα κάτω.

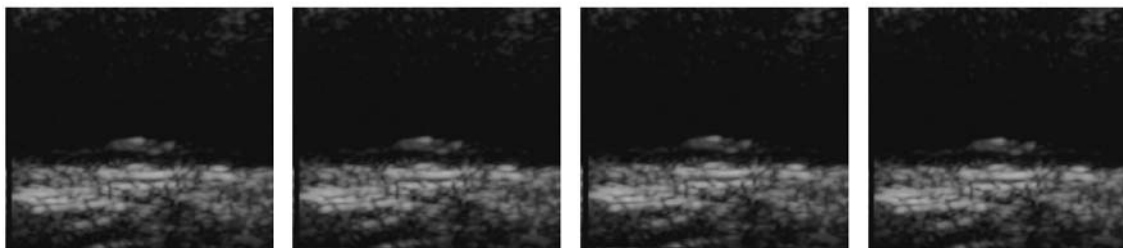
Βλέποντας νέα εικόνα (Εικόνα 7.16) παρατηρούμε ότι τα διανύσματα ροής που επικεντρώνονται στα αντικείμενα έχουν κίνηση προς τα κάτω πράγμα που επαληθεύει την ορθότητα του αλγορίθμου.

Κίνηση σε κάθε frame ενός pixel διαγώνια προς τα πάνω και δεξιά

Έχουμε δώσει σαν είσοδο στον αλγόριθμο μια ακολουθία από εικόνες κινούμενης καρωτιδικής πλάκας. Ξέρουμε ότι η καρωτιδική πλάκα της Εικόνας 7.17, κινείται διαγώνια προς τα πάνω και δεξιά κατά ένα pixel σε κάθε frame όπως φαίνεται στην Εικόνα 7.18. Η κίνηση είναι τεχνητή και αφορά όλα τα pixel.

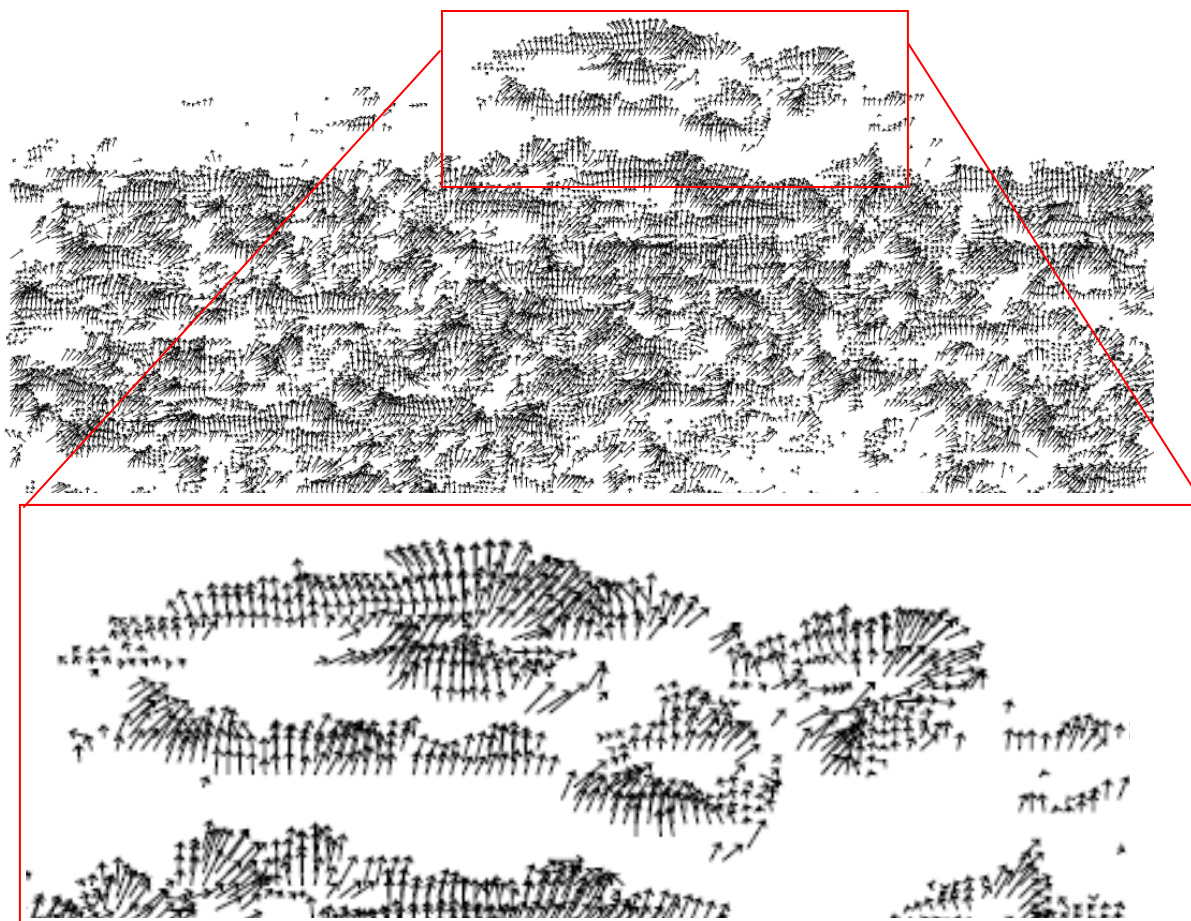


Εικόνα 7.17 – Εικόνα καρωτιδικής πλάκας.



Εικόνα 7.18 – Ακολουθία εικόνων καρωτιδικής πλάκας με κίνηση στα πάνω και δεξιά

Εκτελώ τον αλγόριθμο επιλέγοντας δυο frames έτσι ώστε ο υπολογισμός της οπτικής ροής να είναι με βάση τα δύο αυτά frames. Τα διανύσματα ροής φαίνονται γραφικά στην Εικόνα 7.19. όπου γίνεται μεγέθυνση για να επικεντρωθούμε στο σημείο όπου είναι η πλάκα.

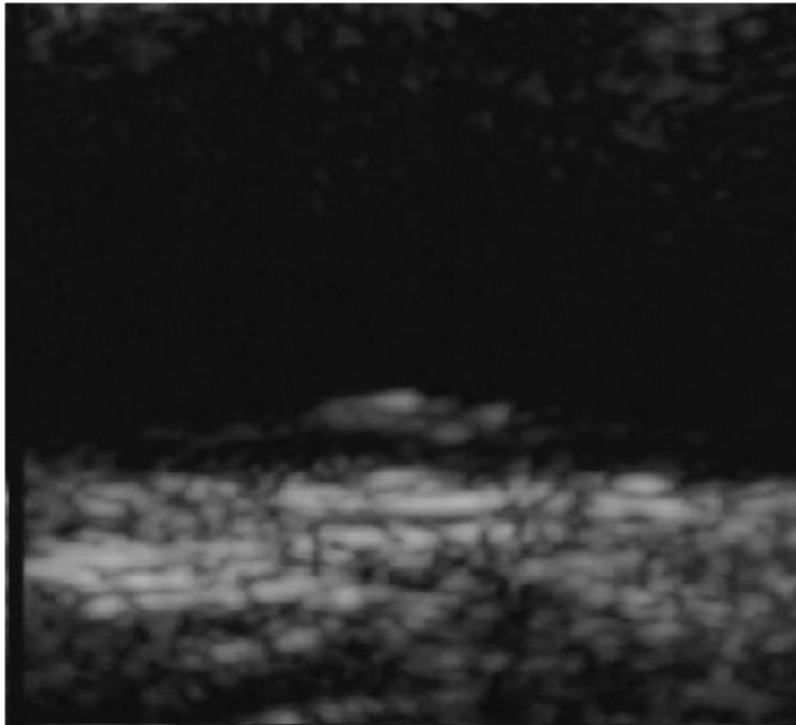


Εικόνα 7.19 – Μεγέθυνση Πλάκας. Διανύσματα ροής με κίνηση προς τα πάνω και δεξιά.

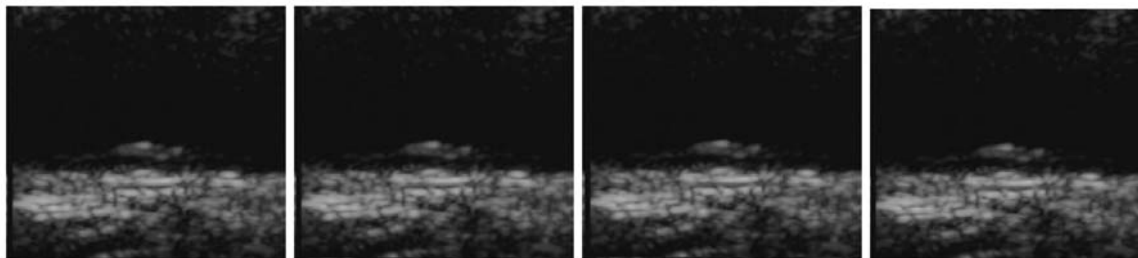
Βλέποντας την εικόνα (Εικόνα 7.19) παρατηρούμε ότι τα διανύσματα ροής που επικεντρώνονται στα αντικείμενα έχουν κίνηση προς τα πάνω και δεξιά πράγμα που επαληθεύει την ορθότητα του αλγορίθμου.

Κίνηση σε κάθε frame ενός pixel διαγώνια προς τα πάνω και αριστερά

Έχουμε δώσει σαν είσοδο στον αλγόριθμο μια ακολουθία από εικόνες κινούμενης καρωτιδικής πλάκας. Ξέρουμε ότι η καρωτιδική πλάκα της Εικόνας 7.20, κινείται διαγώνια προς τα πάνω και αριστερά κατά ένα pixel σε κάθε frame όπως φαίνεται στην Εικόνα 7.21. Η κίνηση είναι τεχνητή και αφορά όλα τα pixel.

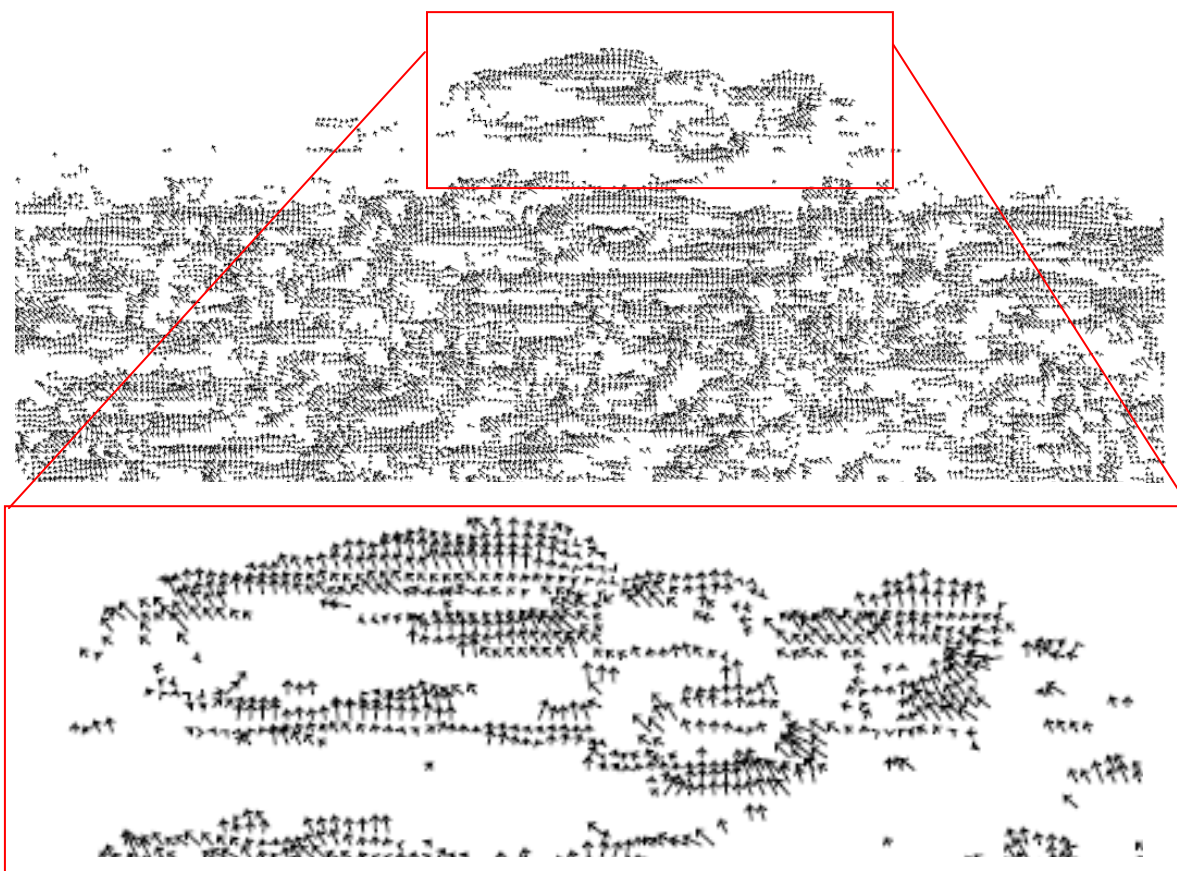


Εικόνα 7.20 – Εικόνα καρωτιδικής πλάκας.



Εικόνα 7.21 – Ακολουθία εικόνων καρωτιδικής πλάκας με κίνηση στα πάνω και αριστερά

Εκτελώ τον αλγόριθμο επιλέγοντας δυο frames έτσι ώστε ο υπολογισμός της οπτικής ροής να είναι με βάση τα δύο αυτά frames. Τα διανύσματα ροής φαίνονται γραφικά στην Εικόνα 7.22. όπου γίνεται μεγέθυνση για να επικεντρωθούμε στο σημείο όπου είναι η πλάκα.

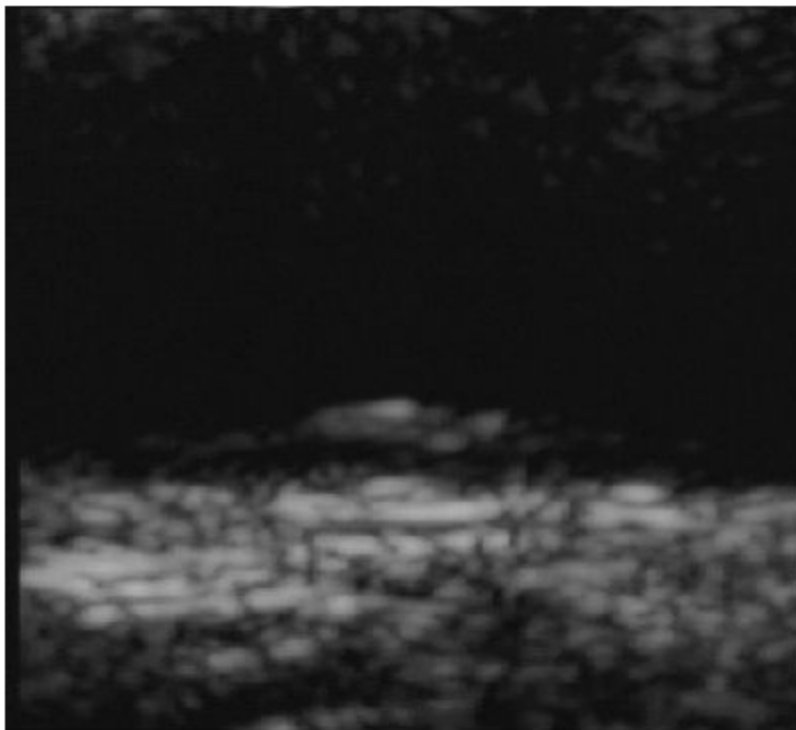


Εικόνα 7.22 – Μεγέθυνση Πλάκας. Διανύσματα ροής με κίνηση προς τα πάνω και αριστερά.

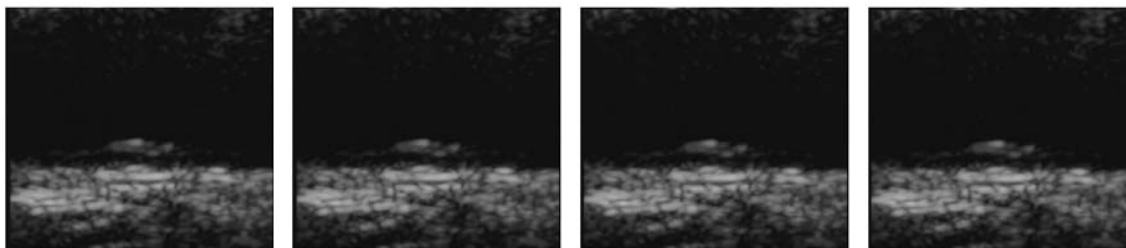
Βλέποντας την εικόνα (Εικόνα 7.22) παρατηρούμε ότι τα διανύσματα ροής που επικεντρώνονται στα αντικείμενα έχουν κίνηση προς τα πάνω και αριστερά πράγμα που επαληθεύει την ορθότητα του αλγορίθμου.

Κίνηση σε κάθε frame ενός pixel διαγώνια προς τα κάτω και αριστερά

Έχουμε δώσει σαν είσοδο στον αλγόριθμο μια ακολουθία από εικόνες κινούμενης καρωτιδικής πλάκας. Ξέρουμε ότι η καρωτιδική πλάκα της Εικόνας 7.23, κινείται διαγώνια προς τα κάτω και αριστερά κατά ένα pixel σε κάθε frame όπως φαίνεται στην Εικόνα 7.24. Η κίνηση είναι τεχνητή και αφορά όλα τα pixel.

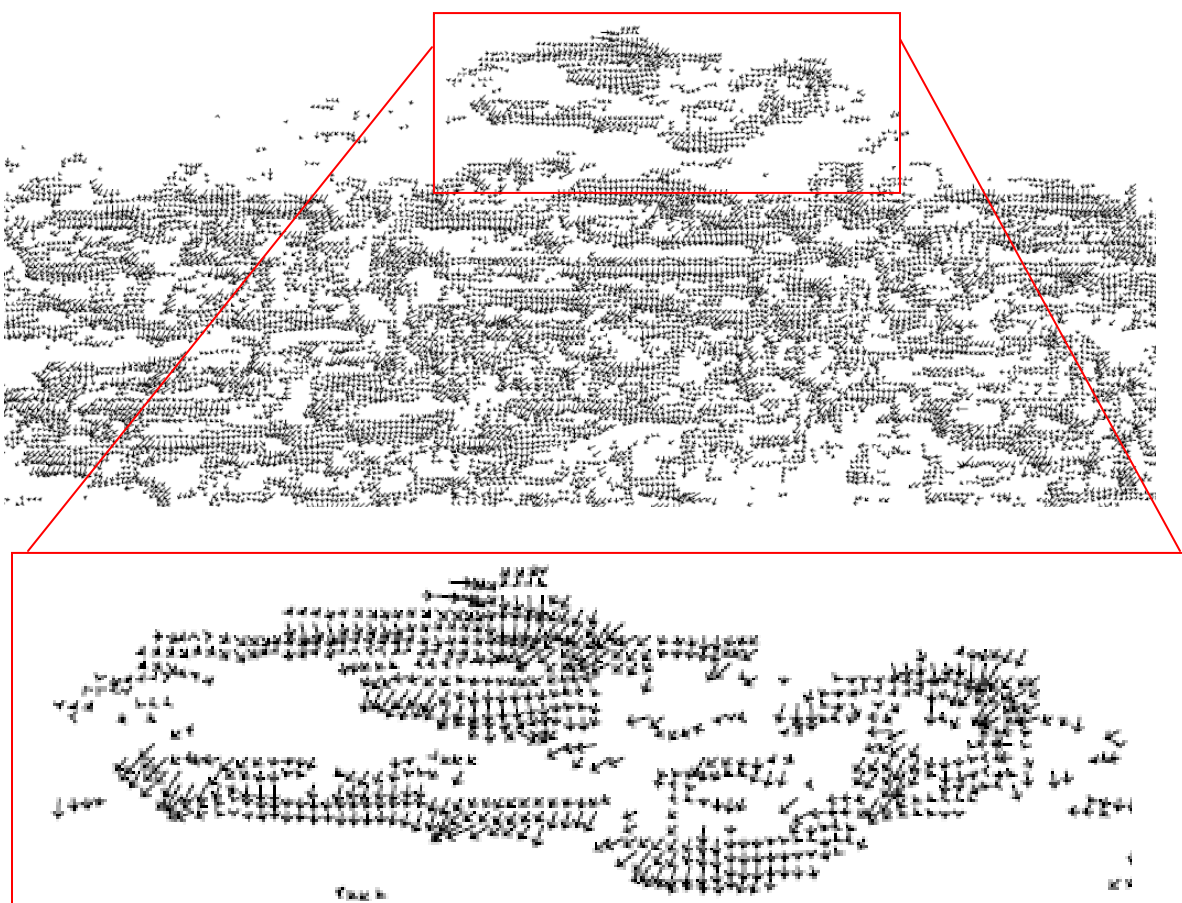


Εικόνα 7.23 – Εικόνα καρωτιδικής πλάκας.



Εικόνα 7.24 – Ακολουθία εικόνων καρωτιδικής πλάκας με κίνηση στα κάτω και αριστερά

Εκτελώ τον αλγόριθμο επιλέγοντας δυο frames έτσι ώστε ο υπολογισμός της οπτικής ροής να είναι με βάση τα δύο αυτά frames. Τα διανύσματα ροής φαίνονται γραφικά στην Εικόνα 7.25. όπου γίνεται μεγέθυνση για να επικεντρωθούμε στο σημείο όπου είναι η πλάκα.



Εικόνα 7.25 – Μεγέθυνση Πλάκας. Διανύσματα ροής με κίνηση προς τα κάτω και αριστερά.

Βλέποντας την εικόνα (Εικόνα 7.25) παρατηρούμε ότι τα διανύσματα ροής που επικεντρώνονται στα αντικείμενα έχουν κίνηση προς τα κάτω και αριστερά πράγμα που επαληθεύει την ορθότητα του αλγορίθμου.

Στον Πίνακα 7.2 μπορούμε να δούμε αριθμητικά το διάνυσμα της ταχύτητας σε κάθε pixel βάση του παραδείγματός μας (καρωτιδικής πλάκας).

Velocities	X	Y
Velocities [7][65]	x: -0.799909	y: 0.959780
Velocities [7][73]	x: -0.985841	y: 0.554456
Velocities [7][76]	x: -0.880035	y: 0.902134
Velocities [7][83]	x: -0.978163	y: 0.570900
Velocities [7][87]	x: -0.816650	y: 0.643049
Velocities [7][93]	x: -0.806698	y: 0.888039
Velocities [7][126]	x: -0.897312	y: 0.894981
Velocities [7][129]	x: -0.849990	y: 0.942945
Velocities [7][178]	x: -0.789987	y: 0.947155
Velocities [7][189]	x: -0.555816	y: 0.793102
Velocities [7][220]	x: -0.545115	y: 0.910912
Velocities [7][221]	x: -0.574243	y: 0.988265
Velocities [8][44]	x: -0.666903	y: 0.904336
Velocities [8][72]	x: -0.721596	y: 0.77184
Velocities [8][73]	x: -0.886033	y: 0.649771
Velocities [8][74]	x: -0.807312	y: 0.744878
Velocities [8][76]	x: -0.992230	y: 0.638971
Velocities [8][80]	x: -0.833432	y: 0.900062
Velocities [8][93]	x: -0.856368	y: 0.819427
Velocities [8][129]	x: -0.897606	y: 0.932219
Velocities [8][103]	x: -0.947422	y: 0.073902
Velocities [8][121]	x: -0.912919	y: 0.819474

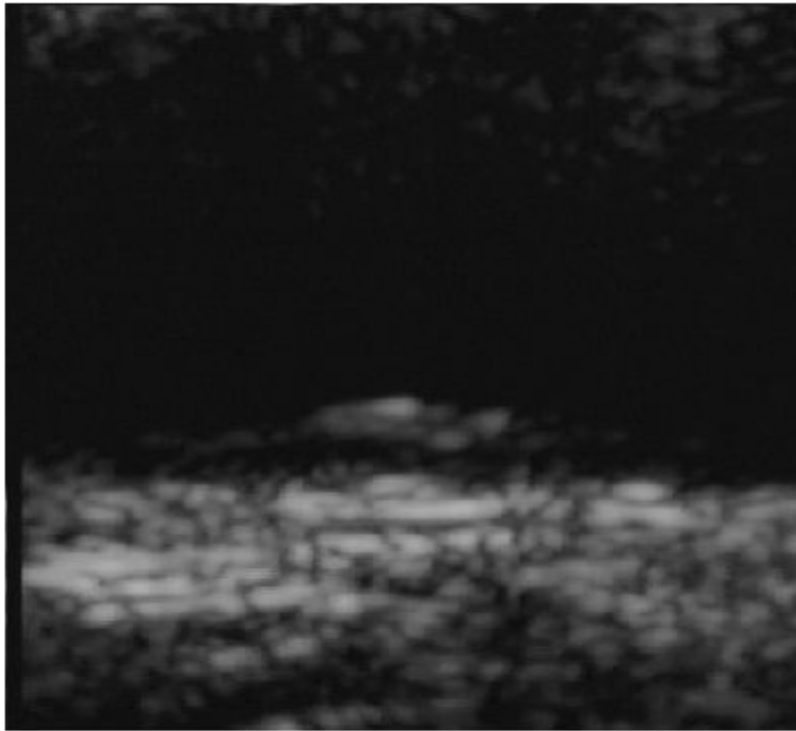
Velocities	X	Y
Velocities [8][200]	x: -0.911114	y: 0.901142
Velocities [8][209]	x: -0.988833	y: 0.799480
Velocities [9][44]	x: -0.798218	y: 0.938337
Velocities [9][53]	x: -0.703092	y: 0.875490
Velocities [9][74]	x: -0.865602	y: 0.871843
Velocities [9][75]	x: -0.801191	y: 0.6914421
Velocities [9][77]	x: -0.897337	y: 0.903312
Velocities [9][79]	x: -0.790250	y: 0.900208
Velocities [9][80]	x: -0.848287	y: 0.833429
Velocities [9][85]	x: -0.806552	y: 0.978910
Velocities [9][86]	x: -0.933215	y: 0.866449
Velocities [9][126]	x: -0.840236	y: 0.953306
Velocities [9][189]	x: -0.966712	y: 0.817947
Velocities [9][220]	x: -0.936548	y: 0.922548

Πίνακας 7.2 – Αριθμητική απεικόνιση διανύσματος ταχύτητας σε κάθε pixel.

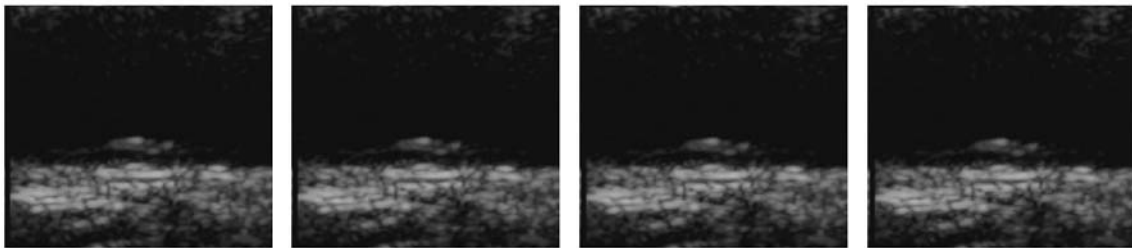
Στον Πίνακα 7.2 παρατηρούμε ότι υπάρχει διαγώνια κίνηση, με φορά αριστερά και κάτω σε όλη την εικόνα όπως ήταν αναμενόμενο.

Κίνηση σε κάθε frame ενός pixel διαγώνια προς τα κάτω και δεξιά

Έχουμε δώσει σαν είσοδο στον αλγόριθμο μια ακολουθία από εικόνες κινούμενης καρτωδικής πλάκας. Ξέρουμε ότι η καρτωδική πλάκα της Εικόνας 7.26, κινείται διαγώνια προς τα κάτω και δεξιά κατά ένα pixel σε κάθε frame όπως φαίνεται στην Εικόνα 7.27. Η κίνηση είναι τεχνητή και αφορά όλα τα pixel.

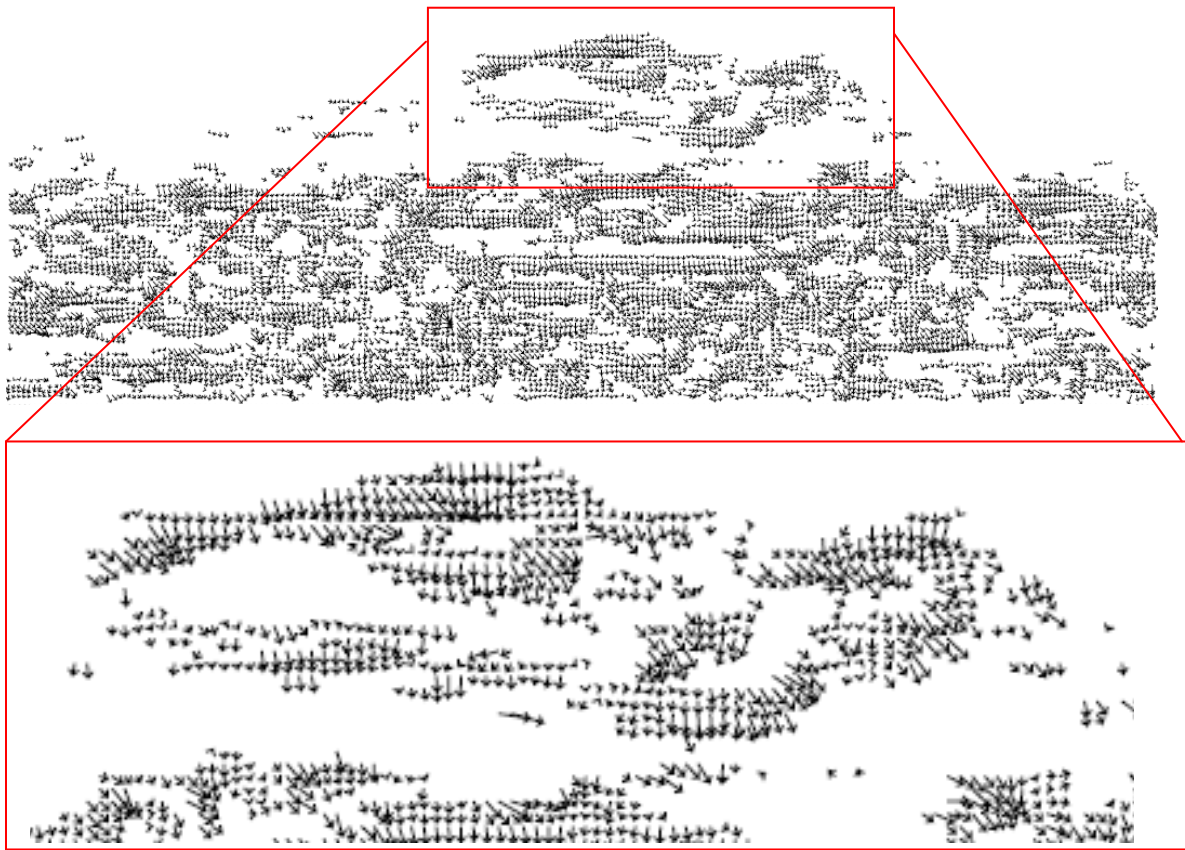


Εικόνα 7.26 – Εικόνα καρωτιδικής πλάκας.



Εικόνα 7.27 – Ακολουθία εικόνων καρωτιδικής πλάκας με κίνηση στα κάτω και δεξιά

Εκτελώ τον αλγόριθμο επιλέγοντας δυο frames έτσι ώστε ο υπολογισμός της οπτικής ροής να είναι με βάση τα δύο αυτά frames. Τα διανύσματα ροής φαίνονται γραφικά στην Εικόνα 7.28. όπου γίνεται μεγέθυνση για να επικεντρωθούμε στο σημείο όπου είναι η πλάκα.



Εικόνα 7.28 – Μεγέθυνση Πλάκας. Διανύσματα ροής με κίνηση προς τα κάτω και δεξιά.

Βλέποντας την εικόνα (Εικόνα 7.28) παρατηρούμε ότι τα διανύσματα ροής που επικεντρώνονται στα αντικείμενα έχουν κίνηση προς τα κάτω και δεξιά πράγμα που επαληθεύει την ορθότητα του αλγορίθμου.

7.3 Δοκιμές σε πραγματικά video

Από τα video που έχουμε ψηφιοποιήσει επέλεξα 3 video τα οποία πληρούν όλα τα κριτήρια που έχει καθορίσει το ιατρικό προσωπικό. Τα video αυτά έχουν μελετηθεί από το ιατρικό προσωπικό και έχουν κριθεί κατάλληλα για να παρουσιαστούν έτσι ώστε να έχουμε τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα.

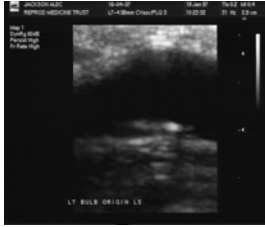
Παρακάτω γίνεται μια παρουσίαση των video αυτών και των αποτελεσμάτων που εξάγονται από το σύστημα που υλοποίησα. Αρχικά παρουσιάζω όλα τα διαδοχικά frames του video,ακολουθώς τα frames πάνω στα οποία θα γίνει η δοκιμή του αλγόριθμου και τέλος τα αποτελέσματα που παίρνουμε. Στα αποτελέσματα γίνεται μεγέθυνση της εικόνας έτσι ώστε να επικεντρωθούμε στο σημείο που μας ενδιαφέρει, δηλαδή στην καρωτιδική πλάκα.

7.3.1 Δοκιμή με video cardiac4_0004.avi.

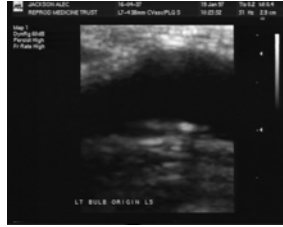
Το πρώτο video που επιλέχθηκε είναι από την ψηφιοποίηση της τέταρτης κασέτας, το video με αριθμό 4 (cardiac4_0004.avi).

Πιο κάτω παρουσιάζω ένα αριθμό από διαδοχικές εικόνες (frames) που πήραμε από το video.

