



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΑΡΥΜΑ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΑΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΕΣΩΝ ΜΑΖΙΚΗΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΓΙΑ
ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΚΟΝΑΣ ΜΕΣΩ
ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ ΜΕ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ ΣΤΗΝ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

ΤΑΝΤΗ ΣΤΥΛΙΑΝΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΟΥΤΡΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

ΠΥΡΓΟΣ 2017

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	2
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1 ΕΙΚΟΝΑ.....	7
1.1 Εισαγωγή.....	8
1.2 Διαστάσεις εικόνας.....	8
1.3 Βάθος χρώματος.....	10
1.3.1 Δυαδική (binary image)	11
1.3.2 Μονοχρωματική με αποχρώσεις του γκρι (gray level ή gray scale image)	11
1.3.3 Έγχρωμη (color image).....	12
1.4 Ακμές εικόνας	14
1.5 Μορφότυποι αποθήκευσης.....	14
1.6 Συμπίεση εικόνας.....	15
1.6.1 Μορφές συμπίεσης.....	15
1.6.2 Μορφή αρχείων ανευ συμπίεσης.....	16
1.6.3 Μορφές αρχείων που χρησιμοποιούν συμπίεση.....	17
2 ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΚΟΝΑΣ	20
2.1 Εισαγωγή.....	21
2.2 Υποβάθμιση εικόνας - θόρυβος.....	22
2.3 Τεχνικές επεξεργασίας εικόνας στο πεδίο της συχνότητας (frequency domain) ...	24
2.4 Τεχνικές στο πεδίο του χώρου (spatial domain)	25
2.5 Χωρικά φίλτρα	26
2.5.1 Κατηγοριοποίηση.....	27
3 ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	30
3.1 Η χρήση των πολυμεσικών εφαρμογών στην εκπαίδευση	31
3.2 Σκοπός και στόχος της εκπαίδευσης	31
3.3 Μάθηση και επίπεδα μάθησης (Bloom).....	31
3.3.1 Γνώση (Remembering) - ανάκληση δεδομένων ή πληροφορίας	32

3.3.2	Κατανόηση (Understanding)	32
3.3.3	Εφαρμογή (Applying)	32
3.3.4	Ανάλυση (Analyzing)	32
3.3.5	Αξιολόγηση (Evaluating)	33
3.3.6	Σύνθεση (synthesis)	33
3.4	Υπάρχουσα κατάσταση στην εκπαίδευση (Φίλτρα).....	33
3.5	Εκπαιδευτικοί άξονες ανάπτυξης	33
4	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	35
4.1	Εισαγωγή.....	36
4.2	Επίπεδα ανάπτυξης πολυμεσικήςεφαρμογής	36
4.3	Αρχιτεκτονική εφαρμογής	37
4.3.1	Σύστημα ανάπτυξης.....	38
4.3.2	HTTP WEB SERVER	38
4.3.3	SERVER SIDE SOFTWARE	38
4.4	Εισαγωγή θορύβου	38
4.5	Φίλτρο MIN	39
4.6	Φίλτρο MAX	41
4.7	Φίλτρο MAX - MIN	44
4.8	Φίλτρο Αριθμητικού μέσου	46
4.9	Φίλτρο Γεωμετρικού μέσου.....	48
4.10	Περιβάλλον εφαρμογής.....	50
5	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	59
5.1	Γενικά	60
5.2	Σχεδιασμός δοκιμής αποτελεσματικότητας.....	60
5.3	Μελλοντικές επεκτάσεις.....	61
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	62

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Με την πτυχιακή εργασία κατάφερα και έφτασα στο τέλος των σπουδών μου στο ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας,παράρτημα Πύργου,τμήμα πληροφορικής και μέσων μαζικής ενημέρωσης.Η παρούσα εργασία ασχολείται με την ανάπτυξη εκπαιδευτικής διαδραστικής εφαρμογής.Με θέμα την επεξεργασία εικόνας ο στόχος είναι να μπορεί ο χρήστης μέσω της εφαρμογής να επεξεργάζεται την εικόνα με τα ανάλογα εργαλεία που θα έχουν δωθεί. Τέλος,ο σκοπός είναι η κατανόηση της διαδικασίας της ψηφιακής επεξεργασίας από το πρώτο μέχρι και το τελευταίο στάδιο.

Σε αυτό το σημείο οφείλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον επιβλέπον καθηγητή κ. Κούτρα Αθανάσιο, ο οποίος καθόλη τη διάρκεια των σπουδών μου, αλλά και κατά την εκτέλεση της εργασίας αυτής, υπήρξε βοηθός με πολλούς και διαφορετικούς κάθε φορά τρόπους. Παράλληλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους αυτούς που στάθηκαν δίπλα μου και βοήθησαν λιγότερο η περισσότερο, από το οικογενειακό και φιλικό περιβάλλον.Και τέλος θα ήθελα να δώσω ένα θερμό ευχαριστώ στον Σοφό Ιωάννη.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η επεξεργασία εικόνας αποτελεί ένα τομέα μείζονος σημασίας για τις επιστήμες πληροφορικής, πολυμέσων και συναφών κλάδων. Μια κλασσική τεχνική που χρησιμοποιείται ευρέως στον τομέα της Ψηφιακής Επεξεργασίας Εικόνας είναι ο σχεδιασμός και η εφαρμογή ψηφιακών φίλτρων για τη διόρθωση των ατελειών που έχουν οι εικόνες και παρουσιάζονται είτε στην διαδικασία καταγραφής, είτε σε αυτή της συμπίεσης, μετάδοσης και αποθήκευσης. Στον εκπαιδευτικό κλάδο συνήθως χρησιμοποιούνται διεπαφές προγραμμάτων που έχει εγκαταστήσει ο χρήστης και στα οποία δίνοντας την εικόνα και το ζητούμενο φίλτρο παίρνει το επιθυμητό αποτέλεσμα. Σκοπός της εργασίας είναι η ανάπτυξη διαδικτυακής διεπαφής που θα αντιμετωπίζει δύο βασικές αδυναμίες: Πρώτον δε χρειάζεται εγκατάσταση καθώς εκτελείται online, και δεύτερον καθοδηγεί και επεξηγεί στον χρήστη με απλό και αναλυτικό τρόπο τα στάδια της διαδικασίας. Από το στάδιο της επιλογής του θορύβου που εισέρχεται στην εικόνα μέχρι την παρουσίαση των υπολογισμών που οδηγούν στην διορθωμένη εικόνα, ο χρήστης μπορεί να επιβλέπει, επεμβαίνει και πληροφορείται σχετικά με το φίλτρο που εφαρμόζει, με απώτερο σκοπό την βαθύτερη κατανόηση του αντικειμένου μέσα από την κατάλληλη απεικόνιση που θα προσφέρει η διεπαφή ως μέρος της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με την δημιουργία μιας διαδραστικής διαδικτυακής εφαρμογής. Στόχο έχει τη γνώση που μπορούν να οικοδομήσουν και να μάθουν οι χρήστες μέσα από την αλληλεπίδραση και την προσωπική ενασχόλησή τους. Η εφαρμογή έχει ως αντικείμενο την ψηφιακή επεξεργασία εικόνας. Ο χρήστης στην περίπτωση μας θα είναι φοιτητής ο οποίος θεωρείται ότι κατέχει βασικές γνώσεις του αντικειμένου της ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας. Ότι έχει μάθει λοιπόν από την θεωρία που έχει σχέση με τεχνικές βελτίωσης ποιότητας και αποκατάστασης εικόνας θα μπορεί να το εφαρμόζει.

Στο χώρο της πληροφορίας [1] η εικόνα είναι ένα ιδιαίτερο αντικείμενο μελέτης, καθώς αποτελεί το μέσο κωδικοποίησης μιας εκ των σημαντικότερων αισθήσεων του ανθρώπου. Η ανάγκη αποθήκευσης και αναπαραγωγής παραστάσεων υπάρχει διαχρονικά και παρατηρείται σε διάφορες τεχνικές που εκτείνονται από χρωματισμό αναλογικού μέσου (π.χ. Πίνακες) μέχρι και σύγχρονες τρισδιάστατες προβολές. Η επιστήμη της πληροφορικής και ειδικά ο χώρος των πολυμέσων έχει αναπτύξει όλες τις απαραίτητες διεργασίες, το θεωρητικό υπόβαθρο και τις τεχνικές που απαιτούνται για την κωδικοποίηση, αποθήκευση και επεξεργασία των εικόνων.

Η παρούσα εργασία έχει ως ευρύτερο αντικείμενο ένα σύνολο διεργασιών επεξεργασίας που έχουν ως σκοπό την αποκατάσταση εικόνων χρησιμοποιώντας τεχνικές ανίχνευσης και απαλοιφής θορύβου, με ιδιαίτερη έμφαση στην εκπαιδευτική διαδικασία. Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλυθεί η δομή των εικόνων και τα βασικά τους χαρακτηριστικά όπως αυτά εξειδικεύονται από τον τομέα των πολυμέσων. Στο κεφάλαιο 2 παρουσιάζονται οι διαδικασίες επεξεργασίας και αποκατάστασης, όπως αυτές εφαρμόζονται στις ψηφιακές εικόνες.

Αναλυτικότερα το πρώτο κεφάλαιο πραγματεύεται την δομή των εικόνων και τα βασικά τους χαρακτηριστικά όπως αυτά εξειδικεύονται από τον τομέα των πολυμέσων. Το δεύτερο κεφάλαιο ασχολείται με τον όρο της ψηφιακής επεξεργασίας. Γίνεται αναφορά σε όλες εκείνες τις τεχνικές και μεθόδους που ασχολούνται με την εξαγωγή ιδιαίτερων χαρακτηριστικών από μία εικόνα, την τροποποίηση σε κάθε διάσταση αλλά και την γενικότερη ανάλυση αυτής. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται λόγος για χρήση των πολυμεσικών εφαρμογών στην εκπαίδευση. Η εκπαίδευση εξαιτίας των προκλήσεων και των απαιτήσεων της σύγχρονης εποχής, εμπλουτίζεται όλο και συχνότερα με την χρήση νέων τεχνολογιών, οι οποίες εξελίσσουν τη διαδικασία της μάθησης και άρα η κατανόηση των κυριότερων θεωριών μάθησης αλλά και η εφαρμογή των αποδοτικών πρακτικών τους είναι πλέον επιβεβλημένη.

1 EIKONA

1.1 Εισαγωγή

Στη σημερινή εποχή η οπτικοποίηση της πληροφορίας δεν περιορίζεται μόνο στα πολυμέσα, αλλά αποτελεί το κύριο χαρακτηριστικό των σύγχρονων μέσων επικοινωνίας. Η έρευνα των διαδικασιών μάθησης έχει δείξει ότι ο άνθρωπος αφομοιώνει τις πληροφορίες κυρίως μέσω του οπτικού ερεθίσματος. Η χρήση λοιπόν κατάλληλων εικόνων αποτελεί ένα ισχυρότατο μέσο πληροφόρησης.

Στο χώρο των πολυμέσων χρησιμοποιείται ο όρος στατική εικόνα ή γραφικά για να περιγράψει ένα σχέδιο, ένα διάγραμμα, έναν πίνακα ζωγραφικής, μία φωτογραφία ή οποιαδήποτε άλλη εικόνα περιλαμβάνεται στις διάφορες εφαρμογές. Από την άλλη μεριά ο όρος κινούμενη εικόνα, αναφέρεται στην προσομοίωση κίνησης (animation) και το βίντεο. Οι εικόνες χρησιμοποιούνται στα πολυμέσα για να πετύχουν διάφορους στόχους. [2]

Η εικόνα αναπαριστά μορφές (π.χ μια φωτογραφία που δείχνει ένα τοπίο), αφού προηγηθεί διαδικασία δειγματοληψίας με χρήση ειδικών αισθητήρων. Κάθε είδους πληροφορία που καλείται να φιλοξενήσει ένα πληροφοριακό σύστημα πρέπει να έχει περάσει μια διαδικασία ψηφιοποίησης. Το μέσο που φέρει την πληροφορία της οπτικής παράστασης είναι οι οπτικές ακτίνες. Το μέσο αυτό είναι αναλογικό και πρέπει να εφαρμοστεί διαδικασία δειγματοληψίας για να ληφθεί μια ψηφιακή του αναπαράσταση. Συνηθέστερη περίπτωση δειγματοληψίας οπτικής παράστασης αποτελεί η λήψη φωτογραφίας με χρήση ψηφιακής μηχανής, η οποία δημιουργεί την αντίστοιχη ψηφιακή εικόνα. Άλλες τύποι δειγματοληψίας χρησιμοποιούν από οπτικούς σαρωτές για ψηφιοποίηση έντυπων φωτογραφιών μέχρι και δορυφόρους τηλεπισκόπησης για την αποτύπωση της επιφάνειας της γης από απόσταση πολλών χιλιομέτρων.

Με τον όρο ψηφιακή εικόνα περιγράφουμε την δομή εκείνη που κωδικοποιεί μια οπτική παράσταση ως ένα σύνολο εικονοστοιχείων (pixels) διατεταγμένα σε δομή πίνακα. Συνεπώς όλα τα χαρακτηριστικά που περιγράφουν τις ψηφιακές εικόνες αναφέρονται στην δομή αυτή και στο μοναδιαίο στοιχείο. Αυτά είναι χαρακτηριστικά που αναφέρονται στην χωρική ανάλυση (μέγεθος εικόνας, μέγεθος εικονοστοιχείου), βάθος χρώματος (πληροφορία που αναφέρεται στην χρωματική περιγραφή του εικονοστοιχείου) και στον τύπο αποθήκευσης (απολεστική μη απολεστική).

1.2 Διαστάσεις εικόνας

Η ψηφιακή εικόνα όπως αναφέρθηκε, αποτελείται από ένα σύνολο εικονοστοιχείων τα οποία σχηματίζουν ένα πίνακα. Έτσι το πρώτο χαρακτηριστικό μια εικόνας είναι οι διαστάσεις αυτού του πίνακα σε pixel. Δίνονται με τη μορφή πλάτος, ύψος και είναι ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά μιας ψηφιακής εικόνας. Πολλαπλασιάζοντας τις διαστάσεις αυτές, υπολογίζεται ο συνολικός αριθμός των pixel της εικόνας. Για παράδειγμα, μια φωτογραφία που έχει ληφθεί με

φωτογραφική μηχανή και έχει διαστάσεις 2592 x 1944, έχει συνολικά 5,0388,48 pixel $\sim 5 \times 1024 \times 1024 = 5,242,880 = 5 \text{ mega Pixels (MP)}$. Οι διαστάσεις μιας φωτογραφίας αποτελούν ιδιαίτερα σημαντικό χαρακτηριστικό της εικόνας, καθώς συνδέονται άμεσα με άλλες ιδιότητες αυτής.

1. Όσο μεγαλύτερες είναι οι διαστάσεις της εικόνας, τόσο περισσότερη λεπτομέρεια μπορεί να φιλοξενήσει. Μια εικόνα 200x300 που απεικονίζει ένα πρόσωπο, δεν μπορεί να αποδώσει με επαρκή λεπτομέρεια τα χαρακτηριστικά, καθώς το εικονοστοιχείο αντιστοιχεί σε μέγεθος αρκετών χιλιοστών. Αντιθέτως μία εικόνα διαστάσεων 2592 x 1944 που απεικονίζει το ίδιο πρόσωπο δίνει περισσότερες λεπτομέρειες.
2. Οι διαστάσεις της εικόνας είναι άμεσα συνδεδεμένες με το μέγεθος του αρχείου που την κωδικοποιεί. Έτσι για μία εικόνα 200 x 300 χρειάζεται 1/100 του αποθηκευτικού χώρου που καταλαμβάνει μια εικόνα 2000 x 3000. Η ιδιότητα αυτή είναι που οδήγησε στην ανάγκη ανάπτυξης διαφορετικών μορφότυπων αποθήκευσης που κατά περίπτωση μπορεί να μην συμπιέζουν, να συμπιέζουν χωρίς να χάνουμε πληροφορία ή ακόμα και να συμπιέζουν χάνοντας πληροφορία [4].
3. Οι συνήθεις διαστάσεις ψηφιακών εικόνων διαμορφώνουν αλλά και διαμορφώνονται από τις διαθέσιμες τεχνικές απεικόνισης σε διαφορετικά μέσα. Μεγάλης ανάλυσης εικόνες χρειάζονται εκτυπωτές που χρησιμοποιούν προηγμένες τεχνικές για να αποδώσουν χιλιάδες εικονοστοιχεία σε 1 cm² χαρτιού, ή αντίστροφα η ανάπτυξη panel 4K και αντίστοιχων βιντεοκαμερών, επιτρέπουν και απαιτούν την δημιουργία και διαχείριση βίντεο (διαδοχικές εικόνες) ανάλυσης 3840X2160, ενώ πριν 10 χρόνια η αντίστοιχη ανάλυση βίντεο ήταν 360x288 για το σύστημα pal και 360x240 για το σύστημα NTSC.
4. Η τεχνικές επεξεργασίας των ψηφιακών εικόνων στηρίζονται στην ανάλυση των ιδιοτήτων των εικονοστοιχείων αλλά και στη σχέση αυτών με το γειτονικά τους pixel. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται άμεση σύνδεση των απαιτήσεων σε υπολογιστική ισχύ για την εκτέλεση εργασιών επεξεργασίας εικόνας. Το γεγονός αυτό οδήγησε στην ανάγκη δημιουργίας όλο και ισχυρότερων υπολογιστικών συστημάτων αλλά και πιο αποδοτικών αλγόριθμων επεξεργασίας. Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός πως οι υπολογιστές που χρησιμοποιούνται για εργασίες επεξεργασίας και βίντεο καλύπτουν συνήθως τις ισχυρότερες τεχνικές προδιαγραφές [5]

Όλα τα παραπάνω στοιχεία φανερώνουν την σημαντικότητα του χαρακτηριστικού αυτού και εξηγούν το λόγο για τον οποίο οι διαστάσεις μια εικόνας είναι η πρώτη πληροφορία που συνοδεύει και περιγράφει μία ψηφιακή εικόνα. Συνδέεται άμεσα με την χωρική διάσταση και συμπληρώνεται από την πυκνότητα των εικονοστοιχείων.

