

ΦΙΤΡΑ ΕΥΚΡΙΝΕΙΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΟΛΥΚΛΙΜΑΚΩΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΞΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ

Ν. Παπαμάρκος

Περιγραφή του προβλήματος

Στην επεξεργασία εικόνας πολλές φορές είναι αναγκαίο να βελτιωθεί η ποιότητα της εικόνας μέσω της αύξησης της οξύτητάς της.



Υπάρχουσες τεχνικές

Αύξηση οξύτητας επιτυγχάνεται με:

- ❖ τεχνικές ευκρίνειας με χρήση υπερυψωμένων φίλτρων [Gonzalez and Wood, 2002]
- ❖ τεχνική un-sharp masking [Al Bovik, 2000]
- ❖ χρήση μορφολογικών φίλτρων επαναληπτικά [Schavemaker et al, 2000]
- ❖ εξισορρόπηση ιστογράμματος [Ibrahim and Kong, 2009]
- ❖ τεχνικές σύντηξης πληροφορίας και πολυκλιμάκωσης με χρήση τουλάχιστον δύο εικόνων της ίδιας σκηνής [Zhiguo Gui, Yi Liu, 2011]

Προτεινόμενη τεχνική

- ❖ Δέχεται ως είσοδο μια μόνο αρχική εικόνα
- ❖ Εφαρμόζεται πολυκλιμάκωση με τη βοήθεια φίλτρων un-sharp
- ❖ Χρησιμοποιείται σύντηξη πληροφορίας βασισμένη σε 2D Discrete Wavelet Transform
- ❖ Βασική μεταβλητή είναι η τυπική απόκλιση σ των φίλτρων Gauss
- ❖ Εφαρμογή σε grayscale και σε έγχρωμες εικόνες



Οξύτητα

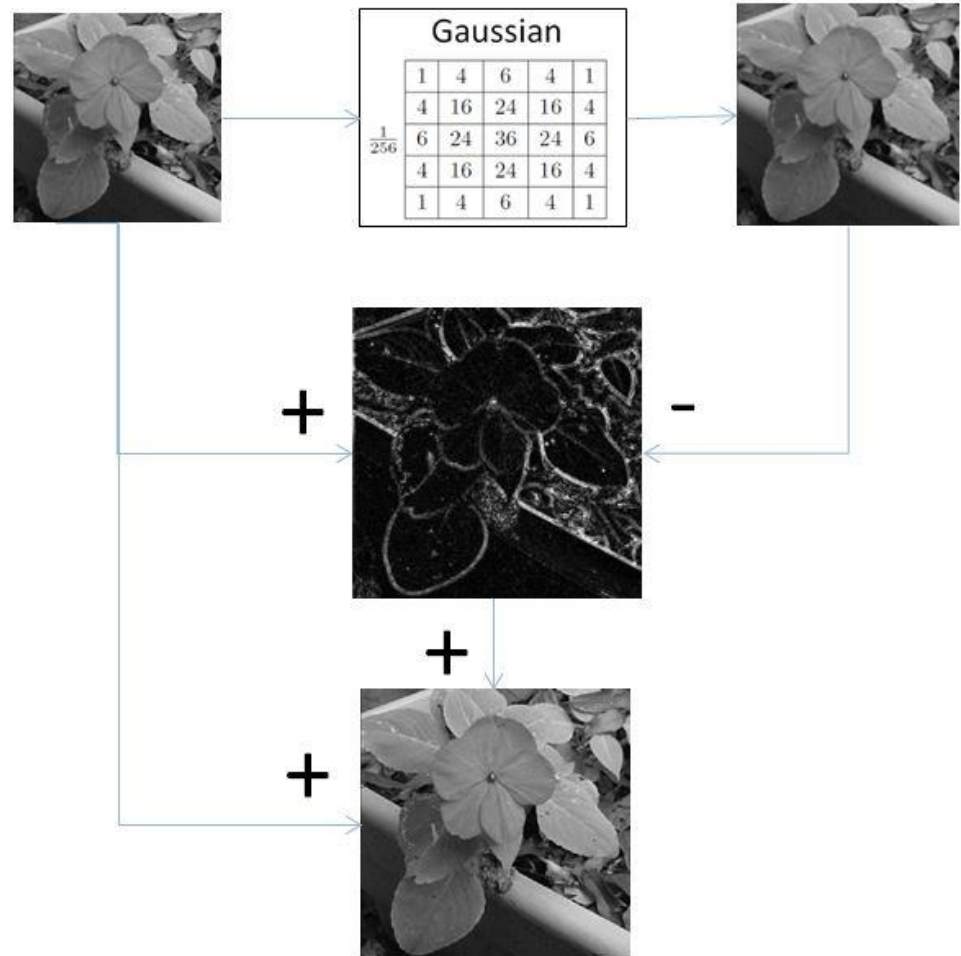
- ❖ Είναι ένα μη μετρήσιμο μέγεθος.
- ❖ Σχετίζεται με άλλα μετρήσιμα μεγέθη όπως η αντίθεση, η εντροπία και η χωρική συχνότητα.
- ❖ Η αύξηση της οξύτητας επιδρά κυρίως στο να κάνει τις ακμές της εικόνας πιο έντονες.
- ❖ Πιθανές εφαρμογές:
 - ❖ Τηλεπισκόπηση / Αεροφωτογραφίες
 - ❖ Ιατρική
 - ❖ Φωτογραφία

Un-sharp masking

Βήματα:

1. Από την αρχική εικόνα I υπολογίζεται με τη χρήση φίλτρου Gauss η εξομαλυμένη έκδοση I_s
2. Προκύπτει η μάσκα $I_{mask} = I - I_s$
3. Τελική εικόνα:
$$I_{unsharp} = I + kI_{mask} = I_s + (k+1)I_{mask}, \quad k > 0$$

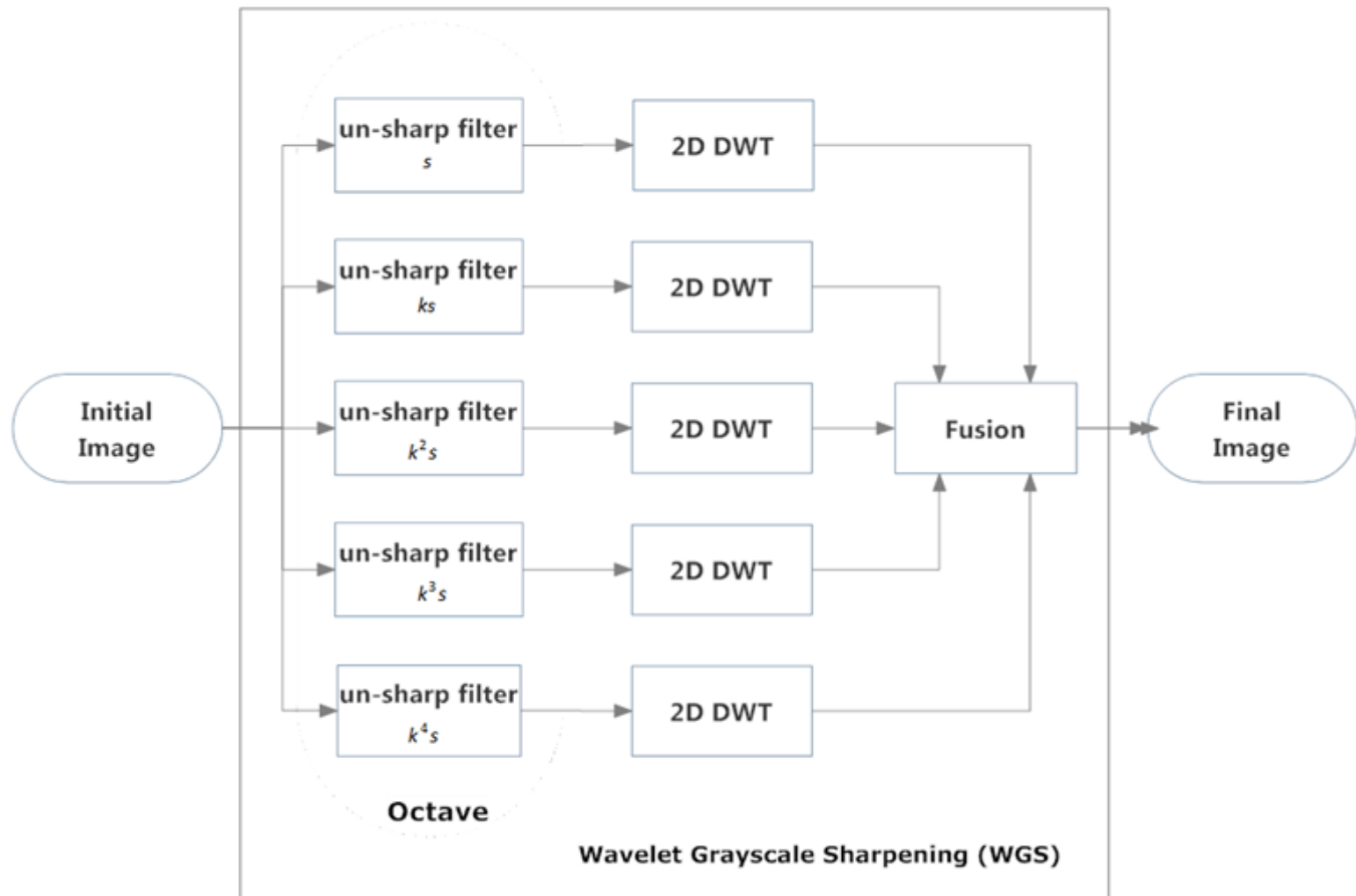
αν $k \geq 1$ έχουμε αύξηση οξύτητας
αν $k < 1$ η εικόνα εξομαλύνεται



