

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Αριθμός 1134**

**ΘΕΜΑ: Εγκατάσταση συστήματος παρακολούθησης
και καταγραφής εικόνας και ήχου με χρήση IP
καμερών**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ(ΕΣ): ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΧΑΡΙΣΗΣ
ΘΑΝΑΣΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΥ**

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2010

Προλογος

Πριν από λίγα χρόνια οι συναγερμοί και οι κάμερες παρακολούθησης αποτελούσαν είδος πολυτελείας. Όλο και περισσότεροι πολίτες όμως προσφεύγουν πλέον σε επαγγελματίες που εγκαθιστούν συστήματα συναγερμών και κάμερες ασφαλείας σε σπίτια και καταστήματα. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει σαφώς αύξηση των πωλήσεων συναγερμών. Εξάλλου, οι τιμές πλέον των συστημάτων συναγερμού δεν είναι απαγορευτικές. Μεγάλο ρόλο έχει παίξει η επανάσταση και η πρόοδος του internet. Αποτέλεσμα όλων των παραπάνω ήταν η «γέννηση» των ip καμερών.



Η πρώτη ip camera κυκλοφόρησε το 1996 από την εταιρία (AXON COMMUNICATIONS). Για τη δημιουργία της κάμερας χρησιμοποίησε μια πλατφόρμα [Linux] στο εσωτερικό της κάμερας. Αυτή η τεχνολογία είχε ως κύριο

λόγο να ενθαρύνει τρίτους κατάσκευαστές για τη δημιουργία συμβατών λογισμικών συστημάτων παρακολούθησης. Έτσι όπως και με τις ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές οι Ip cameras άρχισαν να κερδίζουν την εύνοια όλων με αποτέλεσμα τα τελευταία χρόνια όλο και ποιο πολύς κόσμος να τις προτιμάει καθώς και να τις εμπιστεύεται για την ασφάλεια του.



Περίληψη

«Εγκατάσταση συστήματος παρακολούθησης και καταγραφής εικόνας και ήχου με χρήση IP καμερών.» Στα πλαίσια της πτυχιακής θα γίνει μελέτη και ανάλυση απαιτήσεων για την εγκατάσταση και παραμετροποίηση του συστήματος παρακολούθησης. Θα γίνει αναφορά στην τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την συμπίεση, μεταφορά και αποθήκευση του ήχου και της εικόνας. Θα γίνει αναλυτική παρουσίαση ενός προγράμματος καταγραφής και διαχείρισης καμερών και θα περιγραφούν οι τεχνικές προδιαγραφές των υλικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μια τέτοια εγκατάσταση. Επίσης, θα γίνει εκτενής αναφορά στα πλεονεκτήματα της χρήσης ασύρματων καμερών τεχνολογίας IP και θα γίνει σύγκριση με την αντίστοιχη ενσύρματη τεχνολογία. Η μελέτη και η ανάλυση των απαιτήσεων για την εγκατάσταση του συστήματος παρακολούθησης θα γίνει για μια διώροφη οικοδομή περίπου 200 τμ. Στον πρώτο όροφο θα βρίσκονται τα ευαίσθητα προϊόντα και τα ταμεία και στον δεύτερο όροφο οι προσωπικοί χώροι, γραφεία καθώς επίσης και ο χώρος χειρισμού των IP καμερών και των περιφερειακών μηχανημάτων. Στα σχέδια των κατόψεων θα φαίνονται οι κάμερες καθώς και οι καλωδιώσεις που θα χρειαστούν προκειμένου να επιτευχθεί η επικοινωνία με το σύστημα διαχείρισης. Τέλος, θα περιγραφεί η δυνατότητα του συστήματος παρακολούθησης να συνδεθεί μέσω κάποιου server στο internet έτσι ώστε ο ενδιαφερόμενος χρήστης να μπορεί να δει τι καταγράφει η κάμερα εκείνη την στιγμή (σε πραγματικό χρόνο) από οποιοδήποτε άλλο σημείο χρησιμοποιώντας ένα Η/Υ συνδεδεμένο στο internet ή ακόμα και ένα κινητό τηλέφωνο. Ολοκληρώνοντας την πτυχιακή εργασία θα γίνει αναφορά στη νομοθεσία για την εγκατάσταση και την καταγραφή εικόνας και ήχου σε ιδιωτικούς και δημόσιους χώρους.

Περιεχόμενα

Προλογος	2
Περίληψη	4
Γενικά.....	7
Ανολογικές κάμερες.....	7
Τεχνολογία των καμερών Ip και τα πλεονεκτήματά της.....	9
Τα οφέλη μιας Ip camera.....	11
Εικόνα.....	14
Σύλληψη Εικόνων.....	15
Pixel.....	16
Ανάλυση Φακού.....	18
VGA.....	18
CIF.....	20
Καρε/δευτερόλεπτο (frame rate)	20
Συμπίεση Εικόνας.....	22
JPEG.....	23
MJPEG.....	27
MPEG-4.....	29
Ήχος.....	30
Γενικά	31
ADPCM	32
Μεταφορα Δεδομένων	35
Μέσα Αποθήκευσης	36
VCR (Video Cassette Recorder).....	37

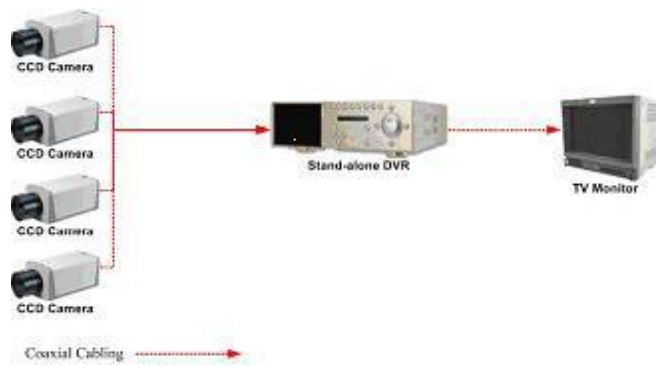
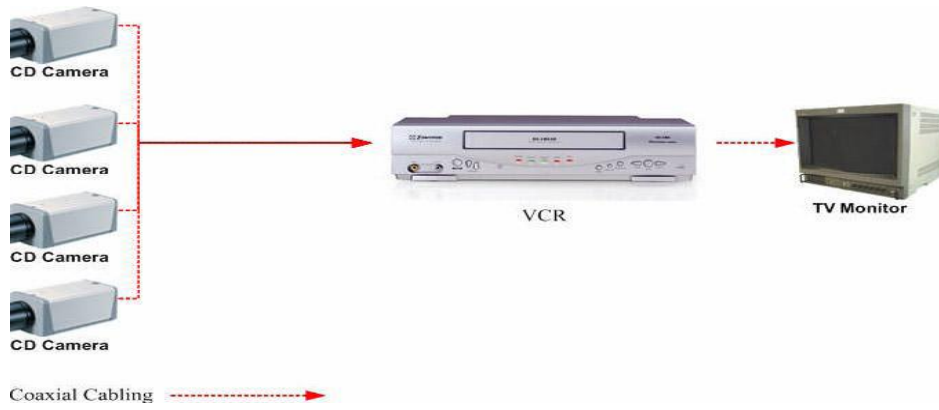
DVR (Digital Video Recorder).....	38
NVR (Network Video Recorder).....	39
ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ.....	41
Ιστορικά	41
Γενικά	42
Εγκατάσταση Καμερών	42
ΚΑΜΕΡΕΣ ΣΕ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΕΣ	43
ΚΑΜΕΡΕΣ ΣΕ ΤΡΑΠΕΖΕΣ.....	44
ΚΑΜΕΡΕΣ ΣΕ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ	45
ΚΑΜΕΡΕΣ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑ – ΨΥΧΙΑΤΡΙΚΕΣ ΚΛΙΝΙΚΕΣ.....	46
ΚΑΜΕΡΕΣ ΣΕ ΚΟΙΝΟΧΡΗΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ – ΕΝΙΑΙΟΙ ΧΩΡΟΙ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	46
Εν τέλει	49
Μελέτη.....	50
Γενικά	50
Κάμερες.....	55
Επίλογος.....	76
Βιβλιογραφία.....	77

Γενικά.

Οι Ιp κάμερες είναι κάμερες εποπτείας χώρων που χρησιμοποιούν παρόμοια τεχνολογία αισθητήρων σύλληψης της εικόνας (αισθητήρες CCD αλλά και νεότερης τεχνολογίας CMOS) και οπτικών με τις γνωστές κάμερες εποπτείας παλαιότερης τεχνολογίας (γνωστής ως «αναλογική») αλλά μεταδίδουν εικόνα, ήχο και κίνηση απευθείας σε ψηφιακό σήμα μέσω των ίδιων καλωδίων που χρησιμοποιούν και τα δίκτυα ηλεκτρονικών υπολογιστών (καλώδια UTP αλλά και άλλοι τα τύποι).

Αναλογικές κάμερες.

Οι αναλογικές κάμερες χρησιμοποιούν την ίδια τεχνολογία αισθητήρων σύλληψης της εικόνας και οπτικών με τις ΙΡ κάμερες, αλλά μεταδίδουν εικόνα μέσω αναλογικού σήματος συγκεκριμένης ανάλυσης, η οποία περιορίζεται από τα αρχαιότερα τηλεοπτικά συστήματα PAL(Ευρώπη) ή NTSC(ΗΠΑ και Ιαπωνία), οπότε είναι αδύνατο να υπερβεί το όριο των 720*576 pixels, υπό ιδανικές συνθήκες και με πολύ υψηλή ποιότητα καλωδίωσης και καμερών. Οι αναλογικές κάμερες καταγράφουν εικόνα σε συσκευές βίντεο (VCR) ή σε καταγραφικό με σκληρό δίσκο (DVR – Digital Video Recorder).



Τεχνολογία των καμερών Ip και τα πλεονεκτήματά της.