1.3 Βάθος χρώματος

Ένα ακόμα βασικό χαρακτηριστικό μιας εικόνας, αποτελεί ο τρόπος με τον οποίο κωδικοποιείται η πληροφορία που περιγράφει την ιδιότητα του χρώματος για κάθε εικονοστοιχείο . Κατά τη δειγματοληψία, συλλέγεται και αποδίδεται μια τιμή που καλείται να περιγράψει την ιδιότητα του χρώματος για κάθε εικονοστοιχείο. Το μέγεθος του δείγματος για κάθε pixel (σε bit) καθορίζει αυτό που στο πεδίο των πολυμέσων ονομάζεται “Βάθος χρώματος” και ουσιαστικά χαρακτηρίζεται από το πλήθος των δυαδικών ψηφίων που χρησιμοποιούνται από έναν υπολογιστή ,ώστε να γίνει η αναπαράσταση του χρώματος για κάθε εικονοστοιχείο (pixel) μιας εικόνας. Το εύρος αυτό εκφράζεται ως δύναμη του 2, όπως γίνεται σε κάθε διεργασία που αφορά ψηφιακό λογισμό σε ΗΥ. Έτσι ανάλογα με τον αριθμό των bits που χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν την ιδιότητα του χρώματος, οι ψηφιακές εικόνες κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες. [4]

1. Εικόνες 1 bit. Ένα bit μπορεί να δώσει 2 πιθανές τιμές για κάθε pixel (0 ή 1). Έτσι μπορούμε να διακρίνουμε δύο καταστάσεις, οι οποίες αποδίδονται στο άσπρο και το μαύρο χρώμα. Έτσι κωδικοποιείται η ψηφιακή εικόνα ως ασπρόμαυρη (χωρίς διαβαθμίσεις του γκριζου).
2. Εικόνες 8 bit. Χρησιμοποιείται 1 byte (= 8 bit) για την απόδοση της τιμής φωτεινότητας 1 byte μπορεί να κωδικοποιήσει 256 καταστάσεις. Στην περίπτωση αυτή αποδίδονται σε διαβαθμίσεις του γκρι. Έτσι κωδικοποιείται μια ψηφιακή εικόνα χρησιμοποιώντας 256 πιθανές τιμές , για βάθος χρώματος 8bit ($2^8=256$ αποχρώσεις του γκριζου).
3. Εικόνες 16 bit. Η εικόνα με βάθος χρώματος 16 bit αναφέρεται και ως Highcolor. Από 16 bit προκύπτουν $2^{16}=65536$ διαφορετικές τιμές (χρώματα). Η πληροφορία αυτή "διαίρεται", συνήθως, σε πέντε bits για κάθε ένα από τα χρώματα κόκκινο και μπλε, και έξι bits για το πράσινο, δεδομένου ότι το ανθρώπινο μάτι είναι πιο ευαίσθητο στην διάκριση διαβαθμίσεων του πράσινου σε σχέση με τα άλλα δύο χρώματα. Άλλες φορές το 16^ο bit αναπαριστά τυχόν διαφάνεια του χρώματος.
4. Εικόνες 24 bit. Κατά ανάλογο με τις προηγούμενες περιπτώσεις τρόπο, διακρίνονται $2^{24}=16.777.216$ διαφορετικές τιμές (χρώματα). Η εικόνα αναφέρεται και ως ‘truecolor’. Τα 24 bit χωρίζονται σε 3 byte, κάθε ένα από τα οποία χρησιμοποιείται για 256 διαβαθμίσεις των βασικών χρωμάτων (R,G, B).
5. Εικόνες 48 bit. Κωδικοποιούνται 2^{48} = περίπου 256 τρισεκατομύρια χρώματα. Αυτό το βάθος χρώματος υπερβαίνει την ικανότητα του ανθρώπινου οφθαλμού. Χρησιμοποιείται, από πολλούς σαρωτές ως μέγιστη ανάλυση σάρωσης. [5]

Όπως είναι αντιληπτό, το βάθος του χρώματος σχετίζεται με την πιστότητα του χρώματος, δηλαδή την ποιότητα απόδοσης του πραγματικού παρατηρούμενου μεγέθους. Όσο μεγαλύτερο βάθος χρώματος χρησιμοποιείται κατά την κωδικοποίηση μιας εικόνας, τόσο περισσότερα bit χρησιμοποιούνται για κάθε εικονοστοιχείο (άρα μεγαλώνει το μέγεθος) και τόσο πιο κοντά είναι το αποδιδόμενο χρώμα στην πραγματική ιδιότητα. Ο **(Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.)** παρουσιάζει συγκριτικά τον αριθμό των bit σε σχέση με τον αριθμό των χρωμάτων που κάθε φορά μπορούν να κωδικοποιηθούν αλλά το προσεγγιστικό μέγεθος για μια ασυμπιεστη εικόνα διαστάσεων 100x100 pixel.

Χρωματικό βάθος	Αριθμός χρωμάτων	Μέγεθος εικόνας 100x100
1	2	10 kB
2	4	20kB
4	16	40 kB
8	256	80 kB
16	65636	160 kB
24	16777216	240 kB

Πίνακας 1: Σύγκριση bit με τον αριθμό χρωμάτων

1.3.1 Δυαδική (binary image)

Μια δυαδική εικόνα έχει μόνο δύο δυνατές τιμές για κάθε pixel. Τυπικά, τα δύο χρώματα που χρησιμοποιούνται για μία δυαδική (0 ή 1) εικόνα είναι μαύρο και άσπρο, αν και μπορούν να χρησιμοποιηθούν οποιεσδήποτε δύο χρώματα. Δυαδικές εικόνες συχνά προκύπτουν στην ψηφιακή επεξεργασία εικόνας, από κάποιες εργασίες, όπως ο κατακερματισμός κατωφλίου [6].

1.3.2 Μονοχρωματική με αποχρώσεις του γκρι (gray level ή gray scale image)

Στη φωτογραφία και πληροφορική, μια grayscale εικόνα είναι μια εικόνα κατά την οποία η αξία του κάθε pixel είναι ένα μόνο δείγμα, δηλαδή, μεταφέρει μόνο πληροφορίες έντασης. Εικόνες αυτού του είδους, είναι γνωστές ως μαύρο και άσπρο και αποτελούνται αποκλειστικά από αποχρώσεις του γκρι, που κυμαίνονται από το μαύρο που είναι πιο αδύναμο σε ένταση προς στο λευκό που έχει την ισχυρότερη.

1.3.3 Έγχρωμη (color image).

Μια έγχρωμη εικόνα είναι μια ψηφιακή εικόνα που περιλαμβάνει πληροφορίες χρωμάτων για κάθε pixel.



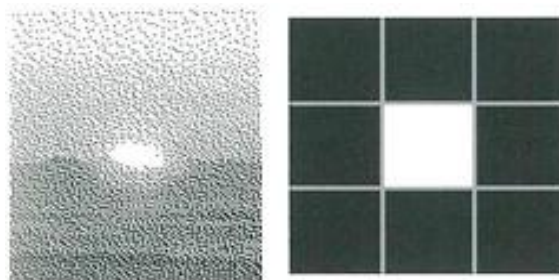
Εικόνα 1: Κατηγορίες εικόνων

Η (Εικόνα 1) εμφανίζει την ίδια λήψη όπως κωδικοποιείται στις διαφορετικές περιπτώσεις βάθους χρώματος όπως αυτές παρουσιάστηκαν. Είναι εμφανής η επιρροή του χαρακτηριστικού αυτή στην πιστότητα της τελικής εικόνας.



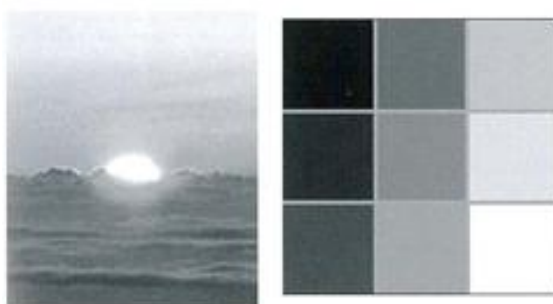
Εικόνα 2: Διαφορετικό βάθος χρώματος

Μια απεικόνιση που θα χρησιμοποιεί 1 bit βάθος χρώματος (0 ή 1) θα έχει μόνο άσπρα ή μαύρα pixels. Η (Εικόνα 3) παρουσιάζει μία μεγέθυνση σε επίπεδο pixel. Είναι εμφανής η αδυναμία πιστής αναπαράστασης καθώς χάνεται κάθε χρωματική πληροφορία.



Εικόνα 3: Εικόνα με 1 bit βάθος χρώματος

Οι εικόνες που κωδικοποιούνται με 256 χρώματα (ή λιγότερα) αποθηκεύονται συνήθως στην μνήμη του υπολογιστή είτε ως 256 διαβαθμίσεις του γκριζου όπως αναφέρθηκε είναι ως 256 διαφορετικά χρώματα μιας παλέτας. Για βάθη μεγαλύτερα από 8 bit, το κάθε εικονοστοιχείο αναπαρίσταται από ανάλογες διαβαθμίσεις των τριών χρωμάτων RGB (κόκκινο, πράσινο και μπλε). Ένα εικονοστοιχείο των 8 bit λοιπόν αποτελείται 256 διαφορετικά αποχρώσεις (ασπρόμαυρη- grayscale εικόνα ή 256 χρώματα παλέτας). Τα 256 χρώματα τα οποία υπάρχουν δεν είναι αρκετά για μια καλή εικόνα (δεν έχει καλή ανάλυση). Ωστόσο, τα 8 bits παράγουν ένα πολύ καλό μαύρο και άσπρο pixel, όπως φαίνεται στην (Εικόνα 4).



Εικόνα 4: Εικόνα με 8 bits βάθος χρώματος

Αντίστοιχα, για βάθος χρώματος των 24 bits αποδίδονται 8 bits ανά βασικό χρώμα, δηλαδή $2^8 = 256$ διαβαθμίσεις κάθε βασικού χρώματος. Μια εικόνα με αυτό το βάθος χρώματος μπορεί να αποτυπωθεί με ρεαλιστικά χρώματα. Καθώς ένα pixel περιέχει 24 bits και μπορεί να αντιπροσωπεύει κάθε μία από 16 εκατομμύρια χρώματα (βλέπε εικόνα αυτής της σελίδας). Εδώ τα χρώματα παράγονται από την ανάμιξη των βασικών χρωμάτων (κόκκινο, πράσινο και μπλε). Κάθε ένα από τα τρία χρώματα έχει 256 πιθανές αποχρώσεις. Σημειώνεται ότι 255 δείχνει το μέγιστο ποσό ενός χρώματος και το 0 ότι δεν υπάρχει στην παρούσα περίπτωση χρώμα. Η (Εικόνα 5) εμφανίζει μια τυπική περίπτωση εικόνας 24 bit[5].



Εικόνα 5: Εικόνα με 24 bits βάθος χρώματος

1.4 Ακμές εικόνας

Οι ακμές είναι ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά μίας εικόνας. Ορίζουν τα περιγράμματα αντικειμένων, διαχωρίζουν ομογενείς περιοχές κ.α. Η ακμή είναι πολύ δύσκολο να οριστεί ακριβώς. Μία πολύ καλή προσέγγιση στον ορισμό της ακμής, είναι ότι η ακμή ορίζεται ως το σύνορο που διαχωρίζει ομογενείς περιοχές. Στο σύνορο αυτό, παρουσιάζεται έντονη μεταβολή της έντασης φωτεινότητας. Οι ακμές, είναι ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά μίας εικόνας [8].

1.5 Μορφότυποι αποθήκευσης

Το μέγεθος του αρχείου που προκύπτει για να αποθηκευτούν όλες οι πληροφορίες που περιγράφουν μια ψηφιακή εικόνα, είναι συνάρτηση των προηγούμενων χαρακτηριστικών. Η διάσταση της εικόνας σε εικονοστοιχεία αλλά και το βάθος χρώματος που επιλέγεται για τη κωδικοποίηση κάθε pixel, αρκούν για να υπολογιστεί το συνολικό μέγεθος του αντίστοιχου αρχείου. Η τελική διάσταση του αρχείου σε byte προκύπτει από την.

$$\text{Μέγεθος εικόνας (byte)} = (\text{οριζόντιος αριθμός εικονοστοιχείων} * \text{κάθετος αριθμός εικονοστοιχείων} * \text{βάθος χρώματος}) / 8.$$

Σχέση 1: μέγεθος εικόνας

Η διαίρεση με το 8 χρησιμοποιείται για να γίνει η μετατροπή των bit σε byte (αφού το 1 byte είναι ίσο με 8 bits). Σε αυτό το μέγεθος προστίθενται και τα δεδομένα που περιγράφουν την εικόνα (metadata) όπως ο χρόνος λήψης, ο δημιουργός, θέση λήψης (geotag) κλπ. Καθώς η διάσταση των εικόνων γίνεται όλο και μεγαλύτερη και ταυτόχρονα υπάρχουν περιορισμοί στα μέσα αποθήκευσης και διακίνησης (πχ internet) προκύπτει η ανάγκη διερεύνησης μεθόδων που δίνουν τη δυνατότητα μείωσης του απαιτούμενου χώρου. Το πρώτο επίπεδο ταξινόμησης των μορφότυπων αναφέρεται στην ιδιότητα της συμπίεσης. Έτσι υπάρχουν μέθοδοι που συμπιέζουν την πληροφορία της εικόνας και άλλες που δεν την συμπιέζουν. Ο πίνακας 1 συνοψίζει συνήθεις μορφές αρχείων που χρησιμοποιούνται για αποθήκευση εικόνων μαζί με βασικά τους χαρακτηριστικά.

Version	TIFF 6.0	GIF 89a	JPEG	JPEG 2000 JP2-JPX	PNG 1.2
Επεκτάσεις	.tif, .tiff	.gif	.jpeg, .jpg, .jif, .jfif	.jp2, .jpx, .j2k, .j2c	.png

Βάθος χρωματος	1-bit bitonal; 4- or 8-bit grayscale or palette color; up to 64-bit color	1-8 bit bitonal, grayscale, or color	8-bit grayscale; 24-bit color	supports up to 2^{14} channels, each with 1-38 bits; gray or color	1-48-bit; 1/2/4/8-bit palette color or grayscale, 16-bit grayscale, 24/48-bit truecolor
Συμπίεση	Χωρίς απώλειες: LZW Lossy: JPEG	Με απώλειες: LZW	Με απώλειες: JPEG	Χωρίς συμπίεση	Με απώλειες: Deflate, an LZ77 derivative
Παλέτα χρωμάτων	RGB, Palette, YC _b C _r , CMYK, CIE L*a*b*	Palette	YC _b C _r	Palette, YC _b C _r , RGB, sRGB, some ICC	Palette, sRGB, ICC

Πίνακας 2: Μορφές αρχείων

1.6 Συμπίεση εικόνας

Λαμβάνοντας υπόψη ότι μια εικόνα μπορεί να έχει είτε μεγάλο μέγεθος είτε μικρό, θα πρέπει να κάνουμε αναφορά στην διαδικασία συμπίεσης της εικόνας. Αν και τα σύγχρονα συστήματα καταγραφής, διαθέτουν μεγάλο αποθηκευτικό χώρο, υπάρχει ακόμα η ανάγκη περαιτέρω μείωσης της πληροφορίας που αποθηκεύεται, ώστε να μπορούν να αποθηκευτούν περισσότερες εικόνες. Επιπλέον η αποστολή εικόνων μέσω οποιοδήποτε δικτύου (πχ. τηλεπικοινωνιακό, διαδίκτυο), είναι πολλές φορές απαγορευτική για εικόνες. Για να είναι η μεταφορά γρήγορη και να μην προκαλείται συμφόρηση στο δίκτυο, πρέπει να μεταφερθούν λιγότερα δεδομένα, χωρίς όμως να προκαλείται ιδιαίτερη αλλοίωση στην εικόνα που τελικά θα παραληφθεί. Για παράδειγμα μια εικόνα 640 x 480 pixels με 256 αποχρώσεις του γκρι => 640 x 480 x 1 byte ≈ 307 kbytes. Η ίδια εικόνα σε πραγματικό χρώμα (3 bytes per pixel) => 640 x 480 x 3 byte ≈ 921 kbytes. Διαπιστώνεται ότι τα μεγέθη των εικόνων δεν είναι σταθερά οπότε θα χρειαστεί να γίνει αναφορά για το πως μια εικόνα μπορεί να υποστεί μείωση του μεγέθους χωρίς να χάσει σημαντική πληροφορία.

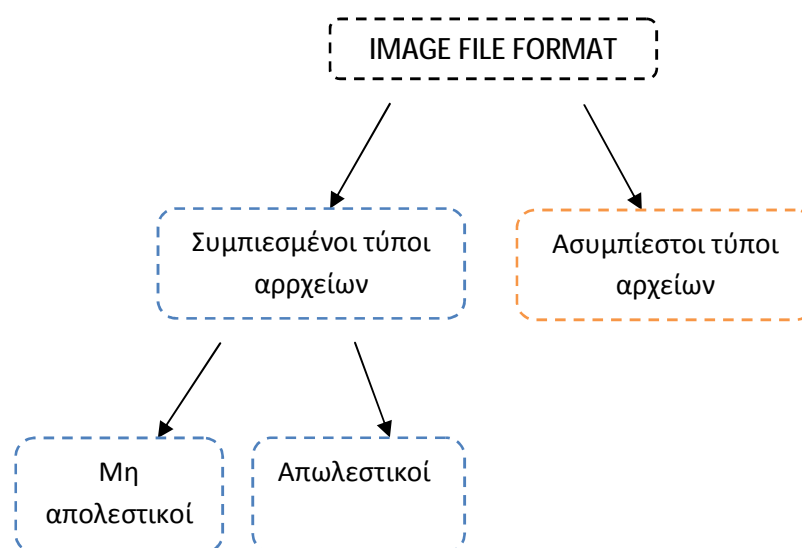
1.6.1 Μορφές συμπίεσης

Η εικόνα ως διδιάστατο σήμα περιέχει μεγάλο όγκο δεδομένων. Για αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται τεχνικές συμπίεσης, [6] ώστε να μειωθούν τα δεδομένα που αποθηκεύονται ή αποστέλλονται. Οι τεχνικές συμπίεσης, χωρίζονται σε δύο κύριες

κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία περιέχει μεθόδους συμπίεσης που δεν οδηγούν σε απώλεια πληροφορίας και επομένως επιτυγχάνεται η απολύτη ανακατασκευή. Στην δεύτερη κατηγορία, η διαδικασία της ανακατασκευής δεν επιτυγχάνει την αρχική αναπαράσταση και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την οριστική απώλεια πληροφορίας. Όταν όμως επιτρέπεται η απώλεια πληροφορίας, το ποσοστό συμπίεσης δεδομένων μπορεί να είναι πολύ υψηλό. Αν και ο σημαντικότερος στόχος ενός αλγορίθμου συμπίεσης, είναι να ελαχιστοποιήσει τα δυαδικά ψηφία της αναπαράστασης των αρχικών δεδομένων X , υπάρχουν περιπτώσεις όπου όλα τα δυαδικά ψηφία είναι σημαντικά. Αυτό συνήθως ισχύει για πολλές κατηγορίες αρχείων ηλεκτρονικών υπολογιστών, όπως είναι ένα αρχείο κειμένου ή ένα εκτελέσιμο αρχείο. Σε αυτές τις περιπτώσεις, χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι, που απλά μετασχηματίζουν την πληροφορία σε άλλη μορφή, που μπορεί να κωδικοποιηθεί με λιγότερα δυαδικά ψηφία.

Ο βαθμός αποτελεσματικότητας μιας τεχνικής συμπίεσης είναι συνήθως αντιστρόφως ανάλογος της διατήρησης ποιότητας της αρχικής εικόνας. Η τεχνική είναι ανεξάρτητη του μεγέθους ή του περιεχομένου της εικόνας και εφαρμόσιμη σε οποιοδήποτε είδος εικόνας. Ο βαθμός συμπίεσης και η ποιότητα της εικόνας που επιτυγχάνεται πρέπει να είναι όσο το δυνατόν καλύτερα.

1.6.2 Μορφή αρχείων ανευ συμπίεσης



Σχήμα 1: Τύποι format εικόνων

Στην κατηγορία αυτή ταξινομούνται οι μορφές αποθήκευσης δεδομένων που καταγράφουν το σύνολο της πληροφορίας χωρίς να εφαρμόζουν κάποιον αλγόριθμο συμπίεσης. Αντιπροσωπευτικές μορφές που εντάσσονται σε αυτή τη κατηγορία είναι:

- Bitmap image file (.bmp). Μπορεί να κωδικοποιήσει εικόνες δύο διαστάσεων και κάθε pixel αντιστοιχεί σε μία τιμή που περιγράφει τη χρωματική

πληροφορία. Μπορεί να είναι 1 bit (ασπρόμαυρη εικόνα), 8 bit (grayscale ή palette color), 24 bit.

- TIFF Το format που χρησιμοποιείται κυρίως στην τυπογραφία λόγω των χαρακτηριστικών που διαθέτει. Τα μεγάλα μεγέθους αρχεία συμπιέζονται ικανοποιητικά χωρίς απώλεια ποιότητας (lossless). Βάθος χρώματος 24 bit ή 32 bit για RGB ή CMYK αντίστοιχα. Επίσης είναι κατάλληλο για αρχειοθέτηση γιατί η συμπίεση είναι lossless, και ταυτόχρονα υπάρχει δυνατότητα καταχώρησης πλήθους πληροφοριών υπό μορφή κειμένου σε ειδικά πεδία. Επιτρέπει καταχώρηση πολλών εικόνων σε ένα αρχείο (multi page). Άλλη παραλλαγή του χρησιμοποιείται από τα fax και τα προγράμματα OCR - optical character recognition (1 bit βάθος χρώματος – ασπρόμαυρο χωρίς τόνους του γκρι).