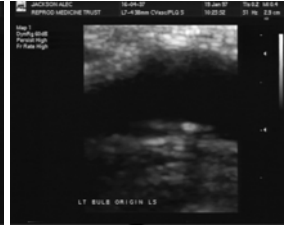
Ακολουθία από frames (#1-#20)



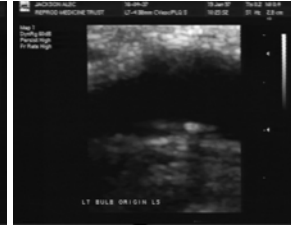
frame #1



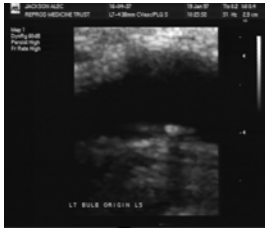
frame #2



frame #3



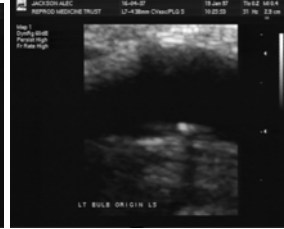
frame #4



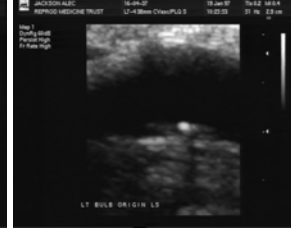
frame #5



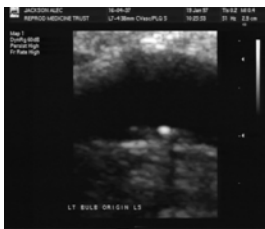
frame #6



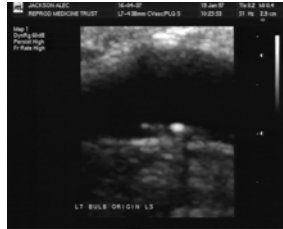
frame #7



frame #8



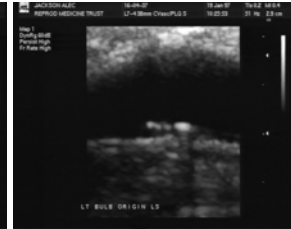
frame #9



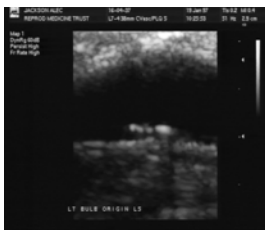
frame #10



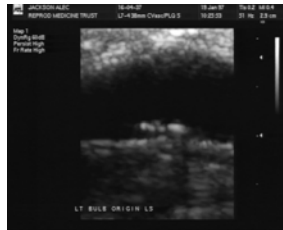
frame #11



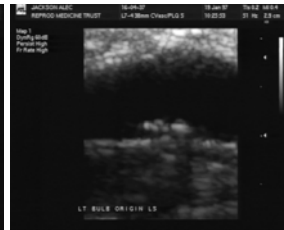
frame #12



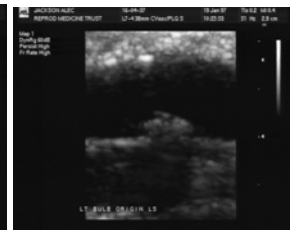
frame #13



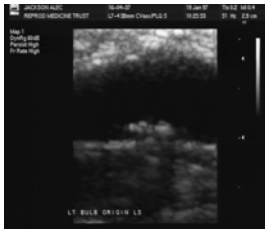
frame #14



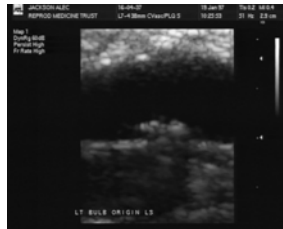
frame #15



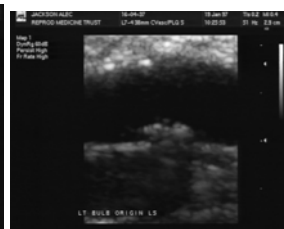
frame #16



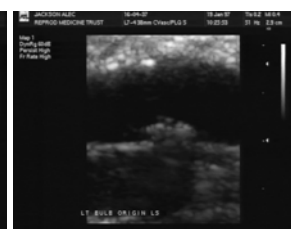
frame #17



frame #18



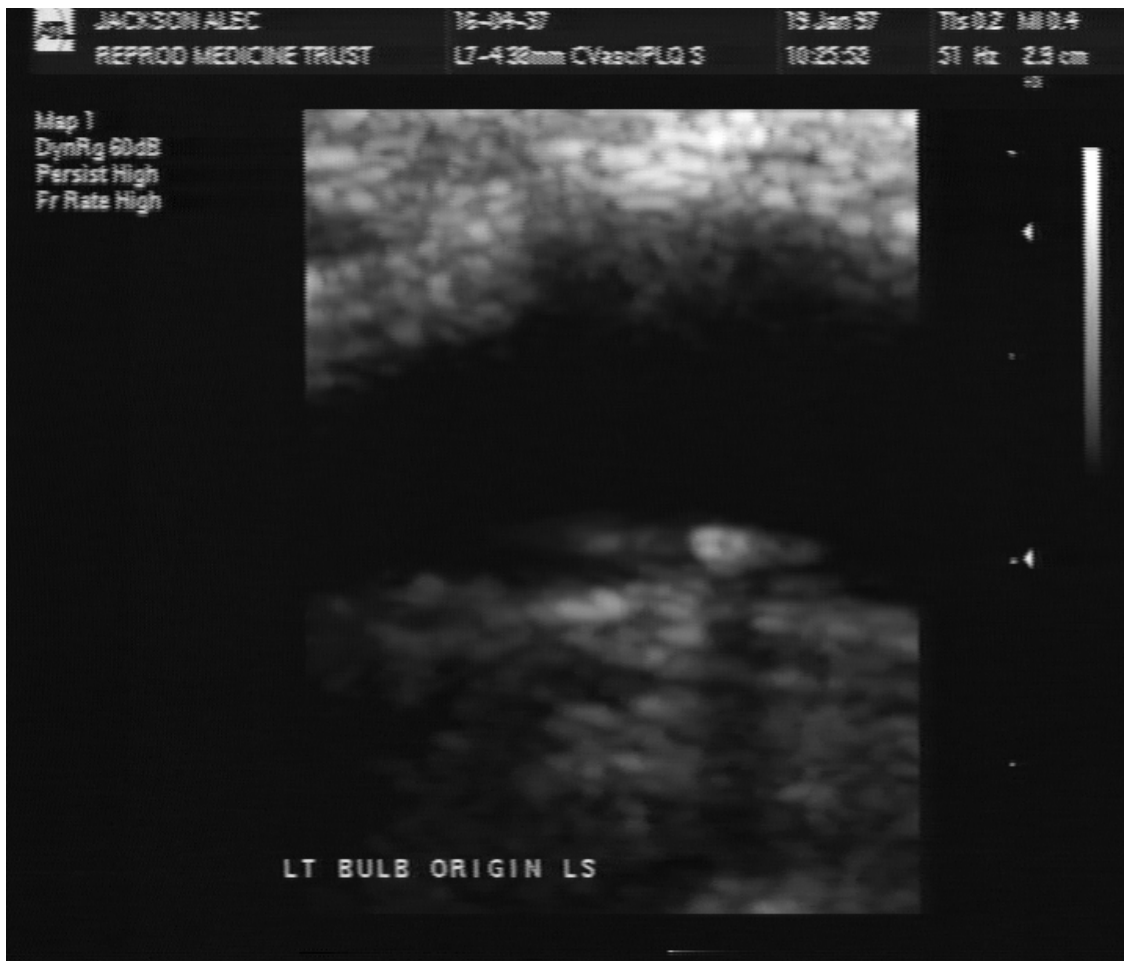
frame #19



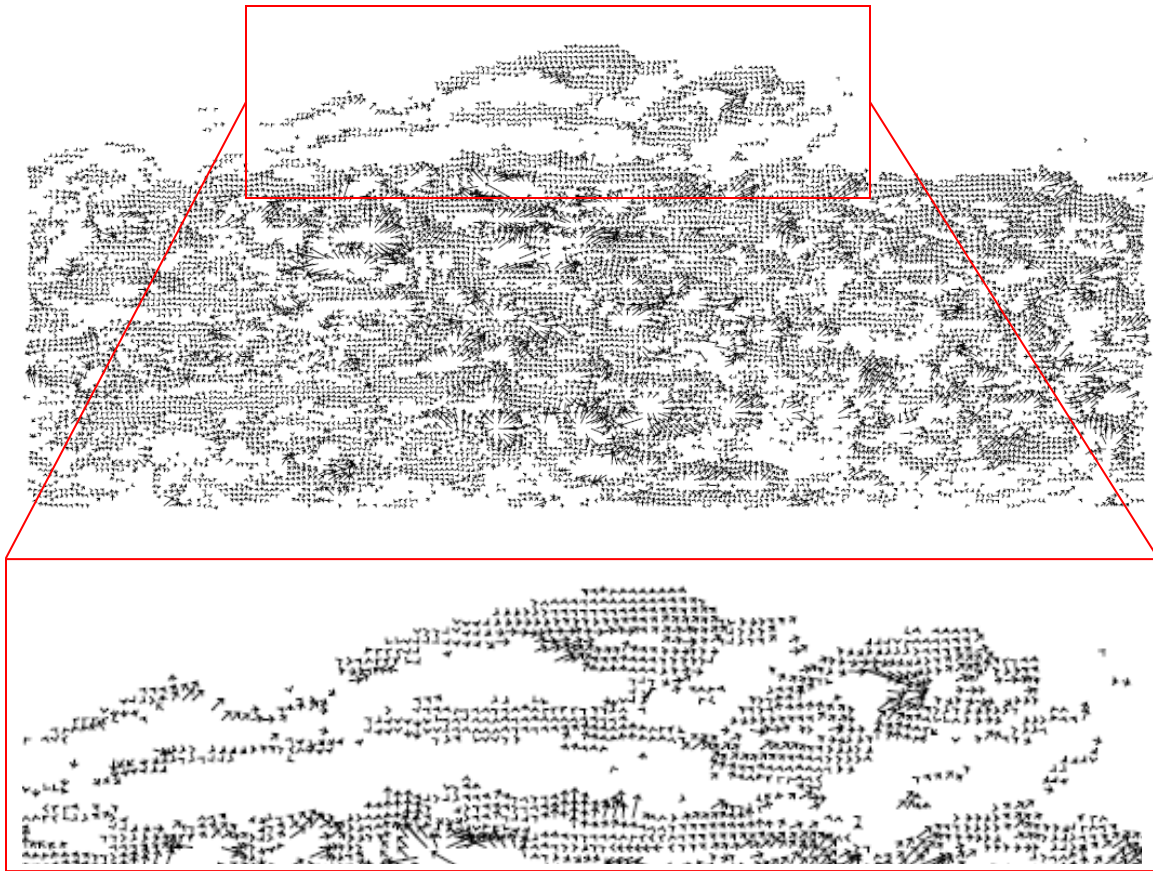
frame #20

Δοκιμή 1 - cardiac4 0004.avi – frame #5

Επιλέγω το frame #5, το οποίο φαίνεται σε μεγέθυνση στην Εικόνα 7.29, σαν κεντρικό frame και τρέχω τον αλγόριθμο Horn and Schunck [1] για υπολογισμό της οπτικής ροής. Το αποτέλεσμα του αλγορίθμου παρουσιάζεται στην Εικόνα 7.30 όπου γίνεται μεγέθυνση της πλάκας για να δούμε με περισσότερη λεπτομέρεια το αποτέλεσμα.



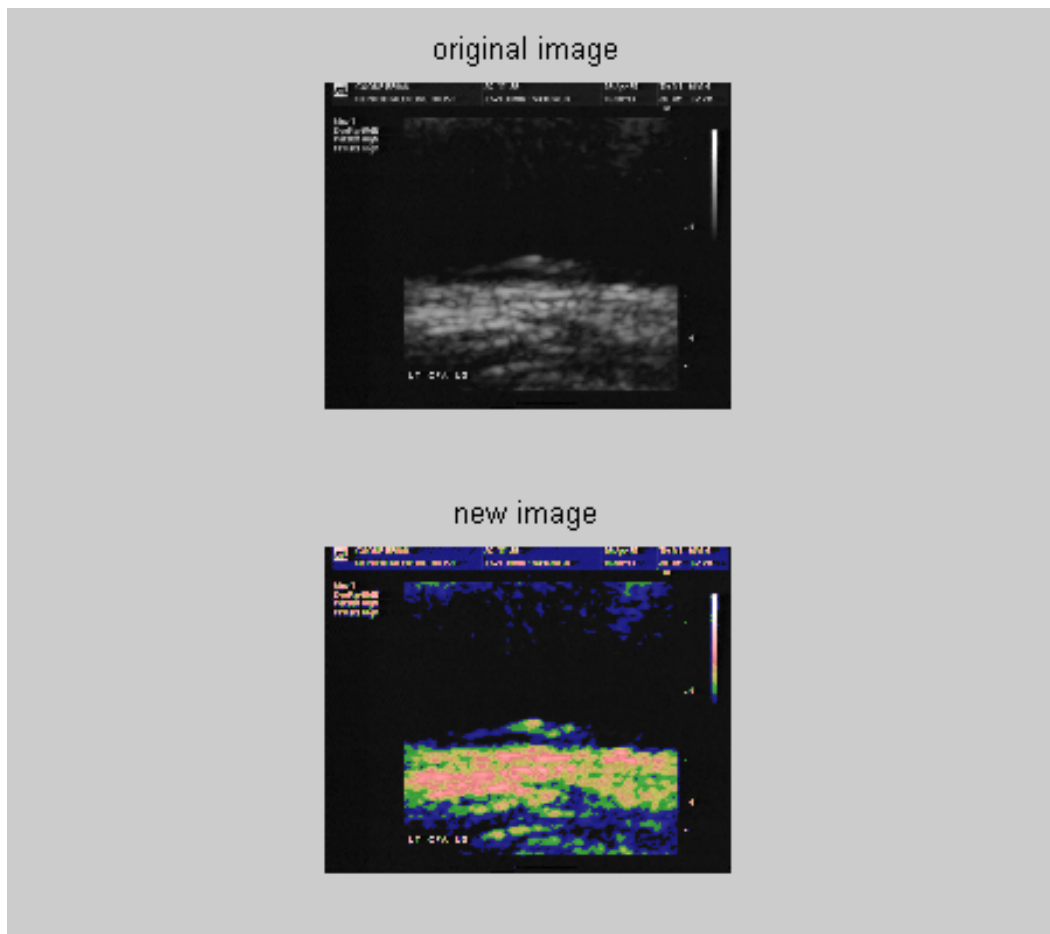
Εικόνα 7.29 – Frame #5 σε μεγέθυνση



Εικόνα 7.30 – Αποτέλεσμα αλγορίθμου πάνω στο frame #5 και μεγέθυνση στην πλάκα

Παρατηρούμε από την Εικόνα 7.30 ότι υπάρχει πολύ μικρή κίνηση στο μέσο αλλά και σε κάποια σημεία στο δεξιό μέρος της πλάκας με φορά προς τα δεξιά.

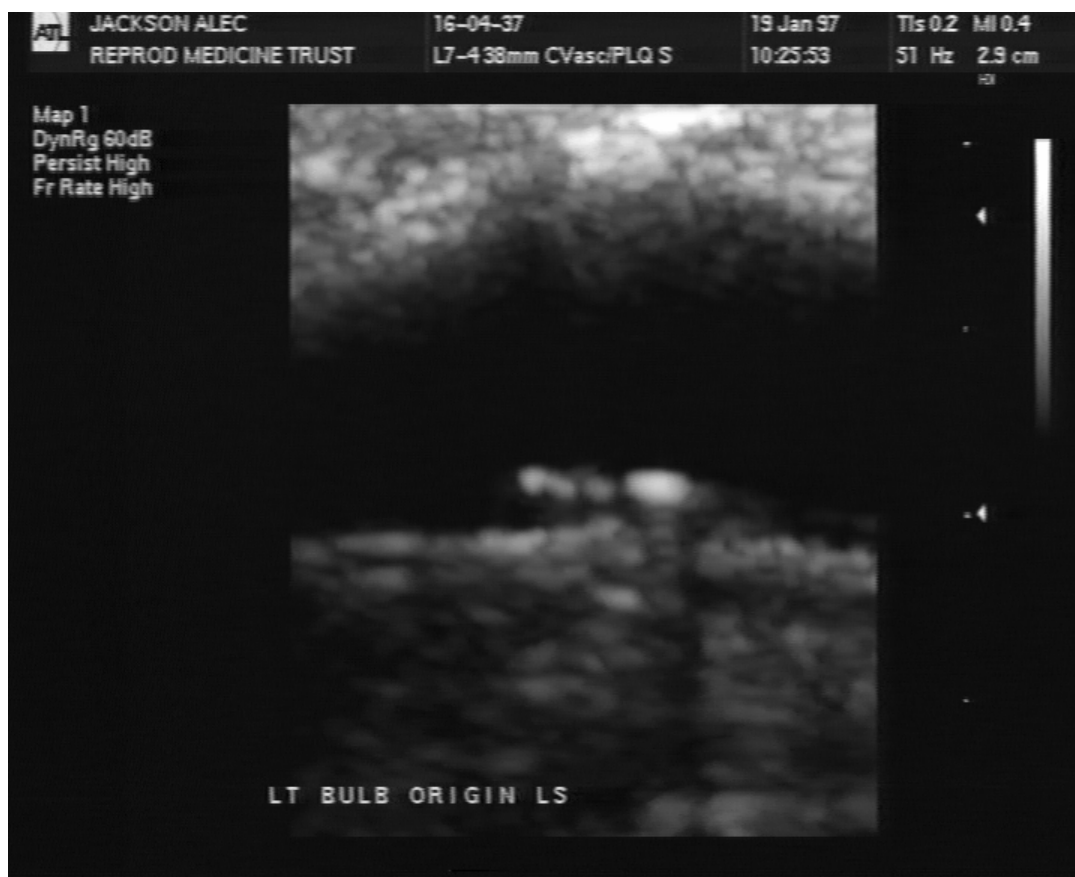
Ακολουθώντας πάνω στο ίδιο frame τρέχουμε τον αλγόριθμο μετατροπής της grayscale εικόνας σε έγχρωμη και το αποτέλεσμα το βλέπουμε στην Εικόνα 7.31.



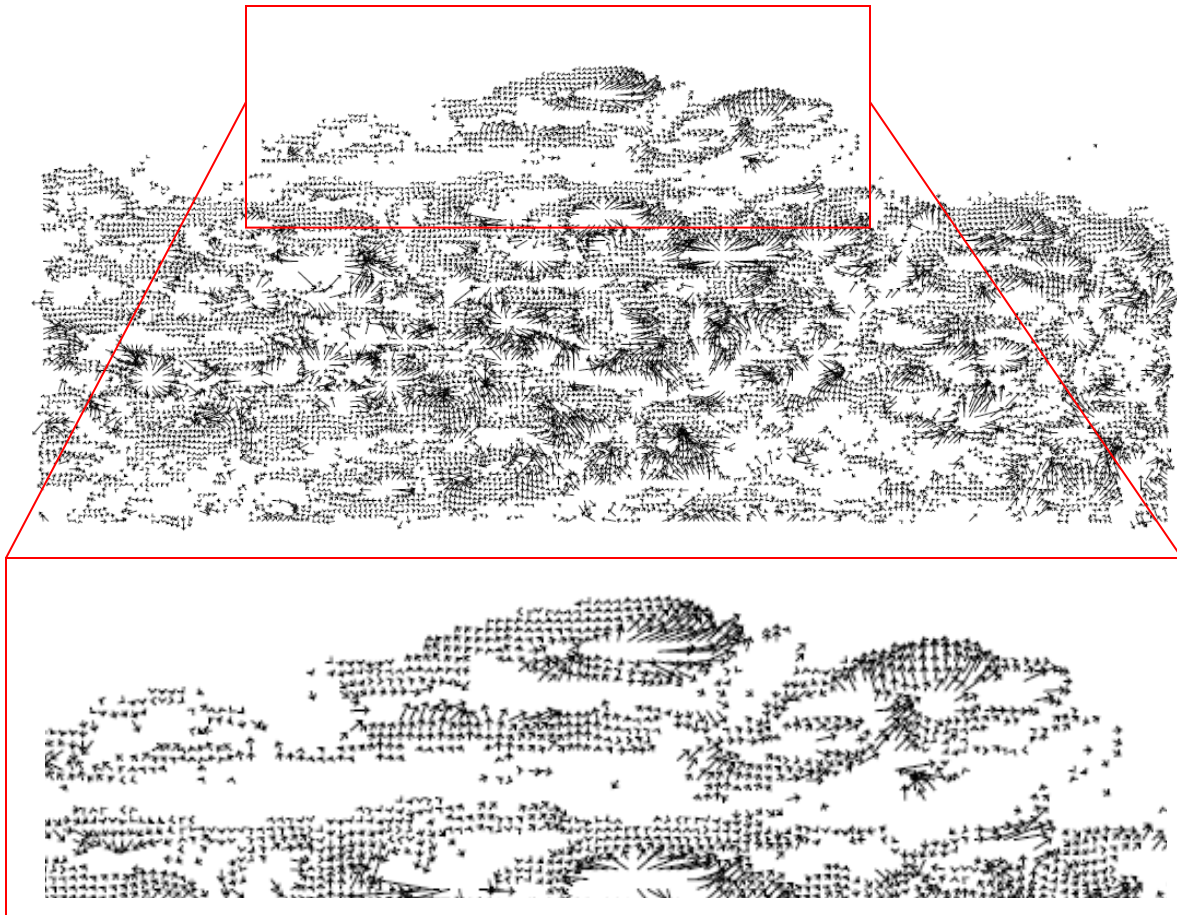
Εικόνα 7.31 – Αποτέλεσμα αλγορίθμου μετατροπής grayscale εικόνας (frame #5) σε έγχρωμη.

Δοκιμή 2 - cardiac4 0004.avi – frame #12

Επιλέγω το frame #12, το οποίο φαίνεται σε μεγέθυνση στην Εικόνα 7.32, σαν κεντρικό frame και τρέχω τον αλγόριθμο Horn and Schunck [1] για υπολογισμό της οπτικής ροής. Το αποτέλεσμα και παρουσιάζεται στην Εικόνα 7.33 όπου γίνεται μεγέθυνση της πλάκας για να δούμε με περισσότερη λεπτομέρεια το αποτέλεσμα.



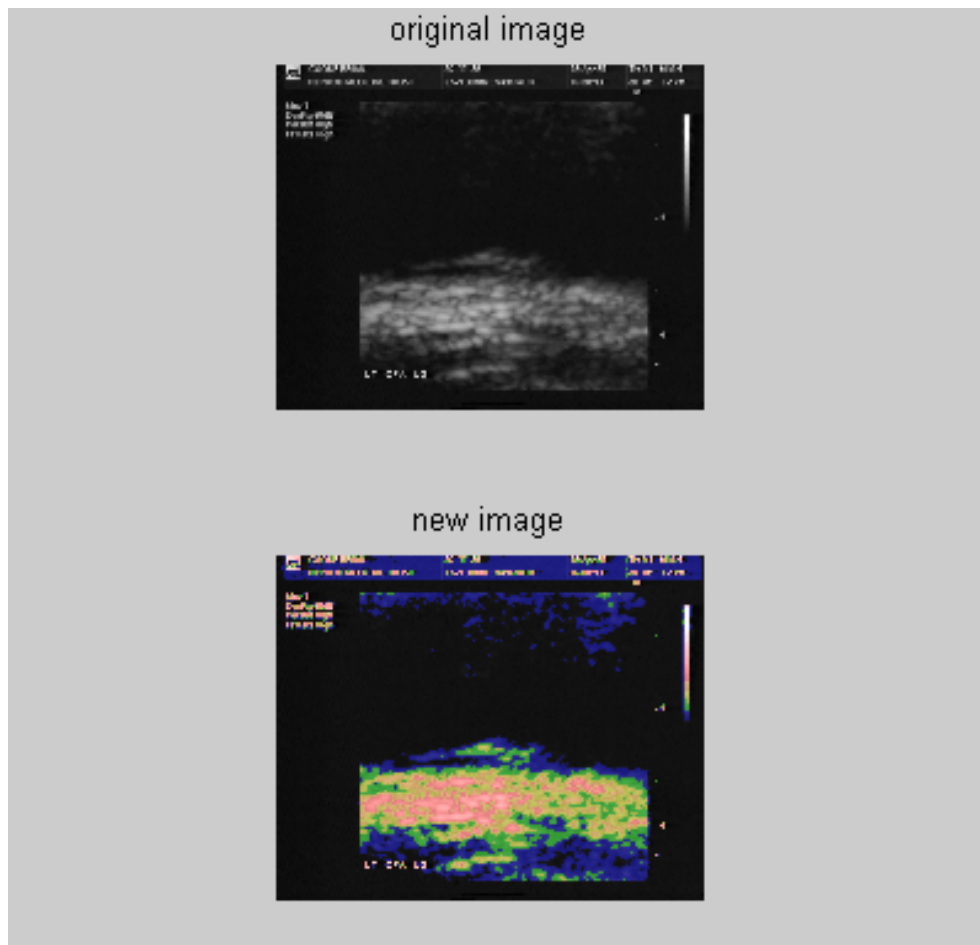
Εικόνα 7.32 – Frame #12 σε μεγέθυνση



Εικόνα 7.33 – Αποτέλεσμα αλγορίθμου πάνω στο frame #12 και μεγέθυνση στην πλάκα

Παρατηρούμε στην Εικόνα 7.33 ότι υπάρχει μεγάλη κίνηση στο μέσο της πλάκας με φορά προς τα πάνω και δεξιά. Υπάρχει επίσης μεγάλη κίνηση στο δεξιό μέρος της πλάκας με φορά κυρίως προς τα πάνω.

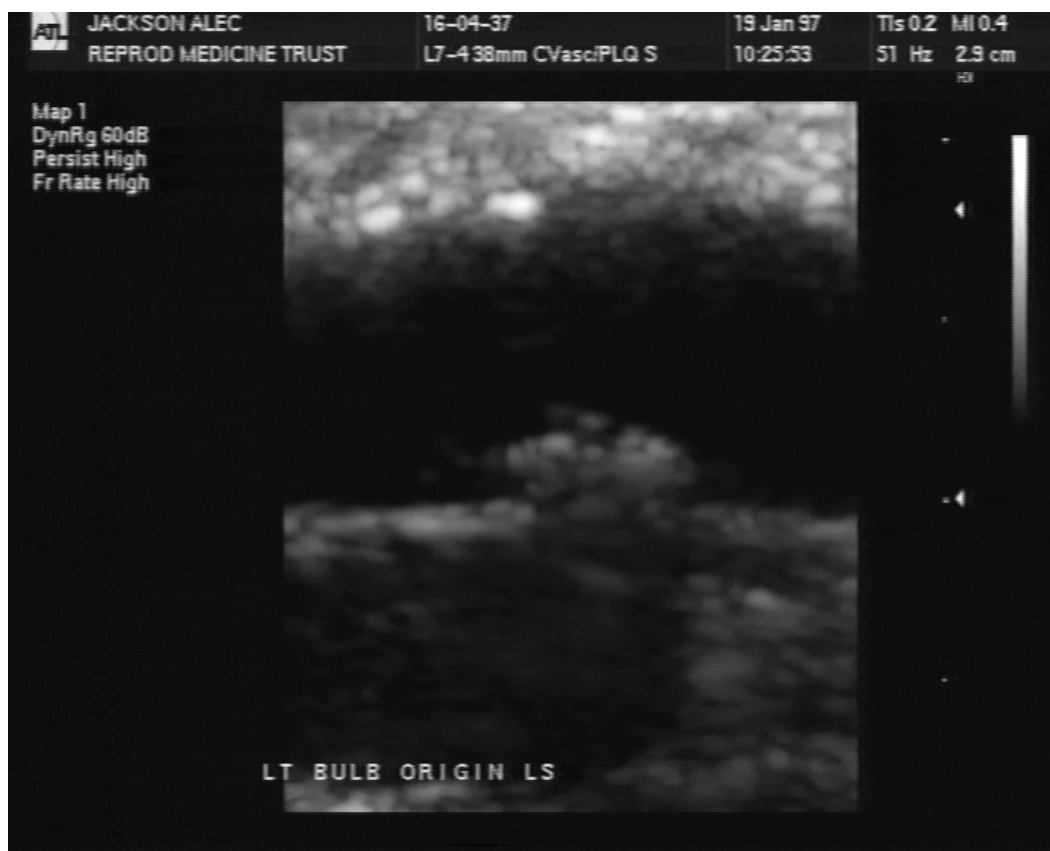
Ακολουθώντας πάνω στο ίδιο frame τρέχουμε τον αλγόριθμο μετατροπής της grayscale εικόνας σε έγχρωμη και το αποτέλεσμα το βλέπουμε στην Εικόνα 7.34.



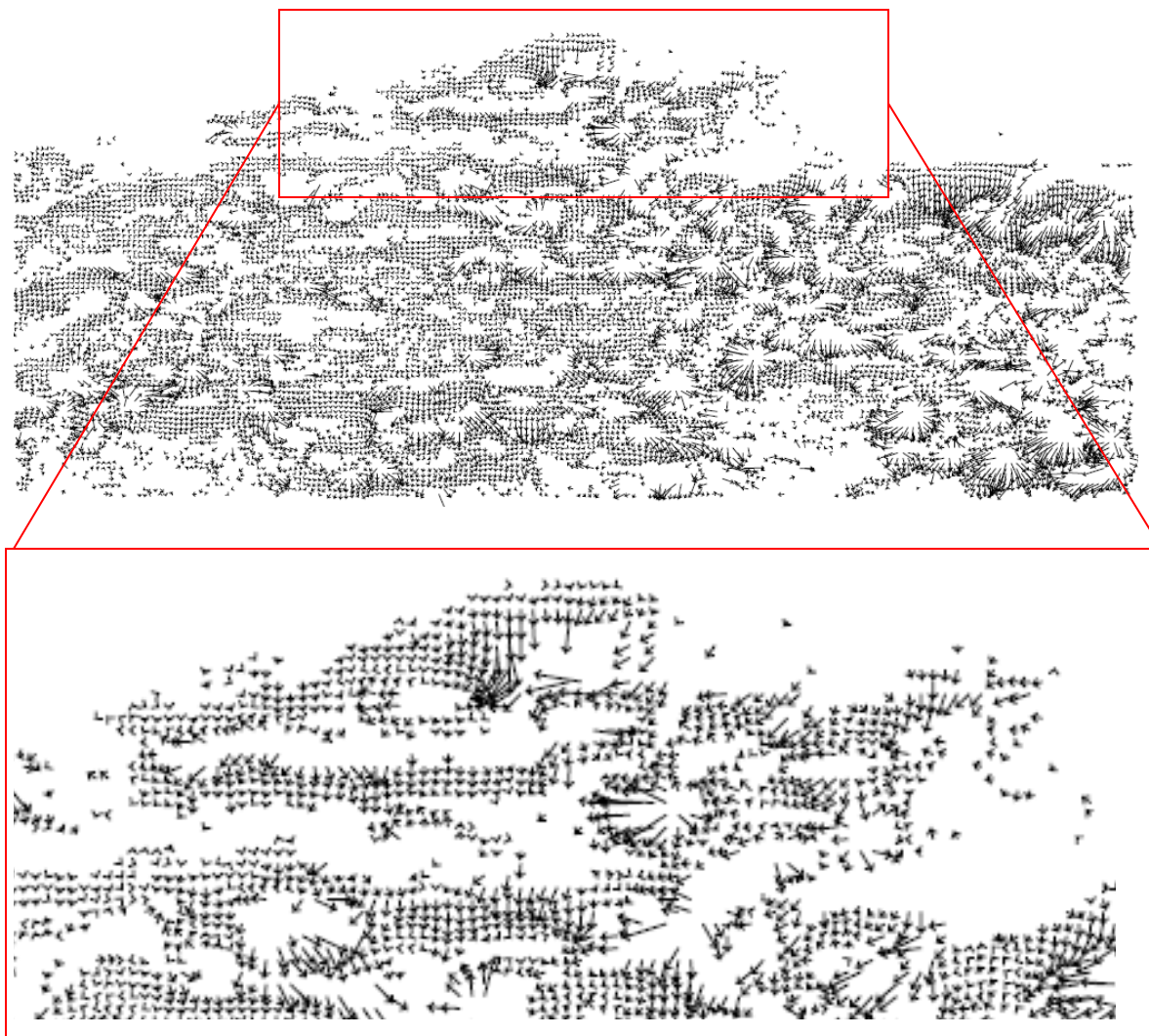
Εικόνα 7.34 – Αποτέλεσμα αλγορίθμου μετατροπής grayscale
εικόνας (frame #12) σε έγχρωμη.

Δοκιμή 3 - cardiac4_0004.avi – frame #20

Επιλέγω το frame #20, το οποίο φαίνεται σε μεγέθυνση στην Εικόνα 7.35, σαν κεντρικό frame και τρέχω τον αλγόριθμο Horn and Schunck [1] για υπολογισμό της οπτικής ροής. Το αποτέλεσμα παρουσιάζεται στην Εικόνα 7.36 όπου γίνεται μεγέθυνση της πλάκας για να δούμε με περισσότερη λεπτομέρεια το αποτέλεσμα.



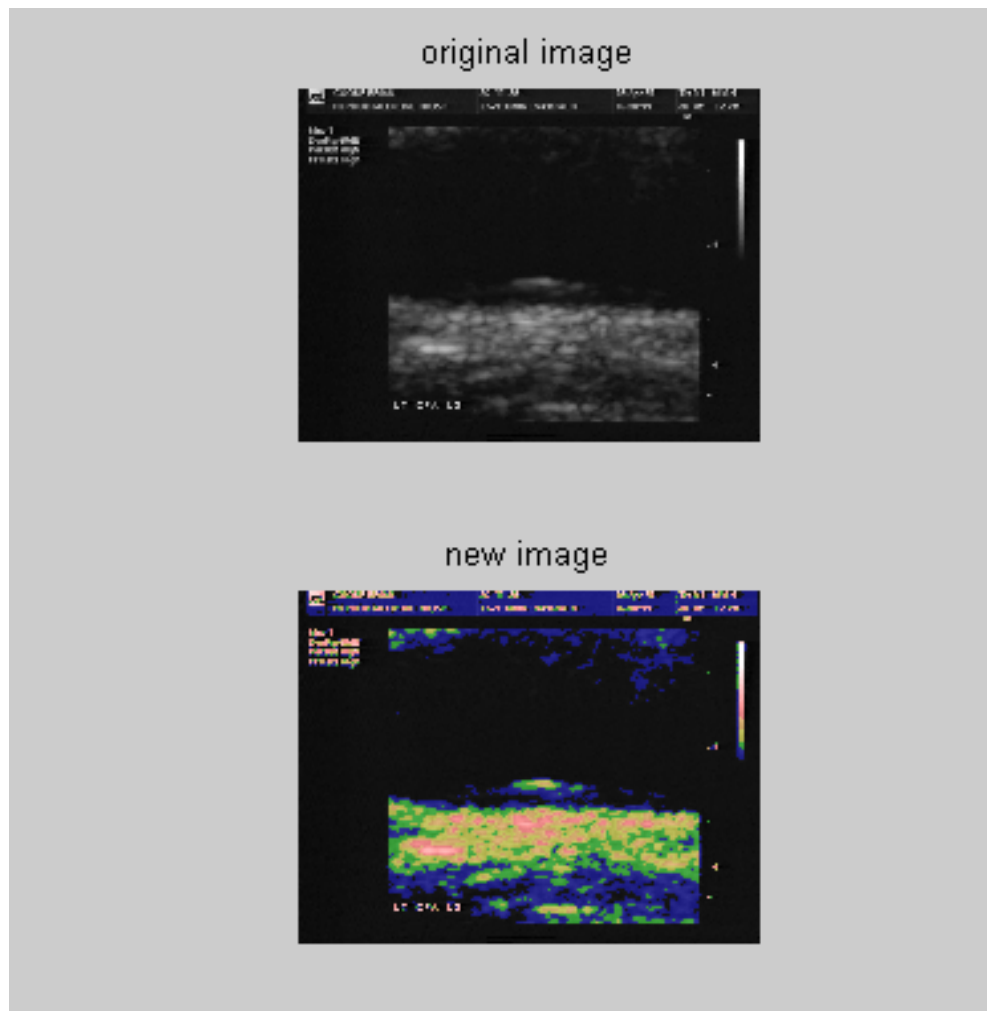
Εικόνα 7.35 – Frame #20 σε μεγέθυνση



Εικόνα 7.36 – Αποτέλεσμα αλγορίθμου πάνω στο frame #20 και μεγέθυνση στην πλάκα

Παρατηρούμε στην Εικόνα 7.36 ότι υπάρχει μικρή κίνηση με φορά προς τα κάτω στο μέσο της πλάκας που είναι μεγαλύτερη σε μικρό αριθμό pixel. Υπάρχει ακόμη μικρή κίνηση στην δεξιά πλευρά της πλάκας με φορά προς τα αριστερά. Στο ίδιο σημείο παρατηρούμε ότι μικρός αριθμός pixel έχουν μεγάλη κίνηση προς διαφορετικές κατευθύνσεις.