Η τεχνολογία των Ip καμερών είναι γνωστή ως «ψηφιακή» και οι συσκευές εποπτείας που βασίζονται σε αυτή ονομάζονται Ip κάμερες. Τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα αυτής της τεχνολογίας είναι τα ακόλουθα:

- Δεν απαιτούνται εξειδικευμένα καλώδια (ομοαξονικά) για την μετάδοση βίντεο, όπως στις αναλογικές λύσεις. Αντίθετα, χρησιμοποιούνται τα γνωστά και ευρέως διαδεδομένα καλώδια τύπου UTP CAT5/6 (κατηγορίας 5/6, τα ίδια καλώδια που απαιτούνται στα δίκτυα Η/Υ) τα οποία υπάρχουν ήδη εγκατεστημένα στη συντριπτική πλειοψηφία των εταιριών και σε πολλά καινούρια σπίτια – εναλλακτικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οι άλλοι τρόποι καλωδίωσης όπως οι οπτικές ίνες που καλύπτουν μεγάλες αποστάσεις χωρίς απώλειες, καθώς και εναλλακτικές μεθόδοι αποστολής σήματος, όπως τα ασφαλή (κρυπτογραφημένα) ασύρματα δίκτυα.
- Απομακρυσμένη εποπτεία: το βίντεο από μία Ip κάμερα μπορεί να προσπελαστεί εύκολα από οποιοδήποτε χώρο που διαθέτει πρόσβαση στο internet, χωρίς καμία ανάγκη επιλέον εγκατάστασης εξοπλισμού ή εξειδικευμένου λογισμικού – δηλαδή δεν απαιτείται η παρουσία στο χώρο κανενός καταγραφικού προκειμένου να αποσταλεί το σήμα μέσω internet, αφού κάθε κάμερα μπορεί να προσπελάσει αυτόνομα, αντίθετα με τις αναλογικές λύσεις όπου πρέπει να υπάρχει ένα καταγραφικό στο χώρο πρόσβασης.
- Στον τομέα της καταγραφής βίντεο, δεν απαιτεί εξειδικευμένες λύσεις (π.χ. συγκεκριμένες συσκευές καταγραφής και μόνιτορ προβολής βίντεο, όπως τα DVR). Οποιοσδήποτε υπολογιστής νέας τεχνολογίας βασισμένος σε λειτουργικό Windows, είναι ικανός να μεταδώσει και να καταγράψει το σήμα βίντεο που προέρχεται από τις κάμερες – το γεγονός αυτό δημιουργεί

προϋποθέσεις ακόμα μεγαλύτερης οικονομίας, αφού σε πολλούς χώρους μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις υπολογιστών ή και servers, όπου μπορεί να εγκατασταθεί το λογισμικό θέασης και καταγραφής (NVR).

- Δεν απαιτούνται υπέρογκα έξοδα εγκατάστασης (όπως συμβαίνει στις αντίστοιχες εγκαταστάσεις αναλογικών καμερών), λόγω της εκμετάλλευσης χρήσης πιθανών υφιστάμενων καλωδιώσεων δικτύων (UTP) και της εξαιρετικά απλής εγκατάστασης και χρήσης τους – η καλωδίωση που βασίζεται στο UTP είναι ήδη παρούσα στη συντριπτική πλειοψηφία εταιρικών χώρων και τα υλικά εύκολα στην εύρεση και πολύ οικονομικά στην αγορά τους.
- Υψηλές αναλύσεις: όλες οι IP κάμερες προσφέρουν κορυφαία ανάλυση ως και 1280*1024/1280*960/1280*720 σε συνδιασμό με κορυφαία ποιότητα απεικόνισης, με αποτέλεσμα να είναι αδύνατο να παραχθούν από αναλογικές κάμερες λόγω των ορίων των απαρχαιωμένων αναλογικών τηλεοπτικών standards (PAL/NTSC) στα οποία βασίζονται.
- Μπορούν να μεταδώσουν βίντεο αλλά και να τροφοδοτήσουν με ρεύμα από το ίδιο, μοναδικό καλώδιο αν συνδεθούν και σε switches που υποστηρίζουν το πρωτόκολλο.
- Σε συνδιασμό με γνωστές πρακτικές ασφάλειας δικτύων H/Y (κρυπτογράφηση δεδομένων μέσω υπάρχουσων τεχνολογιών κρυπτογράφησης) είναι δυνατή η μέγιστη ασφάλεια του μεταδιδόμενου βίντεο, σε αντίθεση με τις αναλογικές όπου οποιοσδήποτε μπορεί να επέμβει στα καλώδια μετάδοσης και να υποκλέψει την εικόνα (ακόμα και να πραγματοποιήσει ψευδή μετάδοση) ή όπου απαιτούνται πανάκριβες, περιοριστικές και δύσχρηστες λύσεις κρυπτογράφησης.

Τα οφέλη μιας Ip camera.

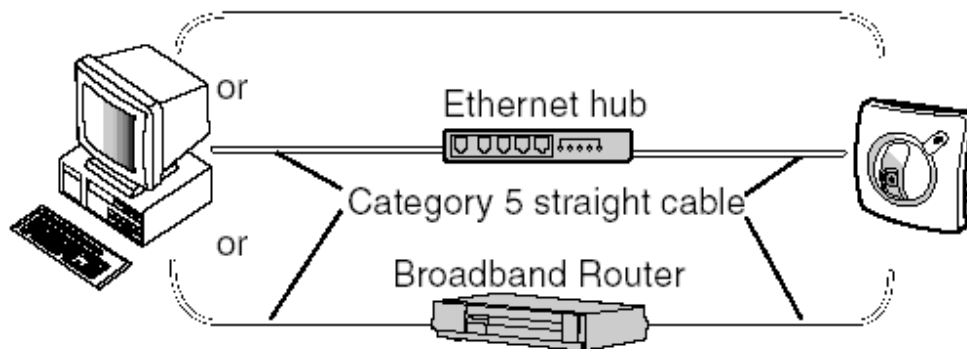
α) live απομακρυσμένη παρακολούθηση : Για μια εταιρία με δραστηριότητες σε γεωγραφικά διάσπαρτες αγορές μπορεί να γίνει η παρακολούθηση της εύκολα και οικονομικά μέσω της ip camera. Η Ip camera δε χρειάζεται να συνδεθεί με έναν υπολογιστή μπορούμε να δούμε τις εικόνες σε κάθε τόπο αρκεί να υπάρχει ένας υπολογιστής όπου μέσω αυτού θα έχουμε πρόσβαση στο ίντερνετ,για να μπορέσουμε να δούμε όλες τις δραστηριότητες στο μέρος όπου είναι εγκατεστημένες οι Ip camera εκείνη ακριβώς τη χρονική στιγμή.

β) Motion detection και συναγερμοί:

Όταν οι Ip camera χρησιμοποιείται με λογισμικό ανίχνευσης κίνησης ,όπως η κάμερα παρακολουθεί θα μας ενημερώνει και θα μας ειδοποιεί άμεσα όταν ανιχνεύεται κίνηση.Η ενεργοποίηση του συναγερμού σημαίνει την αποστολή του sms καθώς και e-mail alerts, όταν ανιχνευθεί κίνηση.

Επίσης οι Ip camera έχει χαρακτηριστικά όπως tilt, pan καθώς και zoom.

Μπορούμε να ελέγξουμε την κάμερα από εξ αποστάσεως για την προσαρμογή της εστίασεως,γωνία καθώς και οπτικό πεδίο. Επίσης με την εφαρμογή zoom μπορεί να μας αποκαλύψει περισσότερα σχετικά με το ακριβές πρόσωπο, πράγμα ή χώρο που μας απασχολεί.



Παρατηρώντας από κοντά μια Ip κάμερα μπορούμε, με την πρώτη ματιά να ξεχωρίσουμε κάποια ευδιάκριτα γνωρίσματα, όπως για παράδειγμα τον υπέρυθρο εξωτερικό φωτισμό ή την στήριξή της σε περιστροφικό βραχίονα. Με λίγα λόγια, κάθε IP κάμερα έχει κάποια χαρακτηριστικά. Με την εμφάνισή της, αυτά ήταν ελάχιστα αλλά με την πρόοδο της επιστήμης, νέες τεχνολογίες προστέθηκαν προσφέροντας επιπλέον δυνατότητες και παράλληλα μείωση του όγκου της. Επιγραμματικά μπορούμε να αναφέρουμε τα εξής χαρακτηριστικά και δυνατότητες:

- Δυνατότητες νυχτερινής λήψης με τη βοήθεια πολλαπλών LED υπέρυθρων.
- Δυνατότητες αποστολής εικόνας και video σε PDA, κινητά, email.
- Δυνατότητες φωνητικών μηνυμάτων σε περίπτωση που αντιληφθούν κίνηση στον χώρο κάλυψης.
- Δυνατότητες τηλεχειρισμού απο απόσταση με μεγάλα εύρη περιστροφής (πάνω, κάτω, δεξιά ,αριστερά).
- Δυνατότητες υψηλών αναλύσεων.
- Δυνατότητες συμπίεσης video.
- Δυνατότητες ψηφιακών εισόδων – εξόδων.
- Πολύ χαμηλές καταναλώσεις ρεύματος.

- Δυνατότητες αυτόματης αποθήκευσης σε FTP Server εκτός των κτηριακών εγκαταστάσεων της επιχείρησης.
- Αδιάβροχες, με υψηλές αντοχές σε χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες.
- Δυνατότητες εγγραφής σε διάφορα αποθηκευτικά μέσα Cards, Σκληρούς Δίσκους κ.α..
- Δυνατότητες ασύρματης ή ενσύρματης δικτύωσης.



Συνεχίζοντας την επισκόπηση της κάμερας, με περισσότερη εμβάθυνση, θα καταλάβουμε ότι μιλάμε για μία συσκευή, μικρή σε μέγεθος αλλά μεγάλη σε δυνατότητες. Έτσι, αναλυτικότερα έχουμε τα εξής:

Εικόνα

Το βασικό χαρακτηριστικό της IP κάμερας (καθώς επίσης και κάθε κάμερας) είναι η καταγραφή κάποιας εικόνας. Γενικότερα, η εικόνα έχει γίνει απαραίτητο στοιχείο κάθε σύγχρονης εφαρμογής. Ακόμα και σε περιπτώσεις όπου η εικόνα δεν αποτελεί αντικείμενο της εφαρμογής, οι απαιτήσεις για απλά και κατανοητά interfaces εισάγουν αναπόφευκτα την εικόνα. Υπάρχουν διάφορα είδη εικόνας, κάθε ένα εκ των οποίων είναι κατάλληλο για ορισμένα είδη εφαρμογών. Το πιο απλό, σε σχέση με την πολυπλοκότητα της απεικόνισης του στον υπολογιστή, είναι οι διτονικές (bitonal) εικόνες. Χαρακτηριστικό αυτής της κατηγορίας είναι η ύπαρξη μόνο δύο χρωμάτων (μαύρο και άσπρο συνήθως). Οι διτονικές εικόνες βρίσκουν εφαρμογή σε προγράμματα οργάνωσης επιχειρήσεων και οργανισμών όπου παρουσιάζεται η ανάγκη αρχειοθέτησης εγγράφων, αποδείξεων, επιταγών κ.λ.π. Αυτές οι εικόνες προέρχονται από scanning των εγγράφων και αποθηκεύονται σε ειδικού σκοπού συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων. Άλλες περιπτώσεις όπου παρουσιάζονται συχνά διτονικές εικόνες είναι τα τεχνικά σχέδια, τα διαγράμματα, οι χάρτες κ.λ.π. Στο επόμενο επίπεδο έχουμε τις εικόνες συνεχούς τόνου (continuous tone images). Αυτές ορίζονται, σε αντίθεση με τις διτονικές, ως οι εικόνες στις οποίες τα γειτονικά σημεία δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους δηλαδή χαρακτηρίζονται από ομαλές τονικές διαβαθμίσεις. Υπάρχουν δύο είδη εικόνων συνεχούς τόνου: κλίμακας του γκριζου (gray scale) και έγχρωμες (color). Το πρώτο είδος βρίσκει παρόμοιες εφαρμογές με τις διτονικές. Η διαφορά είναι ότι τα έγγραφα μπορούν τώρα να έχουν και εικόνες οι οποίες αποδίδονται με διαβαθμίσεις του γκριζου. Για παράδειγμα, ιατρικές φωτογραφίες αποτέλεσμα ακτινογραφιών ή υπερηχογραφήμάτων μπορούν να αποδοθούν ικανοποιητικά από εικόνες κλίμακας του γκριζου. Οι έγχρωμες εικόνες, όπως είναι φυσικό, βρίσκουν

τη μεγαλύτερη χρήση και έχουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον. Χρησιμοποιούνται τόσο σε επαγγελματικές όσο και σε εκπαιδευτικές και ψυχαγωγικές εφαρμογές. Αναμφισβήτητα, οι χρήση εικόνας βελτιώνει της υπάρχουσες εφαρμογές. Σε συνδυασμό όμως και με άλλες τεχνολογίες, όπως η αναγνώριση προτύπων και τα έμπειρα συστήματα, ανοίγουν το δρόμο για εντελώς νέες εφαρμογές. Ένα παράδειγμα είναι η αυτόματη ταυτοποίηση ατόμων με βάση τα δακτυλικά αποτυπώματα ή κάποια φωτογραφία, εφαρμογή που είναι χρήσιμη σε συστήματα ασφαλείας.

Σύλληψη Εικόνων

Η σύλληψη των εικόνων γίνεται συνήθως με χρήση scanner. Ένας scanner αποτελείται από μια πηγή φωτός, ένα χώρο τοποθέτηση του εγγράφου και έναν ανιχνευτή φωτός. Το φως που εκπέμπει η πηγή διαπερνά το έγγραφο και φτάνει στο δέκτη. Ανάλογα με την αλλοίωση που έχει υποστεί το φως, δημιουργείται ένα ηλεκτρικό σήμα που βρίσκεται σε αντιστοιχία με την μορφή της εικόνας. Στο τέλος, το ηλεκτρικό αυτό σήμα ψηφιοποιείται. Το αποτέλεσμα είναι ένας πίνακας εικονοστοιχείων (pixels). Το μέγεθος του πίνακα εξαρτάται από το είδος της εικόνας:

- Για διτονικές εικόνες αρκεί ένα bit για κάθε στοιχείο του πίνακα (ένα pixel είναι είτε άσπρο είτε μαύρο).
- Αν μια εικόνα κλίμακας του γκριζου έχει n διαβαθμίσεις, το μέγεθος του κάθε στοιχείου θα είναι $(2n-1)$ bits.
- Οι έγχρωμες εικόνες συντίθεται από μια τριάδα βασικών χρωμάτων, άρα απαιτούνται $(3*(2n-1))$ bits για εικόνα με n χρώματα.

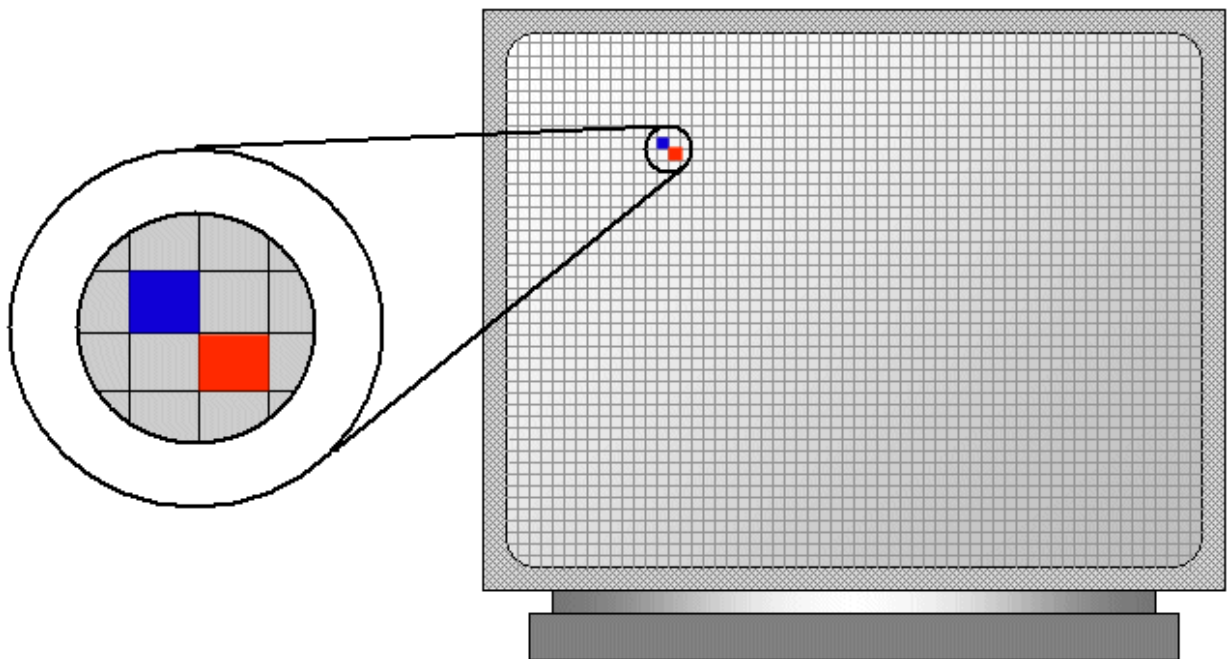
Επιπλέον, το μέγεθος του πίνακα εξαρτάται και από την πυκνότητα (density) που ορίζεται ως ο αριθμός των εικονοστοιχείων ανά ίντσα προς μια κατεύθυνση. Αυτό

το μέγεθος ονομάζεται και ανάλυση (resolution) και μετριέται σε dpi (dots per inch). Η ανάλυση που επιλέγεται κατά την σύλληψη σχετίζεται άμεσα από την μονάδα εξόδου που θα χρησιμοποιηθεί και συνήθως είναι λίγο μεγαλύτερη αυτής ώστε να εξοικονομείται χώρος χωρίς να αλλοιώνεται η ποιότητα. Τυπικές τιμές είναι 70dpi για τις οθόνες, 600dpi για τους εκτυπωτές laser και 1000dpi για offset printing. Εκτός από scanners, στη σύλληψη εικόνων υψηλής ανάλυσης [1] (2,200'1,700) χρησιμοποιούνται και κάμερες. Ένας άλλος τρόπος σύλληψης είναι από video με χρήση ψηφιοποιητή (video digitizer) ή ενός frame grabber.

Pixel

Η λέξη pixel προέρχεται από τις λέξεις "picture element" και είναι η βασική μονάδα, ψηφίο, για οτιδήποτε εμφανίζεται στην οθόνη ενός Η/Υ (και όχι μόνο). Αν κοιτάξετε με ένα καλό μεγεθυντικό φακό την οθόνη του υπολογιστή σας, θα δείτε πως όλα όσα βλέπετε σε αυτήν (γράμματα, γραμμές, γραφικά κ.λπ.) έχουν δημιουργηθεί από πολύ μικρά ψηφία (μικρά τετράγωνα κουτάκια). Αυτά είναι τα pixels, οι δομικές μονάδες κάθε σχήματος που εμφανίζεται στην οθόνη. Τα pixels δεν έχουν καθορισμένο μέγεθος. Προσαρμόζονται στις ρυθμίσεις και το μέγεθος της οθόνης του υπολογιστή. Έτσι, αν για τον υπολογιστή μας επιλέξουμε ανάλυση 800X600, αυτό σημαίνει πως η κάρτα οθόνης χρησιμοποιεί 800X600=480.000 δομικά στοιχεία (pixels). Αφού λοιπόν, στην 800X600 ανάλυση, η οθόνη αποτελείται από 480.000 "τούβλα", μια οθόνη 15" θα έχει μικρότερα pixels απ' ότι μια οθόνη 17" και μεγαλύτερα από μια 14". Αντίστοιχα, σε μια οθόνη 15" με ανάλυση 1024X768 (=786.432) τα pixels θα είναι μικρότερα απ' ότι με ανάλυση

800X600 αφού η ίδια επιφάνεια (η οθόνη) θα αποτελείται στην πρώτη περίπτωση από 786.432 pixels ενώ στη δεύτερη από 480.000. Το πλεονέκτημα χρήσης μικρών αναλύσεων είναι πως τα πάντα εμφανίζονται μεγαλύτερα. Το μειονέκτημα είναι πως έτσι είναι πιο εμφανείς οι ατέλειες των καμπυλών (αφού οι καμπύλες αποτελούνται από τετραγωνάκια, όσο μικρότερα είναι τα τετραγωνάκια τόσο λιγότερο ορατές είναι οι ατέλειές τους στο μάτι) και πως η οθόνη χωράει λιγότερα πράγματα. Το πλεονέκτημα χρήσης μεγάλων αναλύσεων είναι πως οι εικόνες είναι πιο καθαρές (sharp) και η οθόνη χωράει περισσότερα πράγματα. Το μειονέκτημα είναι πως τα γραφικά εμφανίζονται μικρότερα. Μπορούμε να μεγαλώσουμε το μέγεθος των γραμμάτων που εμφανίζονται στην οθόνη ώστε να μην έχουμε πρόβλημα (ειδικά αν χρησιμοποιούμε true type γραμματοσειρές). Οι εικόνες όμως δεν μπορούν να μεγαλώσουν καθώς αποτελούνται από συγκεκριμένο αριθμό pixels και φυσικά, αν περιέχουν γράμματα, θα φαίνονται και αυτά.