1.6.3 Μορφές αρχείων που χρησιμοποιούν συμπίεση

Συμπίεση χωρίς απωλεστικούς αλγορίθμους (LZW)

Στη πρώτη περίπτωση η λειτουργία του αλγορίθμου βασίζεται στην αποφυγή αποθήκευσης επαναλαμβανόμενων πληροφοριών σε μια ομάδα από pixel. Το μέγεθος της συμπίεσης εξαρτάται από το εάν έχει η εικόνα πολλά pixels που είναι όμοια μεταξύ τους. Τον αλγόριθμο αυτό τον χρησιμοποιούν οι εικόνες TIFF.

Πλεονέκτημα των αρχείων TIFF

- Δεν υπάρχουν απώλειες στην ποιότητα της εικόνας όταν αποθηκεύετε σε μορφή TIFF.

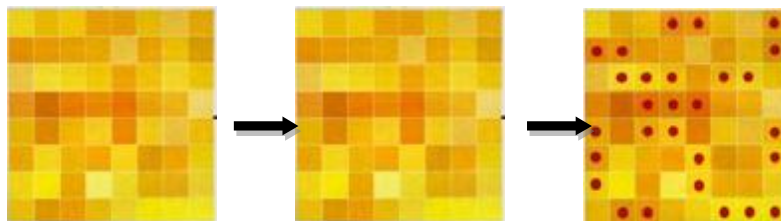
Μειονεκτήματα των αρχείων TIFF

- Ορισμένα προγράμματα, συμπεριλαμβανομένων των περισσότερων προγραμμάτων περιήγησης στο web, δεν έχουν τη δυνατότητα εμφάνισης εικόνων με μορφή TIFF.
- Οι εικόνες της μορφής TIFF ενδέχεται να έχουν πολύ μεγάλο μέγεθος και άρα είναι πολύ μεγάλες για να αποσταλούν μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

Συμπίεση με απωλεστικούς αλγορίθμους (JPEG)

Στη δεύτερη περίπτωση η λειτουργία του αλγορίθμου βασίζεται σε κάποιες ιδιαιτερότητες της ανθρώπινης όρασης και ειδικότερα στο εξής: Το ανθρώπινο μάτι αντιλαμβάνεται λιγότερο τις μικροεναλλαγές στο χρώμα και την απόχρωση από τις αντίστοιχες στη φωτεινότητα και την αντίθεση. Έτσι ο αλγόριθμος εκμεταλλευόμενος αυτή την ιδιαιτερότητα για να συμπίεσει μια εικόνα ελαττώνει την πληροφορία του χρώματος με τον ακόλουθο τρόπο: διαιρεί την εικόνα σε τετράγωνα των 64 pixel (8X8) και ενοποιεί χρωματικά τα pixel που έχουν πλησιάσει αρκετά την απόχρωση και ανάλογα με τον βαθμό συμπίεσης που θα επιλεγεί στη κλίμακα μπορεί να γίνει

μεγάλη συμπίεση (πολλές απώλειες) ή μικρή συμπίεση (λίγες απώλειες). Βλέπουμε πως λειτουργεί ο απωλεστικός αλγόριθμος JPEG σε μια μεγεθυσμένη ομάδα των 64 pixels. Όπως φαίνεται και στην (Εικόνα 6).



Εικόνα 6: Απωλεστικός αλγόριθμος JPEG σε μια μεγεθυμένη ομάδα των 64 pixels

Με βάση τα παραπάνω ο τύπος ενός αρχείου είναι ένας συνηθισμένος τρόπος αποθήκευσης πληροφοριών σε έναν υπολογιστή έτσι, ώστε να είναι δυνατή η ανάγνωση ή η εμφάνισή τους από ένα πρόγραμμα. Συνήθως τον τύπο του αρχείου, μπορεί κανείς να τον διακρίνει κοιτώντας τα τρία τελευταία γράμματα του ονόματος του αρχείου. Αυτά τα γράμματα ονομάζονται επέκταση ονόματος αρχείου. Τα διάφορα προγράμματα χρησιμοποιούν διαφορετικές επεκτάσεις κατά την αποθήκευση των αρχείων. Στους συνηθισμένους τύπους αρχείων γραφικών περιλαμβάνονται ο *JPEG* (.jpg), ο *TIFF* (.tif) και ο *bitmap* (.bmp). Επιπλέον, ορισμένες ψηφιακές κάμερες έχουν τη δυνατότητα να αποθηκεύσουν εικόνες σε μορφή *RAW*, η οποία είναι μη συμπίεσμένη. Τις περισσότερες φορές, ο *JPEG* (.jpg) είναι ο καλύτερος τύπος αρχείου, διότι δημιουργεί υψηλής ποιότητας εικόνες με μικρό μέγεθος αρχείου μέσω της συμπίεσης των δεδομένων. Είναι ιδανικός για αποθήκευση. Εάν υπάρξει η ανάγκη για πολύ υψηλό επίπεδο οπτικής ποιότητας, τότε πρέπει να αποθηκεύετε σε μορφή *TIFF* (.tif) ή να αποθηκεύονται οι εικόνες *JPEG* στη χαμηλότερη δυνατή συμπίεση.

Πλεονεκτήματα των αρχείων JPEG

- Τα περισσότερα προγράμματα έχουν τη δυνατότητα να εμφανίζουν, να ανοίγουν και να αποθηκεύουν αρχεία της μορφής *JPEG*.
- Τα αρχεία *JPEG* είναι ιδανικά για το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο εξαιτίας του μικρού μεγέθους τους.
- Χάρη στη δυνατότητα ρύθμισης του επιπέδου της συμπίεσης για την αποθήκευση ενός αρχείου *JPEG*, γίνεται έλεγχος στο μέγεθος του αρχείου και την ποιότητα της εικόνας.

Μειονεκτήματα των αρχείων JPEG

- Τα αρχεία *JPEG* συμπιέζουν αυτόματα τις εικόνες όταν αποθηκεύονται, με αποτέλεσμα να μειώνεται κατά ένα μικρό ποσοστό η οπτική ποιότητα. Εάν

επιλεγούν υψηλά επίπεδα συμπίεσης, τότε η ποιότητα της εικόνας ενδέχεται να μειωθεί σημαντικά.

Πολύ σπάνια χρησιμοποιούνται τύποι αρχείων εκτός των JPEG και TIFF. Η μορφή bitmap (.bmp) είναι ένα παλαιότερο πρότυπο που δημιουργεί μεγάλα αρχεία χωρίς ιδιαίτερο σκοπό. Αυτό καταναλώνει χώρο στο δίσκο και δυσχεραίνει την αποστολή αυτών των εικόνων μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Τα αρχεία GIF και PNG χρησιμοποιούνται συνήθως σε ιστοσελίδες. Τα αρχεία RAW, από την άλλη πλευρά, δημιουργούνται από πολλές ψηφιακές κάμερες, ως εναλλακτική λύση υψηλής ποιότητας στα αρχεία JPEG. Πολλοί επαγγελματίες φωτογράφοι επιλέγουν να εργάζονται με αρχεία RAW, διότι αποδίδουν την καλύτερη δυνατή ποιότητα εικόνας. [7]

2 ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΚΟΝΑΣ

2.1 Εισαγωγή

Η εμφάνιση της ψηφιακής εικόνας ως μέσο κωδικοποίησης οπτικής πληροφορίας, προκάλεσε το ενδιαφέρον για τη διερεύνηση των νέων δυνατοτήτων που θα μπορούσε να προσφέρει. Έτσι αναπτύσσεται ο κλάδος της πληροφορικής που ασχολείται με την ψηφιακή επεξεργασία των εικόνων [7]. Γενικά, με τον όρο ψηφιακή επεξεργασία αναφερόμαστε σε όλες εκείνες τις τεχνικές και μεθόδους που ασχολούνται με την εξαγωγή ιδιαίτερων χαρακτηριστικών από μία εικόνα (πχ ακμές), την τροποποίηση αυτής σε κάθε διάσταση (οπτική ανάλυση, βάθος χρώματος, κλπ) αλλά και την γενικότερη ανάλυση αυτής. Τα αποτελέσματα τέτοιων διεργασιών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για απλή διόρθωση εικόνας ή προσθήκη γραφικών στοιχείων μέχρι και ιδιαίτερα σύνθετες διεργασίες όπως εξαγωγή γεωμετρικών , τροφοδότηση συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης κλπ. Οι βασικές διεργασίες περιορίζονται σε τυποποιημένες διαδικασίες που μπορεί να είναι:

1. *Γεωμετρικές αλλαγές*: Αλλαγή στο μέγεθος ολόκληρης ή τμήματος της εικόνας, περιστροφή, παραμόρφωση, αλλαγή προοπτικής, αλλαγή ανάλυσης (σε ψηφιογραφικές εικόνες).
2. *Χρωματικές αλλαγές και διορθώσεις*: Αλλαγή των χρωματικών τόνων μιας εικόνας, ρύθμιση φωτεινότητας, αντίθεσης, αλλαγή του χρωματικού χώρου (μοντέλου).
3. *Συμπίεση και μετατροπή* της μορφής αποθήκευσης μιας εικόνας στον υπολογιστή (file conversion), π.χ. από μορφή .jpg σε μορφή .tif.
4. Εφαρμογή φίλτρων με στόχο τη βελτίωση της ποιότητας της εικόνας ή τον τονισμό γνωρισμάτων της (αφαίρεση αμιγών , εξάλειψη φαινομένου «κόκκινων ματιών» από εικόνες προσώπων, ανίχνευση ακμών και τονισμός των περιγραμμάτων, μείωση θορύβου).
5. *Ανάμιξη* δύο ή περισσότερων εικόνων ώστε να αποτελούν μία (φωτομοντάζ).
6. *Κατάτμηση* της εικόνας σε περιοχές, με στόχο τον καθορισμό των τομέων ενδιαφέροντος στην εικόνα.
7. *Αποκατάσταση*, με στόχο την εξαγωγή μίας «ορθής» εκδοχής της εικόνας από μία ενθόρυβη / θολωμένη / παραμορφωμένη εικόνα εισόδου.

Στόχοι λοιπόν της επεξεργασίας εικόνας μπορεί να είναι η βελτίωση ποιότητας, η αποκατάσταση, η αφαίρεση θορύβου, η συμπίεση, η αποθήκευση, η μετάδοση της εικόνας με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι πιο αποτελεσματική η παραπέρα ανάλυση ή χρησιμοποίησή τους. Σημαντικό παράγοντα παίζουν οι διαδικασίες φιλτραρίσματος οι οποίες όπως θα παρουσιαστούν στη συνέχεια είναι οι τεχνικές στο πεδίο του χώρου και οι τεχνικές στο πεδίο συχνότητας. [7]

Η παρούσα εργασία εξετάζει ένα υποσύνολο των μεθόδων επεξεργασίας εικόνας. Το αντικείμενό της είναι η ανάπτυξη ενός περιβάλλοντος μέσω του οποίου θα δίνεται στον χρήστη η δυνατότητα εφαρμογής αλγορίθμων επεξεργασίας με σκοπό την αποκατάσταση εικόνων. Η εφαρμογή παρουσιάζει όλη τη ροή και τα ενδιάμεσα στάδια καθώς προσεγγίζει το αντικείμενο δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στην εκπαιδευτική του διάσταση. Στο πλαίσιο αυτό ακολουθεί αναφορά σε κάποιες από τις βασικές μεθόδους επεξεργασίας. Οι μέθοδοι αυτοί χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Πρόκειται για τις διαδικασίες που εφαρμόζονται στο πεδίο της συχνότητας και αυτές που εφαρμόζονται στο πεδίο του χώρου. Ιδιαίτερη έμφαση θα δοθεί στην δεύτερη κατηγορία η οποία περιλαμβάνεται στο αντικείμενο της εργασίας, αφού πρώτα γίνει αναφορά στην έννοια της υποβάθμισης εικόνας.

2.2 Υποβάθμιση εικόνας - θόρυβος

Η εικόνα που τελικά λαμβάνεται μέσα από τη διαδικασία εικονοληψίας είναι πάντα υποβαθμισμένη έναντι της εικόνας που θα προέκυπτε υπό τέλειες συνθήκες λήψης και με χρήση εξοπλισμού απαλλαγμένου ατελειών (υποβάθμιση λόγω κακής λήψης από μια ψηφιακή κάμερα αλλά και κατά την ψηφιοποίηση της). Μπορεί να έχει μικρή εστιακή απόσταση (γεωμετρική παραμόρφωση), να υπάρχει μια σχετική κίνηση της κάμερας και του αντικειμένου (θόλωμα) ή μειωμένη αντίθεση (αντίθεση είναι η διαφορά μεταξύ δυο γειτονικών περιοχών) λόγω κακών συνθηκών κατά την λήψη. Όσο αφορά τώρα την υποβάθμιση της κατά την ψηφιοποίηση μπορεί να δημιουργηθεί ο θόρυβος κβάντισης, γεωμετρικές παραμορφώσεις από σφάλματα του σαρωτή και γεωμετρικές παραμορφώσεις από μη γραμμικότητα του κυκλώματος κβάντισης.[4]

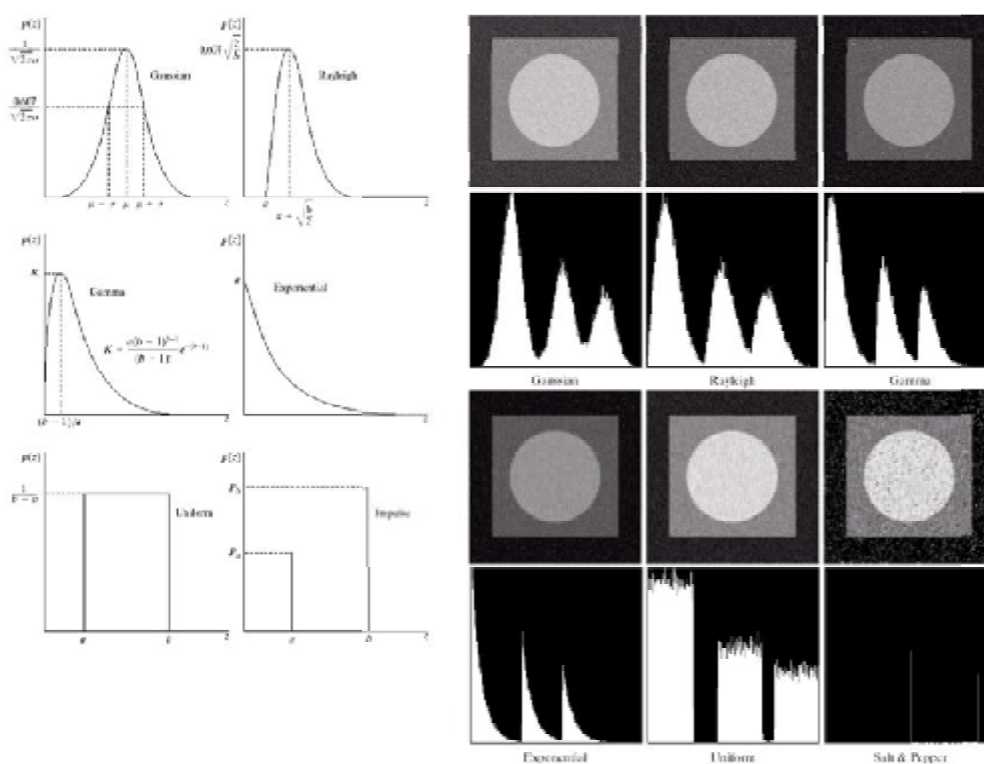
Η διαφορά της εικόνας που έχει υποβαθμιστεί σε σχέση με την θεωρητικά 'ορθή' ή αλλιώς η μεταβολή στην τιμή του σήματος από την πραγματική, ορίζεται ως 'θόρυβος' της εικόνας. Λόγω της ύπαρξης του θορύβου χρειάζεται να εφαρμοστούν φίλτρα στην εικόνα έτσι ώστε να βελτιστοποιηθεί η εικόνα.

Ο θόρυβος της εικόνας είναι ένα χαρακτηριστικό που μελετάται, καθώς η κατανόησή του καθοδηγεί την ανάπτυξη τεχνικών απαλοιφής αυτού. Έτσι ανάλογα με την φύση προέλευσης αλλά και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της εικονοληψίας, έχει στατιστικά μοντελοποιηθεί σε διάφορες μορφές:

1. Θόρυβος Gauss. Εμφανίζεται σε μια εικόνα λόγω παραγόντων όπως ο θόρυβος των ηλεκτρομαγνητικών κυκλωμάτων καθώς και ο θόρυβος του αισθητήρα που οφείλεται στο φτωχό φωτισμό. Ο Gaussian θόρυβος είναι ένα βολικό μοντέλο λόγω των μαθηματικών ιδιοτήτων.
2. Ο θόρυβος Rayleigh με την πυκνότητα πιθανότητας του θορύβου βοηθά στον χαρακτηρισμό φαινομένων θορύβου σε απεικονίσεις περιοχής.

3. Ο εκθετικός θόρυβος με τις εκθετικές πυκνότητες βρίσκουν εφαρμογή σε απεικόνιση με την βοήθεια των ακτίνων Laser.
4. Ο ομοιόμορφος θόρυβος με την ομοιόμορφη πυκνότητα είναι πολύ χρήσιμη ως βάση για πολυάριθμες γεννήτριες τυχαίων αριθμών που χρησιμοποιούνται σε προσομοιώσεις.

5. Ο κρουστικός θόρυβος ή αλλιώς ο θόρυβος του αλατοπίπερου έχει τιμές που μοιάζουν με κόκκους αλατοπίπερου που είναι διασκορπισμένοι πάνω στη εικόνα με τυχαίο τρόπο. Οι όροι κρουστικός θόρυβος και θόρυβος του αλατοπίπερου χρησιμοποιούνται τότε ο ένας και τότε ο άλλος. Οι αρνητικές κρούσεις εμφανίζονται ως μαύρα σημεία πάνω στην εικόνα ως κόκκοι πιπεριού και οι θετικές κρούσεις εμφανίζονται ως λευκές κουκκίδες ως κόκκοι αλατιού.



Εικόνα 7: Διάφορες μορφές θορύβου

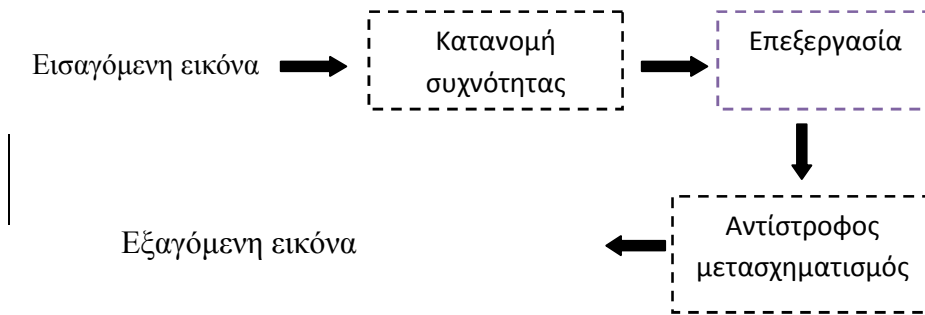
Πηγή: [Woods, Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας]

Κατά την ανάπτυξη και εφαρμογή τεχνικών βελτιστοποίησης εικόνας, είναι απαραίτητη η αξιολόγηση της επίτευξης απαλοιφής του θορύβου. Για το λόγο αυτό, η εφαρμογή των φίλτρων κατά τη φάση διερεύνησης της αποτελεσματικότητάς τους αλλά κυρίως κατά της εκπαιδευτική διαδικασία, γίνεται πάνω σε εικόνα που έχει προστεθεί τεχνητός θόρυβος. [22]

2.3 Τεχνικές επεξεργασίας εικόνας στο πεδίο της συχνότητας (frequency domain)

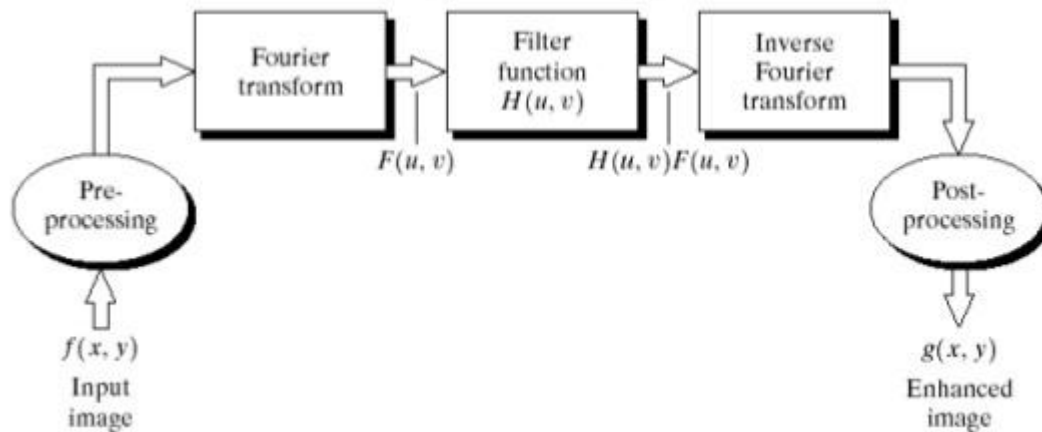
Οι τεχνικές επεξεργασίας που χρησιμοποιούνται στο πεδίο της συχνότητας στοχεύουν στην βελτίωση της λαμβάνοντας υπόψιν την κατανομή των συχνοτήτων της εικόνας. Στις εικόνες οι συχνότητες αντιπροσωπεύουν την ταχύτητα μεταβολής της φωτεινότητας ή του χρώματος. Υπάρχουν δύο κατευθύνσεις μεταβολής της φωτεινότητας ή του χρώματος, η οριζόντια και η κάθετη. Η επεξεργασία στο πεδίο της συχνότητας εφαρμόζεται με την εφαρμογή *φιλτραρίσματος*.