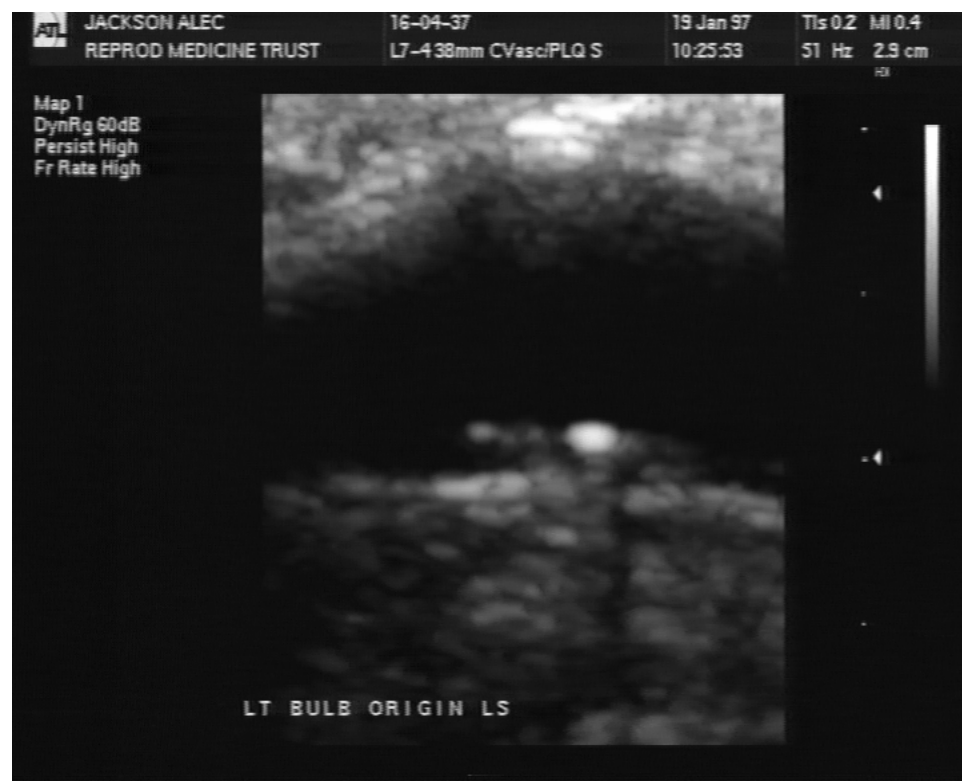
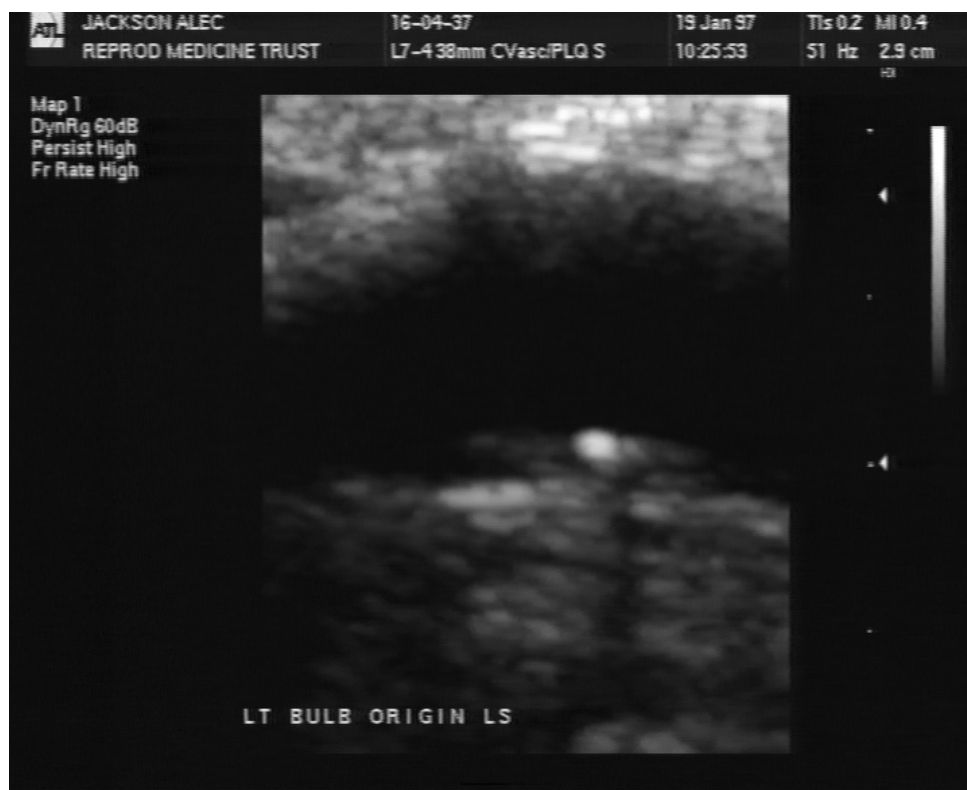
Ακολουθώντας πάνω στο ίδιο frame τρέχουμε τον αλγόριθμο μετατροπής της grayscale εικόνας σε έγχρωμη και το αποτέλεσμα το βλέπουμε στην Εικόνα 7.37.



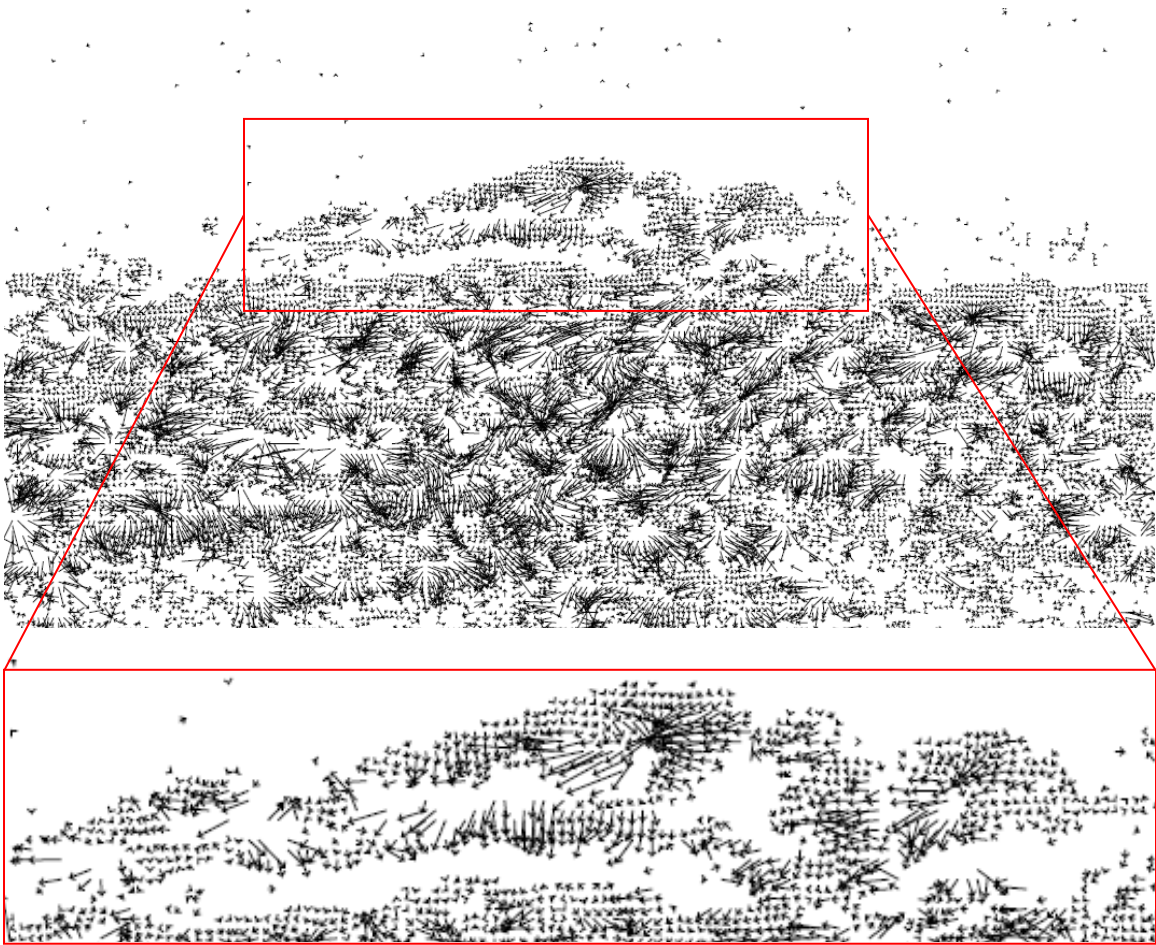
Εικόνα 7.37 – Αποτέλεσμα αλγορίθμου μετατροπής grayscale εικόνας (frame #12) σε έγχρωμη.

Δοκιμή 4 - cardiac4 0004.avi – frame #8 και #10

Επιλέγω να γίνει σύγκριση των frames #8 και #10 με βάση τον αλγόριθμο Horn and Schunck [1] για υπολογισμό της οπτικής ροής. Τα frames #8 και #10 φαίνονται σε μεγέθυνση στην Εικόνα 7.38. Το αποτέλεσμα παρουσιάζεται στην Εικόνα 7.39 όπου γίνεται μεγέθυνση της πλάκας για να δούμε με περισσότερη λεπτομέρεια το αποτέλεσμα.



Εικόνα 7.38 – Frames #8 και #10 σε μεγέθυνση



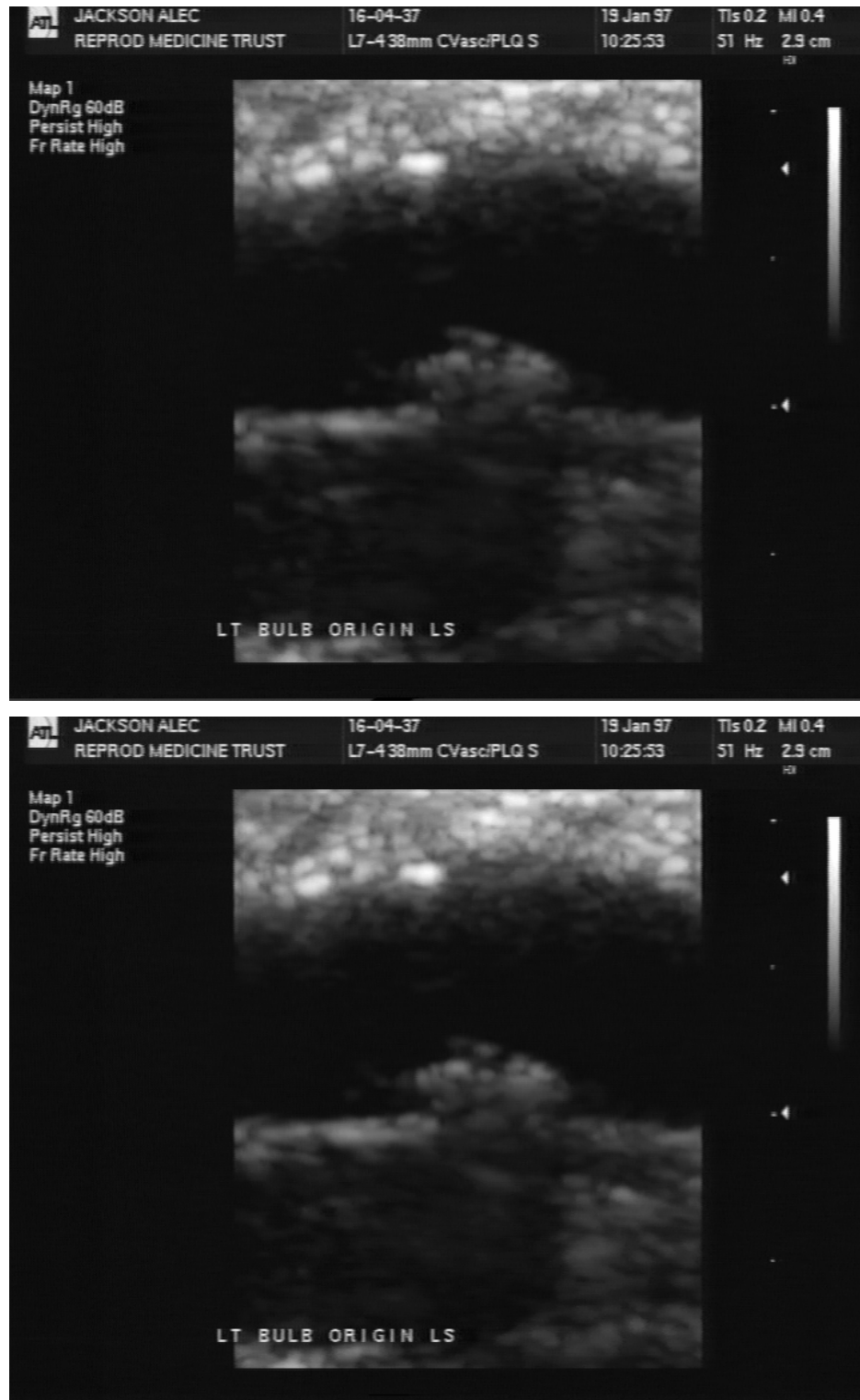
Εικόνα 7.39 – Αποτέλεσμα αλγορίθμου πάνω στα frames #8, #10 και μεγέθυνση στην πλάκα

Παρατηρούμε ότι από τα frames της Εικόνας 7.38 δεν μπορούμε να διακρίνουμε με γυμνό μάτι αν υπάρχει κίνηση της πλάκας. Αν κοιτάξουμε όμως την Εικόνα 7.39 που είναι το αποτέλεσμα του αλγορίθμου παρατηρούμε ότι υπάρχει μεγάλη κίνηση στο μέσο αλλά και στο δεξιό μέρος της πλάκας με φορά προς τα αριστερά και κάτω αλλά και κίνηση σε κάποια σημεία της πλάκας με φορά προς τα δεξιά.

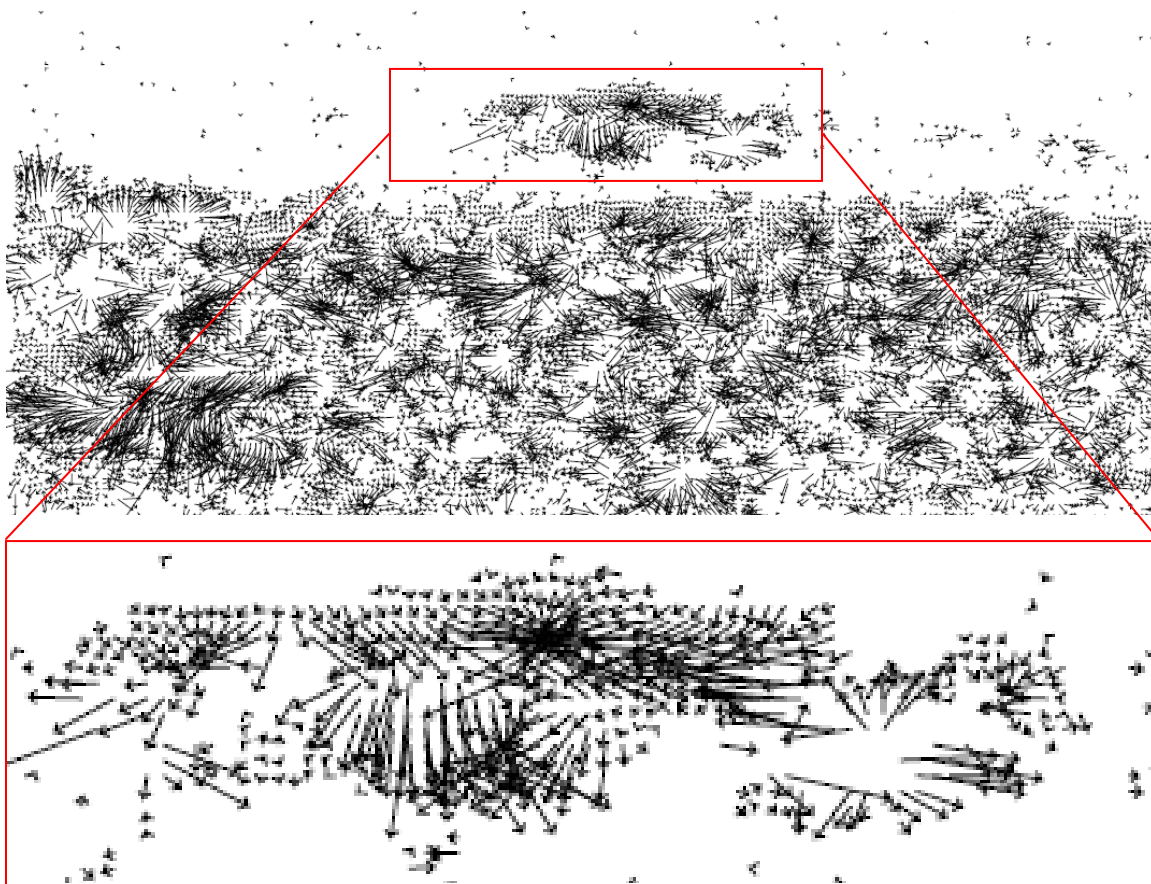
Δοκιμή 5 - cardiac4 0004.avi – frame #15 και #20

Επιλέγω να γίνει σύγκριση των frames #15 και #20 με βάση τον αλγόριθμο Horn and Schunck [1] για υπολογισμό της οπτικής ροής. Τα frames #15 και #20 φαίνονται σε

μεγέθυνση στην Εικόνα 7.40. Το αποτέλεσμα παρουσιάζεται στην Εικόνα 7.41 όπου γίνεται μεγέθυνση της πλάκας για να δούμε με περισσότερη λεπτομέρεια το αποτέλεσμα.



Εικόνα 7.40 – Frames #15 και #20 σε μεγέθυνση

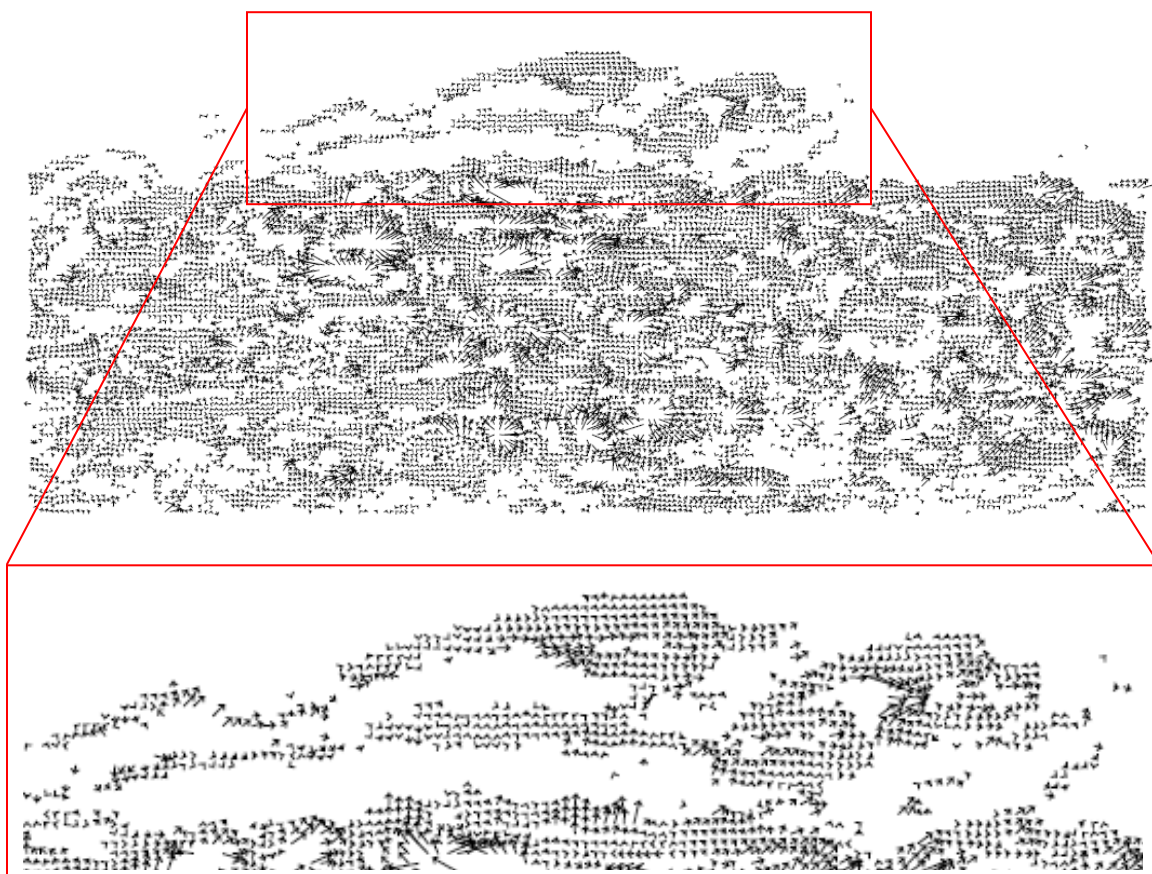


Εικόνα 7.41 – Αποτέλεσμα αλγορίθμου πάνω στα frames #15, #20 και μεγέθυνση στην πλάκα

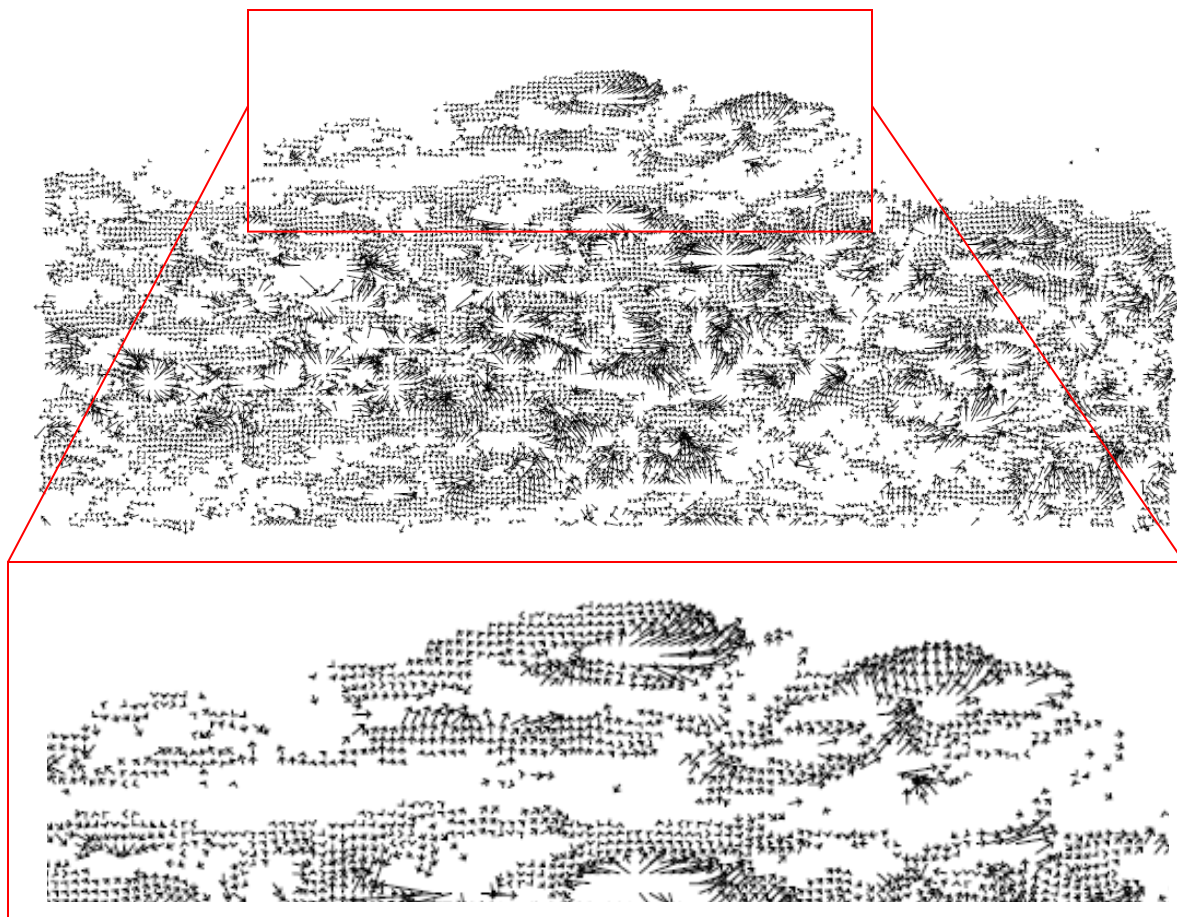
Παρατηρούμε και πάλι ότι δεν μπορούμε να διακρίνουμε με γυμνό μάτι αν υπάρχει κίνηση της πλάκας. Παρατηρώντας όμως την Εικόνα 7.41 που είναι το αποτέλεσμα του αλγορίθμου παρατηρούμε ότι υπάρχει πολύ μεγάλη κίνηση στο μέσο της πλάκας με φορά προς τα δεξιά και πάνω αλλά ακόμη μεγαλύτερη κίνηση σε όλα σχεδόν τα σημεία της πλάκας με φορά προς τα κάτω.

Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα

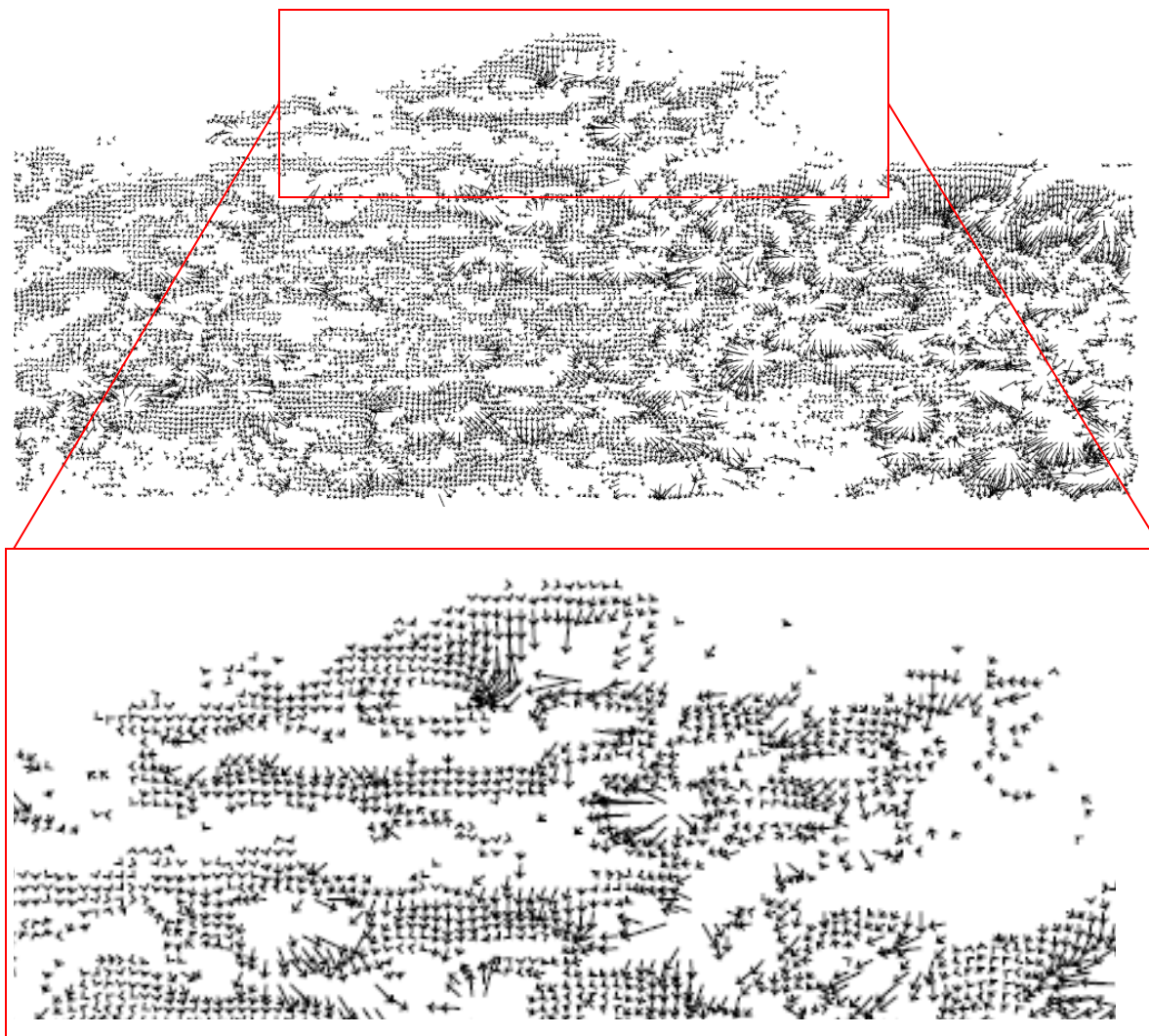
Παρακάτω παρουσιάζω συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα του αλγορίθμου όταν αυτός εφαρμόστηκε στο video cardiac4_0004.avi σε διαφορετικά frames κάθε φορά.



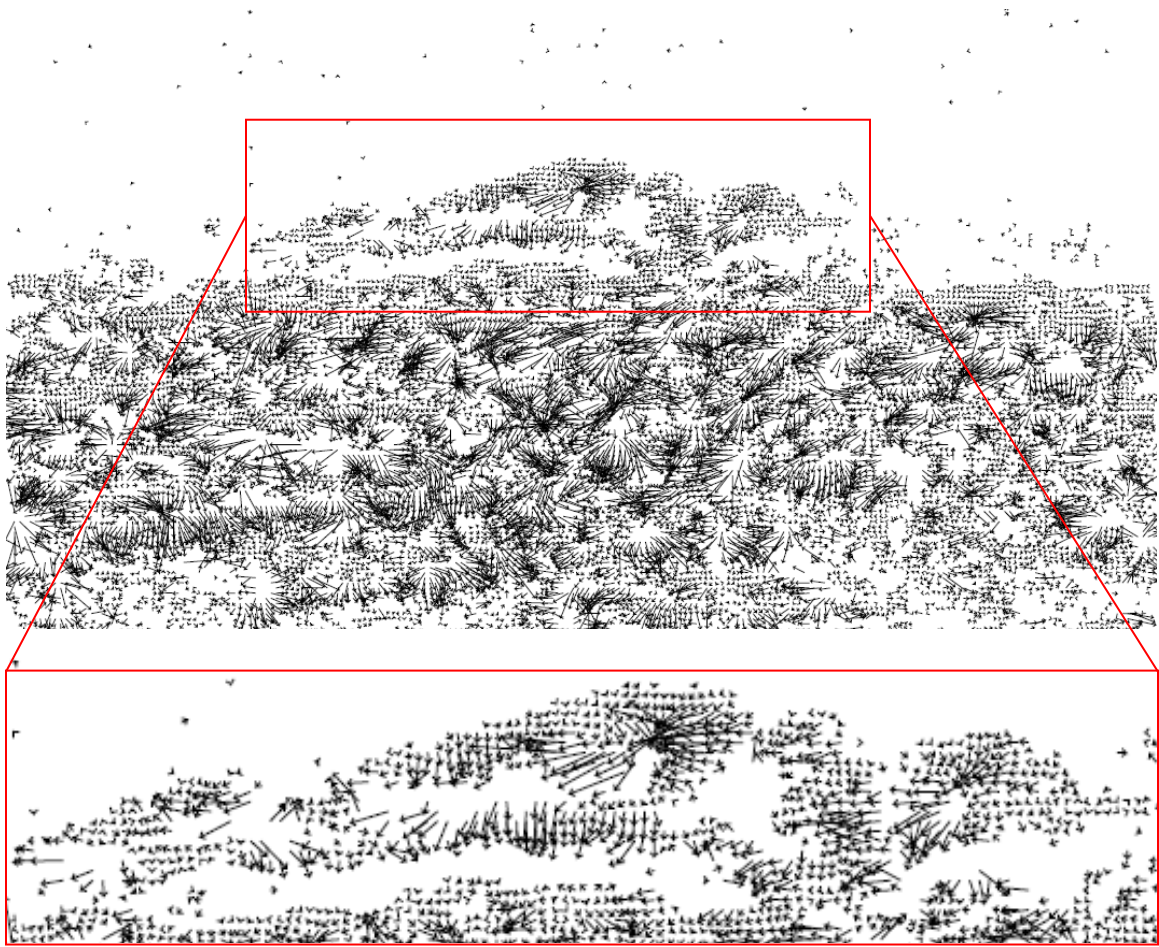
Εικόνα 7.42 - Αποτέλεσμα αλγορίθμου σε frame #5



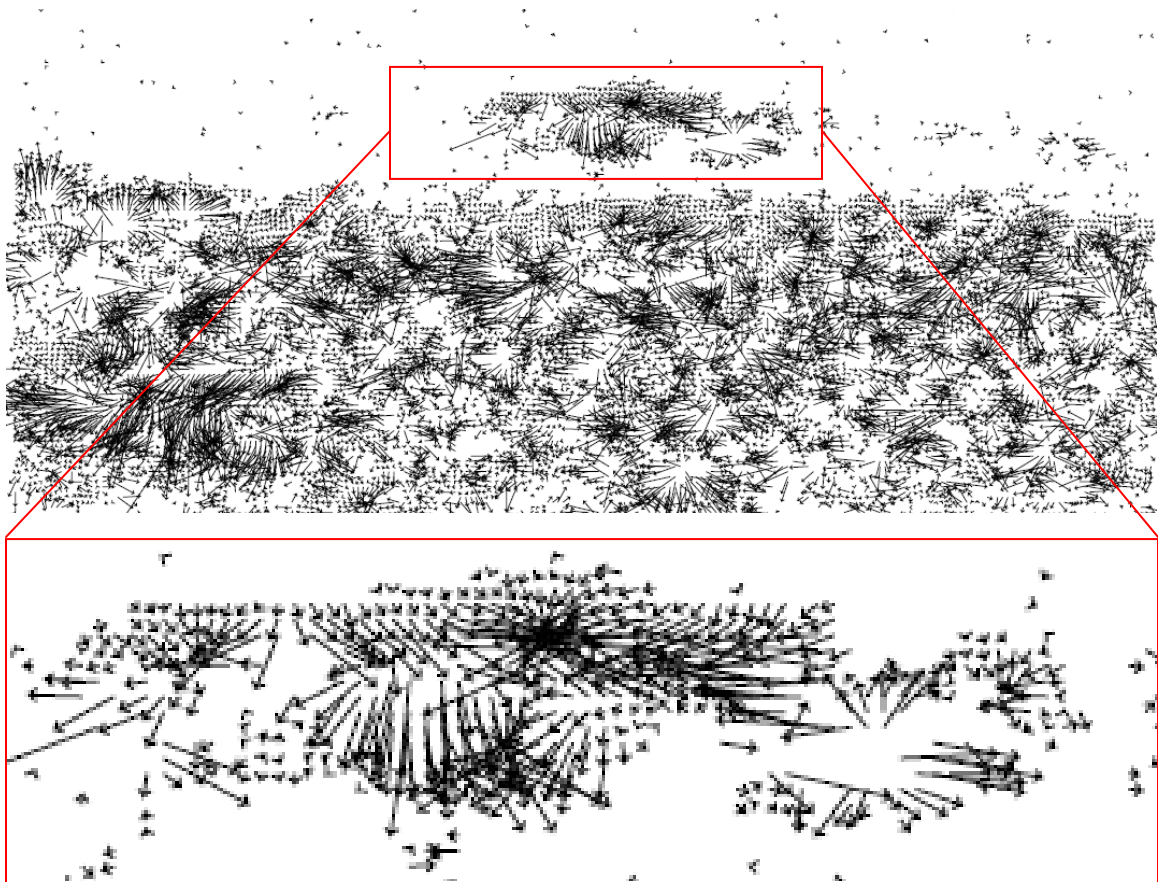
Εικόνα 7.43 - Αποτέλεσμα αλγορίθμου σε frame #12



Εικόνα 7.44 - Αποτέλεσμα αλγορίθμου σε frame #20



Εικόνα 7.45 - Αποτέλεσμα αλγορίθμου σε frames #8 και #10



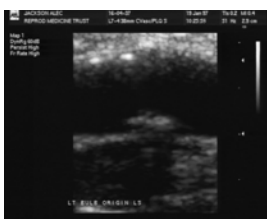
Εικόνα 7.46 - Αποτέλεσμα αλγορίθμου σε frames #18 και #20

7.3.2 Δοκιμή με video cardiac6_0001.avi.

