

Υποέργο 2: Επιστημονικά Προγράμματα

Υποέργο 3: Μεταπτυχιακή Εκπαίδευση και  
Επιστημονική Έρευνα

Πρόγραμμα Προσέλευσης: Προγράμματα για την ανάπτυξη  
των μεταπτυχιακών σπουδών σε επίπεδο  
Επιστημονική έρευνας τεχνολογίας και καινοτομίας

Υποέργο 4: Μεταπτυχιακή Εκπαίδευση

Υποέργο 5: Μεταπτυχιακή Εκπαίδευση



Πρόλογος	3
Εισαγωγή	5
1. Υδατογραφία	8
1.1. Ορισμός	5
1.2. Ιστορία του Υδατογραφήματος	5
2. Υδατογράφηση	12
2.1.1 Δημόσια και Τυφλή Υδατογράφηση (Public and Blind Watermarking)	13
2.1.2 Ημί-τυφλή Υδατογράφηση (Semi-blind Watermarking)	13
2.1.3 Ιδιωτική και Ιση-τυφλή Υδατογράφηση (Private and non-blind Watermarking)	14
2.1.4 Ασύμμετρη Υδατογράφηση (Asymmetric Watermarking)	14
3. Ψηφιακό Υδατόσημο - Ορισμός	16
3.1. Κατηγορίες Υδατοσήμων	15
3.2. Ορατά Υδατογραφήματα	15
3.3. Αόρατα Υδατογραφήματα	17
3.4. Χαρακτηριστικά του Ψηφιακού Υδατογραφήματος	20
4. Ψηφιακή Υδατογράφηση	21
4.1. Η Αδυναμία των Ψηφιακών Μέσων, Αντί Δημιουργίας της Ψηφιακής Υδατογράφησης	21
4.2. Ορισμός της Ψηφιακής Υδατογράφησης	22
4.3. Διαδικασία Εισαγωγής, Εξαγωγής και Ανίχνευσης του Υδατογραφήματος	23
4.4. Δομή Ενός Τυπικού Συστήματος Υδατογράφησης	24
4.5. Μοντέλο Αναφοράς για τη Διαχείριση Πνευματικών Δικαιωμάτων	29
4.6. Παραπομπές και Επιθέσεις	32
4.7. Εμπορικές Εφαρμογές της Ψηφιακής Υδατογράφησης	35
4.8. Επιχειρήσεις Συστημάτων Ψηφιακής Υδατογράφησης	37
4.9. Εφαρμογές	39
4.10. Εκδυμνιές Ιδιότητες Συστημάτων Υδατογράφησης	46
4.11. Είδη Συστημάτων Ψηφιακής Υδατογράφησης	46
4.12. Δομικά Στοιχεία Συστήματος Ψηφιακής Υδατογράφησης	47
4.13. Χρήση των Κλειδιών στην Ψηφιακή Υδατογράφηση	48
4.14. Το Μέλλον και η Αναγκαιότητα της Ψηφιακής Υδατογράφησης	48
4.15. Ανάγκη για Δοκιμή Απόδοσης	50
4.16. Ψηφιακή Υδατογράφηση και Χρήστες της	51
Τεχνικές Ψηφιακής Υδατογράφησης	59
1. Τεχνική Ευρέως Φάσματος (Broad Spectrum)	59
1.1. Μέθοδοι Εφαρμογής Ευρέως Φάσματος	59
1.2. Διαμόρφωση Φάσης (Phase Modulation)	60
1.3. Διαμόρφωση Πλάτους (Amplitude Modulation)	61
1.4. Διατήρηση του Μέσου Όρου Φωτεινότητας (Preserving the Luminance Average)	61
1.5. Κβαντοποίηση των Συντελεστών του Διακριτού Μιστοσχηματισμού Συνεκτικού (Discrete Cosine Transform Coefficient Quantization)	62

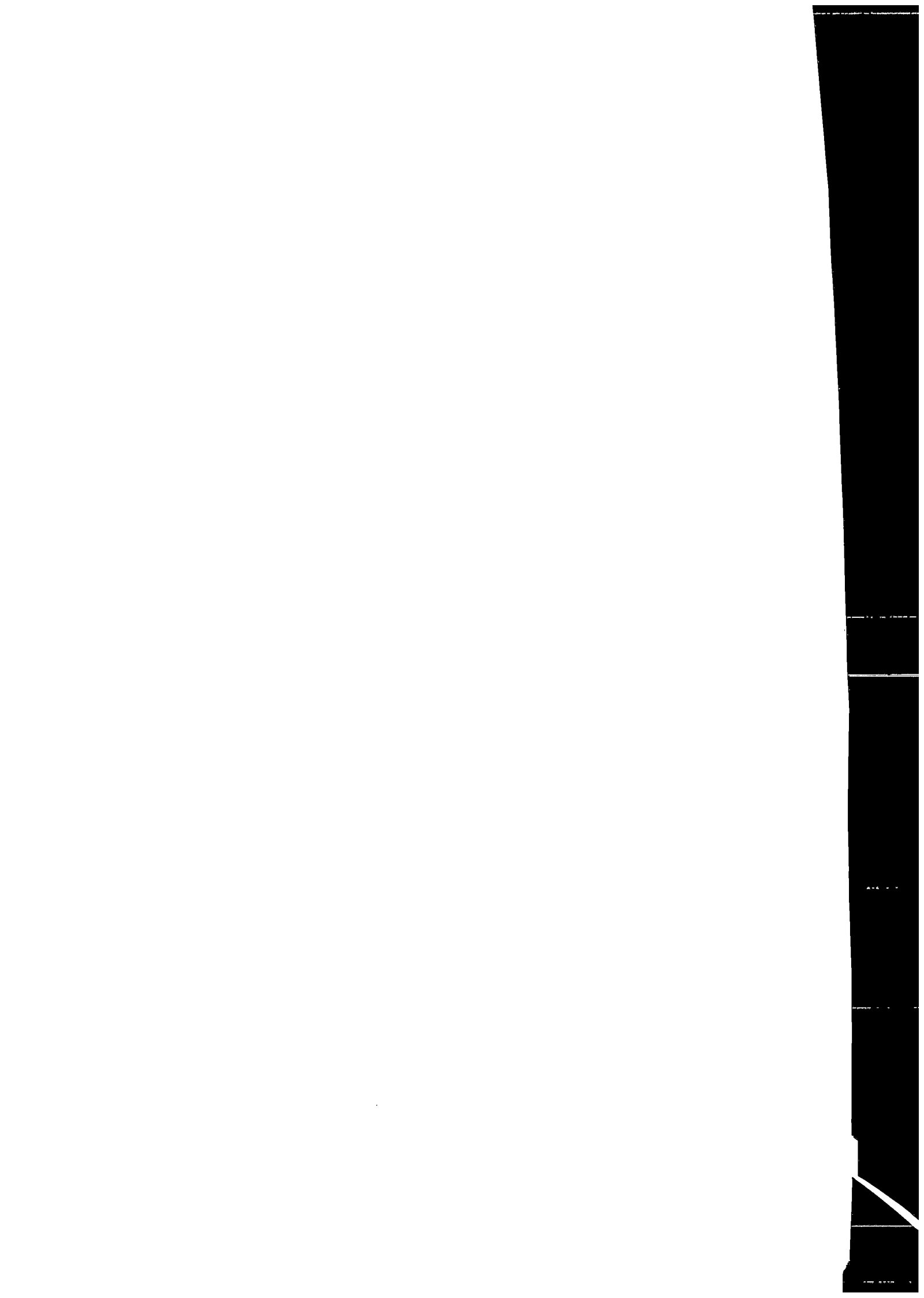
Επιθέσεις στα Συστήματα Ψηφιακής Υδατογράφησης _____	63
1. Επιθετικές των Συστημάτων Ψηφιακής Υδατογράφησης _____	63
2. Είδη Επιθέσεων _____	63
2.1. Επιθέσεις στη Στοιβαρότητα _____	63
2.2. Επιθέσεις Εντοπισμού _____	64
2.3. Επιθέσεις Διεργητικές _____	64
3. Εξαρτήσεις του Χάρτη _____	64
3.1. Θόρυβος και Υπερδατογραφία _____	64
3.2. Σημείωση _____	64
3.3. Επιθέσεις Μέσου Όρου _____	64
4. Επιθέσεις Εντοπισμού _____	65
4.1. Επιθέσεις Παραμόρφωσης (Distortion Attacks) _____	65
4.2. Περιορισμός του Bitrate (Bitrate Limitations) _____	66
5. Επιθέσεις Διαρρηγνείας _____	67
5.1. Επιθέσεις Πρωτοκόλλου _____	67
<b>Εφαρμογές _____</b>	<b>62</b>
<i>Υδατογράφηση Επίκλιων με τη Χρήση του Προγράμματος Watermark Factory _____</i>	<i>69</i>
<i>Προγράμματα Δοκιμής Απόδοσης: Cisekmark, Deltmark, Optimark _____</i>	<i>75</i>
1. Cisekmark _____	74
1.1. Επιθέσεις _____	75
1.2. Παράδειγμα: Επίθεσης Αποκοπής _____	76
1.3. Παράδειγμα: Επίθεσης Περιστροφής _____	78
1.4. Παράδειγμα: Επίθεσης Φιλτραρίσματος _____	80
1.5. Εφαρμογές _____	81
2. Deltmark _____	81
3. Optimark _____	82
3.1. Το Πρόγραμμα Δοκιμής Απόδοσης Optimark _____	83
4. Το Πρόγραμμα Als Watermark Pictures Protector _____	92
4.1. Γενικότερα Χαρακτηρηστικά Του Προγράμματος _____	92
4.2. Λειτουργία Του Προγράμματος _____	93
<i>Παραδειγματικά υδατογραφημένων επίκλιων με τη χρήση των προαναφερθέντων προγραμμάτων _____</i>	<i>103</i>
<i>Παραπομπές – Βιβλιογραφία _____</i>	<i>106</i>
<i>Παραπομπές - Internet _____</i>	<i>108</i>

Στη παρούσα εργασία θα αναφερθούμε, στο τρόπο που οι κάτοχοι ψηφιακών αντικειμένων (και ιδιαίτερα εικόνων) , μπορούν να προστατέψουν τα πνευματικά τους δικαιώματα, με τη μέθοδο της ψηφιακής υδατογράφησης. Η τεχνική αυτή επιτυγχάνεται, με την εισαγωγή πληροφοριών πνευματικής ιδιοκτησίας στο ψηφιακό αντικείμενο, χωρίς την απώλεια της ποιότητάς του.

Στην περίπτωση που τα πνευματικά δικαιώματα ενός ψηφιακού αντικειμένου ζητηθούν, οι πληροφορίες αυτές εξάγονται για να προσδιορίσουν το νόμιμο ιδιοκτήτη. Επίσης είναι δυνατό να κωδικοποιηθεί η ταυτότητα του αρχικού αγοραστή μαζί με την ταυτότητα του κατόχου των πνευματικών δικαιωμάτων, έτσι ώστε να επιτευχθεί η ανίχνευση οποιονδήποτε αναρμόδιων αντίγραφων. Ο πιο συχνός τρόπος ενσωμάτωσης πληροφοριών στα πολυμεσικά δεδομένα, είναι η χρήση του ψηφιακού υδατογραφήματος, το οποίο μπορεί να είναι είτε ορατό, για παράδειγμα το λογότυπο μιας επιχείρησης, είτε αόρατο με την απόκρυψη πληροφοριών στο αντικείμενο.

Η απόκρυψη πληροφοριών, είναι μια τεχνική που συναντάται από πολύ παλιά, καθώς έχουν βρεθεί αρχαία κείμενα, στα οποία υπάρχουν αναφορές τεχνικών απόκρυψης. Για παράδειγμα στην αρχαία Ελλάδα σε μια από τις Ιστορίες του Ηροδότου αναφέρεται, ότι ο Δημήρατος θέλοντας να ενημερώσει τη Σπάρτη ότι οι Πέρσες σκόπευαν να εισβάλουν στην Ελλάδα, χωρίς όμως να γίνει αντιληπτό, εφάρμοσε το εξής. Έγραψε το μήνυμα σε πλάκες, τις οποίες έπειτα κάλυψε με κερί, και με αυτό τον τρόπο κατάφερε να περάσει το μήνυμα από τους φρουρούς, χωρίς να το αντιληφθούν.

Μία άλλη μέθοδο που χρησιμοποιούσαν εκείνη την εποχή, ήταν η “γραφή” (κάτι παρόμοιο με τατουάζ) ενός κειμένου ή ενός στρατηγικού σχεδίου στο κεφάλι ενός αγγελιοφόρου. Μετά περιμένανε να μεγαλώσουν τα μαλλιά του, και έτσι το μήνυμα δεν γινότανε αντιληπτό μέχρις ότου να ξυριστεί και πάλι το κεφάλι του.



Στην σημερινή εποχή έχει αλλάξει ο σκοπός απόκρυψης πληροφοριών. Ενώ στο παρελθόν χρησιμοποιούσαν τις προαναφερθείσες τεχνικές για να μεταδίδουν αποκλειστικά κρυμμένες πληροφορίες, σήμερα χρησιμοποιούμε τεχνικές όπως η στεγανογραφία, η κρυπτογραφία και η ψηφιακή υδατογράφηση και για λόγους προστασίας των πνευματικών δικαιωμάτων των ιδιοκτητών.

Οι τεχνικές προστασίας των ιδιοκτητών που αναφερθήκανε προηγουμένως, έχουν μια πολύ σημαντική διαφορά, και αυτή είναι ο σκοπός που εξυπηρετεί η καθεμία. Ενώ η κρυπτογραφία ασχολείται με την προστασία του περιεχομένου των μηνυμάτων (την έννοιά τους), «ανακατεύοντας» τα μηνύματα έτσι ώστε αν υποκλαπούν, να μην μπορούν να γίνουν κατανοητά, η στεγανογραφία ασχολείται με την απόκρυψη της ίδιας της ύπαρξής τους. Δηλαδή ασχολείται με την απόκρυψη της ύπαρξης πληροφοριών μέσα στους φαινομενικά αβλαβείς μεταφορείς.

Τέλος η υδατογράφηση διαφέρει της στεγανογραφίας, διότι χρησιμοποιεί και ορατά υδατογραφήματα, όπου τα σημάδια των πνευματικών δικαιωμάτων είναι διακριτά. Επιπλέον και η πρόθεση της χρήσης είναι διαφορετική: το ωφέλιμο φορτίο (payload) ενός υδατογραφήματος μπορεί να θεωρηθεί ως ιδιότητα του σήματος κάλυψης (π.χ., πληροφορίες πνευματικών δικαιωμάτων, άδεια, ιδιοκτησία, κλπ.), ενώ οι περισσότερες περιπτώσεις απόκρυψης πληροφοριών μέσω στεγανογραφικών τεχνικών δεν σχετίζονται καθόλου με την κάλυψη.

## Εισαγωγή

### 1. Υδατογράφημα

#### 1.1. Ορισμός

Αν και υπάρχουν ποικίλες έννοιες για τη λέξη αυτή, όλοι συμφωνούν στο ότι υδατογράφημα είναι, το τι πραγματικά προστίθεται στο σήμα κάλυψης (cover-signal) προκειμένου να μεταβιβαστούν κρυμμένα δεδομένα, τα οποία παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τον ιδιοκτήτη του αντικειμένου.

Το υδατογράφημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για λόγους πέρα του υπολογιστή, όπως για παράδειγμα στα χαρτονομίσματα και στα εισιτήρια των μέσων μαζικής μεταφοράς, τα οποία φέρουν ένα αναγνωριστικό υδατογράφημα, με σκοπό η πλαστογράφηση τους να γίνει δυσκολότερη.

#### 1.2. Ιστορία του Υδατογραφήματος

Τα πρώτα υδατογραφημένα έγγραφα εμφανίστηκαν στο τέλος του 13 αιώνα. Το 17 αιώνα, ο Claude Gellie (γνωστός επίσης και ως Claude Lorrain), εισήγαγε μια μέθοδο προστασίας της πνευματικής του ιδιοκτησίας, σχεδόν εκατό χρόνια προτού να κατατεθεί οποιοσδήποτε σχετικός νόμος (ο πρώτος νόμος «πνευματικών δικαιωμάτων» ήταν το «Θέσπισμα της Άννας» ('Statute of Anne') που εισήχθη από το Αγγλικό Κοινοβούλιο το 1710.) Για κάποιο χρονικό διάστημα, περίπου από το 1635 μέχρι το τέλος της ζωής του το 1682, ο Lorrain είχε ένα βιβλίο που το ονόμασε Liber Veritatis (τώρα βρίσκεται στο Βρετανικό μουσείο του Λονδίνου). Το Liber Veritatis ήταν μια συλλογή σχεδίων υπό μορφή τετραδίου ιχνογραφίας (sketchbook). Το βιβλίο έγινε ειδικά γι' αυτόν, ήτανε μια σειρά από εναλλασσόμενες σελίδες, τέσσερις μπλε που ακολουθήθηκαν από τέσσερις λευκές, οι οποίες επαναλαμβάνονταν με αυτόν τον τρόπο και περιείχαν περίπου 195 σχέδια. Ένας από τους βιογράφους του Lorrain, ανέφερε ότι ο σκοπός της δημιουργίας του Liber

Veritatis ήταν να προστατευθεί ο Lograin από την πλαστογραφία (δεν είναι σαφές «κατά πόσο το βιβλίο του Lograin μπορεί να θεωρηθεί τρόπος προστασίας ενάντια στη πλαστογραφία»). Οποιαδήποτε σύγκριση μεταξύ των σχεδίων που υπήρχαν στο βιβλίο και των έργων ζωγραφικής, φανερώνει ότι τα πρώτα (σχέδια του Liber Veritatis) είχαν ως σκοπό να χρησιμεύσουν σαν ένας έλεγχος στα τελευταία. Με αυτή την τεχνική οποιοσδήποτε προσεκτικός παρατηρητής θα μπορούσε να πει εάν ένα συγκεκριμένο έργο ζωγραφικής ήταν πλαστογραφημένο ή όχι.

Παρόμοιες τεχνικές χρησιμοποιούνται και σήμερα. Το ImageLock για παράδειγμα, έχει μια κεντρική βάση δεδομένων με εικόνες και ψάχνει περιοδικά στον Ιστό για όμοιες εικόνες. Τα ανιχνευτικά συστήματα (Tracking systems) που βασίζονται στα ιδιωτικά υδατογραφήματα απαιτούν επίσης κεντρικές βάσεις δεδομένων, δηλαδή διατηρούν μια βάση δεδομένων με ιδιωτικά υδατογραφήματα και ψάχνουν στο διαδίκτυο για παρόμοια υδατόσημα. Δυστυχώς, εκτός από την έκταση του προβλήματος τίποτα δεν έχει αλλάξει, δεδομένου ότι τέτοιες υπηρεσίες ακόμα δεν παρέχουν οποιαδήποτε απόδειξη της παράβασης.

## 2. Ψηφιογράφηση

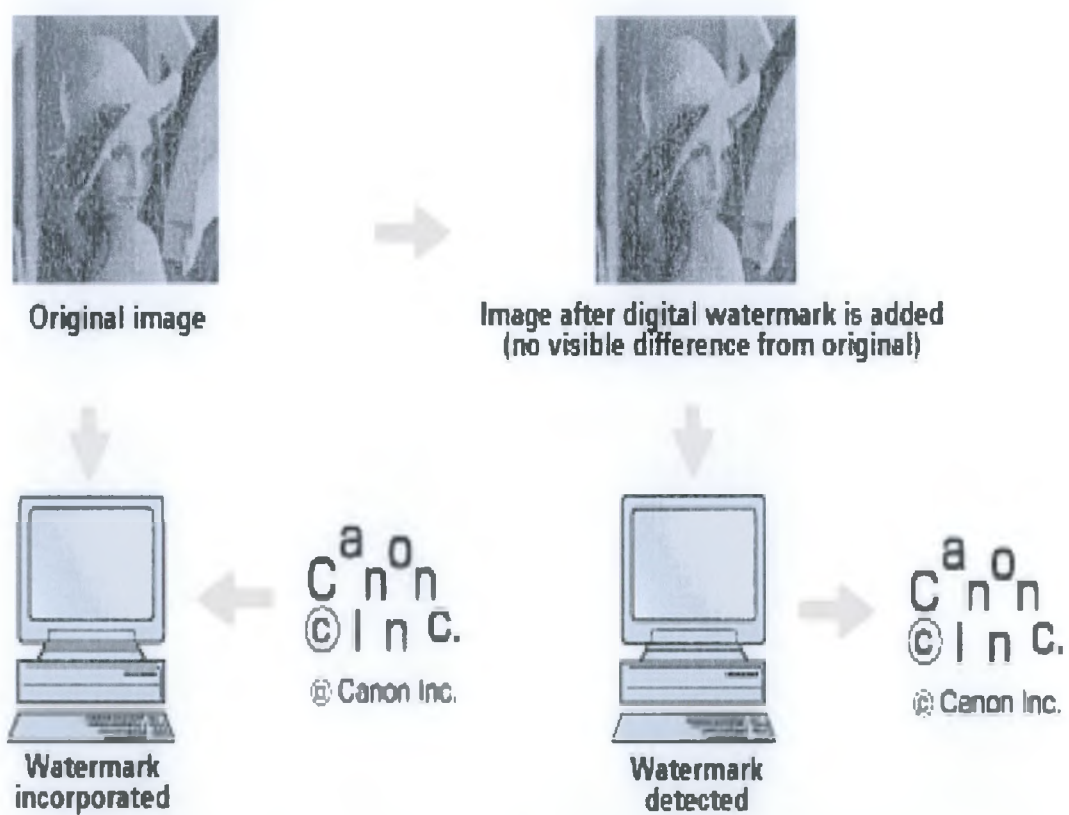
Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η υδατογράφηση αποτελεί μια τεχνική προστασίας των πνευματικών δικαιωμάτων. Πιο αναλυτικά, μέσω της τεχνικής αυτής μπορούμε να αποφύγουμε την αλόγιστη αντιγραφή ενός ψηφιακού αντικείμενου όπως εικόνα, ήχο, βίντεο, δεδομένα και άλλα. Επιπροσθέτως όταν εκθέσουμε κάποιο ψηφιακό αντικείμενο στο Διαδίκτυο και κάποιος άλλος οικειοποιηθεί αυτό το αντικείμενο και ισχυριστεί πως είναι δικό του, μπορούμε να εξακριβώσουμε τον δημιουργό.

Για να υδατογραφηθεί ένα ψηφιακό αντικείμενο ακολουθείτε η εξής διαδικασία:

Η αρχική εικόνα περνά μέσα από τη διαδικασία της αντιληπτής μάσκας, η οποία καθορίζει το βαθμό αλλαγής των εικονοστοιχείων, ώστε πρώτον να

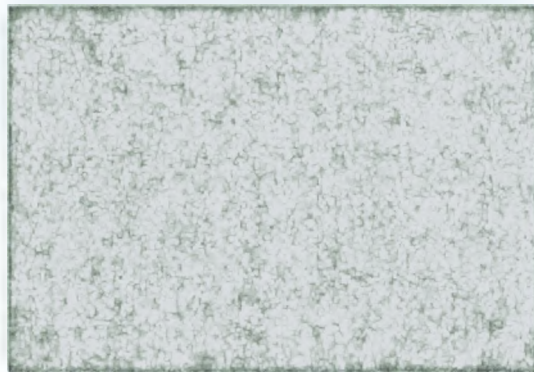


**Παραδείγματα υδατογράφησης ψηφιακών αντικειμένων.**



*Εικόνα 1. Υδατογράφηση εικόνας*

Hidden Message

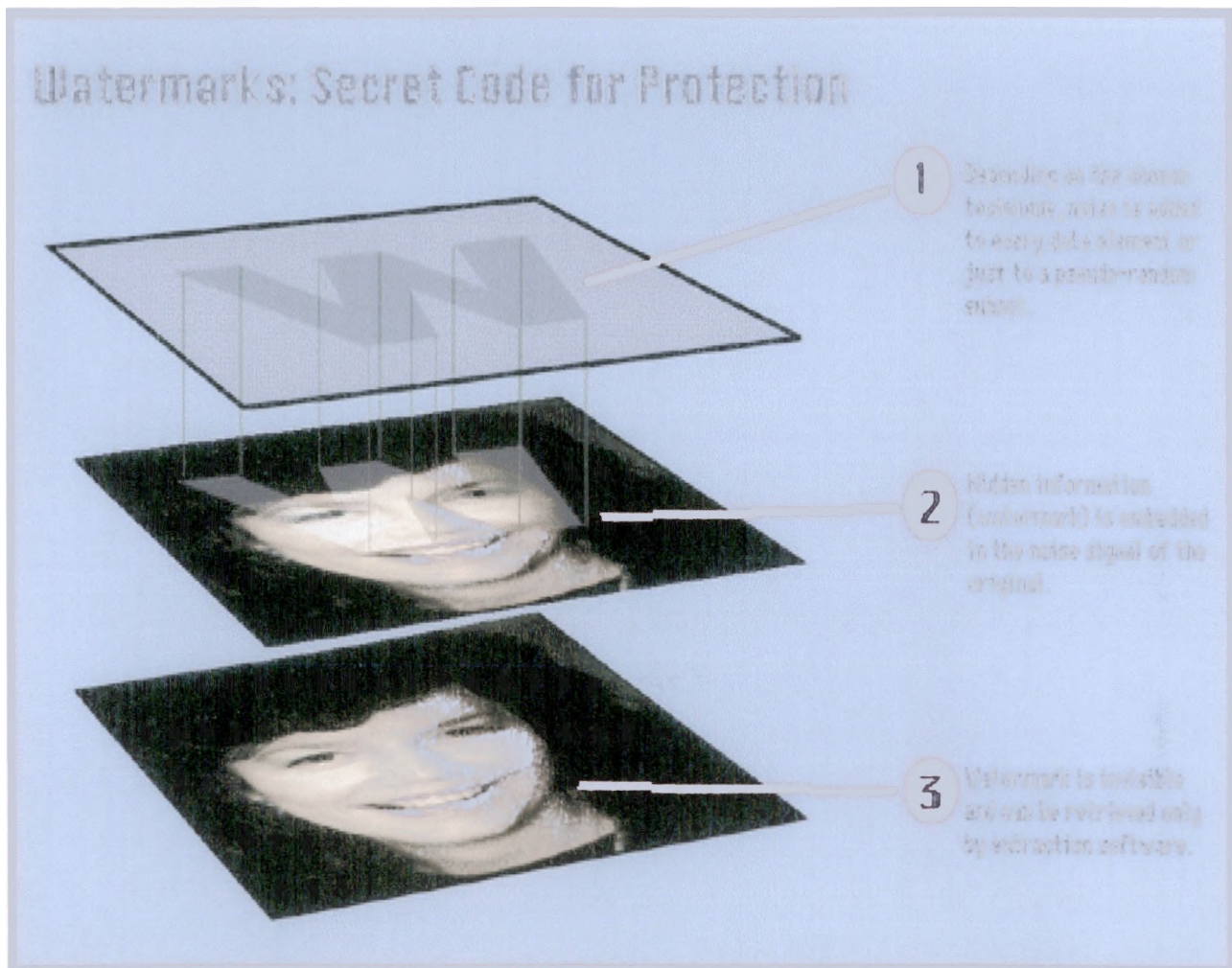


Original Image



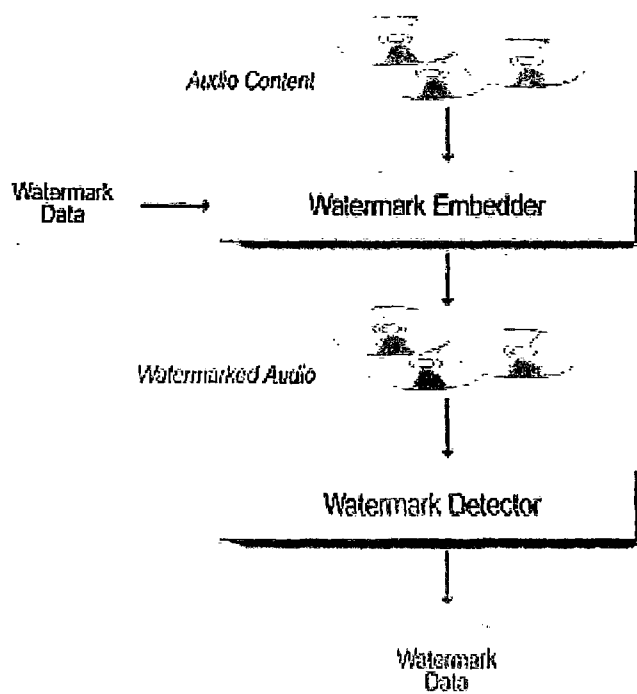
Watermarking Image

*Εικόνα 2. Υδατογράφηση εικόνας με εισαγωγή κρυμμένης πληροφορίας*

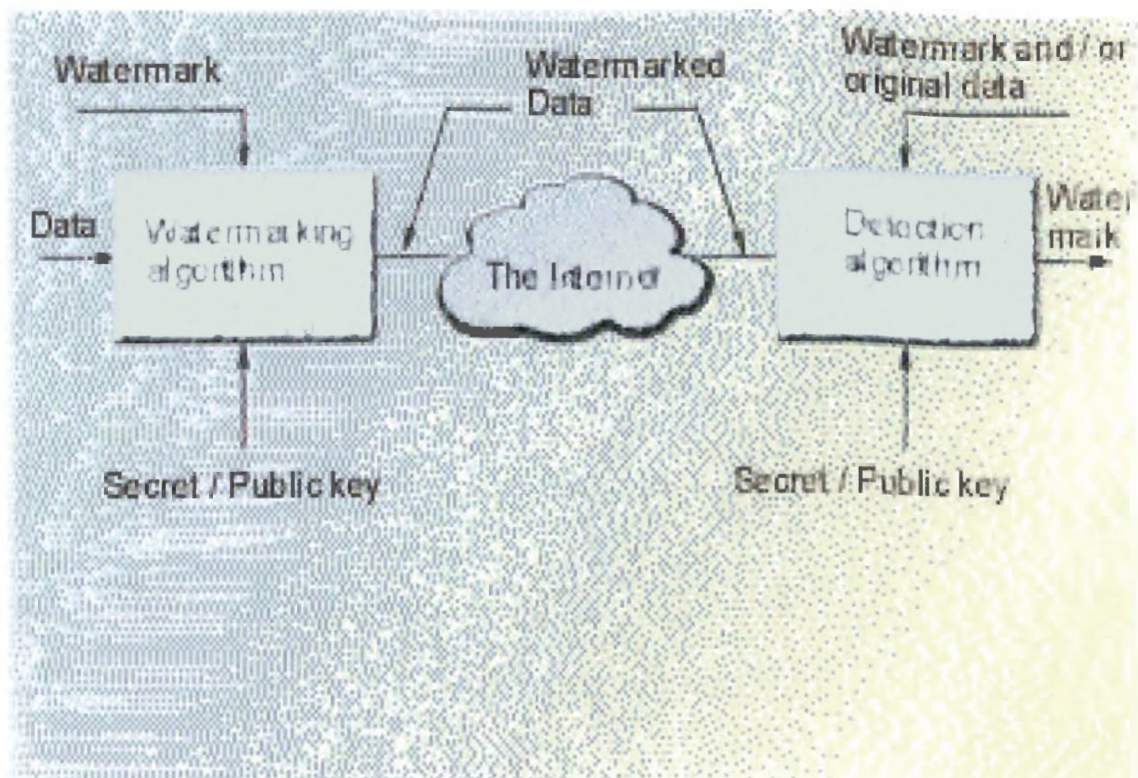


*Εικόνα 3. Αρχικά, ανάλογα με την τεχνική που επιλέγεται, ο θόρυβος προστίθεται σε κάθε δεδομένο ή σε ένα ψευδοτυχαίο υποσύνολο.*

*Έπειτα η κρυμμένη πληροφορία, δηλαδή το υδατογράφημα, ενσωματώνεται στο σήμα θορύβου. Τέλος το υδατογράφημα, το οποίο είναι αόρατο, μπορεί να ανακτηθεί μόνο με το απαραίτητο λογισμικό εξαγωγής.*



*Εικόνα 4. Υδατογράφιση ήχου: Στα περιεχόμενα ενός ηχητικού οπτικού δίσκου, κατά τη διαδικασία εισαγωγής υδατογραφήματος, προστίθενται τα υδατογραφημένα δεδομένα κι έτσι προκύπτει ο υδατογραφημένος ηχητικός οπτικός δίσκος, στον οποίο κατά τη διαδικασία της ανίχνευσης του υδατογραφήματος, εξάγονται αυτά τα δεδομένα.*



*Εικόνα 5. Υδατογράφιση δεδομένων: Για να υδατογραφήσουμε τα δεδομένα, χρησιμοποιούμε έναν αλγόριθμο υδατογράφισης στον οποίο προστίθενται το δημόσιο και μυστικό κλειδί, τα δεδομένα και ένα υδατογράφημα. Έπειτα τα δεδομένα τα οποία έχουν υδατογραφηθεί μπορούν να παρουσιαστούν στο διαδίκτυο. Σε περίπτωση ανίχνευσης του αλγορίθμου, θα εξαχθούν το δημόσιο και μυστικό κλειδί, το υδατογράφημα και τα υδατογραφημένα ή και τα αρχικά δεδομένα.*

## 5.2. Ημιάυτη Υδατογράμηση

### 5.2.1. Αρχικά και Τυφλή Υδατογράμηση (Ραβδό και Κλειδί Μάσκαριστος)

Αρχικά, η δημόσια και η τυφλή υδατογράμηση είχαν την ίδια σημασία. Οι έννοιες τους άρχισαν να συγχέονται, με την εμφάνιση του δημόσιου υδατογραφημένου κλειδιού και αυτοί που ασχολούνταν με την επεξεργασία σήματος, ανέλαβαν τον τομέα, ώστε η πιο πρόσφατη (τυφλή υδατογράμηση) παραμένει. Σε αυτά τα σχήματα, το σήμα κάλυψης (το αρχικό σήμα) δεν απαιτείται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ανίχνευσης, για να ανιχνεύσει το σημάδι. Το κλειδί, που χρησιμοποιείται τυπικά για να παράγει κάποια τυχαία ακολουθία, ζητείται κατά τη διαδικασία της ενσωμάτωσης. Αυτοί οι τύποι σχημάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν εύκολα στη μαζική αγορά ηλεκτρονικού εξοπλισμού ή στο λογισμικό.