Ανάλυση Φακού

VGA

Ο όρος VGA (Video Graphics Array) αναφέρεται ειδικά στο υλικό της οθόνης που εισήγαγε για πρώτη φορά η IBM με τους Η/Υ της σειράς PS/2. Μέσα από την ευρεία υιοθέτηση της έχει έρθει επίσης να σημαίνει ένα αναλογικό πρότυπο στην οθόνη του υπολογιστή, τα 15 pin



(για το βίντεο γεννήτρια)



(στην οθόνη)

ή την ανάλυση 640x480 pixels στην οθόνη του Η/Υ. Αν και αυτή η ανάλυση έχει ξεπεραστεί σήμερα στην αγορά προσωπικών υπολογιστών, καθίσταται δημοφιλής στις κινητές συσκευές (κινητά τηλέφωνα, palmtops). Το VGA ήταν το τελευταίο γραφικό πρότυπο που εισήχθη από την IBM και όπου η πλειονότητα των κατασκευαστών PC πληρούσαν, καθιστώντας σήμερα την μικρότερη ανάλυση που όλοι οι Η/Υ υποστηρίζουν χωρίς την εισαγωγή ειδικών drivers. Για παράδειγμα, η MS-Windows οθόνη εμφανίζεται ενώ η μηχανή εξακολουθεί δουλεύει σε κατάσταση λειτουργίας VGA, η οποία είναι ο λόγος που η τελευταία εμφανίζεται πάντοτε σε μειωμένα ανάλυση και βάθος χρώματος.

CIF

Το CIF (Common Intermediate Format, γνωστό επίσης και ως Full Common Intermediate Format) είναι μια μορφή που χρησιμοποιείται για την τυποποίηση της ανάλυσης σε οριζόντια και καθέτα pixel. Τα μεγέθη εικόνας που είναι σε μορφή CIF, έχουν επιλεγεί ειδικά για να είναι σε πολλαπλάσια των macro blocks (όρος που χρησιμοποιείται στην συμπίεση βίντεο και είναι 16x16 pixels) λόγω του ειδικού τρόπου (discrete cosine transform) συμπίεσης/αποσυμπίεσης βίντεο. Έτσι για παράδειγμα, ένα CIF-εικόνα μεγέθους 352x288 αντιστοιχεί σε 22x18 macro blocks.

Την περίοδο που γράφονταν αυτή η πτυχιακή, οι 2 παραπάνω αναλύσεις ήταν και οι πιο διαδεδομένες.

Καρέ/δευτερόλεπτο (frame rate)

Αναλύοντας τον όρο, καρέ είναι μια ακίνητη εικόνα ενός βίντεο. Κάθε βίντεο αποτελείται από πολλές ακίνητες εικόνες που εμφανίζονται στην οθόνη η μία μετά την άλλη με τέτοια ταχύτητα που ο ανθρώπινος εγκέφαλος τις αντιλαμβάνεται ως κινούμενη εικόνα. Ανά δευ/πτο, είναι η δυνατότητα που έχει μία μηχανή καταγραφής εικόνας να αποθηκεύει πολλά καρέ (ακίνητες εικόνες) στην μονάδα του χρόνου. Έτσι για παράδειγμα, για καταγραφή βίντεο γρήγορης κίνησης με μεγάλη ακρίβεια, απαιτούνται πολλά καρέ/δευτερόλεπτο.





Συμπίεση Εικόνας

Στην ειδική περίπτωση εικόνων που προέρχονται από τη σύλληψη εγγράφων, μπορεί να μειωθεί το μέγεθος της εικόνας χωρίς συμπίεση. Αυτό επιτυγχάνεται αν μετατραπεί το κείμενο σε κώδικα ASCII. Αυτή η μετατροπή προϋποθέτει τεχνικές OCR και παρουσιάζει επιπλέον το πλεονέκτημα ότι το κείμενο που εξάγεται μπορεί να υποστεί περαιτέρω επεξεργασία. Σε αντιστοιχία με το κείμενο, εικόνες που περιέχουν γραμμικά σχέδια μπορούν να παρασταθούν πιο αποτελεσματικά διανυσματοποιώντας τα γραφικά αντικείμενα που υπάρχουν σε αυτή. Αυτό

σημαίνει αναπαράσταση των γεωμετρικών σχημάτων της εικόνας με μαθηματικές εκφράσεις. Εικόνες που περιέχουν απλά σχήματα μπορούν να παρασταθούν πολύ αποτελεσματικά με αυτή τη μέθοδο (μέχρι και 200:1 βελτίωση). Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο για πολύπλοκες εικόνες. Όταν οι εικόνες δεν έχουν κάποιο από τα παραπάνω χαρακτηριστικά, καταφεύγουμε αναγκαστικά σε τεχνικές συμπίεσης. Οι τεχνικές που εφαρμόζονται για την συμπίεση εικόνων είναι: η κωδικοποίηση εντροπίας (π.χ. περιορισμός των επαναλαμβανόμενων χαρακτήρων), η κωδικοποίηση μετασχηματισμού (συνήθως εφαρμόζεται ο διακριτός συνημιτονικός μετασχηματισμός Fourier) και η διανυσματική κβαντοποίηση. Συνήθως αυτές οι τεχνικές δεν εφαρμόζονται ανεξάρτητα αλλά σε συνδυασμό. Υπάρχουν πολλά ήδη συμπίεσης εικόνων (πολύπλοκων εικόνων). Τρία όμως είναι αυτά που έχουν επικρατήσει και χρησιμοποιούνται στις IP κάμερες.

JPEG

Το JPEG είναι ένα πρότυπο του ISO το οποίο σχεδιάστηκε από την ομάδα Joint Photographic Expert Group σε συνεργασία με την Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (International Telecommunication Union, ITU-TS). Πρόκειται ίσως για το σημαντικότερο και πιο αποτελεσματικό πρότυπο συμπίεσης εικόνας, το οποίο κερδίζει συνεχώς έδαφος στις εφαρμογές πολυμέσων σε όλες τις πλατφόρμες. Γι' αυτόν τον λόγο, θα σταθούμε στις γενικές αρχές του λίγο παραπάνω. Με δυο λόγια θα μπορούσαμε να περιγράψουμε το JPEG ως εξής: Το JPEG είναι ένα πρότυπο συμπίεσης εικόνων συνεχούς τόνου, είτε έγχρωμων είτε κλίμακας του γκριζου. Χρησιμοποιεί ένα συνδυασμό τεχνικών διακριτού συνημιτονικού μετασχηματισμού Fourier, κβαντοποίησης, περιορισμού των επαναλαμβανόμενων χαρακτήρων και κωδικοποίησης Huffman και υποστηρίζει διάφορους τρόπους λειτουργίας. Μπορεί να έχει απώλειες με διάφορους συνδυασμούς λόγου συμπίεσης-ποιότητας ή και να λειτουργεί χωρίς απώλειες.

Το JPEG έχει τέσσερις ρυθμούς λειτουργίας:

- Διαδοχική κωδικοποίηση (sequential encoding). Σε αυτόν το ρυθμό λειτουργίας το JPEG λειτουργεί με απώλειες και γίνεται μια μόνο σάρωση της εικόνας από αριστερά προς τα δεξιά και από πάνω προς τα κάτω. Πρόκειται για τον συνηθέστερο ρυθμό λειτουργίας.
- Προοδευτική κωδικοποίηση (progressive encoding). Και αυτός ο ρυθμός λειτουργίας παρουσιάζει απώλειες. Η κωδικοποίηση γίνεται όμως με διαδοχικά περάσματα.
- Κωδικοποίηση χωρίς απώλειες (lossless encoding). Αντίθετα με τις υπόλοιπες περιπτώσεις, το αποτέλεσμα αυτού του τρόπου συμπίεσης είναι πλήρως αντιστρέψιμο.
- Ιεραρχική κωδικοποίηση (hierarchical encoding). Η κωδικοποίηση συνίσταται από διάφορα επίπεδα ευκρίνειας, τα οποία μπορούν να αποκωδικοποιηθούν ξεχωριστά.

Στη συνέχεια θα περιγράψουμε, σε συντομία, πως γίνεται η συμπίεση όταν εφαρμόζεται η διαδοχική κωδικοποίηση. Τα βήματα που ακολουθούνται είναι τα εξής:

- Προετοιμασία των τμημάτων (data blocks). Όπως έχουμε δει, η εικόνα μπορεί να συντεθεί με διάφορους τρόπους. Κάθε pixel μπορεί να αντιστοιχεί στην τετράδα RGB ή YUV (Ευρωπαϊκή τηλεόραση) ή YIQ (Αμερικανική και Ιαπωνική τηλεόραση) και σε άλλες. Επίσης γνωρίζουμε ότι κάποιες από τις συνιστώσες αυτές είναι μικρότερης σημασίας, οπότε μπορούν να δειγματοληφθούν με μικρότερη συχνότητα. Το πρότυπο JPEG μπορεί να χειριστεί μέχρι και 255

χρωματικές συνιστώσες. Οι μετασχηματισμοί που ακολουθούν στο επόμενο βήμα δεν εφαρμόζονται σε ολόκληρη την εικόνα αλλά σε τμήματα μεγέθους 8×8 pixels. Αν για παράδειγμα έχουμε μια εικόνα 640×480 pixels που παριστάνεται με χρήση της τριάδας YUV θα έχουμε: έναν πίνακα 640×480 για τη συνιστώσα Y (luminance) που θα χωριστεί σε 4800 τμήματα, δύο πίνακες 320×240 για τις δυο χρωματικές συνιστώσες (υπετέθει δειγματοληψία με το $1/4$ της συχνότητας της φωτεινότητας) που θα χωριστούν σε 1200 τμήματα.

- Βήμα κωδικοποίησης πηγής: Διακριτός Συνημιτονικός Μετασχηματισμός Fourier (ΔΣΜΦ) και κβαντοποίηση. Σε κάθε ένα από τα τμήματα που προέκυψαν από το προηγούμενο βήμα εφαρμόζεται ο ΔΣΜΦ. Στο πεδίο της συχνότητας, και εφόσον ικανοποιείται η προϋπόθεση για εικόνες συνεχούς τόνου, οι συντελεστές χαμηλών συχνοτήτων είναι πιο σημαντικοί. Πριν γίνει η κωδικοποίηση, οι συντελεστές του ΔΣΜΦ κανονικοποιούνται διαιρώντας τους με κάποιες προκαθορισμένες τιμές που περιέχονται στον πίνακα κβάντισης (quantization table). Οι τιμές αυτές μεγαλώνουν όσο μεγαλώνει η συχνότητα, επιτυγχάνοντας με αυτόν τον τρόπο την επικέντρωση του ενδιαφέροντος στις χαμηλές συχνότητες. Ο συντελεστής μηδενικής συχνότητας κάθε τμήματος δεν επηρεάζεται καθόλου από την κανονικοποίηση (τιμή πίνακα κβαντοποίησης=0) και ονομάζεται DC συντελεστής. Στην συνέχεια ακολουθεί η κωδικοποίηση των κανονικοποιημένων συντελεστών του ΔΣΜΦ με την τεχνική DPCM. Το προβλεπόμενο λάθος για κάθε τμήμα είναι η DC τιμή του προηγούμενου τμήματος.