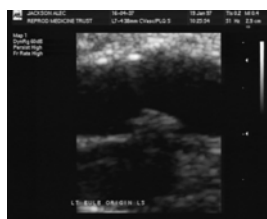
Το πρώτο video που επιλέχθηκε είναι από την ψηφιοποίηση της έκτης κασέτας, το video με αριθμό 1 (cardiac6_0001.avi).

Πιο κάτω παρουσιάζω ένα αριθμό από διαδοχικές εικόνες (frames) που πήραμε από το video.

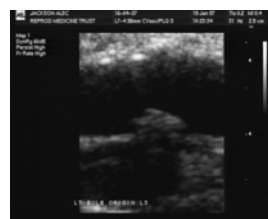
Ακολουθία από frames (#35-#54)



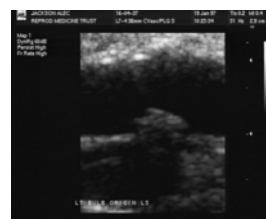
frame #35



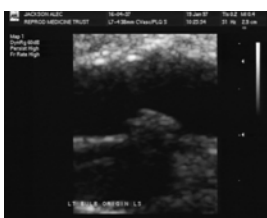
frame #36



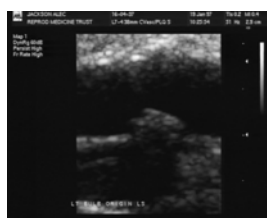
frame #37



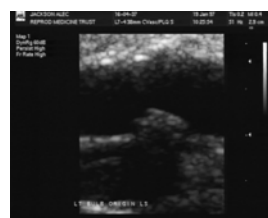
frame #38



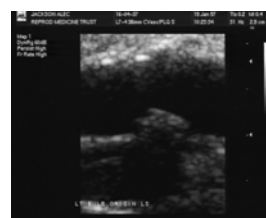
frame #39



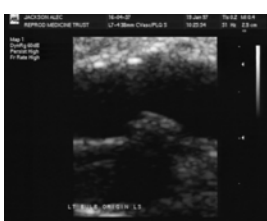
frame #40



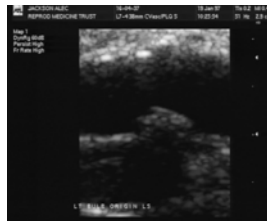
frame #41



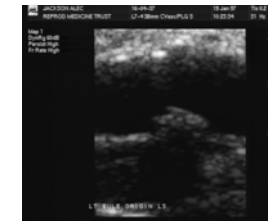
frame #42



frame #43



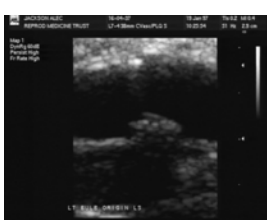
frame #44



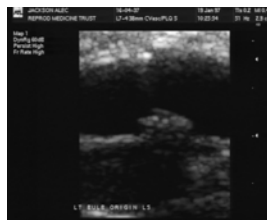
frame #45



frame #46



frame #47



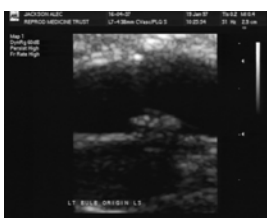
frame #48



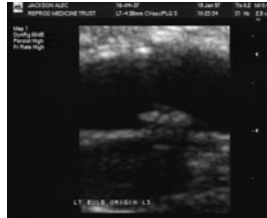
frame #49



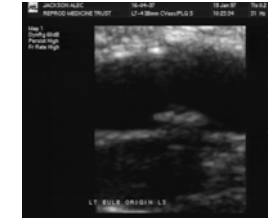
frame #50



frame #51



frame #52



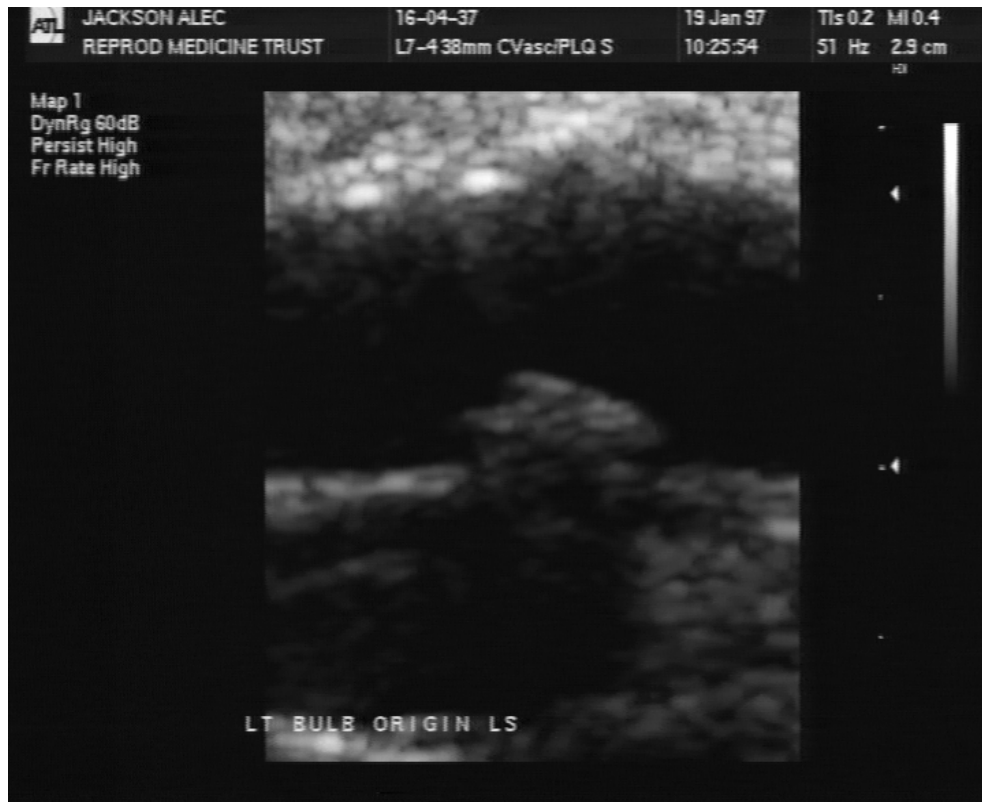
frame #53



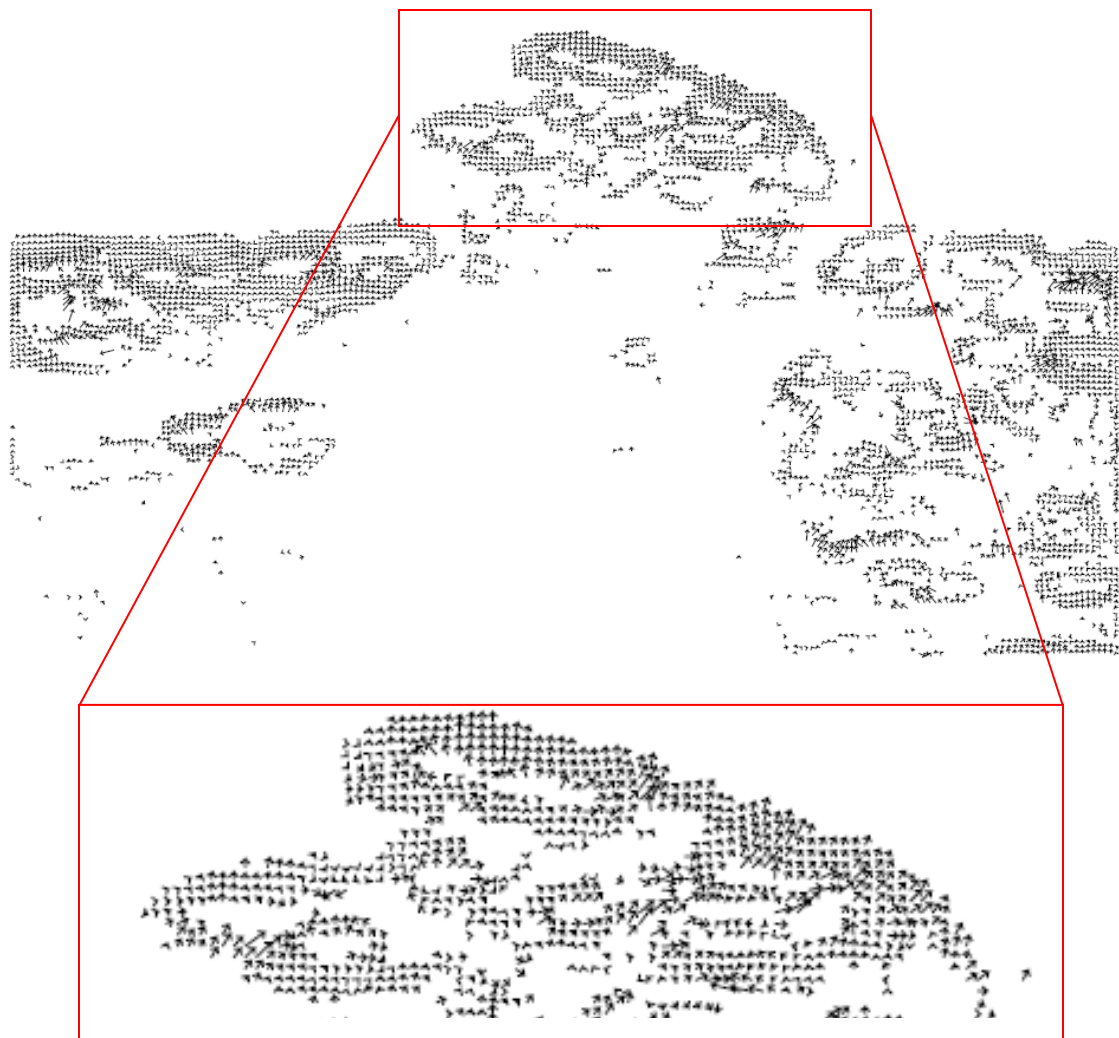
frame #54

Δοκιμή 1 – cardiac6_0001.avi – frame #38

Επιλέγω το frame #38, το οποίο φαίνεται σε μεγέθυνση στην Εικόνα 7.47, σαν κεντρικό frame και τρέχω τον αλγόριθμο Horn and Schunck [1] για υπολογισμό της οπτικής ροής. Το αποτέλεσμα παρουσιάζεται στην Εικόνα 7.48 όπου γίνεται μεγέθυνση της πλάκας για να δούμε με περισσότερη λεπτομέρεια το αποτέλεσμα.



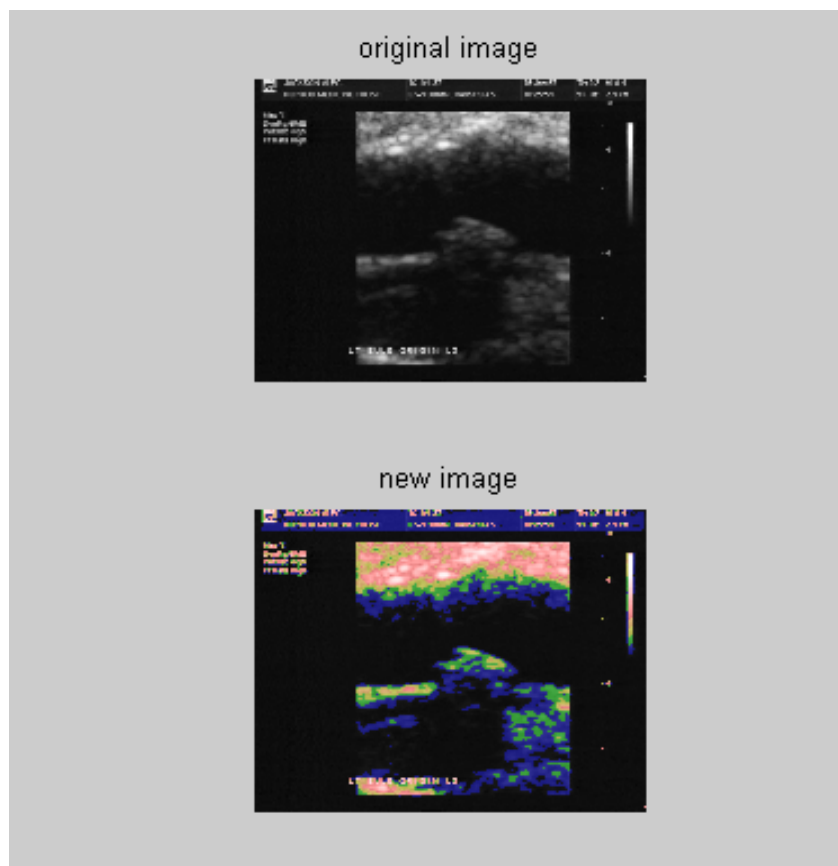
Εικόνα 7.47 – Frames #38 σε μεγέθυνση



Εικόνα 7.48 – Αποτέλεσμα αλγορίθμου πάνω στο frame #35 και μεγέθυνση στην πλάκα

Παρατηρούμε από την Εικόνα 7.48 ότι υπάρχει μικρή κίνηση στο δεξί άκρο της πλάκας με φορά προς τα πάνω και δεξιά ενώ σε όλη την πλάκα υπάρχει πολύ μικρή κίνηση με φορά κυρίως προς τα κάτω.

Ακολουθώς πάνω στο ίδιο frame τρέχουμε τον αλγόριθμο μετατροπής της grayscale εικόνας σε έγχρωμη και το αποτέλεσμα το βλέπουμε στην Εικόνα 7.49.



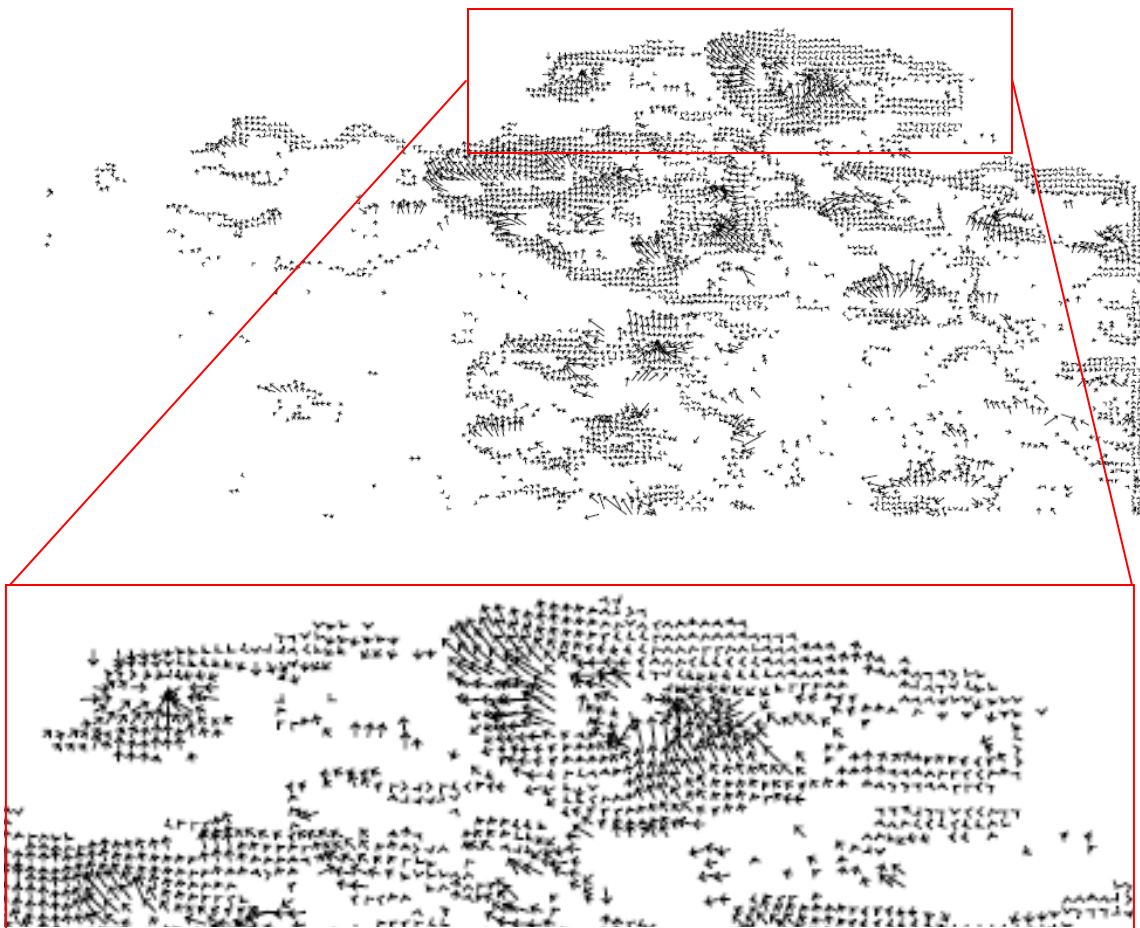
Εικόνα 7.49 – Αποτέλεσμα αλγορίθμου μετατροπής grayscale εικόνας (frame #38) σε έγχρωμη.

Δοκιμή 2 – cardiac6_0001.avi – frame #50

Επιλέγω το frame #50, το οποίο φαίνεται σε μεγέθυνση στην Εικόνα 7.50, σαν κεντρικό frame και τρέχω τον αλγόριθμο Horn and Schunck [1] για υπολογισμό της οπτικής ροής. Το αποτέλεσμα παρουσιάζεται στην Εικόνα 7.51 όπου γίνεται μεγέθυνση της πλάκας για να δούμε με περισσότερη λεπτομέρεια το αποτέλεσμα.



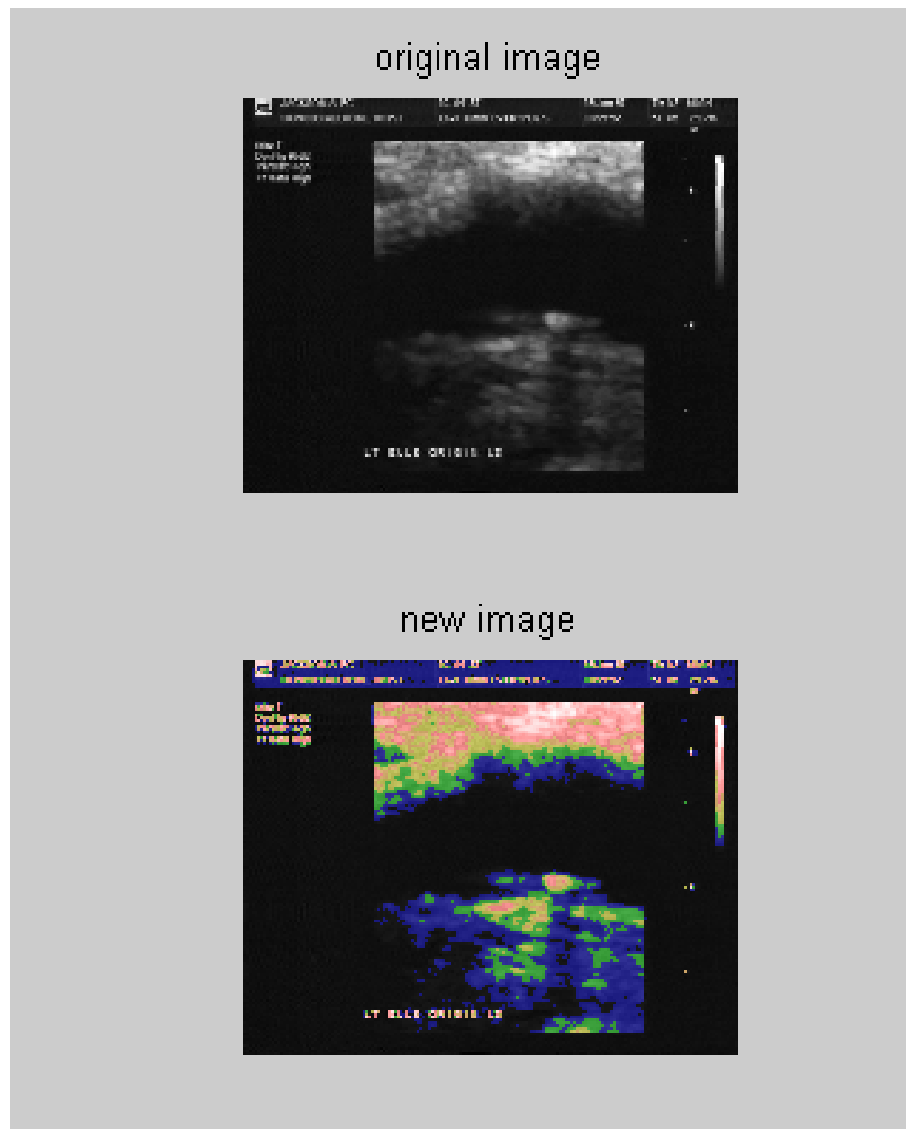
Εικόνα 7.50 – Frames #50 σε μεγέθυνση



Εικόνα 7.51 – Αποτέλεσμα αλγορίθμου πάνω στο frame #50 και μεγέθυνση στην πλάκα

Παρατηρούμε από την Εικόνα 7.51 ότι υπάρχει μεγάλη κίνηση στο κέντρο της πλάκας με φορά προς τα πάνω και αριστερά ενώ μικρότερη είναι η κίνηση σε άλλα σημεία σε ολόκληρη την πλάκα με φορά κυρίως προς τα πάνω.

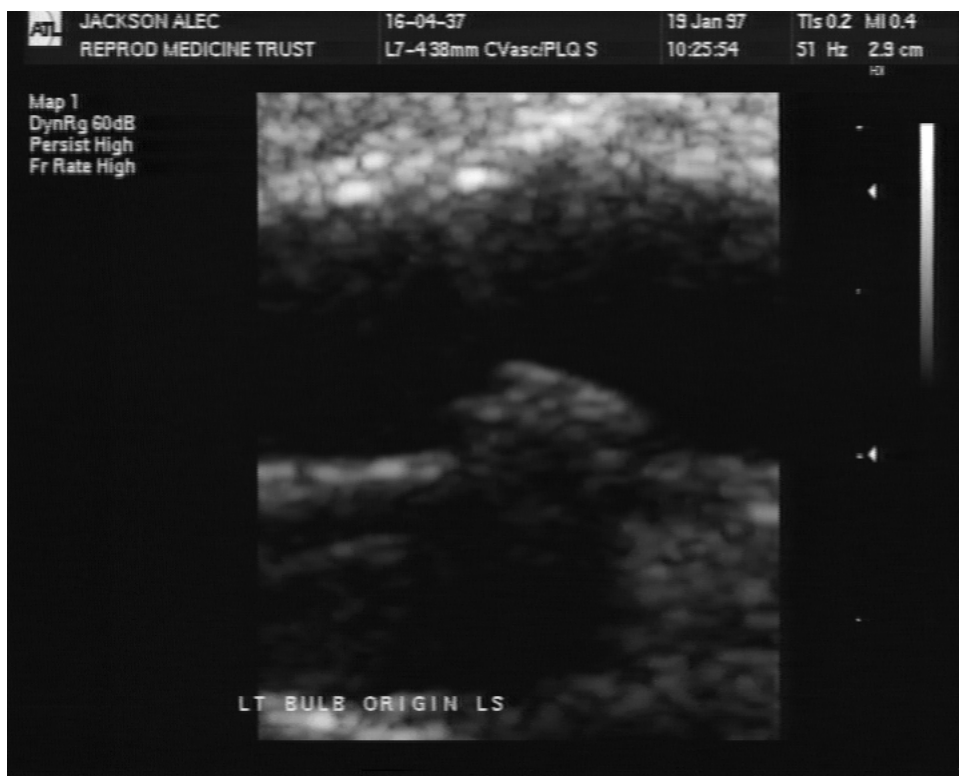
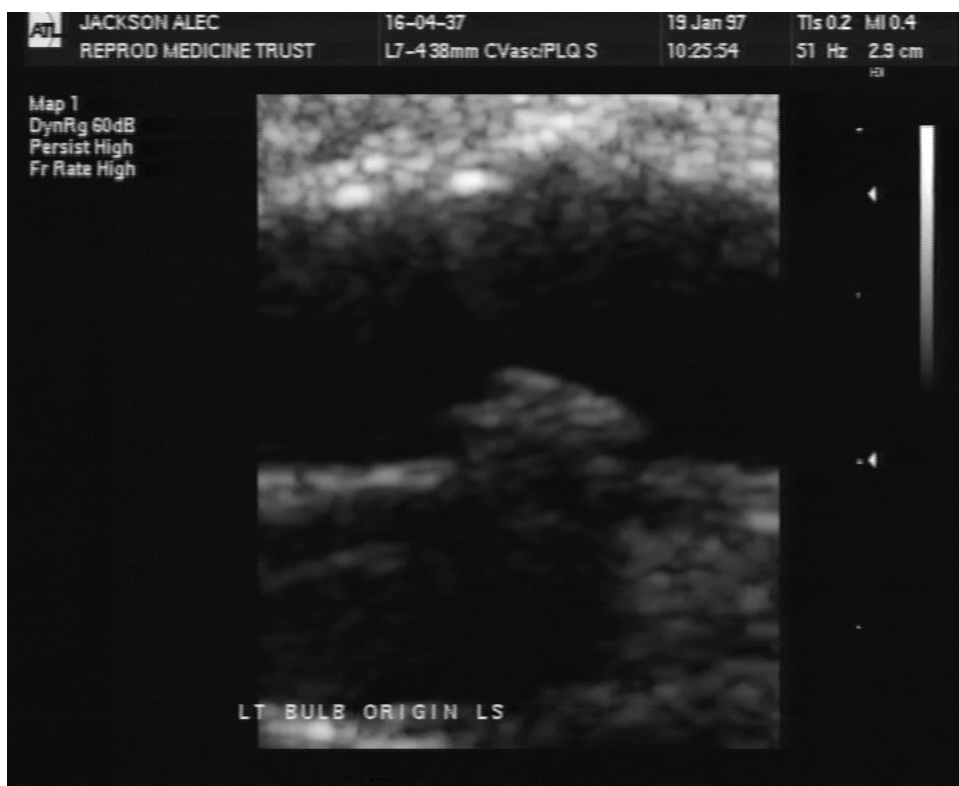
Ακολουθώντας πάνω στο ίδιο frame τρέχουμε τον αλγόριθμο μετατροπής της grayscale εικόνας σε έγχρωμη και το αποτέλεσμα το βλέπουμε στην Εικόνα 7.52.



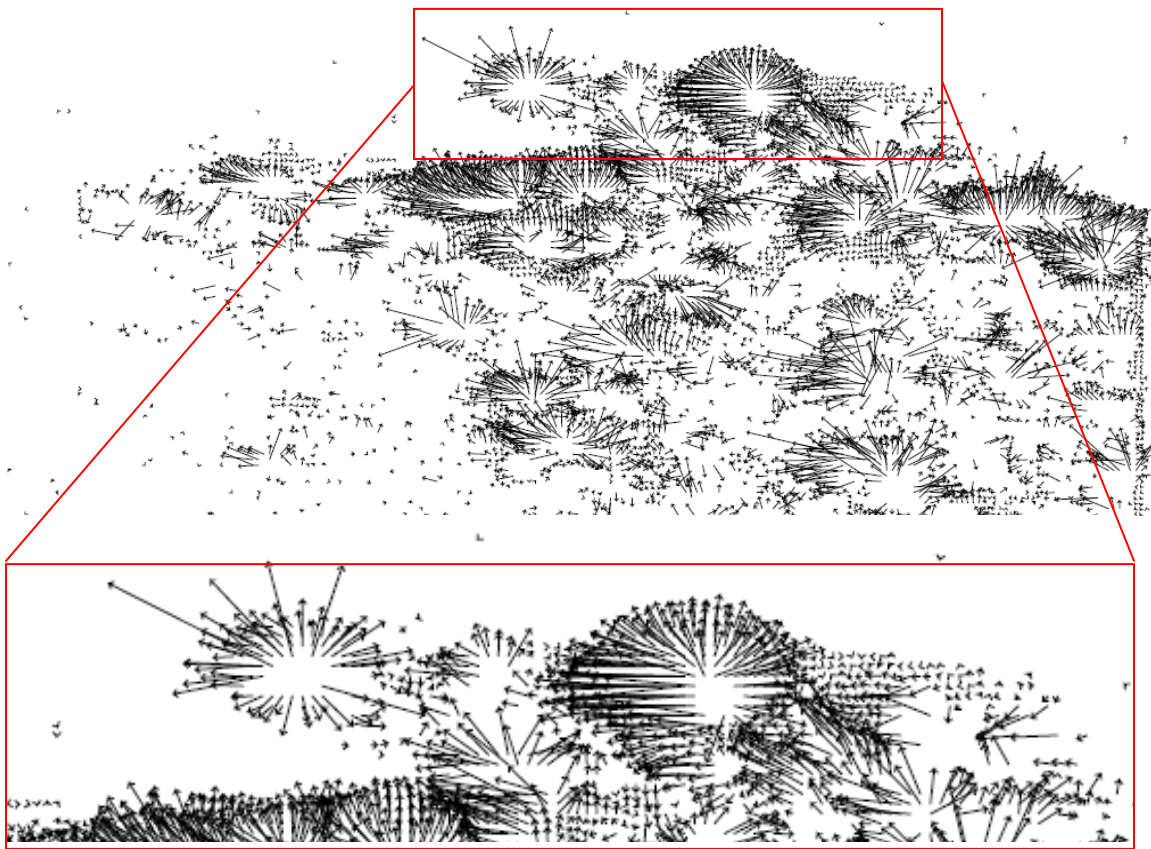
Εικόνα 7.52 – Αποτέλεσμα αλγορίθμου μετατροπής grayscale εικόνας (frame #50) σε έγχρωμη.

Δοκιμή 3 – cardiac6_0001.avi – frame #38 και #40

Επιλέγω να γίνει σύγκριση των frames #38 και #40 με βάση τον αλγόριθμο Horn and Schunck [1] για υπολογισμό της οπτικής ροής. Τα frames #38 και #40 φαίνονται σε μεγέθυνση στην Εικόνα 7.53. Το αποτέλεσμα παρουσιάζεται στην Εικόνα 7.54 όπου γίνεται μεγέθυνση της πλάκας για να δούμε με περισσότερη λεπτομέρεια το αποτέλεσμα.



Εικόνα 7.53 – Frames #38 και #40 σε μεγέθυνση



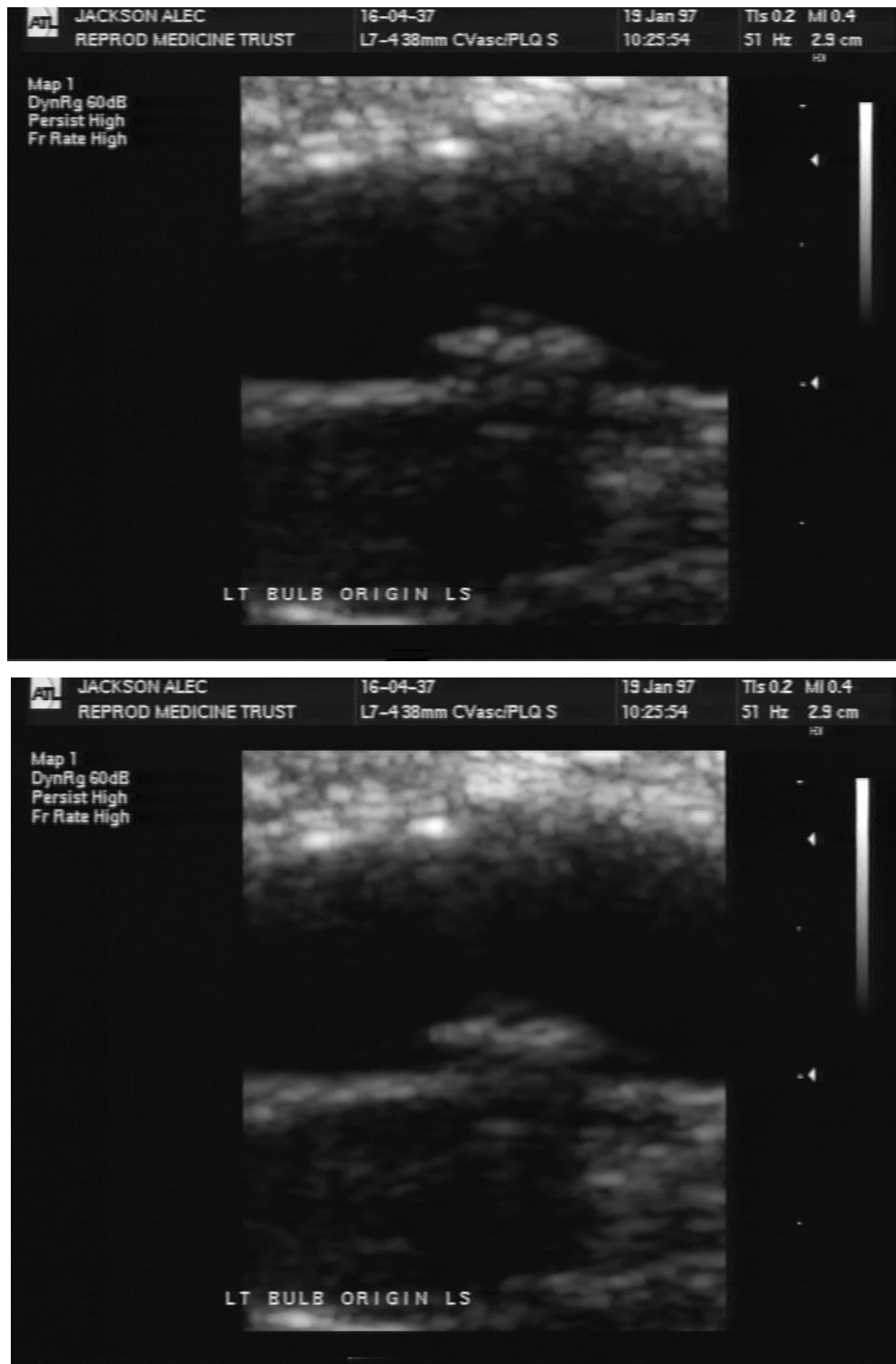
Εικόνα 7.54 – Αποτέλεσμα αλγορίθμου πάνω στα frames #15, #20 και μεγέθυνση στην πλάκα

Παρατηρούμε ότι υπάρχει πολύ μεγάλη κίνηση σε όλη την επιφάνεια της πλάκας. Επικεντρωνόμαστε όμως στο κέντρο αλλά και στο αριστερό άκρο της πλάκας όπου η κίνηση έχει την μεγαλύτερη ένταση ενώ η φορά της κίνησης είναι προς όλες τις κατευθύνσεις. Υπάρχει επίσης μικρή κίνηση και σε άλλα σημεία της πλάκας με φορά κυρίως προς τα αριστερά.