### 5.2.2. Ημιάυτη Υδατογράμηση (Διαμόρφωση Μάσκαριστος)

Η ημί-τυφλή υδατογράμηση αναφέρεται στις περιπτώσεις, όπου χρειάζονται επιπρόσθετες πληροφορίες για να βοηθηθεί ο ανιχνευτής (detector) (συγκεκριμένα να συγχρονίσει την τυχαία ακολουθία του, στο ενδεχομένως παραμορφωμένο σήμα δοκιμής). Ειδικότερα μερικά υδατογραφημένα σχήματα, απαιτούν πρόσβαση στο «δημόσιο» υδατογραφημένο σήμα, το οποίο είναι το αρχικό σήμα μετά την πρόσθεση του υδατογραφήματος.

### 2.4.3. Κρυπτική και Μη-τυφλή Υδατογράφιση (Private and non-blind Watermarking)

Η ιδιωτική και η μη-τυφλή υδατογράφιση αναφέρονται στο ίδιο πράγμα: απαιτούν και οι δύο το αρχικό σήμα κάλυψης κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ανίχνευσης.

### 2.4.4. Συμμετρική Υδατογράφιση (Symmetric Watermarking)

Τέλος με την ασύμμετρη υδατογράφιση ή με την υδατογράφιση δημόσιου κλειδιού, αναφερόμαστε στα υδατογραφημένα σχήματα που έχουν κάποιες ιδιότητες, που θυμίζουν ασύμμετρη κρυπτογράφιση (ή κρυπτογράφιση δημόσιου κλειδιού). Κανένα τέτοιο σύστημα δεν υπάρχει ακόμα, αν και έχουν γίνει μερικές προτάσεις. Σε αυτήν την περίπτωση, η διαδικασία ανίχνευσης (και ειδικότερα το κλειδί ανίχνευσης) είναι πλήρως γνωστά στον καθένα. Επομένως απαιτείται μόνο ένα «δημόσιο κλειδί» για τη διαδικασία της επαλήθευσης, και ένα «ιδιωτικό» (μυστικό) για τη διαδικασία της ενσωμάτωσης. Η γνώση του δημόσιου κλειδιού δεν βοηθά στον υπολογισμό του ιδιωτικού κλειδιού, τουλάχιστον σε έναν λογικό χρόνο, και επιπλέον δεν επιτρέπει την αφαίρεση του σημάδιου ούτε και την πλαστογράφησή του από τον επιτιθέμενο.

## 3. Ψηφιακό Υδατόσημο - Ορατός

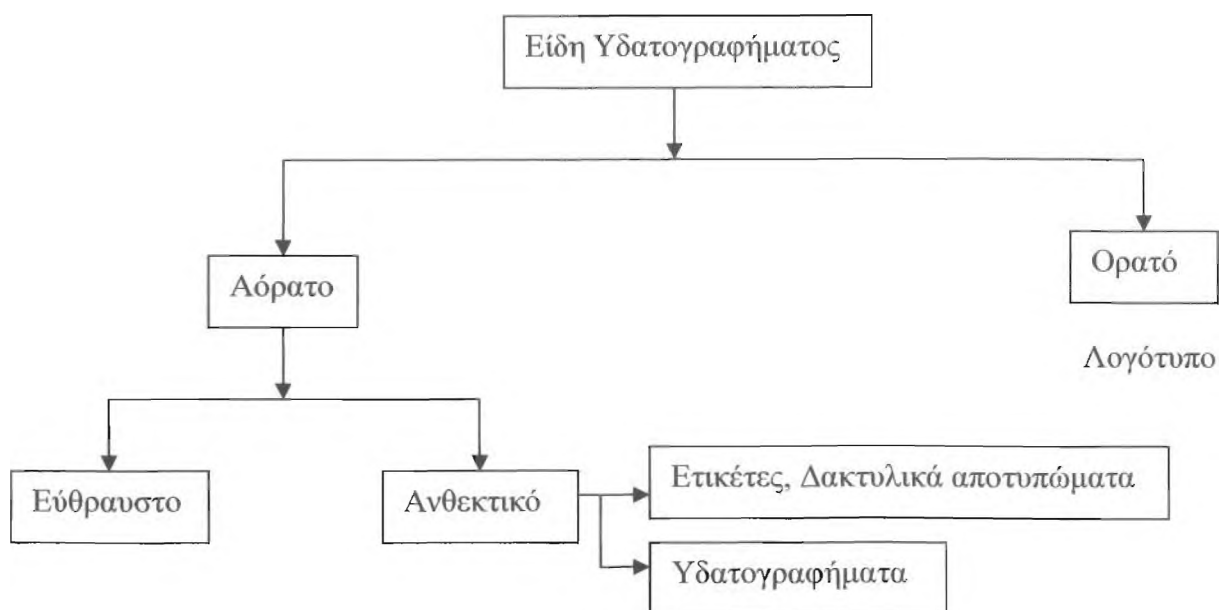
Το ψηφιακό υδατόσημο (digital watermark) είναι ένας κώδικας αναγνώρισης, είτε ορατός είτε μη ορατός, ο οποίος ενσωματώνεται μόνιμα στα δεδομένα, και παρέχει τη δυνατότητα αναγνώρισης της πηγής, του δημιουργού και του διανεμητή της εικόνας, καθώς επίσης ταυτοποιεί και τον αποδέκτη της.

### 3.1. Κατηγορίες Υδατογραφήμων

Καθώς λοιπόν όλο και περισσότερες εικόνες (κινούμενες ή μη) και άλλα ψηφιακά δεδομένα μεταφέρονται και παρουσιάζονται μέσω του Διαδικτύου, συχνά προκύπτει η ανάγκη για χρήση ψηφιακών υδατογραφημάτων. Ποια είναι όμως η σημασία τους;

Το υδατογράφημα είναι ένα σύνολο δυαδικών δεδομένων που προσαρτώνται στο ψηφιακό αντικείμενο, τα πνευματικά δικαιώματα του οποίου θέλουμε να προστατεύσουμε. Το αποτέλεσμα αυτής της προσθήκης μπορεί να είναι είτε ορατό είτε αόρατο.

Αποκλείοντας τη προφανή περίπτωση των ορατών υδατογραφημάτων, μπορούμε να ταξινομήσουμε τα αόρατα υδατογραφήματα ως εύθραυστα και ανθεκτικά. Τα εύθραυστα υδατογραφήματα χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση ακόμη και της μικρότερης τροποποίησης σε μια εικόνα, ενώ τα ανθεκτικά υδατογραφήματα σχεδιάστηκαν έτσι ώστε να αντιστέκονται σε μια μεγάλη ποικιλία «επιθέσεων», που κυρίως προσπαθούν να αφαιρέσουν το υδατόσημο, αλλά χωρίς να καταστρέφουν την εικόνα ή το βίντεο.

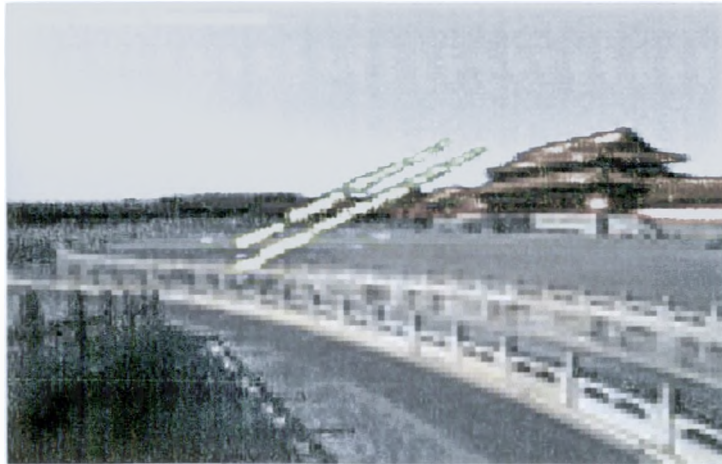




### 3.2. Ορατά Υδατογραφήματα

Το ορατό υδατογράφημα αφορά την ενσωμάτωση ενός ορατού κειμένου ή εικόνας (συνήθως το λογότυπο της δικαιούχου εταιρίας), με τέτοιο τρόπο ώστε να φαίνεται ευκρινώς, αλλά να μην αλλοιώνει το περιεχόμενο του προστατευμένου αρχείου. Φυσικά, το υδατογράφημα στοχεύει στο να αποτρέψει κάθε προσπάθεια απομάκρυνσης ή αντικατάστασής του, από οποιονδήποτε επιχειρήσει να οικειοποιηθεί το προστατευμένο αρχείο. Κατά συνέπεια θα πρέπει να τοποθετείται κατάλληλα, ώστε η απομάκρυνσή του να οδηγεί, για παράδειγμα, στη καταστροφή του αρχείου.





*Εικόνα 6. Παραδείγματα υδατογραφημένων εικόνων*

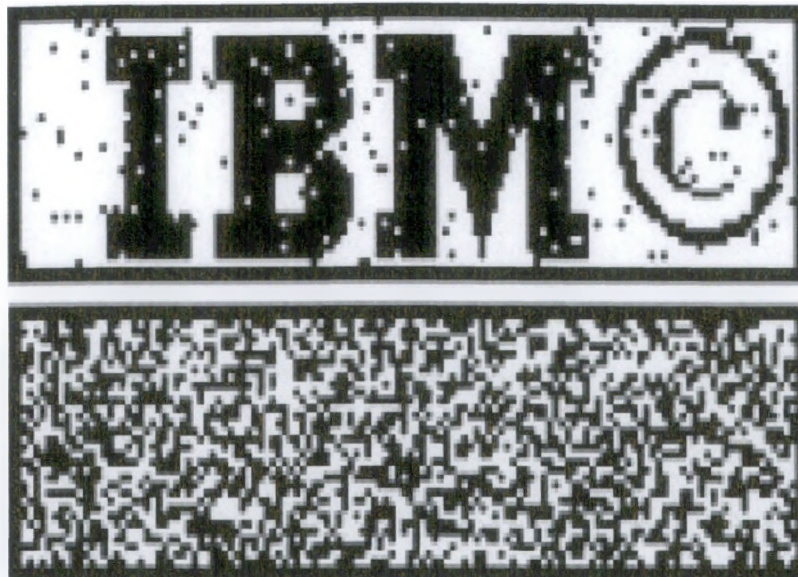
Το υδατογράφημα μπορεί να τοποθετηθεί με διάφορους τρόπους, επαναληπτικά σε όλη την εικόνα, δεξιά ή αριστερά, πάνω ή κάτω ή στο κέντρο της εικόνας, ανάλογα με τη θέση που ικανοποιεί τις απαιτήσεις του δικαιούχου. Στο παράδειγμα μας, το υδατογράφημα βρίσκεται στη μέση και ελαφρώς αριστερά.

### **3.3 Αόρατα Υδατογραφήματα**

Το αόρατο υδατογράφημα είναι μια δυαδική πληροφορία, η οποία παραμένει αόρατη, και ενσωματώνεται στην αρχική, χωρίς να την αλλοιώνει εμφανώς. Ο εντοπισμός του αόρατου υδατογραφήματος σε ένα αρχείο γίνεται αλγοριθμικά, μέσω ειδικού συστήματος ανίχνευσης υδατογραφημάτων. Και τα δύο είδη αόρατων υδατογραφημάτων, μπορούν να ενσωματωθούν στα περισσότερα ψηφιακά αντικείμενα.



*Εικόνα 7.1. Εικόνα με αόρατο υδατογράφημα πάνω δεξιά.*



*Εικόνα 7.2. Το υδατογράφημα που προκύπτει από την προηγούμενη εικόνα με τη χρήση ενός συστήματος εντοπισμού υδατογραφημάτων, και το αποτέλεσμα που δίνει το σύστημα για ένα κομμάτι της εικόνας που δεν περιέχει υδατογράφημα.*

Ανάλογα με την εφαρμογή στην οποία χρησιμοποιείται το αόρατο υδατογράφημα, υπάρχουν και οι αντίστοιχες υποπεριπτώσεις:

- Τα εύθραυστα υδατογραφήματα που καταστρέφονται – αλλοιώνονται, όταν πραγματοποιείται οποιαδήποτε ψηφιακή επεξεργασία σε μια εικόνα. Χρησιμεύουν για την απόδειξη της αυθεντικότητας μιας εικόνας , για παράδειγμα εάν το υδατογράφημα παρουσιάζει αλλοιώσεις, συμπεραίνουμε ότι η εικόνα έχει υποστεί επεξεργασία και δεν θεωρείται πλέον αυθεντική. Είναι εμφανής η σκοπιμότητα αυτών των υδατογραφημάτων στην εκδίκαση υποθέσεων που βασίζονται σε εικόνες ως αποδεικτικά στοιχεία.
- Τα ανθεκτικά υδατογραφήματα, τα οποία αντέχουν σε διαφόρων μορφών αλλοιώσεις, όπως τη μείωση του μεγέθους (της εικόνας), το φιλτράρισμα, τη συμπίεση ή την αντικατάσταση μερών (της εικόνας). Η χρησιμότητά τους έγκειται στην αντιμετώπιση περιπτώσεων όπου αμφισβητείται η ιδιοκτησία και η προέλευση μιας εικόνας.

Ένα εύθραυστο υδατογραφημένο σχήμα έχει δύο διαδικασίες, μία για την εισαγωγή του υδατοσήμου, και μία για την αφαίρεσή του. Η διαδικασία της εισαγωγής αποτελείται: από το μη σημαδεμένο (unmarked) αντικείμενο, το υδατογράφημα και ένα κλειδί που είναι συνδεδεμένο με τον δημιουργό του αντικειμένου. Η έξοδος είναι ένα υδατογραφημένο αντικείμενο. Η διαδικασία της εξαγωγής αποτελείται από το υδατογραφημένο αντικείμενο και από το κλειδί που χρησιμοποιείται κατά τη διαδικασία της εισαγωγής. Εάν το αντικείμενο δεν έχει υποστεί κάποια αλλαγή από τη στιγμή που έχει σημαδευτεί και χρησιμοποιείται το σωστό κλειδί, η έξοδος είναι το υδατόσημο. Εάν όμως το αντικείμενο έχει υποστεί αλλαγή ή έχει χρησιμοποιηθεί λάθος κλειδί, τότε η έξοδος είναι ένα μήνυμα λάθους. Μερικά εύθραυστα υδατογραφικά σχήματα μπορούν να προσδιορίσουν την αναρμόδια αλλαγή. Άλλα απλά ανιχνεύουν ότι έχει υπάρξει κάποια αλλαγή.

Στα ανθεκτικά υδατογραφημένα σχήματα, εικάζεται ότι το σημαδεμένο αντικείμενο μπορεί να αλλάξει κατά την κανονική του χρήση. Για παράδειγμα, ανθεκτικά υδατογραφημένες εικόνες μπορεί να υποβληθούν στη συμπίεση και την αποσυμπίεση, στο φιλτράρισμα, στην αλλαγή μεγέθους και στη καλλιέργεια. Οι εισοδοί και οι έξοδοι από τη διαδικασία της εισαγωγής ενός ανθεκτικού υδατοσήμου είναι ίδιες με το εύθραυστο υδατόσημο. Οι εισοδοί στη διαδικασία ανίχνευσης είναι το υδατογραφημένο αντικείμενο (το οποίο μπορεί να αλλαχθεί νόμιμα κατά τη διάρκεια της κανονικής του χρήσης), το υδατόσημο, το οποίο έχει εισαχθεί στο αντικείμενο, και το κλειδί. Η διαδικασία ανίχνευσης έπειτα δείχνει εάν ένα αντικείμενο, περιέχει κάποιο σημάδι το οποίο είναι «κοντά» στο αρχικό υδατόσημο. Η έννοια του «κοντά» εξαρτάται από το είδος της αλλαγής, η οποία έχει υποβληθεί σε ένα σημαδεμένο αντικείμενο κατά τη διάρκεια της χρήσης του.

#### 3.4 Διακριτικότητα του Ψηφιακού Υδατοσήμου

Το ψηφιακό υδατογράφημα είναι ένα διακριτό κομμάτι πληροφοριών, το οποίο προσκολλάται στα δεδομένα τα οποία προορίζεται να προστατεύσει. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να είναι πολύ δύσκολο να αφαιρεθεί ή να μετακινηθεί το υδατόσημο από το υδατογραφημένο αντικείμενο. Δεδομένου ότι η υδατογράφιση μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλούς τύπους δεδομένων, ο ελάχιστος περιορισμός θα λάβει διάφορες μορφές, οι οποίες θα εξαρτώνται από τις προτιμήσεις του παραλήπτη.

Η υδατογράφιση, όπως και η κρυπτογραφία, χρησιμοποιεί επίσης μυστικά κλειδιά για να απεικονίσει πληροφορίες στους ιδιοκτήτες. Αν και ο τρόπος που αυτή η απεικόνιση εκτελείται, διαφέρει αρκετά από αυτό που γίνεται στη κρυπτογραφία, κυρίως επειδή το υδατογραφημένο αντικείμενο πρέπει να κρατήσει τη σαφήνιά του. Στις περισσότερες υδατογραφικές εφαρμογές η ενσωμάτωση πρόσθετων πληροφοριών είναι απαραίτητη. Αυτές οι πληροφορίες περιλαμβάνουν τα αναγνωριστικά του ιδιοκτήτη, του παραλήπτη και του διανομέα, τις ημερομηνίες συναλλαγής, τον σειριακό

αριθμό, κλπ. που διαδραματίζουν ένα κρίσιμο ρόλο στην προστιθέμενη αξία των υδατογραφημένων προϊόντων.

## 4. Ψηφιακή Υδατογράφεση

### 4.1 Η Αξιοποίηση των Ψηφιακών Μέσων στην Υδατογράφεση των Ψηφιακών Υδατογραφημάτων

Τα ψηφιακά μέσα (ψηφιακά cd και DVD player, η φορητή συσκευή αναπαραγωγής αρχείων mp3 και η ψηφιακή ηλεκτρονική μηχανή) έχουν μια σημαντική ιδιότητα, και αυτή είναι ότι μπορούν να αντιγραφούν αξιόπιστα, εύκολα και με χαμηλό κόστος, χωρίς αυτό να προκαλέσει οποιαδήποτε απώλεια ή αλλοίωση της ποιότητας και της μορφής τους (Εικόνα 8.). Ταυτόχρονα όμως, η ιδιότητα αυτή μετατρέπεται σε πολύ σοβαρό μειονέκτημα, όταν κάποιος που δεν έχει το δικαίωμα, παράνομα αντιγράφει και διανέμει ψηφιακό περιεχόμενο, παραβιάζοντας τα πνευματικά δικαιώματα των δημιουργών και των ιδιοκτητών. Η εκπληκτική ανάπτυξη άλλωστε του Διαδικτύου, δυσχεραίνει ακόμα περισσότερο τα πράγματα λόγω της μεγάλης ευκολίας και ταχύτητας διάδοσης του παράνομου υλικού.

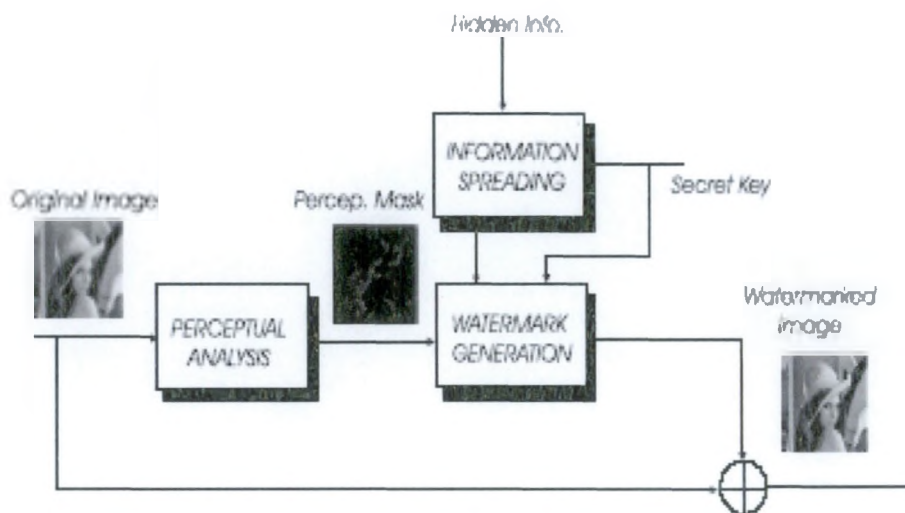
Όπως προαναφέραμε μια δόκιμη λύση αποτελεί η Ψηφιακή Υδατογράφεση. Μέσω αυτής μπορούμε να ταυτοποιήσουμε το δημιουργό, τον ιδιοκτήτη, τον εξουσιοδοτημένο χρήστη καθώς και να αναγνωρίσουμε τους διαύλους διακίνησης των ψηφιακών μέσων, όπως εικόνες, βίντεο, ήχο και μουσική.



*Εικόνα 8. Αντιγραφή πανομοιότυπης εικόνας*

## 4.2 Ορισμός της Ψηφιακής Υδατογράφησης

Η ψηφιακή υδατογράφηση, αποτελείται από τεχνολογίες και μεθόδους οι οποίες επιτρέπουν την απόκρυψη πληροφοριών, για παράδειγμα, έναν αριθμό ή κείμενο στα ψηφιακά μέσα, όπως εικόνες, ήχο και βίντεο. Η ενσωμάτωση επιτυγχάνεται με τον επιδέξιο χειρισμό του περιεχομένου των ψηφιακών δεδομένων, το οποίο σημαίνει ότι οι πληροφορίες δεν ενσωματώνονται στο πλαίσιο (frame) γύρω από τα δεδομένα. Η διαδικασία απόκρυψης, πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε η τροποποίηση των μέσων να είναι ελάχιστη. Για τις εικόνες αυτό σημαίνει ότι, η τροποποίηση στις τιμές των εικονοστοιχείων θα πρέπει να μην φαίνεται. Επιπλέον το υδατογράφημα θα πρέπει να είναι ανθεκτικό ή εύθραυστο αναλόγως με την εφαρμογή. Ανθεκτικό πρέπει να είναι σε εφαρμογές, όπου το υδατογράφημα πρέπει να είναι ικανό να αντιστέκεται στις τροποποιήσεις των μέσων, όπως τη συμπίεση με απώλειες (lossy compression), και την αλλαγή μεγέθους (scaling). Με την έννοια εύθραυστο εννοούμε ότι το υδατογράφημα δεν θα πρέπει να αντιστέκεται στη λαθροχειρία.

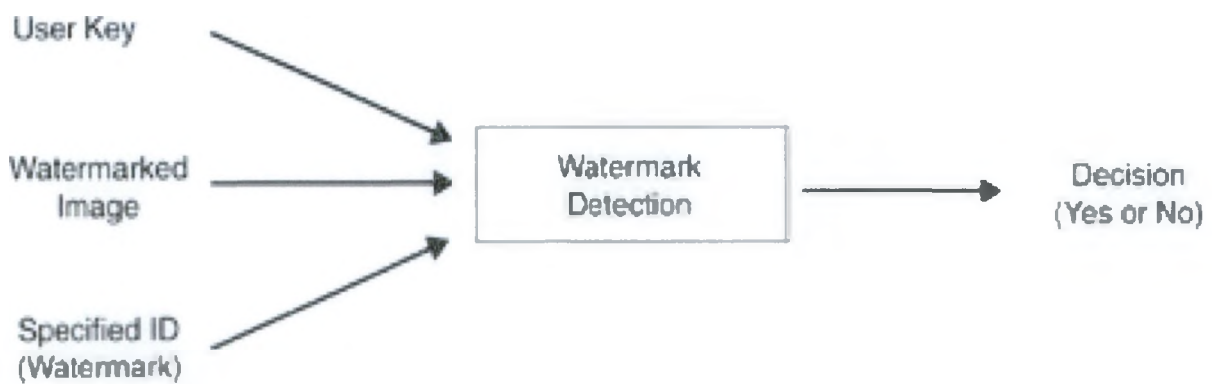
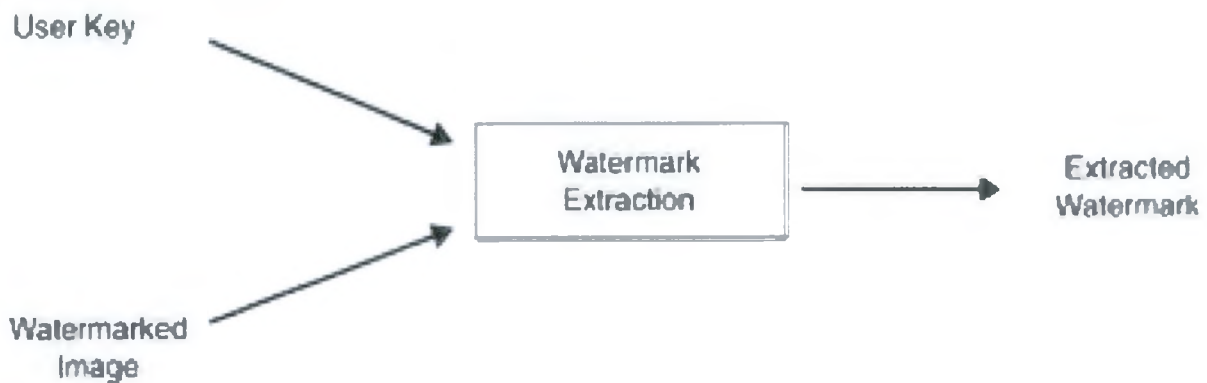


Εικόνα 9. Εισαγωγή υδατογραφήματος

### 4.2 Ανθεκτικά Υδατογραφήματα: Εισαγωγή και Ανίχνευση του Υδατογραφήματος

Όπως φαίνεται και από την παρακάτω εικόνα (Εικόνα 10.) η διαδικασία εισαγωγής του υδατογραφήματος, ενσωματώνει την εικόνα εισόδου και ένα υδατογράφημα και παράγει ως έξοδο μια υδατογραφημένη εικόνα. Η εξαγωγή του υδατογραφήματος αποκαλύπτει το υδατογράφημα στις υδατογραφημένες εικόνες, μια τεχνική που εφαρμόζεται συνήθως στα υδατογραφήματα επαλήθευσης. Για τα ανθεκτικά υδατογραφήματα, η παρουσία μίας συγκεκριμένης ταυτότητας (το υδατογράφημα), μπορεί να ανιχνευθεί με τη χρήση ενός προκαθορισμένου κατωφλιού (threshold). Μια ναι ή όχι απάντηση υποδεικνύει τη παρουσία της ταυτότητας, ανάλογα με το εάν η έξοδος από μια ομάδα ανίχνευσης σήματος, υπερβαίνει το δεδομένο κατώφλι (threshold).