- Κωδικοποίηση εντροπίας: περιορισμός των επαναλαμβανόμενων χαρακτήρων, κωδικοποίηση Huffman. Οι κβαντοποιημένες τιμές μπαίνουν στη σειρά χρησιμοποιώντας το σχήμα zig-zag που έχει ως στόχο την μεγιστοποίηση της πιθανότητας εμφάνισης ίδιων γειτονικών τιμών. Τέλος, εφαρμόζεται η

κωδικοποίηση Huffman ή μια πιο πολύπλοκη μορφή κωδικοποίησης πηγής που ονομάζεται αριθμητική κωδικοποίηση.

Βασικό χαρακτηριστικό του JPEG είναι ότι το αποτέλεσμα της συμπίεσης μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τις απαιτήσεις που έχουμε για την ποιότητα της εικόνας και το λόγο συμπίεσης. Προφανώς, όσο μεγαλύτερος είναι ο λόγος συμπίεσης τόσο χειρότερη είναι η εικόνα. Τυπικές τιμές για το λόγο συμπίεσης είναι:

- 10:1 έως 20:1 - Υψηλή ποιότητα εικόνας με μικρή ή μη παρατηρήσιμη διαφορά από την αρχική εικόνα
- 30:1 έως 50:1 - Μέτρια ποιότητα
- 60:1 έως 100:1 - Κακή ποιότητα

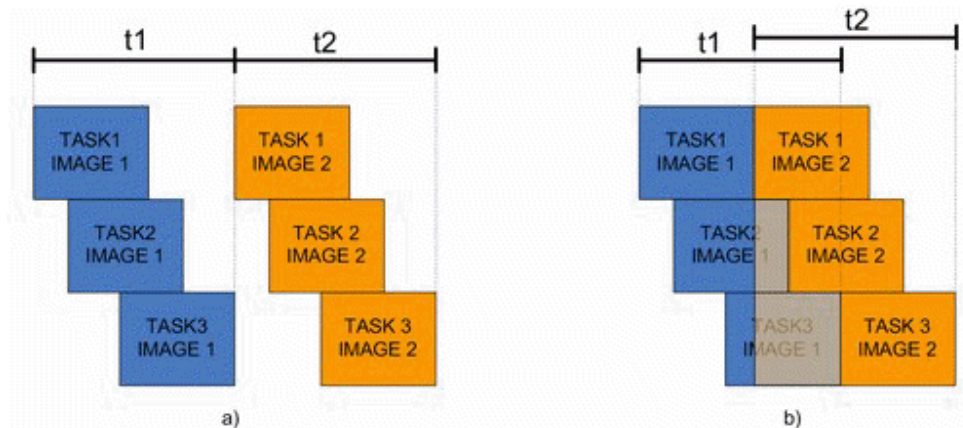
Να σημειωθεί ότι η ποιότητα της συμπιεσμένης εικόνας κρίνεται με βάση τις παρατηρήσεις ενός ανθρώπου. Αυτό σημαίνει ότι η συμπίεση εκμεταλλεύεται τη φυσιολογία της ανθρώπινης όρασης. Αν μια εικόνα συμπιεσμένη κατά JPEG χρησιμοποιηθεί σε μια εφαρμογή αναγνώρισης προτύπων (για παράδειγμα ιατρική) τα αποτελέσματα μπορεί να διαφέρουν σημαντικά. Το JPEG αλλοιώνει την εικόνα αλλά με τέτοιο τρόπο που να μην γίνεται εύκολα αντιληπτό από τον άνθρωπο.

Επιπλέον, οι παραπάνω λόγοι συμπίεσης αφορούν εικόνες σχετικά απλές, δηλαδή χωρίς πολλές ακμές και γωνίες. Εικόνες με γραμμικά σχέδια, κείμενο ή με δυο μόνο χρώματα δεν θα συμπιεστούν καλά. Τέλος, να συμπληρωθεί ότι η αποσυμπίεση ακολουθεί ακριβώς την αντίστροφη πορεία και απαιτεί χοντρικά τον ίδιο χρόνο με την συμπίεση.



MJPEG

Το M-JPEG (Motion JPEG) είναι ένα ανεπίσημο όνομα για την κατηγορία των βίντεο όπου κάθε καρέ συμπιέζεται ξεχωριστά σαν μία αυτόνομη εικόνα JPEG. Αρχικά είχαν αναπτυχθεί για εφαρμογές πολυμέσων στον υπολογιστή, αλλά αργότερα, πιο προηγμένες μορφές το εκτόποισαν. Παρόλα αυτά, χρησιμοποιείται σήμερα από πολλές φορητές συσκευές με ικανότητα βίντεο-σύλληψης όπως για παράδειγμα οι ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές. Το M-JPEG χρησιμοποιεί μία μορφή συμπίεσης lossy με βάση τον διακριτικό μετασχηματισμό συνημιτόνου (DCT). Αυτή η μαθηματική λειτουργία μετατρέπει κάθε καρέ/πεδίο του βίντεο από το πεδίο του χρόνου στο πεδίο της συχνότητας (γνωστή και ως μετατροπή domain). Σχεδόν όλες οι εφαρμογές λογισμικού M-JPEG επιτρέπουν τον έλεγχο από τον χρήστη κατά την διάρκεια συμπίεσης (καθώς και σε άλλες προαιρετικές παραμέτρους) δημιουργώντας έτσι αρχεία εικόνων μικρά σε μέγεθος αλλά αρκετά καλής ποιότητας εικόνας. Με το πέρασμα των χρόνων, έχουν εξελιχθεί άλλες μέθοδοι συμπίεσης που μπορούν να φτάσουν σε αναλογία συμπίεσης 1:50 σε αντίθεση με το M-JPEG που έχει 1:20 ή χαμηλότερα. Παρόλα αυτά, επειδή τα καρέ είναι συμπιεσμένα ανεξάρτητα μεταξύ τους και η σχετικά χαμηλή υπολογιστική πολυπλοκότητα του κωδικοποιητή, το M-JPEG επιτυγχάνει πολύ λιγότερη καθυστέρηση για την δημιουργία βίντεο σε σχέση με άλλες μεθόδους. Παρόλα αυτά, το βίντεο (σαν σύνολο), εξαρτάται από την πολυπλοκότητα του κάθε καρέ ξεχωριστά. Καρέ με μεγάλες ομαλές μεταβάσεις μεταξύ τους ή με μονότονες 'επιφάνειες' συμπιέζονται πάρα πολύ καλά και είναι πιο πιθανό να αναπαραστήσουν την αρχική τους λεπτομέρεια χωρίς να φανεί η συμπίεση που έχουν υποστεί.



JPEG

MJPEG

MPEG-4

MPEG (Moving Picture Experts Group). Είναι ένα Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO) Εικόνας, η οποία καθορίζει τα πρότυπα για τη συμπίεση και την αποθήκευση βίντεο, ήχου και κινουμένων σχεδίων σε ψηφιακή μορφή. Πρώτη συνεδρίαση του οργανισμού ήταν στην Οτάβα του Καναδά, το Μάιο του 1988. Με το πέρασμα των χρόνων, η MPEG ανακατάφερε να περιλαμβάνει περίπου 350 μέλη ανά συνεδρίαση από διάφορες βιομηχανίες, ερευνητικά ιδρύματα και πανεπιστήμια. Η επίσημη ονομασία του Moving Picture Experts Group είναι το πρότυπο ISO / IEC JTC1/SC29 WG11. Ο όρος MPEG αντιπροσωπεύει το σύνολο τεχνικών ψηφιακής συμπίεσης βίντεο και το ψηφιακό αρχείο που δημιουργείται από την Moving Picture Experts Group. Σε γενικές γραμμές, το MPEG μπορεί να δημιουργήσει αρχεία βίντεο υψηλής ποιότητας σε σύγκριση με άλλα ανταγωνιστικά σχήματα όπως το βίντεο για τα Windows, QuickTime και Indeo. Τα MPEG αρχεία μπορεί να αποκωδικοποιούνται με τη βοήθεια των προγραμμάτων λογισμικού είτε με τη χρήση ειδικού υλικού. Τα MPEG αρχεία επιτυγχάνουν

υψηλά ποσοστά συμπίεσης μόνο από την αποθήκευση των αλλαγών που συμβαίνουν μεταξύ των δύο πλαίσια, αντί να καταγράφουν το σύνολο του πλαισίου. Η τεχνική που χρησιμοποιείται από το MPEG για την κωδικοποίηση video είναι γνωστό ως DCT. Όπως ακριβώς το JPEG, έτσι και το MPEG, χρησιμοποιεί μία τεχνική συμπίεσης (lossy) κατά την οποία αφαιρούνται ορισμένα στοιχεία από τα αρχεία. Ωστόσο, οι τελικοί χρήστες δεν μπορούν να παρατηρήσουν κανονικά τη μείωση της ποιότητας, καθώς η μείωση των στοιχείων είναι ελάχιστα αισθητή στο ανθρώπινο μάτι. Το MPEG-4 εισήχθη στα τέλη του 1998 και είναι βάση για το MPEG-1, το MPEG-2 και για την Apple QuickTime τεχνολογία. Αυτός ο αλγόριθμος συμπίεσης γραφικών και βίντεο έχει την ικανότητα να δημιουργήσει αρχεία τα οποία είναι μικρότερα από ό,τι τα QuickTime αρχεία ή αρχεία JPEG. Τα MPEG-4 αρχεία είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να μεταδίδουν εικόνες και βίντεο με λιγότερο εύρος ζώνης δικτύου. Επίσης μπορεί να συνδυάσει αρχεία βίντεο με γραφικά, κείμενο, 2-D και 3-D animation στρώματα. Πρόσθετα χαρακτηριστικά που μπορούν να βρεθούν σε MPEG-4 είναι τα αντικειμενοστραφή σύνθετα αρχεία (όπως βίντεο, ήχου, VRML), VRML υποστήριξη για 3D rendering καθώς και υποστήριξη για τα εξωτερικά DRM (Digital Rights Management).