Τεχνικές που θα αναπτυχθούν

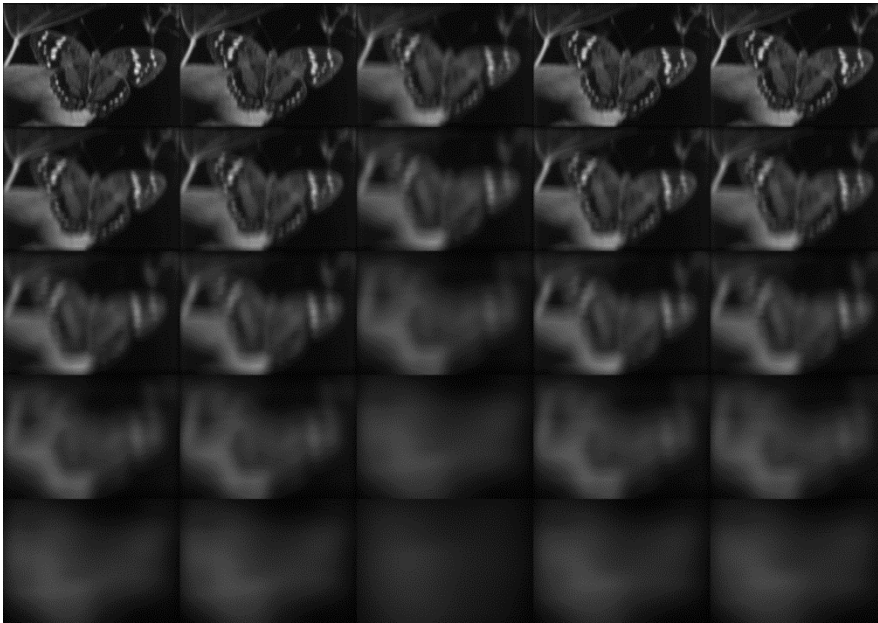
- Τεχνική 1: Αύξηση της οξύτητας σε μια grayscale εικόνα.
- Τεχνική 2: Αύξηση της οξύτητας σε μια έγχρωμη εικόνα
 - 2.1: με το χρωματικό μοντέλο HSI.
 - 2.2: με το χρωματικό μοντέλο RGB.
- Τεχνική 3: Σύντηξη grayscale εικόνων με παράλληλη αύξηση της οξύτητας.
- Τεχνική 4: Σύντηξη έγχρωμων εικόνων με παράλληλη αύξηση της οξύτητας.