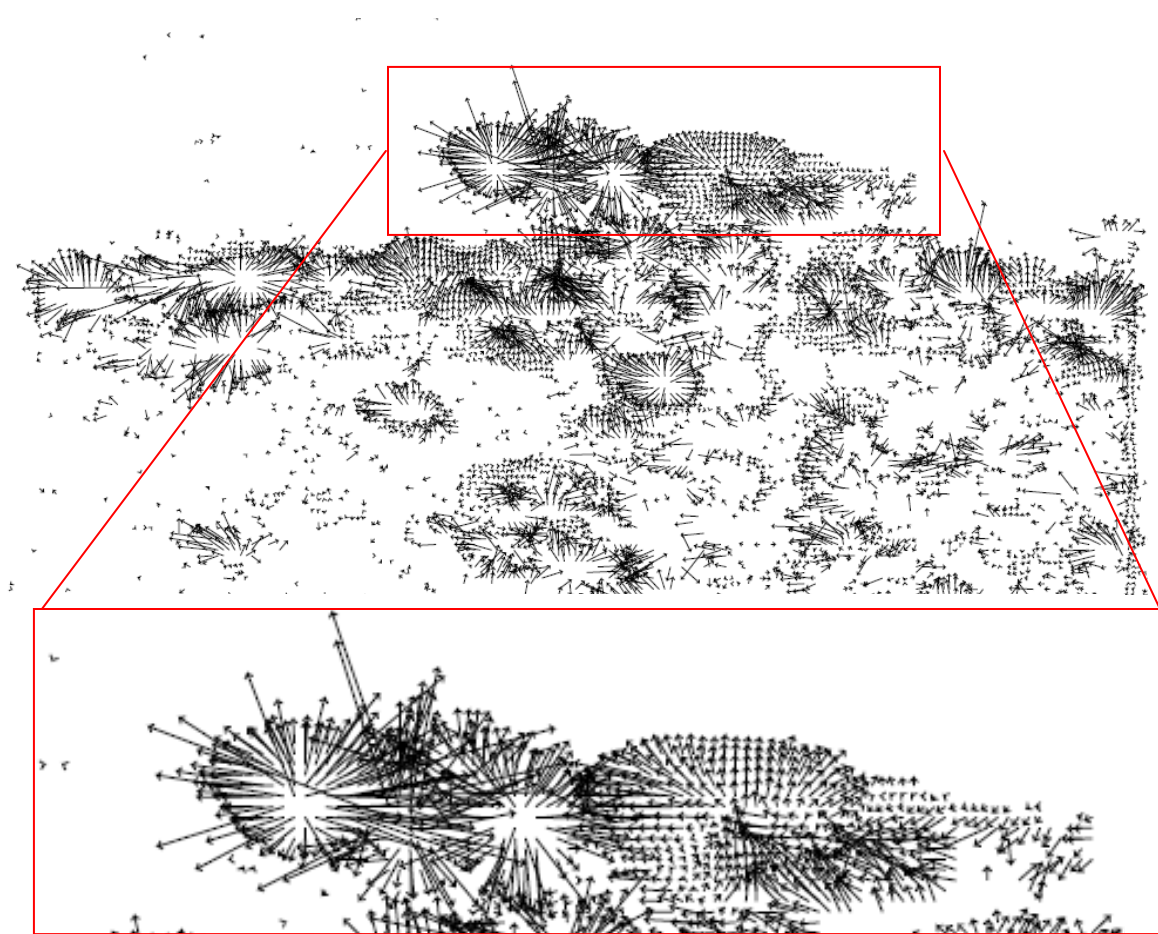
Δοκιμή 4 – cardiac6 0001.avi – frame #52 και #54

Επιλέγω να γίνει σύγκριση των frames #52 και #54 με βάση τον αλγόριθμο Horn and Schunck [1] για υπολογισμό της οπτικής ροής. Τα frames #52 και #54 φαίνονται σε

μεγέθυνση στην Εικόνα 7.55. Το αποτέλεσμα παρουσιάζεται στην Εικόνα 7.56 όπου γίνεται μεγέθυνση της πλάκας για να δούμε με περισσότερη λεπτομέρεια το αποτέλεσμα.



Εικόνα 7.55 – Frames #52 και #54 σε μεγέθυνση

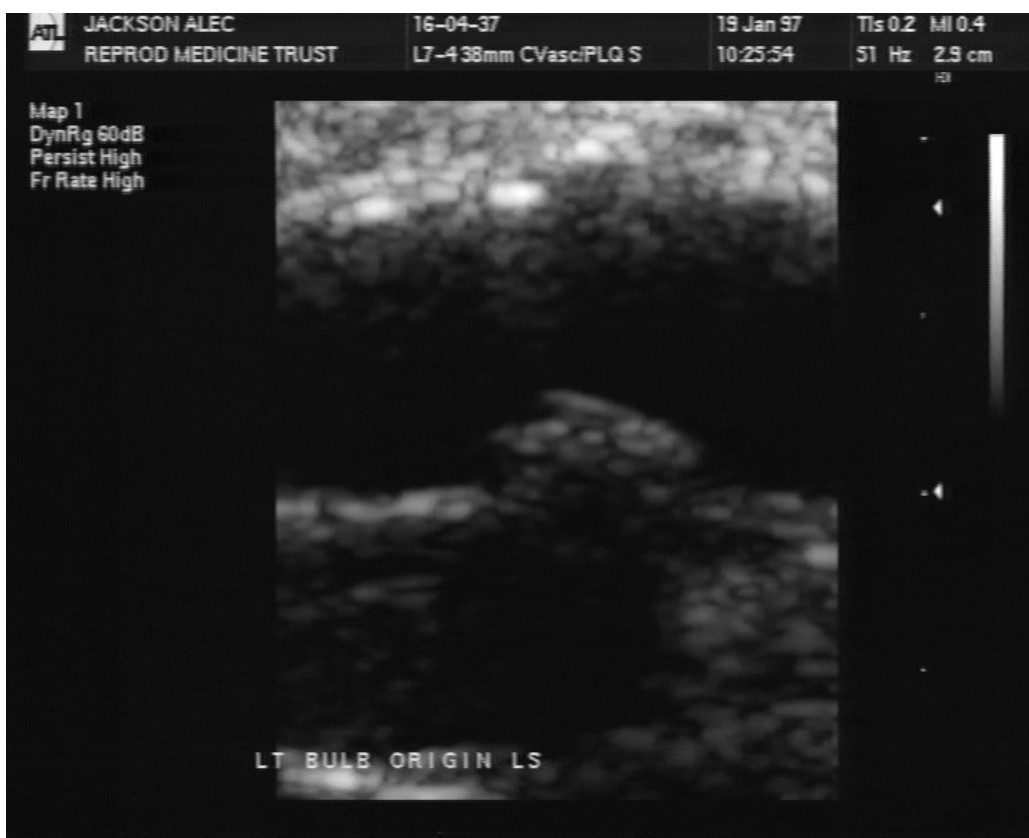
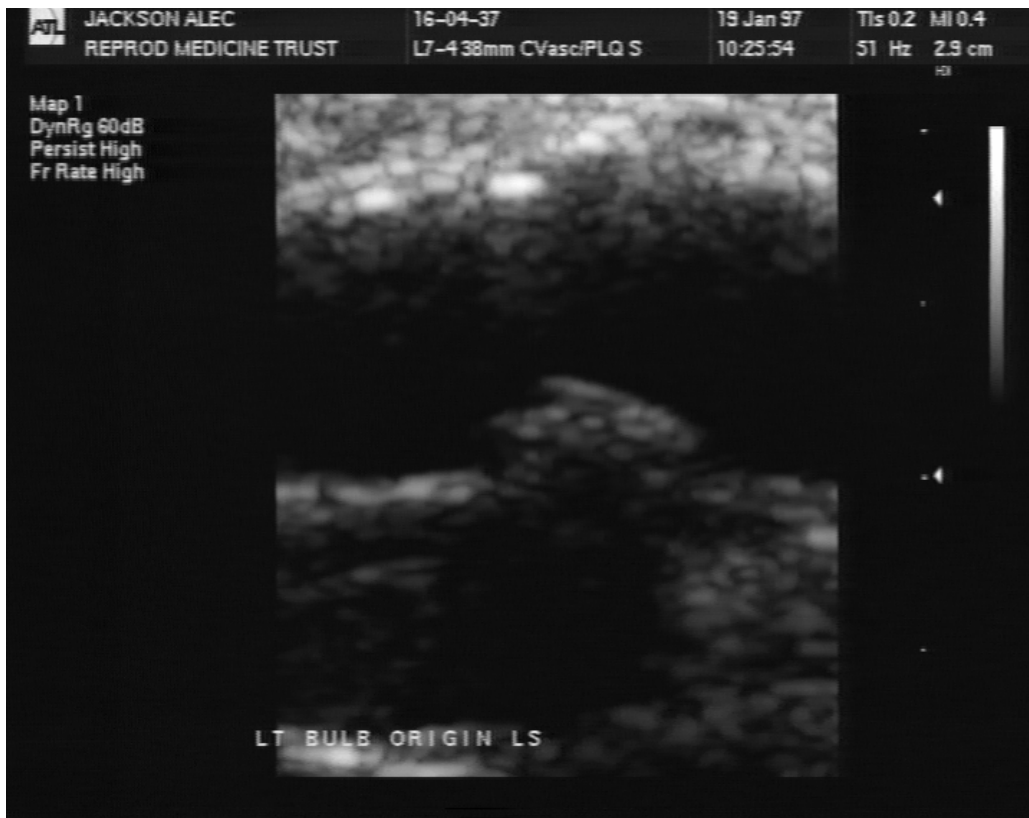


Εικόνα 7.56 – Αποτέλεσμα αλγορίθμου πάνω στα frames #52, #54 και μεγέθυνση στην πλάκα

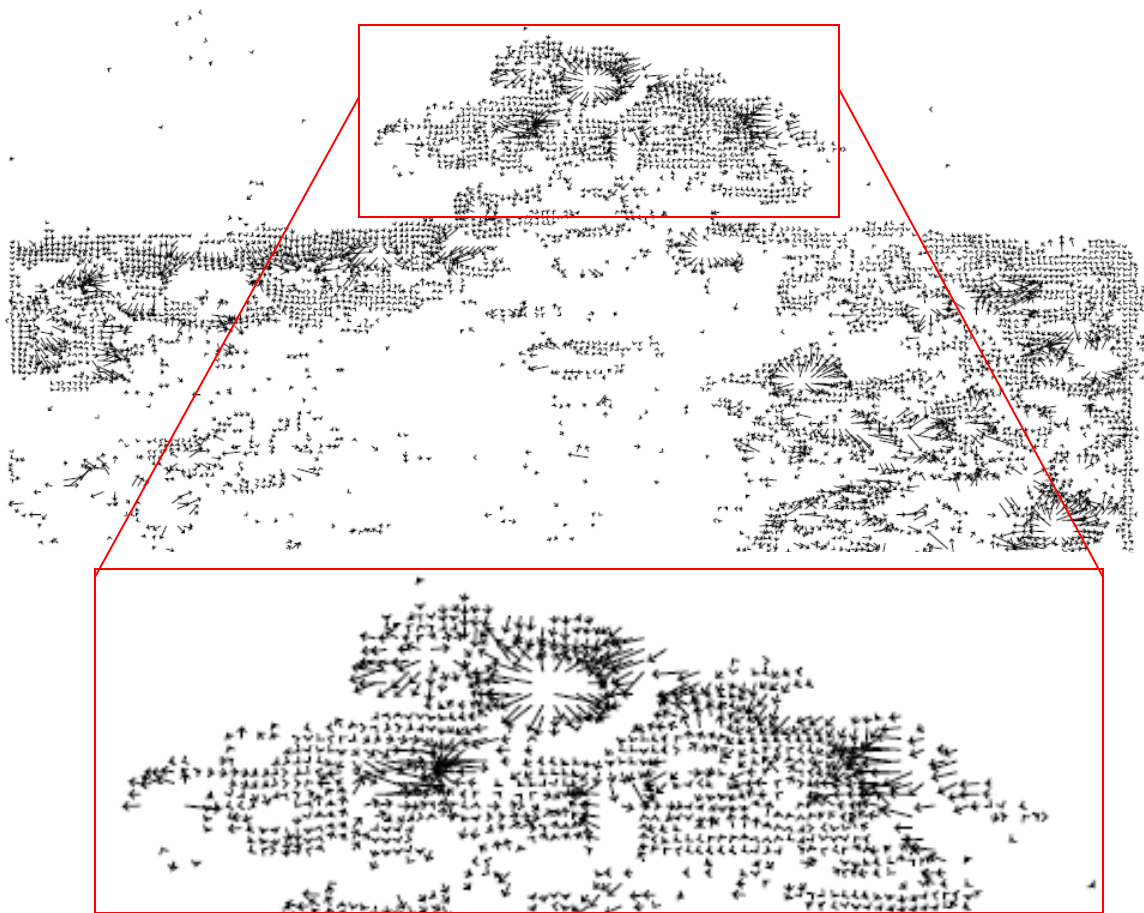
Παρατηρούμε ότι υπάρχει πολύ μεγάλη κίνηση στο αριστερό μέρος της πλάκας ενώ η φορά της κίνησης είναι προς όλες τις κατευθύνσεις κυρίως όμως προς τα πάνω. Υπάρχει επίσης μικρότερη κίνηση αλλά σημαντική και στο δεξιό μέρος της πλάκας με φορά κυρίως προς τα αριστερά και πάνω.

Δοκιμή 5 – cardiac6 0001.avi – frame #44 και #45

Επιλέγω να γίνει σύγκριση των frames #44 και #45 με βάση τον αλγόριθμο Horn and Schunck [1] για υπολογισμό της οπτικής ροής. Τα frames #44 και #45 φαίνονται σε μεγέθυνση στην Εικόνα 7.57. Το αποτέλεσμα είναι της μορφής postscript και παρουσιάζεται στην Εικόνα 7.58.



Εικόνα 7.57 – Frames #44 και #45 σε μεγέθυνση

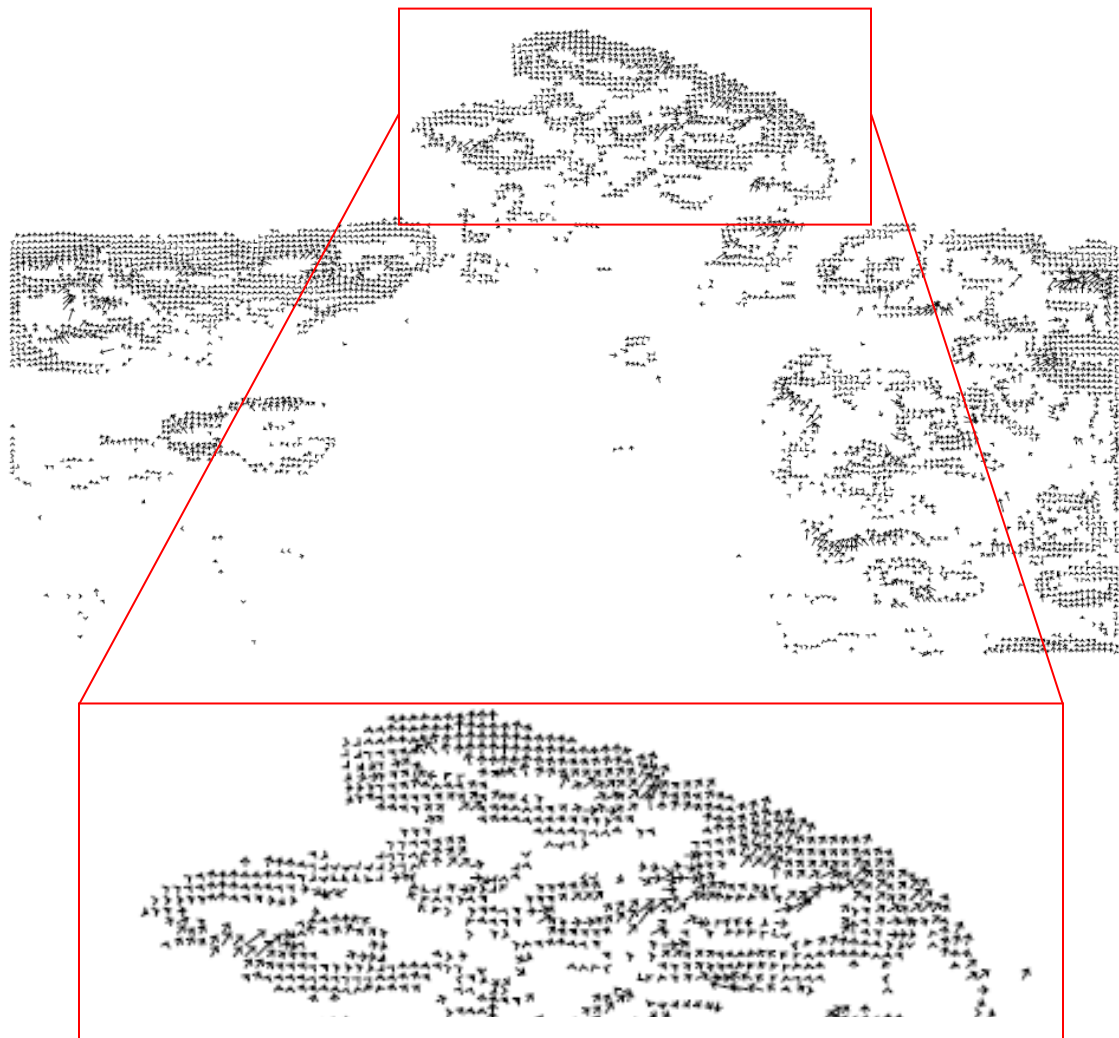


Εικόνα 7.58 – Αποτέλεσμα αλγορίθμου πάνω στα frames #44, #45 και μεγέθυνση στην πλάκα

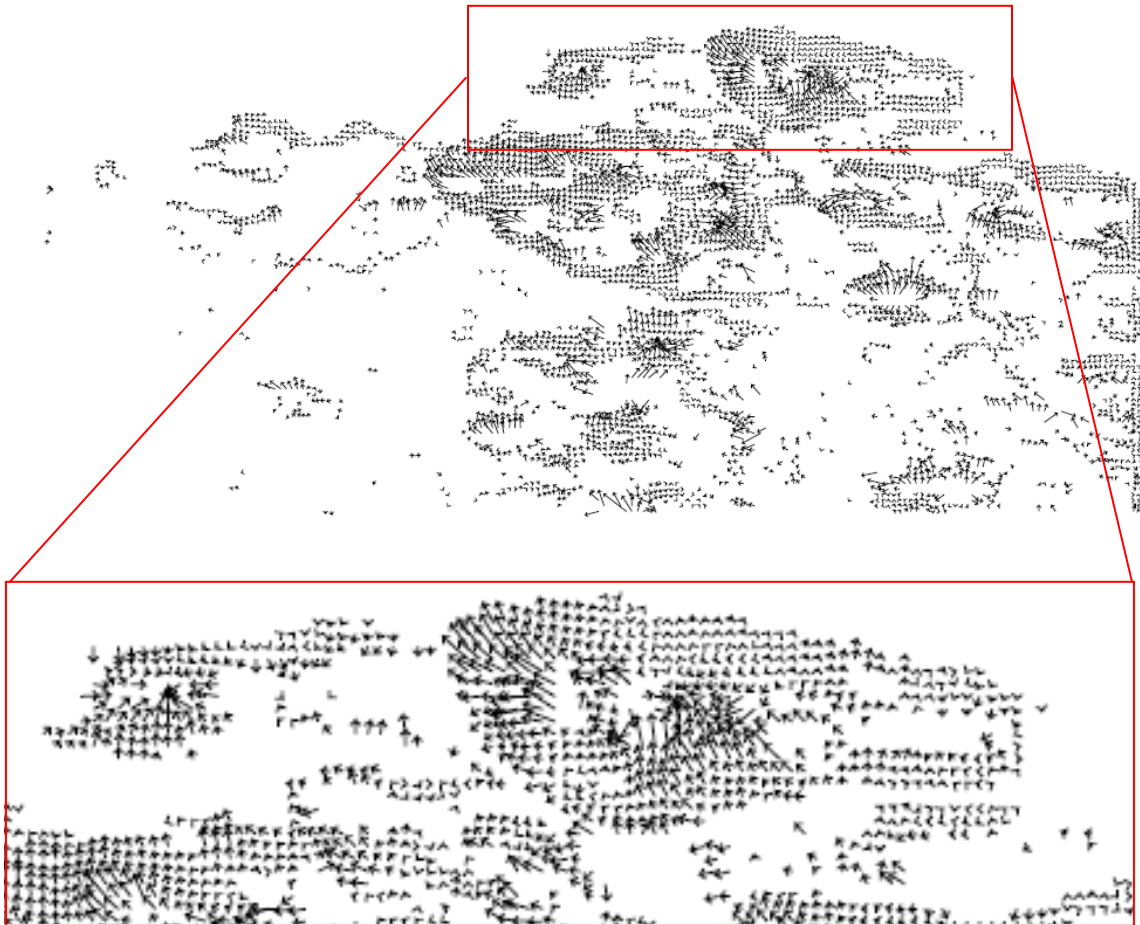
Παρατηρούμε ότι υπάρχει μικρή κίνηση σε όλη την επιφάνεια της πλάκας. Μεγαλύτερη κίνηση υπάρχει στο μέσο περίπου της πλάκας με την φορά της κίνησης να είναι προς όλες τις κατευθύνσεις. Υπάρχει επίσης μικρή κίνηση στο δεξιό μέρος της πλάκας με φορά προς τα αριστερά.

Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα

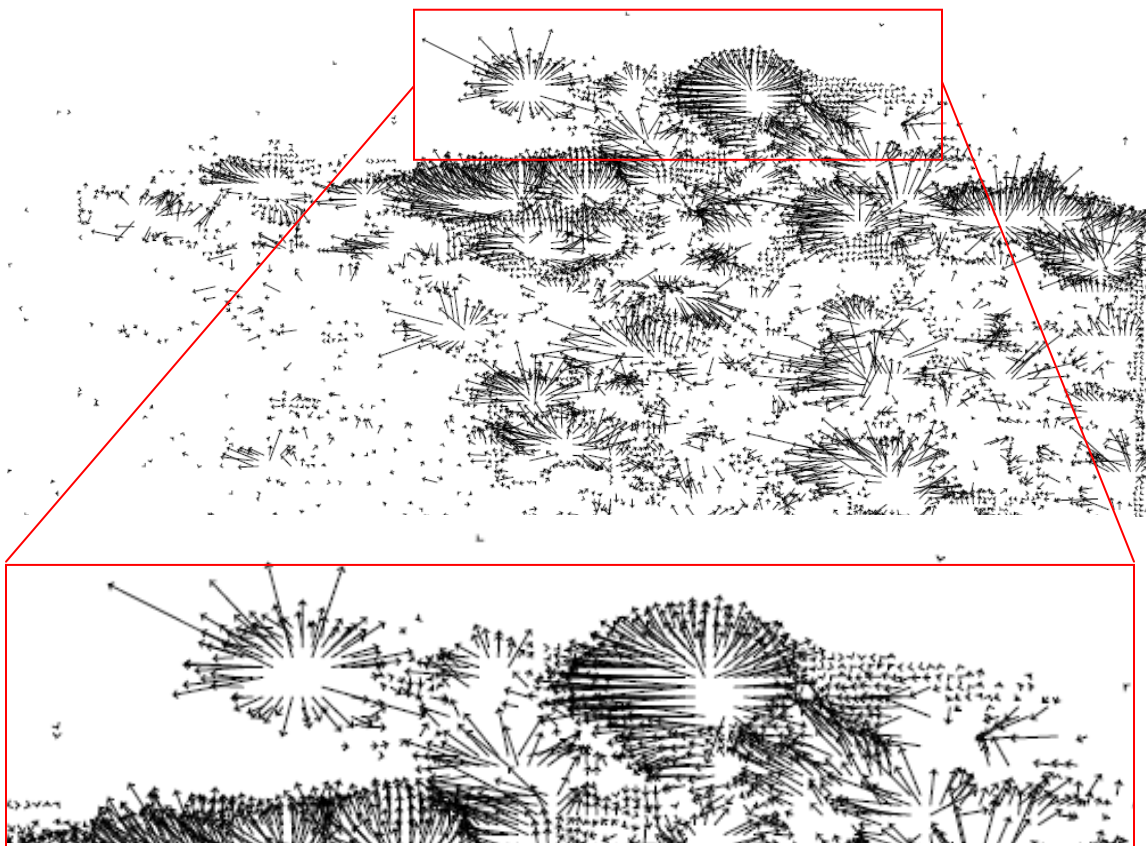
Παρακάτω παρουσιάζω συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα του αλγορίθμου όταν αυτός εφαρμόστηκε στο video cardiac6_0001.avi σε διαφορετικά frames κάθε φορά.



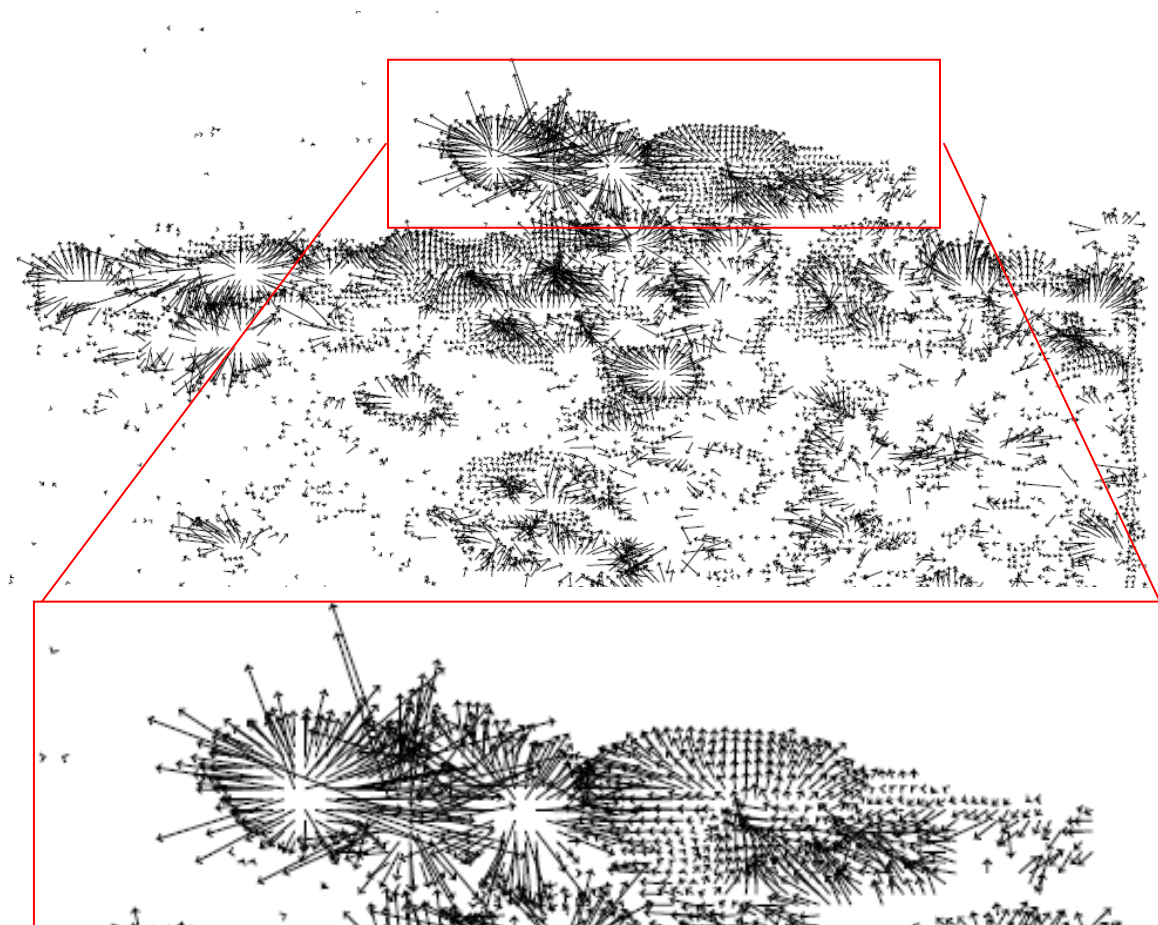
Εικόνα 7.59 - Αποτέλεσμα αλγορίθμου σε frame #38



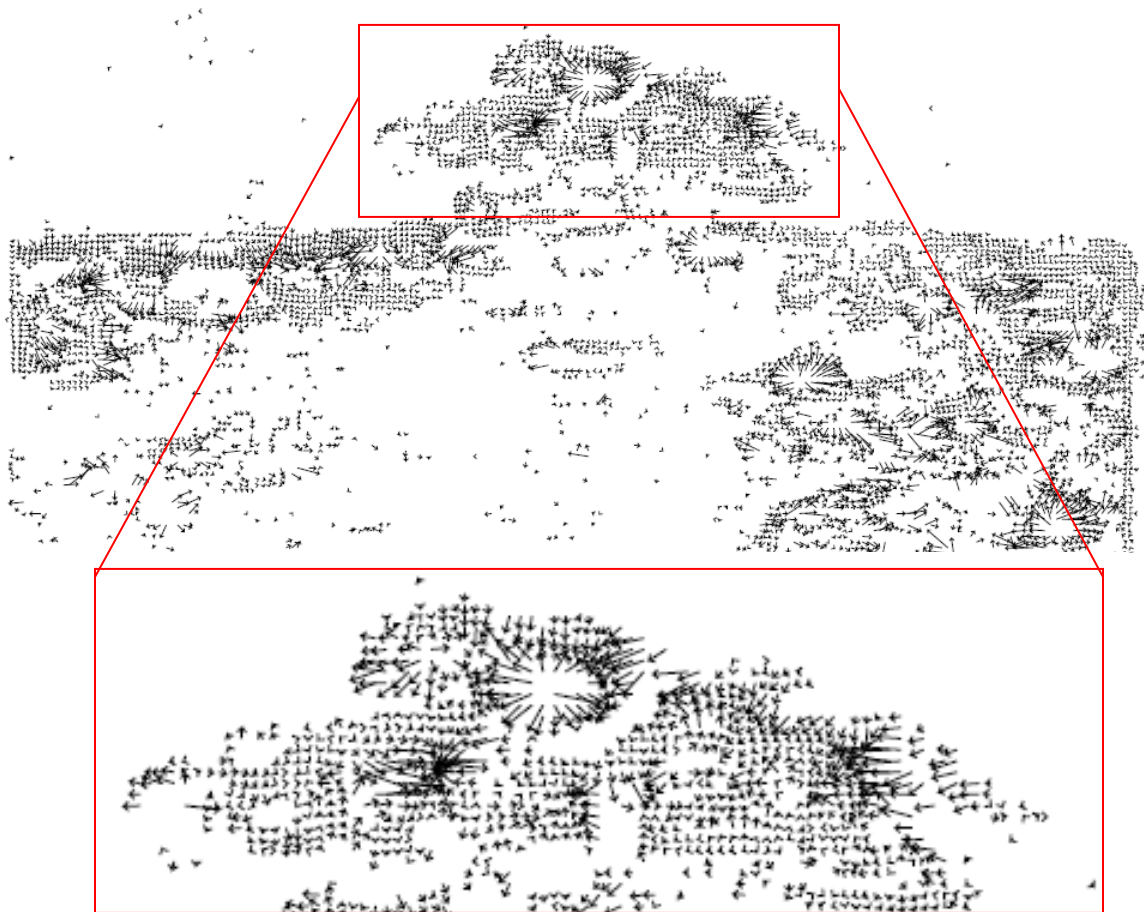
Εικόνα 7.60 - Αποτέλεσμα αλγορίθμου σε frame #50



Εικόνα 7.61 - Αποτέλεσμα αλγορίθμου σε frames #38 και #40



Εικόνα 7.62 - Αποτέλεσμα αλγορίθμου σε frames #52 και #54



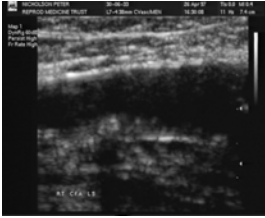
Εικόνα 7.63 - Αποτέλεσμα αλγορίθμου σε frames #44 και #45

7.3.3 Δοκιμή με video cardiac9_006.avi.

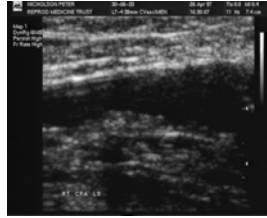
Το τρίτο video που επιλέχθηκε είναι από την ψηφιοποίηση της ένατης κασέτας, το video με αριθμό 6 (cardiac9_006.avi).

Πιο κάτω παρουσιάζω ένα αριθμό από διαδοχικές εικόνες (frames) που πήραμε από το video.