Μια σύντομη ανάλυση της μπορεί να εφαρμοστεί όπου πρώτα γίνεται εισαγωγή μιας εικόνας η οποία θα μετατραπεί με την κατανομή συχνότητας και έπειτα θα εφαρμοστεί η επεξεργασία. Με την διαδικασία της επεξεργασίας προκύπτει το αποτέλεσμα που δεν είναι η αρχική εικόνα ,αλλά μια μεταμόρφωση. Μετά την εκτέλεση του αντίστροφου μετασχηματισμού (Fourier), προκύπτει η εικόνα, η οποία στη συνέχεια προβάλλονται στο χωρικό τομέα. Μια γενική εικόνα που προκύπτει από τα παραπάνω απεικονίζεται με το σχήμα 2.



Σχήμα 2:Τεχνική επεξεργασίας στο πεδίο της συχνότητας

Πιο συγκεκριμένα όμως ο σχεδιασμός φίλτρων στο πεδίο της συχνότητας μπορεί και παρέχει ταχύτητα εκτέλεσης αλλά και ακρίβεια και προβλεψιμότητα του τελικού αποτελέσματος. Ο διακριτός δισδιάστατος μετασχηματισμός Fourier και οι ιδιότητες του παρέχουν το θεωρητικό υπόβαθρο για την επεξεργασία εικόνας στο πεδίο της συχνότητας. Ο οποίος προσφέρει την δυνατότητα μετάβασης από το πεδίο χώρου μιας εικόνας (spatial domain) στο αντίστοιχο πεδίο συχνοτήτων της (frequency domain) αναλύοντας μια εικόνα ως άθροισμα μιγαδικών εκθετικών εικόνων. Αυτή η δυνατότητα είναι πολύ σημαντική γιατί η επέμβαση στο πεδίο συχνοτήτων μιας εικόνας είναι ένας από τους σημαντικότερους τρόπους τροποποίησης και επεξεργασίας της. [22]



Σχήμα 3: Λειτουργία φίλτρων στο πεδίο της συχνότητας

Πηγή: [Woods, Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας]

2.4 Τεχνικές στο πεδίο του χώρου (spatial domain)

Στο πεδίο του χώρου, οι τεχνικές εκμεταλλεύονται τις γεωμετρικές ιδιότητες της εικόνας (το επίπεδο που περιέχει τα εικονοστοιχεία μιας εικόνας). Η αξία των εικονοστοιχείων της εικόνας αλλάζουν σε σχέση με την σκηνή. Έτσι η διαδικασία σύμφωνα με την οποία η τιμή του κάθε pixel μιας εικόνας μπορεί να τροποποιηθεί σύμφωνα με έναν αλγόριθμο ο οποίος θα επενεργεί στα γειτονικά pixels του κάθε φορά εξεταζόμενου pixel καλείται χωρικό φιλτράρισμα και μπορεί να είναι γραμμικό ή μη γραμμικό ανάλογα με τη φύση του χρησιμοποιούμενου αλγορίθμου.[7]

Για να μπορέσει να γίνει αποκατάσταση χρειάζονται οι τεχνικές βελτίωσης ποιότητας της ψηφιακής εικόνας, όπου βελτιώνουν την υποκειμενική ποιότητά της τονίζοντας ορισμένα χαρακτηριστικά και μειώνοντας το θόρυβο. Λειτουργίες αποκατάστασης και βελτίωσης της ποιότητας εικόνας μπορούν να θεωρηθούν σαν δισδιάστατα ψηφιακά φίλτρα. Στην πλειοψηφία τους τα φίλτρα αποκατάστασης είναι γραμμικά αν και υπάρχουν και μη γραμμικές τεχνικές αποκατάστασης εικόνας. Για τη βελτίωση της ποιότητας της εικόνας χρησιμοποιούνται κυρίως υλοποιήσεις στο πεδίο των χωρικών συντεταγμένων.

Η αποκατάσταση εικόνας στηρίζεται κυρίως στη χρήση φίλτρων. Για να φτάσουμε όμως στην αποκατάσταση εικόνας πρώτα θα πρέπει να υποβαθμίσουμε την ποιότητά της. Η διαδικασία αυτή ενεργεί πάνω σε μια εικόνα εισόδου $f(x,y)$ και δημιουργεί μια υποβαθμισμένη εικόνα $g(x,y)$. Εάν μας δοθεί η υποβαθμισμένη εικόνα και δεδομένα για την συνάρτηση της υποβάθμισης ή και του προσθετικού θορύβου $n(x,y)$ τότε ο στόχος της αποκατάστασης είναι να υπολογίσει μια εκτίμηση (x, y) της αρχικής εικόνας. Ο σκοπός είναι να γνωρίζουμε όσο το δυνατόν περισσότερα για τις συναρτήσεις H και n , για να μπορούμε να είμαστε πιο κοντά στην αρχική εικόνα που οδηγεί στην εκτίμηση (x, y) .

Η υποβαθμισμένη εικόνα περιγράφεται **στο πεδίο του χώρου** από την παρακάτω συνάρτηση:

$$g(x, y) = h(x, y) * f(x, y) + n(x, y)$$

όπου $h(x, y)$ είναι η χωρική αναπαράσταση της συνάρτησης υποβάθμισης.

Επειδή η συνέλιξη στο πεδίο του χώρου είναι η αντίστοιχη του πολλαπλασιασμού στο πεδίο των συχνοτήτων έχουμε την δυνατότητα να επαναδιατυπώσουμε την παραπάνω συνάρτηση. Η ισοδύναμή της στο **χώρο των συχνοτήτων** είναι η εξής:

$$G(u, v) = H(u, v)F(u, v) + N(u, v)$$

Οι παραπάνω όροι που είναι με κεφαλαία γράμματα είναι από τον μετασχηματισμό του Fourier.

2.5 Χωρικά φίλτρα

Φίλτρο στην ορολογία των σημάτων και συστημάτων είναι οποιοσδήποτε μηχανισμός ή σύστημα, σε υλικό ή λογισμικό, που σκοπό έχει την απόρριψη ανεπιθύμητων σημάτων ή απλώς το διαχωρισμό σημάτων. Από τις πρώτες εφαρμογές της ψηφιακής τεχνολογίας ήταν η υλοποίηση ψηφιακών φίλτρων, τα οποία δέχονται στην είσοδο τους ψηφιοποιημένα σήματα και δίνουν στην έξοδο «φιλτραρισμένα» σήματα, πάλι σε ψηφιακή μορφή. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση ψηφιακών φίλτρων κάθε κατηγορίας είναι πλέον ένας καλά εδραιωμένος τομέας της επεξεργασίας σημάτων.

Τα χωρικά φίλτρα υλοποιούνται από ένα ορθογώνιο (συνήθως τετράγωνο) πλαίσιο (παράθυρο) το οποίο σαρώνει την εικόνα, οριζόντια και κάθετα. Συγχρόνως σε κάθε θέση που βρίσκεται (που αντιστοιχεί σε κάθε pixel της εικόνας), εκτελούνται προκαθορισμένοι υπολογισμοί βάσει των ραδιομετρικών τιμών των γειτονικών εικονοστοιχείων του καθορισμένου ως κεντρικού εικονοστοιχείου του πλαισίου-φίλτρου. Το κεντρικό εικονοστοιχείο αποτελεί το κέντρο του φίλτρου που γι' αυτό το λόγο το φίλτρο είναι περιττής διάστασης, συνήθως 3X3 ή 5X5 ή και 7X7.

Μετά τους προκαθορισμένους υπολογισμούς το κεντρικό εικονοστοιχείο αντικαθίσταται (ή όχι μερικές φορές) από την τιμή η οποία υπολογίσθηκε βάσει των ραδιομετρικών τιμών των εικονοστοιχείων που απαρτίζουν το φίλτρο, δηλ. ουσιαστικά βάσει των ραδιομετρικών τιμών των γειτονικών του εικονοστοιχείων. Η κίνηση του πλαισίου φίλτρου είναι οριζόντια με τρόπο ώστε να σαρώνει γραμμή-γραμμή την εικόνα αρχίζοντας από το εικονοστοιχείο στο επάνω αριστερό άκρο της εικόνας το οποίο και έχει συντεταγμένες κατά γραμμή και στήλη (0,0).

Ένα τεχνικό πρόβλημα που προκύπτει από την συγκεκριμένη μεθοδολογία έγκειται στην επίτευξη της σάρωσης των ακραίων γραμμών και στηλών της εικόνας. Εάν θεωρήσουμε π.χ. ότι κάποιο pixel της πρώτης στήλης πρέπει να διορθωθεί με την εφαρμογή κάποιου φίλτρου, πρέπει αναγκαστικά να προσθέσουμε μια στήλη πιο αριστερά από την πρώτη στήλη της εικόνας κατά τρόπο ώστε το πλαίσιο-φίλτρο που έχει ως κεντρικό του pixel κάποιο pixel της πρώτης στήλης να περιέχει ραδιομετρικές τιμές και στην αριστερή του στήλη (η οποία όμως είναι έξω από την εικόνα) για να προχωρήσει στους προκαθορισμένους υπολογισμούς.

Το πρόβλημα αυτό λύνεται με την παραδοχή ότι σχεδόν πάντα υπάρχει μια χωρική συνέχεια στις ραδιομετρικές τιμές των εικονοστοιχείων μιας δορυφορικής εικόνας και άρα με μια ορισμένη προσέγγιση μπορούμε να προσθέσουμε αριστερά και δεξιά δύο στήλες στην εικόνα μας, και το ίδιο, δύο γραμμές επάνω και κάτω ίδιες ακριβώς με τις αρχικές ακραίες γραμμές και στήλες της εικόνας κατά τρόπον ώστε οι αρχικές διαστάσεις της εικόνας από $m \times n$ να γίνουν $(m+2) \times (n+2)$. Με τον τρόπο αυτό εάν η σάρωση της καινούργιας εικόνας με το φίλτρο που επιλέχθηκε, αρχίσει από την δεύτερη στήλη και δεύτερη γραμμή και τελειώσει στην προτελευταία γραμμή και προτελευταία στήλη της εικόνας, τότε η αρχική εικόνα έχει σαρωθεί πλήρως και οι ραδιομετρικές τιμές όλων των pixels της αρχικής εικόνας έχουν υποστεί την επιθυμητή τροποποίηση μέσω του επιλεγμένου φίλτρου.

2.5.1 Κατηγοριοποίηση

Τα χωρικά φίτρα καλούνται να αποκαταστήσουν εικόνες με προβλήματα που μπορεί να έχουν διαφορετική προέλευση και δομή. Στη συνέχεια αναφέρονται οι βασικές κατηγορίες μαζί με κάποια βασικά τους χαρακτηριστικά. Αναφέρονται οι κατηγορίες ανάλογα με το στατιστικό πρότυπο που χρησιμοποιείται (μέσου όρου – διάταξης) αλλά και με την ‘περατότητα’ (βαθυπερατά – υψηπερατά).

2.5.1.1 Φίλτρα μέσου όρου

Τα φίλτρα μέσου όρου είναι χωρικά φίλτρα των οποίων η απόκριση βασίζεται στην αντικατάσταση της τιμής κάθε εικονοστοιχείου με κάποιο στατιστικό μέγεθος μέσου μια γειτονικής περιοχής. [7] Τα κυριότερα είναι:

1. Φίλτρο αριθμητικού μέσου. Υπολογίζει τη μέση τιμή της χαλασμένης εικόνας για εκείνη την περιοχή που ορίζεται από τη γειτονιά. Το φίλτρο προκαλεί την εξομάλυνση των τοπικών μεταβολών σε μια εικόνα. Επίσης είναι κατάλληλα για τυχαίο θόρυβο όπως ο Gauss ή και για ομοιόμορφο θόρυβο.

$$\hat{f}(x, y) = \frac{1}{mn} \sum_{(s,t) \in S_{xy}} g(s, t)$$

2. Φίλτρο του γεωμετρικού μέσου. Τείνει να αφαιρέσει μικρότερη ποσότητα λεπτομέρειας εικόνας κατά την εφαρμογή της διαδικασίας.

$$\hat{f}(x, y) = \prod_{(s,t) \in S_{sy}} g(s, t)$$

3. Φίλτρο αρμονικού μέσου όρου. Λειτουργεί καλά με το θόρυβο του αλατιού όχι όμως με του πιπεριού. Επιπλέον έχει καλή απόδοση και με τον θόρυβο τύπου Gauss.

$$\hat{f}(x, y) = \frac{mn}{\sum_{(s,t) \in S_{sy}} \frac{1}{g(s,t)}}$$

4. Φίλτρο αντι-αρμονικού μέσου. Είναι πολύ καλό στην μείωση του μεγαλύτερου ποσοστού εμφάνισης αλατοπίπερου. Το συγκεκριμένο φίλτρο είναι κατάλληλο για κρουστικό θόρυβο. Υπάρχει ένα μειονέκτημα όμως θα πρέπει να γνωρίζουμε εάν είναι θόρυβος πιπεριού ή θόρυβος αλατιού. Για να μπορέσουμε να βάλουμε τα αντίστοιχα πρόσημα στο Q.

$$\hat{f}(x, y) = \frac{\sum_{(s,t) \in S_{sy}} g(s, t)^{Q-1}}{\sum_{(s,t) \in S_{sy}} g(s, t)^Q}$$

2.5.1.2 Φίλτρα στατιστικής διάταξης

Τα φίλτρα στατιστικής διάταξης είναι χωρικά φίλτρα των οποίων η απόκριση βασίζεται στην ταξινόμηση των τιμών των pixel που περιλαμβάνονται στην περιοχή της εικόνας που περικλείεται από το φίλτρο. Ως αποτέλεσμα αυτής της ταξινόμησης καθορίζεται και η απόκριση του φίλτρου.

1. Το φίλτρο ενδιάμεσης τιμής αυτό που κάνει είναι να αντικαθιστά την τιμή ενός pixel με την μεσαία τιμή των φωτεινοτήτων που ανήκουν στην γειτονιά εκείνου του pixel. Το φίλτρο μεσαίας τιμής χρησιμοποιείται για την εξομάλυνση (smoothing) των ακμών και τη μείωση του θορύβου της εικόνας. Τα φίλτρα median μπορούν να θεωρηθούν ως ειδική περίπτωση των φίλτρων κατάταξης. Τα φίλτρα διαμέσου είναι κατάλληλα και ιδιαίτερα αποτελεσματικά στην παρουσίαση μονοπολικού και κρουστικού θορύβου.

$$\hat{f}(x, y) = \mathit{median}_{(s,t) \in S_{sy}} \{g(s, t)\}$$

2. Το φίλτρο του μεγίστου είναι χρήσιμο στο να βρεις τα πιο φωτεινά σημεία μιας εικόνας. Επίσης λόγω ότι ο θόρυβος πιπεριού έχει αρκετά μικρές τιμές το φίλτρο του μεγίστου μπορεί να εκτελεστεί πολύ καλά. Από την άλλη πλευρά το φίλτρο του ελαχίστου είναι χρήσιμο για την εύρεση των πιο σκοτεινών περιοχών μιας εικόνας. Έτσι οδηγεί στην ελάττωση του θορύβου του αλατιού.

$$\hat{f}(x, y) = \mathit{max}_{(s,t) \in S_{sy}} \{g(s, t)\}$$

3. Το φίλτρο μέσου σημείου υπολογίζει απλά τον μέσο όρο της μέγιστης και της ελάχιστης τιμής της περιοχής της εικόνας στην οποία εφαρμόζεται το φίλτρο.

2.5.1.3 Χαμηλοπερατά φίλτρα - υψηλοπερατά φίλτρα

Τα κυρίως φίλτρα «λείανσης» της ραδιομετρικής οξύτητας της εικόνας, κυριότερα από τα οποία είναι το φίλτρο της μέσης τιμής και το φίλτρο Gauss, το φίλτρο της διαμέσου και το φίλτρο της μέγιστης συχνότητας, το φίλτρο της ελάχιστης συχνότητας και το φίλτρο του προσαρμοσμένου τετραγώνου. Τα φίλτρα «χαμηλής προσπέλασης» ουσιαστικά μειώνουν τις οξείες χρωματικές αντιθέσεις τόνου στην ψηφιακή εικόνα.

Σε αντίθεση με τα φίλτρα λείανσης των ψηφιακών εικόνων τα φίλτρα όξυνσης τονίζουν τα στοιχεία ή σύνολα από pixels (γραμμές, ακμές, όρια μεταξύ επιφανειών διαφορετικής ραδιομετρίας, ακόμη και σημειακές διαφορές) τα οποία έχουν σημαντική ραδιομετρική διαφοροποίηση με κάποια γειτονικά τους. Τέτοια στοιχεία της εικόνας μπορεί να προέρχονται από: Απότομη αλλαγή των ραδιομετρικών τιμών.

1. Ριζική αλλαγή χρήσεων-καλύψεων γης και μάλιστα με ισχυρές διαφορές φωτεινότητας.
2. Σημαντικές αλλαγές στον φωτισμό περιοχών της εικόνας (π.χ. σκίαση).
3. Εμφάνιση τυχαίου ή συστηματικού θορύβου.
4. Συγχρόνως όμως με τον τονισμό των περιοχών που εμφανίζουν ραδιομετρικές ασυνέχειες, υποβαθμίζουν οπτικά τις ελαφρά διαφοροποιημένες ραδιομετρικά περιοχές.

3 ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

3.1 Η χρήση των πολυμεσικών εφαρμογών στην εκπαίδευση

Η εκπαίδευση εξαιτίας των προκλήσεων και των απαιτήσεων της σύγχρονης εποχής, εμπλουτίζεται όλο και συχνότερα με την χρήση νέων τεχνολογιών, οι οποίες εξελίσσουν τη διαδικασία της μάθησης και έτσι η κατανόηση των κυριότερων θεωριών μάθησης αλλά και η εφαρμογή των αποδοτικών πρακτικών τους είναι πλέον επιβεβλημένη. Κάθε μορφή διδασκαλίας ακολουθεί κάποια συγκεκριμένα πρότυπα σχετικά με το περιεχόμενο του μαθήματος, τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες του μαθήματος, τους στόχους. Ανάλογα πρότυπα ακολουθούνται κατά την κατασκευή και εφαρμογή εκπαιδευτικού λογισμικού, του οποίου προκειμένου να ελεγχθεί η εκπαιδευτική του αξία απαιτούνται συγκεκριμένα μαθησιακά κριτήρια. Τα κριτήρια αυτά προκύπτουν από το συνδυασμό του θεωρητικού πλαισίου, αλλά και συγκεκριμένων πρακτικών που επιλέγεται να ακολουθούνται κατά τη διδασκαλία [10].