*Εικόνα 10. Διαδικασία Υδατογράφησης*

Κάθε σύστημα υδατογράφησης αποτελείται τουλάχιστον από δύο διαφορετικά μέρη: Από την διαδικασία ενσωμάτωσης του υδατογραφήματος και από τη διαδικασία ανίχνευσης και εξαγωγής του υδατογραφήματος. Η μη υδατογραφημένη εικόνα περνά από ένα μπλοκ

“αντιληπτικής” ανάλυσης (perceptual analysis block) που καθορίζει πόσο πολύ ένα συγκεκριμένο εικονοστοιχείο μπορεί να μεταβληθεί έτσι ώστε η προκύπτουσα υδατογραφημένη εικόνα να είναι (σχεδόν) όμοια με την αρχική.

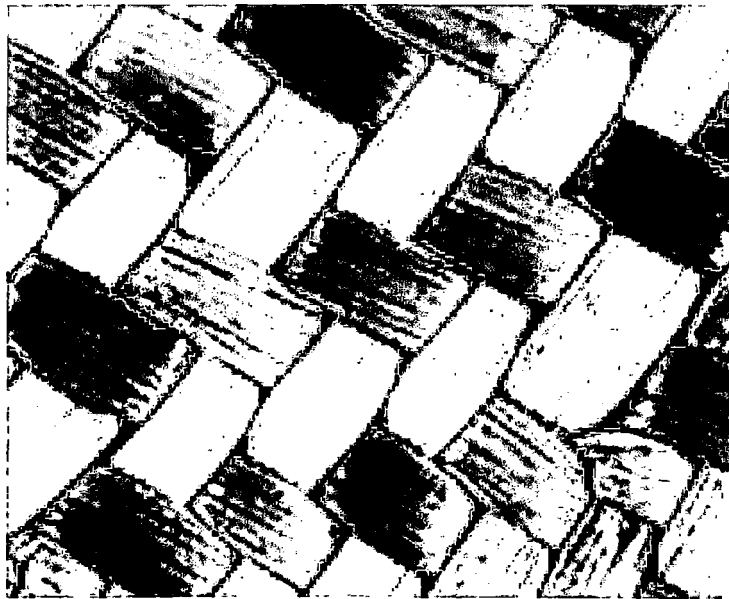
Αυτό λαμβάνει υπόψη την ευαισθησία του ανθρώπινου ματιού στις αλλαγές, στις επίπεδες περιοχές, και τη σχετικά υψηλή ανεκτικότητα τους στις μικρές αλλαγές στις άκρες. Αφότου η αποκαλούμενη αντιληπτική μάσκα (perceptual-mask) έχει υπολογιστεί, οι πληροφορίες που κρύβονται διαμορφώνονται από αυτήν και διαχέονται σε όλη την αρχική εικόνα. Αυτή η τεχνική διάχυσης είναι παρόμοια με την παρεμβολή που χρησιμοποιείται σε άλλες εφαρμογές που συμπεριλαμβάνουν την κωδικοποίηση, όπως η αποθήκευση σε κάποιο cd (compact disc), για να αποτραπεί η ζημιά των πληροφοριών που προκαλείτε από γρατσουνιές ή από τη σκόνη. Στην περίπτωση μας, ο κύριος λόγος για αυτήν την διάχυση είναι να εξασφαλίσουμε ότι οι κρυμμένες πληροφορίες επιζούν από κακόβουλες επεμβάσεις στην εικόνα. Επιπλέον, ο τρόπος που αυτή η διάχυση εκτελείται εξαρτάται από το μυστικό κλειδί, έτσι είναι δύσκολη η ανάκτηση της κρυμμένης πληροφορίας εάν κάποιος δεν κατέχει αυτό το κλειδί. Παρόμοιες τεχνικές χρησιμοποιούνται στα συστήματα ευρέου φάσματος (spread spectrum) για να ξεχωρίζουν τις επιθυμητές πληροφορίες από το θόρυβο ή άλλους χρήστες.

Επιπρόσθετη αβεβαιότητα, σχετιζόμενη με το κλειδί, μπορεί να εισαχθεί στην τιμή των εικονοστοιχείων (θυμίζουμε ότι η αντιληπτική μάσκα (perceptual-mask) επιβάλλει μόνο ένα ανώτερο όριο). Τέλος, το υδατογράφημα προστίθεται στην αρχική εικόνα.

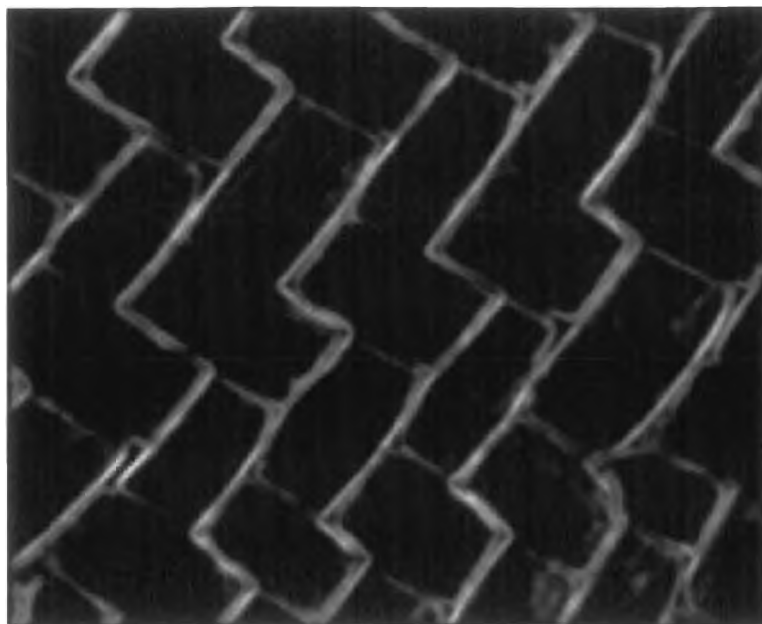
Η *Εικόνα 12* αντιπροσωπεύει την αντιληπτική μάσκα (perceptual-mask), τα αποτελέσματα της οποίας μετά την ανάλυση της εικόνα παρουσιάζονται στην *Εικόνα 11*. Τα υψηλότερης έντασης επίπεδα (δηλ., πιο φωτεινά) υπονοούν ότι υψηλότερες διαταραχές μπορούν να γίνουν σε εκείνα τα εικονοστοιχεία χωρίς αισθητή παραποίηση. Κατά συνέπεια, οι περιοχές

υψηλότερης χωρητικότητας για την απόκρυψη πληροφοριών αντιστοιχούν στις άκρες. Αυτές οι μάσκες επεξεργάζονται υπολογιστικά, με τη χρήση μερικών γνωστών αποτελεσμάτων, για τον τρόπο με τον οποίο το ανθρώπινο μάτι λειτουργεί στη χωρική περιοχή.

Διαφορετικά αποτελέσματα επιτυγχάνονται όταν εργαζόμαστε σε άλλες πεδία, όπως ο DCT (Διακριτός Μετασχηματισμός Συνημιτόνου) ή ο Μετασχηματισμός Κυματιδίου (Wavelet transform). Στην πραγματικότητα, κατά την λειτουργία στην περιοχή των DCT συντελεστών κάποιος μπορεί να εκμεταλλευθεί τη σχετική ανεξαρτησία, μεταξύ των μέγιστων επιτρεπόμενων διαταραχών σε κάθε συντελεστή. Αυτό είναι χρήσιμο όταν έχουμε να κάνουμε με την μάσκα για λόγους υδατογράφησης.

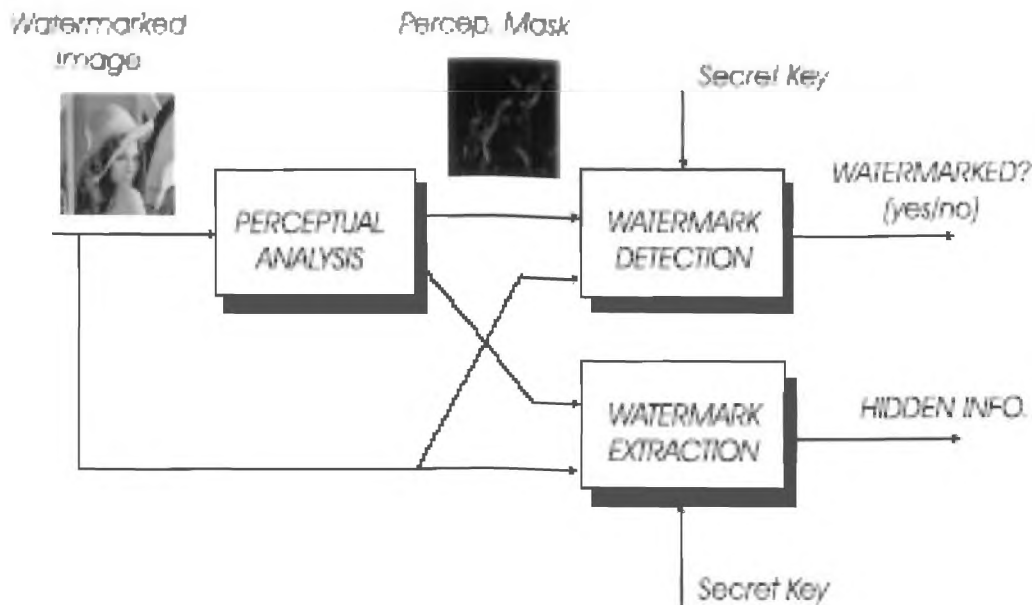


*Εικόνα 11. Αρχική εικόνα*



*Εικόνα 12. Αντιληπτική μάσκα (perceptual mask)*

Η *Εικόνα 13*. δείχνει μια τυπική διαδικασία ανίχνευσης και εξαγωγής ενός υδατογραφήματος. Η ανίχνευση υδατογραφήματος σχετίζεται με το εάν μια συγκεκριμένη εικόνα έχει υδατογραφηθεί με ένα δεδομένο κλειδί, ως σημειωθεί ότι ένας ανιχνευτής υδατογραφήματος παράγει μια δυαδική έξοδο. Σημαντική παράμετρο εδώ αποτελεί η πιθανότητα της σωστής ανίχνευσης  $P_D$  (δηλ., η πιθανότητα να αποφασίσει κανείς σωστά ότι ένα υδατογράφημα είναι παρόν) και η πιθανότητα του ψεύτικου συναγερμού  $P_F$  (δηλ., η πιθανότητα να αποφασίσει κανείς εσφαλμένα ότι μια εικόνα έχει υδατογραφηθεί με ένα συγκεκριμένο κλειδί).



Εικόνα 13. Ανίχνευση και αφαίρεση υδατοσήμου

Αυτά τα δύο μέτρα επιτρέπουν σε μας να συγκρίνουμε τα διαφορετικά υδατογραφημένα συστήματα:

Μια μέθοδος θα είναι ανώτερη εάν επιτυγχάνει υψηλότερο  $P_D$  για ένα συγκεκριμένο  $P_F$ . Επίσης ένας υδατογραφημένος αλγόριθμος για να είναι χρήσιμος πρέπει να λειτουργήσει με εξαιρετικά χαμηλές πιθανότητες ψεύτικου συναγερμού. Η ανίχνευση υδατογράφησης γίνεται συνήθως με το συσχετισμό, της υδατογραφημένης εικόνας με μια τοπικά παραγόμενη έκδοση του υδατογραφήματος στην πλευρά του δέκτη. Αυτός ο συσχετισμός παράγει μια υψηλή τιμή όταν το υδατογράφημα ληφθεί με το κατάλληλο κλειδί. Επίσης όπως έχει αποδειχθεί, είναι δυνατή η βελτίωση της αρχικής επίδοσης του ανιχνευτή, με την αφαίρεση του θορύβου που προκαλείται από την αρχική εικόνα μέσω της επεξεργασίας σήματος. Αξίζει να σημειωθεί ότι κάποιοι συντάκτες [1] προτείνουν την χρήση της αρχικής εικόνας στη διαδικασία ανίχνευσης. Αν και αυτό απλοποιεί την περαιτέρω διαχείριση του υδατογραφήματος στον τελικό δέκτη, δεν είναι

ρεαλιστικό για τις περισσότερες εφαρμογές, ιδιαίτερα γι' αυτές που σχετίζονται με το ηλεκτρονικό εμπόριο.

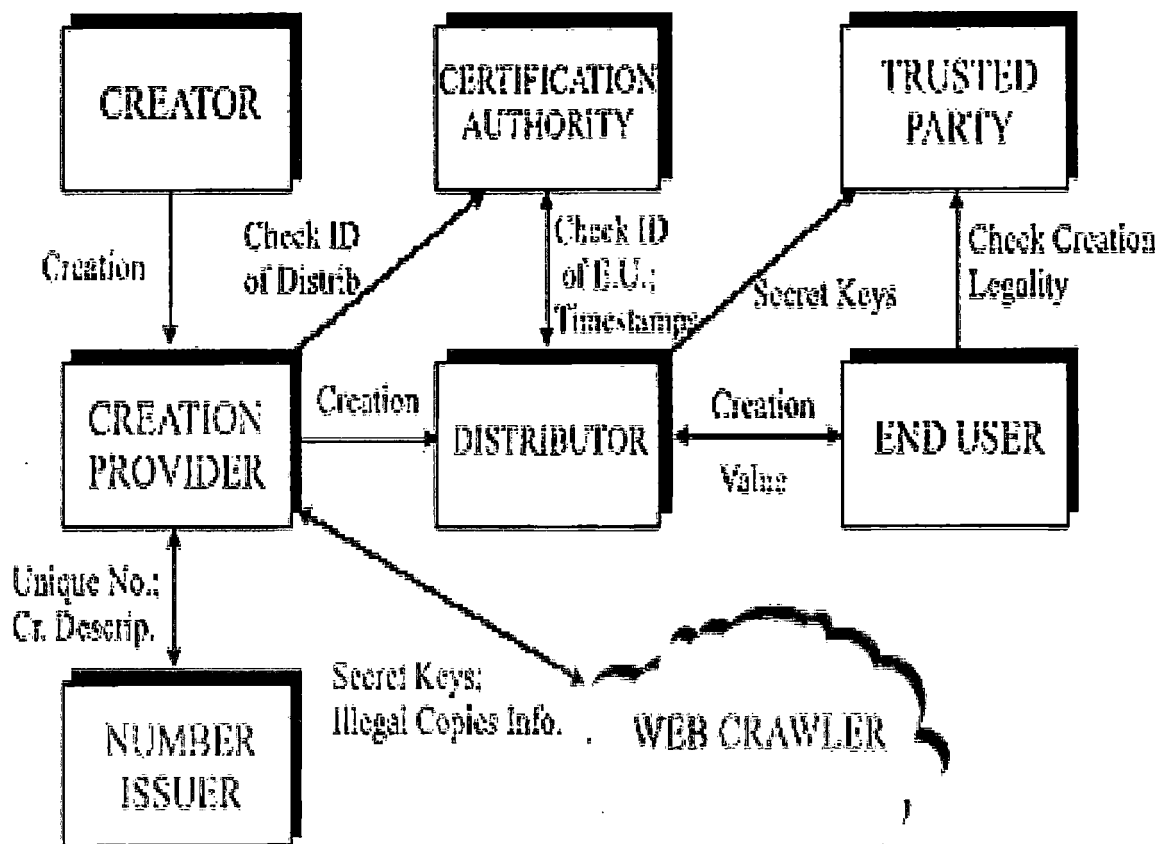
Μόλις ανιχνευθεί σωστά η παρουσία του υδατογραφήματος, είναι δυνατό να εξαχθούν οι κρυμμένες πληροφορίες. Η διαδικασία γίνεται μέσω μιας cross-correlation (συσχέτισης - διασταύρωσης).

### 4.4. Ηλεκτρονικό Εμπόριο για τη Διαχείριση Πνευματικών Δικαιωμάτων

Σε αυτό το σημείο περιγράφεται εν συντομία, ένα υποσύνολο από το Common Reference Set (Κοινό Σύνολο Αναφοράς), που αναπτύσσεται κάτω από το ευρωπαϊκό πρόγραμμα IMPRIMATUR το οποίο καθορίζει ένα εννοιολογικό πλαίσιο για την ανάπτυξη των ηλεκτρονικών συστημάτων διαχείρισης πνευματικών δικαιωμάτων. Η χρησιμότητα αυτού του μοντέλου βρίσκεται στη ικανότητά του να απεικονίζει τις διάφορες εργασίες και τους πράκτορες (agent) που εμπλέκονται στη διαχείριση των πνευματικών δικαιωμάτων στις καθορισμένες οντότητες. Αυτό είναι εξαιρετικά σημαντικό, θεωρώντας ότι η κύρια εφαρμογή της υδατογράφησης σχετίζεται με το ηλεκτρονικό εμπόριο που χρησιμοποιεί πολυμεσικά δεδομένα, ειδικά στο Διαδίκτυο. Αυτό το απλουστευμένο μοντέλο αντιπροσωπεύεται στην *Εικόνα 14*.

Με τον όρο δημιουργός (creator) αντιπροσωπεύεται καθένας ο οποίος δημιουργεί κάτι με αξία και περιλαμβάνει τους συνθέτες, τους φωτογράφους, τους δημιουργούς βίντεο, κ.λπ. Ο creator provider (παροχέας των δημιουργών) καθιστά το περιεχόμενο διαθέσιμο στο κοινό, σε μια μορφή που να μπορεί αργότερα να διανεμηθεί, παραδείγματος χάριν, μέσω των διακομιστών (servers) του Διαδικτύου, από τους διανομείς (distributors). Στους διανομείς περιλαμβάνονται εκδότες, εταιρείες πολυμέσων, αντιπροσωπείες κτλ. Ο κάτοχος των δικαιωμάτων (που δεν απεικονίζεται) διαχειρίζεται τις εξουσιοδοτήσεις και τις υπευθυνότητες για τον δημιουργό και διευκολύνει τη χορήγηση αδειών και τη συλλογή

δικαιωμάτων. Κάθε δημιουργία ορίζεται από ένα κώδικα/αριθμό ταυτοποίησης της δημιουργίας που επιτρέπει στο νόμιμο κάτοχο να πουλήσει τις άδειες εκμετάλλευσης.



Εικόνα 14. Μοντέλο αναφοράς για τη διαχείριση πνευματικών δικαιωμάτων

Ένα παράδειγμα είναι το ISBN που προσδιορίζει τα βιβλία. Αυτός ο αριθμός πρέπει να γίνει μέρος των κρυμμένων πληροφοριών, και να εκδίδεται από ένα εξουσιοδοτημένο οργανισμό που έχει εγκριθεί από την κοινότητα των παροχών των δημιουργιών (creator providers). Ο αγοραστής (purchaser) αντιπροσωπεύει τον τελικό χρήστη αυτού του μοντέλου και περιλαμβάνει όχι μόνο άτομα αλλά και οργανισμούς. Σε αυτό το σημείο, το κόστος της τεχνολογίας για τη διαχείριση των πνευματικών δικαιωμάτων είναι πολύ κρίσιμο, και αυτό σημαίνει ότι πρέπει να αποφευχθεί η χρήση συγκεκριμένου υλικού (ή ακόμα και λογισμικού). Από την άλλη, ο χρήστης θα πρέπει να είναι ικανός να ελέγξει πότε ένα αντικείμενο έχει αποκτηθεί νόμιμα. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να μπορεί να εκτελέσει τις εργασίες ανίχνευσης και εξαγωγής του υδατοσήμου. Δυστυχώς, δεδομένου ότι κανένα σύστημα υδατογράφησης δημόσιου κλειδιού δεν έχει δημιουργηθεί ακόμα, δεν είναι δυνατόν να εκτελεστεί μια τέτοια εργασία χωρίς τη χρήση μη παραποιήσιμου (tamperproof) υλικού το οποίο να χρησιμοποιεί το μυστικό κλειδί. Μια εναλλακτική λύση είναι η προσφυγή σε ένα έμπιστο οργανισμό που ελέγχει την εγκυρότητα του υδατογραφήματος και στέλνει το σχετικό μέρος της κρυμμένης πληροφορίας, κρυπτογραφημένη στον τελικό χρήστη (αυτή η τελευταία εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιήσει πρωτόκολλα δημοσίου κλειδιού). Σημειώστε ότι μια αρχή πιστοποίησης (certification authority) μπορεί να ζητηθεί για να επιβεβαιώσει την ταυτότητα των διάφορων πρακτόρων (agents) που συμμετέχουν στη διαδικασία και για να διανέμει τις χρονοσφραγίδες (timestamps). Η αρχή πιστοποίησης (certification authority) και το ο έμπιστος οργανισμός μπορούν να ενωθούν σε μια μοναδική οντότητα, ανάλογα με την εφαρμογή. Τέλος, εάν τα δικαιώματα πρόκειται να αγοραστούν, θα πρέπει να υπάρξει ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ του τελικού χρήστη και του νόμιμου κατόχου.



Υπάρχει επίσης ένα ζωτικής σημασίας σημείο του συστήματος, το οποίο δεν περιλαμβάνεται αποκλειστικά στο IMPRIMATUR μοντέλο, το οποίο είναι ένας πράκτορας που ψάχνει στο δίκτυο για παράνομα αντίγραφα. Ίσως είναι αφελές να σκεφτούμε ότι όλοι οι τελικοί χρήστες θα πρέπει να ελέγχουν τα δικαιώματα των αντικειμένων που αποκτούν. Αυτό συμβαίνει αυτήν την περίοδο στο Διαδίκτυο με τα MP3-συμπιεσμένα αρχεία μουσικής, τα οποία οι περισσότεροι χρήστες αποκτούν χωρίς να σκεφτούν την παραβίαση των πνευματικών δικαιωμάτων. Κατά συνέπεια, είναι σημαντικό ο προμηθευτής που τα δημιούργησε, να έχει έναν τρόπο που να προσδιορίζει τις περιοχές παράνομης διανομής.

#### 4.6 Παραποιήσεις και Επιθέσεις

Στην πράξη, ένα υδατογραφημένο αντικείμενο μπορεί να αλλάξει, είτε σκόπιμα είτε τυχαία. Σε αυτή την περίπτωση το σύστημα υδατογράφησης θα πρέπει να είναι ακόμα ικανό, να ανιχνεύσει και να εξάγει το υδατογράφημα. Προφανώς, οι παραποιήσεις περιορίζονται στις περιπτώσεις εκείνες που δεν παράγονται υπερβολικές υποβαθμίσεις, δεδομένου ότι, ειδάλλως το μετασχηματισμένο αντικείμενο δεν θα είναι χρήσιμο. Αυτές οι παραποιήσεις, περιλαμβάνουν επίσης μια υποβάθμιση στην απόδοση του συστήματος, όπως υπολογίζεται από τις πιθανότητες που προσδιοριστήκανε προηγουμένως, (δηλαδή το  $P_D$  μπορεί να μειωθεί για ένα σταθερό  $P_F$ ). Στις σκόπιμες επιθέσεις, ο στόχος του επιτιθέμενου είναι, να μεγιστοποιήσει τη μείωση του  $P_D$ , καθώς και να ελαχιστοποιήσει τον αντίκτυπο που ο μετασχηματισμός του (επιτιθέμενου), επιφέρει στο αντικείμενο. Αυτό πρέπει να γίνει χωρίς να γνωρίζει το μυστικό κλειδί, που χρησιμοποιείται κατά τη διαδικασία που προστίθεται η υδατογράφηση, η οποία εξασφαλίζει την ασφάλεια του αλγορίθμου.

Παρακάτω παρατίθενται μερικές από τις πιο γνωστές επιθέσεις. Κάποιες από αυτές είναι σκόπιμες και άλλες τυχαίες, ανάλογα με την εφαρμογή τους:

**Ακρόαση Πόλης (Πρόσθετος Θόρυβος).** Αυτού του είδους επίθεση, μπορεί να αναχαιτιστεί από ορισμένες εφαρμογές, όπως από τη χρήση των D/A και A/D μετατροπέων (converters) ή από τα λάθη που συμβαίνουν κατά την μετάδοση. Εντούτοις, ένας επιτιθέμενος μπορεί να εισάγει ένα αισθητό σχήμα θορύβου (ελάχιστο όμως) με τη μέγιστη απαραίτητη δύναμη.

**Χαμηλής Διέλευσης Φιλτράρισμα.** Το χαμηλής διέλευσης φιλτράρισμα, για παράδειγμα, δεν παρουσιάζει ιδιαίτερη υποβάθμιση στις υδατογραφημένες εικόνες ή τον ήχο, αλλά μπορεί να έχει δραματικές επιπτώσεις στην απόδοση της υδατογράφησης, δεδομένου ότι τα υδατογραφήματα ευρέου φάσματος έχουν ένα διόλου αμελητέο, υψηλής συχνότητας, φασματικό περιεχόμενο.

**Συνοριακή (Κινητική).** Αυτή είναι μια πολύ κοινή επίθεση, δεδομένου ότι σε πολλές περιπτώσεις ο επιτιθέμενος, ενδιαφέρεται για ένα μικρό τμήμα του υδατογραφημένου αντικειμένου, όπως και για τμήματα μιας εικόνας ή για μερικά καρέ (frames) ενός βίντεο. Έχοντας αυτό υπόψη, προκειμένου να επιζήσει το υδατογράφημα, πρέπει να διασκορπίζεται σε όλη την επιφάνεια όπου πραγματοποιείται αυτή η επίθεση.

**Συμπίεση (Κωδικοποίηση).** Αυτή είναι μια τυχαία επίθεση η οποία εμφανίζεται πολύ συχνά στις εφαρμογές πολυμέσων (multimedia applications). Πρακτικά ο ήχος, τα βίντεο και οι εικόνες που διανέμονται αυτήν την περίοδο μέσω του Διαδικτύου έχουν συμπιεστεί. Εάν όμως ζητηθεί από το υδατογράφημα να αντισταθεί στα διάφορα επίπεδα συμπίεσης, προτείνεται η διαδικασία προσθήκης του υδατογραφήματος να γίνει στο ίδιο πεδίο, όπου πραγματοποιείται και η συμπίεση. Για παράδειγμα, η υδατογράφιση εικόνων στο πεδίο DCT, είναι πιο ανθεκτική για JPEG εικόνες, απ' ό,τι η υδατογράφιση στο πεδίο του χώρου.

**Επίθεση από Θόρυβο (Ανίχνευση και Εξαγωγή).** Αυτό είναι το πραγματικό πεδίο μάχης της ψηφιακής υδατογράφησης, κυρίως λόγω της επιτυχίας του στις στατικές εικόνες. Η ανίχνευση και εξαγωγή που

βασίζεται στη συσχέτιση αποτυγχάνει, με τη περιστροφή και την αλλαγή μεγέθους που εκτελέστηκαν στη υδατογραφημένη εικόνα, καθώς επίσης και το ενσωματωμένο υδατογράφημα και η τοπικά παραγόμενη έκδοση του, δεν βρίσκονται στο ίδιο σημείο στο χώρο.

Προφανώς, θα ήταν δυνατό να γίνουν εξαντλητικές έρευνες σε διάφορες θέσεις και αλλαγές μεγέθους μέχρι να βρεθεί κάποια συσχέτιση, αλλά αυτό θα ήταν ιδιαίτερα πολύπλοκο. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι ο υπολογισμός των δύο παραμέτρων είναι αρκετά εύκολος όταν η αρχική εικόνα είναι παρούσα, αν και υπάρχουν διαφωνίες πάνω σε αυτό. Οι συγγραφείς έχουν δείξει [3] ότι παρόλο που το πρόβλημα μοιάζει με το συγχρονισμό για τις ψηφιακές επικοινωνίες, οι τεχνικές που εφαρμόστηκαν απέτυχαν παταγωδώς. Μερικοί συγγραφείς πρότειναν πρόσφατα τη χρήση μετασχηματισμών αμετάβλητων στη περιστροφή και την αλλαγή της κλίμακας (όπως και ο Fourier- Mellin [4]), αλλά αυτό μειώνει αισθητά την χωρητικότητα για απόκρυψη μηνυμάτων. Σε κάθε περίπτωση, δημόσια διαθέσιμα προγράμματα όπως το Stirmark, αχρηστεύουν τον μετασχηματισμό, με την δημιουργία μιας ελάχιστα μη γραμμικής αναδειγματοληψίας της εικόνας [2]. Στην υδατογράφιση ήχου, είναι αρκετά εύκολο να εκτελεστεί ένας μη γραμμικός μετασχηματισμός στον άξονα του χρόνου, ο οποίος δυσκολεύει την ανίχνευση των υδατογραφημάτων.

**Statistical Annotating (Επιπονητικός Υπολογισμός Επίπου Όρου).** Κάποιος επιτιθέμενος, ίσως προσπαθήσει να υπολογίσει το υδατογράφημα, και έπειτα να “από υδατογραφήσει” (unwatermark) το αντικείμενο με την αφαίρεση της εκτίμησης. Αυτό είναι επικίνδυνο εάν το υδατογράφημα δεν εξαρτάται ουσιαστικά από τα δεδομένα. Επίσης με διαφορετικά υδατογραφημένα αντικείμενα, θα ήταν δυνατό να βελτιωθεί η εκτίμηση με τον απλό υπολογισμό του μέσου όρου. Αυτός είναι ένας καλός λόγος για να χρησιμοποιούμε perceptual masks (αντιληπτές μάσκες) κατά την δημιουργία ενός υδατογραφήματος.