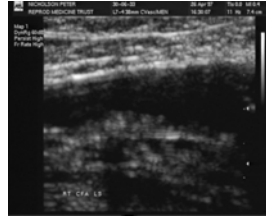
Ακολουθία από frames (#25-#44)



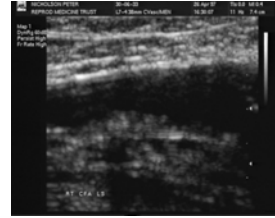
frame #25



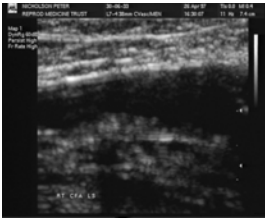
frame #26



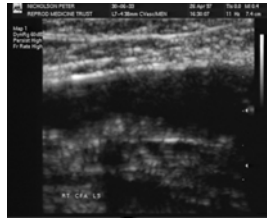
frame #27



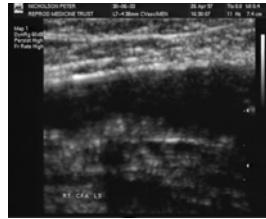
frame #28



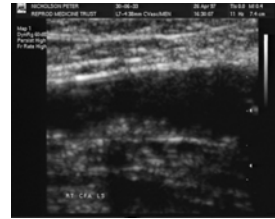
frame #29



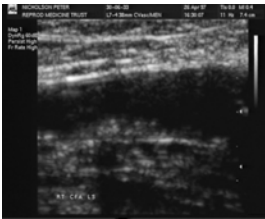
frame #30



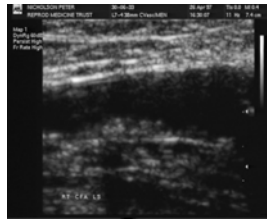
frame #31



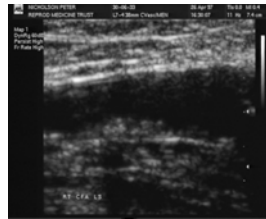
frame #32



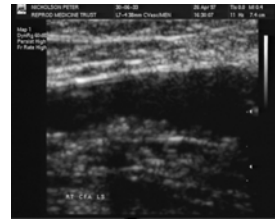
frame #33



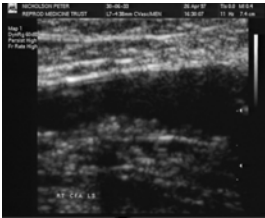
frame #34



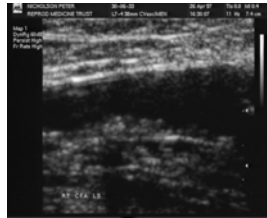
frame #35



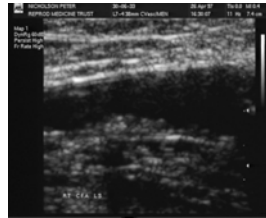
frame #36



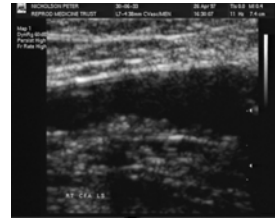
frame #37



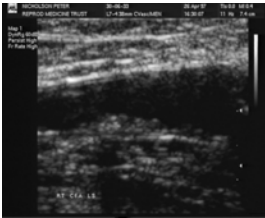
frame #38



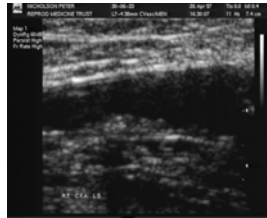
frame #39



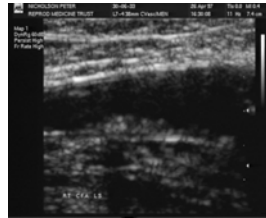
frame #40



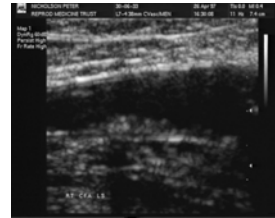
frame #41



frame #42



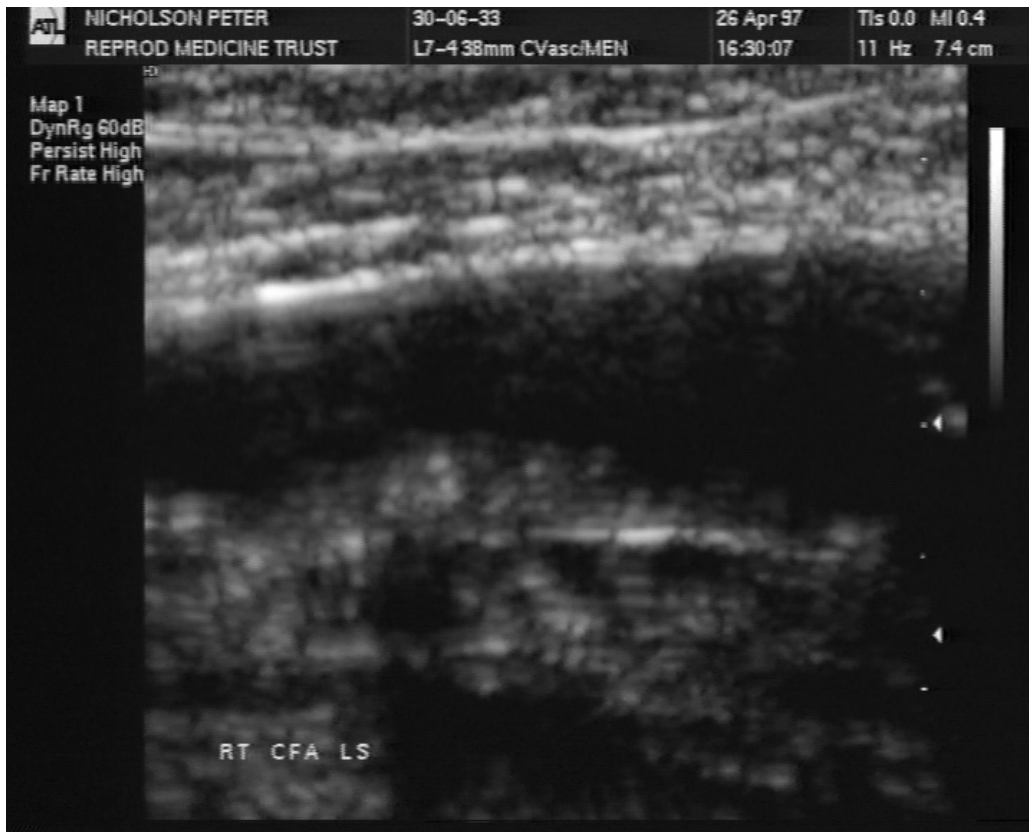
frame #43



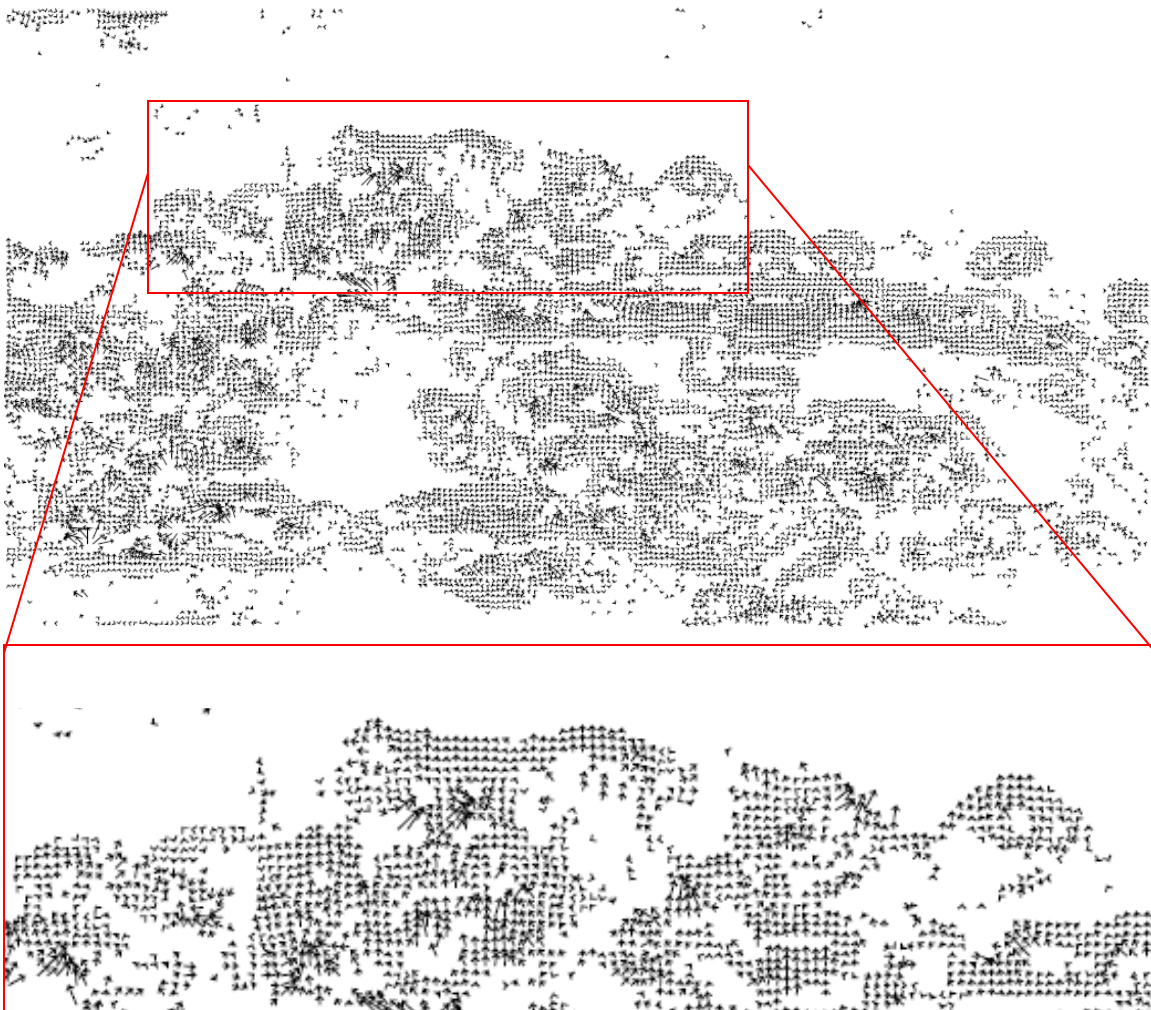
frame #44

Δοκιμή 1 - cardiac4 0004.avi – frame #30

Επιλέγω το frame #30, το οποίο φαίνεται σε μεγέθυνση στην Εικόνα 7.64, σαν κεντρικό frame και τρέχω τον αλγόριθμο Horn and Schunck [1] για υπολογισμό της οπτικής ροής. Το αποτέλεσμα παρουσιάζεται στην Εικόνα 7.65 όπου γίνεται μεγέθυνση της πλάκας για να δούμε με περισσότερη λεπτομέρεια το αποτέλεσμα.



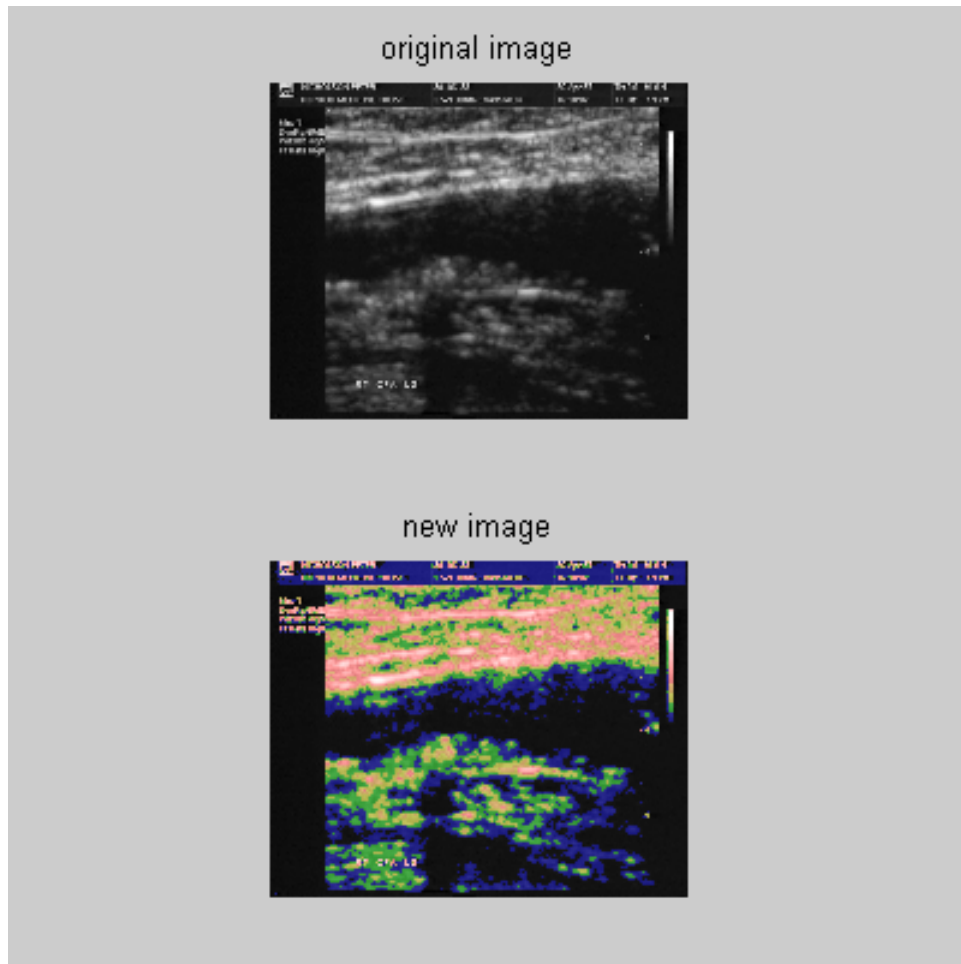
Εικόνα 7.64 – Frames #30 σε μεγέθυνση



Εικόνα 7.65 – Αποτέλεσμα αλγορίθμου πάνω στο frame #30 και μεγέθυνση στην πλάκα

Παρατηρούμε ότι υπάρχει μικρή κίνηση στο αριστερό μέρος της πλάκας με την φορά της κίνησης να είναι προς τα πάνω και δεξιά. Επίσης μικρή κίνηση υπάρχει και στο δεξιό μέρος της πλάκας με φορά προς τα πάνω. Γενικά η κίνηση σε ολόκληρη την επιφάνεια της πλάκας εκτός από τα πιο πάνω σημεία είναι πολύ μικρή και έχει φορά κυρίως προς τα πάνω.

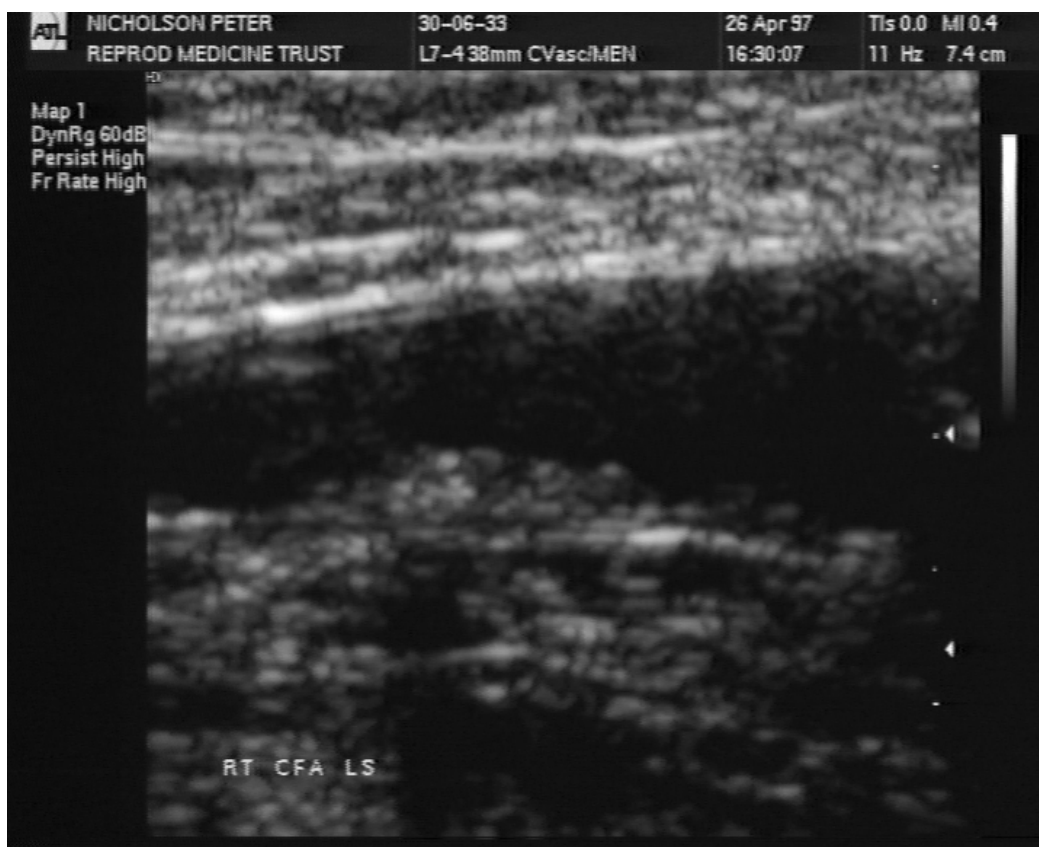
Ακολουθώντας πάνω στο ίδιο frame τρέχουμε τον αλγόριθμο μετατροπής της grayscale εικόνας σε έγχρωμη και το αποτέλεσμα το βλέπουμε στην Εικόνα 7.66.



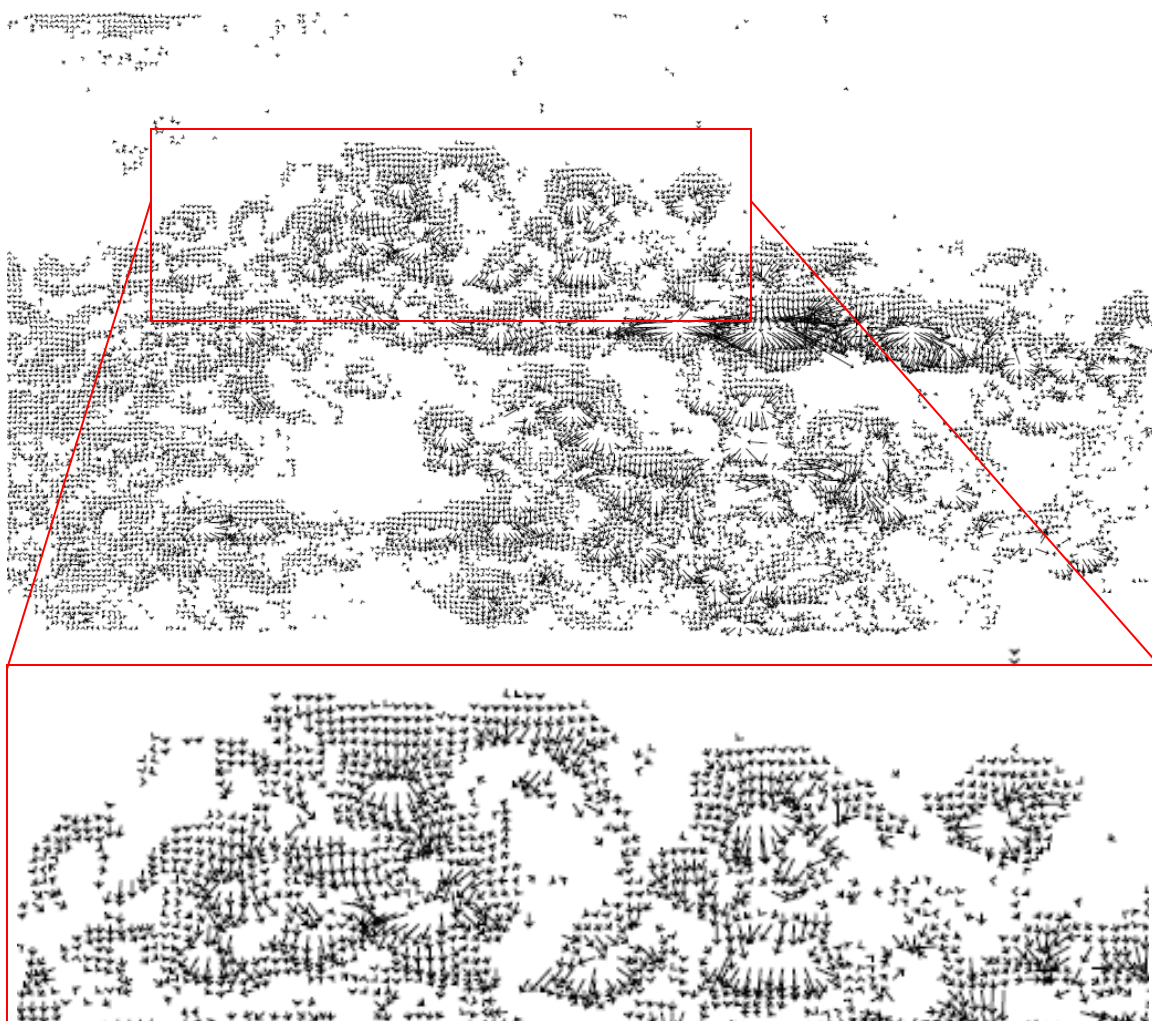
Εικόνα 7.66 – Αποτέλεσμα αλγορίθμου μετατροπής grayscale εικόνας (frame #30) σε έγχρωμη.

Δοκιμή 2 - cardiac4 0004.avi – frame #41

Επιλέγω το frame #30, το οποίο φαίνεται σε μεγέθυνση στην Εικόνα 7.67, σαν κεντρικό frame και τρέχω τον αλγόριθμο Horn and Schunck [1] για υπολογισμό της οπτικής ροής. Το αποτέλεσμα παρουσιάζεται στην Εικόνα 7.68 όπου γίνεται μεγέθυνση της πλάκας για να δούμε με περισσότερη λεπτομέρεια το αποτέλεσμα.



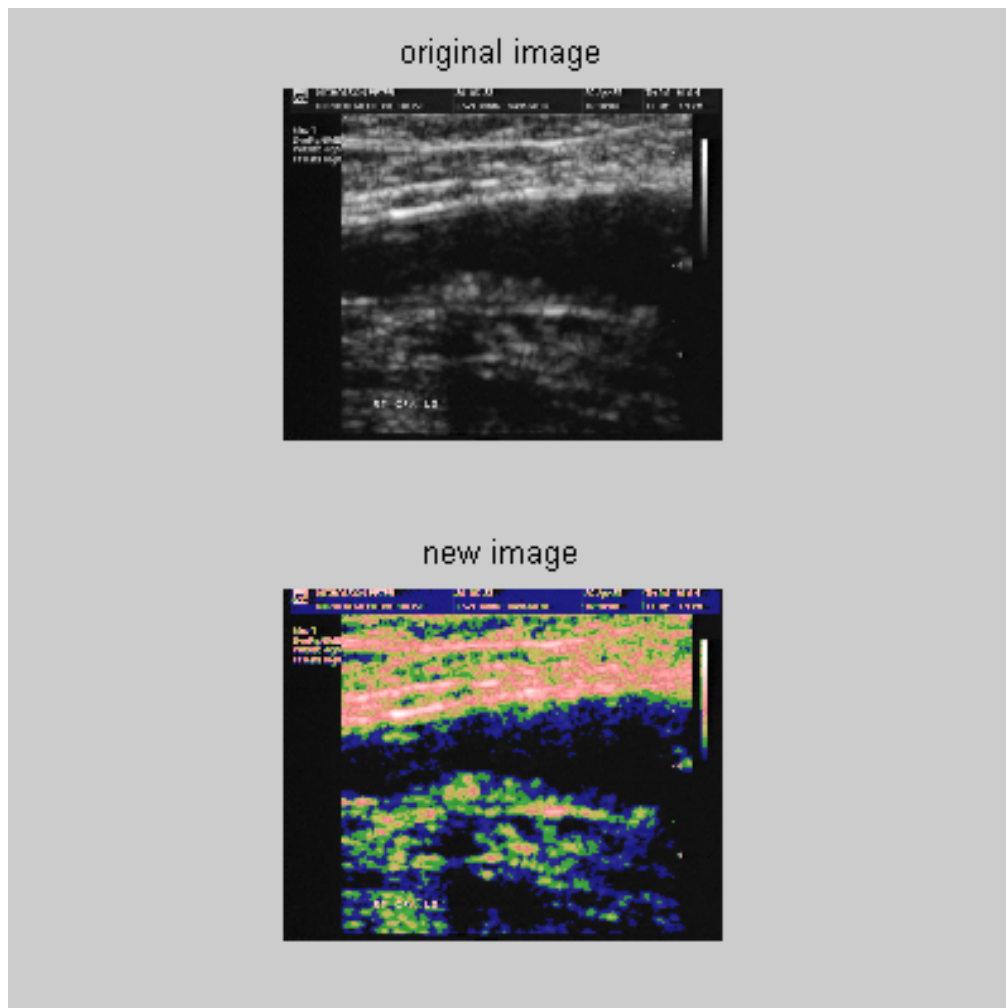
Εικόνα 7.67 – Frames #41 σε μεγέθυνση



Εικόνα 7.68 – Αποτέλεσμα αλγορίθμου πάνω στο frame #41 και μεγέθυνση στην πλάκα

Παρατηρούμε ότι υπάρχει κίνηση σε όλη την επιφάνεια της πλάκας με φορά προς τα κάτω. Η κίνηση αυτή είναι μεγαλύτερη σε ορισμένα σημεία τόσο στο δεξί όσο και στο αριστερό μέρος της πλάκας. Σημαντικό είναι το γεγονός ότι στο δεξιό άκρο της πλάκας υπάρχει κίνηση με φορά προς όλες τις κατευθύνσεις.

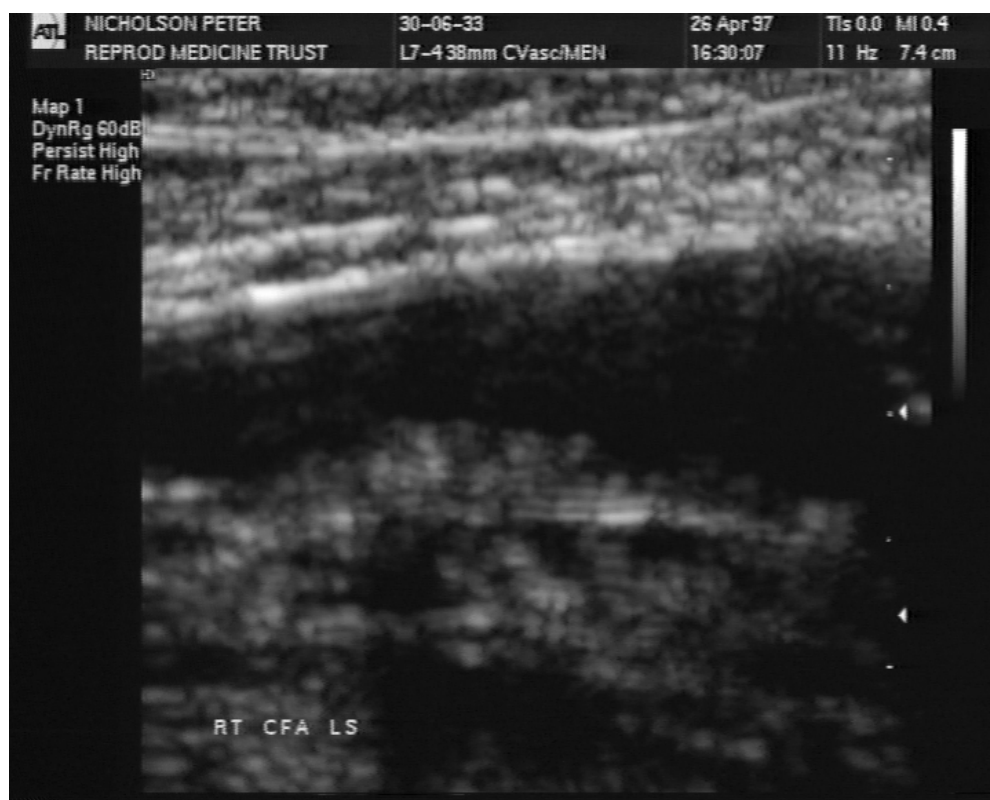
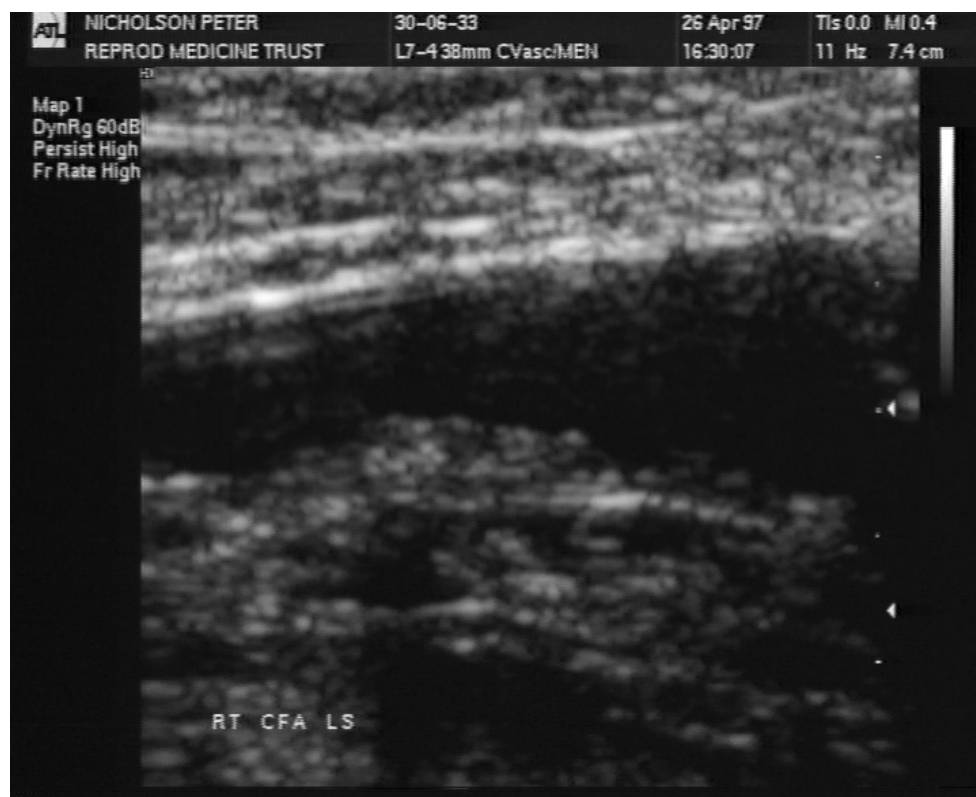
Ακολουθώντας πάνω στο ίδιο frame τρέχουμε τον αλγόριθμο μετατροπής της grayscale εικόνας σε έγχρωμη και το αποτέλεσμα το βλέπουμε στην Εικόνα 7.69.



Εικόνα 7.69 – Αποτέλεσμα αλγορίθμου μετατροπής grayscale εικόνας (frame #41) σε έγχρωμη.

Δοκιμή 3 – cardiac9_006.avi – frame #26 και #28

Επιλέγω να γίνει σύγκριση των frames #26 και #28 με βάση τον αλγόριθμο Horn and Schunck [1] για υπολογισμό της οπτικής ροής. Τα frames #26 και #28 φαίνονται σε μεγέθυνση στην Εικόνα 7.70. Το αποτέλεσμα παρουσιάζεται στην Εικόνα 7.71 όπου γίνεται μεγέθυνση της πλάκας για να δούμε με περισσότερη λεπτομέρεια το αποτέλεσμα.



Εικόνα 7.70 – Frames #26 και #28 σε μεγέθυνση



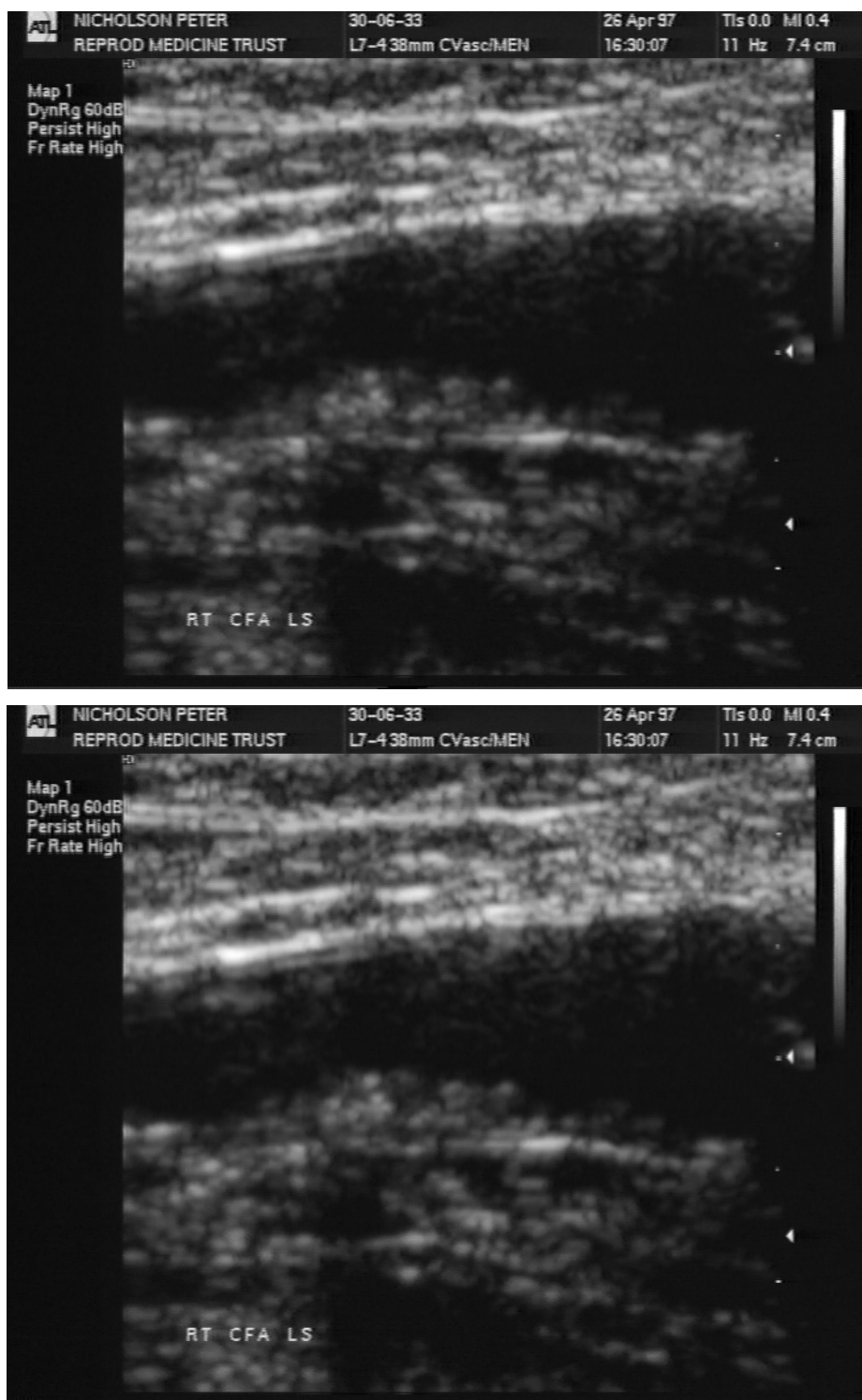
Εικόνα 7.71 – Αποτέλεσμα αλγορίθμου πάνω στα frames #26, #28 και μεγέθυνση στην πλάκα

Παρατηρούμε ότι υπάρχει μεγάλη κίνηση σε όλη την επιφάνεια της πλάκας με φορά κυρίως προς τα πάνω και δεξιά. Η κίνηση αυτή είναι μεγαλύτερη σε κάποια σημεία στο δεξί αλλά και στο αριστερό μέρος της πλάκας. Σημαντική είναι η παρατήρηση ότι σε όλα τα σημεία όπου έχουμε μεγάλη κίνηση, η κίνηση αυτή έχει την ίδια φορά με την κίνηση όλης της πλάκας, δηλαδή προς τα δεξιά.

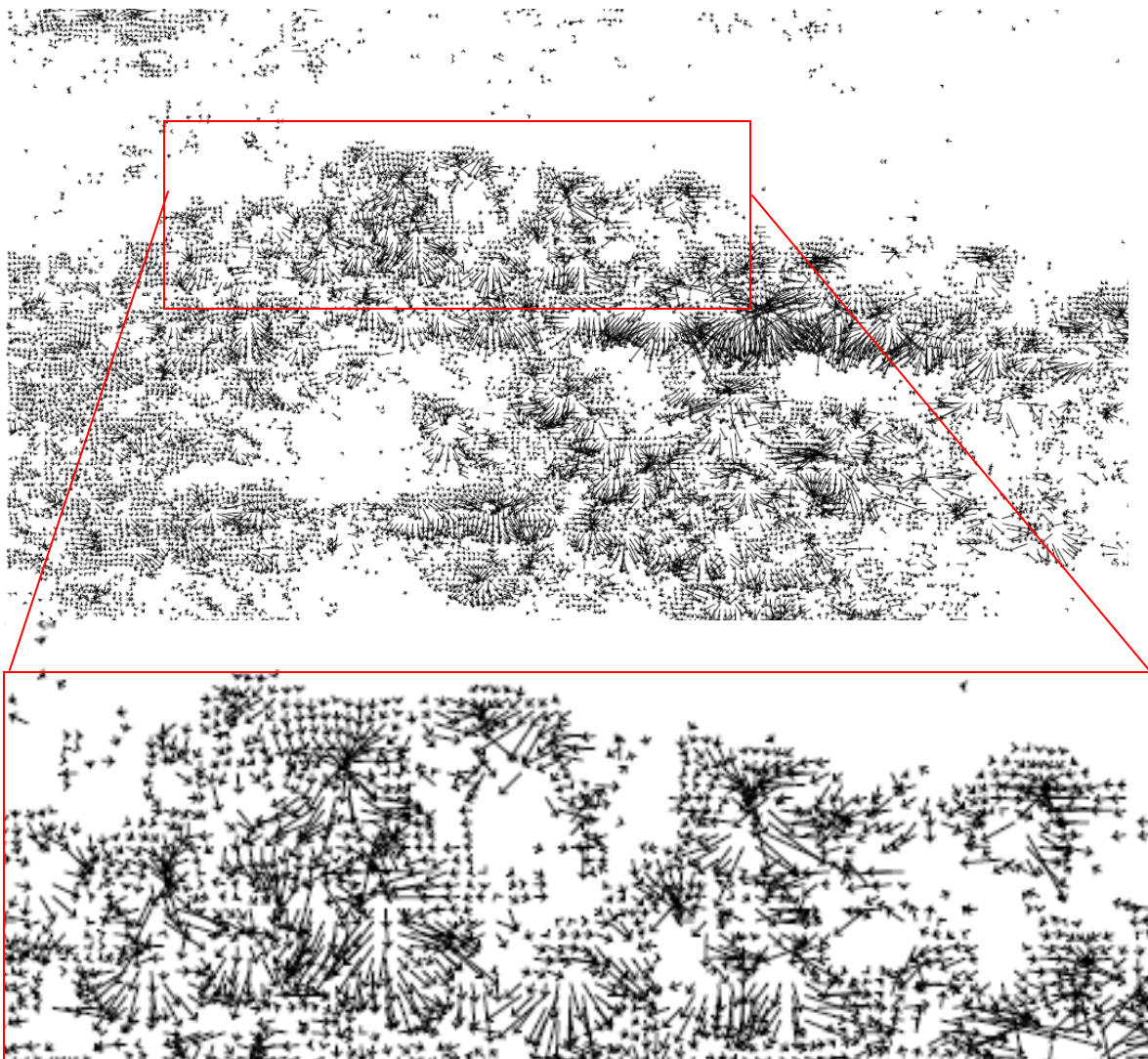
Δοκιμή 4 – cardiac9 006.avi – frame #34 και #37

Επιλέγω να γίνει σύγκριση των frames #34 και #37 με βάση τον αλγόριθμο Horn and Schunck [1] για υπολογισμό της οπτικής ροής. Τα frames #34 και #37 φαίνονται σε

μεγέθυνση στην Εικόνα 7.72. Το αποτέλεσμα παρουσιάζεται στην Εικόνα 7.73 όπου γίνεται μεγέθυνση της πλάκας για να δούμε με περισσότερη λεπτομέρεια το αποτέλεσμα.