3.2 Σκοπός και στόχος της εκπαίδευσης

Ο καθορισμός εκπαιδευτικών σκοπών είναι κύριος παράγοντας για τη διαδικασία της μάθησης. Η χρήση τους ενημερώνει τους εκπαιδευόμενους για το τι ακριβώς θα μάθουν από το εκπαιδευτικό υλικό. Βέβαια αρκετές φορές υπάρχει σύγχυση στη διάκριση μεταξύ στόχου. Για αυτό παρακάτω θα δώσουμε τις έννοιες του στόχου και του σκοπού.

Ο **στόχος** αποτελεί μία γενικότερη δήλωση του τι θα μάθουν οι εκπαιδευόμενοι ή του τι θα κάνει ο εκπαιδευτής.

Ο **σκοπός** αποτελεί μία ειδικότερη δήλωση όσο αφορά το τι θα είναι ικανοί οι εκπαιδευόμενοι να κάνουν σαν αποτέλεσμα της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

3.3 Μάθηση και επίπεδα μάθησης (Bloom)

Το 1956 ο Benjamin Bloom ένας εκπαιδευτικός, ψυχολόγος στο πανεπιστήμιο του Σικάγου, πρότεινε μια ταξινόμηση-κατανομή σε ιεραρχική μορφή των εκπαιδευτικών στόχων[18]Η ταξινόμια του Bloom είναι καθολικά αποδεκτή ως η βάση της ιεράρχησης των επιπέδων γνωστικών διεργασιών. Η ταξινόμηση του Bloom ακολουθεί τη διαδικασία της σκέψης,δηλαδή δεν μπορεί κάποιος να καταλάβει μια έννοια εάν πρώτα δεν την θυμάται. Επίσης δεν μπορεί να εφαρμόσει τις γνώσεις που μπορεί να έχει εάν δεν τις καταλαβαίνει.

3.3.1 Γνώση (Remembering) - ανάκληση δεδομένων ή πληροφορίας.

Πρόκειται για το χαμηλότερο επίπεδο. Οι μαθητές ονομάζουν μέρη, αναγνωρίζουν, δίνουν ορισμό. Η συνηθέστερη μορφή μάθησης (ανάκληση γνώσης) όπου ζητείται από, τους εκπαιδευόμενους να ανακαλέσουν στη μνήμη τους και να διατυπώσουν ή να κάνουν χρήση πληροφοριών που συγκράτησαν από τη διδασκαλία ή μελέτησαν από διάφορες πηγές. Ουσιαστικά ελέγχεται η απομνημόνευση και η δυνατότητα άρτιας παρουσίασης.[17]

3.3.2 Κατανόηση (Understanding)

Πρόκειται για την κατανόηση της σημασίας, ερμηνεία προβλημάτων και οδηγιών, δήλωση ενός προβλήματος με διαφορετικές λέξεις. Ο μαθητής ερμηνεύει, εξηγεί γιατί συμβαίνει ένα φαινόμενο, κατατάσσει σε κατηγορίες. Ελέγχουμε κατά πόσον ο εκπαιδευόμενος κατάλαβε τις έννοιες που διδάχθηκε, προχωρώντας πέρα από την απλή συγκράτηση γνώσεων, αν είναι δηλ. σε θέση να διακρίνει ανάμεσα σε παρόμοια «αντικείμενα» το ζητούμενο και να οδηγηθεί σε περαιτέρω συμπεράσματα. Αξιολογείται έμμεσα από τα αποτελέσματά της όπως είναι προφανές αφού το ρήμα «καταλαβαίνω», ως μη ενεργητικό, δεν μπορεί να εισαγάγει στόχους.[17]

3.3.3 Εφαρμογή (Applying)

Το επίπεδο αυτό αναφέρεται στη χρήση μιας έννοιας ή γενίκευσης σε νέες καταστάσεις και πλαίσια, εφαρμογή της γνώσης από το σχολείο σε άλλους χώρους. Ο μαθητής επιλύει, χρησιμοποιεί αρχές σε πραγματικές καταστάσεις, προβλέπει αποτέλεσμα. Το τρίτο επίπεδο στην ταξινόμια στόχων του Bloom προϋποθέτει και γνώση και κατανόηση από μέρους του εκπαιδευόμενου. Εδώ εξετάζεται η ικανότητα της χρησιμοποίησης της Γνώσης που δεν απομνημονεύθηκε απλώς, αλλά και κατανοήθηκε και είναι πλέον εργαλείο του μαθητή για επίλυση ζητούμενων καταστάσεων. Αν η επίλυση δεν απαιτεί σχετική γνώση που προέκυψε από τη διδασκαλία, αλλά δίνεται και από άτομα μη σχετικά με το αντικείμενο, τότε δεν πρόκειται για εφαρμογή αλλά οφείλεται στη νοητική ανάπτυξη και κριτική ικανότητα του εξεταζομένου.[19]

3.3.4 Ανάλυση (Analyzing)

Το επίπεδο της ανάλυσης εξετάζει τη δυνατότητα διάκρισης σε συστατικά μέρη και κατανόηση της οργανωτικής δομής του αντικειμένου μάθησης. Ο μαθητής συγκρίνει, αντιπαραβάλλει, αναλύει πρόβλημα στα επιμέρους συστατικά. Ελέγχεται η ικανότητα του ατόμου, το οποίο αφού έχει κατανοήσει το γνωστικό περιεχόμενο, μπορεί να διακρίνει καταστάσεις, προθέσεις και επιπτώσεις που δεν αναγράφονται, και συχνά τροποποιεί την αρχική αντίληψη. Είναι η ικανότητα διάκρισης που συχνά διατυπώνουμε ως μήνυμα του συγγραφέα ή του καλλιτέχνη.[19]

3.3.5 Αξιολόγηση (Evaluating)

Ο εκπαιδευόμενος εξετάζεται ως προς τη διατύπωση αξιολογικών κρίσεων. Εκτιμά, ασκεί κριτική σε μία άποψη, επιχειρηματολογεί ενάντια σε μία πρόταση[18].

3.3.6 Σύνθεση (synthesis)

Το τελευταίο στάδιο της ταξινομίας αναλύει τη κατασκευή νέας δομής από διαφορετικά στοιχεία, δημιουργία νέου νοήματος ή δομής. Ο μαθητής σχεδιάζει, αναπτύσσει, οργανώνει επιμέρους στοιχεία για τη λύση προβλήματος. Η αντίστροφη πορεία της διαδικασίας της ανάλυσης. Ελέγχεται η δημιουργική ικανότητα του εξεταζομένου να δομεί ενιαίο σύνολο, που δεν προϋπήρχε, συνδυάζοντας διάσπαρτα στοιχεία. Πρόκειται για παραγωγική διαδικασία[18].

3.4 Υπάρχουσα κατάσταση στην εκπαίδευση (Φίλτρα)

Η εργασία αυτή πραγματεύεται την ανάπτυξη εφαρμογής (μέσο) που έχει αντικείμενο την εφαρμογή χωρικών φίλτρων σε ψηφιακές εικόνες (αντικείμενο) από τη σκοπιά της εκπαιδευτικής διαδικασίας (σκοπιά). Η τυπική διαδικασία μάθησης στο αντικείμενο αυτό ορίζεται από διαλέξεις που παρουσιάζουν το αντικείμενο, ανάγνωση και απομνημόνευση από τον εκπαιδευόμενο και εκτέλεση μετασχηματισμών μέσα από ειδικές εφαρμογές (συνήθως matlab). Αν γίνει συσχέτιση με τα επίπεδα ταξινόμησης του Bloom, συνήθως ο εκπαιδευόμενος φτάνει μέχρι το επίπεδο της εφαρμογής (Applying). Οι διαλέξεις και η ανάγνωση οδηγεί τον εκπαιδευόμενο στο επίπεδο απομνημόνευσης και μέρους κατανόησης. Η εκτέλεση μετασχηματισμών αγγίζει κομμάτι του επιπέδου της εφαρμογής (Applying), αλλά επειδή οι χρησιμοποιούμενες εφαρμογές λειτουργούν ως ‘μαύρο κουτί’, ο εκπαιδευόμενος επιλέγει την είσοδο, το επιθυμητό φίλτρο και παίρνει το αποτέλεσμα, χωρίς όμως να του δίνεται η δυνατότητα να ‘επιβλέψει’ το μετασχηματισμό αυτό καθαυτό σε επίπεδο αριθμητικών μετασχηματισμών [17][20].

3.5 Εκπαιδευτικοί άξονες ανάπτυξης

Η παρούσα εργασία δεν ασχολείται με την ανάπτυξη μιας εφαρμογής μετασχηματισμού εικόνων με την χρήση χωρικών φίλτρων. Απώτερος σκοπός είναι η παροχή στο χρήστη ενός εργαλείου που εκτός από το μετασχηματισμό θα επιτρέπει

- Να επιβλέπει κάθε στάδιο μετασχηματισμού ξεχωριστά
- Να παρουσιάζει τα απαραίτητα στοιχεία από την θεωρία ώστε να γίνεται σύνδεση των επιπέδων μάθησης
- Να μπορεί να φτάσει σε επίπεδο μαθηματικών πράξεων για τη δομική μονάδα της εικόνας (εικονοστοιχείο)
- Να προσφέρει τη δυνατότητα αξιολόγησης των μετασχηματισμών που θα υλοποιεί ο χρήστης.

- Να συγκρίνει πολλαπλές απόπειρες διόρθωσης, εκτελούμενες παράλληλα και παρουσιάζόμενες οριζόντια και ανά λειτουργία.

Οι παραπάνω προδιαγραφές καθορίζουν τα βασικά δομικά στοιχεία της εφαρμογής καθώς και περιβάλλον αλληλεπίδρασης (userinterface) όπως αυτό παρουσιάζεται στο κεφάλαιο 4. Οι άξονες ανάπτυξης διασφαλίζουν πρόσβαση στα ανώτερα επίπεδα της ταξινομίας του Bloomγια τον εκπαιδευόμενο. Πιο συγκεκριμένα, η εφαρμογή βελτιώνει την εμπειρία μάθησης αφού:

1. Παρουσιάζοντας παράλληλα το θεωρητικό υπόβαθρο με την εφαρμογή υποβοηθά τη κατανόηση και ολοκληρώνει τα κενά στο αντίστοιχο επίπεδο (Understanding).
2. Η παρουσίαση των αναλυτικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα κατά την εφαρμογή ενός φίλτρου, επαυξάνει την απόδοση του επιπέδου Applyingκαι ταυτόχρονα δίνει πρόσβαση στο επίπεδο της ανάλυσης αφού ο εκπαιδευόμενος μπορεί για πρώτη φορά να παρακολουθήσει τους μετασχηματισμούς και τον τρόπο που επιδρούν σε επίπεδο εικονοστοιχείου.
3. Η παρουσίαση στοιχείων αξιολόγησης του αποτελέσματος σε σχέση με την αρχική εικόνα (Ιστόγραμμα θορύβου, χάρτης θορύβου) αλλά και σύγκρισης πολλαπλών μετασχηματισμών παράλληλα, ενεργοποιεί στοιχεία του επιπέδου αξιολόγησης (Evaluating).

4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

4.1 Εισαγωγή

Η σχεδίαση εκπαιδευτικών εφαρμογών οφείλει να εκμεταλλεύεται και να αξιολογεί τα χαρακτηριστικά και τα πλεονεκτήματα των πολυμεσικών στοιχείων και των υπερμεσικών δομών δίχως να αποπροσανατολίζει το χρήστη και να τον αποσπά από το περιεχόμενο. Η σχεδίαση αφορά σε πολλά θέματα τόσο παιδαγωγικά, όσο και τεχνικά [15].

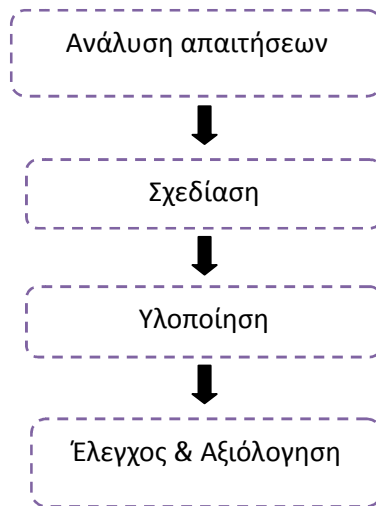
Τα πολυμέσα είναι μια διαδραστική παρουσίαση μέσω του υπολογιστή που περιλαμβάνει τουλάχιστον δύο από τα παρακάτω στοιχεία: κείμενο, ήχο, σταθερά γραφικά (εικόνες), κινούμενα γραφικά, και βίντεο. Μια εφαρμογή η οποία εκτός από κείμενο περιλαμβάνει εικόνα, ήχο, βίντεο καλείται γενικά εφαρμογή πολυμέσων. Εξαιτίας των δυνατοτήτων που μας προσφέρουν τα πολυμέσα, η μετάδοση των πληροφοριών γίνεται πιο ευχάριστη και κατανοητή με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται στον επιχειρηματικό κλάδο, αλλά και την εκπαίδευση. Στην εκπαίδευση συναντάμε εφαρμογές υποστήριξης της διδασκαλίας, αλληλεπιδραστικές εφαρμογές επιμόρφωσης και κατάρτισης, οδηγούς εκμάθησης, προσομοιωτές (simulators) και εκπαιδευτικά ηλεκτρονικά παιχνίδια, τα οποία εκτελούνται τοπικά (από έναν υπολογιστή) ή δικτυακά (από το Web/δίκτυο).[1]

Η πολυμεσική εφαρμογή που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της Πτυχιακής είναι δικτυακή. Το Web αποτελεί μέρος του Internet και άρχισε ως ένας τρόπος σύνδεσης υπολογιστών στην επικράτεια των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής. Εν συνεχεία όμως με την εμπορευματοποίηση του Internet η χρήση του εξαπλώθηκε γρήγορα στον υπόλοιπο κόσμο. Έτσι για να είναι εφικτή η πρόσβαση στο Web αρκεί να υπάρχουν δύο στοιχεία: μια σύνδεση στο Internet και ένα πρόγραμμα που ονομάζεται Web browser (πρόγραμμα πλοήγησης στο Internet).[1]

4.2 Επίπεδα ανάπτυξης πολυμεσικής εφαρμογής

Οι εφαρμογές πολυμέσων γνωρίζουν ιδιαίτερη επιτυχία και βρίσκουν εφαρμογή σε κλάδους όπως η εκπαίδευση, η ψυχαγωγία, η διαφήμιση και η ενημέρωση, το κοινό στο οποίο απευθύνονται αυτές οι εφαρμογές είναι σε γενικές γραμμές λιγότερο εξοικειωμένο με τους υπολογιστές σε σχέση με τις κλασσικές εφαρμογές λογισμικού. Επιπλέον, ο χρήστης μιας τέτοιας εφαρμογής δεν είναι διατεθειμένος να αφιερώσει χρόνο στην εκμάθηση της λειτουργίας της δηλαδή, η ευκολία χρήσης της εφαρμογής είναι ιδιαίτερα σημαντική στην επιτυχία της εφαρμογής. Ένας άλλος επίσης καθοριστικός παράγοντας για την επιτυχία μιας τέτοιας εφαρμογής είναι και η εμφάνιση της, η οποία θα πρέπει να είναι λιτή και ξεκούραστη για τον χρήστη. Η ανάπτυξη μιας πολυμεσικής εφαρμογής ακολουθεί κάποιες φάσεις, η σειρά αυτών των φάσεων οδηγεί από το γενικό στο ειδικό, πράγμα το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την ολοκλήρωση της πολυμεσικής εφαρμογής.[3]

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται τα βασικά επίπεδα για μια πολυμεσική εφαρμογή.

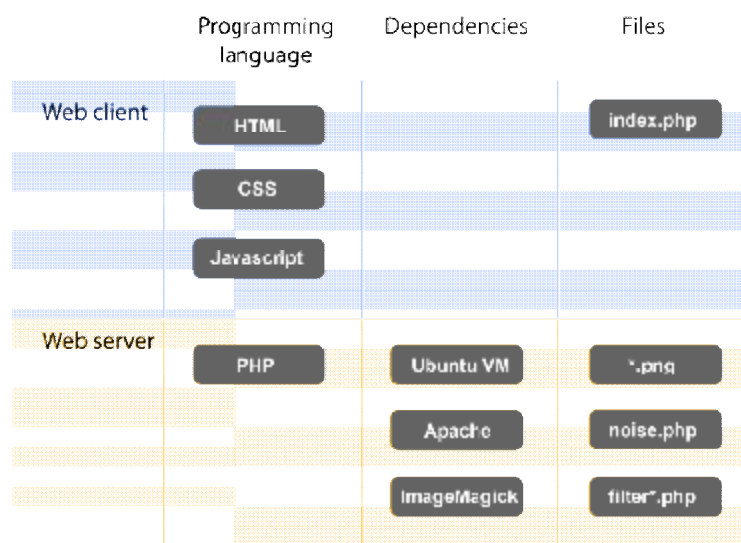


Σχήμα 5: Βασικά στάδια

Η παρούσα εργασία ασχολείται με την ανάπτυξη πολυμεσικής – διαδικτυακής εφαρμογής η οποία εφαρμόζει χωρικά φίλτρα σε ψηφιακές εικόνες με προσανατολισμό την εκπαίδευση. Παρουσιάζει δηλαδή τα στάδια επεξεργασίας στον χρήστη ώστε να γίνεται κατά το βέλτιστο τρόπο αντιληπτή η ροή επεξεργασίας. Κατά την ανάπτυξη της εφαρμογής ακολουθηθηκαν τα παραπάνω στάδια ανάλυσης ώστε να προσδιοριστούν οι απαιτήσεις και να ολοκληρωθεί ο σχεδιασμός.

4.3 Αρχιτεκτονική εφαρμογής

Ο σχεδιασμός του περιβάλλοντος εργασίας και της εφαρμογής σε περιβάλλον web, επέβαλλε την ανάπτυξη του κεντρικού συστήματος κατά τα πρότυπα client – server αρχιτεκτονικής με περιβάλλον εργασίας web browser, δίνοντας τη δυνατότητα έτσι στους χρήστες αφενός να έχουν απομακρυσμένη πρόσβαση στα δεδομένα on demand, αφετέρου να μην απαιτείται εγκατάσταση κάποιου λογισμικού. Η ανάπτυξη των δύο επιπέδων της εφαρμογής έγινε σε διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού που ικανοποιούν τις ζητούμενες απαιτήσεις (Εικόνα 8).



Εικόνα 8: Περίγραμμα αρχιτεκτονικής

4.3.1 Σύστημα ανάπτυξης

Η υπό ανάπτυξη εφαρμογή, χρειάζεται την κατάλληλη υποδομή ώστε να είναι δυνατή η ανάπτυξη και διάθεσή της. Τα δύο βασικότερα στοιχεία που πρέπει να αναφερθούν είναι το λειτουργικό σύστημα που το φιλοξενεί αλλά και η εφαρμογή διάθεσης στο internet, καθώς και οι προαπαιτούμενες βιβλιοθήκες.

Τα βασικά κριτήρια επιλογής των παραπάνω ήταν αφενός η ελεύθερη διάθεση αυτών και αφετέρου η ελάχιστη δυνατή εξάρτηση από εξωτερικές βιβλιοθήκες. Η εφαρμογή, χρησιμοποιεί μία εξωτερική βιβλιοθήκη για την εισαγωγή του θορύβου, η οποία είναι γνωστή με το όνομα ImageMagick [12].

Ως βασική μορφή επεξεργασίας και διάθεσης εικόνων επιλέχθηκε ο μορφότυπος με υποστήριξη αρχείων PortableNetworkGraphics (PNG). Ο τύπος αυτός εικόνων έχει αναπτυχθεί με σκοπό την διακίνηση εικόνων μέχρι από το δίκτυο. Ένα απαραίτητο στην περίπτωση μας χαρακτηριστικό του είναι η ιδιότητά του να μην είναι απωλεστική η συμπίεσή που υλοποιεί. Έτσι η επεξεργασία της ίδιας εικόνας οδηγεί στη ίδια εικόνα.