Ένας επιτιθέμενος μπορεί να υδατογραφήσει ένα ήδη υδατογραφημένο αντικείμενο, και να ισχυριστεί αργότερα ότι είναι δικό του. Η ευκολότερη λύση αντιμετώπισης αυτού του προβλήματος, είναι η χρήση χρονοσφραγίδας (timestamp) στις κρυμμένες πληροφορίες από μια αρχή πιστοποίησης (certification authority).

Υπάρχει ένας αριθμός επιθέσεων, οι οποίες κατευθύνονται από τον τρόπο χειρισμού του υδατοσήμου. Παραδείγματος χάριν, είναι δυνατό να παρακαμφθούν οι μηχανισμοί ελέγχου αντιγράφων, διαταράσσοντας τα δεδομένα, έτσι ώστε το υδατογράφημα να χαθεί [5] ή ακόμα μπορούν να εξαπατηθούν οι web crawlers που ψάχνουν για υδατογραφήματα, δημιουργώντας ένα επίπεδο παρουσίασης (presentation layer) το οποίο θα αλλάξει τον τρόπο διάταξης των δεδομένων. Το τελευταίο καλείται μερικές φορές και ως επίθεση του μωσαϊκού (mosaic attack)[2].

Πρέπει να τονιστεί ότι η ψηφιακή υδατογράφιση δεν χρησιμοποιείται μόνο σε στατικές εικόνες αλλά εφαρμόζεται και σε αρχεία που περιέχουν βίντεο, ήχο ή κείμενο. Οι περιπτώσεις όπου μπορεί να γίνει εμπορική χρήση της είναι όλες όσες ικανοποιούν κάποια από τις παρακάτω ανάγκες:

- Ο δημιουργός και ο ιδιοκτήτης του ψηφιακού υλικού πρέπει να μπορεί να πιστοποιήσει τα πνευματικά του δικαιώματα σε οποιαδήποτε περίπτωση.
- Ο ιδιοκτήτης θα πρέπει να μπορεί να εντοπίζει, με κάποιον τρόπο, όποιον κατέχει ή όποιον προσπαθεί να διανείμει παράνομα το υλικό που του ανήκει.

- Κάθε προσπάθεια παραποίησης του ψηφιακού υλικού και διανομής του ως αυθεντικού, θα πρέπει να μπορεί να εντοπιστεί και ενδεχομένως να επαναφερθεί το υλικό στην αρχική του κατάσταση.

Συγκεκριμένα σενάρια όπου μπορεί να εφαρμοστεί η ψηφιακή υδατογράφηση είναι τα ακόλουθα :

Δημοσίευση εικόνων στο Διαδίκτυο, π.χ. έργα τέχνης, ιστορικές στιγμές, ατομικά επιτεύγματα κ.λπ., από κάποιο ηλεκτρονικό μουσείο ή ηλεκτρονική έκθεση, από φορέα ή απλό ιδιώτη. Ανάλογα με την προτίμηση του εκάστοτε ιδιοκτήτη, μπορεί να εφαρμοστεί και η κατάλληλη μέθοδος υδατογράφησης για να αποτρέψει κάθε αθέμιτη χρήση (οικειοποίηση, αμφισβήτηση πνευματικών δικαιωμάτων, παραποίηση του περιεχομένου, αντιγραφή και διανομή χωρίς άδεια) του ψηφιακού υλικού.

Στην περίπτωση μιας βιντεοσκόπησης όπου έχουν γίνει παρεμβάσεις, χρησιμοποιώντας ένα ψηφιακό υδατογράφημα που αλλοιώνεται σε κάθε αλλαγή, μπορούμε να εντοπίσουμε αν η ταινία είναι η αυθεντική ή έχει αλλοιωθεί. Επίσης, υπάρχει πλέον και η δυνατότητα να αποκαταστήσουμε το περιεχόμενο των εικόνων που έχουν τροποποιηθεί, καθώς αποθηκεύεται πληροφορία στο υδατογράφημα σχετικά με τις αλλαγές που έγιναν, ώστε να είναι δυνατή η αναστροφή τους.

Είναι γνωστό το ζήτημα που έχει προκύψει τα τελευταία χρόνια με την ηλεκτρονική πειρατεία μουσικών αρχείων στο Διαδίκτυο. Η ψηφιακή υδατογράφηση θα μπορούσε να αποτελέσει τη λύση για τον εντοπισμό όσων εμπλέκονται και να εξασφαλίσει σε σημαντικό βαθμό τα δικαιώματα των καλλιτεχνών και των δισκογραφικών εταιριών.

Ένα ακόμη πεδίο ελέγχου στο οποίο μπορεί να βοηθήσει η ψηφιακή υδατογράφηση, αφορά τον περιορισμό των λειτουργιών που μπορούν να εκτελεστούν σε ένα αντικείμενο. Παραδείγματος χάριν, η προσάρτηση πληροφορίας που καθιστά αδύνατη την αντιγραφή του περισσότερες από μία φορές. Με αυτό τον τρόπο περιορίζεται η ανεξέλεγκτη αναπαραγωγή από το πρωτότυπο.

Πρέπει ωστόσο να τονίσουμε ότι, καθώς η αλλοίωση του περιεχομένου των ψηφιακών δεδομένων δεν είναι πάντοτε εφικτό να εντοπιστεί και να εξασφαλιστεί στο 100%, όπως έχει προκύψει από ελέγχους, καμία ψηφιακή μέθοδος δεν εγγυάται απόλυτη επιτυχία χωρίς την κατάλληλη νομική προσαρμογή και υποστήριξη προς τις νέες τεχνολογίες.

Αυτή τη στιγμή δραστηριοποιούνται στον τομέα της ψηφιακής προστασίας όλο και περισσότεροι οργανισμοί, καταδεικνύοντας την αναγκαιότητα επίλυσης του προβλήματος της πειρατείας. Από τους πλέον γνωστούς είναι το DVD Copy Protection Technical Working Group (CPTWG) και το Secure Digital Music Initiative (SDMI).

Εταιρείες που παρέχουν συστήματα ψηφιακής υδατογράφησης ανά τον κόσμο είναι οι Digimarc, MediaSec, Signum Technologies, Bluespike, Picture Shark, Secure Image Pro, Photo Watermark, Εικόνα Mark και άλλες.

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές των προγραμμάτων τους, παρέχουν υψηλότερη ασφάλεια ενάντια σε κάθε προσπάθεια απόσπασης ψηφιακών δεδομένων, παραλλαγής ή καταστροφής τους. Επίσης, η Digimarc προσφέρει και ένα πρόγραμμα “αράχνη” (MarcSpider), που ανιχνεύει το Διαδίκτυο, αναζητώντας εικόνες που περιέχουν υδατογράφημά της, και εξασφαλίζει τον εντοπισμό των παράνομων εμφανίσεων των εικόνων και των χρηστών που τις διακινούν.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η ηλεκτρονική έκδοση του περιοδικού Playboy, το οποίο επέλεξε να χρησιμοποιήσει αντίστοιχο λογισμικό για να υδατογραφήσει τις εικόνες που δημοσιεύει στην ιστοσελίδα του και να αναζητά παράνομα αντίγραφα τους στο Διαδίκτυο.

Βέβαια, ο εντοπισμός των εικόνων από ένα τέτοιο λογισμικό δεν λειτουργεί

πάντοτε άψογα, λόγω των πιθανών τροποποιήσεων που μπορεί να έχουν γίνει στην εικόνα, με αποτέλεσμα την καταστροφή του υδατογραφήματος. Παρ' όλα αυτά, η προσπάθεια που έχει γίνει προς αυτή την κατεύθυνση είναι ιδιαίτερα σημαντική και φιλόδοξη, και αναμένονται ακόμη ποιοτικότερα αποτελέσματα.

Η αξιολόγηση των συστημάτων ψηφιακής υδατογράφησης εικόνων, επιτυγχάνεται μέσω ειδικών προγραμμάτων, όπως τα Stirmark, Checkmark και Optimark. Τα προγράμματα αυτά διατίθενται δωρεάν και εξομοιώνουν τις διάφορες επιθέσεις που μπορεί να εφαρμοστούν σε μια εικόνα. Τα απλούστερα υδατογραφήματα καταστρέφονται έπειτα από μια τέτοια αλλοίωση, ενώ στα πιο σύγχρονα έχουν αναπτυχθεί μέθοδοι που τους επιτρέπουν να διατηρούνται ανέπαφα και ύστερα από μερικές απλές τροποποιήσεις της αρχικής εικόνας.

Είναι σημαντικό πάντως να τονιστεί πως, παρά το ότι και η ίδια η Digimarc παραδέχεται, πως κανένα σύστημα εξασφάλισης της ιδιοκτησίας και της αυθεντικότητας δεν μπορεί να είναι 100% ασφαλές και επιτυχημένο, περισσότερα από ένα εκατομμύριο αντίγραφα του λογισμικού που προσφέρει βρίσκονται στο εμπόριο. Εταιρίες όπως οι Adobe, Corel, και Micrografx, οι οποίες παρέχουν υπηρεσίες διαχείρισης εικόνων, έχουν ενσωματώσει την υδατογράφηση της Digimarc ως ένα από τα στάνταρ χαρακτηριστικά τους.

Έτσι, κάθε φορά που ο εκάστοτε χρήστης του προγράμματος, ειδοποιείται ότι η εικόνα που βλέπει έχει υδατογράφημα της Digimarc, μπορεί να συνδεθεί με τον κατάλογο από τη βάση δεδομένων της εταιρίας μέσω του Διαδικτύου, όπου παρέχονται πληροφορίες για το προφίλ του ιδιοκτήτη της εικόνας.

Από τις υπόλοιπες εταιρίες που παρέχουν συστήματα ψηφιακής υδατογράφησης, αξίζει να αναφέρουμε, το SysCoP (System for Copyright Protection) της MediaSec, το SureSign για επιβεβαίωση ιδιοκτησίας και το VeriData για εξασφάλιση της ακεραιότητας των αντικειμένων της Signum Technologies, και το Giovanni της BlueSpike.

## Εφαρμογές

Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένες εφαρμογές στις οποίες χρησιμοποιείται ήδη η υδατογράφηση, καθώς και άλλες πιθανές εφαρμογές της. Οι εφαρμογές που παρατίθενται δεν είναι πλήρης, και σκοπός τους είναι να δώσουν μια προοπτική, των ευρέων επιχειρησιακών δυνατοτήτων που το ψηφιακό υδατογράφημα ανοίγει.

**Μέγαν υδατογραφία (Υδατογράφημα Κύμα).** Σε αυτή την περίπτωση, ο χρονικός άξονας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αυξήσει τον πλεονασμό του υδατογραφήματος. Όπως και στην περίπτωση των στατικών εικόνων, τα υδατογραφήματα μπορούν να δημιουργηθούν είτε στη χωρική περιοχή, είτε στις DCT περιοχές. Στις τελευταίες, τα αποτελέσματα μπορούν να παρουσιαστούν άμεσα στις MPEG-2 συχνότητες, αν και διαφορετικές ενέργειες πρέπει να ληφθούν για τα I, P και B πλαίσια (frames).

**Συλλογή υδατογραφίας (Υδατογράφημα Κύμα).** Σε αυτή την εφαρμογή, λαμβάνονται υπόψη οι ιδιότητες του ανθρώπινου αυτιού, ως προς τη συχνότητα και τον χρόνο, και γίνεται προσπάθεια ώστε να καταστεί το υδατόσημο μη ακουόμενο. Η μέγιστη δυσκολία βρίσκεται στο συγχρονισμό του υδατογραφήματος με το υδατογραφημένο ηχητικό αρχείο, αλλά έχουν προταθεί τεχνικές που υπερνικούν αυτό το πρόβλημα.

**Κοπή και επένδυση υδατογραφίας (Υδατογράφημα Κύμα επί Διανυσματικό).** Αυτό είναι ένα καλό παράδειγμα, που μας επιτρέπει να καταλάβουμε πώς, σχεδόν κάθε είδος δεδομένων, μπορεί να προστατεύσει τα πνευματικά του δικαιώματα. Εάν κάποιος είναι σε θέση να εκφράσει με δύο τρόπους την ίδια πληροφορία, τότε κρύβεται ένα bit πληροφορίας, το οποίο είναι κάτι που μπορεί εύκολα να γενικευτεί σε οποιοδήποτε αριθμό bits. Είναι παραδεκτό ότι ένα τέλεια συμπιεσμένο σχήμα δεν αφήνει χώρο για υδατογράφηση.



Στο περιεχόμενο του υλικού (hardware), οι Boolean ισοδυναμίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παράγουν παρουσίες (instances) που χρησιμοποιούν διαφορετικούς τύπους πυλών (gates) [6], και που μπορούν να εξεταστούν από τα κρυμμένα bits πληροφοριών. Το λογισμικό (software) μπορεί επίσης να προστατευθεί όχι μόνο με την εύρεση των ισοδυναμιών μεταξύ των εντολών, των μεταβλητών ονομάτων, ή των διευθύνσεων μνήμης, αλλά και με την αλλαγή της διάταξης των μη κρίσιμων εντολών. Όλο αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί σε επίπεδο μεταγλωττιστή (compiler level).

**Τακτοποιημένο (Παραγράφηση Πηλών).** Αυτό το πρόβλημα, που είναι ένα από τα πρώτα που μελετήθηκε σχετικά με την απόκρυψη πληροφοριών, μπορεί να λυθεί σε δύο επίπεδα. Στο επίπεδο εκτύπωσης (print out level), οι πληροφορίες μπορούν να κωδικοποιηθούν με τέτοιο τρόπο, ώστε οι γραμμές κειμένου (text line) ή οι λέξεις να είναι χωρισμένες (αυτό διευκολύνει την επιβίωση του υδατογραφήματος ακόμη και στη φωτοαντιγραφή (photocopying)). Στο σημασιολογικό επίπεδο (semantic level) (απαραίτητο όταν υπάρχουν ανεπεξέργαστα αρχεία κειμένων), μπορούν να χρησιμοποιηθούν ισοδυναμίες μεταξύ των λέξεων ή των εκφράσεων.

**Εκτελέσιμα Κανάλια (Επιπέδου Υδατογραφίας).** Με το που δημιουργείται το κρυμμένο κανάλι (hidden channel), είναι δυνατόν να συμπεριλαμβάνει ακόμη και τα εκτελέσιμα περιεχόμενα, υπό τον όρο ότι, η ανταποκρινόμενη μικροεφαρμογή (applet) τρέχει στο site του τελικού χρήστη.

**Ετικέτες (Επιπέδου Υδατογραφίας).** Το κρυμμένο μήνυμα θα μπορούσε να περιέχει ετικέτες (labels) που επιτρέπουν, παραδείγματος χάριν, την πρόσθεση σημειώσεων και σχόλιων για τις εικόνες ή για τον ήχο. Φυσικά, η σημείωση θα μπορούσε να συμπεριληφθεί σε ένα ξεχωριστό αρχείο, αλλά η υδατογράφηση καθιστά δυσκολότερη την καταστροφή ή το χάσιμο των ετικετών (labels), δεδομένου ότι βρίσκεται πολύ κοντά στο αντικείμενο

που αντιπροσωπεύει. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στις ιατρικές εφαρμογές δεδομένου ότι αποτρέπει επικίνδυνα λάθη.

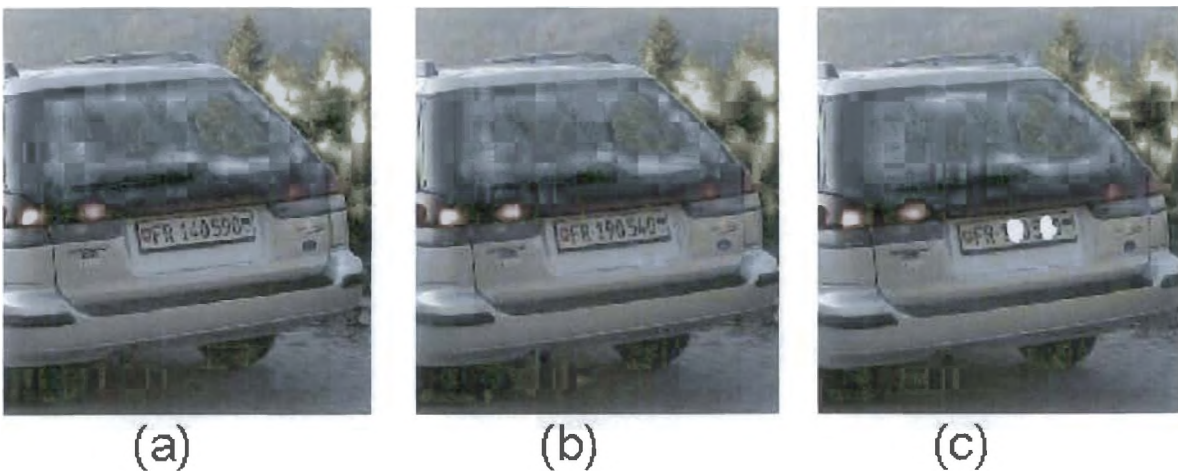
**Παραγράφος (Πιστοποίηση).** Αυτή είναι όμοια με την προηγούμενη εφαρμογή, και επιπλέον επιτρέπει στις συσκευές (όπως η βιντεοκάμερα, οι συσκευές ηχογράφησης κλπ.), να παρέχουν πληροφορίες σχετικές με τη συγκεκριμένη συσκευή (π.χ. τον ID αριθμό), και την ημερομηνία δημιουργίας. Αυτό είναι δυνατόν να γίνει και με τις συμβατικές τεχνικές ψηφιακής υπογραφής (conventional digital signature techniques), αλλά με την υδατογράφιση καθίσταται πιο δύσκολη η αποκοπή ή η αλλαγή της υπογραφής. Ορισμένες ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές περιλαμβάνουν ήδη αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα.

**Αντικείμενο (Πιστοποίηση Ταυτότητας).** Είναι μια παραλλαγή της προηγούμενης εφαρμογής, σε μια περιοχή όπου οι κρυπτογραφικές τεχνικές έχουν ήδη εμφανιστεί. Εντούτοις, υπάρχουν δύο σημαντικά οφέλη που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση της υδατογράφισης. Πρώτον, όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, η υπογραφή ενσωματώνεται στο μήνυμα, και δεύτερον, είναι δυνατό να δημιουργηθούν αλγόριθμοι «μαλακής» πιστοποίησης ταυτότητας που να προσφέρουν ένα πολλών τιμών «αντιληπτά πολύ κοντά» (perceptual closeness) όριο, που αποτελεί τους διαφορετικούς ακούσιους μετασχηματισμούς, τους οποίους τα δεδομένα μπορεί να είχαν υποστεί (ένα παράδειγμα είναι συμπίεση εικόνας σε διάφορα επίπεδα), σε αντίθεση με την κλασσική ναι/όχι απάντηση που δίνεται από την πιστοποίηση ταυτότητας βασιζόμενη στη κρυπτογραφία (cryptography).

Το σημαντικότερο μειονέκτημα της πιστοποίησης ταυτότητας βασιζόμενη στην υδατογράφιση, είναι η έλλειψη αλγορίθμων δημοσίου κλειδιού, που αναγκάζει είτε στη τοποθέτηση των μυστικών κλειδιών σε κίνδυνο είτε στη προσφυγή στα εμπιστευόμενα συμβαλλόμενα μέρη.

Παρατίθεται παράδειγμα της πιστοποίησης ταυτότητας, όπου στόχος της είναι η αναγνώριση οποιαδήποτε αλλαγής ή τροποποίησης σε μια εικόνα.

Βλέποντας την *Εικόνα 15*, αντιλαμβανόμαστε ότι η εικόνα στα αριστερά αποτελεί την αυθεντική εικόνα ενός αυτοκινήτου, η οποία έχει προστατευτεί από μια τεχνική υδατογράφησης. Η εικόνα που βρίσκεται στο κέντρο, είναι ίδια με την πρώτη, αλλά με μία μικρή διαφορά: οι αριθμοί της πινακίδας έχουν αλλαχθεί. Η τελευταία εικόνα απεικονίζει την φωτογραφία η οποία έχει πρώτα περάσει από ένα υδατογραφικό πρόγραμμα αναγνώρισης. Οι περιοχές όπου έχει γίνει παράνομη αλλαγή των αριθμών, υποδεικνύονται με άσπρο χρώμα, και μπορούμε καθαρά να δούμε ότι οι αναγνωρίσιμες περιοχές αντιστοιχούν με τις τροποποιήσεις που έχουν γίνει στην μεσαία εικόνα.



*Εικόνα 15. Η προστατευμένη εικόνα βρίσκεται στα αριστερά. Στην τροποποιημένη εικόνα (b) έχουν αλλαχθεί οι αριθμοί 9 και 4. Όπως φαίνεται στην εικόνα στα δεξιά η υδατογράφηση επιτρέπει την ανίχνευση και ένδειξη των τροποποιημένων περιοχών.*

**Copy and Playback Control (Έλεγχος Αντιγραφής και Αναπαραγωγής Ήχου).** Το μήνυμα το οποίο βρίσκεται στο υδατογράφημα μπορεί να περιέχει πληροφορίες σχετικά με την άδεια αντιγραφής και προβολής των στοιχείων. Έπειτα, ένα ασφαλές μοντέλο μπορεί να προστεθεί στον εξοπλισμό της αντιγραφής ή της αναπαραγωγής ήχου, για να εξαγάγει αυτόματα τις πληροφορίες άδειας και να εμποδίσει την περαιτέρω επεξεργασία αν είναι απαραίτητο. Προκειμένου να είναι αποτελεσματική,

αυτή η προσέγγιση προστασίας απαιτεί την συμφωνία του προμηθευτή (content provider) και των κατασκευαστών καταναλωτικών προϊόντων, για να εισάγουν ανεπαίσθητους ανιχνευτές υδατογραφήματος στα βίντεο και στις συσκευές αντιγραφής. Αυτή η προσέγγιση είναι τα DVD (Digital Video Disk).

**Signaling (Σηματοδότηση).** Ο ελάχιστος περιορισμός είναι χρήσιμος κατά την μετάδοση πληροφοριών σηματοδότησης (signaling information) στο κρυμμένο κανάλι. Το πλεονέκτημα της χρήσης αυτού του καναλιού είναι, ότι δεν απαιτείται καμία αύξηση του εύρους ζώνης (bandwidth). Μια ενδιαφέρουσα εφαρμογή, αποτελεί η ύπαρξη εκπομπής (broadcasting) στην εμπορική υδατογράφιση με σηματοδοτούμενη πληροφορία, η οποία επιτρέπει σε μια συσκευή αυτόματης μέτρησης, να υπολογίσει πόσες φορές έχει μεταδοθεί μια διαφήμιση, σε μια ορισμένη χρονική περίοδο. Μια εναλλακτική μέθοδος, θα απαιτούσε σύνθετο λογισμικό αναγνώρισης (complex recognition software).

**Covertisation (Πιστοποίηση).** Η εφαρμογή της πιστοποίησης έχει μεγάλη σημασία για τα επίσημα έγγραφα, όπως τα διαβατήρια ή τις ταυτότητες. Ένα παράδειγμα της πιστοποίησης είναι η *Εικόνα 16*. Στην προκειμένη περίπτωση, ο αριθμός (της ταυτότητας) αναγράφεται στην ταυτότητα αλλά είναι και κρυμμένος μέσω της υδατογράφησης, πίσω από την φωτογραφία.

αποκρυπτογραφηθούν, το υδατογράφημα μπορεί να διαβαστεί, εφόσον υπάρχουν οι απαραίτητες πληροφορίες που χρειάζονται κατά την διαδικασία της αποκρυπτογράφησης. Εάν κάποιος αντιγράψει το cd, δεν θα έχει πρόσβαση στα δεδομένα επειδή δεν θα έχει το απαραίτητο υδατογράφημα. Για να διαβαστούν τα δεδομένα του cd, ο χρήστης τρέχει πρώτα ένα πρόγραμμα, το οποίο απαιτεί από τον χρήστη να τοποθετήσει το cd στον σαρωτή (scanner) και έπειτα διαβάζει το υδατογράφημα. Εάν είναι έγκυρο, το πρόγραμμα αποκρυπτογραφεί τα δεδομένα του cd και επιτρέπει στο χρήστη πλήρη πρόσβαση.



*Εικόνα 17. Η υπό συνθήκη πρόσβαση στα εμπιστευόμενα δεδομένα ενός cd-rom*

Οι αλλαγές που επέρχονται στην εικόνα, λόγω της τοποθέτησης του υδατοσήμου, θα πρέπει να είναι μικρές ώστε να μην γίνονται αντιληπτές από το κατώφλι αντίληψης.

Το ψηφιακό υδατογράφημα πρέπει να είναι ανθεκτικό σε μεταβολές όπως η συμπίεση, οι γεωμετρικές παραμορφώσεις, οι A/D και D/A μετατροπές (δηλαδή το υδατόσημο να παραμένει στα δεδομένα και μετά τις παραμορφώσεις και να μπορεί να εντοπιστεί).

Η ίδια εικόνα μπορεί να διαμοιράζεται με διαφορετικά υδατογραφήματα με σκοπό την ταυτοποίηση των αποδεκτών. Δεν θα πρέπει να δίνεται η δυνατότητα στους αποδέκτες να αλλοιώσουν το υδατόσημο, σε περίπτωση που συνεργαστούν.

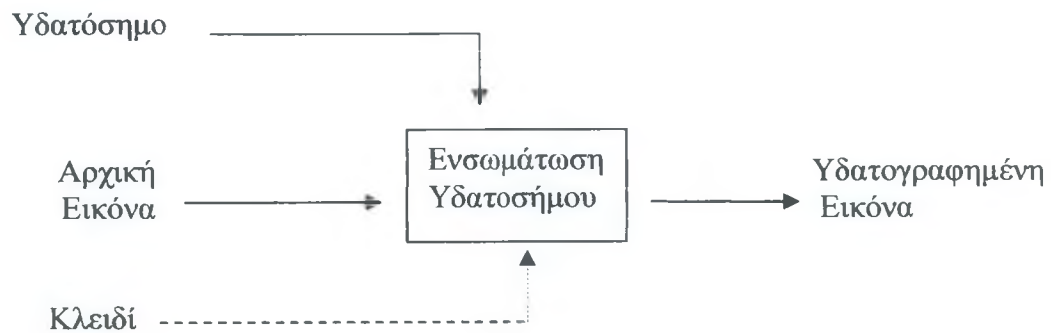
Τα οποία απαιτούν και τα αρχικά (μη σημασμένα) δεδομένα. Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

1. Τύπου I: Χρησιμοποιούν την αρχική πληροφορία για να εντοπίσουν τις θέσεις του υδατοσήμου στα σημασμένα (και πιθανώς αλλοιωμένα) δεδομένα και για να το εξαγάγουν.
2. Τύπου II: Έχουν παρόμοια λειτουργία με τα συστήματα Τύπου I, αλλά απαιτούν επιπλέον ένα αντίγραφο του υδατογραφήματος και ως έξοδο έχουν της δυαδική τιμή «υπάρχει / δεν υπάρχει».

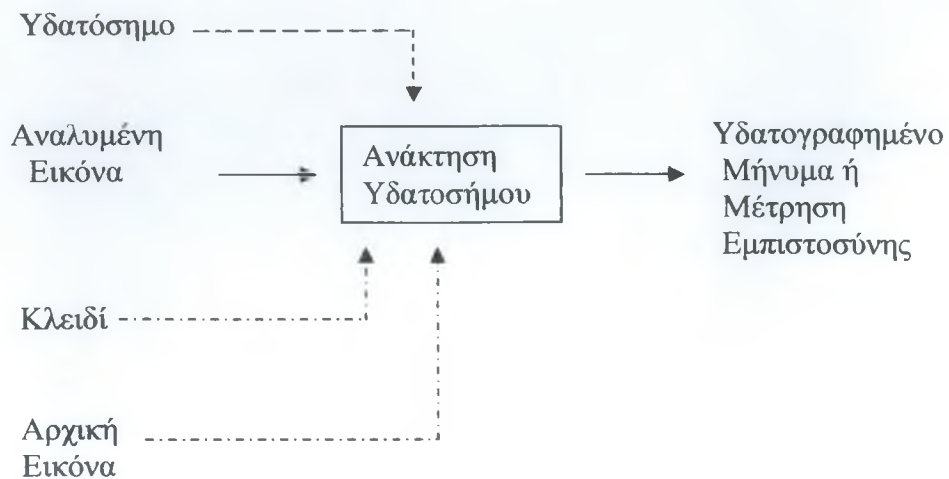
Σε αυτή την περίπτωση, τα αρχικά δεδομένα δεν χρησιμοποιούνται για την εύρεση του υδατοσήμου.

Δεν απαιτούν ούτε τα αρχικά δεδομένα αλλά ούτε και αντίγραφο του υδατοσήμου. Μπορούν να εξάγουν  $n$  bit πληροφορίας από τα σημασμένα δεδομένα.

- **Γενικό σχήμα ψηφιακής υδατογράφησης**



- **Γενικό σχήμα ανάκτησης ψηφιακού υδατοσήμου**



## 4.1.2. Κρυπτογραφία και Κλειδιά στην Ψηφιακή Υδατογράφηση

- Τα συστήματα ψηφιακής υδατογράφησης χρησιμοποιούν ένα ή περισσότερα κρυπτογραφικά ισχυρά κλειδιά, για την εξασφάλιση της ακεραιότητας του υδατογραφήματος, ενάντια σε τροποποιήσεις ή ακόμα και στη διαγραφή του.
- Η χρήση κλειδιών αφορά τα δημόσια συστήματα κρυπτογραφίας. Από τη στιγμή που κάποιος μπορεί να διαβάσει το υδατογράφημα, μπορεί να το καταστρέψει κιόλας, καθώς ήδη γνωρίζει όχι μόνο τη μέθοδο τοποθέτησης αλλά και τη θέση του υδατογραφήματος στο αρχείο.
- Η χρήση κλειδιών εισάγει «τυχειότητα» στην τοποθέτηση του υδατοσήμου.