Εικόνα 7.72 – Frames #34 και #37 σε μεγέθυνση

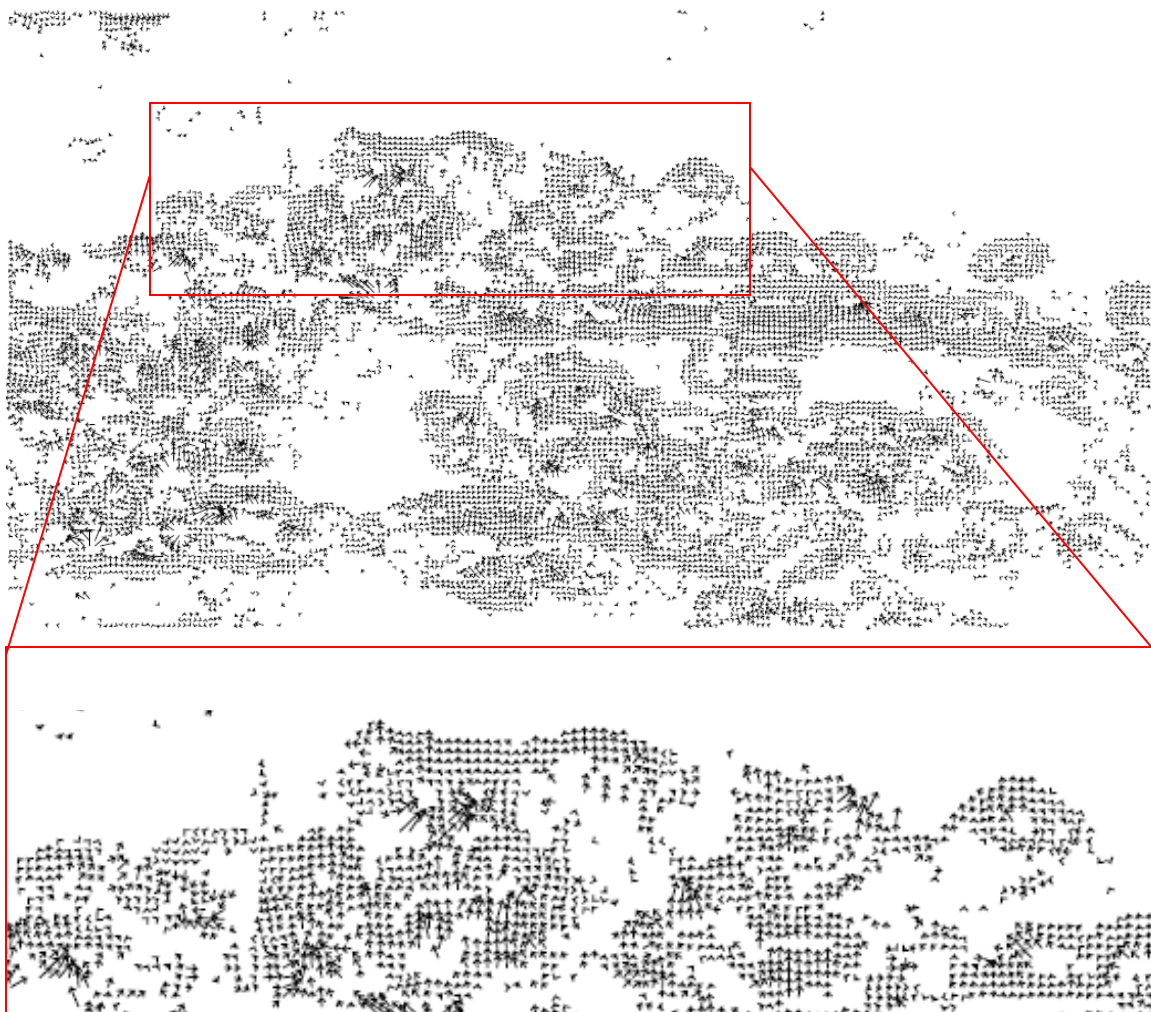


Εικόνα 7.73 – Αποτέλεσμα αλγορίθμου πάνω στα frames #34, #37 και μεγέθυνση στην πλάκα

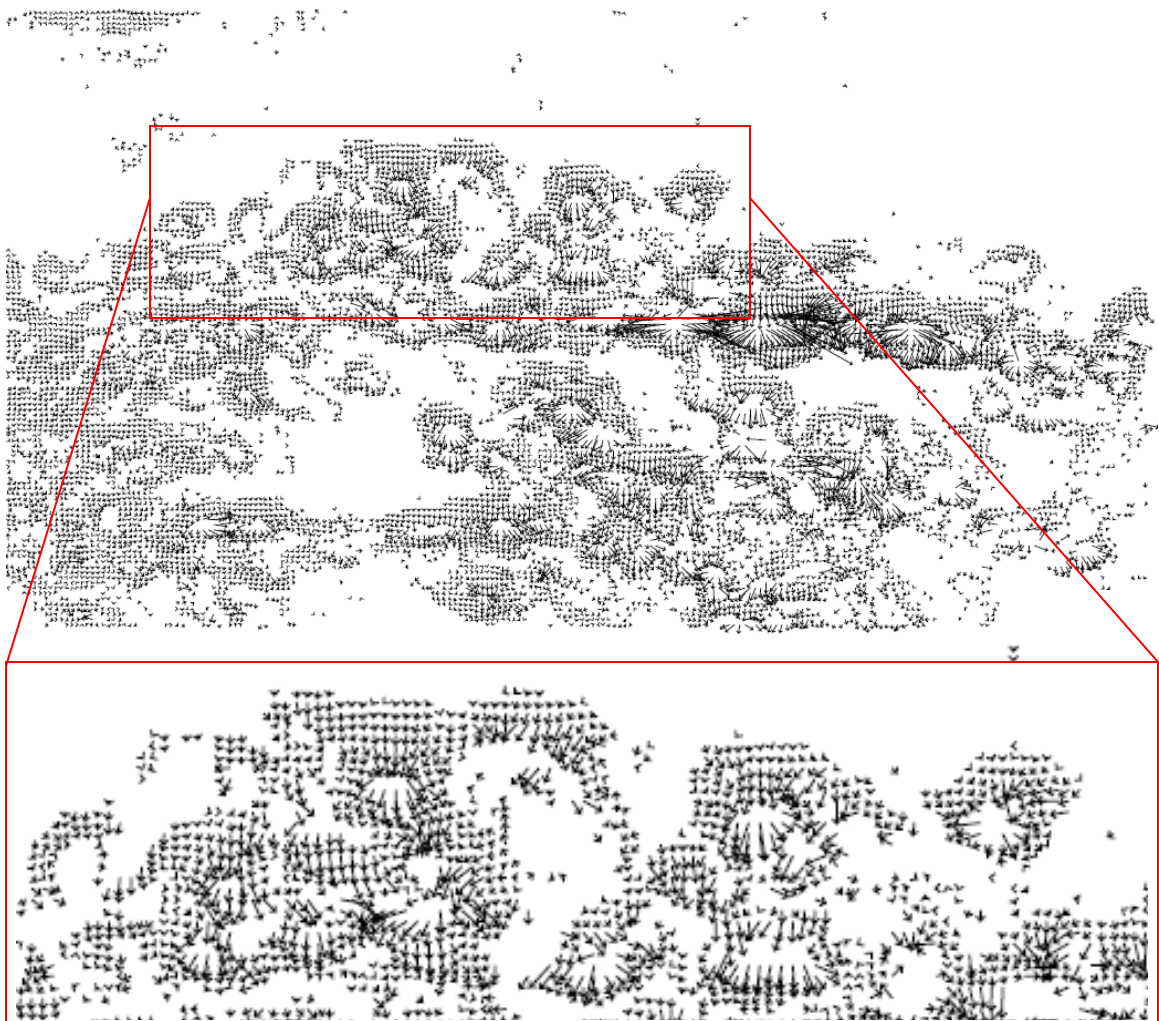
Παρατηρούμε ότι υπάρχει κίνηση σε όλη την επιφάνεια της πλάκας, εκτός από το κέντρο, με φορά κυρίως προς τα κάτω. Σε ορισμένα σημεία η κίνηση είναι πολύ μεγάλη. Η μεγαλύτερη κίνηση παρατηρείται κυρίως στο αριστερό μέρος της πλάκας με φορά κυρίως προς τα κάτω και σε πολύ λίγα σημεία προς τα αριστερά. Σε ορισμένα σημεία στο δεξιό μέρος της πλάκας υπάρχει μεγάλη κίνηση προς τα κάτω.

Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα

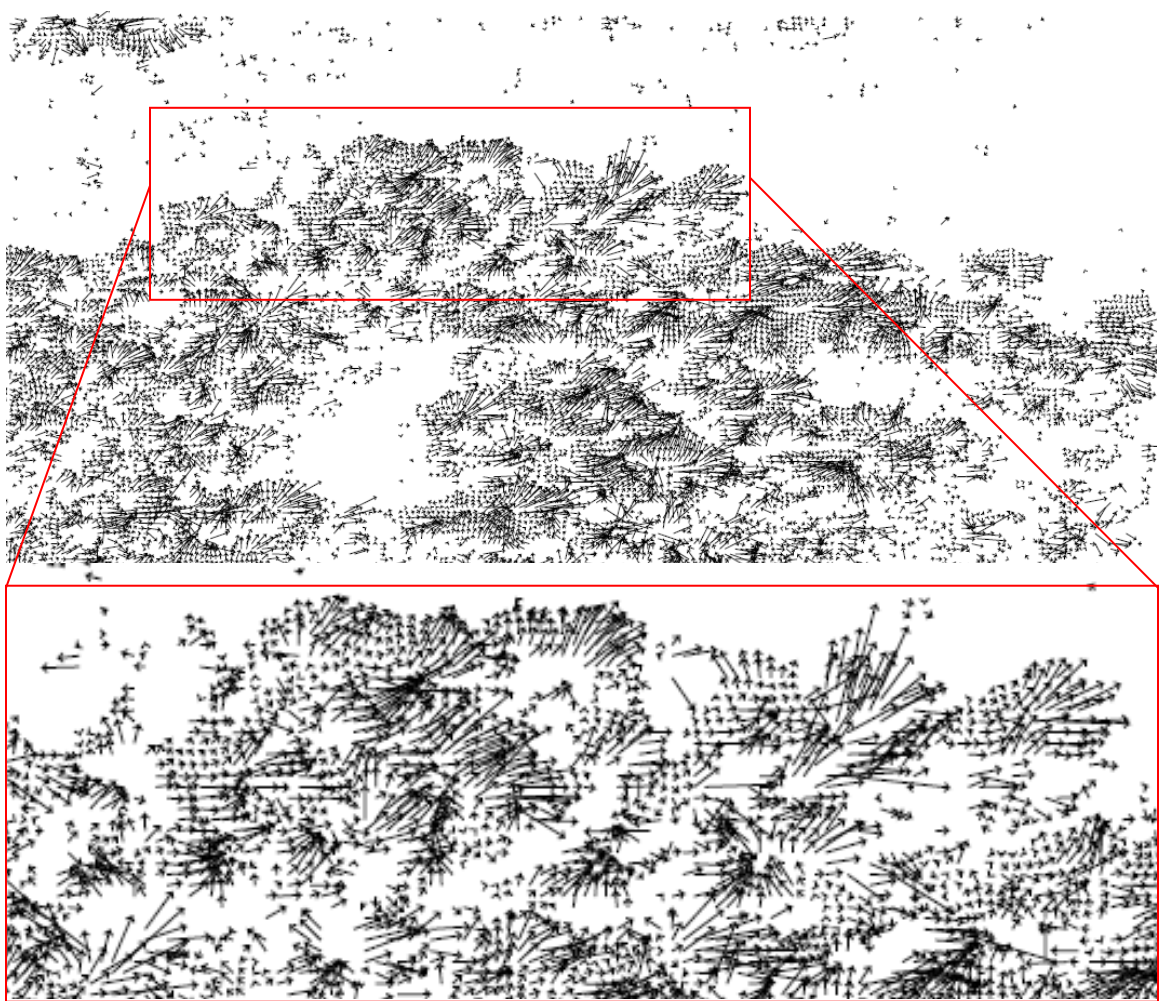
Παρακάτω παρουσιάζω συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα του αλγορίθμου όταν αυτός εφαρμόστηκε στο video cardiac9_006.avi σε διαφορετικά frames κάθε φορά.



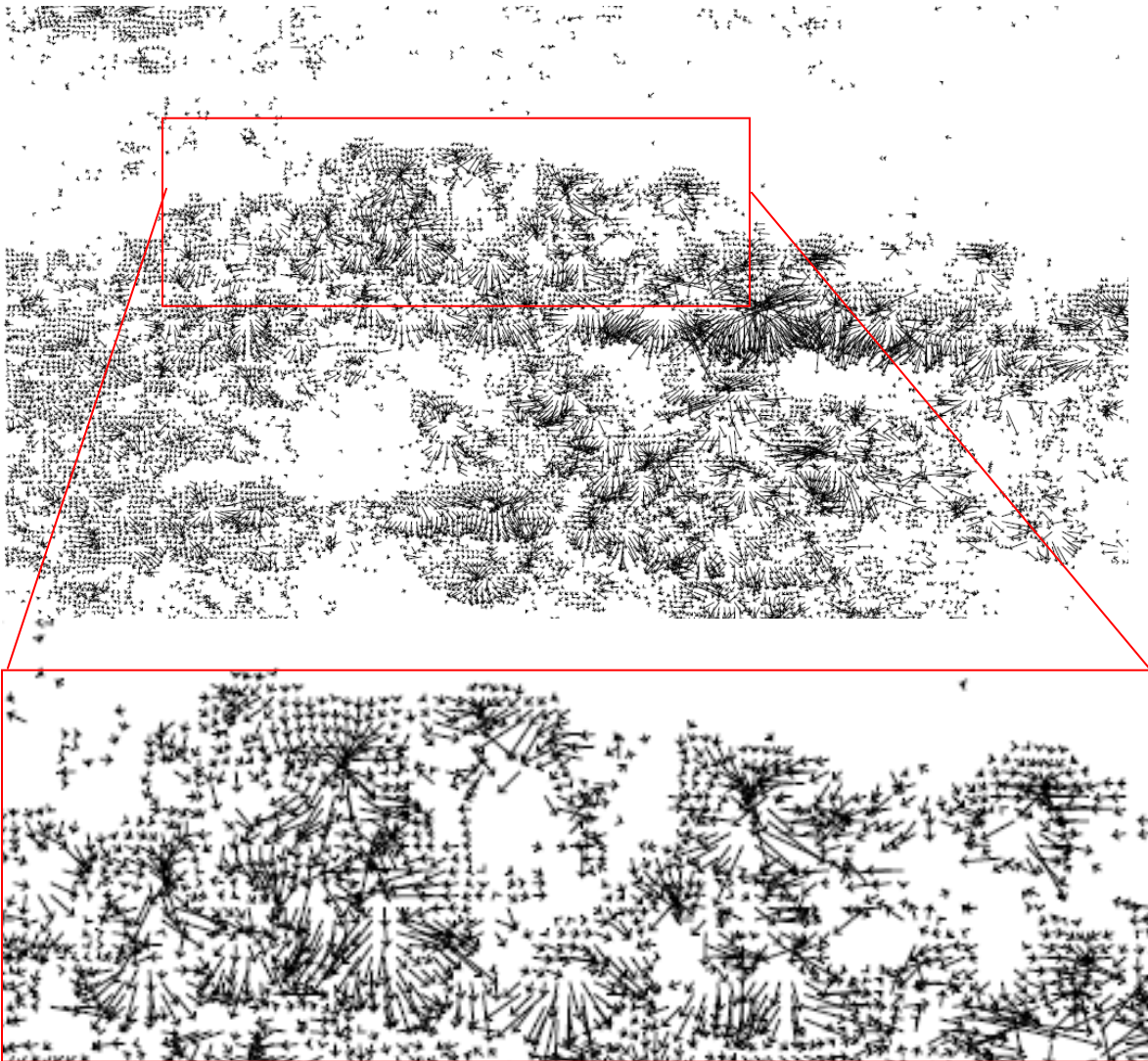
Εικόνα 7.74 - Αποτέλεσμα αλγορίθμου σε frame #30



Εικόνα 7.75 - Αποτέλεσμα αλγορίθμου σε frame #41



Εικόνα 7.76 - Αποτέλεσμα αλγορίθμου σε frames #26 και #28



Εικόνα 7.77 - Αποτέλεσμα αλγορίθμου σε frames #34 και #37

7.4 Συμπεράσματα.

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα των δοκιμών πάνω σε τεχνητά δεδομένα καταλήγουμε στο εξής συμπέρασμα:

- Ο αλγόριθμος μας λειτουργεί ορθά αφού τα αποτελέσματα που παίρνουμε είναι τα επιθυμητά. Η εκτίμηση της οπτικής ροής που μας δίνει ο αλγόριθμος είναι αυτή που αναμέναμε βάση τις ακολουθίες εικόνων που δώσαμε σαν είσοδο στον αλγόριθμο.

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα των δοκιμών πάνω σε πραγματικά video καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

- Παρατηρώντας με γυμνό μάτι την ακολουθία των εικόνων δεν μπορούμε να διακρίνουμε οποιανδήποτε κίνηση της καρωτιδικής πλάκας ακόμη και αν αυτή η κίνηση είναι πολύ μεγάλη. Εκτελώντας όμως τον αλγόριθμο Horn and Schunck [1] πάνω σε μια εικόνα και παρατηρώντας το αποτέλεσμα μπορούμε να διακρίνουμε ακόμη και την πιο μικρή κίνηση σε κάθε pixel.
- Παρατηρούμε ότι όταν εκτελέσουμε τον αλγόριθμο Horn and Schunck [1] συγκρίνοντας δυο διαφορετικά frames παίρνουμε αποτελέσματα με μεγάλη κίνηση της πλάκας σε σύγκριση με τα αποτελέσματα που παίρνουμε όταν εκτελέσουμε τον αλγόριθμο με είσοδο ένα κεντρικό frame. Αυτό γίνεται γιατί στην πρώτη εκτέλεση του αλγορίθμου γίνεται σύγκριση δυο εικόνων pixel ανά pixel ενώ στην δεύτερη εκτέλεση του αλγορίθμου η σύγκριση γίνεται μεταξύ οχτώ εικόνων (τέσσερις πριν και τέσσερις μετά την κεντρική εικόνα) υπολογίζοντας την τιμή του κάθε pixel με βάση τον μέσο όρο των αντίστοιχων pixel των οχτώ εικόνων.

Κεφάλαιο 8

Συμπεράσματα και Μελλοντική Εργασία

8.1	Συμπεράσματα	118-119
8.2	Μελλοντική Εργασία.....	120

8.1 Συμπεράσματα

- Σε ότι αφορά την επιλογή λογισμικού για επεξεργασία βίντεο, το λογισμικό mplayer που χρησιμοποιήσα, αποδείχτηκε να είναι το καλύτερο από πλευράς ποιότητας, αξιοπιστίας και επαναχρησιμοποίησης. Το γεγονός πως δεν παρέχει γραφικό περιβάλλον εργασίας λειτούργησε θετικά γιατί μπόρεσα να δημιουργήσω ένα απλό γραφικό περιβάλλον με μόνο ότι χρειαζόμαστε για την επεξεργασία.
- Για την υλοποίηση του γραφικού περιβάλλον για το λογισμικό mplayer χρησιμοποίησα γλώσσα προγραμματισμού Visual Basic. Η χρήση της Visual Basic αποδείχτηκε να είναι εύκολη, γρήγορη και λειτουργική αφού παρέχει την δυνατότητα κλίσης αλγορίθμων υλοποιημένων σε διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού όπως C, Matlab.
- Χρειάζεται μεγάλη προσοχή στην ψηφιοποίηση του αναλογικού video, αφού όταν έγινε ψηφιοποίηση σε Windows Movie Maker, αν και η ποιότητα του βίντεο ήταν αρκετά καλή στο μάτι, εντούτοις στο βίντεο εφαρμόστηκε συμπίεση μεγάλου βαθμού, πράγμα που στην επεξεργασία βίντεο θεωρείται μειονέκτημα.

- Παρατηρώντας τα αποτελέσματα των δοκιμών πάνω σε τεχνητά δεδομένα καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο αλγόριθμος μας λειτουργεί ορθά αφού τα αποτελέσματα που παίρνουμε είναι τα επιθυμητά. Η εκτίμηση της οπτικής ροής που μας δίνει ο αλγόριθμος είναι αυτή που αναμέναμε βάση τις ακολουθίες εικόνων που δώσαμε σαν είσοδο στον αλγόριθμο.

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα των δοκιμών πάνω σε πραγματικά video καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

- Παρατηρώντας με γυμνό μάτι την ακολουθία των εικόνων δεν μπορούμε να διακρίνουμε οποιανδήποτε κίνηση της καρωτιδικής πλάκας ακόμη και αν αυτή η κίνηση είναι πολύ μεγάλη. Εκτελώντας όμως τον αλγόριθμο Horn and Schunck [1] πάνω σε μια εικόνα και παρατηρώντας το αποτέλεσμα μπορούμε να διακρίνουμε ακόμη και την πιο μικρή κίνηση σε κάθε pixel.
- Παρατηρούμε ότι όταν εκτελέσουμε τον αλγόριθμο Horn and Schunck [1] συγκρίνοντας δυο διαφορετικά frames παίρνουμε αποτελέσματα με μεγαλύτερη κίνηση πλάκας σε σύγκριση με τα αποτελέσματα που παίρνουμε όταν εκτελέσουμε τον αλγόριθμο με είσοδο ένα κεντρικό frame. Αυτό γίνεται γιατί στην πρώτη εκτέλεση του αλγορίθμου γίνεται σύγκριση δυο εικόνων pixel ανά pixel ενώ στην δεύτερη εκτέλεση του αλγορίθμου η σύγκριση γίνεται μεταξύ οχτώ εικόνων (τέσσερις πριν και τέσσερις μετά την κεντρική εικόνα) υπολογίζοντας την τιμή του κάθε pixel με βάση τον μέσο όρο των αντίστοιχων pixel των οχτώ εικόνων.

8.2 Μελλοντική Εργασία

Παρακάτω αναφέρω θέματα πάνω στα οποία μπορεί να γίνει μελλοντική έρευνα για την καλύτερη επίλυση του προβλήματος. Πιο συγκεκριμένα:

- Η επιλογή από τον χρήστη της περιοχής ενδιαφέροντος σε κάθε frame, δηλαδή της καρωτιδικής πλάκας, και επεξεργασία μόνο της περιοχής αυτής έτσι ώστε να έχουμε λιγότερους υπολογισμούς και ένα πιο γρήγορο σύστημα.
- Υλοποίηση του συστήματος εξ' ολοκλήρου σε γλώσσα προγραμματισμού Matlab η οποία προσφέρει μεγαλύτερο φάσμα επιλογών για επεξεργασία εικόνας και video.
- Υπολογισμός και μείωση του θορύβου.

Βιβλιογραφία

- [1] Berthold K.P. Horn and Brian G. Schunck, Artificial Intelligence Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02139, U.S.A, “Determining Optical Flow”
- [2] J.L. Barron, D.J. Fleet and S.S Beauchemin, “Performance of Optical Flow Techniques”, IJCV pp. 43-77, 1994
- [3] Barry G. Haskell, Atul Puri, and Arun N. Netravali, “Digital Video: An introduction to mpeg-2”, Digital Multimedia Standard Series, ITP, 2000
- [4] Μάριος Παττίχης, Διαλέξεις από το μαθημα “Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας”, 2004
- [5] Murat Tekalp , “Digital Video Processing”, Prentice Hall Signal Processing Series.
- [6] Τηλεκπαίδευση, “Αναλογικά Σήματα Βίντεο”
<http://www.teleteaching.gr/w3/text-2-1.htm> ,
- [7] NETPBM, graphic images, “PGM format Specification”
<http://netpbm.sourceforge.net/doc/pgm.html>,
- [8] Computer Vision Research Group, Department of Computer Science, University of Otago, Dunedin, New Zealand
<http://www.cs.otago.ac.nz/research/vision/Research/OpticalFlow/opticalflow.html>,
- [9] ‘Επεξεργασία βίντεο για αξιολόγηση εγκεφαλικών επεισοδίων’ Ατομική διπλωματική εργασία Παναγίδης Μάριος, Τμήμα πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Κύπρου, 2005.
- [10] ‘Επεξεργασία βίντεο υπερηχογραφήματος καρωτιδικής πλάκας’ Ατομική διπλωματική εργασία, Κωνσταντίνου Κωνσταντίνος, Τμήμα πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Κύπρου, 2006.

Παράρτημα Α

Στο παράρτημα αυτό παρατίθενται τα χαρακτηριστικά των video που επιλέχθηκαν και ψηφιοποιήθηκαν από τις βιντεοκασέτες που είχαμε στην διάθεσή μας.

Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι το όνομα, ο χρόνος στην βιντεοκασέτα, η διάρκεια και το μέγεθος της πλάκας.

Βιντεοκασέτα #5

Filename	Time on Tape	Duration	Characteristics
Cardiac5_1	0:00:12-0:00:17	14 sec	0.21cm
Cardiac5_2	0:10:29-0:10:34	5sec	0.23cm 1.53cm
Cardiac5_3	0:19:18-0:19:22	4sec	0.22cm 1.19cm
Cardiac5_4	0:19:43-0:19:48	5sec	0.22cm 1.93cm
Cardiac5_5	0:42:04-0:42:11	7sec	
Cardiac5_6	1:39:13-1:39:21	8sec	
Cardiac5_7	1:48:33-1:48:46	13sec	0.25cm 1.50cm
Cardiac5_8	2:08:22-2:08:27	5sec	0.29cm 2.05cm
Cardiac5_9	2:53:00-2:53:09	9sec	0.32cm
Cardiac5_10	3:15:36-3:15:51	15sec	

Βιντεοκασέτα #6

Filename	Time on Tape	Duration	Characteristics
Cardiac6_1	0:19:29-0:19:37	8 sec	0.32cm 2.19cm
Cardiac6_2	0:22:28-0:22:38	10 sec	0.37cm 2.40cm
Cardiac6_3	0:31:04-0:31:23	19sec	0.30cm
Cardiac6_4	0:47:30-0:47:53	23sec	0.33cm 2.02cm
Cardiac6_5	1:08:14-1:08:30	16sec	0.16cm 1.58cm
Cardiac6_6	1:40:30-1:40:45	15sec	0.18cm 1.39cm
Cardiac6_7	1:54:03-1:54:18	16sec	0.22cm 1.75cm
Cardiac6_8	2:23:28-2:23:40	12sec	0.25cm 1.29cm
Cardiac6_9	2:41:05-2:41:27	22sec	0.28cm 2.11cm
Cardiac6_10	3:19:42-3:20:10	28sec	0.20cm 2.71cm
Cardiac6_11	3:31:36-3:31:50	14sec	0.18cm 0.83cm
Cardiac6_12	3:44:05-3:44:15	10sec	0.24cm 1.78cm
Cardiac6_13	3:56:54-3:57:01	7sec	0.16cm 1.23cm

Βιντεοκασέτα #7

Filename	Time on Tape	Duration	Characteristics
Cardiac7_1	0:24:37-0:24:45	8 sec	0.23cm
Cardiac7_2	0:55:11-0:55:24	13 sec	0.21cm 1.76cm
Cardiac7_3	1:40:48-1:41:00	12sec	0.33cm 2.50cm
Cardiac7_4	1:41:57-1:42:09	12sec	0.32cm 2.50
Cardiac7_5	2:18:41-2:18:54	13sec	0.28cm
Cardiac7_6	2:33:34-2:33:47	13sec	0.28cm 1.78cm
Cardiac7_7	2:54:16-2:54:34	18sec	0.22cm
Cardiac7_8	3:34:33-3:34:45	12sec	0.24cm
Cardiac7_9	3:38:34-3:38:45	11sec	0.32cm 1.69cm
Cardiac7_10	3:44:46-3:45:03	17sec	0.33cm 2.23cm

Βιντεοκασέτα #8

Filename	Time on Tape	Duration	Characteristics
Cardiac8_1	0:43:40-0:43:58	18sec	0.25cm 2.24cm
Cardiac8_2	1:30:09-1:30:16	7sec	0.27cm 2.26cm
Cardiac8_3	1:41:05-1:41:18	13sec	0.26cm 1.06cm
Cardiac8_4	1:47:56-1:48:09	13sec	0.17cm 0.99cm
Cardiac8_5	2:18:01-2:18:17	16sec	0.44cm 1.26cm
Cardiac8_6	2:28:40-2:28:47	7sec	0.24cm 0.86cm
Cardiac8_7	2:37:54-2:38:12	18sec	0.21cm 0.93cm
Cardiac8_8	3:05:19-3:05:37	18sec	0.27cm 1.35cm
Cardiac8_9	3:14:09-3:14:32	23sec	0.32cm 1.61cm
Cardiac8_10	3:59:55-4:00:10	15sec	0.24cm 1.71cm

Βιντεοκασέττα #9

Filename	Time on Tape	Duration	Characteristics
Cardiac9_1	0:11:50-0:12:07	17sec	
Cardiac9_2	0:27:13-0:27:28	15sec	0.28cm
Cardiac9_3	0:44:55-0:46:12	17sec	
Cardiac9_4	0:53:38-0:53:55	17sec	0.28cm 1.85cm
Cardiac9_5	1:39:56-1:40:02	6sec	0.25cm 2.03cm
Cardiac9_6	1:45:58-1:46:53	5sec	0.22cm 0.90cm
Cardiac9_7	1:52:35-1:53:02	27sec	0.26cm 1.33cm
Cardiac9_8	2:16:47-2:17:02	15sec	0.21cm 1.70cm
Cardiac9_9	2:25:18-2:25:37	19secs	0.19cm 0.95cm
Cardiac9_10	2:33:48-2:34:07	19sec	0.29cm 1.07cm
Cardiac9_11	3:04:19-3:04:23	4sec	0.19cm 2.02cm
Cardiac9_12	3:25:10-3:25:21	11sec	
Cardiac9_13	3:49:54-3:50:06	12sec	0.33cm 1.45cm

Βιντεοκασέττα #10

Filename	Time on Tape	Duration	Characteristics
Cardiac10_1	0:07:52-0:08:06	14 sec	0.21cm
Cardiac10_2	0:08:43-0:08:57	14 sec	0.20cm 1.31cm
Cardiac10_3	0:23:29-0:23:35	6sec	0.19cm 0.84cm
Cardiac10_4	0:35:15-0:35:30	15sec	0.23cm 1.01cm
Cardiac10_5	0:49:03-0:49:06	3sec	
Cardiac10_6	0:49:13-0:49:25	12sec	
Cardiac10_7	0:57:05-0:57:17	12sec	0.18cm 1.38cm
Cardiac10_8	0:57:29-0:57:34	5sec	0.22cm 1.23cm
Cardiac10_9	1:02:32-1:02:40	8sec	0.22cm
Cardiac10_10	1:05:19-1:05:26	7sec	0.20cm
Cardiac10_11	1:31:11-1:31:21	10sec	0.21cm 1.17cm
Cardiac10_12	1:50:35-1:50:44	9sec	0.28cm 1.67 cm
Cardiac10_13	2:26:15-2:26:30	15sec	0.19cm 0.95cm
Cardiac10_14	2:40:48-2:41:02	14sec	0.21cm 1.56cm
Cardiac10_15	2:54:44-2:54:54	10sec	0.23cm 1.19cm
Cardiac10_16	3:30:26-3:30:33	7sec	0.27cm 1.28cm
Cardiac10_17	3:53:01-3:53:15	14sec	0.19cm 1.75cm

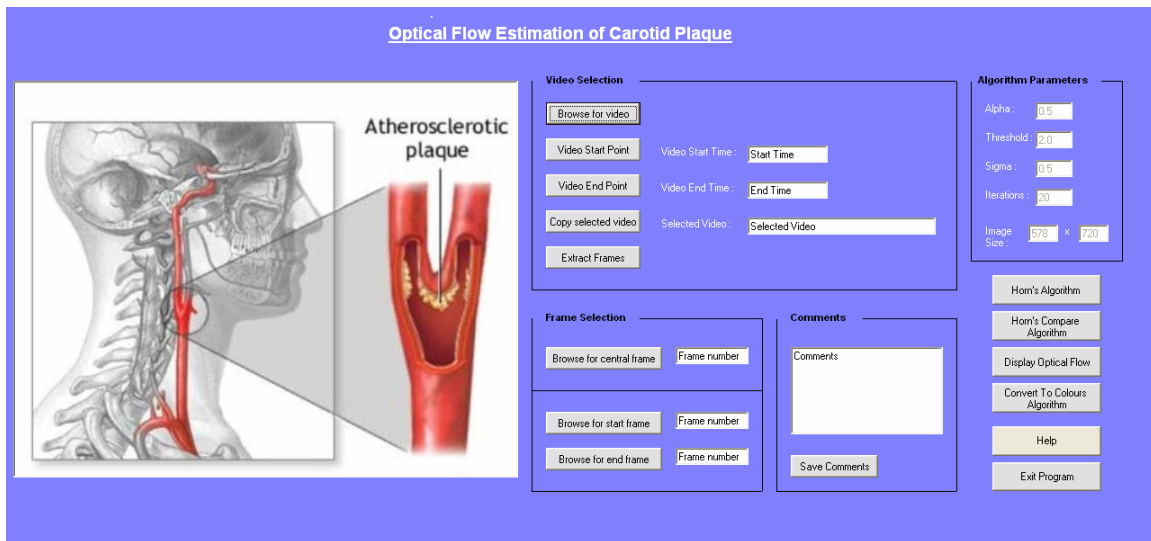
Βιντεοκασέτα #11

Filename	Time on Tape	Duration	Characteristics
Cardiac11_1	0:27:23-0:27:34	11sec	
Cardiac11_2	0:34:35-0:34:50	15sec	
Cardiac11_3	0:59:17-0:59:37	20sec	
Cardiac11_4	1:13:24-1:13:39	15sec	
Cardiac11_5	1:43:24-1:43:45	21sec	
Cardiac11_6	1:54:42-1:55:06	24sec	
Cardiac11_7	2:17:27-2:17:42	15sec	0.18cm x 1.19cm
Cardiac11_8	2:24:11-2:24:30	19sec	0.30cm x 1.21cm
Cardiac11_9	2:44:48-2:45:06	18sec	0.27cm x 1.58cm
Cardiac11_10	3:04:00-3:04:12	12sec	0.24cm x 0.93cm
Cardiac11_11	3:21:18-3:21:39	21sec	0.24cm x 0.93cm
Cardiac11_12	3:26:40-3:27:03	23sec	0.22cm x 1.36cm
Cardiac11_13	3:42:15-3:42:23	8sec	0.98cm x 0.23cm

Παράρτημα Β

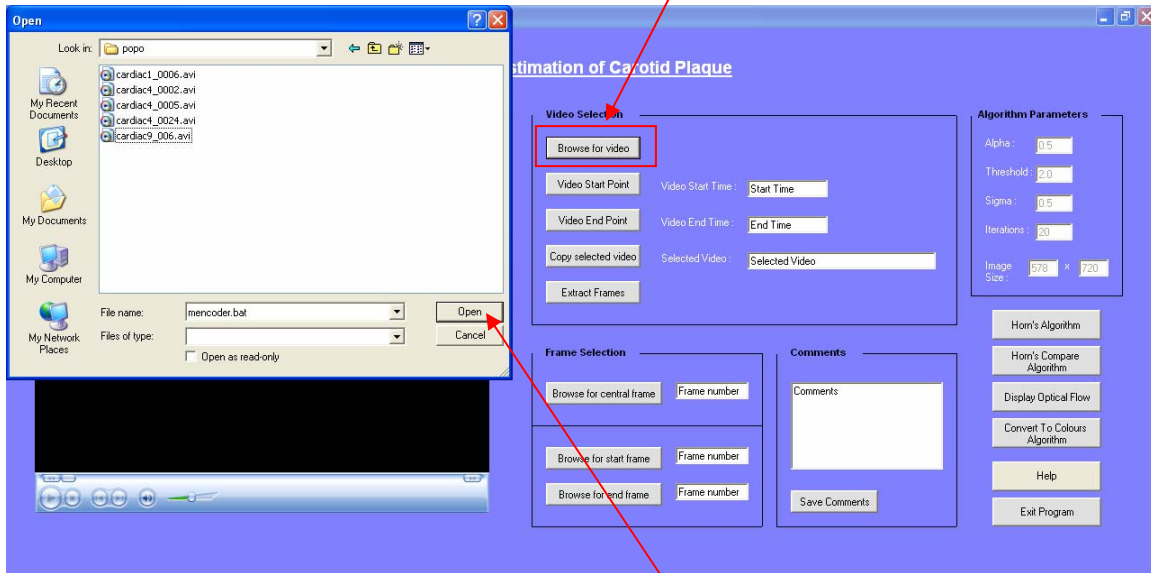
Στο παράρτημα αυτό παρατίθεται το εγχειρίδιο χρήσης του συστήματος.