4.3.2 HTTP WEB SERVER

Η πρόσβασή στις εφαρμογές που φιλοξενούνται στο internet γίνεται με χρήση του Hypertext Transfer Protocol (HTTP). Πρόκειται για ένα πρωτόκολλο που εφαρμόζεται σε κατανεμημένα, συνεργατικά πληροφοριακά συστήματα, άρα εξορισμού και στο internet. Λειτουργεί ως ένα πρωτόκολλο ερωτήματος – απόκρισης στο client-server μοντέλο πληροφορικής.

Η υλοποίηση αυτού του πρωτόκολλου απαιτεί ένα λογισμικό το οποίο θα αναλάβει τις λειτουργίες λήψης των ερωτημάτων, αποστολής των απαντήσεων, διαχείρισης της κίνησης, εξασφάλισης παραμέτρων ασφαλείας και άλλες λειτουργίες που εξασφαλίζουν τη διασύνδεση του υπολογιστή μας με το υπόλοιπο internet. Το πλέον χρησιμοποιούμενο είναι το πακέτο ApacheHTTPServer από τον Απρίλιο του 1996 και είναι αυτό που επιλέγεται στην παρούσα εργασία (version 2.2.22).

4.3.3 SERVER SIDE SOFTWARE

Η εφαρμογή έχει ως βασικό δομικό στοιχείο της ένα σύνολο από εφαρμογές που υλοποιούν τους αλγόριθμους επεξεργασίας των εικόνων. Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκε είναι η PhP (version 5.3.10-1ubuntu3.21). Πρόκειται για μία scripting language που έχει σχεδιαστεί για ανάπτυξη server-side διαδικτυακών εφαρμογών. Παρακάτω αναλύονται κάποιες από τις λειτουργίες που υλοποιούνται με αναφορά στον κώδικα.[21]

4.4 Εισαγωγή θορύβου

Το πρώτο στάδιο επεξεργασίας της εικόνας απαιτεί την εισαγωγή θορύβου στην αρχική. Έτσι έχουμε μία τροποποιημένη εικόνα την οποία πρέπει να διορθώσουμε με

εφαρμογή κατάλληλου φίλτρου αλλά και την αρχική ορθή εικόνα που θα αποτελεί το μέτρο σύγκρισης ορθότητας. Το αρχείο είναι το noise.php.

```
<?php
session_start();
$img = $_GET['f'];
$noiseType=$_GET['t'];

functionrunNoise($img,$noiseType){
    if(!isset($_GET['debug'])) header('Content-type: image/png');
    $magick_wand=NewMagickWand();
    if(MagickReadImage($magick_wand, $img)){else {
        echo"1. " . MagickGetExceptionString($magick_wand) . "<br>";

        if(MagickAddNoiseImage( $magick_wand, $noiseType)){else {
            echo"2. " . MagickGetExceptionString($magick_wand);

            if(MagickSetImageFormat($magick_wand,'png')    {}else {
                echo"3. " .MagickGetExceptionString($magick_wand) . "<br>";

            if(MagickEchoImageBlob($magick_wand) ) {}else {
                echo"4. " . MagickGetExceptionString($magick_wand) . "<br>";

            if(file_exists('tmp/imageWithNoise_0.png')) unlink ('tmp/imageWithNoise_0.png');

            MagickWriteImages($magick_wand,'tmp/imageWithNoise.png');
        }

        if(isset($_GET['f'])){
            runNoise($img,$noiseType);
        }
    }
?>
```

Μπορούμε να διακρίνουμε τα εξής στάδια:

- Ορισμός εικόνας και τύπου θορύβου που επιλέγει ο χρήστης
`$img = $_GET['f'];`
`$noiseType=$_GET['t'];`
- Αρχικοποίηση αντικειμένου βιβλιοθήκης
`$magick_wand=NewMagickWand();`
- Ανάγνωση εικόνας (1), εισαγωγής θορύβου(2), προσδιορισμός format (3), έξοδος εικόνας (4).
- Διαγραφή εικόνας αν υπάρχει
`if(file_exists('tmp/imageWithNoise_0.png')) unlink ('tmp/imageWithNoise_0.png');`
- Εγγραφή εικόνας στο δίσκο
`MagickWriteImages($magick_wand,'tmp/imageWithNoise.png');`

4.5 Φίλτρο MIN

Η εφαρμογή υλοποιεί ένα πλήθος από χωρικά φίλτρα. Για το φίλτρο ελαχίστου επιλέγεται παράθυρο `pxn`. Στο παράθυρο αυτό επιλέγεται η ελάχιστη τιμή και αποδίδεται στο κεντρικό `pixel` του παραθύρου. Ακολουθεί ο κώδικας.

```

<?php
if(!isset($_GET['debug'])) header('Content-type: image/png');
$img = $_GET['f']; $masksize=$_GET['m']*1;
$filterIndex = $_GET['filterIndex'];

if(file_exists("tmp/filtered" . $filterIndex . ".png"))
unlink("tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");

$imagefile='tmp/imageWithNoise_0.png';
$sis = getimagesize ( $imagefile);

$width = $sis[0]; $height=$sis[1]; $cn = $sis[2];

$im = imagecreatefrompng($imagefile);
$imout = imagecreatefrompng($imagefile);

$startx=($masksize-1)/2;
$starty=($masksize-1)/2;
$endx=($width-1)-($masksize-1)/2;
$endy=($height-1)-($masksize-1)/2;

for($y=$starty;$y<=$endy;$y++){
    for($x=$startx;$x<=$endx;$x++){
        $minr =999.0; $ming=999.0; $minb =999.0;

        for($i=0;$i<$masksize;$i++){
            for($j=0;$j<$masksize;$j++){

                $fx=$x+(i-($masksize-1)/2); $fy=$y+(j-($masksize-1)/2);

                $rgb = imagecolorat($im, $fx, $fy);

                $r = ($rgb >>16) &0xFF;
                $g = ($rgb >>8) &0xFF;
                $b = $rgb &0xFF;

                if($minr>$r ) $minr = $r;
                if($ming>$g ) $ming = $g;
                if($minb>$b ) $minb = $b;

            }

            $pixel = imagecolorallocate($imout, $minr, $ming, $minb);
            imagepixel($imout, round($x),round($y), $pixel);

        }

        imagepng($imout, "tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");
        echofile_get_contents("tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");
    }
}
?>

```

Μπορούμε να διακρίνουμε τα εξής στάδια:

- Ορισμός εικόνας και μεγέθους μάσκας που επιλέγει ο χρήστης


```

                $img = $_GET['f'];
                $ masksize=$_GET['m']*1;
            
```


- Ανάγνωση εικόνας, πλάτους και ύψους
- Ένα διπλό βρόχο επανάληψης για να εφαρμόσουμε τον αλγόριθμο για κάθε pixel της εικόνας. Πρώτα έχουμε ορίσει τις τιμές που παίρνουν τα x και y. Αυτό συμβαίνει γιατί αν κεντράρουμε το παράθυρό μας στη άκρη, θα βγαίνει και εκτός εικόνας.

```
for($y=$starty;$y<=$endy;$y++){
    for($x=$startx;$x<=$endx;$x++){
```

- Για κάθε pixel σαρώνω όλες τις τιμές του παραθύρου nxn με χρήση ενός διπλού βρόχου επανάληψης, και ανιχνεύω τη ελάχιστη τιμή για κάθε ένα από τα τρία κανάλια της εικόνας (R,G,B)

```
for($i=0;$i<$masksize;$i++){
    for($j=0;$j<$masksize;$j++){
        $fx=$x+($i-($masksize-1)/2);
        $fy=$y+($j-($masksize-1)/2);
        $rgb = imagecolorat($im, $fx, $fy);
        $r = ($rgb >>16) &0xFF;
        $g = ($rgb >>8) &0xFF;
        $b = $rgb &0xFF;
        if($minr>$r ) $minr = $r;
        if($ming>$g ) $ming = $g;
        if($minb>$b ) $minb = $b;} }
```

- Αποδίδω στο τρέχων pixel την ελάχιστη τιμή για κάθε κανάλι.

```
$pixel = imagecolorallocate($imout, $minr, $ming, $minb);
imagesetpixel($imout, round($x),round($y), $pixel);
```

- Αποθηκεύω και εξάγω την εικόνα

```
imagepng($imout,"tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");
echofile_get_contents("tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");
```

4.6 Φίλτρο MAX

Ομοίως με το φίλτρο ελαχίστου λειτουργεί το φίλτρο μεγίστου για παράθυρο $n \times n$. Στο παράθυρο αυτό επιλέγεται η μέγιστη τιμή και αποδίδεται στο κεντρικό pixel του παραθύρου.

```
<?php
if(!isset($_GET['debug'])) header('Content-type: image/png');

$img = $_GET['f'];          $masksize=$_GET['m']*1;
$filterIndex = $_GET['filterIndex'];

if(file_exists("tmp/filtered" . $filterIndex . ".png"))
  unlink("tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");

$imagefile='tmp/imageWithNoise_0.png';
$sis = getimagesize ( $imagefile);

$width = $sis[0];    $height=$sis[1];          $cni = $sis[2];

$im = imagecreatefrompng($imagefile);
$imout = imagecreatefrompng($imagefile);

$startx=($masksize-1)/2;
$starty=($masksize-1)/2;
$endx=($width-1)-($masksize-1)/2;
$endy=($height-1)-($masksize-1)/2;

for($y=$starty;$y<=$endy;$y++){
  for($x=$startx;$x<=$endx;$x++){
    $maxr =-1; $maxg =-1;          $maxb =-1;

    for($i=0;$i<$masksize;$i++){
      for($j=0;$j<$masksize;$j++){

        $fx=$x+(i-($masksize-1)/2);
        $fy=$y+(j-($masksize-1)/2);

        $rgb = imagecolorat($im, $fx, $fy);

        $r = ($rgb >>16) &0xFF;
        $g = ($rgb >>8) &0xFF;
        $b = $rgb &0xFF;

        if($maxr<$r ) $maxr = $r;
        if($maxg<$g ) $maxg = $g;
        if($maxb<$b ) $maxb = $b;

      }
    }

    $pixel = imagecolorallocate($imout, $maxr, $maxg, $maxb);
    imagepixel($imout, round($x),round($y), $pixel);
  }
}

imagepng($imout,"tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");
echofile_get_contents("tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");

?>
```

Μπορούμε να διακρίνουμε τα εξής στάδια:

- Ορισμός εικόνας και μεγέθους μάσκας που επιλέγει ο χρήστης
`$img = $_GET['f'];`
`$ masksize=$_GET['m']*1;`
- Ανάγνωση εικόνας, πλάτους και ύψους
- Ένα διπλό βρόχο επανάληψης για να εφαρμόσουμε τον αλγόριθμο για κάθε pixel της εικόνας. Πρώτα έχουμε ορίσει τις τιμές που παίρνουν τα x και y. Αυτό συμβαίνει γιατί αν κεντράρουμε το παράθυρό μας στη άκρη, θα βγαίνει και εκτός εικόνας.

```
for($y=$starty;$y<=$sendy;$y++){
    for($x=$startx;$x<=$sendx;$x++){
```

- Για κάθε pixel σαρώνω όλες τις τιμές του παραθύρου nxn με χρήση ενός διπλού βρόχου επανάληψης, και ανιχνεύω τη μέγιστη τιμή για κάθε ένα από τα τρία κανάλια της εικόνας (R,G,B)

```
for($i=0;$i<$masksize;$i++){
    for($j=0;$j<$masksize;$j++){
        $fx=$x+($i-($masksize-1)/2);
        $fy=$y+($j-($masksize-1)/2);
        $rgb = imagecolorat($im, $fx, $fy);
        $r = ($rgb >>16) &0xFF;
        $g = ($rgb >>8) &0xFF;
        $b = $rgb &0xFF;
        if($maxr<$r ) $maxr = $r;
        if($maxg<$g ) $maxg = $g;
        if($maxb<$b ) $maxb = $b;    } }
```

- Αποδίδω στο τρέχων pixel την μέγιστη τιμή για κάθε κανάλι.

```
$pixel = imagecolorallocate($imout, $maxr, $maxg, $maxb);
imagesetpixel($imout, round($x),round($y), $pixel);
```

- Αποθηκεύω και εξάγω την εικόνα

```
imagepng($imout,"tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");
echofile_get_contents("tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");
```

4.7 Φίλτρο MAX - MIN

```
<?php
if(!isset($_GET['debug'])) header('Content-type: image/png');

$img = $_GET['f'];          $masksize=$_GET['m']*1;
$filterIndex = $_GET['filterIndex'];

if(file_exists("tmp/filtered" . $filterIndex . ".png"))
    unlink("tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");

$imagefile='tmp/imageWithNoise_0.png';
$sis = getimagesize ( $imagefile);

$width = $sis[0];    $height=$sis[1];          $cni = $sis[2];

$im = imagecreatefrompng($imagefile);
$imout = imagecreatefrompng($imagefile);

$startx=($masksize-1)/2;
$starty=($masksize-1)/2;
$endx=($width-1)-($masksize-1)/2;
$endy=($height-1)-($masksize-1)/2;

for($y=$starty;$y<=$endy;$y++){
    for($x=$startx;$x<=$endx;$x++){
        $maxr =-1; $maxg =-1;          $maxb =-1;
        $minr =999.0;  $ming=999.0;    $minb =999.0;

        for($i=0;$i<$masksize;$i++){
            for($j=0;$j<$masksize;$j++){

                $fx=$x+(i-($masksize-1)/2);
                $fy=$y+(j-($masksize-1)/2);

                $rgb = imagecolorat($im, $fx, $fy);

                $r = ($rgb >>16) &0xFF;
                $g = ($rgb >>8) &0xFF;
                $b = $rgb &0xFF;

                if($maxr<$r ) $maxr = $r;
                if($maxg<$g ) $maxg = $g;
                if($maxb<$b ) $maxb = $b;

                if($minr>$r ) $minr = $r;
                if($ming>$g ) $ming = $g;
                if($minb>$b ) $minb = $b;

            }
        }

        $pixel = imagecolorallocate($imout, $maxr - $minr, $maxg - $ming, $maxb - $minb);
        imagepixel($imout, round($x),round($y), $pixel);
    }
}

imagepng($imout,"tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");
echo file_get_contents("tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");
?>
```

Μπορούμε να διακρίνουμε τα εξής στάδια:

- Ορισμός εικόνας και μεγέθους μάσκας που επιλέγει ο χρήστης
`$img = $_GET['f'];`
`$ masksize=$_GET['m']*1;`
- Ανάγνωση εικόνας, πλάτους και ύψους
- Ένα διπλό βρόχο επανάληψης για να εφαρμόσουμε τον αλγόριθμο για κάθε pixel της εικόνας. Πρώτα έχουμε ορίσει τις τιμές που παίρνουν τα x και y. Αυτό συμβαίνει γιατί αν κεντράρουμε το παράθυρό μας στη άκρη, θα βγαίνει και εκτός εικόνας.

```
for($y=$starty;$y<=$sendy;$y++){
```

```
    for($x=$startx;$x<=$sendx;$x++){
```

- Για κάθε pixel σαρώνω όλες τις τιμές του παραθύρου nxn με χρήση ενός διπλού βρόχου επανάληψης, και ανιχνεύω τη μέγιστη τιμή για κάθε ένα από τα τρία κανάλια της εικόνας (R,G,B)

```
for($i=0;$i<$masksize;$i++){ for($j=0;$j<$masksize;$j++){
```

```
    $fx=$x+(($i-($masksize-1)/2);    $fy=$y+(($j-($masksize-1)/2);
```

```
    $rgb = imagecolorat($im, $fx, $fy);
```

```
    $r = ($rgb >>16) &0xFF;
```

```
    $g = ($rgb >>8) &0xFF;
```

```
    $b = $rgb &0xFF;
```

```
    if($maxr<$r ) $maxr = $r;
```

```
    if($maxg<$g ) $maxg = $g;
```

```
    if($maxb<$b ) $maxb = $b;
```

```
    if($minr>$r ) $minr = $r;
```

```
    if($ming>$g ) $ming = $g;
```

```
    if($minb>$b ) $minb = $b;    } }
```

- Αποδίδω στο τρέχων pixel την μέγιστη - ελάχιστη τιμή για κάθε κανάλι.

```
$pixel = imagecolorallocate($imout, $maxr - $minr, $maxg - $ming, $maxb - $minb);
```

```
imagesetpixel($imout, round($x),round($y), $pixel);
```

- Αποθηκεύω και εξάγω την εικόνα

```
imagepng($imout,"tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");
```

```
echofile_get_contents("tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");
```

4.8 Φίλτρο Αριθμητικού μέσου

```
<?php
if(!isset($_GET['debug'])) header('Content-type: image/png');
$img = $_GET['f'];          $masksize=$_GET['m']*1;
$filterIndex = $_GET['filterIndex'];

if(file_exists("tmp/filtered" . $filterIndex . ".png"))
    unlink("tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");

$imagefile='tmp/imageWithNoise_0.png';
$sis = getimagesize ( $imagefile);

$width = $sis[0];    $height=$sis[1];          $scn = $sis[2];

$im = imagecreatefrompng($imagefile);
$imout = imagecreatefrompng($imagefile);

$mask=array();      $mask_row = array();
for($i=0;$i<$masksize;$i++)    array_push($mask_row,1/($masksize*$masksize));
for($i=0;$i<$masksize;$i++)    array_push($mask,$mask_row);
$startx=($masksize-1)/2;
$starty=($masksize-1)/2;
$endx=($width-1)-($masksize-1)/2;
$endy=($height-1)-($masksize-1)/2;

for($y=$starty;$y<=$endy;$y++){
    for($x=$startx;$x<=$endx;$x++){
        $sumr =0; $sumg =0; $sumb =0;
        for($i=0;$i<$masksize;$i++){
            for($j=0;$j<$masksize;$j++){

                $fx=$x+(i-($masksize-1)/2);
                $fy=$y+(j-($masksize-1)/2);

                $rgb = imagecolorat($im, $fx, $fy);

                $r = ($rgb >>16) &0xFF;
                $g = ($rgb >>8) &0xFF;
                $b = $rgb &0xFF;

                $sumr = $sumr + $r*$mask[$i][$j];
                $sumg = $sumg + $g*$mask[$i][$j];
                $sumb = $sumb + $b*$mask[$i][$j];

            }
        }

        $sumr=round($sumr);    $sumg=round($sumg);    $sumb=round($sumb);
        if($sumr<0) $sumr=0;    if($sumg<0) $sumg=0;    if($sumb<0) $sumb=0;

        $pixel = imagecolorallocate($imout, $sumr, $sumg, $sumb);
        imagepixel($imout, round($x),round($y), $pixel);
    }
}

imagepng($imout, "tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");
echo file_get_contents("tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");
?>
```

Μπορούμε να διακρίνουμε τα εξής στάδια:

- Ορισμός εικόνας και μεγέθους μάσκας που επιλέγει ο χρήστης

```
$img = $_GET['f']; $masksize=$_GET['m']*1;
```

- Ανάγωση εικόνας, πλάτους και ύψους

- Ένα διπλό βρόχο επανάληψης για να δημιουργήσουμε τη μάσκα nxn με συντελεστές $\frac{1}{n^2}$

```
$mask=array(); $mask_row = array();  
for($i=0;$i<$masksize;$i++) array_push($mask_row,1/($masksize*$masksize));  
for($i=0;$i<$masksize;$i++) array_push($mask,$mask_row);
```

- Ένα διπλό βρόχο επανάληψης για να εφαρμόσουμε τον αλγόριθμο για κάθε pixel της εικόνας. Πρώτα έχουμε ορίσει τις τιμές που παίρνουν τα x και y. Αυτό συμβαίνει γιατί αν κεντράρουμε το παράθυρό μας στη άκρη, θα βγαίνει και εκτός εικόνας.

```
for($y=$starty;$y<=$sendy;$y++){  
    for($x=$startx;$x<=$sendx;$x++){
```