## 4.1.3. Ψηφιακή Υδατογράφηση και η Προστασία των Ψηφιακών Υδατογραφήσεων

Η ψηφιακή υδατογράφηση αποτελεί ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον πεδίο έρευνας, και αυτό γιατί, καθώς άρχισε να αναπτύσσεται σχετικά πρόσφατα, παρέχει πολλές ευκαιρίες για πρωτοποριακή έρευνα στους ερευνητές.

Επιπλέον, είναι ενδιαφέρον για πολιτιστικούς – εκπαιδευτικούς φορείς, όπως μουσεία και βιβλιοθήκες, γιατί παρέχει προστασία των ψηφιακών τους δεδομένων από την πειρατεία. Τέλος, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει και για τους απλούς επισκέπτες και χρήστες, καθώς η καλύτερη προστασία των πολυμέσων μπορεί να οδηγήσει σε φθηνότερο, ποιοτικότερο και κυρίως περισσότερο ψυχαγωγικό υλικό.



Αποτελεί ίσως μία από τις πιο κατάλληλες πρακτικές για όσους φορείς επιθυμούν να προσφέρουν ψηφιακή πρόσβαση των εκθεμάτων τους στο κοινό. Η αξία αυτής της προβολής μέσω του Διαδικτύου είναι αναγνωρισμένη και αδιαμφισβήτητη, οπότε αναμένεται (και αποτελεί αναγκαίο βήμα) να υιοθετηθούν και οι αντίστοιχες μέθοδοι για την προστασία των ψηφιακών εκθεμάτων.

Η καλύτερη λύση θα ήταν ο συνδυασμός των επικρατέστερων μεθόδων, ώστε να αλληλοκαλύπτονται και να δρουν αποτελεσματικότερα. Ο βαθμός στον οποίο θα θεωρείται πετυχημένη η υδατογράφηση, στην προσπάθεια εξασφάλισης της αυθεντικότητας και της ιδιοκτησίας, θα εξαρτηθεί από την τεχνολογική πρόοδο, που θα συντελέσει ώστε να καλύψει τις ανάγκες των πρακτικών εφαρμογών.

Η ψηφιακή υδατογράφηση θα πρέπει να θεωρηθεί ως ένα μέσο αποτροπής της προσπάθειας για παραβίαση των πνευματικών δικαιωμάτων, που ωστόσο δεν αντιμετωπίζει όλες τις παράνομες ενέργειες, αλλά τις περισσότερες, έτσι ώστε μόνο λίγοι ικανοί προγραμματιστές και γνώστες του ερευνητικού πεδίου της ψηφιακής υδατογράφησης να μπορούν να την παρακάμψουν. Έτσι, θα μπορέσουν και όσοι επιθυμούν να εκθέσουν κάτι στο Διαδίκτυο να γνωρίζουν το βαθμό κινδύνου και να πράξουν σύμφωνα με το συμφέρον τους.

Ίσως λοιπόν θα ήταν ιδανικός ο συνδυασμός τεχνολογιών, που όλες μαζί θα μπορέσουν να προσφέρουν ένα ικανοποιητικό επίπεδο προστασίας των πνευματικών δικαιωμάτων. Επίσης το κατάλληλο νομικό πλαίσιο μπορεί να αποτελέσει έναν επιπλέον αποτρεπτικό μηχανισμό για την παράνομη αντιγραφή και διακίνηση ψηφιακών αρχείων.

## 4.13 Ανάλυση για Επιχειρησιακή Ανάπτυξη

Αν και η τεχνολογία της υδατογράφησης είναι σχετικά νέα, όλο και περισσότερα έγγραφα και προϊόντα, εμφανίζονται σχετικά με αυτή. Εντούτοις, πολύ λίγες προσπάθειες έχουν γίνει για να εκπληρωθούν οι απαιτήσεις των χρηστών και προμηθευτών, με την παροχή εργαλείων και γενικότερα διαδικασιών, που θα καταλήξουν σε τυποποιημένες προσπάθειες. Το σκηνικό αυτό, δεν διαφέρει πολύ, από εκείνο που επικρατούσε πριν μερικά χρόνια στην κρυπτογραφία (cryptography), όπου οι αλγόριθμοι είχαν ακμάσει, αλλά η κρυπτανάλυση (cryptanalysis) δεν είχε αναπτυχθεί ακόμα

Δυστυχώς, δεν είναι η καλύτερη περίοδος για να προταθεί ένας αλγόριθμος υδατογράφησης, διότι η έλλειψη αναφορών αποτρέπει τους νόμιμους κατόχους και τους προμηθευτές τεχνολογίας, να χρησιμοποιήσουν τεχνικές υδατογράφησης, οι οποίες καθιστούν δύσκολες τις εφαρμογές ηλεκτρονικού εμπορίου (e-commerce), τις οποίες το ευρύ κοινό είναι πρόθυμο να υπηρετήσει.

Δύο ερευνητικά σημεία, θα αποδείξουν τελικά τη δυνατότητά τους να λύσουν αυτό το πρόβλημα.

Πρώτο σημείο: Η θεωρητική εργασία πάνω στην υδατογραφική ανάλυση θα έχει ως αποτέλεσμα, να δειχθούν τα αντικειμενικά μέτρα απόδοσης και θα βελτιώσει τις υπάρχουσες μεθόδους με έναν πιο ενημερωμένο τρόπο από τον trial-and-error δοκιμή ή λάθος.

Δεύτερο σημείο: Η ανάπτυξη της τεχνολογίας στη δοκιμή απόδοσης (Benchmarking), θα βοηθήσει στην αξιολόγηση της ανωτερότητας ορισμένων αλγορίθμων, και θα βρει μια πιο αντιπροσωπευτική πολυμεσική βάση δεδομένων, που θα τελειώσει με την ειδική διαδικασία η οποία χρησιμοποιείται. Τα διαφορετικά πρότυπα, όπως το MPEG-4 και το JPEG-2000 αναμένουν να πραγματοποιούσαν αυτές τις προσπάθειες .

Οι εξελίξεις στην τεχνολογία και ειδικότερα στο χώρο της πληροφορικής οδηγούν όλο και πιο συχνά στην ανάπτυξη εφαρμογών που απαιτούν χρήση υπολογιστών, τόσο από ιδιωτικούς όσο και από δημόσιους φορείς. Ο ρυθμός διείσδυσης του Διαδικτύου αυξάνεται συνεχώς, και είναι σαφές ότι όσα ισχύουν σήμερα σε πιο ανεπτυγμένες τεχνολογικά χώρες, όπως οι ΗΠΑ, αποτελούν προάγγελο της πορείας των ελληνικών πραγμάτων στα επόμενα χρόνια. Αυτό σημαίνει ότι σύντομα ένα μεγάλο ποσοστό των δημόσιων και ιδιωτικών οργανισμών της χώρας θα προσφέρει υπηρεσίες στο Διαδίκτυο (κάτι που έχει αρχίσει ήδη να συμβαίνει), κατά συνέπεια θα παρέχει και ψηφιακό υλικό.

Οι οργανισμοί αυτοί μπορεί να είναι:

- Εταιρίες ηλεκτρονικού εμπορίου
- Δημόσιες υπηρεσίες
- Μουσεία
- Ψηφιακές βιβλιοθήκες
- Εταιρίες που εμπορεύονται ψηφιακό υλικό

Δημιουργείται έτσι η ανάγκη προστασίας της γνησιότητας αλλά και των πνευματικών δικαιωμάτων των ψηφιακών εικόνων, αφού για την ώρα οι χρήστες του Διαδικτύου έχουν τη δυνατότητα να αποθηκεύσουν, να τροποποιήσουν και να προβάλουν ψηφιακές εικόνες που δεν τους ανήκουν.

Στην περίπτωση των ηλεκτρονικών μουσείων ή ηλεκτρονικών εκθέσεων, η ανάγκη για διασφάλιση της κυριότητας των εικόνων που παρουσιάζονται είναι προφανής. Ο δημιουργός που εκθέτει τα έργα του, δεν θα επιθυμούσε να τα δει δημοσιευμένα σε κάποια άλλη ιστοσελίδα με διαφορετικό όνομα δημιουργού ή παραποιημένα, καθώς συχνά διανέμονται ελεύθερα μειώνοντας σημαντικά τα κέρδη του δημιουργού από τη νόμιμη πώλησή τους.

Επίσης, τα μουσεία που έχουν κάποια εκθέματα στην κατοχή τους θα ήθελαν να αποφύγουν την πιθανότητα να εμφανίζονται αυτά σε δικτυακούς τόπους άλλων αντίστοιχων χώρων ως μέσο προσέλκυσης επισκεπτών. Αλλά και μεμονωμένοι χρήστες, που κατέχουν συλλογές αυθεντικού ψηφιακού υλικού και επιθυμούν να τις δημοσιεύσουν στο Διαδίκτυο, θα πρέπει να προστατεύονται από την παράνομη αντιγραφή και χρήση τους από τρίτους.

Επομένως, ένα ορατό υδατογράφημα μπορεί να λειτουργήσει είτε ως διαφήμιση είτε ως περιορισμός. Για παράδειγμα, μπορεί ο ιδιοκτήτης να επιθυμεί να διαθέτει ελεύθερα χαμηλής ανάλυσης, ορατά υδατογραφημένες εικόνες, ώστε να παρέχει τις αμαρκάριστες εικόνες υψηλής ποιότητας για κάποιο αντίτιμο. Ακόμη κι αν τα δωρεάν αντίγραφα ήταν της ίδιας ανάλυσης, το ορατό υδατογράφημα θα αποθάρρυνε την όποια παράνομη χρήση τους.

Μια παραπλήσια μέθοδος που μπορεί να εφαρμοστεί με σκοπό το οικονομικό όφελος είναι η αναστρέψιμη ορατή υδατογράφιση. Σύμφωνα με αυτήν, η εικόνα υδατογραφείται με ένα ορατό αναστρέψιμο υδατογράφημα πριν από τη δωρεάν διανομή της στο Διαδίκτυο. Κατόπιν, το υδατογράφημα μπορεί να αφαιρεθεί για να ξαναδημιουργηθεί η αρχική εικόνα, με χρήση ενός προγράμματος αποκατάστασης που προσφέρει ο ιδιοκτήτης στους πελάτες του έναντι κάποιου ποσού.



*Εικόνα 18. Παράδειγμα αναστρέψιμα υδατογραφημένης εικόνας*

Μέχρι σήμερα, διάφορα μουσεία ανά την Υφήλιο έχουν υιοθετήσει ποικίλες τεχνικές για να προστατεύσουν τα ψηφιακά τους εκθέματα, αλλά υστερούν ακόμη αρκετά στο συγκεκριμένο τομέα, τονίζοντας μόνο την ύπαρξη πνευματικών δικαιωμάτων χωρίς δυστυχώς να τα διασφαλίζουν.

Ένας δικτυακός τόπος σχετικός με εκθέματα ψηφιακής μορφής που χρησιμοποιεί την τεχνολογία της Digimarc για ψηφιακή υδατογράφιση είναι και ο ArtScene, στον οποίο περιέχονται και παραδείγματα δουλειάς διαφόρων καλλιτεχνών, τα οποία συνδέονται απευθείας με την γκαλερί στην οποία εκτίθενται.



*Εικόνα 19. Οι εικόνες στο National Library of Medicine παρέχονται με το ορατό υδατογράφημα του φορέα που τις εκθέτει.*

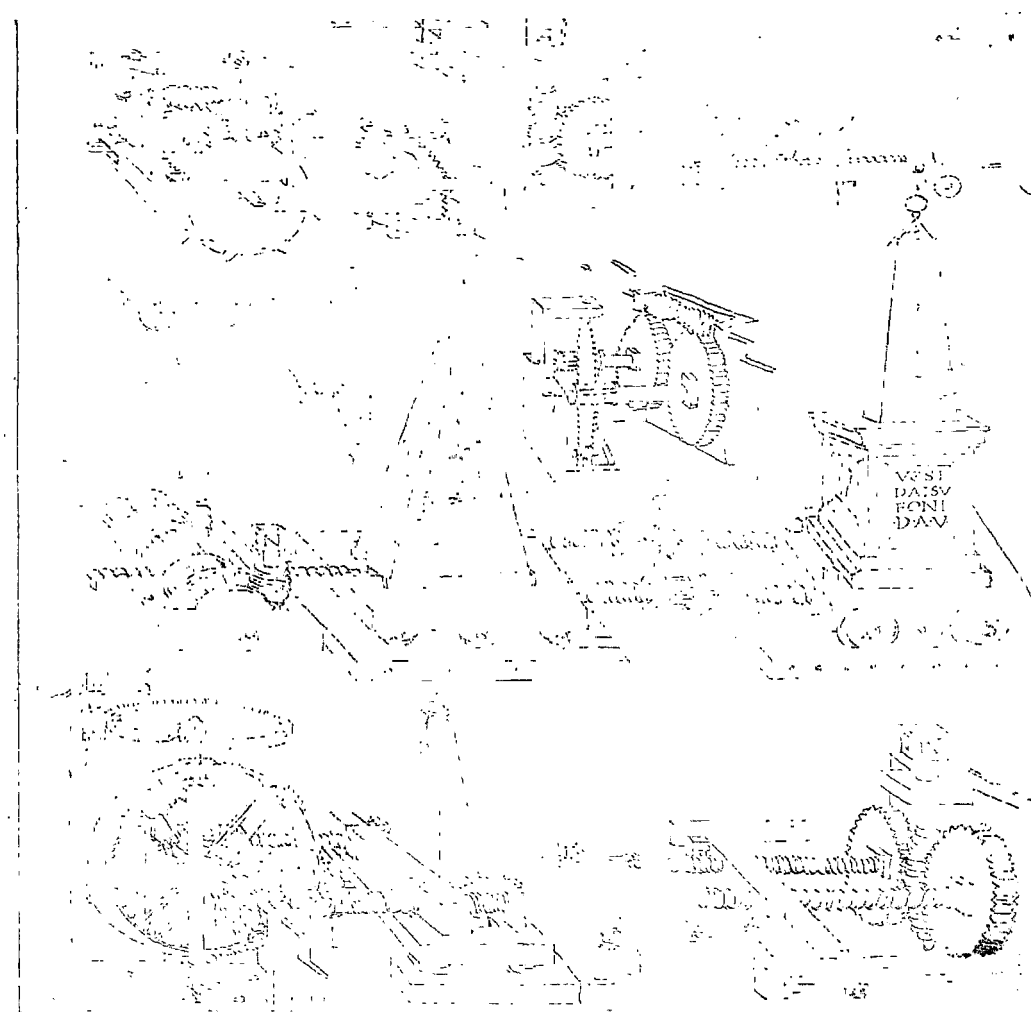
Άλλα παραδείγματα ψηφιακών μουσείων και γκαλερί είναι και τα Metropolitan Museum of Art, Perseus Digital Library, Smithsonian American Art Museum.

Αξίζει όμως να αναφερθούμε και στο Vatican Library Project (VLP), βασικός στόχος του οποίου ήταν να παρέχει πρόσβαση στα πολυτιμότερα χειρόγραφα, βιβλία και άλλο υλικό της βιβλιοθήκης, στη διεθνή εκπαιδευτική κοινότητα. Η βιβλιοθήκη του Βατικανού διαθέτει πλήθος σπάνιων βιβλίων και χειρογράφων. Μεταξύ των περίπου 150.000 χειρογράφων, υπάρχουν νεότερα αντίγραφα έργων του Αριστοτέλη, του Δάντη, του Ευκλείδη και του Ομήρου.

Δυστυχώς, λόγω του χρόνου και του κόστους να ταξιδέψει κανείς για να τα δει από κοντά, μόνο 2.000 περίπου μελετητές και εκπαιδευτικοί επισκέπτονταν τη βιβλιοθήκη κάθε χρόνο. Το VLP ερεύνησε το πόσο πρακτικό θα ήταν να δημιουργηθεί μια διαδικτυακή βιβλιοθήκη για μελετητές.

Οι στόχοι που τέθηκαν περιλάμβαναν:

- Να επιτρέπεται ευρύτερη πρόσβαση στις μοναδικές συλλογές της βιβλιοθήκης
- Να παρέχονται τα μέσα και τα εργαλεία για όσο το δυνατόν καλύτερη και αποτελεσματικότερη μελέτη
- Να προστατευθούν τα πνευματικά δικαιώματα της βιβλιοθήκης του Βατικανού
- Να επιτευχθεί διαρκής οικονομικά αυτο-υποστηριζόμενη λειτουργία της ψηφιακής βιβλιοθήκης



*Εικόνα 20. Χειρόγραφο του δέκατου πέμπτου αιώνα που περιέχει σκίτσα του αρχιτέκτονα Giuliano DA Sangallo, που χρησιμοποιείται με την άδεια της βιβλιοθήκης του Βατικανού στην ηλεκτρονική διεύθυνση <http://www.software.ibm.com/is/dig-lib/manuscrpt.htm>*

Οι στόχοι αυτοί επιδιώχθηκαν μέσω της ψηφιοποίησης σημαντικού πλήθους χειρογράφων, τα οποία ήταν διαθέσιμα μέσω Διαδικτύου, παρατηρώντας παράλληλα και καταγράφοντας τις αντιδράσεις των συμμετεχόντων μελετητών.

Στην αρχική φάση του έργου είχε συσταθεί μια συμβουλευτική επιτροπή μελετητών, που θα καθόριζε τους ερευνητές που θα συμμετείχαν καθώς και θα επέλεγε τα προς ψηφιοποίηση χειρόγραφα. Επιπλέον, ένας αριθμός μελετητών εξέφρασε απόψεις για το τι θα έπρεπε να παρέχει το σύστημα στην κοινότητα των χρηστών.

Έτσι, προέκυψαν οι εξής απαιτήσεις:

- Πρόσβαση σε πληροφορίες καταλόγου που θα περιγράφουν το υλικό προς παρουσίαση.
- Πρόσβαση σε υψηλής ποιότητας εικόνες του υλικού αυτού.
- Διαδικτυακή μετάδοση αυτής της πληροφορίας.
- Αναπαράσταση των δεδομένων σε ευρέως διαδεδομένη μορφή, ώστε να επιτρέπεται η πρόσβαση από διάφορες πλατφόρμες υλικού και λογισμικού.
- Δυνατότητα παροχής βοήθειας για εύρεση των επιθυμητών πληροφοριών και από άτομα χωρίς υψηλό γνωστικό υπόβαθρο χρήσης υπολογιστών.

Για να διασφαλιστεί το υλικό της βιβλιοθήκης του Βατικανού, το σύστημα θα έπρεπε να:

- Συμπεριλάβει τις εικόνες της βιβλιοθήκης χωρίς αυτές να αλλοιωθούν.
- Να επιτρέπει τη διαχείριση, πρόσβαση και έλεγχο του ψηφιακού υλικού στη βιβλιοθήκη του Βατικανού.
- Να προστατεύει τα πνευματικά δικαιώματα της βιβλιοθήκης.

Από την αρχή του έργου ήταν σαφές ότι οι εικόνες και τα χειρόγραφα θα έπρεπε να έχουν αρκετά υψηλή ανάλυση, ώστε να διαβάζεται εύκολα το κείμενο και να επιτρέπεται η λεπτομερής εξέταση των διαφόρων σημείων



τους. Επιπρόσθετα, αχνά γράμματα και λεπτομέρειες θα έπρεπε να καταστούν ευδιάκριτα με κατάλληλη ρύθμιση της έντασης των χρωμάτων. Λόγω αυτών των απαιτήσεων και κυρίως της προστασίας των πνευματικών δικαιωμάτων, υιοθετήθηκε η χρήση ορατών ψηφιακών υδατογραφημάτων σε όλα τα ψηφιακά εκθέματα της βιβλιοθήκης, έτσι ώστε να αναγνωρίζεται η ιδιοκτησία των εικόνων ως περιουσιακών της στοιχείων και να αποθαρρύνεται κάθε παράνομη χρήση τους, χωρίς όμως αυτό να μειώνει τη χρηστικότητα τους για ερευνητική μελέτη.



Εικόνα 21. Σελίδα ενός χειρογράφου του 15 αιώνα που περιγράφει τα ιατρικά βότανα, χρησιμοποιημένο με την άδεια της βιβλιοθήκης του Βατικανού. Δημοσιευμένο στην ηλεκτρονική διεύθυνση <http://www.software.ibm.com/is/dig-lib/manuscript.htm>

Αποφασίστηκε επομένως, ότι αμαρκάριστες, ασυμπίεστες και υψηλής ανάλυσης εικόνες δεν θα ήταν προσπελάσιμες μέσω του Διαδικτύου ή σε εξυπηρετητές (servers) συνδεδεμένους με αυτό. Έτσι, υλοποιήθηκαν δύο ξεχωριστά συστήματα, για να παρέχουν τοπική και απομακρυσμένη πρόσβαση στο ψηφιακό υλικό. Το σύστημα τοπικής πρόσβασης παρέχει υψηλής ποιότητας, ασυμπίεστες και αμαρκάριστες εικόνες στους χρήστες του, ενώ το σύστημα για την απομακρυσμένη πρόσβαση (μέσω Διαδικτύου) παρέχει χαμηλής ανάλυσης, ψηφιακά υδατογραφημένες, συμπιεσμένες με απώλειες (lossy compressed) εικόνες.

Παρά το γεγονός λοιπόν ότι κάθε ιδιοκτήτης θα επιθυμούσε να υπάρχει μία μόνο τεχνική υδατογράφησης που να καλύπτει τις ανάγκες όλων των εφαρμογών, αυτό δεν είναι εφικτό. Διαφορετικές εφαρμογές έχουν διαφορετικές απαιτήσεις και χρειάζεται πληθώρα τεχνικών για να τις ικανοποιήσουν. Μια πλευρά αυτής της ποικιλότητας τονίστηκε και παραπάνω, και είναι ο βαθμός στον οποίο γίνονται αντιληπτά τα υδατογραφήματα.

## Τεχνικές Υπεριελαστικής Υδατογράφησης

### 1. Τεχνική Αιχμής Φάσματος (Spectrum Analysis)

- Το υδατογράφημα είναι ένα *σήμα στενής ζώνης* (σε σύγκριση με την εικόνα που είναι *σήμα ευρείας ζώνης*)
- Οι υψηλές συχνότητες, είναι οι πιο κατάλληλες για την τοποθέτηση του υδατοσήμου γιατί το ανθρώπινο μάτι παρουσιάζει μικρότερη ευαισθησία σε αυτές, αλλά δεν είναι αποτελεσματικές όσον αφορά την ανθεκτικότητα του υδατοσήμου (γιατί είναι αυτές που «κόβονται» κατά την συμπίεση της εικόνας)
- Οι χαμηλές συχνότητες εξασφαλίζουν την ανθεκτικότητα του υδατοσήμου, όμως προκαλούν μη αποδεκτές παραμορφώσεις
- Συνεπώς το *σήμα χαμηλής ενέργειας ενσωματώνεται* σε κάθε μια από τις ζώνες συχνοτήτων του σήματος ευρείας ζώνης. Η διαδικασία αυτή προστατεύεται, από ένα μυστικό κλειδί που χρησιμοποιείται για να ελέγξει μια γεννήτρια ψευδο-τυχαίου θορύβου, η οποία επιλέγει τις θέσεις του υδατογραφήματος στην εικόνα.

### 1.1 Μέθοδος Ημερομηνίας Ψευδούς Θορύβου

#### ο Μέθοδος Ημερομηνίας Ψευδούς Θορύβου

- ο Το αρχικό σήμα διαμορφώνεται χρονικά χρησιμοποιώντας ένα σήμα ψευδο-τυχαίου θορύβου ευρείας ζώνης. Το φάσμα του διαμορφωμένου (τελικού) σήματος και το φάσμα του σήματος του ψευδο-τυχαίου θορύβου είναι παρόμοια, παρότι το αρχικό σήμα είναι στενής ζώνης.
- ο Για τον έλεγχο του υδατοσήμου, χρησιμοποιείται το ίδιο ψευδο-τυχαίο σήμα θορύβου και είναι δυνατή η ανάκτηση

του αρχικού μηνύματος ακόμα και αν μερικές συχνότητες δεν είναι παρούσες (αφού η αρχική πληροφορία αποθηκεύεται σε αρκετές ζώνες συχνοτήτων)

#### 4.2.2 Διαμόρφωση μεταβλητών συχνοτήτων (Frequency Modulation)

- Η φέρουσα συχνότητα του σήματος μεταβάλλεται μέσα σε μία ευρεία περιοχή συχνοτήτων, με τη χρήση τυχαίας διαδικασίας. Ως αποτέλεσμα, το διαμορφωμένο σήμα έχει ευρύ φάσμα.

#### 4.2.3 Διαμόρφωση Φάσης (Phase Modulation)

- Βασίζεται στην παρατήρηση του Hayes [7], ότι οι συντελεστές φάσης του Διακριτού Μετασχηματισμού Fourier (DFT) μια εικόνας έχουν μεγαλύτερη ψυχο-οπτική επίδραση από τους συντελεστές του πλάτους
- Αν το υδατογράφημα εισαχθεί στα στοιχεία φάσης με υψηλό πλεονασμό (redundancy), τότε οποιαδήποτε προσπάθεια αφαίρεσης του θα προκαλέσει μια μη αποδεκτή ζημιά στην ποιότητα της εικόνας
- Ένας συντελεστής  $F(k_1, k_2)$  είναι υποψήφιος για υδατογράφιση αν η ενέργεια του είναι αρκετά υψηλή ώστε να έχει επίδραση στην εικόνα ( $\epsilon$  είναι ένα κατώφλι ενέργειας):

$$A(k_1, k_2)^2$$

$$\sum_{r_1=1}^{N-1} \sum_{r_2=2}^{N-1} A(r_1, r_2)^2 \xrightarrow{\epsilon}$$

### 1.3 Διαμόρφωση Πλάτους (Amplitude Modulation)

- Παρότι οι συντελεστές του πλάτους του DFT μιας εικόνας δεν συμβάλλουν σημαντικά στην ποιότητα της εικόνας, ο Kutter [8] προτείνει μια μέθοδο διαμόρφωσης πλάτους του συντελεστή του μπλε στο πεδίο του χώρου (spatial domain)
- Αν  $I = (R, G, B)$  μια εικόνα,  $p = (i, j)$  τυχαίο σημείο της,  $m = \{0,1\}$  ένα ψηφίο του υδατοσήμου, τότε ο νέος (υδατογραφημένος) συντελεστής του μπλε θα είναι:

$$B'_{ij} = B_{ij} + (2m-1) \alpha Y_{ij},$$

Όπου  $Y$  ο συντελεστής φωτεινότητας και  $\alpha$  η σταθερά αντοχής (εξισορροπεί την ανθεκτικότητα του υδατοσήμου και την ορατότητα των αλλαγών)

- Προτιμώνται τα στοιχεία εκείνα που παρουσιάζουν υψηλές τιμές φωτεινότητας καθότι το ανθρώπινο μάτι παρουσιάζει μικρότερη οξύτητα στην υψηλή φωτεινότητα

### 1.4 Διαμόρφωση του Πλάτους Χρόνου Ορασιμότητας (Modulation for Luminance Contrast)

- Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην κατηγοριοποίηση των περιοχών της εικόνας στοιχίζοντας τα εικονοστοιχεία (pixel) σε ομογενοποιημένες ομάδες
- Η εικόνα χωρίζεται σε μπλοκ και ορισμένα από αυτά είναι υποψήφια (βάση διαδικασίας που οδηγείται από ιδιωτικό κλειδί) για την τοποθέτηση ενός bit του υδατοσήμου

- Τα εικονοστοιχεία κάθε μπλοκ ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες ( $R_1$  και  $R_2$ ) ανάλογα με την φωτεινότητά τους. Η κάθε κατηγορία τεμαχίζεται επιπλέον σε δύο υποπεριοχές A και B (βάσει ενός πλέγματος)
- Το κάθε bit του υδατοσήμου εισάγεται στο μπλοκ μέσω μιας διαδικασίας ενσωμάτωσης φροντίζοντας ταυτόχρονα να διατηρούνται οι μέσες τιμές φωτεινότητας

### 1.2 Εξασφάλιση της Διατήρησης της Διακριτής Διαφοροποιήσιμης Πυκνότητας Χρώματος (Colorfulness Preservation)

- Για να ενσωματωθούν  $m$  bits του υδατοσήμου σε μια εικόνα, επιλέγονται (βάση ιδιωτικού κλειδιού)  $k$  μπλοκ μεγέθους  $8 \times 8$  και υπολογίζονται οι συντελεστές DCT  $\{a_{i,j}\}_{i,j=1,\dots,8}$  κάθε μπλοκ
- Εξετάζεται η σχέση μεταξύ δύο συντελεστών DCT ενός μπλοκ και του επόμενου bit του υδατοσήμου ( $m_k$ ). Αν ( $m_k = 1$  και  $(a_{1,2})_k > (a_{2,1})_k$ ) ή ( $m_k = 0$  και  $(a_{1,2})_k < (a_{2,1})_k$ ) οι συντελεστές μένουν ως έχουν. Διαφορετικά εναλλάσσονται
- Κάθε μπλοκ εικόνας φιλοξενεί ακριβώς 1 bit του υδατοσήμου. Για την ανάκτηση του εξετάζονται οι σχέσεις μεταξύ των συντελεστών  $(a_{1,2})_k$  και  $(a_{2,1})_k$ . Το  $k$ -οστό bit θεωρείται ότι είναι 0 αν  $(a_{1,2})_k < (a_{2,1})_k$ . Διαφορετικά θεωρείται ότι είναι 1
- Το μειονέκτημα του συγκεκριμένου αλγορίθμου είναι ότι δημιουργεί ορατές παραμορφώσεις.