Πιο κάτω παρουσιάζω την διεπαφή του συστήματός καθώς και μια πλοήγηση σε αυτό.

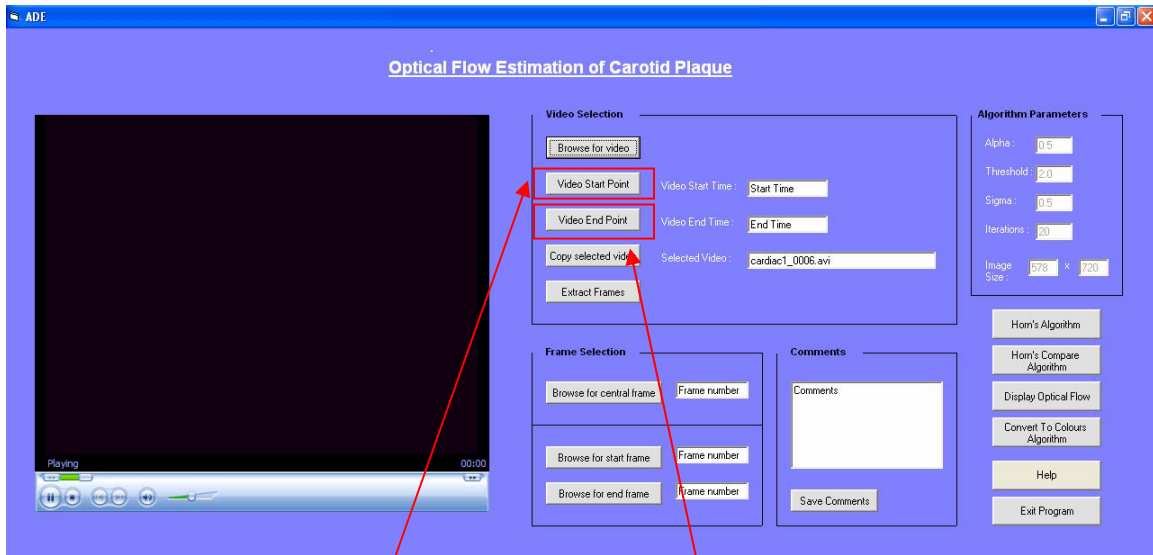


Επιλογή video

Αρχικά ο χρήστης πρέπει να αναζητήσει και να βρει πιο video θέλει να επεξεργαστεί. Αυτό μπορεί να το πετύχει πατώντας το κουμπί **Browse For Video**. Αφού το κάνει αυτό εμφανίζεται ένα νέο παράθυρο στην οθόνη του.

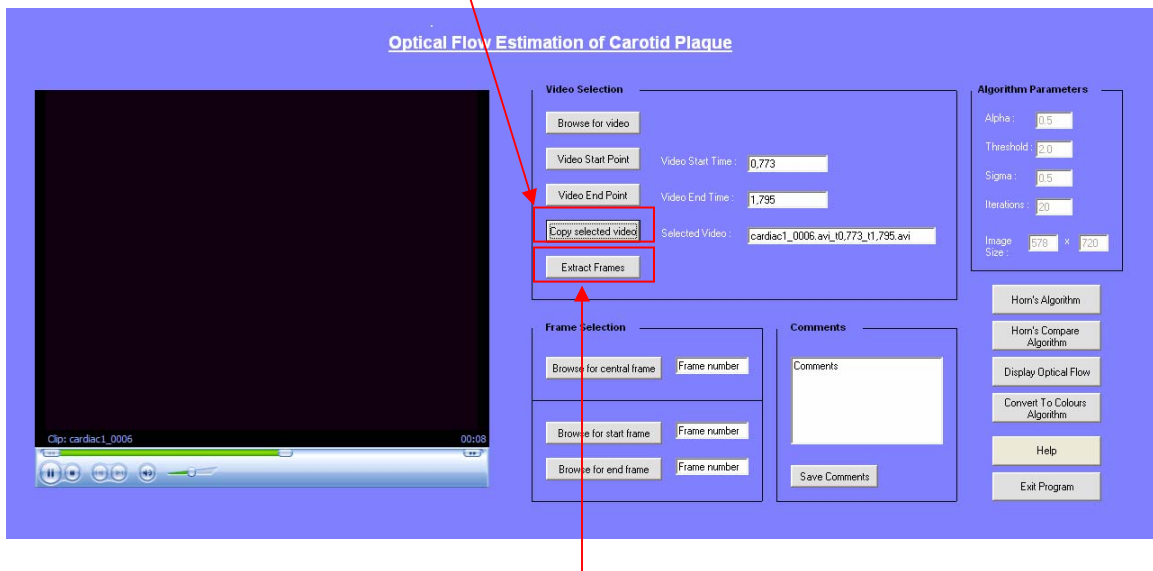


Ο χρήστης επιλέγει το video που θέλει και πατώντας **Open** αυτό αρχίζει να προβάλλεται στην διεπαφή του προγράμματός όπως πιο κάτω.



Ακολουθώντας με τα κουμπιά **Video Start Point** και **Video End Point** επιλέγω αρχικό και τελικό σημείο του video που θέλω να επεξεργαστώ. Οι χρόνοι έναρξης και λήξης του video καταγράφονται στα πεδία **Video Start Time** και **Video End Time**.

Πατώντας το κουμπί **Copy Selected Video** αντιγράφω το κομμάτι του video που επέλεξα στο folder όπου βρίσκεται το αρχικό video. Το όνομα του video καταγράφεται στο πεδίο **Selected Video**.

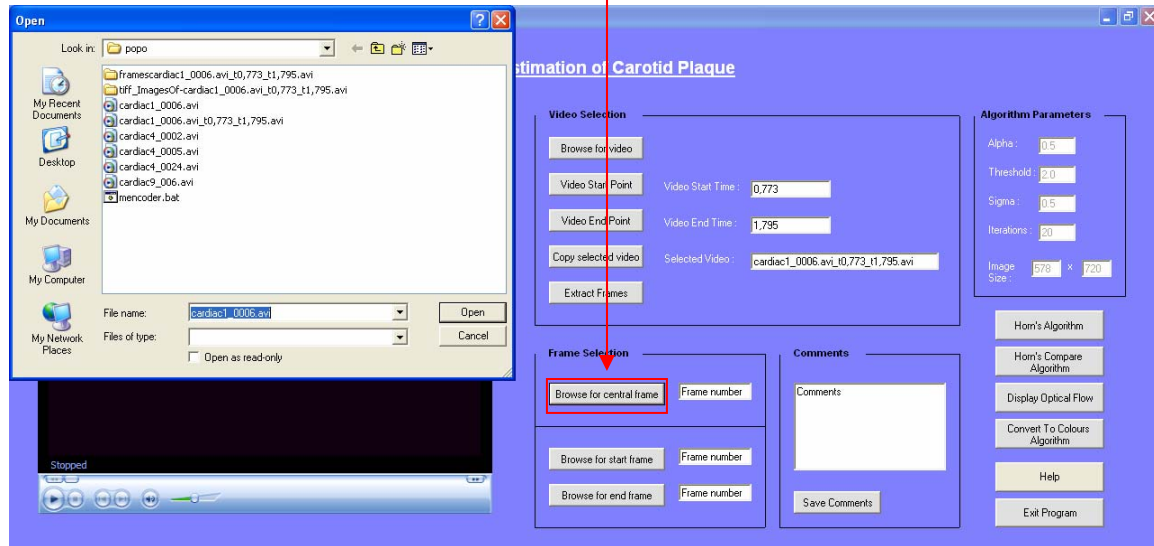


Ακολουθώντας πατώντας το κουμπί **Extract Frames** σπάζουμε το video που έχουμε επιλέξει σε frames.

Επιλογή Frame

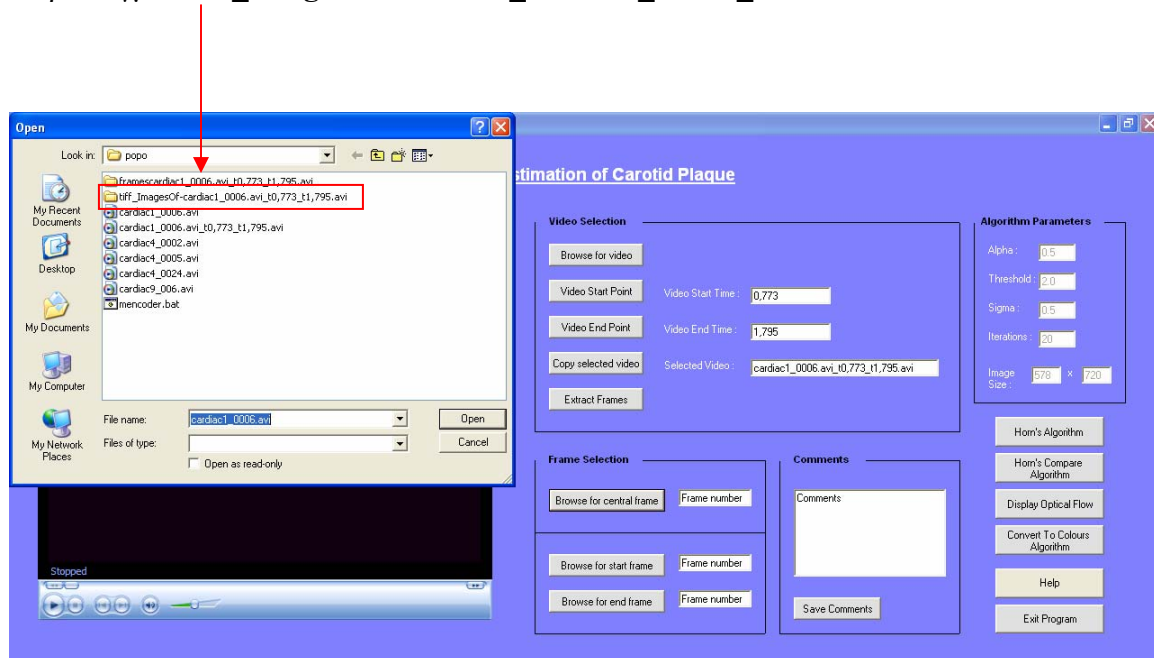
Επιλογή κεντρικού frame.

Αυτό μπορεί να γίνει πατώντας το κουμπί **Browse For Central Frame**.



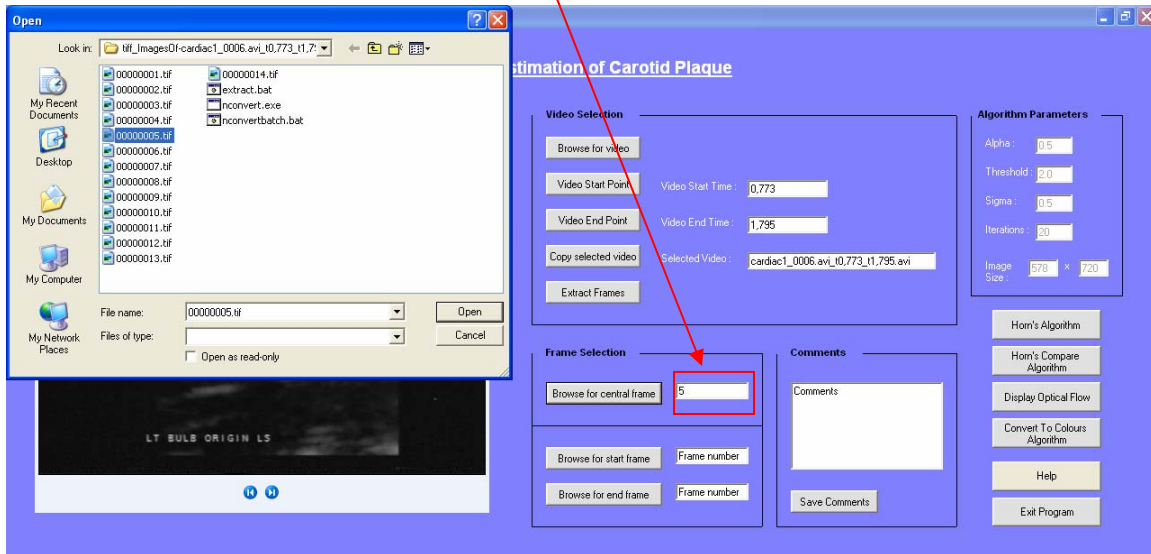
Αφού πατήσουμε το κουμπί εμφανίζεται ένα νέο παράθυρο για επιλογή frame. Επιλέγουμε το folder που βρίσκεται εκεί όπου είναι και το αρχικό μας video και έχει όνομα που αρχίζει με **tiff_ImagesOf-** και ακολουθούνται από το όνομα του video που δόθηκε στο **Path Of Selected Video**.

Παράδειγμα : **tiff_ImagesOf-cardiac1_0006.avi_t5.596_t7.42.avi**



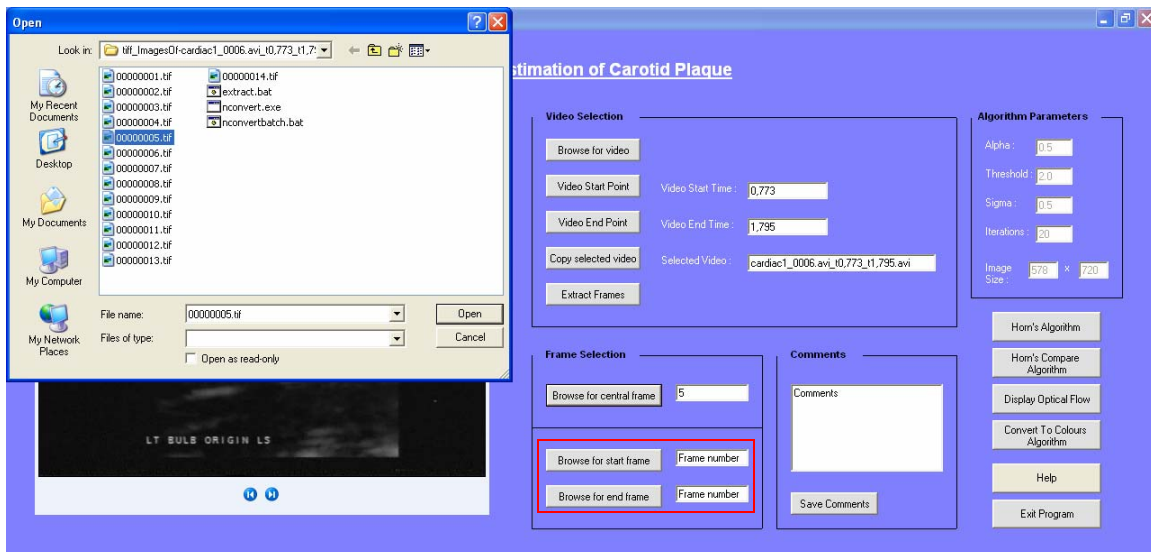
Αφού μπούμε στο folder επιλέγουμε κάποιο frame που θα είναι και το κεντρικό μας frame. Τα frames είναι αριθμημένα και έχουν επέκταση tiff. Ο αριθμός του frame καταγράφεται στο πεδίο **Frame number** δίπλα από το κουμπί **Browse For Central Frame**.

Παράδειγμα : 00000004.tif



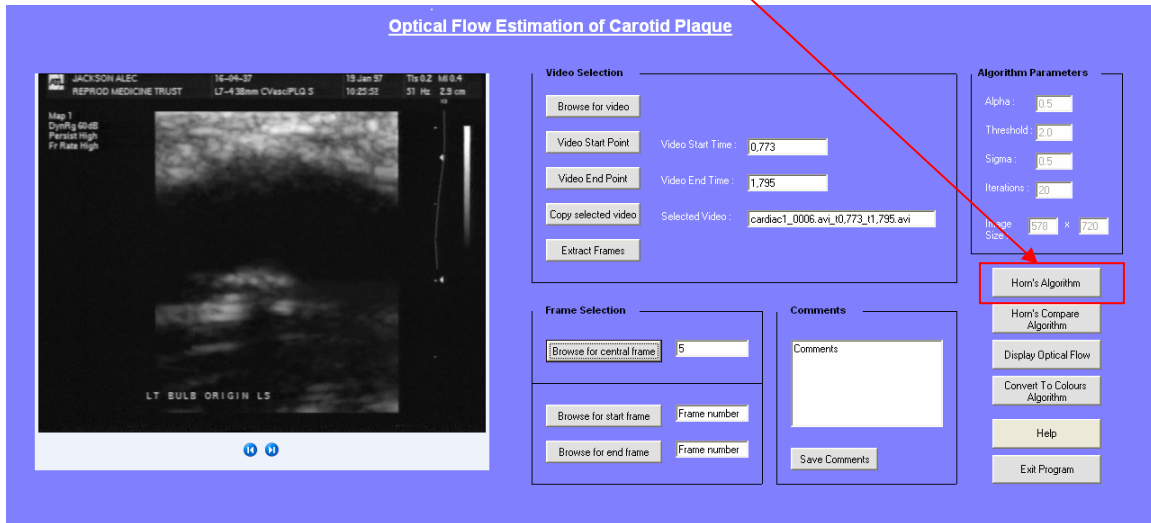
Επιλογή αρχικού και τελικού frame.

Η διαδικασία είναι η ίδια όπως προηγουμένως μόνο που τώρα αντί κεντρικό frame επιλέγουμε αρχικό και τελικό frame.

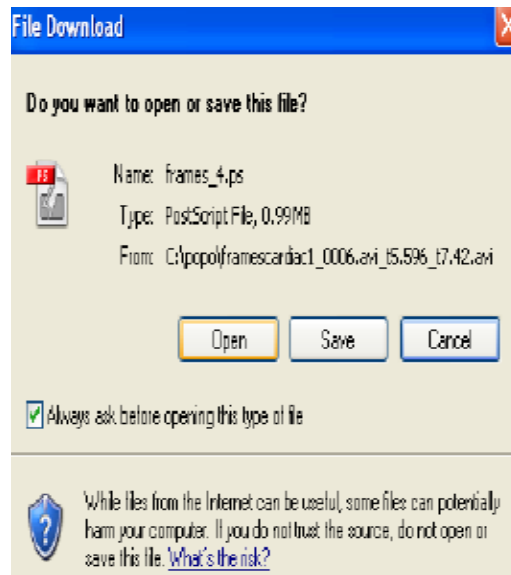


Εκτέλεση Αλγορίθμου.

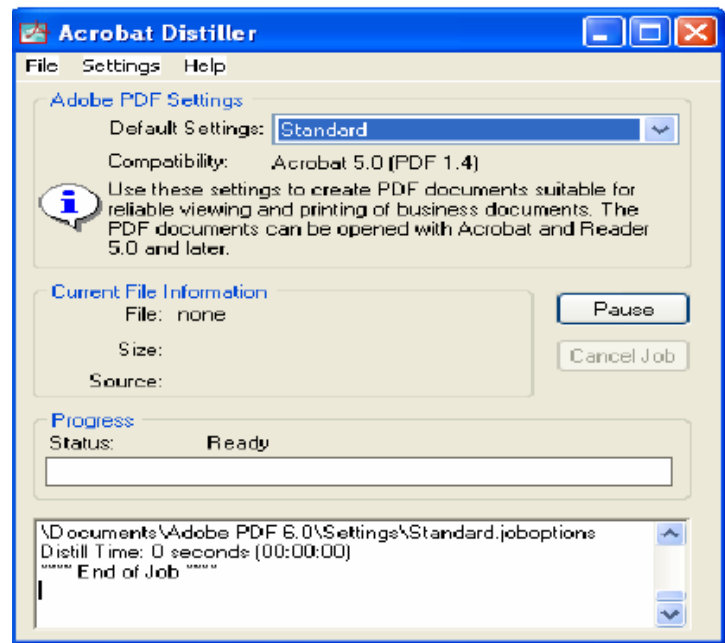
Στην περίπτωση επιλέξαμε εκτέλεση του αλγορίθμου στο κεντρικό frame τότε για να εκτελέσουμε τον αλγόριθμο πατούμε το κουμπί **Horn's Algorithm**.



Εμφανίζεται το πιο κάτω μήνυμα και επιλέγουμε αναλόγως αν θέλουμε να κάνουμε Open, Save ή Cancel. Επιλέγουμε **Open** και ανοίγουμε το PostScript αρχείο.

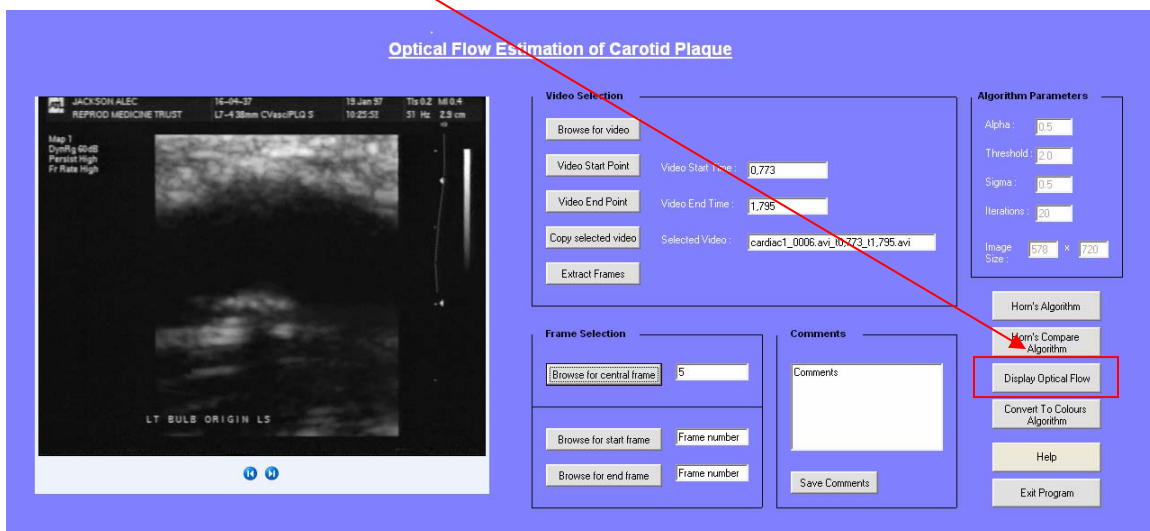


Εμφανίζεται η πιο κάτω ένδειξη-μήνυμα ότι το PostScript αρχείο έχει δημιουργηθεί.

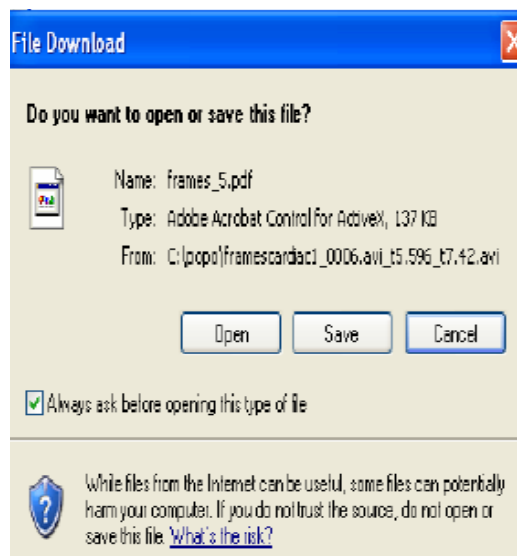


Ακολούθως κλείνουμε το μήνυμα.

Για να δημιουργήσουμε και να ανοίξουμε το pdf file με το αποτέλεσμα πατούμε το κουμπί **Display Optical Flow**.



Εμφανίζεται το πιο κάτω μήνυμα και επιλέγουμε αναλόγως αν θέλουμε να κάνουμε Open, Save ή Cancel. Επιλέγουμε **Open** και ανοίγουμε το pdf αρχείο.



Ένα παράδειγμα pdf αρχείου που είναι και το αποτέλεσμα του προγράμματος παρουσιάζεται πιο κάτω.



Στην περίπτωση όπου επιλέξαμε εκτέλεση του αλγορίθμου πάνω σε αρχικό και τελικό frame τότε για να τρέξουμε τον αλγόριθμο πατούμε το κουμπί **Horn's Compare Algorithm**. Τα υπόλοιπα βήματα είναι τα ίδια με πριν.

Optical Flow Estimation of Carotid Plaque

Video Selection

Browse for video

Video Start Point: Video Start Time: 0.773

Video End Point: Video End Time: 1.795

Copy selected video: Selected Video: cardiac1_0006.avi_0.773_1.795.avi

Extract Frames

Algorithm Parameters

Alpha: 0.5

Threshold: 2.0

Sigma: 0.5

Iterations: 20

Image Size: 578 x 720

Frame Selection

Browse for central frame: 5

Browse for start frame: Frame number

Browse for end frame: Frame number

Comments

Comments

Save Comments

Horn's Algorithm

Horn's Compare Algorithm

Display Optical Flow

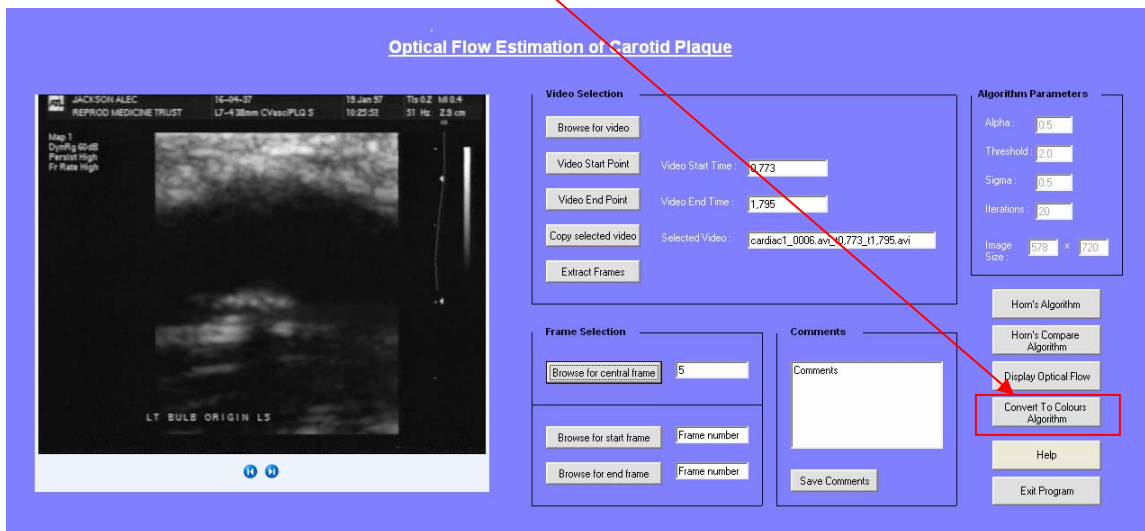
Convert To Colours

Help

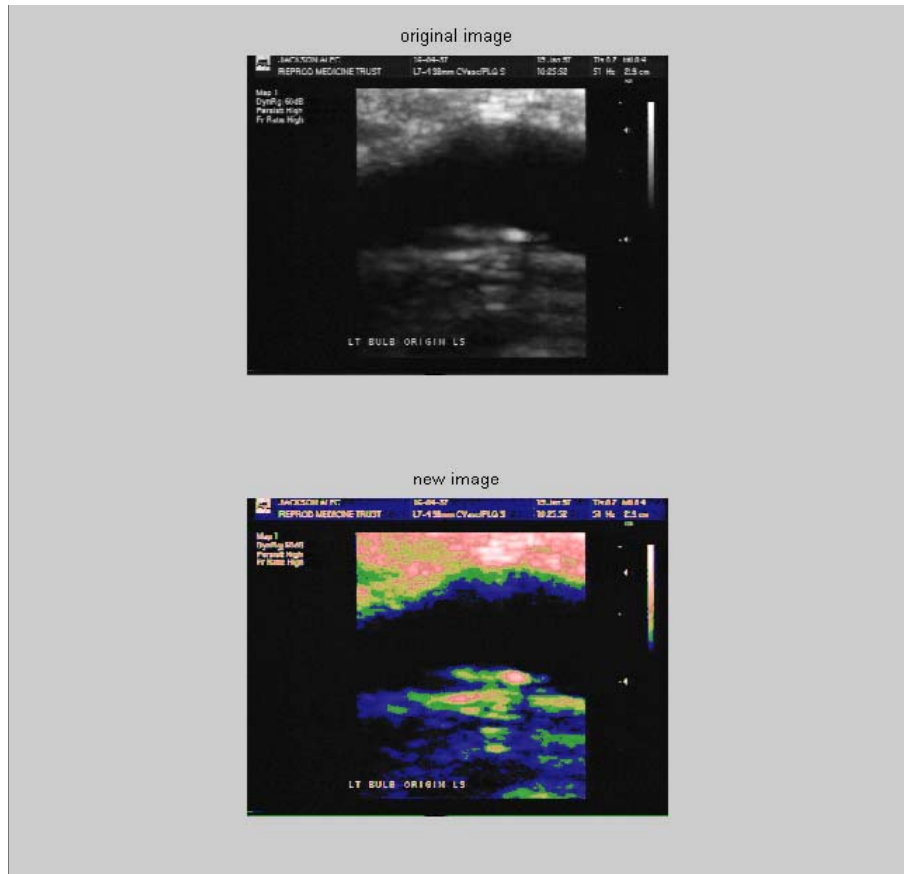
Exit Program

Χρωματισμός Frame

Πατούμε το κουμπί **Convert To Colors Algorithm** αφού προηγουμένως έχουμε επιλέξει κεντρικό frame.

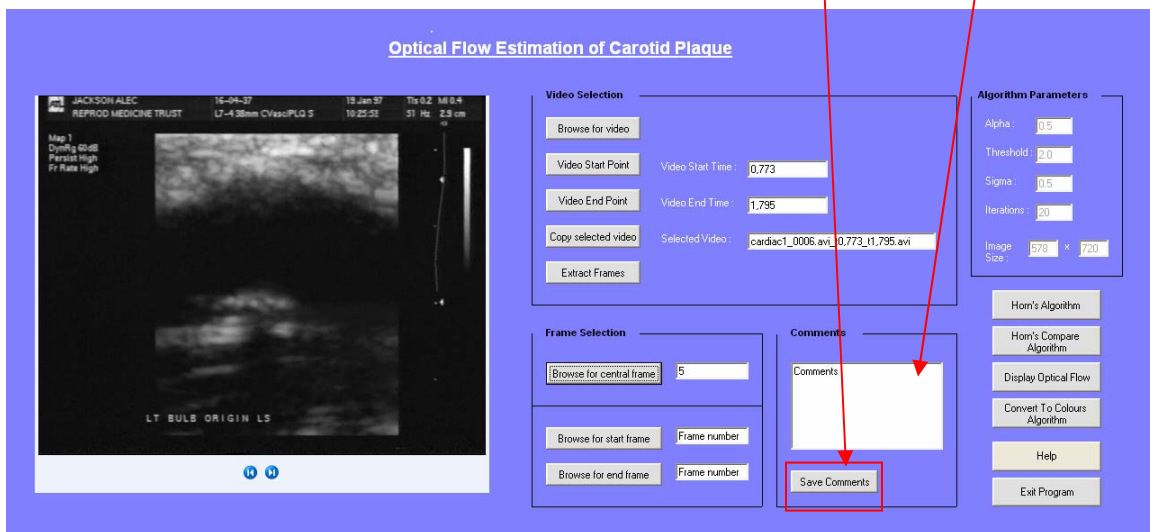


Παίρνουμε σαν αποτέλεσμα, όπως φαίνεται πιο κάτω, τον χρωματισμό του συγκεκριμένου frame όπου το χρώμα που θα πάρει το κάθε pixel στην νέα εικόνα είναι ανάλογο της τιμής του κάθε pixel.



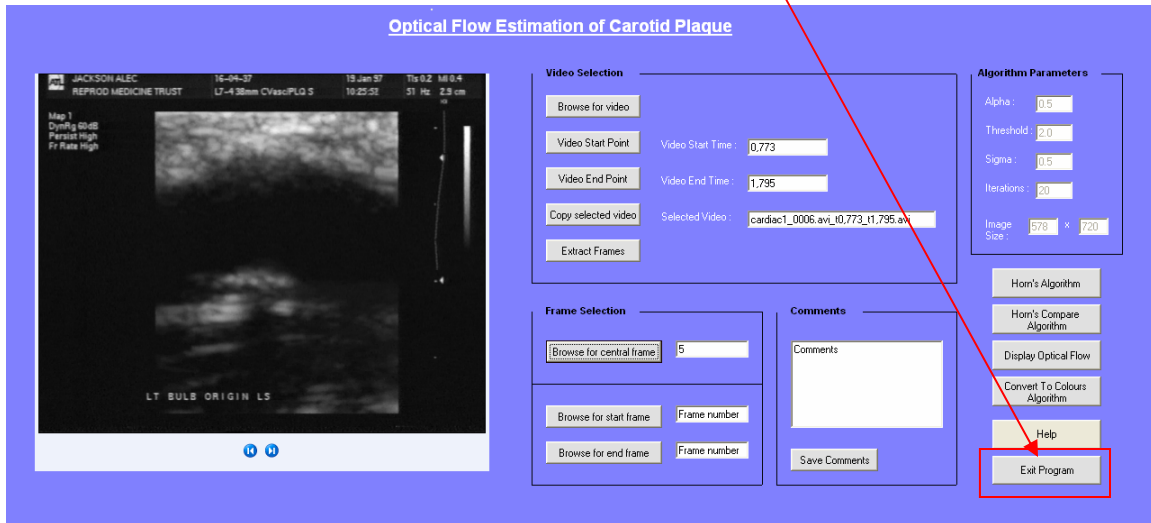
Σχόλια

Μπορούμε να γράψουμε σχόλια και διάφορες παρατηρήσεις στο πεδίο **Comments** όπως φαίνεται πιο κάτω και με το πάτημα του κουμπιού **Save Comments** μπορούμε να τα σώσουμε σε αρχείο.



Έξοδος από το πρόγραμμα

Για έξοδο από το πρόγραμμα πατούμε το κουμπί **Exit Program**.



Παράμετροι Αλγορίθμου

Οι παράμετροι του αλγορίθμου όπως φαίνονται πιο κάτω είναι σταθερά νούμερα που συνίσταται να μην αλλάζουν από τον χρήστη αφού τα συγκεκριμένα προέκυψαν μετά από πολλούς ελέγχους και διαπιστώθηκε ότι έχουν τα καλύτερα αποτελέσματα.