Τεχνική 1: Αύξηση της οξύτητας σε μια grayscale εικόνα



Πολυκλιμάκωση με φίλτρα un-sharp

Εξομαλυμένες εκδόσεις I_s



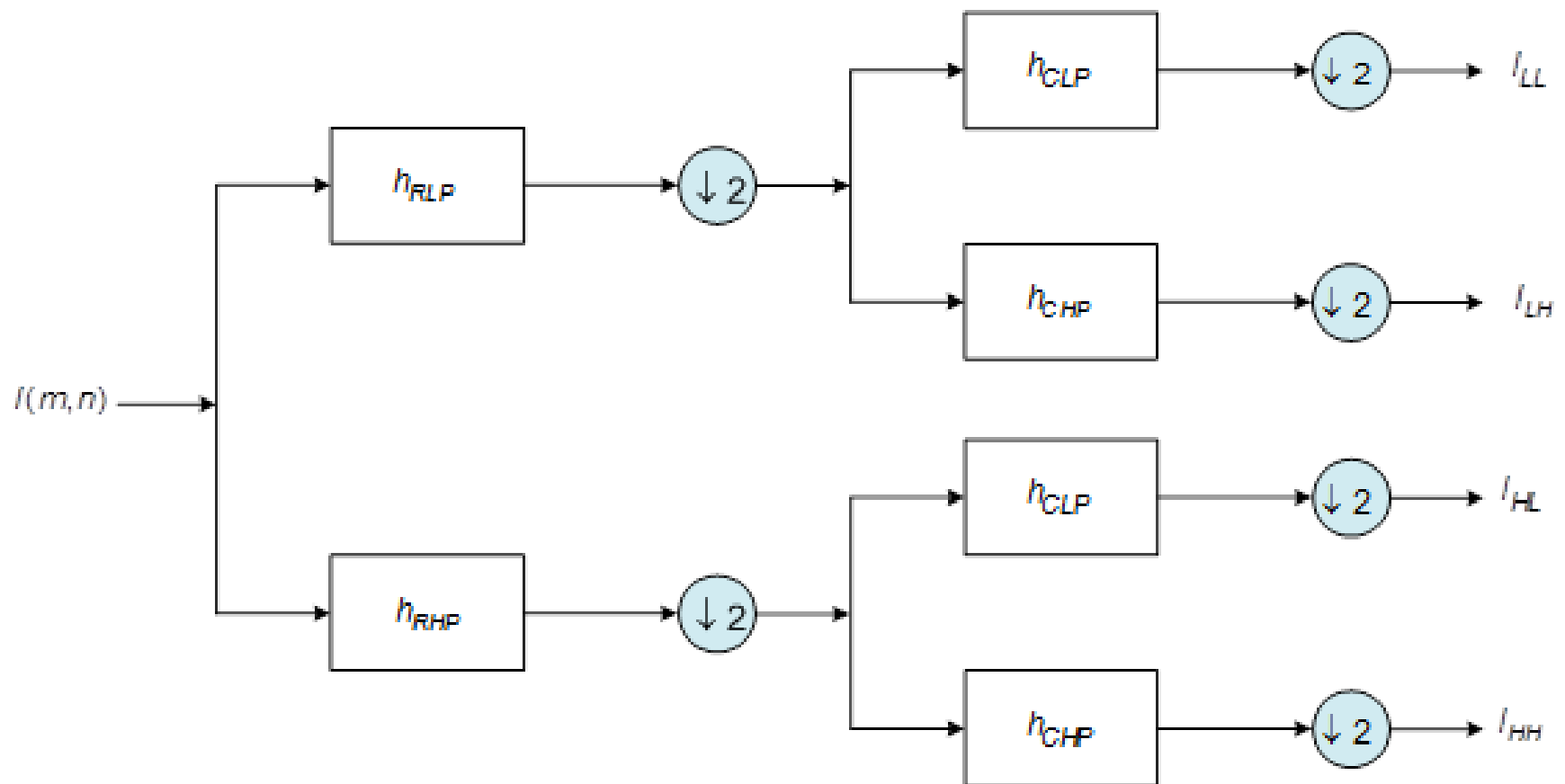
Μάσκα I_{mask} με μεταβολή του s



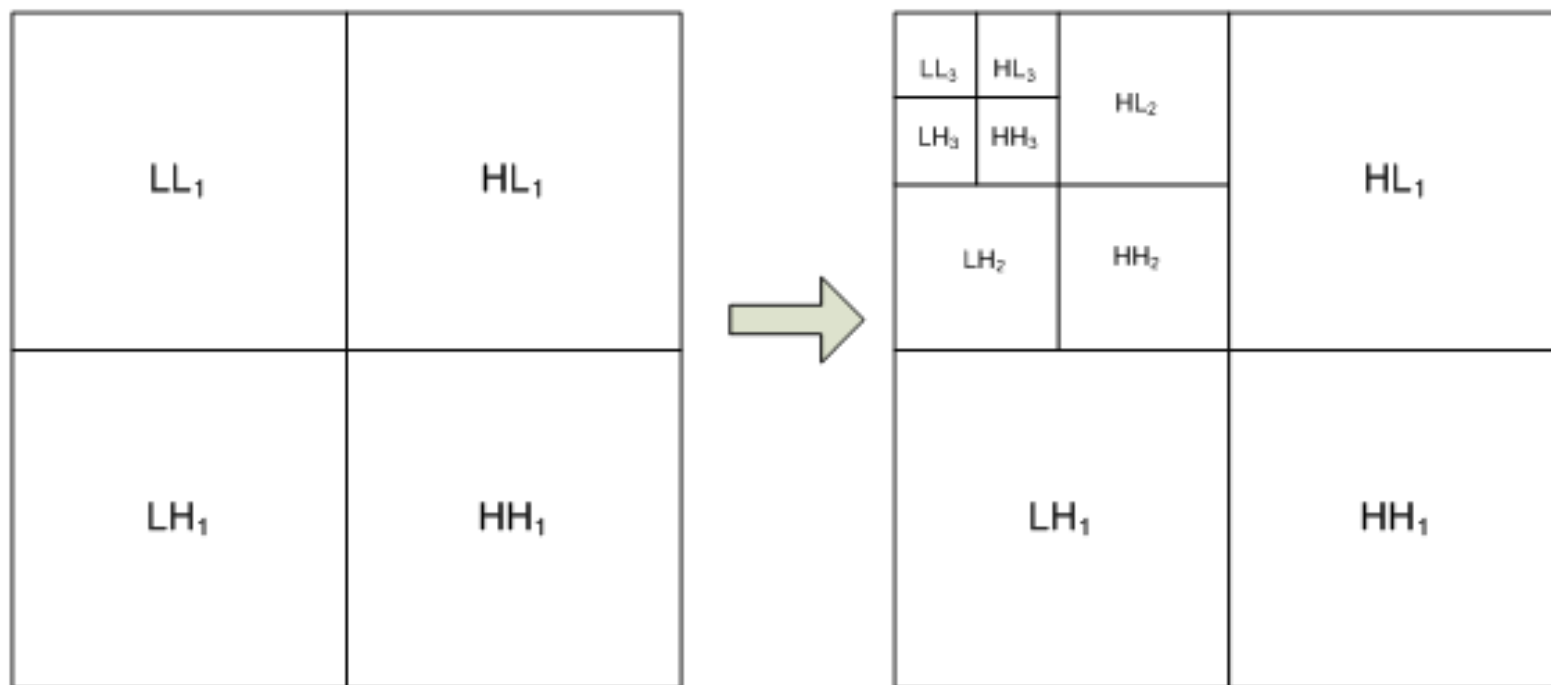
Τελική εικόνα un-sharp



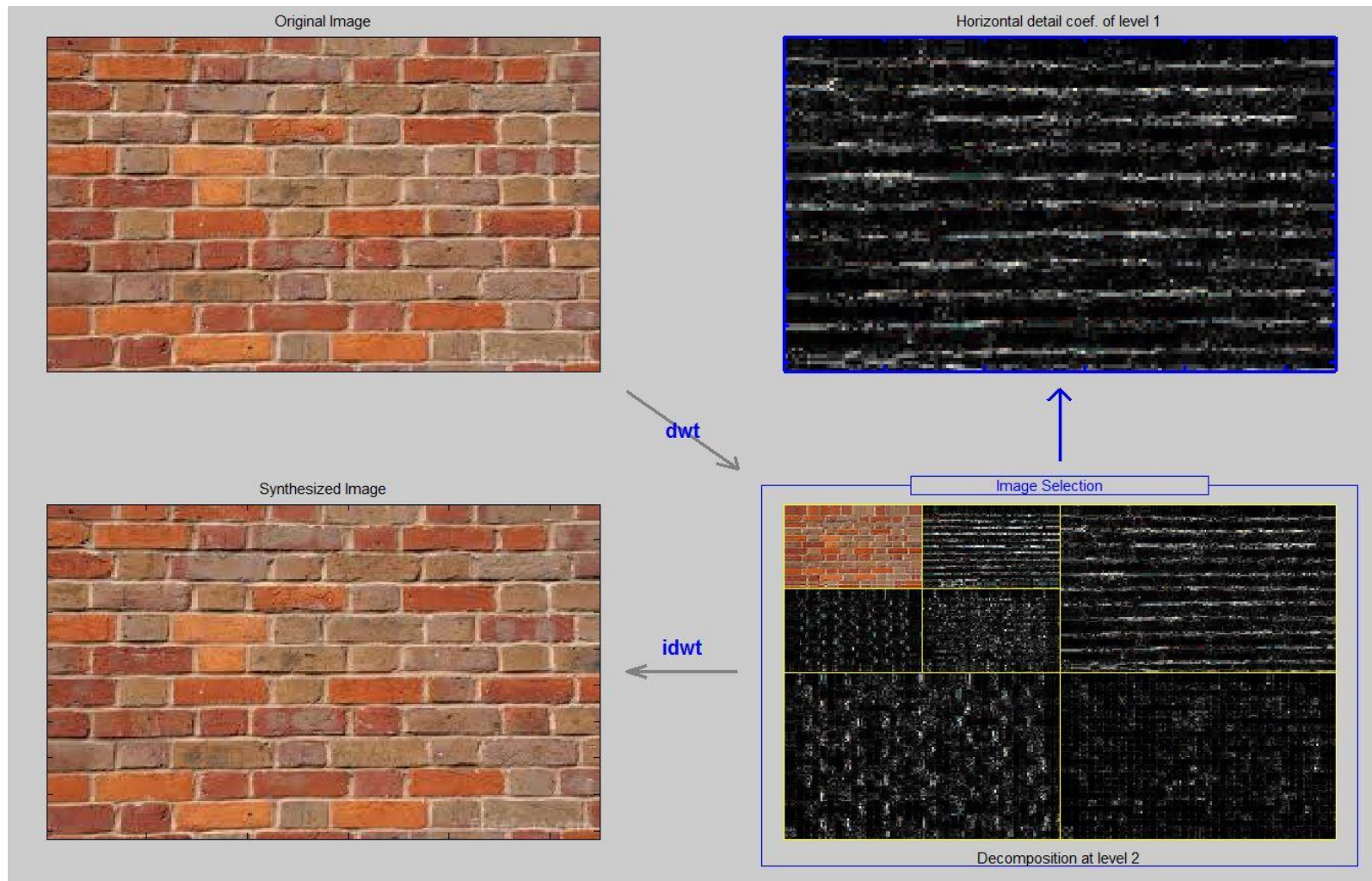
2D-DWT ενός επιπέδου



Ανάλυση κυματιδίων

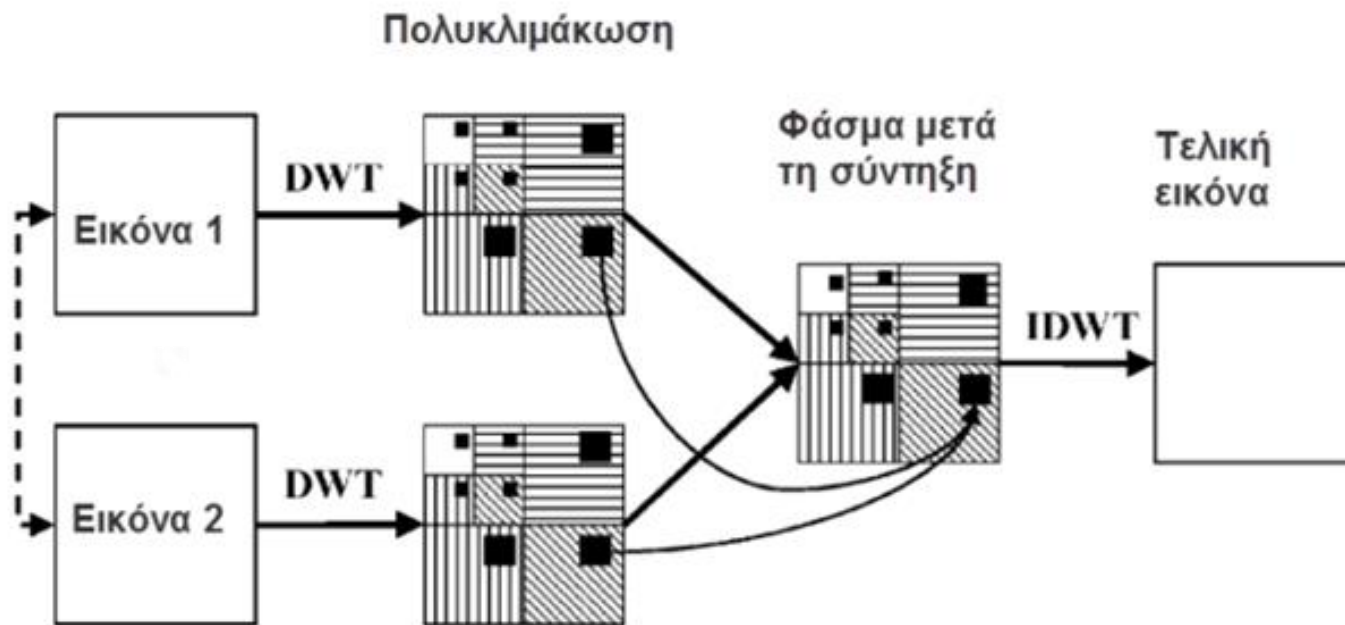


Παράδειγμα ανάλυσης 2 επιπέδων

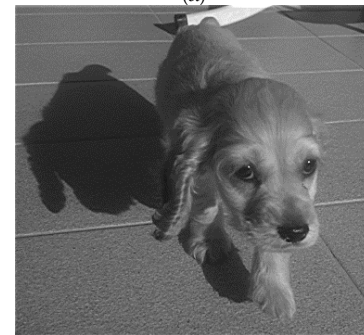
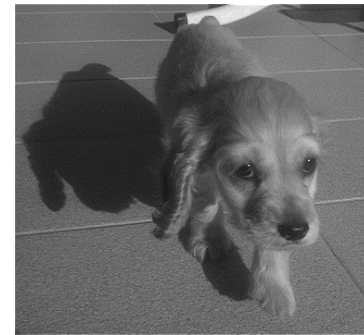
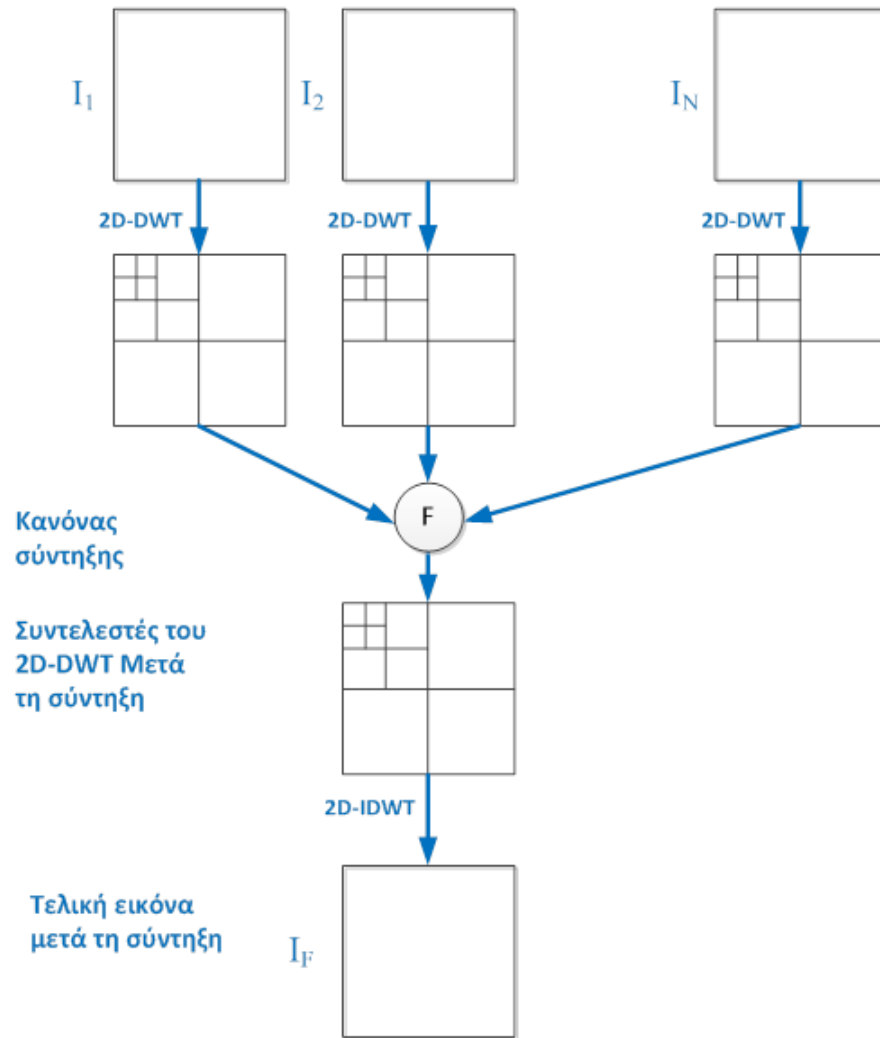


Fusion με 2D-Discrete Wavelet Transform

Σύντηξη: Συνδυασμός πληροφοριών από διάφορες εικόνες που λαμβάνονται από την ίδια σκηνή, προκειμένου να επιτευχθεί μια νέα εικόνα, η οποία να περιέχει τις καλύτερες πληροφορίες που προέρχονται από τις αρχικές εικόνες.



Τεχνική 1: Αύξηση της οξύτητας σε μια grayscale εικόνα



(ε)

Δείκτες αξιολόγησης

□ Χωρική συχνότητα

$$SF = \sqrt{(RF)^2 + (CF)^2} \text{ όπου } RF = \sqrt{\frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=1}^{N-1} [F(m,n) - F(m,n-1)]^2}$$
$$\text{και } CF = \sqrt{\frac{1}{MN} \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=1}^{M-1} [F(m,n) - F(m-1,n)]^2}$$

Εκφράζει τη συχνότητα των αλλαγών ανά μονάδα μήκους της εικόνας

□ Εντροπία

$$H = - \sum_{n=0}^{255} p(n) \log_2 p(n) \quad \text{bits / pixel}$$

Είναι μέτρο της πληροφορίας που περιέχεται σε μια εικόνα. Είναι ευαίσθητη στο θόρυβο και στις διακυμάνσεις.