## Επιβάρυνση στα Συστήματα Ψηφιακής Υδατογράφησης

### 1. Διαφορές των Συστημάτων Ψηφιακής Υδατογράφησης

- Η στιβαρότητα των συστημάτων ψηφιακής υδατογράφησης επιτυγχάνεται μέσω συμβιβασμού στο χρόνο υπολογισμού και στην ποιότητα της εικόνας
  - Ο επιτιθέμενος θα πρέπει είτε να δαπανήσει ένα υπερβολικά μεγάλο χρονικό διάστημα για να απομακρύνει το υδατογράφημα ή να μειώσει εμφανώς την ποιότητα της εικόνας
- Όπως και στην περίπτωση της ασφάλειας των υπολογιστών, ένα σύστημα υδατογράφησης είναι τόσο ασφαλές όσο ο πιο αδύνατος κρίκος του
  - Μια επίθεση θεωρείται επιτυχημένη αν μπορεί να διαταράξει ένα οποιοδήποτε στάδιο του «κύκλου ζωής» του υδατοσήμου

### 2. Μέθοδοι Απειθέσεων

#### 2.1 Επιβάρυνση στη Συμπίεση

Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται οι προσπάθειες για την εξαφάνιση του σήματος (signal diminishment) περιλαμβάνουν όλη την γκάμα των μεταβολών, από τις πιο «αθώες» (όπως η συμπίεση) ως τις «χειρουργικές» (με σκοπό την αλλοίωση η αφαίρεση του υδατογραφήματος).

## 2.2. Εντοπισμός Αποτυχιών

Σε αυτή τη κατηγορία εντάσσονται οι αποτυχίες του εντοπισμού του υδατοσήμου. Αντί της αφαίρεσης του, μεταβάλουμε την εικόνα κατά τέτοιο τρόπο ώστε το υδατογράφημα να μην εντοπίζεται.

## 2.3. Εντοπισμός Διπλοτυπιών

Σε αυτή τη κατηγορία εντάσσονται τα πλαστά αντίγραφα. Δημιουργείται μία κατάσταση όπου ο αρχικός δικαιούχος δεν μπορεί να εντοπιστεί και συνεπώς το υδατογράφημα το ίδιο δεν σημαίνει τίποτα.

## 3. Διφορούμενες και Αίτητες

### 3.1. Αίτηση και Υπογραμμογραφία

Στη δεύτερη περίπτωση μπορεί κάποιος να προσπαθήσει να ενσωματώσει ένα νέο υδατογράφημα πάνω στην ήδη σημασμένη εικόνα.

### 3.2. Συμπύκνωση

Η απωλεστική συμπίεση μιας εικόνας (JPEG) αφαιρεί το υψηλό συχνοτικό περιεχόμενο και συνεπώς διαγράφει τα υδατογραφήματα που είναι τοποθετημένα σε αυτές τις περιοχές.

## 3.3. Απαιτητικό Έργο

Όταν διατίθεται ένα μεγάλο δείγμα υδατογραφημένων εικόνων, τότε αυτές μπορούν να συνδυαστούν και να παραχθεί μια εικόνα χωρίς υδατογράφημα.



## 4. Επιπέδους Αναπροσαρμογή

### 4.1. Επιπέδους Αναπροσαρμογή (Πλάγιος Αξονας)

- Πολλά συστήματα υδατογράφησης είναι ευάλωτα σε μικρές γεωμετρικές παραμορφώσεις
  - Αν  $A, B, C, D$  είναι οι γωνίες της εικόνας, τότε ένα τυχαίο σημείο  $M$  μπορεί να εκφραστεί ως:
  - $M = \alpha(\beta A + (1 - \beta) D) + (1 - \alpha)(\beta B + (1 - \beta)C)$ , όπου  $0 \leq \alpha, \beta \leq 1$  είναι οι συντεταγμένες του  $M$  ως προς τις γωνίες. Η παραμόρφωση προκαλείται με την μικρή μεταβολή των γωνιών (το  $M$  εξακολουθεί να προκύπτει από τον ίδιο τύπο). Αυτού του είδους η παραμόρφωση είναι αντιστρεπτή
  - Μια άλλη μέθοδος, είναι η εφαρμογή μιας μικρής απόκλισης σε κάθε εικονοστοιχείο, η οποία είναι μικρότερη στις άκρες της εικόνας και μεγαλύτερη στο κέντρο (το σχήμα της εικόνας μεταβάλλεται ημιτονοειδώς)
- Οι παραπάνω επιθέσεις δεν απομακρύνουν το υδατογράφημα, αλλά αποσυντονίζουν τον ανιχνευτή.

#### 4.2 Περιγραφή του Bitrate (Bitrate Limitation)

- Όσο μεγαλύτερη είναι η εικόνα τόσο πιο εύκολο είναι να ενσωματωθούν σε αυτήν μερικά bit επιπρόσθετης πληροφορίας
- Ισχύει όμως και το αντίστροφο: Μια εικόνα μπορεί να είναι τόσο μικρή ώστε να μην μπορεί να υδατογραφηθεί
  - Η παραπάνω παρατήρηση είναι και η βάση της «επίθεση του μωσαϊκού» (mosaic attack) που βρίσκει εφαρμογή στη τοποθέτηση εικόνων στο Διαδίκτυο. Αντί να τοποθετηθεί αυτούσια η εικόνα, τεμαχίζεται σε μικρά κομμάτια τα οποία «συγκολλούνται» από τον φυλλομετρητή και ενώ ο χρήστης αναγνωρίζει μια εικόνα, τα αυτόματα προγράμματα δεν μπορούν να αναγνωρίσουν το υδατογράφημα

## 3. Επιθέμενος Διαγραφικός

### 3.1 Επιθέμενος Υδατογράφος

- Σε αυτήν την περίπτωση, ο επιτιθέμενος μπορεί να εισάγει ένα δεύτερο υδατογράφημα και να διεκδικήσει την αυθεντικότητα της εικόνας
- Στην ιδανική περίπτωση, ο αρχικός παραγωγός προσθέτει ένα υδατόσημο  $w$  σε μια εικόνα  $I$ , δημιουργώντας ένα υδατογραφημένο αντίγραφο  $\tilde{I} = I + w$ , το οποίο μοιράζεται στους νόμιμους δικαιούχους
- Αν βρεθεί μια «πειρατική εικόνα»  $I'$ , υπολογίζεται η διαφορά  $x = \tilde{I} - I'$  και χρησιμοποιώντας μια συνάρτηση συσχέτισης  $c(w, x)$  εξετάζεται η ομοιότητα μεταξύ του υδατοσήμου  $w$  και του  $x$
- Με αυτά τα δεδομένα, ένας επιτιθέμενος αφαιρεί ένα δεύτερο υδατογράφημα  $x$  και διεκδικεί την εικόνα  $\tilde{I}' = I' - x$ , κατηγορώντας τον αρχικό παραγωγό για παραβίαση πνευματικών δικαιωμάτων
- Όταν συγκριθούν οι δύο εικόνες, προκύπτει  $\tilde{I}' - I = w - x$ ,  $c(w - x, w) = 1$  δηλαδή ο αρχικός παραγωγός βρίσκει το υδατογράφημα του
- Παράλληλα όμως, ο επιτιθέμενος μπορεί να δείξει ότι  $I - \tilde{I}' = x - w$ ,  $c(x - w, x) = 1$  δηλαδή και αυτός βρίσκει το «υδατογράφημα» του
- Τέτοιες επιθέσεις μπορούν να αποτραπούν με την χρήση μονόδρομων συναρτήσεων κατά την διαδικασία τοποθέτησης του υδατοσήμου

## Εφαρμογές

### 1. Υδατογράφιση Εικόνων με τη Χρήση του Προγράμματος Watermark Factory

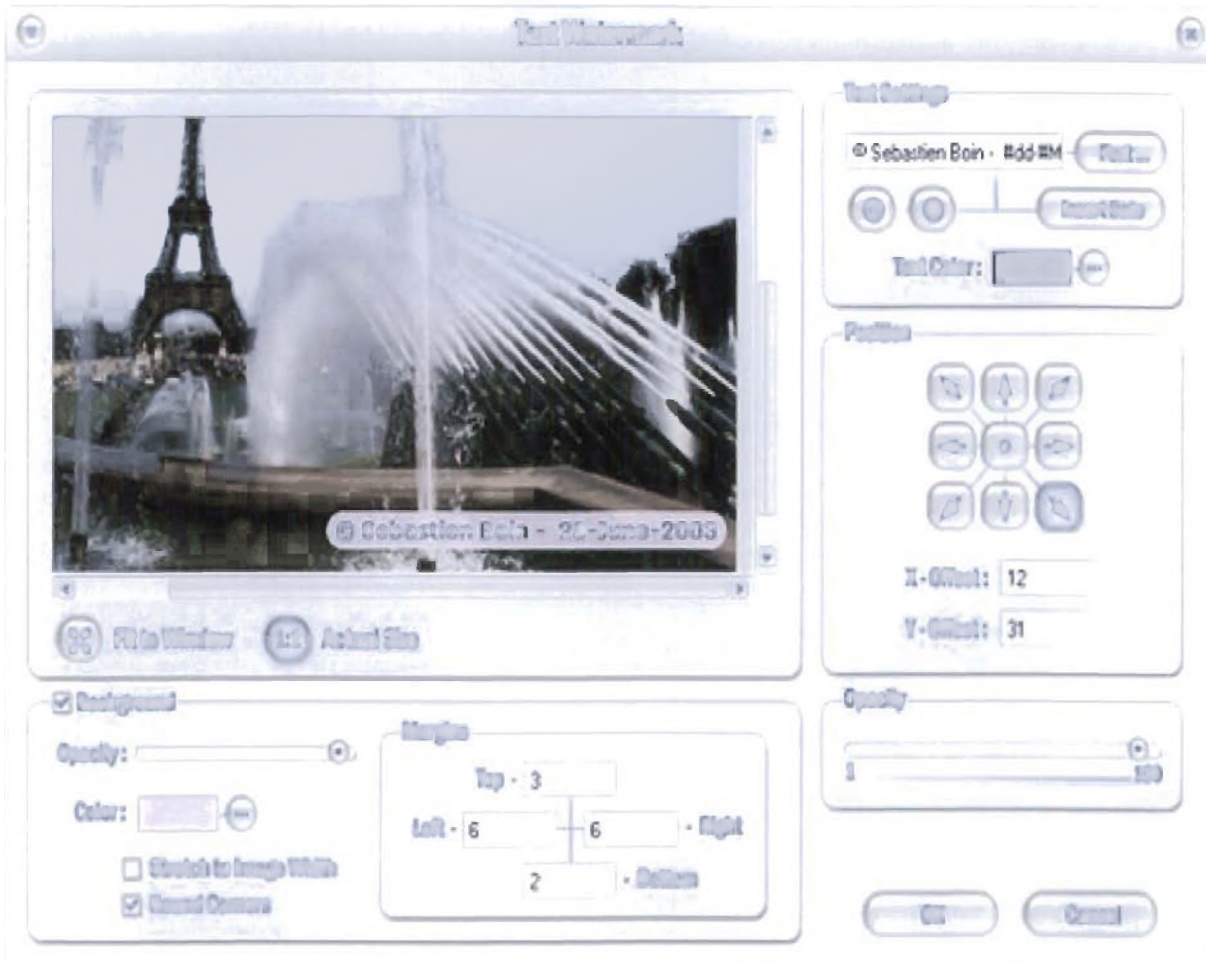
Το πρόγραμμα Watermark Factory επιτρέπει την εισαγωγή κειμένου ως υδατογράφημα. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι πολύ χρήσιμο για τη προστασία των πνευματικών δικαιωμάτων ή απλά για την εισαγωγή σχόλιων στις εικόνες.

Πρώτο βήμα: Εισαγωγή Εικόνας



Για την εισαγωγή μιας εικόνας πατάμε το κουμπί “Add folder”, ενώ αν θέλουμε να εισάγουμε κάποιο φάκελο πατάμε “Add files”.

Δεύτερο βήμα: Πρόσθεση Κειμένου



Για να αρχίσει η διαδικασία εισαγωγής κειμένου πατάμε το κουμπί “Add Text”.

Το κείμενο που θα εισαχθεί ως υδατογράφημα πληκτρολογείται στην περιοχή “Text Settings”, η οποία βρίσκεται στην πάνω δεξιά γωνία. Για την εισαγωγή ιδιαίτερων συμβόλων χρησιμοποιούμε τα κουμπιά “C” και “R”. Επίσης με τη χρήση του κουμπιού “Insert Date”, μπορούμε να εισάγουμε και την ημερομηνία.

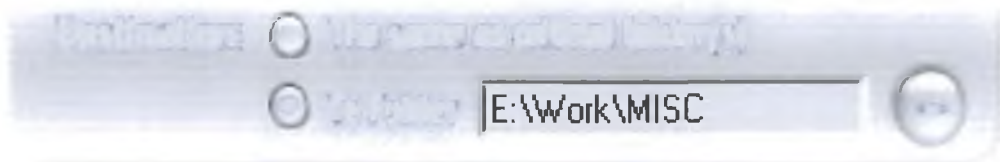
Για να ενεργοποιήσουμε το φόντο και το χρώμα του κειμένου, κλικάρουμε στο “Font” και στο “Text color” αντίστοιχα.

Για να προσδιορίσουμε τη θέση του κειμένου, δηλαδή αν θα βρίσκεται στις γωνίες ή στο κέντρο της εικόνας, αντισταθμίζουμε το κείμενο κάθετα (Y) και οριζόντια (X), ανάλογα με το που θέλουμε να το τοποθετήσουμε.

Για να επιλέξουμε πόσο αδιαφανές θα είναι το κείμενο πατάμε το κουμπί “Opacity”.

Τέλος το Watermark factory επιτρέπει την χρήση υποβάθρου (background) για το κείμενο. Για να γίνει αυτό πιέζουμε το “Background”. Επιλέγουμε το χρώμα του υποβάθρου, χρησιμοποιώντας το κουμπί “Color” και την αδιαφάνεια του υποβάθρου με την χρήση του “Opacity”.

Τρίτο βήμα: Προσδιορισμός του προορισμού του φακέλου



Επιτρέπεται η αποθήκευση εικόνων και υδατογραφημάτων στον ίδιο φάκελο.

Τέταρτο βήμα: Ενεργοποιώντας τη μορφή εξόδου ενός αρχείου



Το Watermark factory υποστηρίζει ένα μεγάλο αριθμό μορφών εξόδου. Διαλέξτε ένα από αυτά και επιβεβαιώστε ότι χρησιμοποιεί τις ενέργειες του διαλόγου.

Πέμπτο βήμα: Μέχρι εδώ έχουν γίνει οι απαραίτητες ενέργειες για την εισαγωγή του υδατογραφήματος στις εικόνες. Κλικάρετε “Generate” και τα αρχεία σας θα επεξεργαστούν.

Έκτο βήμα: Σώστε το έργο σας (προαιρετικά)



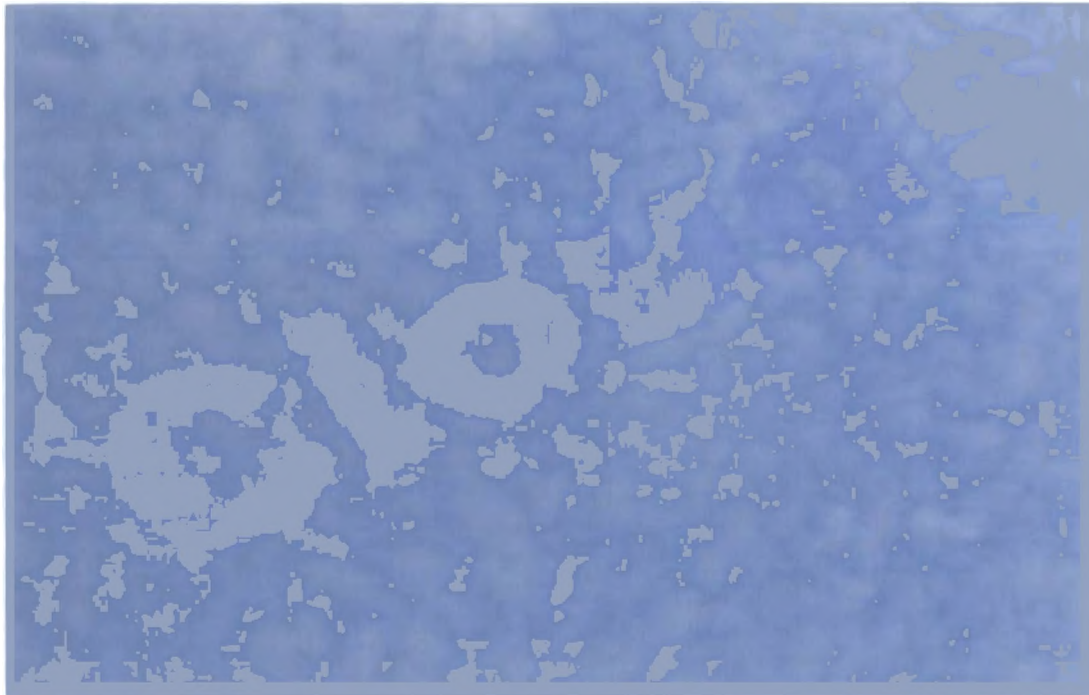
Προαιρετικά μπορείτε να σώσετε το έργο σας μαζί με τις ενέργειές του επιλέγοντας “Save project”. Αυτή η δυνατότητα είναι πολύ χρήσιμη, σε περίπτωση που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε το υδατογράφημα περισσότερες από μία φορές.

**Παραδείγματα εικόνων από τη χρήση του προγράμματος  
Watermark factory**



*Εικόνα 22. Υδατογράφιση εικόνας όπου το υδατογράφημα είναι πολύ ευκρινές*





*Εικόνα 23. Το υδατογράφημα είναι λιγότερο ευκρινές από αυτό της  
Εικόνα 22*



*Εικόνα 24. Παράδειγμα υδατογραφημένης εικόνας όπου το  
υδατογράφημα είναι ανεπαίσθητο*

# Προγράμματα Αξιολόγησης Απόδοσης: Checkmark, Stirmark, Optimark

## 1. Checkmark

Το Checkmark είναι ένα πακέτο δοκιμής απόδοσης, για τεχνολογίες ψηφιακής υδατογράφησης. Τρέχει σε περιβάλλον Matlab κάτω από Unix και Windows, και παρέχει αποδοτικά και αποτελεσματικά εργαλεία για την αξιολόγηση και την εκτίμηση των τεχνολογιών υδατογράφησης. Το Checkmark, περιλαμβάνει ορισμένες επιθέσεις τις οποίες δεν περιλαμβάνει το Stirmark. Επιπλέον, λαμβάνει υπόψη του την εφαρμογή υδατοσήμων, το οποίο σημαίνει ότι τα αποτελέσματα από τις μεμονωμένες επιθέσεις είναι σταθμισμένα, σύμφωνα με το πόσο σημαντικά είναι για τη χρήση ενός συγκεκριμένου υδατοσήμου.

Σημαντικές κατηγορίες δοκιμών:

1. Κυματιακή συμπίεση (wavelet compression)
2. Προβολικός μετασχηματισμός (projective transformations)
3. Μοντελοποίηση παραποίησης βίντεο, βασισμένη στο προβολικό μετασχηματισμό
4. Συστροφή (warping)
5. Αντιγραφή (copy)
6. Πρότυπο αφαίρεσης (template removal)
7. Denoising (midpoint, trimmed mean, soft and hard thresholding, wiener filtering)
8. Denoising followed by perceptual remodulation
9. Μη γραμμική μετακίνηση γραμμής

Το checkmark αναπτύχθηκε από τον Shelby Pereira από το Prof. Thierry Pun's Computer Vision Group στο Πανεπιστήμιο της Γένοβα, Ελβετία.

## 1.1 Εισαγωγή

Παραδείγματα επιθέσεων: Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται παραδείγματα για τις διάφορες δοκιμές που περιλαμβάνονται στην έκδοση 1.0 του Checkmark για τις εφαρμογές προστασίας των πνευματικών δικαιωμάτων.

Αφαίρεση/Παρεμβολή	Γεωμετρικός	Κρυπτογραφικά	Πρωτόκολλο
Filtering	Scale	Key Search	Copy Attack
Remodulation	Drop	Crack	DM Inversion
IPSS	Rotation		
MPEG2000	RotationScale		
ML	AspectRatio		
MRP	Stretch		
Clustering	Linear		
Threshold	Bending		
Noise Storm	Warping		
	Projective		
	Collage		
	Template		
	Row/Column removal		
	Block/Up sampling		

## 1.2 Παράδειγμα Επίθεσης Αποκοπής

Ένα ποσοστό της εικόνας έχει υποστεί καλλιέργεια

Αρχική υδατογραφημένη εικόνα



Ποσοστό αποκοπής = 20



Ποσοστό αποκοπής = 50



Ποσοστό αποκοπής = 70



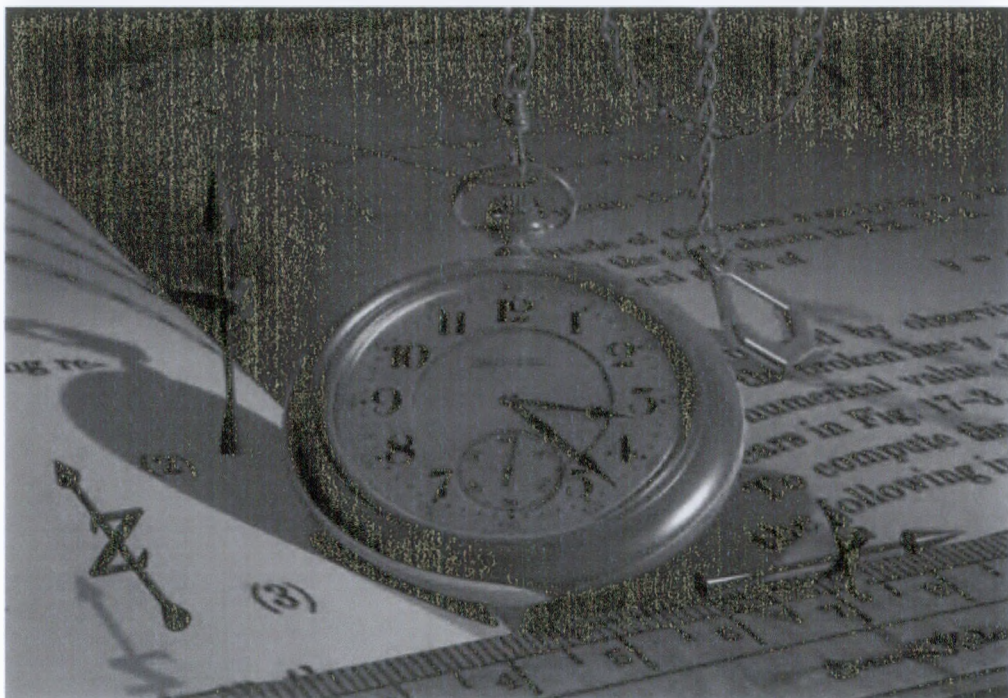
### 1.3 Παράδειγμα Στάθμης Παραμορφής

Η εικόνα περιστρέφεται από μια συγκεκριμένη γωνία και έπειτα υπόκειται σε καλλιέργεια για να αφαιρεθούν τα τμήματα που είναι μαύρα.

Αρχική υδατογραφημένη εικόνα



Περιστροφή -1 βαθμών



Περιστροφή 15 βαθμών

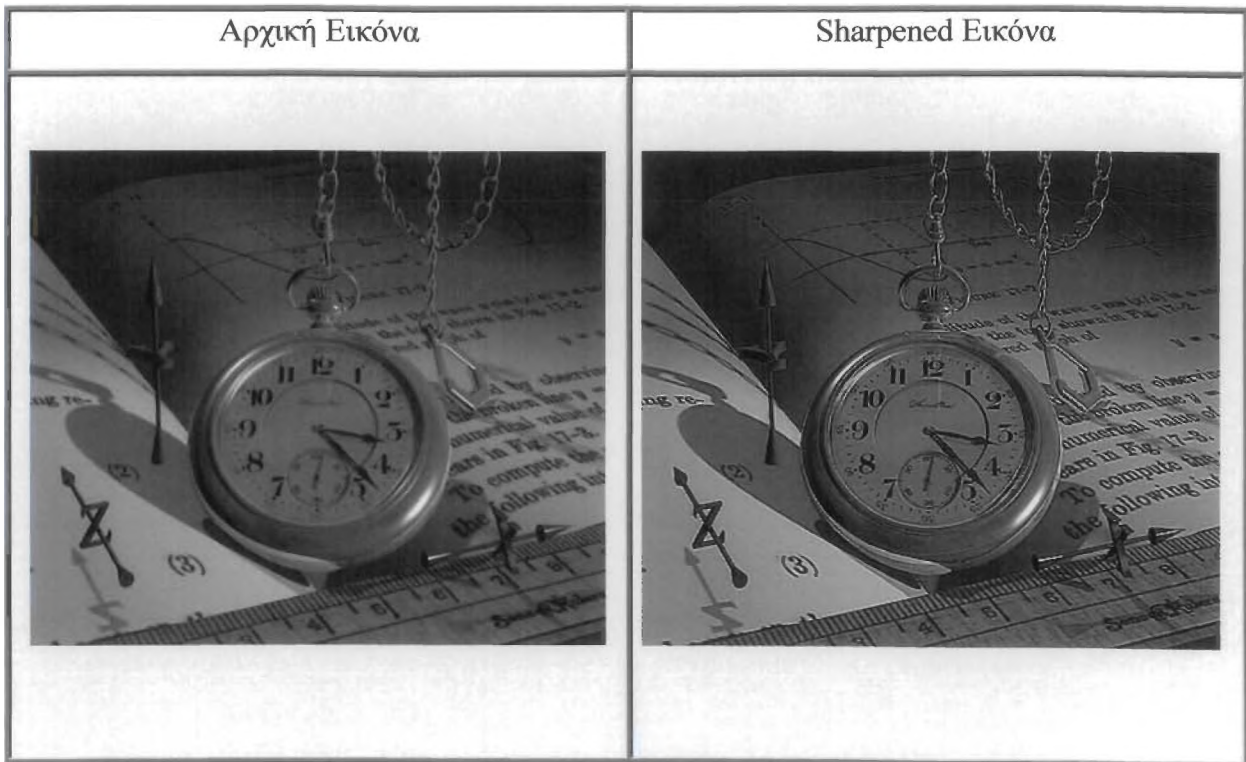


Περιστροφή 45 βαθμών



## 1.4 Παράδειγμα Επίθεσης Φίλτρων

1. Sharpening: Ένα  $3 \times 3$  ανωδιαβατό φίλτρο εφαρμόζεται στην εικόνα για να τονίσει τις άκρες. Μια τυποποιημένη λειτουργία επεξεργασίας της εικόνας



2. Gaussian: Ένα  $3 \times 3$  φίλτρο Gauss εφαρμόζεται στην εικόνα για να θολώσει και να αφαιρέσει το θόρυβο





## 1.3 Εφαρμογές

Ένα από τα χαρακτηριστικά του Checkmark είναι ότι η εφαρμογή του προσανατολίζεται προς την αξιολόγηση. Ουσιαστικά αυτό σημαίνει ότι οι αλγόριθμοι μπορούν να αξιολογηθούν ως λειτουργία της εφαρμογής. Αυτό είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό, αφού τυπικά οι αλγόριθμοι θα βελτιστοποιηθούν για μια δεδομένη εφαρμογή.

Οι εφαρμογές του Checkmark είναι:

1. Προστασία των πνευματικών δικαιωμάτων
2. Banknote Protection
3. Non – geometric (Μη – γεωμετρικός)
4. Λογότυπο
5. Ιατρικές εικόνες
6. Βίντεο

## 2. Stirmark

Το Stirmark είναι ένα εργαλείο δοκιμής απόδοσης για ψηφιακές τεχνολογίες υδατογράφησης. Σε μια εικόνα υδατογράφησης το Stirmark παράγει έναν αριθμό τροποποιημένων εικόνων, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν έπειτα για να προσδιορίσουν εάν το ενσωματωμένο υδατογράφημα, μπορεί ακόμα να ανιχνευθεί. Το Stirmark επίσης προτείνει μια διαδικασία η οποία να συνδυάζει τα διαφορετικά αποτελέσματα της ανίχνευσης και να υπολογίζει ένα συνολικό αποτέλεσμα το οποίο να κυμαίνεται ανάμεσα στο 0 και το 1.

Το Stirmark αναπτύχθηκε από τον Fabien Peticolas στο Πανεπιστήμιο του Cambridge. Από την πρώτη του δημοσίευση το 1997, το Stirmark απέκτησε μεγάλο ενδιαφέρον για την κοινότητα της υδατογράφησης και αυτή τη

περίοδο, είναι το πιο ευρύ πακέτο χρήσης δοκιμής απόδοσης για ψηφιακές τεχνολογίες υδατογράφησης.

Οι αλλαγές που γίνονται στις εικόνες από την έκδοση 3.1 του Stirmark, περιλαμβάνουν:

- Καλλιέργεια – Cropping
- Flip
- Περιστροφή – Rotation
- Περιστροφή και Κλίμακα – Rotation and scale
- FMLR, sharpening, Gaussian filtering
- Τυχαία κατεύθυνση - Random bending
- Γραμμικός μετασχηματισμός - Linear transformation
- Λόγος διαστάσεων – Aspect ratio
- Αλλαγές μεγέθους - Scale changes
- Μετατόπιση γραμμής – Line removal
- Αναγωγή χρώματος – Color reduction
- JPEG συμπίεση – JPEG compression

### 3. Οptimark

Το Optimark είναι ένα εργαλείο δοκιμής απόδοσης για αλγόριθμους υδατογράφησης στατικών εικόνων, το οποίο αναπτύχθηκε στο Εργαστήριο Τεχνητής Νοημοσύνης και Ανάλυσης Πληροφοριών στο τομέα της πληροφορικής στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο της Θεσσαλονίκης. Έχει υποστηριχθεί σταδιακά από το EU Project CERTIMARK & INSPECT.