- Για κάθε pixel σαρώνω όλες τις τιμές του παραθύρου nxn με χρήση ενός διπλού βρόχου επανάληψης, και πολλαπλασιάζω με τη μάσκα και αθροίζω κάθε ένα από τα τρία κανάλια της εικόνας (R,G,B)

```
for($i=0;$i<$masksize;$i++){ for($j=0;$j<$masksize;$j++){  
    $fx=$x+($i-($masksize-1)/2); $fy=$y+($j-($masksize-1)/2);  
    $rgb = imagecolorat($im, $fx, $fy);  
    $r = ($rgb >>16) &0xFF;  
    $g = ($rgb >>8) &0xFF;  
    $b = $rgb &0xFF;  
    $sumr = $sumr + $r*$mask[$i][$j];  
    $sumg = $sumg + $g*$mask[$i][$j];  
    $sumb = $sumb + $b*$mask[$i][$j]; } }
```

- Αποδίδω στο τρέχων pixel την υπολογισμένη τιμή για κάθε κανάλι, αφού στρογγυλοποιήσω και ελέγξω να μην είναι αρνητική.

```
$sumr=round($sumr); $sumg=round($sumg); $sumb=round($sumb);  
if($sumr<0) $sumr=0; if($sumg<0) $sumg=0; if($sumb<0) $sumb=0;
```

```
$pixel = imagecolorallocate($imout, $maxr - $minr, $maxg - $ming, $maxb - $minb);  
imagepixel($imout, round($x),round($y), $pixel);
```

- Αποθηκεύω και εξάγω την εικόνα

```
imagepng($imout,"tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");  
echofile_get_contents("tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");
```

4.9 Φίλτρο Γεωμετρικού μέσου

```
<?php
if(!isset($_GET['debug'])) header('Content-type: image/png');
$img = $_GET['f'];           $masksize=$_GET['m']*1;
$filterIndex = $_GET['filterIndex'];

if(file_exists("tmp/filtered" . $filterIndex . ".png"))
    unlink("tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");

$imagefile='tmp/imageWithNoise_0.png';
$sis = getimagesize ($imagefile);

$width = $sis[0];   $height=$sis[1];           $scn = $sis[2];

$im = imagecreatefrompng($imagefile);
$imout = imagecreatefrompng($imagefile);

$startx=($masksize-1)/2;
$starty=($masksize-1)/2;
$endx=($width-1)-($masksize-1)/2;
$endy=($height-1)-($masksize-1)/2;

for($y=$starty;$y<=$endy;$y++){
    for($x=$startx;$x<=$endx;$x++){
        $sumr =1.0; $sumg =1.0;           $sumb =1.0;
        for($i=0;$i<$masksize;$i++){
            for($j=0;$j<$masksize;$j++){

                $fx=$x+(i-($masksize-1)/2);
                $fy=$y+(j-($masksize-1)/2);

                $rgb = imagecolorat($im, $fx, $fy);

                $r = ($rgb >>16) &0xFF;
                $g = ($rgb >>8) &0xFF;
                $b = $rgb &0xFF;

                $sumr = $sumr*pow( $r,1/$masksize/$masksize);
                $sumg = $sumg*pow( $g,1/$masksize/$masksize);
                $sumb = $sumb*pow( $b,1/$masksize/$masksize);
            }
        }

        $sumr=round($sumr);           $sumg=round($sumg);           $sumb=round($sumb);
        if($sumr<0) $sumr=0;         if($sumg<0) $sumg=0;         if($sumb<0) $sumb=0;

        $pixel = imagecolorallocate($imout, $sumr, $sumg, $sumb);
        imagepixel($imout, round($x),round($y), $pixel);
    }
}

imagepng($imout,"tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");
echo file_get_contents("tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");
?>
```


Μπορούμε να διακρίνουμε τα εξής στάδια:

- Ορισμός εικόνας και μεγέθους μάσκας που επιλέγει ο χρήστης
`$img = $_GET['f']; $masksize=$_GET['m']*1;`
- Ανάγνωση εικόνας, πλάτους και ύψους
- Ένα διπλό βρόχο επανάληψης για να εφαρμόσουμε τον αλγόριθμο για κάθε pixel της εικόνας. Πρώτα έχουμε ορίσει τις τιμές που παίρνουν τα x και y. Αυτό συμβαίνει γιατί αν κεντράρουμε το παράθυρό μας στη άκρη, θα βγαίνει και εκτός εικόνας.

```
for($y=$starty;$y<=$sendy;$y++){  
    for($x=$startx;$x<=$endx;$x++){
```

- Για κάθε pixel σαρώνω όλες τις τιμές του παραθύρου nxn με χρήση ενός διπλού βρόχου επανάληψης, και πολλαπλασιάζω με $\frac{1}{n^2}$ κάθε ένα από τα τρία κανάλια της εικόνας (R,G,B)

```
for($i=0;$i<$masksize;$i++){ for($j=0;$j<$masksize;$j++){  
    $fx=$x+(($i-($masksize-1)/2));    $fy=$y+($j-($masksize-1)/2);  
    $rgb = imagecolorat($im, $fx, $fy);  
    $r = ($rgb >>16) &0xFF;  
    $g = ($rgb >>8) &0xFF;  
    $b = $rgb &0xFF;  
    $sumr = $sumr *pow( $r,1/$masksize/$masksize);  
    $sumg = $sumg *pow( $g,1/$masksize/$masksize);  
    $sumb = $sumb *pow( $b,1/$masksize/$masksize); } }
```

- Αποδίδω στο τρέχων pixel την υπολογισμένη τιμή για κάθε κανάλι, αφού στρογγυλοποιήσω και ελέγξω να μην είναι αρνητική.

```
$sumr=round($sumr);    $sumg=round($sumg);    $sumb=round($sumb);  
if($sumr<0) $sumr=0;    if($sumg<0) $sumg=0;    if($sumb<0) $sumb=0;  
$pixel = imagecolorallocate($imout, $maxr - $minr, $maxg - $ming, $maxb - $minb);  
imagepixel($imout, round($x),round($y), $pixel);
```

- Αποθηκεύω και εξάγω την εικόνα

```
imagepng($imout,"tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");  
echofile_get_contents("tmp/filtered" . $filterIndex . ".png");
```

4.10 Περιβάλλον εφαρμογής

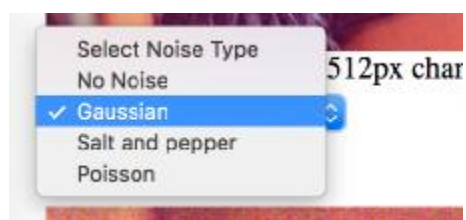
Σκοπός της εργασίας είναι η δημιουργία μιας διαδικτυακής, διαδραστικής εκπαιδευτικής εφαρμογής που θα καθοδηγεί και επεξηγεί στο φοιτητή τα στάδια της επεξεργασίας εικόνας. Από την επιλογή του θορύβου που εισέρχεται στην εικόνα μέχρι την παρουσίαση των υπολογισμών που οδηγούν στην διορθωμένη εικόνα. Ο χρήστης θα μπορεί να επιβλέπει, επεμβαίνει και πληροφορείται σχετικά με το φίλτρο που εφαρμόζει, με απώτερο σκοπό την κατανόηση του αντικειμένου μέσα από την κατάλληλη απεικόνιση που θα προσφέρει η διεπαφή ως μέρος της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Το πρώτο πράγμα που καλείται ο χρήστης να κάνει κατά την επιλογή της εφαρμογής, είναι να επιλέξει από τις προϋπάρχουσες εικόνες ποια επιθυμεί να επεξεργαστεί (**Σφάλμα! Άγνωστη παράμετρος αλλαγής.**). Για να δώσει έξτρα εικόνες ο διαχειριστής του συστήματος, αρκεί να αντιγράψει μια εικόνα png στον κατάλληλο φάκελο και η εφαρμογή θα προσαρμοστεί αυτόματα.



Εικόνα 9: Επιλογή εικόνας

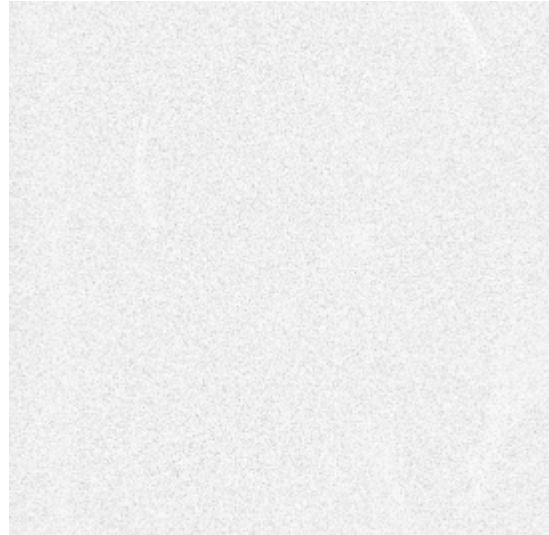
Εφόσον επιλέξει ο χρήστης την εικόνα το επόμενο βήμα είναι η επιλογή του θορύβου. Ο λόγος της επιλογής θορύβου είναι να «χαλάσουμε» την εικόνα (υποβάθμιση εικόνας) για να μπορεί να αποκατασταθεί μετά. Αφού επιλεγεί ο θόρυβος, η εφαρμογή εμφανίζει την υποβαθμισμένη εικόνα (Εικόνα 10). Παράλληλα δίδεται ο θόρυβος ξεχωριστά (Εικόνα 11) αλλά και το ιστόγραμμα συχνοτήτων του θορύβου(Εικόνα 12).



Εικόνα 10 Επιλογή θορύβου.

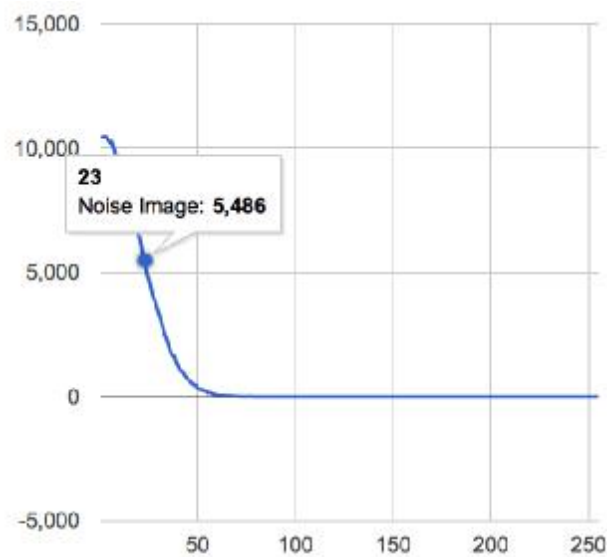


Εικόνα 11: Εικόνα με θόρυβο



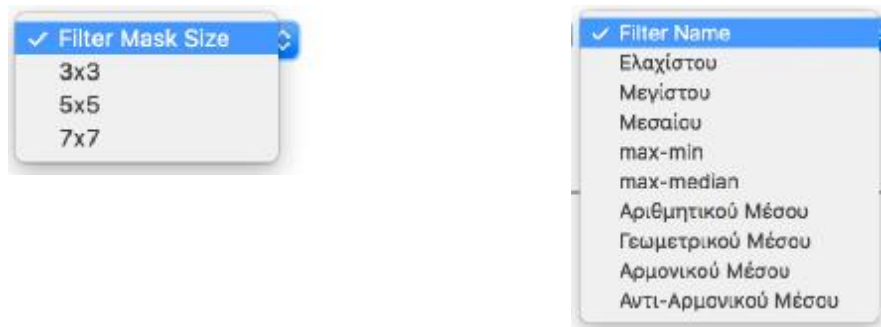
Εικόνα 12 :Θόρυβος Gauss

Η εικόνα που έχει το θόρυβο, παρατηρείται πως ακολουθεί κανονική κατανομή καθώς είναι ομοιοκαταταμημένος ο θόρυβος. Στο αντίστοιχο ιστόγραμμα φαίνεται πόσα εικονοστοιχεία εμφανίζουν τις διάφορες τιμές θορύβου. Για παράδειγμα (Εικόνα 13) εμφανίζονται 5 486 εικονοστοιχεία που έχουν απόκλιση από την αρχική εικόνα (= θόρυβο) 23 μονάδες (23/255).



Εικόνα 13: Ιστόγραμμα θορύβου

Στη συνέχεια, ο χρήστης καλείται να προσδιορίσει το φίλτρο που θέλει να εφαρμόσει στην υποβαθμισμένη εικόνα. Η επιλογή του φίλτρου συνίσταται από 2 στοιχεία, το μέγεθος της μάσκας (3x3, 5x5, 7x7) αλλά και τον τύπο του φίλτρου (Εικόνα 14).



Εικόνα 14 :Προσδιορισμός φίλτρου

Αφού επιλεγεί η μάσκα και το φίλτρο, εμφανίζεται ένα παράθυρο που απεικονίζει στοιχεία σχετικά με τον αλγόριθμο του φίλτρου ώστε ο χρήστης να αποκτήσει εικόνα σχετικά με την εφαρμογή αυτού. Παρακάτω (Εικόνα 15) απεικονίζεται το φίλτρο Μεσαίου όπως αυτό παρουσιάζεται στην εφαρμογή.

Φίλτρο Μέγιστου

Το μέγιστο φίλτρο ορίζεται ως η μέγιστη τιμή όλων των εικονοστοιχείων εντός μιας τοπικής περιοχής της εικόνας. Το μέγιστο φίλτρο εφαρμόζεται συνήθως σε μια φωτογραφία για να καταργήσει αρνητικό θόρυβο ακραίων τιμών .

	63	37	19	
	51	43	44	
	50	56	68	

sorted=19 37 43 44 50 51 56 63 68

maximum=68

Εικόνα 15:Επιλογή φίλτρου μέγιστου

Μετά την επιλογή του φίλτρου και την εκτέλεση του μετασχηματισμού, η εφαρμογή απεικονίζει την διορθωμένη έκδοση (Εικόνα 16). Έχοντας την ορθή έκδοση (αρχική, μη υποβαθμισμένη εικόνα) με αφαίρεση των τιμών φωτεινότητας δημιουργείται η εικόνα που αποδίδει τη νέα κατανομή του θορύβου (Εικόνα 17).

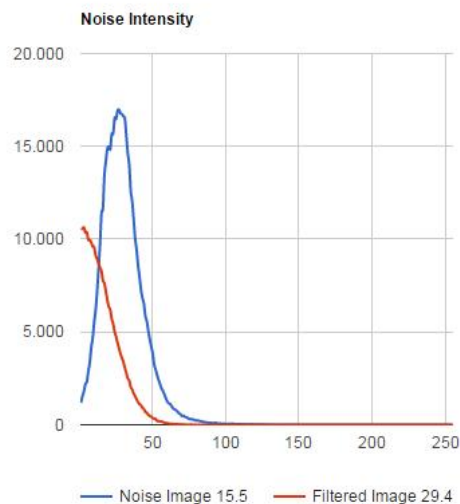


Εικόνα 16: Μετασχηματισμένη εικόνα (εφαρμογή φίλτρου)



Εικόνα 17: Θόρυβος φιλτραρισμένης εικόνας

Όπως και στη περίπτωση της φιλτραρισμένης εικόνας, δίδεται το ιστόγραμμα συχνοτήτων των τιμών του εναπομείναντος θορύβου παράλληλα με τον αρχικό, ώστε ο χρήστης να μπορεί να συγκρίνει τις δύο καταστάσεις (**Σφάλμα! Άγνωστη παράμετρος αλλαγής.**). Σκοπός είναι να συγκριθούν και να κατανοηθούν κατάποσο έχει επιτύχει το φίλτρο που έγινε επιλογή. Το ιστόγραμμα συνοδεύεται από τους μέσους όρους θορύβου στις δύο καταστάσεις. Στο παράδειγμα που παρατίθεται (φίλτρο μεγίστου), η κατανομή του θορύβου πριν από την εφαρμογή του φίλτρου έχει μέση τιμή 15.5 ενώ μετά από την εφαρμογή, η μέση τιμή του θορύβου διαμορφώνεται σε 29.4, παρατηρείται δηλαδή αύξηση της μέσης απόκλισης της εικόνας από την αρχική μετά την εφαρμογή του φίλτρου. Το φίλτρο μεσαίου είναι ακατάλληλο καθώς αύξησε το μέσο θόρυβο ενώ παράλλα αυξήθηκε και η διασπορά των τιμών (άνοιγμα καμπάνας).

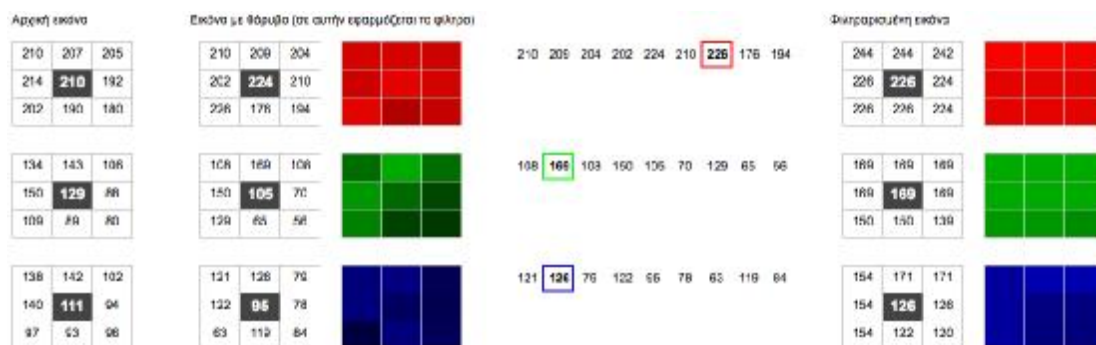


Εικόνα 18: Ιστόγραμμα θορύβου

Μια ακόμα δυνατότητα της εφαρμογής είναι η ανάλυση σε επίπεδο εικονοστοιχείου της εφαρμογής του φίλτρου. Μετακινώντας το δείκτη του ποντικιού πάνω στη διορθωμένη εικόνα, εμφανίζεται ο τρόπος υπολογισμού των νέων τιμών φωτεινότητας. Η (Εικόνα 19) παρουσιάζει τη επιλογή της μέγιστης τιμής σε μια περιοχή 3x3. Απεικονίζονται ξεχωριστά οι τιμές τριών διαφορετικών εικόνων. Της αρχικής εικόνας, της εικόνας με τον θόρυβο και της φιλτραρισμένης εικόνας στον (οριζόντιο άξονα). Επίσης υπάρχουν τρία διαφορετικά κανάλια. Αυτά τα κανάλια είναι του χρωματικού μοντέλου RGB (κάθετο άξονα). Διακρίνουμε διάφορες τιμές όπου υπάρχουν. Μπορούμε να καταλάβουμε ότι οι τιμές αυτές είναι οι φωτεινότητες των εικονοστοιχείων. Η μάσκα που χρησιμοποιείται είναι 3x3 και η φωτεινότητα που είναι στο κέντρο είναι εκείνη η οποία θα αλλάξει μετά την εφαρμογή του φίλτρου. Στην προκειμένη περίπτωση το φίλτρο με το οποίο ασχοληθήκαμε είναι του μεγίστου. Από την θεωρία ξέρουμε ότι είναι φίλτρο στατιστικής διάταξης. Η αντικατάσταση που θα γίνει στο κεντρικό pixel λοιπόν θα είναι με την μεγαλύτερη φωτεινότητα.

- Αρχική εικόνα → 210 Εικόνα με θόρυβο → 224 Φιλτραρισμένη → 228 (R)
- Αρχική εικόνα → 129 Εικόνα με θόρυβο → 105 Φιλτραρισμένη → 169 (G)
- Αρχική εικόνα → 111 Εικόνα με θόρυβο → 95 Φιλτραρισμένη → 126 (B)

Με αυτές τις φωτεινότητες μπορούμε να διακρίνουμε ότι οι διορθωμένες τιμές αποκλίνουν από τις ορθές, γεγονός που επιβεβαιώνει το συμπέρασμα που προκύπτει και από το αντίστοιχο ιστόγραμμα.