□ Contrast Michelson

$$C = \frac{\max(N_p) - \min(N_p)}{\max(N_p) + \min(N_p)}$$

Εκφράζει την αντίθεση σε μια περιοχή N γύρω από το εικονοστοιχείο p.

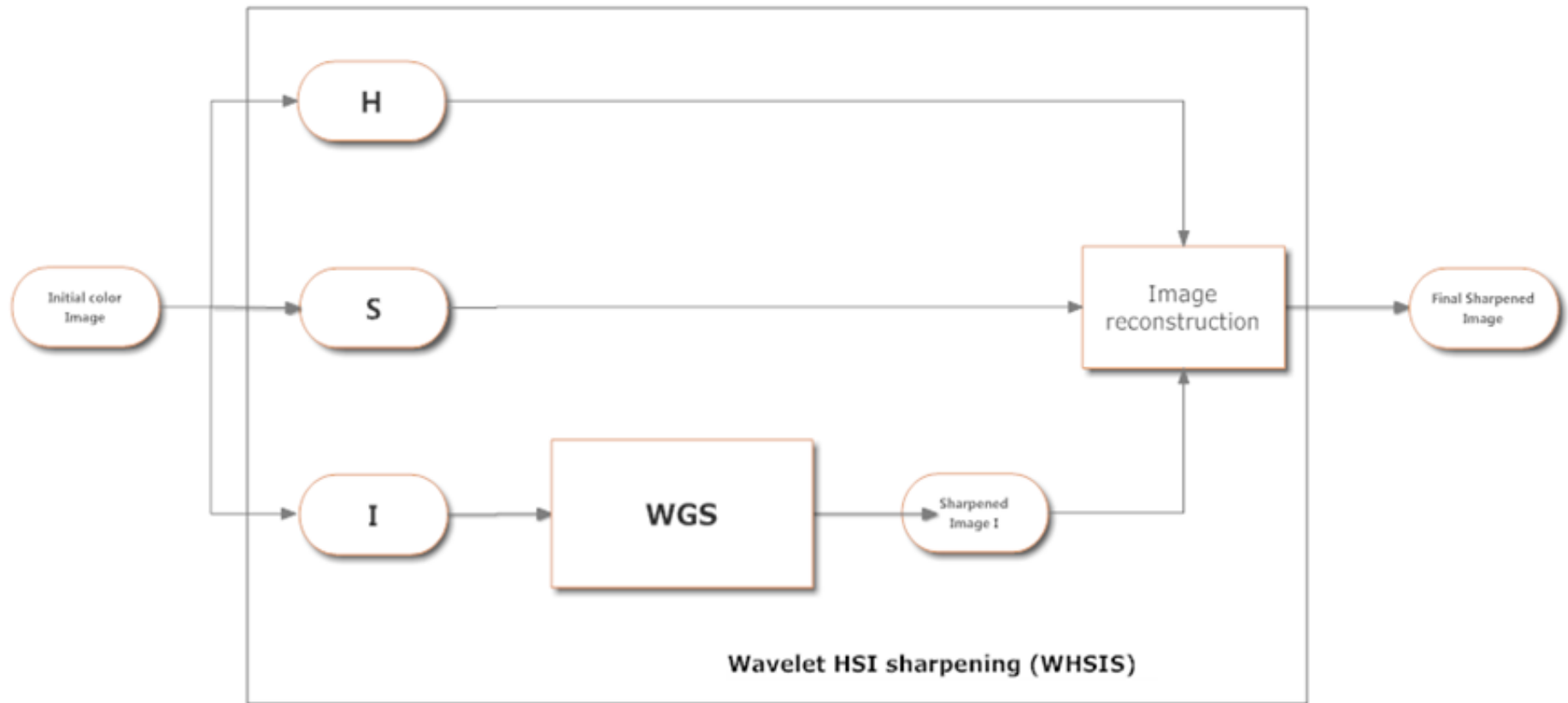
Τεχνική 1: Αύξηση της οξύτητας σε μια grayscale εικόνα



	Εντροπία	Χωρική Συχνότητα	Μέση αντίθεση
Αρχική εικόνα	6.6557	2.5326	0.04696
Εικόνα κλάδου 1	6.7814	4.6813	0.0435
Εικόνα κλάδου 2	6.8141	4.8157	0.0454
Εικόνα κλάδου 3	6.8415	4.8839	0.0464
Εικόνα κλάδου 4	6.8644	4.9204	0.0469
Εικόνα κλάδου 5	6.9013	4.9566	0.047518
Τελική εικόνα	6.9013	4.9626	0.087062

Οι τιμές των παραμέτρων που χρησιμοποιήθηκαν είναι $\sigma=2$, $k=\sqrt{2}$, $m=1$ και το 'db4' κυματίδιο

Τεχνική 2.1: Αύξηση της οξύτητας σε μια έγχρωμη εικόνα με το χρωματικό μοντέλο HSI.



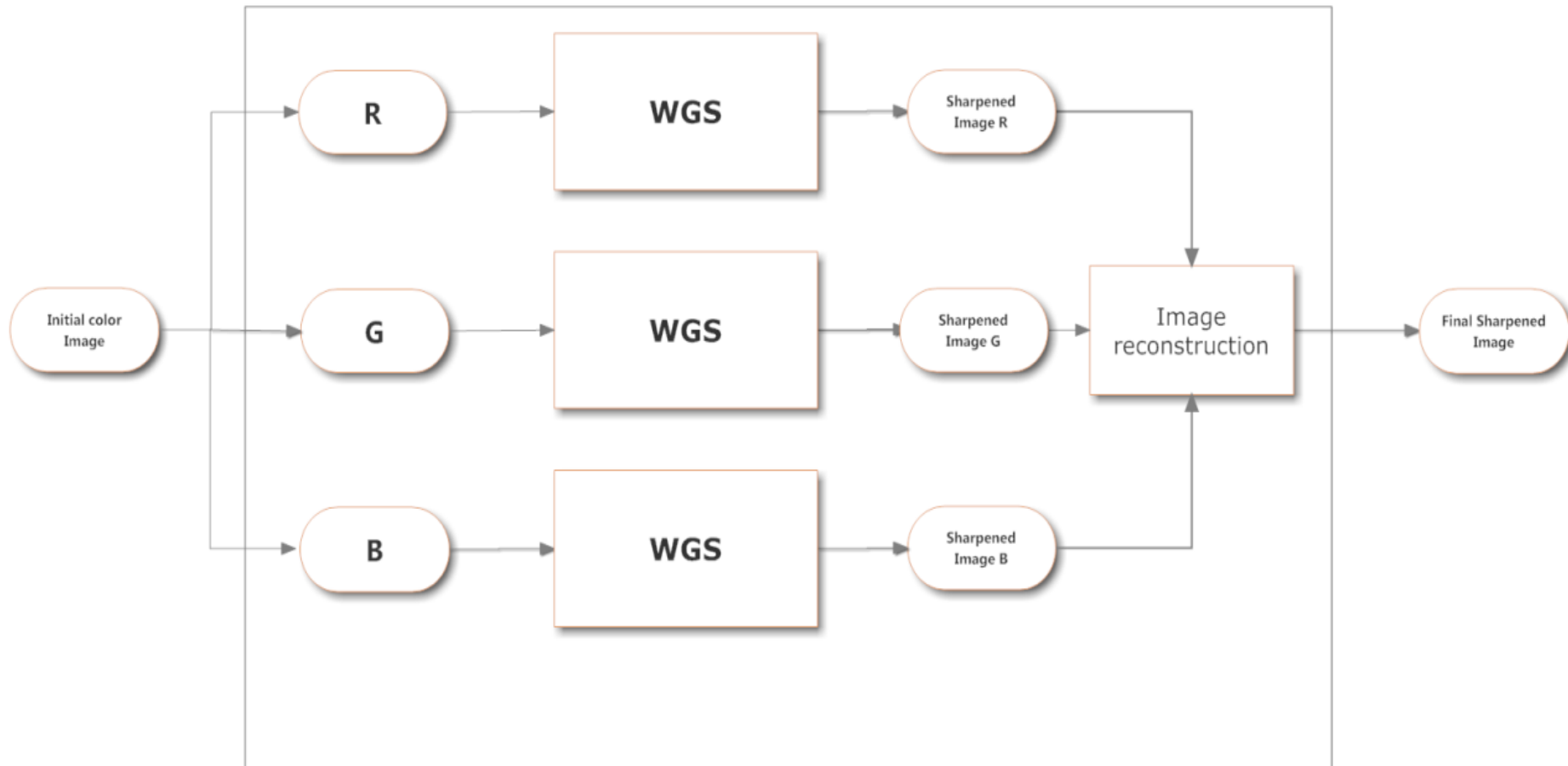
Τεχνική 2.1: Αύξηση της οξύτητας σε μια έγχρωμη εικόνα με το χρωματικό μοντέλο HSI.