Επιθέσεις: Το Optimark περιλαμβάνει τις εξής επιθέσεις:

1. No attack
2. Cropping
3. Line and column removal
4. General linear transformation
5. Scaling
6. Sharing
7. Horizontal flip
8. Rotation
9. Rotation + Autocropping
10. Rotation + Autocropping + Autoscale
11. Sharpening
12. Gaussian Filtering
13. Median
14. Jpeg

### 3.3 Το Πρόγραμμα Διερεύνησης Απώλειας Οπτικού

Το Optimark είναι ένα πρόγραμμα δοκιμής απόδοσης για αλγόριθμους υδατογράφησης που σχετίζονται με στατικές εικόνες, το οποίο πριν λειτουργήσει προϋποθέτει τη δημιουργία δύο “εφαρμογών κονσόλας”. Η πρώτη είναι η ενσωμάτωση του υδατοσήμου και η δεύτερη αφορά την ανίχνευση και αποκωδικοποίηση του.

### 4. Πρωτογενή Αποτελέσματα

Το πρόγραμμα της ενσωμάτωσης θα πρέπει να ονομαστεί “embed.exe” και να βρίσκεται στον ίδιο φάκελο με την εφαρμογή. Το πρόγραμμα θα πρέπει να δέχεται ορισμένες παραμέτρους ως ορίσματα στη γραμμή διαταγών, με την εξής σειρά:

1. Το όνομα της εικόνας που πρόκειται να εισαχθεί θα πρέπει να είναι τύπου αλφαριθμητικού (string).
2. Ο τύπος της ενσωμάτωσης θα πρέπει να είναι πραγματικός απλής ακρίβειας (float).
3. Η τιμή του κλειδιού θα πρέπει να είναι τύπου ακέραιου (integer).
4. Το όνομα της εικόνας που θα εξαχθεί θα πρέπει να είναι τύπου αλφαριθμητικού (string).
5. Ο τύπος του μηνύματος θα πρέπει να είναι τύπου αλφαριθμητικού (string).
6. Το μήκος του μηνύματος σε bits θα πρέπει να είναι τύπου ακέραιου (integer).

Το πρόγραμμα της ενσωμάτωσης θα πρέπει να διαβάζει μία εικόνα, να ενσωματώνει το υδατογράφημα και να αποθηκεύει την εικόνα που προκύπτει (δηλαδή την υδατογραφημένη εικόνα) σε ένα δίσκο. Οι εικόνες εισόδου και εξόδου θα πρέπει να έχουν τη μορφή ppm και pgm, με τον πρόσθετο περιορισμό ότι η εικόνα εισόδου θα πρέπει να έχει την ίδια μορφή με την εικόνα εξόδου. Αν εισάγουμε μια jpeg εικόνα για παράδειγμα το πρόγραμμα θα τη μετατρέψει σε μία από τις προαναφερθείσες μορφές.

## 2. Παραμέτρους για την ανίχνευση

Το πρόγραμμα ανίχνευσης, θα πρέπει να έχει το όνομα “detect.exe” και να βρίσκεται στον ίδιο φάκελο με την εφαρμογή. Το πρόγραμμα θα πρέπει (όπως και στη παραπάνω περίπτωση) να δέχεται τις παρακάτω παραμέτρους ως ορίσματα στη γραμμή διαταγών, με την εξής σειρά:

1. Το όνομα της εικόνας που εισάγεται θα πρέπει να είναι τύπου αλφαριθμητικού (string).
2. Η τιμή του κλειδιού θα πρέπει να είναι τύπου ακέραιου (integer).
3. Ο τύπος της ενσωμάτωσης θα πρέπει να είναι πραγματικός απλής ακρίβειας (float).
4. Το μήκος του μηνύματος σε bits θα πρέπει να είναι τύπου ακέραιου (integer).

Αυτό το πρόγραμμα θα πρέπει να δημιουργεί στον ίδιο φάκελο ως έξοδο ένα αρχείο κειμένου, που να ονομάζεται “detect.txt”. Η μορφή αυτού του αρχείου θα πρέπει να είναι η ακόλουθη:

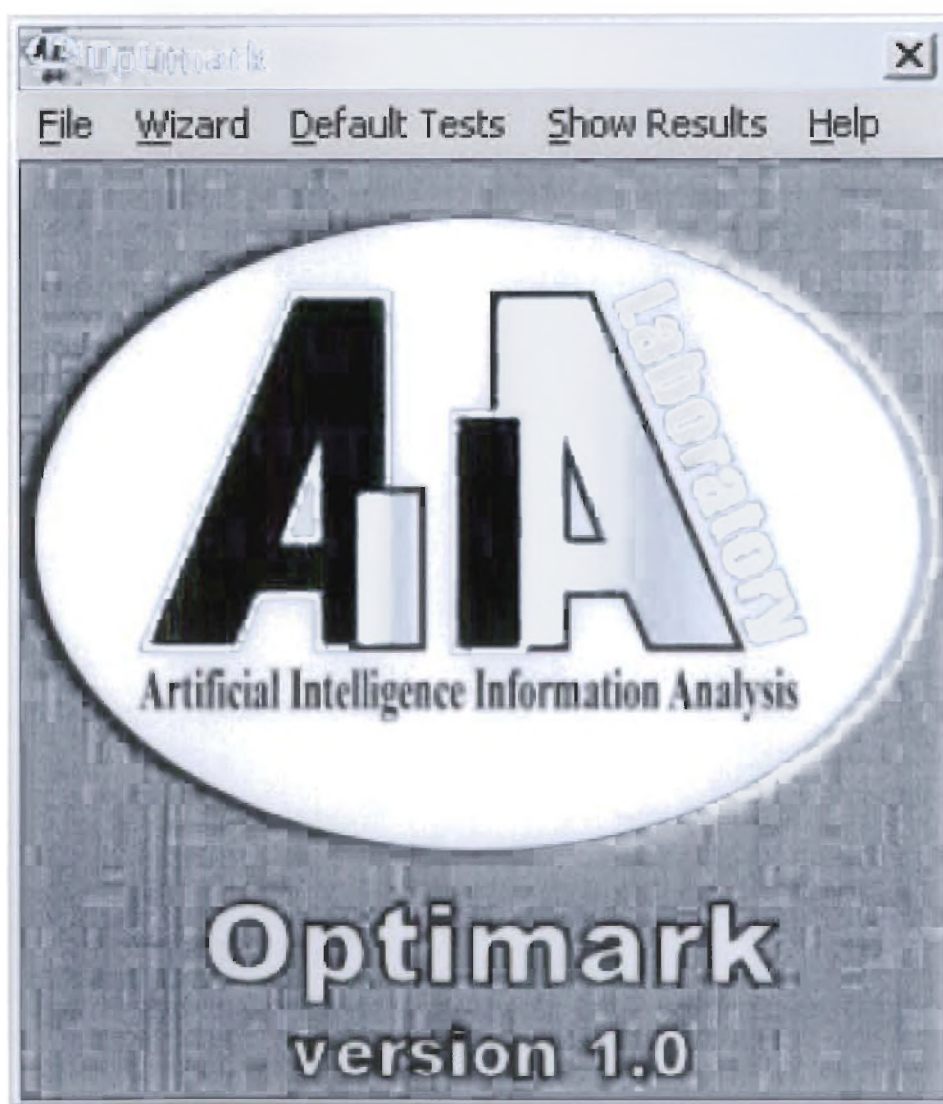
>Watermark:-0.192200

>Message:Woasskol

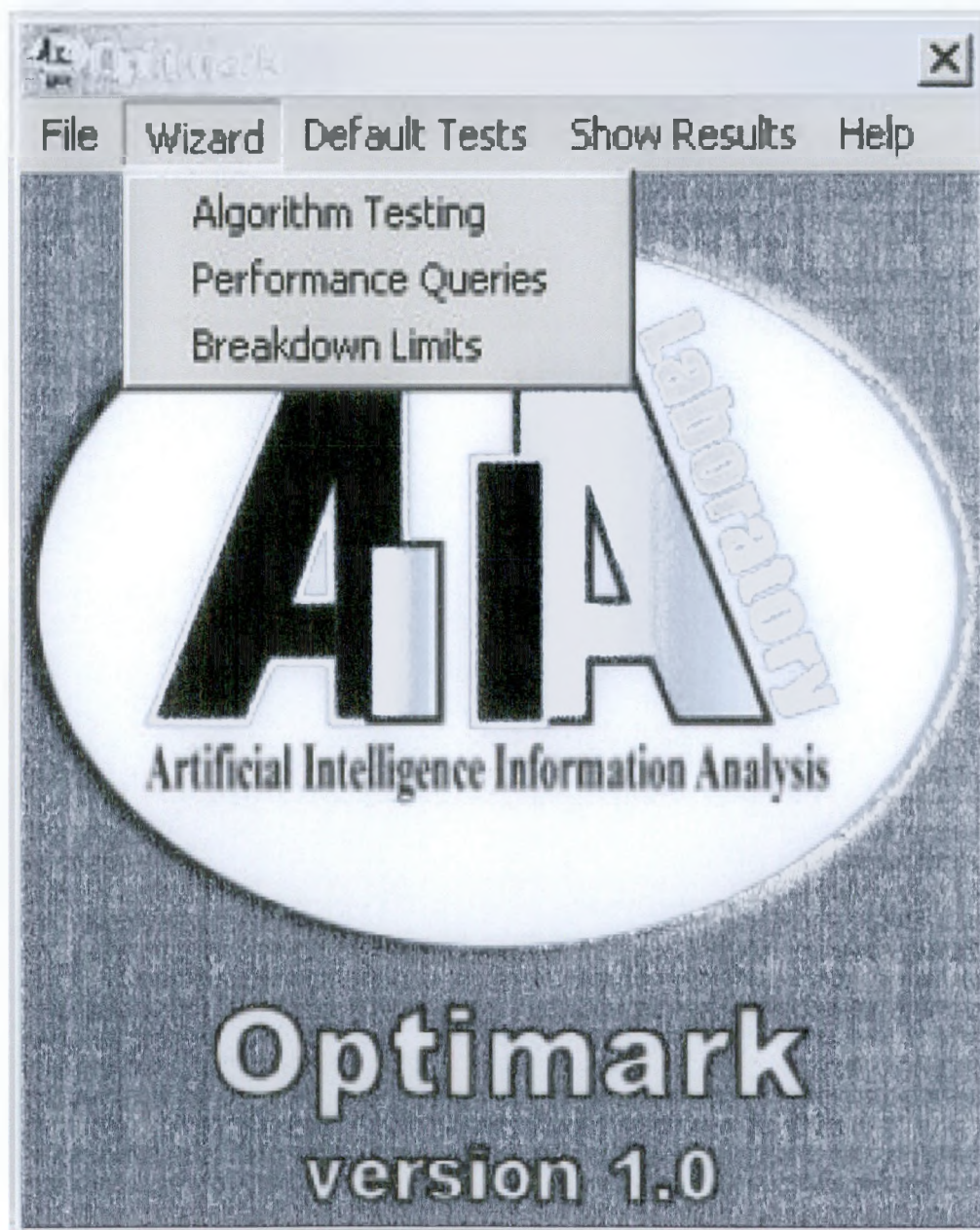
Το αλφαριθμητικό “Watermark:”, θα πρέπει να ακολουθείται από την έξοδο του ανιχνευτή. Αυτή η τιμή θα πρέπει να είναι ένας πραγματικός αριθμός απλής ακρίβειας (η τιμή από τη στατιστική δοκιμή η οποία χρησιμοποιήθηκε) ή έναν ακέραιο δύο τιμών (0 όταν «το υδατογράφημα είναι μη ανιχνεύσιμο» και 1 όταν «το υδατογράφημα ανιχνεύεται»). Το αλφαριθμητικό “>Message:” θα πρέπει να ακολουθείται από το μήνυμα της ανίχνευσης. Θα πρέπει να τονιστεί ότι ακόμα και αν ο αλγόριθμος δεν υποστηρίζει μηνύματα, το πρόγραμμα ανίχνευσης θα πρέπει να τοποθετήσει ένα μήνυμα προεπιλογής σε αυτό το αρχείο.

Μετά την εκτέλεση των ανωτέρω, περνάμε στη λειτουργία του προγράμματος.

Αρχικά το πρόγραμμα έχει την εξής μορφή



Πρώτο βήμα: Για να δημιουργήσουμε τις δικές μας παραμέτρους και για να τρέξουμε το πρόγραμμα Optimark, «κλικάρουμε» στο Wizard, όπως φαίνεται και στη παρακάτω εικόνα.

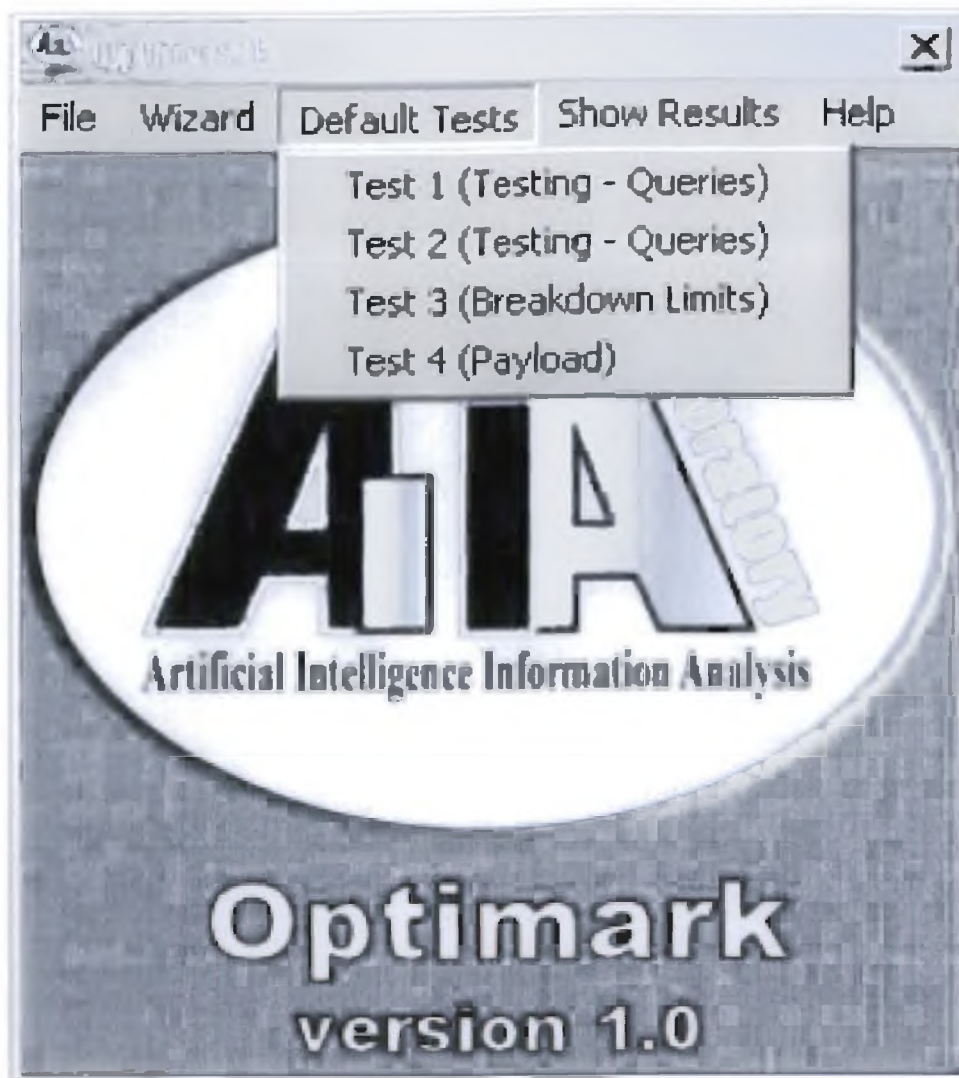


Αυτή η εντολή μας δίνει τρεις επιλογές. Η πρώτη επιλογή, ονομαζόμενη ως “Algorithm Testing”, καθοδηγεί το χρήστη στην επιλογή παραμέτρου για τη διαδικασία της δοκιμής απόδοσης, και έπειτα τρέχει τη δοκιμή απόδοσης προκειμένου να παραχθούν τα “ανεπεξέργαστα” αποτελέσματα της, τα οποία είναι αποθηκευμένα σε ένα αρχείο κειμένου μέσα στο φάκελο της εφαρμογής. Η δεύτερη επιλογή “Performance Queries”, επιτρέπει στο χρήστη να συγκρίνει τα «ανεπεξέργαστα» αποτελέσματα και να προβάλλει ερωτήματα σχετικά με την επίδοση των αλγορίθμων, λαμβάνοντας υπ’ όψιν ένα σύνολο επιθέσεων και δοκιμής εικόνων. Τα αποτελέσματα αυτών των ερωτημάτων είναι οι εικόνες και τα html αρχεία, τα οποία συμπεριλαμβάνονται σε γραφικά που ερμηνεύονται εύκολα, καθώς επίσης και άλλα δεδομένα που συμπεριλαμβάνονται στην επίδοση του αλγορίθμου. Τα ερωτήματα μπορούν να προταθούν μόνο εφόσον ο χρήστης έχει εκτελέσει την επιλογή “Algorithm Testing” σε μια τρέχουσα ή προηγούμενη δοκιμή απόδοσης.

Ο σκοπός της τρίτης επιλογής. “Breakdown Limits” είναι να αξιολογήσει το ωφέλιμο φορτίο του αλγόριθμου ή τα όρια αναλύσεως του αλγορίθμου, λαμβάνοντας υπ’ όψιν μια συγκεκριμένη μορφή επιθέσεων (για παράδειγμα την αποκοπή – cropping) και ένα συγκεκριμένο κριτήριο επίδοσης (για παράδειγμα equal error rate). Αυτή η επιλογή μπορεί να εκτελεστεί ανεξάρτητα από τις δύο προηγούμενες.

Επίσης το πρόγραμμα παρέχει κάποια έτοιμα τεστ δοκιμής απόδοσης, όπως βλέπουμε στη παρακάτω εικόνα:





Δεύτερο βήμα: Το Optimark παράγει δύο τύπους αποτελεσμάτων.

- Αποτελέσματα της επίδοσης του αλγορίθμου, που εξήχθησαν μέσα από ένα σύνολο ερωτήσεων
- Αποτελέσματα του ωφέλιμου φορτίου ή των ορίων αναλύσεως ενός αλγόριθμου

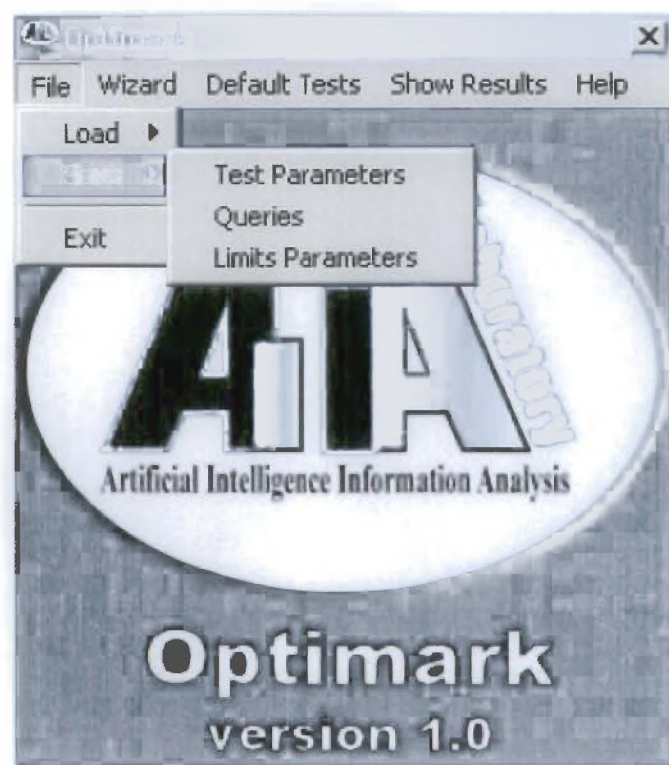
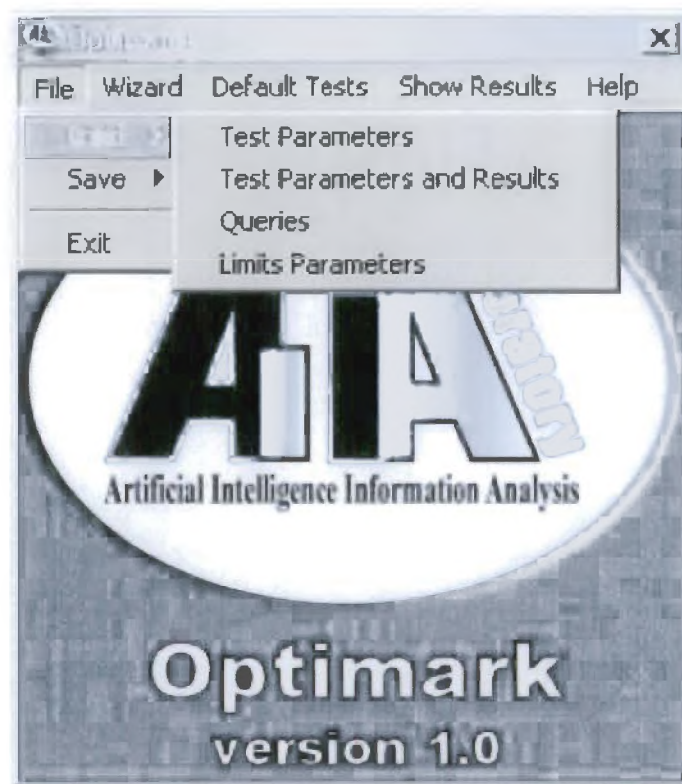
Τα αποτελέσματα έχουν τρεις φόρμες:

- I. Html αρχεία, τα οποία περιέχουν παραμέτρους από το τεστ (όπως ονόματα εικόνων, επιθέσεις κ.λπ.), καθώς επίσης στατιστικά στοιχεία και μέτρα απόδοσης.
- II. Στατιστικά στοιχεία σε μορφή εικόνων.
- III. Αρχεία κειμένου.



Τρίτο βήμα: Στο τέλος φορτώνουμε και σώζουμε τις παραμέτρους και τα αποτελέσματα του προγράμματος. Το Optimark παρέχει στους χρήστες τη δυνατότητα να σώσουν τις παραμέτρους από τη δοκιμή απόδοσης ενός αλγορίθμου, τα ερωτήματα που προτάθηκαν και το ωφέλιμο φορτίο καθώς και τα όρια αναλύσεως ενός αλγόριθμου. Οι παράμετροι δοκιμής απόδοσης ενός αλγόριθμου σώζονται σε αρχεία κειμένου με κατάληξη '.wtp', τα ερωτήματα με κατάληξη '.rsp' και τα όρια αναλύσεως ή το ωφέλιμο φορτίο ενός αλγορίθμου σώζονται σε αρχεία κειμένου με κατάληξη '.lmp'. Αυτά τα δεδομένα μπορούμε να τα επανακαλέσουμε (φορτώσουμε) και να τα χρησιμοποιήσουμε σε επόμενες εκτελέσεις δοκιμής απόδοσης. Επιπλέον ο χρήστης μπορεί να φορτώσει ανεπεξέργαστα αποτελέσματα που έχουν παραχθεί από την επιλογή "Algorithm Testing". Αυτά τα αρχεία έχουν

κατάληξη '.txt'. Όλες οι παραπάνω επιλογές μπορούν να εφαρμοστούν στο μενού "File" όπως φαίνεται και παρακάτω:



## 4. Το Πρόγραμμα Ais Watermark Pictures Protector

### 4.1 Γενικές Χαρακτηριστικά Του Προγράμματος

Το Ais Watermark Pictures Protector (Ais WPP) είναι ένα επαγγελματικό πρόγραμμα υδατογραφίας, για την προστασία των εικόνων.

Λειτουργεί ως εξής: Το Ais Watermark Pictures Protector διαβάζει τις ψηφιακές εικόνες από τα αρχεία (BMP, GIF, Animated GIF, JPEG, PNG, WMF, EMF και άλλα), προσθέτει στις εικόνες ένα διαφανές χρωματιστό υδατογράφημα και αποθηκεύει τις υδατογραφημένες εικόνες, σαν νέο αρχείο με τις ίδιες ή διαφορετικές μορφές.

#### 1. Κύρια χαρακτηριστικά γνωρίσματα του Ais Watermark Pictures Protector

- Προσθήκη των εξατομικευμένων ορατών υδατοσήμων στις εικόνες ή στις ψηφιακές φωτογραφίες
- Χρησιμοποίηση των μακροεντολών στο υδατογραφημένο κείμενο: Ημερομηνία/Χρόνος, το Πλάτος/Υψος/Μέγεθος της εικόνας, τα πεδία EXIF και IPTC
- Εξομοίωση διαφάνειας για τη μαύρη και άσπρη εικόνα
- Υδατογράφησης μιας ομάδας εικόνων (batch watermarking)
- Εργασίες από τη γραμμή εντολών

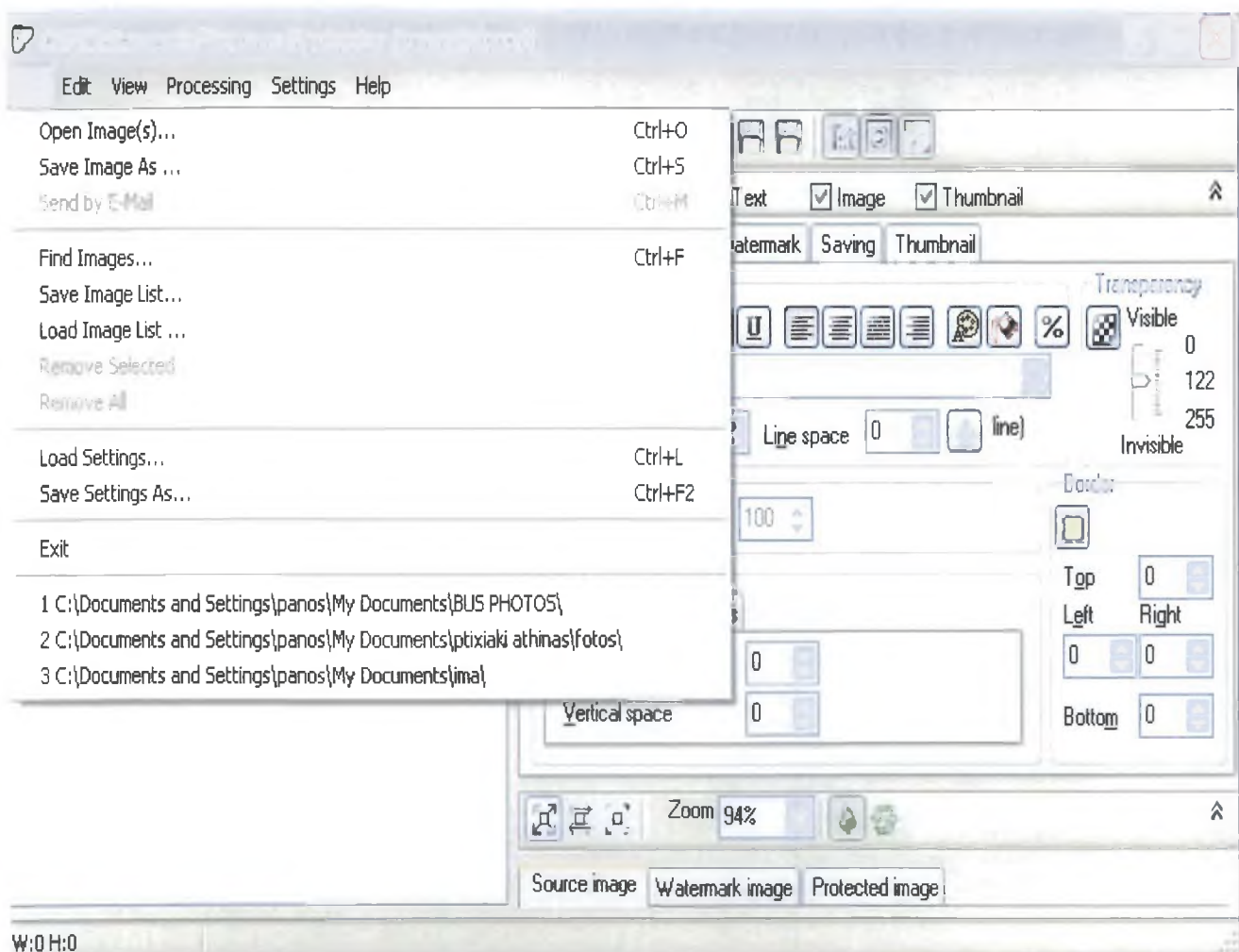
#### 2. Πρόσθετα χαρακτηριστικά γνωρίσματα

- Ευρέα προσαρμογή των ιδιοτήτων του υδατοσήμου: κείμενο, εικόνα, χρώμα, χρώμα υποβάθρου, θέση, μέγεθος, έκταση, διαφάνεια, σύνορα
- Αποθήκευση και διαγραφή των ενεργειών του υδατοσήμου
- Παραγωγή εικόνων thumbnail
- Αποστολή των προστατευμένων εικόνων μέσω του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου

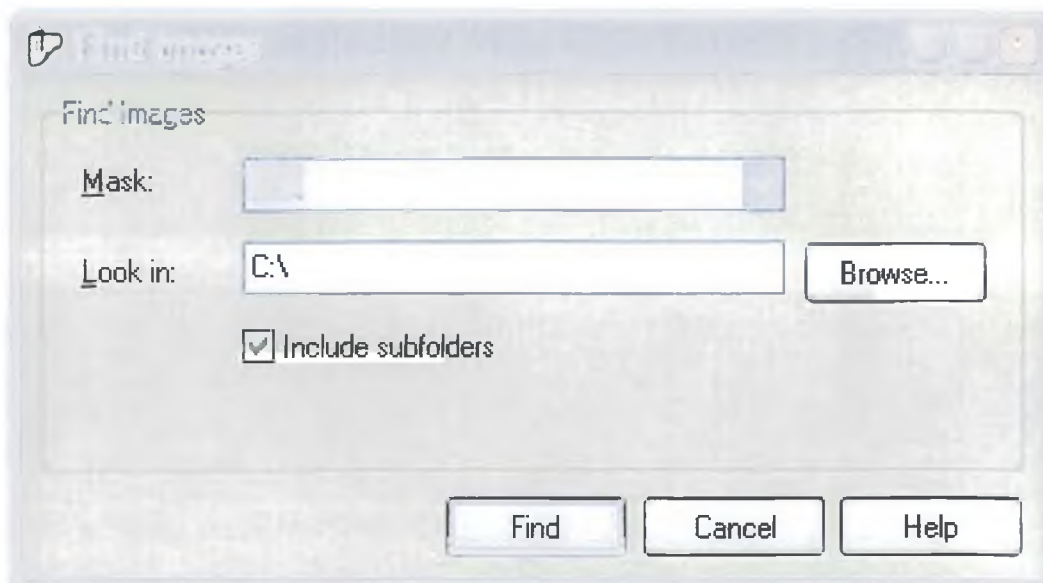
## 4.3 Λειτουργία Του Προγράμματος

Πρώτο βήμα: Επιλέξτε την εικόνα που θέλετε να προστατέψτε την

Υπάρχουν δύο τρόποι επιλογής της εικόνας που θέλουμε να προστατέψουμε: α) File – Open Image(s) (Φάκελος – Άνοιγμα Εικόνας) και β) File – Find Images (Φάκελος – Εύρεση Εικόνας).