Ήχος

Η ύπαρξη ήχου μπορεί να ενισχύσει την ικανότητα του συστήματος να ανιχνεύσει και να ερμηνεύσει τα γεγονότα, καθώς επίσης θα επιτρέψει επικοινωνία ήχου μέσω ενός δικτύου. Έτσι λοιπόν, ο ήχος είναι αναπόσπαστο κομμάτι στην καταγραφή video. Κυρίαρχο ρόλο εδώ παίζει ο συμπιεζμένος ήχος σε μορφή ADPCM, μιας και χρησιμοποιείται κατα κόρον.

Γενικά

Η συχνότητα των ηχητικών σημάτων μετριέται σε Hertz εννοώντας τους κύκλους ανά δευτερόλεπτο. Το ανθρώπινο αυτί μπορεί τυπικά να ακούσει συχνότητες μεταξύ 20Hz και 20kHz. Η ανθρώπινη φωνή μπορεί τυπικά να παράγει συχνότητες μεταξύ 40Hz και 4kHz. Αυτές οι τιμές είναι σημαντικοί παράγοντες τους οποίους πρέπει συνεχώς να θυμόμαστε όταν αναφερόμαστε στην κωδικοποίηση του ψηφιακού ήχου. Τα συστήματα της τηλεδιάσκεψης μέσω Η/Υ έχουν σχεδιαστεί να ελέγχουν την ακουστική ποιότητα του ήχου, η οποία καλύπτει ένα πολύ μικρό εύρος συχνοτήτων από το εύρος αντίληψης του ανθρώπου.

Ο ήχος μεταδίδεται στα εξαρτήματα του υπολογιστή διαμέσου ποικίλων τύπων βυσμάτων σύνδεσης (connectors). Τα ψηφιακά δεδομένα ήχου συνήθως περιγράφονται χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες τρεις παραμέτρους: ο ρυθμός δειγματοληψίας (sampling rate), τα bits ανά δείγμα (bits/sample) και των αριθμών των καναλιών. Τα bits/sample είναι ο αριθμός των bits που χρησιμοποιούνται για να αντιπροσωπευθεί κάθε ποσότητα δειγμάτων. Ο αριθμός των καναλιών είναι ένα για μονοφωνικό ήχο, δύο για στερεοφωνικό ήχο και παραπάνω από δύο για τρισδιάστατο ήχο (3D Surround). Ένα αναλογικό ηχητικό σήμα έχει πλάτος το οποίο συνεχώς μεταβάλλεται σε σχέση με τον χρόνο. Για να κωδικοποιήσουμε αυτό το σήμα ψηφιακά, μετράμε το πλάτος σε απλά κανονικά διαστήματα. Αυτή η τεχνική ονομάζεται δειγματοληψία (sampling). Σύμφωνα με την θεωρία του Nyquist για την επεξεργασία των σημάτων, για να παραστήσουμε πιστά ένα σήμα από μία καθορισμένη συχνότητα, το εύρος δειγματοληψίας θα πρέπει να είναι τουλάχιστον το διπλάσιο από την υψηλότερη συχνότητα που παρουσιάζει το σήμα. Χρησιμοποιώντας αυτήν την θεωρία, βλέπουμε ότι η δειγματοληψία είναι χωρίς απώλειες αφού το πρωταρχικό σήμα μπορεί να ξανακατασκευαστεί βασισμένο πάνω στα δείγματα που πήραμε. Για να αποφύγουμε τις αρμονικές

παραμορφώσεις, φιλτράρουμε το σήμα στις υψηλές συχνότητες αφαιρώντας με αυτόν τον τρόπο οποιοσδήποτε συχνότητες τις οποίες δεν μπορεί να αναπαραστήσει το εύρος δειγματοληψίας.

Χρησιμοποιώντας την θεωρία του Nyquist τα 8kHz είναι ένα επαρκές εύρος δειγματοληψίας για να συλλάβουμε το εύρος της ανθρώπινης φωνής (40Hz έως 40kHz) και τα 40kHz είναι επαρκές εύρος δειγματοληψίας για να συλλάβουμε το εύρος της ανθρώπινης ακοής (20Hz έως 20kHz). Στην πράξη το εύρος δειγματοληψίας ποικίλει από 8 kHz μέχρι 48kHz.

ADPCM

Το θεμελιώδες πρότυπο πάνω στο οποίο βασίστηκαν όλες οι εφαρμογές videoconference είναι το G.711, το οποίο ορίζει την PCM κωδικοποίηση (Pulse Code Modulation). Η PCM κωδικοποίηση είναι μία μέθοδος στην οποία η τιμή που προκύπτει από τον κβαντισμό του σήματος είναι ομοιόμορφα δομημένη με διαστήματα. Στην PCM λαμβάνεται τακτικά ένα δείγμα το οποίο αντιπροσωπεύει το στιγμιαίο πλάτος της κυματομορφής εισόδου. Η συνιστάμενη συχνότητα λήψης δειγμάτων είναι 8000 δείγματα/δευτερόλεπτο. Σε αυτή την συχνότητα δειγματοληψίας είναι δυνατόν να κωδικοποιηθούν συχνότητες από 3400 - 4000Hz. Εμπειρικά αυτές οι συχνότητες έχουν αποδειχτεί ότι είναι επαρκείς για επικοινωνία ομιλίας και παρέχει αρκετά καλή ποιότητα για μουσική σε ένα θορυβώδες περιβάλλον. Τα δείγματα τα οποία λαμβάνονται παίρνουν μία από τις 212 τιμές, ενώ η κλίμακα επιλέχτηκε για να ελαχιστοποιηθεί ο λόγος σήματος προς θόρυβο σε χαμηλή ένταση.

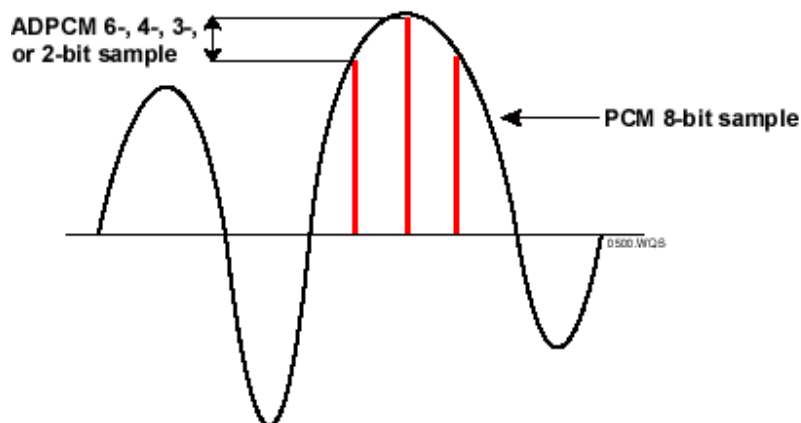
Η PCM είναι μία μη συμπίεσμένη μορφή κωδικοποίησης ήχου αν και μερικές άλλες μορφές PCM όπως το mu-law και το A-law χρησιμοποιούν τιμές οι οποίες

είναι λογαριθμικά δομημένες, με διαστήματα, επιτυγχάνοντας ένα καλό βαθμό συμπίεσης. Σε οποιαδήποτε από τις δύο περιπτώσεις ο λόγος που προτιμάται η λογαριθμική κωδικοποίηση σε σχέση με την γραμμική είναι ότι η αυτή επιτυγχάνει να εξομοιώνει καλύτερα τον τρόπο με τον οποίο το ανθρώπινο αυτί αντιλαμβάνεται τον ήχο. Είμαστε πιο ευαίσθητοι σε μικρές αλλαγές σε χαμηλή ένταση σε σχέση με τις ίδιες αλλαγές σε υψηλή ένταση, συνεπώς ο ήχος μικρής έντασης αντιπροσωπεύεται με μεγαλύτερη ακρίβεια από ότι ο ήχος υψηλής. Η PCM μέθοδος κωδικοποίησης κωδικοποιεί κάθε ηχητικό σήμα ανεξάρτητα από τα συνεχόμενα δείγματα. Παρόλα αυτά, συνήθως συνεχόμενα δείγματα είναι ίδια μεταξύ τους και το πλάτος του δείγματος μπορεί να προβλεφθεί με ακρίβεια χρησιμοποιώντας την τιμή των συνεχόμενων δειγμάτων. Για παράδειγμα, μία απλή μέθοδος πρόβλεψης είναι να υποθέσουμε ότι το επόμενο δείγμα θα είναι ίδιο με το τρέχον δείγμα. Η ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation) μέθοδος κωδικοποίησης υπολογίζει την διαφορά μεταξύ κάθε δείγματος και του υποθετικού επόμενου και κωδικοποιεί τη διαφορά (ο όρος διαφορά εννοεί διαφορικό). Λίγα bits, για την ακρίβεια τέσσερα χρειάζονται για να κωδικοποιηθεί η διαφορά από ένα ολόκληρο εύρος δείγματος. Αυτή η συμπίεση δίνει ταχύτητα εξόδου 32Kbit/sec. Οι κωδικοποιητές μπορούν να προσαρμόσουν τα χαρακτηριστικά του σήματος αλλάζοντας τις παραμέτρους της υποθετικής ποσότητας. Με αυτόν τον τρόπο η ADPCM κωδικοποίηση επιτυγχάνει σχέση συμπίεσης 1:2 σε σύγκριση με την mu-law ή την A-law PCM. Διαφορετικές μορφές της ADPCM κωδικοποίησης περιλαμβάνουν τον τρόπο με τον οποίο η υποθετική τιμή υπολογίζεται και πώς η υποθετική ποσότητα προσαρμόζει τα χαρακτηριστικά του σήματος.

Πολλά συστήματα videoconference χρησιμοποιούν ADPCM μεθόδους κωδικοποίησης. Ο ITU έχει ορίσει ορισμένα πρότυπα περιγράφοντας διαφορετικές ADPCM μεθόδους όπως: G.721, G.722, G.723, G.726, G.727. Μία από τις

μεθόδους κωδικοποίησης ήχου που καθορίζεται από το H.320 είναι το G.722 “7kHz κωδικοποίηση ήχου με 64kbps” που χρησιμοποιεί SB-ADPCM (Sub-Band ADPCM) κωδικοποίηση. Ο G.722 κωδικοποιητής δειγματοληπτεί στα 16kHz με 14 bits ακρίβειας. Με την SB-ADPCM μέθοδο, η συχνότητα σπάει σε δύο κομμάτια (υψηλή και χαμηλή) και τα σήματα σε κάθε κομμάτι κωδικοποιούνται με ADPCM. Το G.722 έχει τρεις τρόπους λειτουργίας: στα 64, 56 και 48kbps. Με τα 56 ή 48kbps τα επιπρόσθετα 8 ή 16 kbps bandwidth μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άλλα δεδομένα. Το G.726 αντικαθιστά το G.721 και G.723, για να επιτρέψει μετατροπή μεταξύ 64Kbit/s PCM κωδικοποίησης και καναλιών 40, 32, 24 ή 16Kbit/s. Το G.727 είναι μία επέκταση του G.726 και εκδόθηκε για την ενσωμάτωση του ADPCM σε κανάλια 40, 32, 24 ή 16Kbit/s, με συγκεκριμένο σκοπό να χρησιμοποιηθεί σε συστήματα που μεταφέρουν ομιλία σε πακέτα χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο PVP (Packetized Voice Protocol), το οποίο ορίζεται από το G.764.