	Εντροπία	Χωρική Συχνότητα	Μέση αντίθεση
Αρχική εικόνα	7.111	16.72	0.3516
Τελική εικόνα	7.7444	30.66	0.4957

Οι τιμές των παραμέτρων που χρησιμοποιήθηκαν είναι $\sigma=2$, $k=\sqrt{2}$, $m=1$ και το 'db4' κυματίδιο

Τεχνική 2.2: Αύξηση της οξύτητας σε μια έγχρωμη εικόνα με το χρωματικό μοντέλο RGB.

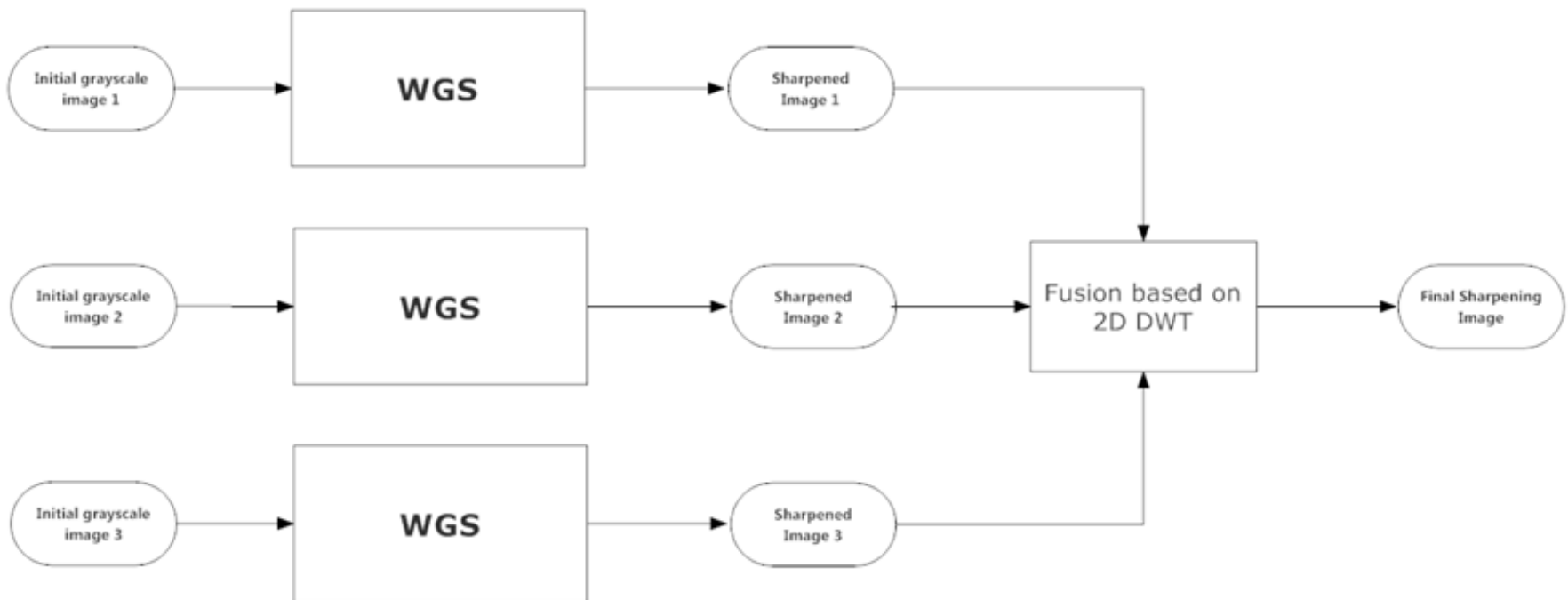


Τεχνική 2.2: Αύξηση της οξύτητας σε μια έγχρωμη εικόνα με το χρωματικό μοντέλο RGB.



	Εντροπία	Χωρική Συχνότητα	Μέση αντίθεση
Αρχική εικόνα	7.7986	32.1595	0.43432
Τελική εικόνα	7.4006	65.3596	0.56451

Τεχνική 3: Σύντηξη grayscale εικόνων με παράλληλη αύξηση της οξύτητας.



Τεχνική 3: Σύντηξη grayscale εικόνων με παράλληλη αύξηση της οξύτητας.