Αν επιλέξουμε το α) τότε πηγαίνουμε στο φάκελο, που βρίσκεται η εικόνα που θέλουμε να προστατέψουμε, και την επιλέγουμε. Στην περίπτωση β) θα εμφανιστεί το παρακάτω παράθυρο

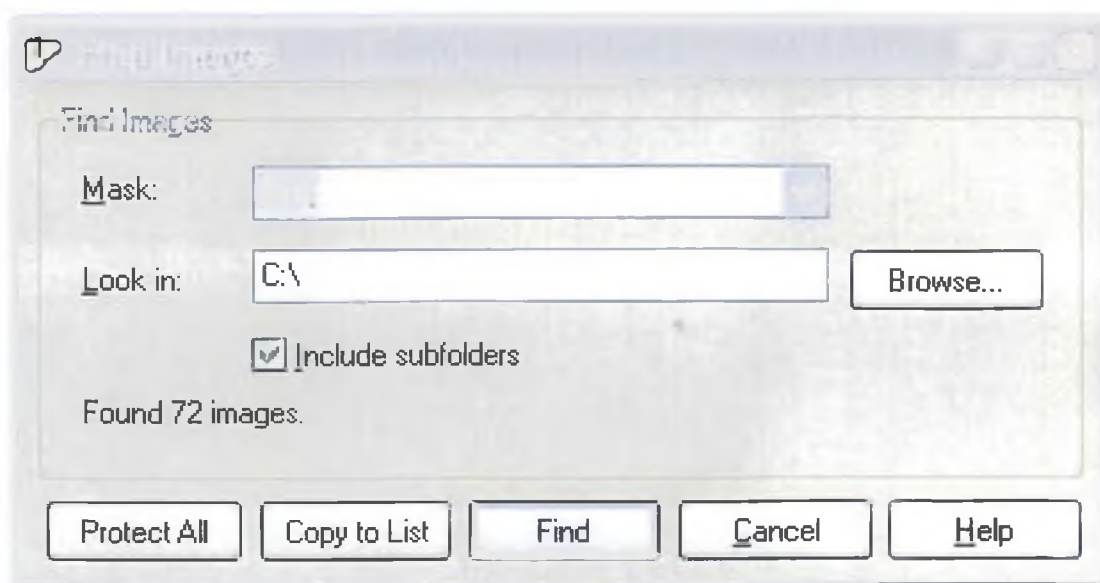


Περιγραφή των διαδικασιών:

Εκεί που γράφει "Mask" έχει μια μπάρα στην οποία επιλέγουμε την κατάληξη των αρχείων που θέλουμε να βρει. Για παράδειγμα αν πληκτρολογήσουμε "\*.\*" , θα μας εμφανίσει όλες τις εικόνες, αν πληκτρολογήσουμε "\*.jpg " θα εμφανίσει όλες τις JPEG εικόνες και το "a\*.gif " θα εμφανίσει όλες τις GIF εικόνες που αρχίζουν με το γράμμα a.

Εκεί που γράφει "Look in", επιλέγουμε το φάκελο στον οποίο θα γίνει η αναζήτηση των εικόνων.

Αφού επιλέξαμε όλα αυτά πατάμε το κουμπί "Find" (εύρεση) και αφού ψάξει θα εμφανίσει το εξής παράθυρο:



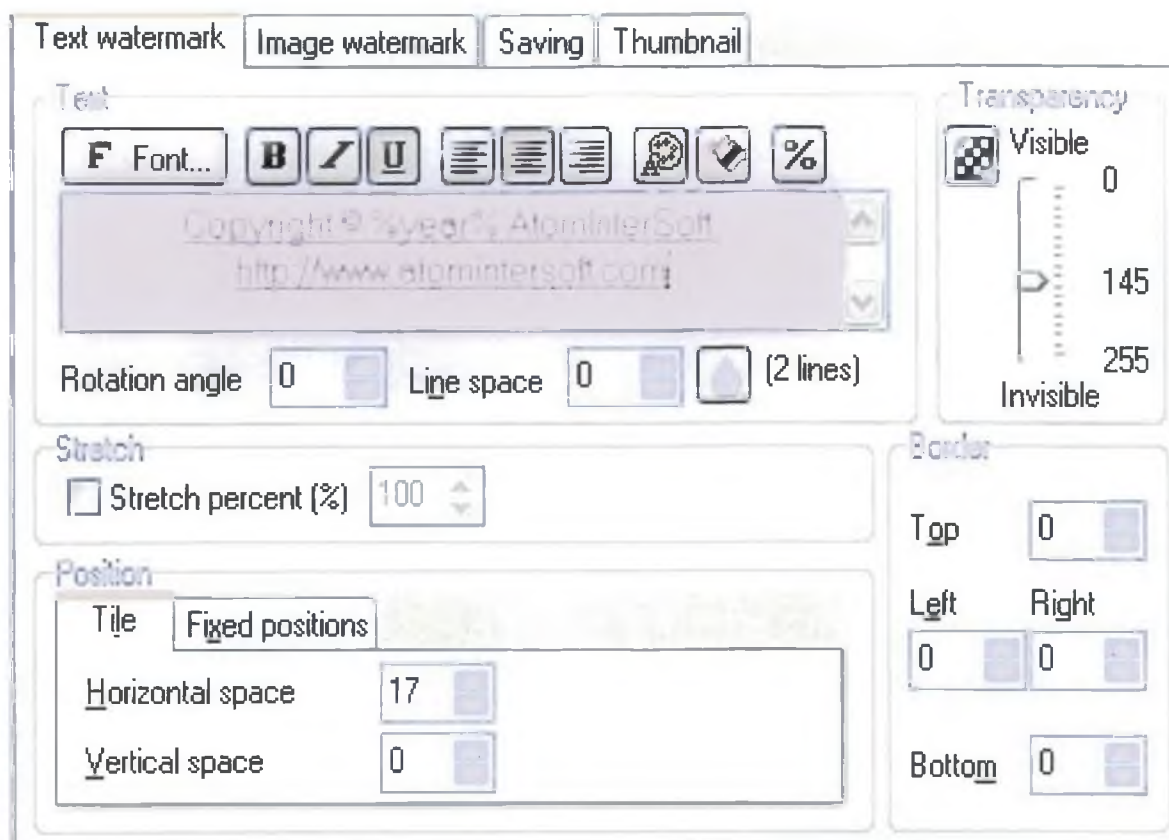
Πατάμε το κουμπί "Protect All" (προστατέψέ τα όλα) για την προστασία όλων των εικόνων που βρέθηκαν ή το πλήκτρο "Copy to List" (αντιγραφεί σε μια λίστα) για να αντιγραφούν οι εικόνες που βρέθηκαν στη λίστα, ώστε μετά να επιλέξουμε εμείς ποιές εικόνες θέλουμε να προστατέψουμε.

Δεύτερο βήμα: Διαδικασία προστασίας της εικόνας

Μπορούμε με τρεις τρόπους να προστατέψουμε τις εικόνες:

1. Με την εισαγωγή υδατογραφημένου κειμένου
2. Με την εισαγωγή υδατογραφημένης εικόνας
3. Με τη δημιουργία μιας συνοπτικής εικόνας

## 1. Διαδικασία εισαγωγής υδατογραφημένου κειμένου



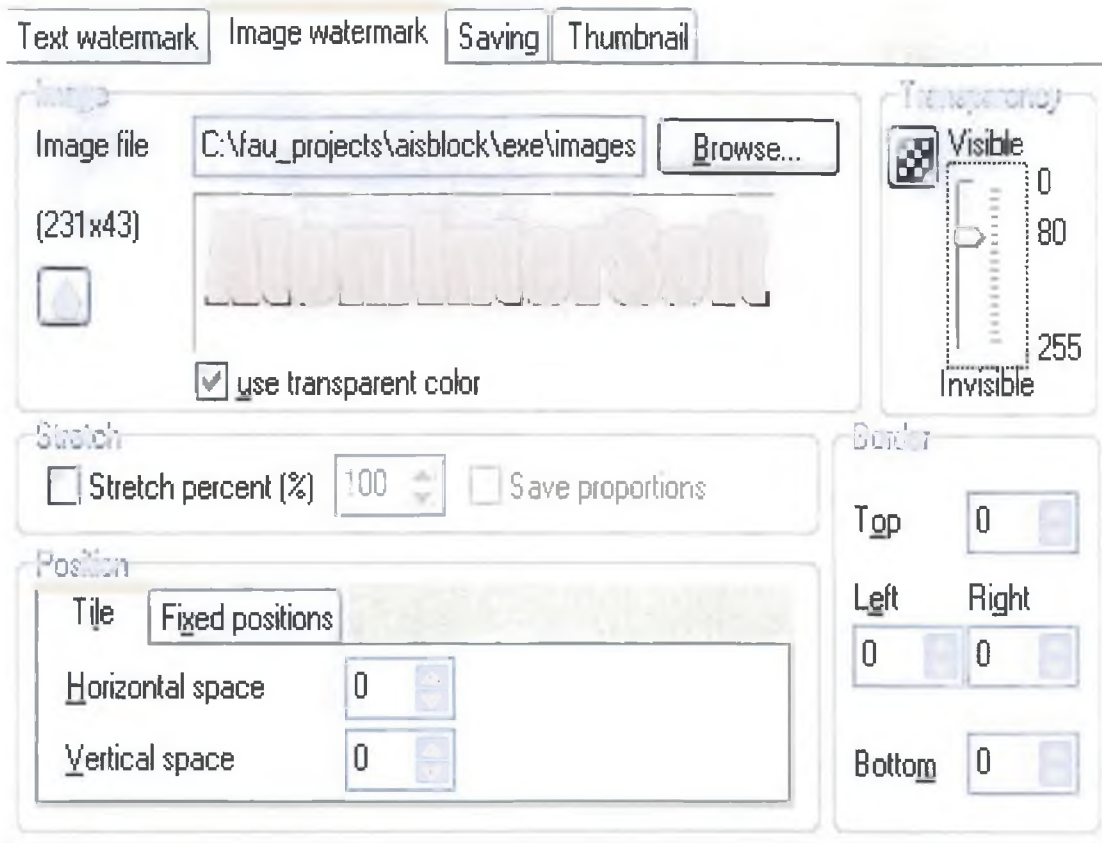
Οι λειτουργίες που μπορούμε να κάνουμε εδώ είναι οι εξής:

Στο σημείο που γράφει "Text" (κείμενο), εισάγουμε το κείμενο που επιθυμούμε. Έχουμε τη δυνατότητα να αλλάξουμε το μέγεθος του, το χρώμα του, να βάλουμε χρώμα φόντου (δηλαδή ότι αλλαγές μπορούμε να κάνουμε σε ένα κείμενο στο Word).

Επίσης μπορούμε να καθορίσουμε πόσο εμφανές θα είναι το κείμενο (Transparency) και τη θέση του μέσα στην εικόνα που θα υδατογραφηθεί. Αυτό επιτυγχάνεται με τα κουμπιά "Position" και "Border".



## 2. Διαδικασία εισαγωγής υδατογραφημένης εικόνας



Η διαδικασία που ακολουθείται για να εισάγουμε μια υδατογραφημένη εικόνα (Image watermark), η οποία θα χρησιμοποιηθεί για την προστασία της εικόνας που επιθυμούμε, είναι η εξής:

Πρώτα απ' όλα επιλέγουμε μέσω της πλοήγησης την υδατογραφημένη εικόνα. Αν χρησιμοποιήσουμε την επιλογή "use transparent" οι διαφανείς περιοχές της υδατογραφημένης εικόνας δεν θα χρησιμοποιηθούν κατά την διαδικασία της προστασίας. Και σε αυτή τη περίπτωση καθορίζουμε πόσο πολύ θα φαίνεται η υδατογραφημένη εικόνα (Transparency), καθώς και τη θέση της, με την επιλογή "Position" και "Border".

### 3. Διαδικασία δημιουργίας συνοπτικής εικόνας

Text watermark Image watermark Saving **Thumbnail**

Options

Format for saving thumbnail images The same as protected in

Thumbnail size

Max width 100 Max height 100

File Name

Save with new name  
%filepath%%filename%\_thumbnail%fileext% Build name...

Save with source image name in the specified folder  
C:\ Browse...

Overwrite original images

Restore Defaults

Περιγραφή των λειτουργιών:

Με την επιλογή "Format for saving thumbnail images", όλες οι συνοπτικές εικόνες θα σωθούν στην επιλεγμένη μορφή. Αν θέλουμε να τις σώσουμε στην ίδια μορφή με την αρχική εικόνα, επιλέγουμε "The same as protected image" (δηλαδή αν η αρχική εικόνα είναι JPEG τότε και η συνοψισμένη εικόνα θα σωθεί ως JPEG).

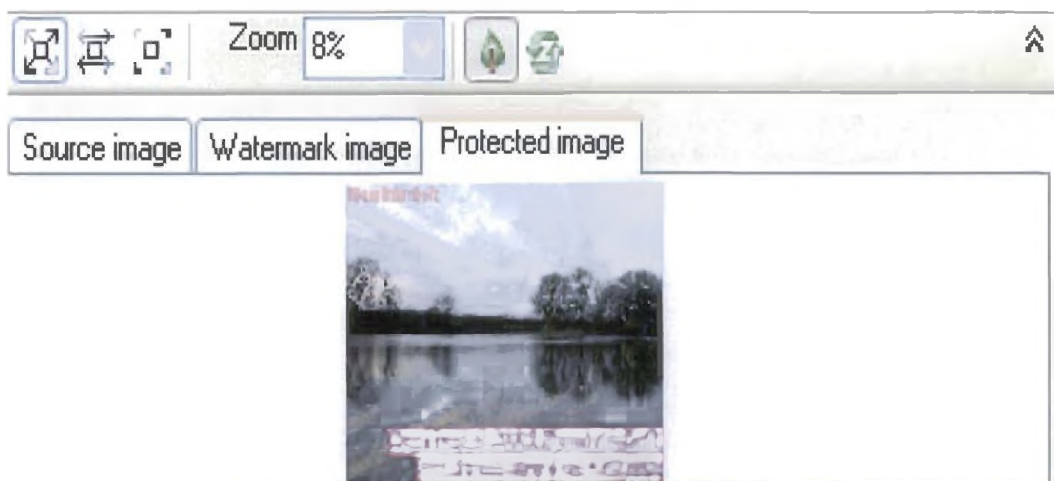
Με την επιλογή "Thumbnail size" καθορίζουμε το πλάτος και το ύψος της συνοψισμένης εικόνας, ώστε να είναι μικρότερα ή ίσα στις προκαθορισμένες τιμές.

Την επιλογή "Save with new name" την χρησιμοποιούμε όταν θέλουμε να σώσουμε τις συνοψισμένες εικόνες στον ίδιο φάκελο με νέο όνομα αρχείου. Με την επιλογή "Save this old name in the specified folder", οι προστατευμένες εικόνες θα σωθούν σε ένα νέο φάκελο με το ίδιο όνομα που είχαν αρχικά.

Με την επιλογή "Overwrite original image", η αρχική εικόνα θα αντικατασταθεί από τη συνοπτική εικόνα.

Τέλος εάν θέλουμε να επαναφέρουμε κάποια προεπιλογή πατάμε το πλήκτρο "Restore Defaults".

Το αποτέλεσμα από τις παραπάνω λειτουργίες που περιγράψαμε είναι:



Η πρώτη επιλογή, δηλαδή το "Source image", περιέχει την αρχική εικόνα που πρόκειται να προστατευθεί.

Η δεύτερη επιλογή (Watermark image) δείχνει τη θέση του υδατογραφήματος (δηλαδή, το κείμενο, την εικόνα ή τη συνοπτική εικόνα).

Η τρίτη επιλογή παρουσιάζει την υδατογραφημένη εικόνα που είναι το αποτέλεσμα των όσο κάναμε προηγουμένως.

Τρίτο βήμα: Σώζουμε το έργο μας

Τέλος όταν σώζουμε έχουμε τις παρακάτω επιλογές όπως μπορούμε να δούμε.

Text watermark | Image watermark | **Saving** | Thumbnail

**Format:**

Format for saving protected images: The same as source image [Options...]

Default saving format: \*.JPG - JPEG image [Options...]

Save EXIF     Save IPTC

---

**File Name:**

Save with new name  
 [Build name...]

Save with old name in the specified folder  
 [Browse...]

Overwrite original images

Save Date and Time of original image file    Number of copies: 3

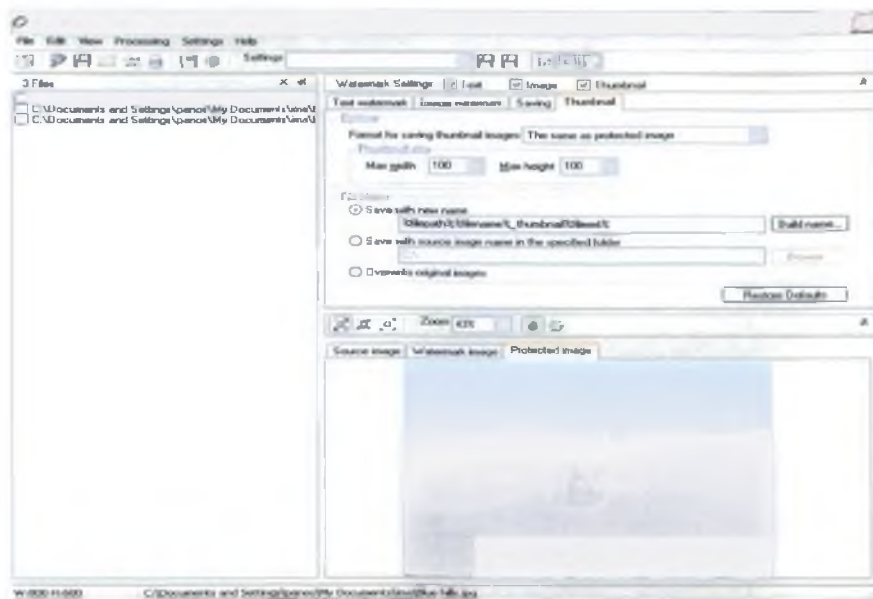
Protect and save opened image automatically    [Restore Defaults]

Μπορούμε να σώσουμε τις προστατευμένες εικόνες με την ίδια μορφή που έχει και η αρχική εικόνα ή να επιλέξουμε κάποια άλλη μορφή (για παράδειγμα jpeg, gif, bmp) και αυτό γίνεται με την εντολή "Format for saving protected images".

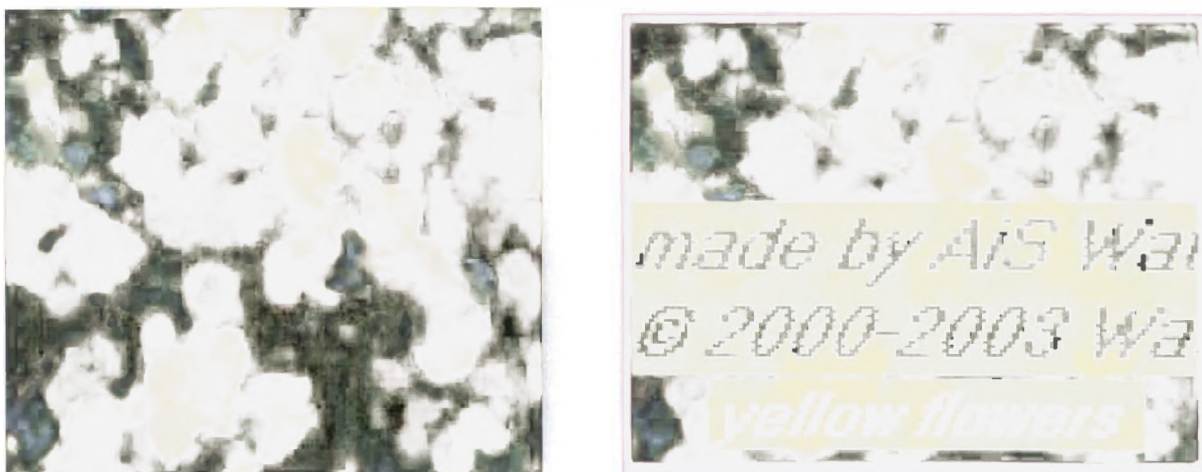
Επίσης μπορούμε να τις σώσουμε στον ίδιο φάκελο με τις αρχικές εικόνες αλλά με διαφορετικό όνομα με την εντολή "Save with new name" ή να τις σώσουμε σε διαφορετικό φάκελο αλλά με το ίδιο όνομα που είχαν και οι αρχικές εικόνες πατώντας "Save this old name in the specified folder".

Τέλος έχουμε τη δυνατότητα να αντικαταστήσουμε την αρχική εικόνα με την προστατευόμενη με την εντολή "Overwrite original image", καθώς ακόμα και να καθορίσουμε πόσα αντίγραφα υδατογραφημένων εικόνων θα σωθούν με την επιλογή "Number of copies", και με την επιλογή "Save Date and Time of original file" τα προστατευόμενα αρχεία θα έχουν την ίδια ημερομηνία με τα αρχικά.

Παράδειγμα υδατογραφημένων εικόνων με την χρήση του προγράμματος Ais Watermark Protector που έκανα μόνη μου.



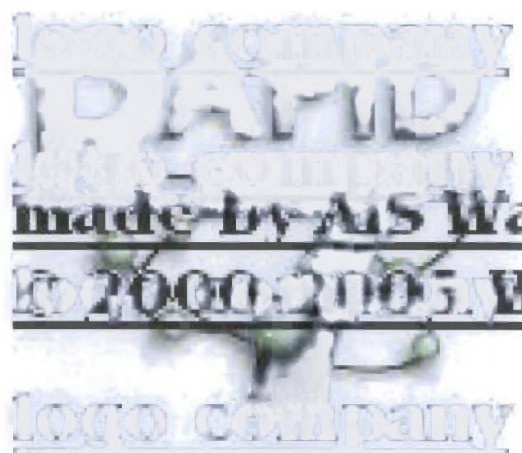
Εικόνα 25. Η υδατογραφημένη εικόνα έχει ένα κείμενο το “company logo” και μια εικόνα την οποία έχω δημιουργήσει μόνη μου το “R<sup>R</sup>”



Εικόνα 26. Αριστερά βρίσκεται η αρχική εικόνα. Δεξιά βλέπουμε την υδατογραφημένη εικόνα η οποία περιβάλλεται από ένα ροζ πλαίσιο και περιέχει ένα κείμενο το “yellow flowers”.



*Εικόνα 27. Στην υδατογραφημένη εικόνα (δεξιά), το υδατογράφημα (το λουλούδι) είναι ανεπαίσθητο και βρίσκεται σε όλη την εικόνα.*



*Εικόνα 28. Το υδατογράφημα (δηλαδή το κείμενο "logo company") βρίσκεται επαναληπτικά σε όλη την εικόνα.*



*Εικόνα 29. Το υδατογράφημα βρίσκεται μέσα σε ροζ πλαίσιο και στο κέντρο σχεδόν της εικόνας.*

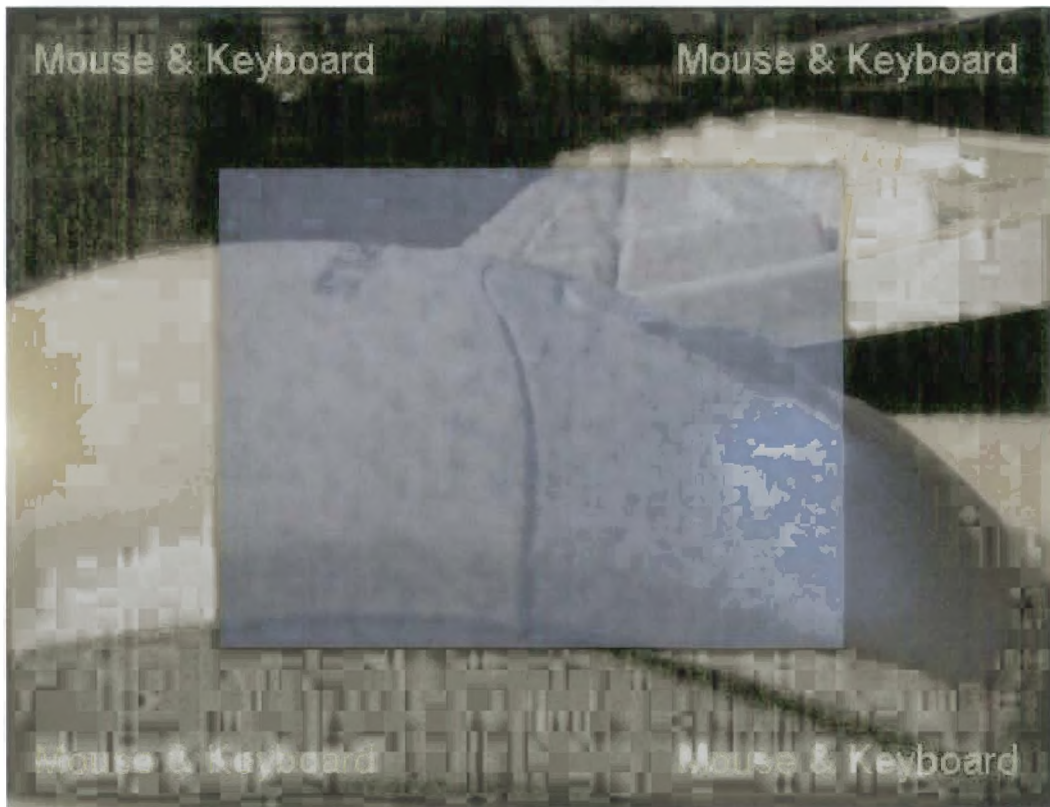


*Εικόνα 30. Η υδατογραφημένη εικόνα περιέχει μια εικόνα, ένα κείμενο το "green valley with stone foto" και περιβάλλεται από ένα πράσινο πλαίσιο.*

Παραδείγματα υδατογραφημένων εικόνων με τη χρήση των προαναφερθέντων προγραμμάτων









- [1] J. R. Hernandez, F. Perez-Gonzalez, J. M. Rodriguez, and G. Nieto, "Performance analysis of a 2d-multipulse amplitude modulation scheme for data hiding and watermarking of still images," *IEEE J. Select. Areas Commun*, vol. 16 pp. 510-524, May 1998.
- [2] F. Petitcolas, R. Anderson, and M. Kuhm, "Attacks on copyright marking systems" in *Information Hiding* (D. Aucsmith, ed.), vol. 1525 of *Lecture Notes in Computer Science*, (Berlin), pp. 218-238.
- [3] J. R. Hernandez, F. Perez-Gonzalez, J. M. Rodriguez, "Coding and synchronization: A boost and a bottleneck for the development of image watermarking," in *Proc. workshop on Intelligent Communications*, pp.77-82.
- [4] A.Herrigel, J. O'Ruanaidh, H. Petersen, S. Pererira, and T. Pun, "Secure copyright protection techniques for digital images," in *Information Hiding* (D. Audsmith, ed.), vol. 1525 of *Lecture Notes in Computer Science*, (Berlin), pp.169-190.
- [5] I. J. Cox and J.-P. M. G. Linnartz, "Some general methods for tampering with watermarks," *IEEE J. Select Areas Commun*, vol. 16, pp. 587-539
- [6] J. Lach, W. Mangione-Smith, and M. Potknojak, "Fingerprinting digital circuits on programmable hardware," in *information Hiding* (D. Aucsmith, ed.), vol 1525 of *Lecture Notes in Computer Science*, (Berlin), pp. 16-31.
- [7] Hayes. M. H., "The Reconstruction of a Multidimensional Sequence", *IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing*, Apr.1992, pp. 140-154
- [8] Kutter, M. F. Jordan and F. Bossen, "Digital Signature of Color Images Using Amplitude Modulation" in *Proceedings of the SPIE 3022, Storage and Retrieval for Image and Video Databases V*, 1997, pp. 518-526

## Watermarking - Internet

<http://www.watermarkingworld.org/intro.html>  
<http://www.watermarker.com>  
<http://www.cdt.luth.se/~peppar/kyrs/smd074/lekt/7/side41.html>  
<http://poseidon.csd.auth.gr/optimark>  
<http://www.watermarkingworld.org/checkmark/checkmark.html>  
<http://watermarkingworld.org/stirmark/stirmark.html>  
<http://www.watermarkingworld.org/optimark/index.html>  
[http://www.atomintersoft.com/products/watermark\\_protector](http://www.atomintersoft.com/products/watermark_protector)  
<http://www.certimark.org/public/wnbch.html>  
[http://www.peticolas.net/fabien/steganography/stego\\_soft.html](http://www.peticolas.net/fabien/steganography/stego_soft.html)  
<http://watermarking.unige.ch/checkmark>  
<http://poseidon.csd.auth.gr>  
<http://www.peticolas.net/fabien/watermarking/stirmark>