ADPCM voice compression—compares the sample to the previous sample



Μεταφορά Δεδομένων

Για την μεταφορά των δεδεμένων (στην περίπτωση μας εικόνας και ήχου) από την κάμερα στον υπολογιστή και από εκεί στο Διαδύκτιο, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν κάποια πρωτόκολλα επικοινωνίας. Ως **Πρωτόκολλο επικοινωνίας** ορίζεται ένα σύνολο κανόνων συμφωνημένων και από τα δυο επικοινωνούντα μέρη και που εξυπηρετούν την μεταξύ τους ανταλλαγή πληροφοριών. Το πρωτόκολλο επικοινωνίας είναι δηλαδή μια δέσμη κανόνων στους οποίους στηρίζεται η επικοινωνία των συσκευών (συνήθως, αλλά όχι πάντα, υπολογιστών) σε ένα δίκτυο. Οι κανόνες αυτοί καθορίζουν τη μορφή, το χρόνο και τη σειρά μετάδοσης των πληροφοριών στο δίκτυο. Εκτελούν, επίσης, έλεγχο και διόρθωση σφαλμάτων στη διάρκεια μετάδοσης των πληροφοριών. Υπάρχουν διάφορα πρωτόκολλα επικοινωνίας, τα οποία προκαλούν πολλές φορές σύγχυση στους χρήστες. Ευτυχώς σήμερα, παρόλο που δεν υπάρχει κάποιο που να είναι καθιερωμένο πρότυπο, με την εξάπλωση των Windows και του Διαδικτύου, τα πρωτόκολλα που είναι περισσότερο διαδεδομένα είναι το TCP/IP, το NETBEUI και το IPX/SPX. Στις IP κάμερες, το πρωτόκολλο επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται περισσότερο είναι το TCP/IP. Το "TCP/IP" (Transmission Control Program/Internet Protocol=Πρόγραμμα Ελέγχου Μετάδοσης και πρωτόκολλο του Internet)' είναι μια συλλογή πρωτοκόλλων επικοινωνίας στα οποία βασίζεται το Διαδίκτυο αλλά και μεγάλο ποσοστό των εμπορικών δικτύων. Η ονομασία TCP/IP προέρχεται από τις συντομογραφίες των δυο κυριότερων πρωτοκόλλων που περιέχει : το TCP ή Transmission Control Protocol (Πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης) και το IP ή Internet Protocol (Πρωτόκολλο Διαδικτύου).

Αυτή η συλλογή πρωτοκόλλων, όπως και πολλές άλλες άλλωστε, είναι οργανωμένη σε στρώματα ή επίπεδα (layers). Το καθένα τους απαντά σε συγκεκριμένα προβλήματα μεταφοράς δεδομένων και παρέχει μια καθορισμένη υπηρεσία στα υψηλότερα στρώματα. Τα ανώτερα επίπεδα είναι πιο κοντά στη λογική του χρήστη και εξετάζουν πιο αφηρημένα δεδομένα, στηριζόμενα σε πρωτόκολλα χαμηλότερων στρωμάτων για να μεταφράσουν δεδομένα σε μορφές που μπορούν να διαβιβαστούν με φυσικά μέσα. Όπως προανέφερα, το TCP/IP είναι το πρωτόκολλο που είναι το πιο εύχρηστο και το πιο διαδεδομένο. Παρόλα αυτά, οι IP κάμερες μπορούν να υποστηρίξουν και άλλα, όπως για παράδειγμα τα ARP, FTP, HTTP, POP3, SMTP, MIBII, Proxy Agent, BOOTP, DHCP, DNS



Μέσα Αποθήκευσης

Όπως έχουμε αναφέρει και στον πρόλογο, τα βίντεο που καταγράφονται από τις κάμερες, θα πρέπει και να αποθηκεύονται. Αυτό το ρόλο τον αναλαμβάνουν τα μηχανήματα καταγραφής βίντεο. Τρία είναι τα βασικότερα και πιο διαδεδομένα.

VCR (Video Cassette Recorder)

Ήταν το πρώτο σύστημα που εμφανίστηκε και εξαπλώθηκε ταχύτατα. Η καταγραφή γινόταν σε μαγνητική ταινία η οποία εμπεριέχεται σε μία κασέτα. Η διάρκεια καταγραφής ποίκιλε από 30 λεπτά έως 3 ώρες (στις τελευταίες εκδόσεις). Το VCR όμως, από την αρχή της κατασκευής του είχε κάποια σοβαρά μειονεκτήματα. Οι ταινίες, μέσα στις κασέτες, ήταν αρκετά λεπτές για να μπορούν να χωράνε. Μεγαλύτερη διάρκεια καταγραφής σήμαινε λεπτότερη ταινία. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα οι ταινίες εύκολα να κόβονται και να μπερδεύονται. Επίσης, τα μηχανήματα ήταν αρκετά λεπτεπίλεπτα από τη κατασκευή τους με συνέπεια εύκολα να χαλάνε ή να σπάνε εσωτερικά κάποια εξαρτήματα. Μιά τελευταία λάμψη πριν από την οριστική τους απόσυρση έφερε η προσθήκη πολυπλέκτη, όπου μπορούσε να καταγράψει βίντεο από πολλές κάμερες και τα δεδομένα τους να αποθηκεύονται μόνο σε μια ταινία, 3ωρης καταγραφής.



DVR (Digital Video Recorder)

Η ταχεία άνοδος του προσωπικού ηλεκτρονικού υπολογιστή, η νέα τεχνολογία συμπίεσης των βίντεο καθώς επίσης και η μείωση του κόστους αποθήκευσης δεδομένων, ήταν οι κύριες αιτίες δημιουργίας του DVR. Με απλά λόγια, ως DVR μπορούμε να θεωρήσουμε ένα πολυπλέκτη σε συνδυασμό με ένα σκληρό δίσκο ηλεκτρονικού υπολογιστή για την αποθήκευση των δεδομένων. . Το DVR προσφέρει βολικότητα σε σχέση με το VCR. Αντικατέστησε την εύθραυστη μαγνητική ταινία, όλα τα μέρη αποθήκευσης στεγάζονται στο ίδιο κουτί και επιπλέον υπάρχουν θύρες για σύνδεση με εξωτερικά μηχανήματα. Η συνοχή, η λεπτομέρεια και η ποιότητα του αρχειακού υλικού είναι πολύ υψηλότερη από αυτή που επιτύχανε το VCR. Επίσης, το DVR παρέχει επιλογές προγραμματίσης της ανάλυσης εικόνας, των αριθμό καρέ ανά δευτερόλεπτο, τις επιλογές ενεργοποίησης και απενεργοποίησης. Επιπλέον, τα τελευταίας γενιάς DVR είναι εφοδιασμένα με θύρες δικτύου έτσι ώστε μέσω μιας Ip διεύθυνσης και ενός δικτύου internet ή και Ethernet να υπάρχει εύκολη πρόσβαση σε αυτό. Παρόλα αυτά, υπάρχουν κάποιες επιφυλάξεις. Έχουν αναφερθεί αποτυχίες στην συμπίεση, καταγραφή μη επιθυμητών αρχείων ή και ακούσια διαγραφή αυτών, χωρίς τη δυνατότητα επανάκλισης. Ακόμη ένα μειονέκτημα είναι η υπερβολική θέρμανση του κατά την λειτουργία καθώς επίσης και ο αυξημένος θόρυβος. Σε γενικότερες γραμμές όμως, οφείλουμε να πούμε πως το DVR είναι εύκολο στην χρήση και αξιόπιστο (εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τον κατασκευαστή).



NVR (Network Video Recorder)

Το NVR προανήγγειλε την άφιξη νέας τεχνολογίας στα συστήματα καταγραφής. Είναι σημαντικό να γίνει διάκριση μεταξύ ενός DVR και ενός NVR. Το DVR συμπιέζει ψηφιακά τα αναλογικά βίντεο που πέρνει από τις αναλογικές κάμερες και τα αποθηκεύει σε ένα σκληρό δίσκο σε αντίθεση με ένα NVR όπου αποθηκεύει ψηφιακές εικόνες και βίντεο απ' ευθείας από ένα Ip network. Αυτός είναι και ο λόγος που το NVR δεν έχει εισόδους και εξόδους για βίντεο παρά μόνο για καλώδια UTP. Το NVR απαιτεί απλά έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή μόνο αλλά για ποιο απαιτιτικές εφαρμογές μπορεί να εφαρμοστεί και σαν αυτόνομη μονάδα. Σε ένα NVR μπορούν να συνδεθούν σκληροί δίσκοι μεγάλης χωρητικότητας. Συνήθως σε ένα δίσκο μπορεί να αποθηκευτούν αρχεία καταγραφής 4 μηνών συνεχούς και πλήρους ρυθμού. Το μεγάλο πλεονέκτημα της αρχιτεκτονικής των NVR είναι ότι μπορούν και βρίσκονται παντού στο δίκτυο, στο κέντρο παρακολούθησης όπου εκεί ενσωματώνονται όλες οι κάμερες και όλα συλλέγονται στο σκληρό δίσκο. Έτσι όποιο άτομο έχει άδεια και βρίσκεται στο δίκτυο, μπορεί ανα πάσα στιγμή να δει τι υπάρχει μέσα στο μηχάνημα, ανεξάρτητα αν αυτό, γράφει, αναπαράγει ή προσπελάβνεται από άλλον χρήστη. Το πιο σημαντικό για το NVR καταγραφικό που δεν πρέπει να παραλείψουμε είναι η σημασία της ανεξαρτησίας τους από τις κάμερες. Ένα άλλο πλεονέκτημα που έχει το NVR η

χρήση της τεχνικής «Mirroring».Επαναλαμβάνεται η εγγραφή δηλαδή για προστασία στην περίπτωση που η πρώτη εγγραφή σβηστεί. Τελειώνοντας τα καταγραφικά αυτού του είδους μπορούν να ρυθμιστούν στο τι λήψεις εικόνων και βίντεο θα κάνουν.Δηλαδή μπορεί να τροποποιηθεί ο ρυθμός καρέ/δευτερόλεπτο έτσι ώστε να υπάρχει διευκόλυνση κατά την επεξεργασία και για μειωθεί το μέγεθος. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να έχουμε ποιο γρήγορο φόρτωμα του βίντεο σε περίπτωση που θέλουμε να δούμε το τι συμβαίνει εκείνη την ώρα αλλά με χαμηλότερη ποιότητα. Γενικότερα, το NVR:

- Παρέχει προστασία από διαγραφή των αρχείων.
- Διαθέτει τοίχος προστασίας (firewall) για την αποφυγή παράνομης πρόσβασης.
- Τέλειος συγχρονισμός ήχου και εικόνας τόσο στην εγγραφή όσο και στην αναπαραγωγή.
- Διαθέτει εφεδρικά τροφοδοτικά για την συνεχή και απρόσκοπτη λειτουργία σε περίπτωση διακοπής ρεύματος.