Αρχικές εικόνες

WGS

Ενδιάμεσες εικόνες

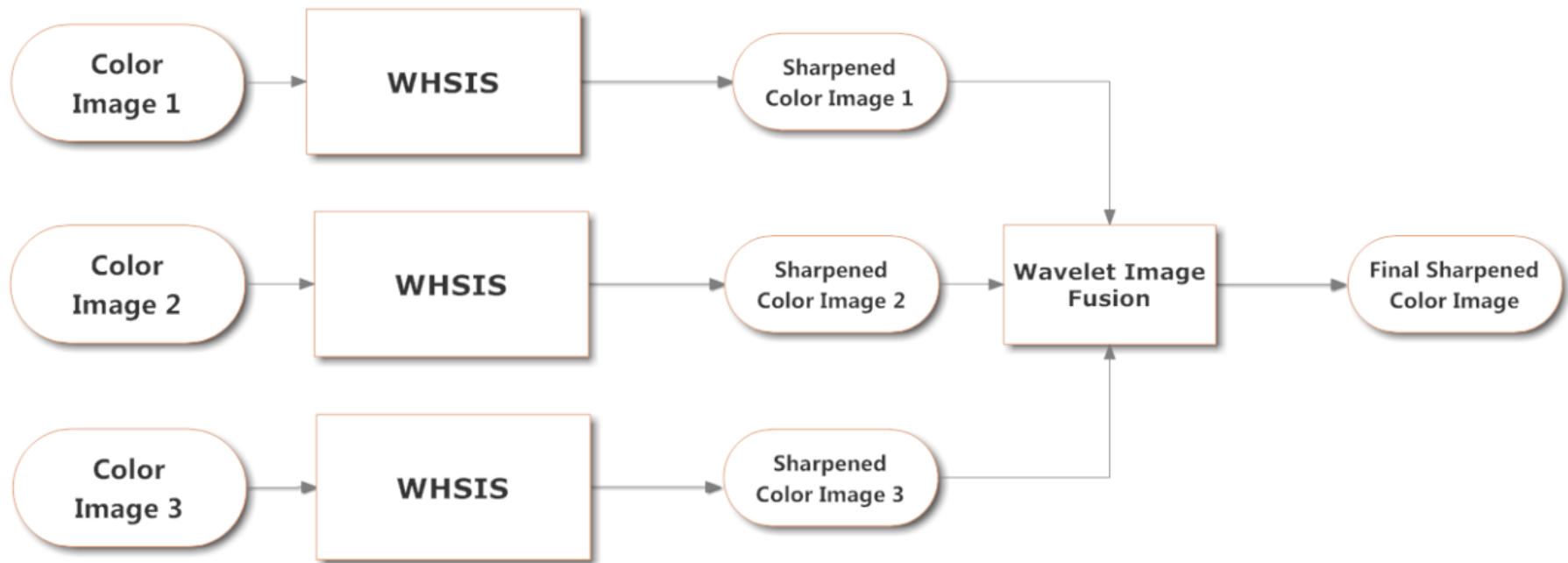
Fusion

Τελική εικόνα

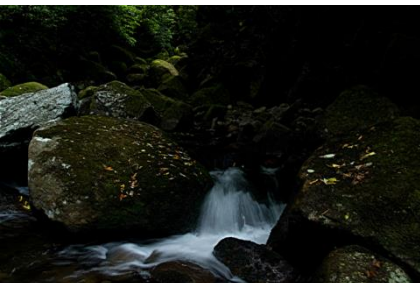
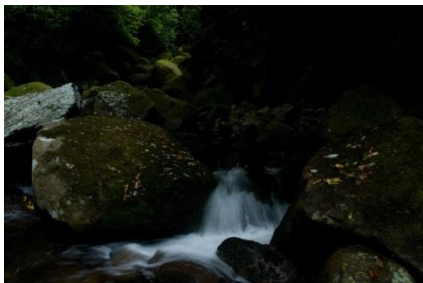
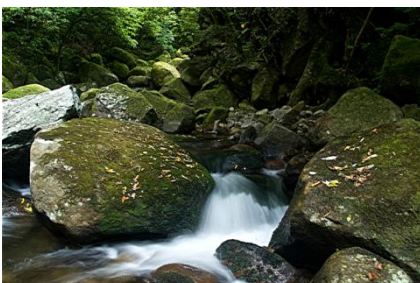
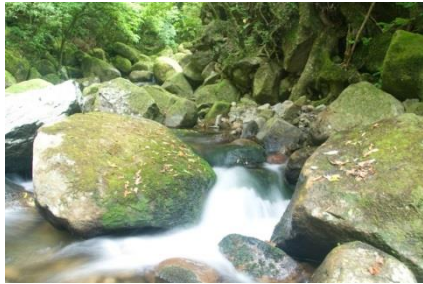
	Εντροπία	Χωρική Συχνότητα	Μέση αντίθεση
Αρχική εικόνα 1	7.3685	28.3963	0.4033
Αρχική εικόνα 2	6.5714	25.7045	0.4374
Αρχική εικόνα 3	6.8987	25.8680	0.4162
Ενδ. Εικόνα 1	7.0371	52.6066	0.6427
Ενδ. Εικόνα 2	6.2971	46.1843	0.6911
Ενδ. Εικόνα 3	6.6527	47.0431	0.6682
Τελική εικόνα	6.9829	54.5993	0.56451



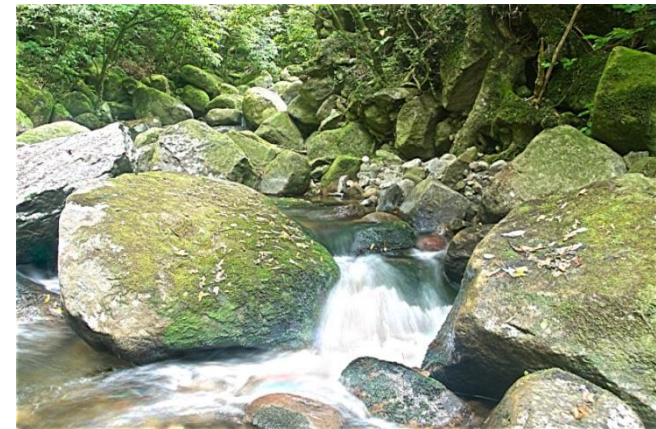
Τεχνική 4: Σύντηξη έγχρωμων εικόνων με παράλληλη αύξηση της οξύτητας.



Τεχνική 4: Σύντηξη έγχρωμων εικόνων με παράλληλη αύξηση της οξύτητας.



	Εντροπία	Χωρική Συχνότητα	Μέση αντίθεση
Αρχική εικόνα 1	7.7246	29.9835	0.2182
Αρχική εικόνα 2	7.2129	23.5805	0.4190
Αρχική εικόνα 3	4.9853	12.0658	0.5638
Ενδ. Εικόνα 1	7.5557	54.6198	0.3731
Ενδ. Εικόνα 2	7.0977	43.2599	0.6114
Ενδ. Εικόνα 3	4.7416	22.4829	0.6642
Τελική εικόνα	7.6483	57.0465	0.56451



Αρχικές εικόνες

WHSIS

Ενδιάμεσες εικόνες

Fusion

Τελική εικόνα

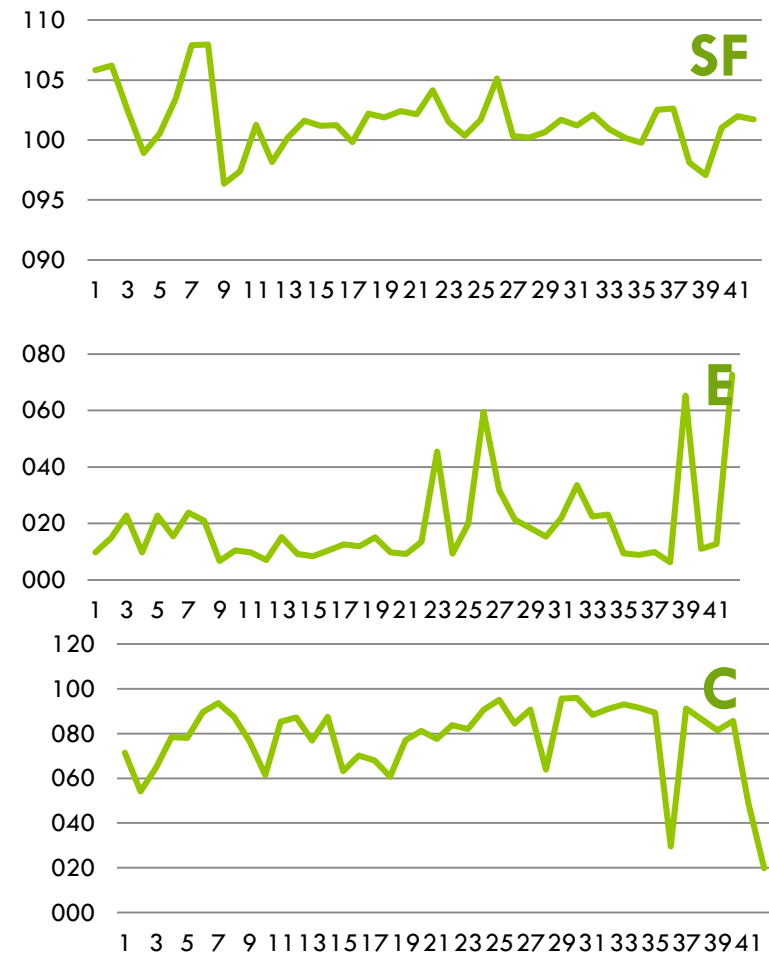
Διερεύνηση 1^η

Εφαρμογή της τεχνικής 1 (WGS) σε 42 κλασικές εικόνες χαμηλής ανάλυσης.