Εικόνα 19: Υπολογισμός τιμών φίλτρου μεγίστου

Εφόσον δεν καταφέραμε να πλησιάσουμε την αρχική μας εικόνα με το φίλτρο το μεγίστου. Θα ξανά κάνουμε την ίδια διαδικασία. Δηλαδή θα επιλέξουμε μάσκα και φίλτρο και με τα αποτελέσματα που θα μας δώσει το ιστόγραμμα θα αποφασίσουμε εάν είναι ικανοποιητικά ή όχι. Στην επόμενη προσπάθεια εφαρμόζεται το φίλτρο μεσαίου.

Φίλτρο Μεσαίου

Το median φίλτρο χρησιμοποιείται για τη μείωση του θορύβου. Έχει καλή συμπεριφορά στο φιλτράρισμα θορύβου salt and pepper σε μια εικόνα. Το φίλτρο διατηρεί την χρήσιμη λεπτομέρεια της εικόνας (περιγράμματα). Εάν έχει όμως ασαφείς γωνίες και λεπτές γραμμές καταστρέφονται. Το median φίλτρο αντί να αντικαθιστά την τιμή του pixel με τη μέση των γειτονικών τιμών pixel, το αντικαθιστά με τη διάμεση τιμή των εν λόγω τιμών. Ο διάμεσος υπολογίζεται πρώτα με διαλογή όλων των τιμών από τη γύρω περιοχή σε αριθμητική σειρά και στη συνέχεια αντικαθιστά το pixel που εξετάζεται με τη μέση τιμή του pixel. (Εάν η περιοχή που εξετάζεται περιλαμβάνει ένα άρτιο αριθμό εικονοστοιχείων, παίρνουμε τον μέσο όρο των δύο μεσαίων τιμών pixel που χρησιμοποιούμε.)

49	67	15	159	9
42	100	200	200	209
39	100	0	200	122
38	100	100	200	103
159	159	89	175	149

0 100 100 100 100 200 200 200 200

Εικόνα 20: Επιλογή φίλτρου μεσαίου

Εφαρμόζοντας την ίδια διαδικασία για το φίλτρο μεσαίο, προκύπτει η διορθωμένη εικόνα (Εικόνα 21) και ο αντίστοιχος θόρυβος (Εικόνα 22).

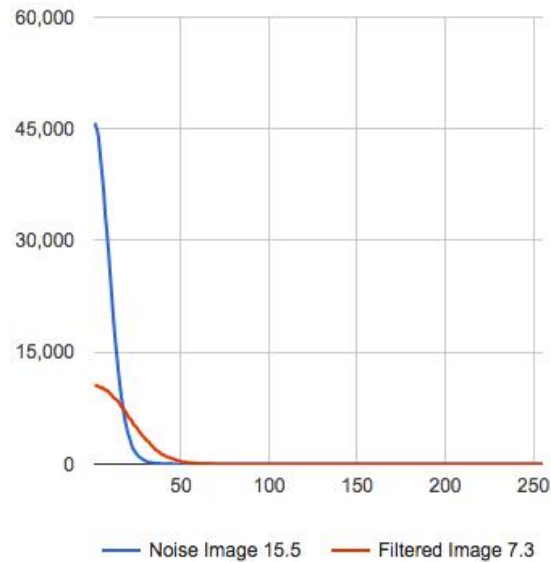


Εικόνα 21: Μετασηματισμένη εικόνα (φίλτρο μεσαίου)



Εικόνα 22: Θόρυβος φιλτραρισμένης εικόνας

Παρατηρούμε ότι η κατανομή του θορύβου πριν από την εφαρμογή του φίλτρου έχει μέση τιμή 15.5. Μετά από την εφαρμογή του φίλτρου, η μέση τιμή του θορύβου μειώνεται σε 7.3 (Εικόνα 23). Αντίθετα με το φίλτρο μεγίστου, ο θόρυβος ελαττώθηκε κατά περίπου 50%.



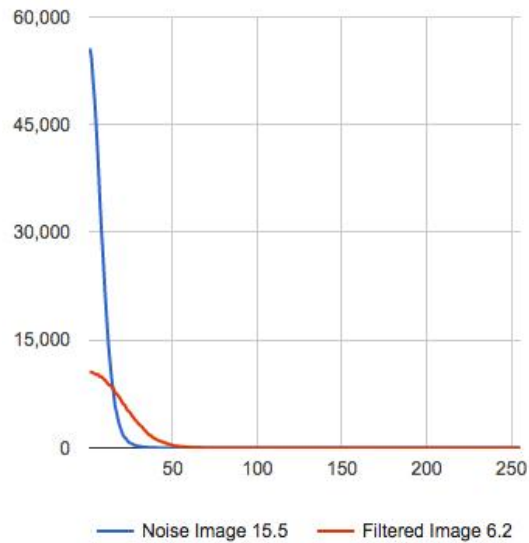
Εικόνα 23 :Ιστόγραμμα θορύβου φίλτρου μεσαίου

Στην εφαρμογή δίνεται η δυνατότητα να εκτελεστεί η διαδικασία με τα φίλτρα τρεις φορές, ώστε να μπορεί να γίνει παράλληλη σύγκριση των αποτελεσμάτων. Στοτρέχον παράδειγμά αυτό γίνεται εφαρμογή του φίλτρου αριθμητικού μέσου. Στη συνέχεια δίδεται ο αλγόριθμος υπολογισμού όπως απεικονίζεται στην εφαρμογή (Εικόνα 24) αλλά και το ιστόγραμμα θορύβου (Εικόνα 25).



Εικόνα 24: Υπολογισμός φίλτρου αριθμητικού μέσου

Το αποτέλεσμα από το φίλτρο αριθμητικού μέσου είναι ακόμα καλύτερο από το φίλτρο μεσαίου όπως φαίνεται στην (Εικόνα 25).



Εικόνα 25: Ιστόγραμμα θορύβου

Αντικείμενο της εφαρμογής είναι ο χρήστης να μπορέσει να εφαρμόσει την θεωρία της ψηφιακή επεξεργασία εικόνας περνώντας από την θεωρία στην πράξη. Χρησιμοποιώντας διαφορετικού τύπου φίλτρα μπορεί να τα συγκρίνει και να αποφασίσει ποια είναι η καλύτερη δυνατή επιλογή για την αφαίρεση του θορύβου. Η όλη διαδικασία λοιπόν στηρίζεται στη κρίση του χρήστη. Ο απώτερος σκοπός είναι ο χρήστης να καταλάβει το πώς λειτουργούν τα φίλτρα. Για το λόγο αυτό δίνεται η δυνατότητα οριζόντιας σύγκρισης των αποτελεσμάτων εφαρμογής διαφορετικών φίλτρων στην ίδια εικόνα.



Εικόνα 26: Φίλτρο μεγίστου



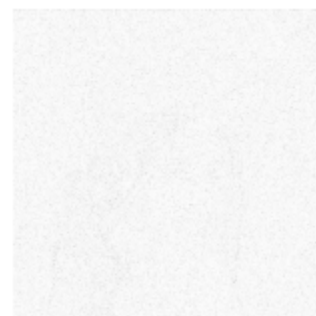
Εικόνα 27: Φίλτρο Μεσαίου



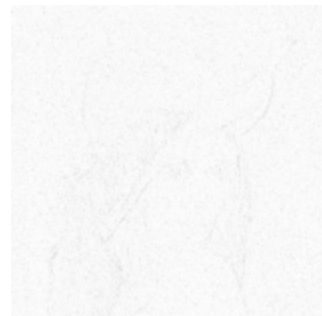
Εικόνα 28: Φίλτρο αριθμητικού μέσου



Εικόνα 29: Θόρυβος από φίλτρο μεγίστου

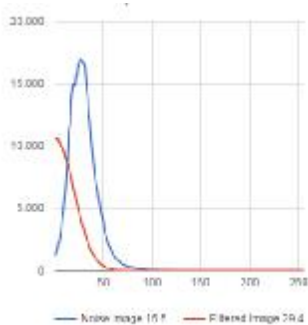


Εικόνα 30: Θόρυβος από φίλτρο μεσαίου

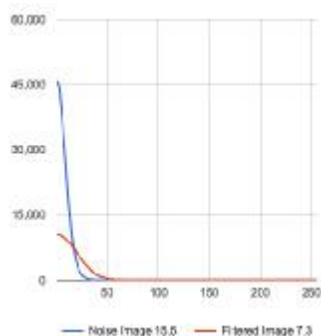


Εικόνα 31: Θόρυβος από φίλτρο αριθμητικού μέσου

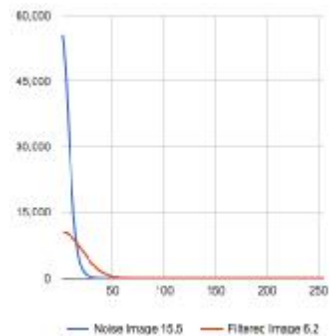
Παρατηρώντας τα ιστογράμματα (Εικόνα 32, Εικόνα 33, Εικόνα 34) μπορεί ο χρήστης παρατηρώντας τις μέσες τιμές αλλά και τις κατανομές να επιλέξει το βέλτιστο μετασχηματισμό. Παρατηρείται πως η τρίτη επιλογή (φίλτρο αριθμητικού μέσου) έχει το ελάχιστο υπολειπόμενο θόρυβο (6.2) αλλά και η κατανομή δείχνει ξεκάθαρη βελτίωση (πολλά εικονοστοιχεία με μικρότερες τιμές θορύβου).



Εικόνα 32: Ιστόγραμμα θορύβου (μεγίστου)



Εικόνα 33: Ιστόγραμμα θορύβου (μεσαίου)



Εικόνα 34: Ιστόγραμμα θορύβου (αριθμητικού μέσου)

Τελευταία δυνατότητα της εφαρμογής αποτελεί η διάθεση εντύπου αξιολόγησης της εκτέλεσης των φίλτρων. Ο χρήστης καλείται έτσι με κατάλληλη χρήση της εφαρμογής να αξιολογήσει ποιοτικά τα αποτελέσματα των επιλογών του απαντώντας στο έντυπο που διατίθεται από τον αντίστοιχο υπερσύνδεσμο, ώστε να προσφέρει προσωποποιημένη πληροφορία κατανόησης στον εκπαιδευτή.

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΗ:

ΕΞΑΜΗΝΟ:

A.M.:

ΤΙ ΦΙΛΤΡΟ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΑΤΕ ΣΤΗΝ ΠΡΩΤΗ, ΣΤΗΝ ΔΕΥΤΕΡΗ ΚΑΙ ΣΤΗ ΤΡΙΤΗ ΕΙΚΟΝΑ;

ΝΑ ΣΥΓΚΡΙΝΕΤΑΙ ΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΜΕ ΤΗΝ ΔΕΥΤΕΡΗ ΦΙΛΤΡΑΡΙΣΜΕΝΗ ΕΙΚΟΝΑ.ΤΙ ΠΑΡΑΤΗΡΕΙΤΑΙ ;

ΝΑ ΣΥΓΚΡΙΝΕΤΑΙ ΤΗΝ ΔΕΥΤΕΡΗ ΜΕ ΤΗΝ ΤΡΙΤΗ ΦΙΛΤΡΑΡΙΣΜΕΝΗ ΕΙΚΟΝΑ.ΤΙ ΠΑΡΑΤΗΡΕΙΤΑΙ ;

Η ΤΕΛΙΚΗ ΦΙΛΤΡΑΡΙΣΜΕΝΗ ΕΙΚΟΝΑ ΠΟΣΟ ΕΧΕΙ ΠΛΗΣΙΑΣΕΙ ΤΗΝ ΑΡΧΙΚΗ;

Εικόνα 35 :Ψηφιακό έντυπο αξιολόγησης αποτελεσμάτων

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 Γενικά

Επιδίωξη της παρούσας εργασίας ήταν η ανάπτυξη μιας διαδικτυακής εφαρμογής που υλοποιεί μετασχηματισμούς σε ψηφιακές εικόνες (χωρικά φίλτρα). Μέσα από τη διαδικασία αυτή εξετάστηκαν παράμετροι που διαφοροποιούν τις συνηθισμένες προσεγγίσεις καθώς η εργασία έγινε υπό το πρίσμα της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Οι διαμορφωμένες προδιαγραφές όπως προέκυψαν από την ανάλυση του αντικειμένου και όπως εφαρμόστηκαν στην τελική εφαρμογή, προσδίδουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τα οποία δεν συναντώνται σε άλλες εφαρμογές (σύμφωνα με τη γνώση του συγγραφέα). Διαπιστώνεται δεν πως κατά την εκπαιδευτική διαδικασία ο σημαντικότερος παράγοντας δεν είναι η εκτέλεση κάποιου μετασχηματισμού ή μιας διεργασίας αλλά ο τρόπος παρουσίασης αυτού ώστε να μεγιστοποιείται η προστιθέμενη αξία που λαμβάνει ο εκπαιδευόμενος.

Οι πρώτες εντυπώσεις οδηγούν σε συμπεράσματα τα οποία στηρίζουν την επάυξηση της κατανόησης κατά την εκπαιδευτική διαδικασία, αλλά μένει παρόλα αυτά η συστηματική εφαρμογή ώστε να κριθεί η βιωσιμότητα μιας τέτοιας προσέγγισης στο χώρο της εκπαίδευσης.

Τέλος αξίζει να αναφερθεί ο βαθμός των πιθανώς επιλογών που προσφέρει η εφαρμογή. Έχοντας 4 εικόνες, με δυνατότητα εφαρμογής 3 τύπων θορύβου, με τρεις διαστάσεις μάσκας και 8 πιθανά φίλτρα, οι πιθανές επιλογές είναι περίπου 300 διαφορετικοί μετασχηματισμοί που μπορεί να εφαρμόσει ο χρήστης και να εισάγει στη διαδικασία σύγκρισης και αξιολόγησης.

Σύμφωνα με τον παραπάνω υπολογισμό, για κάθε νέα εικόνα ή φίλτρο που εισάγεται στο σύστημα, οι πιθανοί συνδυασμοί αυξάνονται με γεωμετρικό ρυθμό.

5.2 Σχεδιασμός δοκιμής αποτελεσματικότητας

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής δεν ήταν δυνατή η αξιολόγηση της βελτίωσης που μπορεί να προσφέρει στον χρήστη η εφαρμογή που αναπτύχθηκε. Παρόλα αυτά, είναι σκόπιμο να αναφερθεί η διαδικασία που μπορεί μελλοντικά να εξυπηρετήσει αυτή την απαίτηση.

Για να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα της νέας προσέγγισης, πρέπει να γίνει σύγκριση με βάση τον υπάρχον τρόπο διδασκαλίας. Έτσι λοιπόν μπορεί να χωριστεί μια τάξη εκαπαιδευόμενων σε δύο γκρουπ. Και τα δύο γκρουπ θα ακολουθήσουν την τυπική διαδικασία διδασκαλίας. Το ένα από τα δύο θα κάνει χρήση επιπροσθέτως της εφαρμογής ύστερα από υπόδειξη του εκπαιδευτή.

Αφού ολοκληρωθεί η παραπάνω διαδικασία, θα αξιολογηθούν με ερωτήσης διαβάθμισης δυσκολίας στοχευμένες σε κάθε ένα από τα γνωστικά επίπεδα. Ερώτηση που απαιτεί απομνημόνευση, επεξήγηση, εφαρμογή μέχρι και το επίπεδο εφαρμογής αλγορίθμου φίλτρου με το χέρι (μαθηματικές πράξεις) αλλά και αξιολόγηση του αποτελέσματος. Η μέση βαθμολογία και η τυπική απόκλιση βαθμών για κάθε ομάδα,

θα αποτελέσει ένδειξη της προστιθέμενης αξίας που προκύπτει από τη χρήση της εφαρμογής. Για να είναι πιο αξιόπιστο το αποτέλεσμα θα πρέπει το πείραμα να επαναληφθεί σε διαφορετικά εξάμηνα ώστε να έχουμε μεγαλύτερο δειγματικό χώρο.

5.3 Μελλοντικές επεκτάσεις

Με βάση την δικτυακή αυτή εφαρμογή, ανοίγει οδρόμος για μια νέα κουλ τούρα μάθησης που αξιοποιεί τις υπάρχουσες τεχνολογίες σε συνδυασμό με θεωρίες μάθησης. Διαδικτυακές εκπαιδευτικές πλατφόρμες μπορούν να λειτουργήσουν ως πύλες προσφοράς γνώσης και εργαλείων κατανόησης που όμως θα φτάνουν στο βάθος της εκπαιδευτικής ουσίας.

Η εργασία αυτή μπορεί να αποτελέσει εργαλείο κατανόησης και ανάλυσης των χωρικών φίλτρων. Η πιλοτική του χρήση στα πλαίσια του μαθήματος επεξεργασίας εικόνας, μπορεί να δώσει πληροφορίες σχετικά με την χρησιμότητα καθώς και πιθανές αλλαγές βασισμένες στην εμπειρία των φοιτητών. Η σύνδεση θεωρίας, εφαρμογής και παράλληλης ανάλυσης της ροής επεξεργασίας προσδίδει δυνατότητα επίτευξης ανώτερων γνωστικών επιπέδων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ebooks. ebooks.edu.gr. *διαδραστικά βιβλία*. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 1 Γενάρης 2017.] www.ebooks.edu.gr.
2. esa. European space agency- esa eduspace. *esa.int*. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 1 Γενάρης 2017.] www.esa.int/special/eduspace.
3. «*Multimedia στη Θεωρία και στην Πράξη*» Θεσσαλονίκη **Πομπόρτσος Ανδρέας Σ** Τζιόλα 1996
4. Ψηφιακή επεξεργασία και ανάλυση εικόνας **Μπούταλης Ιωάννης** εκδόσεις Δ.Π.Θ.
5. Jayaraman. *Digital Image Processing*. New Delhi : TataMcGraw Hill, 2009.
6. *Binary Digital Image Processing* United Kingdom Academic Press 2000
7. **Ωραιοζήλη, Καργοπούλου**. *Τεχνικές επεξεργασίας για βελτίωση υπερηχογραφικών εικόνων και εξαγωγή χαρακτήρων με χρήση matlab*. Μακεδονίας : Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, 2011.
8. Hayes, Monson. *Schaums outline of digital processing*. America : McGraw, 2012.
9. **Φλουρής**. *Σκέψεις για την αναζήτηση ενός πλαισίου επιμόρφωσης και δια βίου μάθησης των εκπαιδευτικών στην κοινωνία της γνώσης*. Αθήνα : Ατραπός, 2003.
10. Νέες τεχνολογίες και ποιοτική Παιδεία **Γεώργιος Μπαμπινιώτης** Το ΒΗΜΑ
11. Koletsou Eftixia. *ekoletsou*. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 1 γεναρης 2017.] www.ekoletsou.gr.
12. ImageMagick. (Version: 6.9.3-0 . [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 6 1 2016.]
13. Monet, Dominique. *Multimedia*. s.l. : Τραυλός, 1996.
14. Glaserferd. *An indroduction to radical constructivism*. New York : Basic books, 1984.
15. **Τριλιανός**. *Μεθοδολογία της σύγχρονης διδασκαλίας Ι*. Αθήνα : Περιβολάκι και Άτραπος, 2003.
16. *Θεωρίες μάθησης για εκπαιδευτικούς*. Bigge, Morris L. Αθήνα : Πατάκη, 1990.

17. *Taxonomy of Educational Objectives. Vol. 1: Cognitive Domain* New York: McKayLongman 1956
18. Krathwohl, D. R. *A revision of bloom's taxonomy: An overview. Theory into Practice.* 2002
19. Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's.* New York : Longman., 2001.
20. Παναγιωτιδης, Παναγιώτης Μ. *Παραγωγή πολυμεσικού υλικού και ηλεκτρονικών δραστηριοτήτων για γλωσσική εκπαίδευση.* Αθήνα : Πατάκη, 2006.
21. Marwan Sabbouh, Jeff Higginson, Salim Semy, Danny Gagne , *scripting language WWW '07,Canada,2007*
- 22.Rafael C Gonzalez,Richard Eugene Woods *Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας ,2008,Τζιόλας*