SF		Αντίθεση		Εντροπία	
μ	σ	μ	σ	μ	σ
101.53	2.53	77.82	16.91	19.22	15.42

Μέση ποσοστιαία μεταβολή των SF, αντίθεσης και εντροπίας σε σχέση με την αρχική εικόνα

Οι παράμετροι της τεχνικής που χρησιμοποιήθηκαν για όλες τις εικόνες είναι $\sigma = 2$, $m = \sqrt{2}$ και *wavetype* = 'db4'



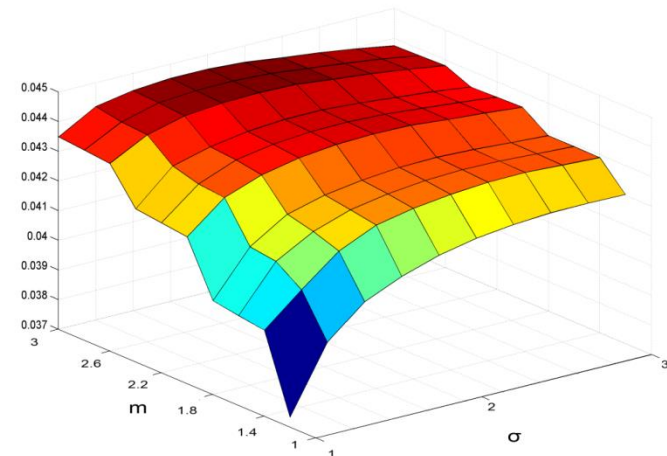
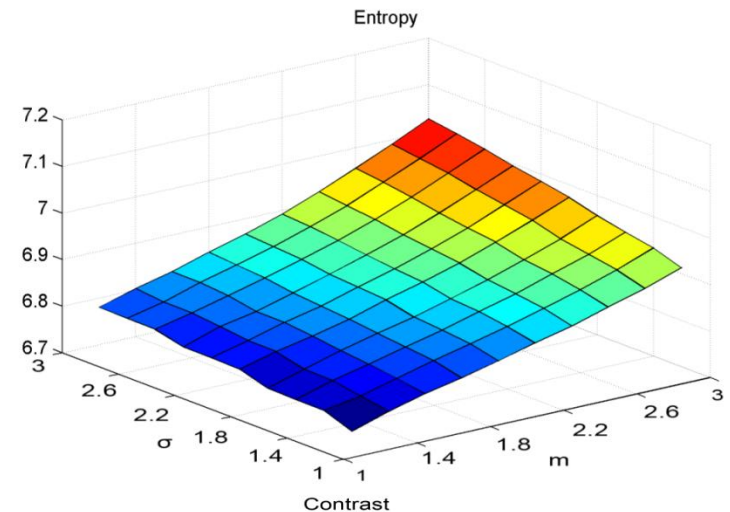
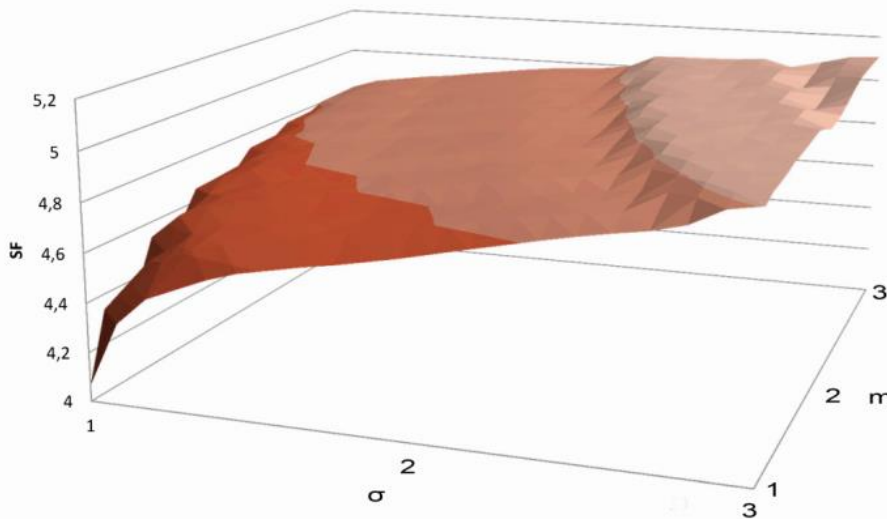
Διερεύνηση 2^η

Επίδραση των παραμέτρων s και m στο τελικό αποτέλεσμα.

s 1:0.1:3

m 1:0.1:3

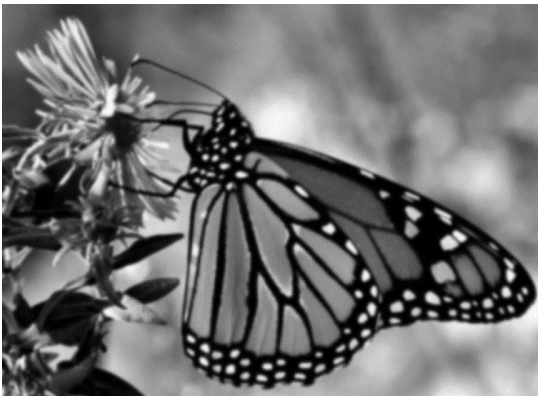
Μεταβολή Χωρικής Συχνότητας SF



Διερεύνηση 3^η

Αύξηση της οξύτητας με τοπικό περιορισμό.

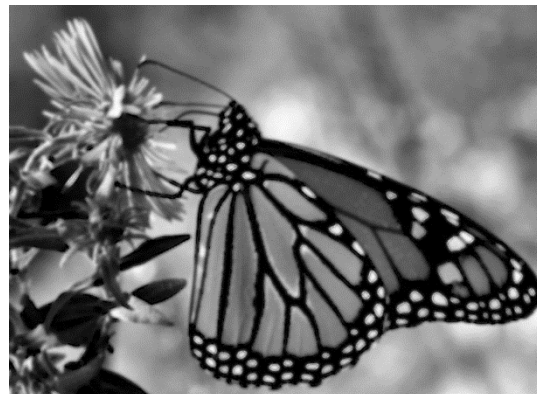
Η τεχνική εφαρμόζεται στα εικονοστοιχεία που έχουν Contrast μεταξύ των κατωφλίων T_1 και T_2 .



Αρχική εικόνα
SF=11.0129
Contrast=0.14698
Entropy=7.7219



$T_1=0$, $T_2=1$
SF=19.4816
Contrast=0.18171
Entropy=8.4319



$T_1=0.4$, $T_2=0.6$
SF=14.7464
Contrast=0.20498
Entropy=7.6267

Διερεύνηση 4^η

Εφαρμογή της μεθόδου αύξησης της οξύτητας σε 40 έγχρωμες εικόνες τόσο μέσω του HSI όσο και του RGB.

	SF		Αντίθεση		Εντροπία	
	μ	σ	μ	σ	μ	σ
HIS	72.95	13.7	56.31	18.998	-0.989	5.098
RGB	79.26	12.13	66.31	21.67	-1.5	5.23

Μέση ποσοστιαία μεταβολή των SF, αντίθεσης και εντροπίας σε σχέση με την αρχική εικόνα

Διερεύνηση 5^η

Σύγκριση της απλής σύντηξης με τον αλγόριθμο αύξησης της οξύτητας σε τρεις γκρι εικόνες.

	SF	Αντίθεση	Εντροπία	Piela
Εικόνα 1	13.2248	0.1465	7.0479	
Εικόνα 2	7.5521	0.1655	5.6098	
Εικόνα 3	16.5757	0.1130	7.2639	
Απλή σύντηξη	17.1179	0.11537	7.3171	0.8115
Αύξηση οξύτητας και σύντηξη	32.0108	0.2262	7.1101	0.7900



Απλή σύντηξη



Αλγόριθμος αύξησης οξύτητας

Διερεύνηση 6^η

Σύγκριση της απλής σύντηξης με τον αλγόριθμο αύξησης της οξύτητας σε τρεις έγχρωμες εικόνες.

	SF	Αντίθεση	Εντροπία
Εικόνα 1	14.4890	0.3127	6.6813
Εικόνα 2	19.5648	0.2514	7.5310
Εικόνα 3	24.3931	0.2018	7.4183
Απλή σύντηξη	26.3392	0.2464	7.6528
Αύξηση οξύτητας και σύντηξη	48.3653	0.4021	7.4292



Απλή σύντηξη



Αλγόριθμος αύξησης
οξύτητας