NOMΟΘΕΣΙΑ

Ιστορικά

Όλα ξεκίνησαν με το γνωστό πλέον «Κλειστό Κύκλωμα Τηλεόρασης». Αναλογικές κάμερες, διάσπαρτες σε ένα χώρο, μεταδίδουν το σήμα σε μια σειρά από οθόνες. Η αρχή έγινε το 1942, όταν οι Γερμανοί το πρωτοχρησιμοποίησαν για να παρατηρούν την εκτόξευση πυραύλων τύπου V-2. Έπειτα, το Σεπτέμβριο του 1968 η περιοχή Olean στην Νέα Υόρκη, ήταν η πρώτη στην οποία τοποθετήθηκαν κάμερες για την παρακολούθηση των κύριων δρόμων της για την καταπολέμηση της εγκληματικότητας. Τέλος το «ΚΚΤ» εισέβαλε σε τράπεζες και καταστήματα για την αποφυγή ληστειών. Στην Ελλάδα, εισέβαλαν στην καθημερινότητά μας με αφορμή τη διοργάνωση των Ολυμπιακών Αγώνων στην Αθήνα, αλλά διατηρήθηκαν στη συνέχεια με πρόφαση την ασφάλειά μας, παρά το γεγονός ότι η Αρχή Προστασίας Δεδομένων Προσωπικού Χαρακτήρα ενέκρινε τη λειτουργία τους μόνο για τη διαχείριση της κυκλοφορίας των οχημάτων.



Γενικά

Η εγκατάσταση και χρήση κλειστών κυκλωμάτων τηλεόρασης (ΚΚΤ), αποτελεί μια από τις ευχέρειες που παρέχει σήμερα η τεχνολογική εξέλιξη, προκειμένου να προληφθούν και να αντιμετωπιστούν, τόσο σε ιδιωτικό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο, προβλήματα όπως η εγκληματικότητα και η ασφάλεια των χώρων αλλά και των ανθρώπων που διαμένουν ή εργάζονται σε αυτούς. Και αυτό γιατί η προληπτική μαγνητοσκόπηση ενός χώρου αποτελεί ουσιώδη αποτρεπτικό παράγοντα για την τέλεση μιας παράνομης πράξης, δεδομένου ότι ο επίδοξος δράστης γνωρίζει εκ των προτέρων ότι η εικόνα και οι ενέργειές του θα καταγραφούν, ώστε να καθίσταται ευκολότερα δυνατή η ταυτοποίησή και συνακόλουθα ο εντοπισμός του. Ωστόσο, είναι ευνόητο ότι τα κλειστά κυκλώματα τηλεόρασης δεν μπορούν να είναι προφητικά ενεργοποιημένα για να καταγράψουν αποκλειστικά και μόνο τη στιγμή της τέλεσης μιας αξιόποινης πράξης. Η καταγραφή δεδομένων επεκτείνεται εκ των πραγμάτων σε ένα εύρος παραστάσεων, με αποτέλεσμα σε πολλές περιπτώσεις να τίθεται θέμα αντίθεσης της χρήσης των ΚΚΤ προς τη νομοθεσία περί προσωπικών δεδομένων.

Εγκατάσταση Καμερών

Ο φορέας, ο οποίος αποφασίζει να προβεί στην χρήση κλειστού κυκλώματος, οφείλει, σύμφωνα με τα άρθρα 6 & 11 του νόμου 2472/1997, να γνωστοποιήσει την πρόθεσή του στην Αρχή Προστασίας, και παράλληλα να ενημερώσει σχετικά το κοινό με σαφή και πρόσφορο τρόπο, και δη εγγράφως, για τα δικαιώματά που

του παρέχει ο νόμος (ενημέρωσης, πρόσβασης και αντίρρησης) και επιπλέον για τον σκοπό της μαγνητοσκόπησης και την ταυτότητα του φορέα επεξεργασίας αλλά και του αποδέκτη των δεδομένων. Επιπλέον, τα δεδομένα που έχουν συλλέγει με τον παραπάνω τρόπο, δεν πρέπει να διατηρούνται για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των 15 ημερών, εκτός και αν η Αρχή χορηγήσει ειδική άδεια παράτασης. Σύμφωνα εξάλλου με τις παραπάνω αρχές, τα σημεία στα οποία εγκαθίστανται οι σταθερές βιντεοκάμερες αλλά και ο τρόπος λήψης τους θα πρέπει να καθορίζονται έτσι, ώστε να μη συλλέγονται περισσότερα δεδομένα από όσα είναι απαραίτητα για τον επιδιωκόμενο σκοπό. Μερικά παραδείγματα εγκατάστασης καμερών σε διάφορους χώρους είναι τα παρακάτω:

ΚΑΜΕΡΕΣ ΣΕ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Οι κάμερες που τοποθετούνται σε μια πολυκατοικία δεν επιτρέπεται να εστιάζουν ατελέσφορα σε κοινόχρηστους χώρους (πχ προθαλάμους εισόδων, υπόγεια κτλ) και να μην δημιουργούν στους εισερχομένους στο χώρο την εντύπωση ότι παρακολουθούνται διαρκώς οι κινήσεις τους. Παράλληλα η τοποθέτησή τους θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να αποκλείεται η δυνατότητα λήψης εικόνων από τον εσωτερικό χώρο των διαμερισμάτων.



ΚΑΜΕΡΕΣ ΣΕ ΤΡΑΠΕΖΕΣ

Η τοποθέτηση κλειστού κυκλώματος σε Τράπεζες, θα πρέπει να μην συλλέγει δεδομένα, τα οποία να αφορούν τη συμπεριφορά ή την απόδοση των εργαζομένων, αλλά η εγκατάσταση των καμερών να γίνεται με ορθολογικό τρόπο, ώστε να εξυπηρετεί αποκλειστικά την ανάγκη πρόληψης της κλοπής αγαθών ή την αποτροπή της. Στην περίπτωση των τραπεζών όμως η Αρχή έχει εκδώσει την Απόφαση 46/2009, με την οποία τροποποιούνται η Απόφαση_40/2001 και η Οδηγία 1122/2000 για τα κλειστά κυκλώματα τηλεόρασης. Σύμφωνα με την ανωτέρω απόφαση τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα δύνανται να διατηρούν τα δεδομένα για χρονικό διάστημα όχι μεγαλύτερο των 45 ημερών. Αν κατά το χρονικό διάστημα αυτό καταγραφούν περιστατικά οργανωμένης οικονομικής απάτης ή αμφισβήτησης οικονομικής συναλλαγής, τα σχετικά τμήματα των δεδομένων του κλειστού κυκλώματος δύνανται να διατηρηθούν για επιπλέον 30 ημέρες, εφόσον το αρχικό χρονικό διάστημα δεν επαρκεί για τη διερεύνηση των περιστατικών αυτών. Σε

εξαιρετικές περιπτώσεις επιτρέπεται διατήρηση των δεδομένων πέραν των ανωτέρω οριζόμενων χρονικών διαστημάτων μόνο με ειδική άδεια της Αρχής.



ΚΑΜΕΡΕΣ ΣΕ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ

Η τοποθέτηση καμερών σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους ξενοδοχείων κρίνεται κατά περίπτωση. Η Αρχή έχει εκδώσει την Απόφαση 84/2002 που θέτει κάποιους γενικούς όρους σχετικά με την εγκατάσταση κλειστών κυκλωμάτων τηλεόρασης σε ξενοδοχεία. Σε σχετικούς ελέγχους που έχουν γίνει από την Αρχή οι χώροι στους οποίους κατά κανόνα έχει απαγορευτεί η τοποθέτηση καμερών είναι οι εξής:

- Χώροι εστίασης (Καφετερία/εστιατόριο/μπαρ) εκτός των ταμείων.
- Είσοδοι-έξοδοι κλιμακοστασίων ανά όροφο (εφόσον υπήρχαν εγκατεστημένες κάμερες στις εισόδους του ισογείου και του γκαράζ).

- Χώροι αποδυτηρίων προσωπικού.
- Εξωτερικές κάμερες που λαμβάνουν εικόνα από δρόμους, κατοικίες.
- Γενική περιοχή πισίνας.

ΚΑΜΕΡΕΣ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑ – ΨΥΧΙΑΤΡΙΚΕΣ ΚΛΙΝΙΚΕΣ

Στη γενική περίπτωση απαγορεύεται η τοποθέτηση καμερών σε εσωτερικούς χώρους νοσοκομείων όπου ενδέχεται να γίνεται καταγραφή ευαίσθητων δεδομένων, όπως π.χ. τα δωμάτια των ασθενών, οι χώροι αναμονής εξωτερικών ιατρείων, κ.α.

Η τοποθέτηση καμερών σε τέτοιους χώρους μπορεί να επιτραπεί μόνο αν αυτό θεωρηθεί απαραίτητο για την προστασία της ζωής των ασθενών, όπως π.χ. σε ειδικά τμήματα ψυχιατρικών κλινικών, όπου μετά από αίτηση του υπευθύνου επεξεργασίας και επιτόπιο έλεγχο της Αρχής είναι δυνατό να χορηγηθεί σχετική άδεια με συγκεκριμένους όρους και προϋποθέσεις.

ΚΑΜΕΡΕΣ ΣΕ ΚΟΙΝΟΧΡΗΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ – ΕΝΙΑΙΟΙ ΧΩΡΟΙ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ

Η τοποθέτηση κλειστών κυκλωμάτων τηλεόρασης σε κοινόχρηστους χώρους κατοικιών επιτρέπεται μόνο εφόσον πληρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

- Έχει ληφθεί η ρητή και ειδική συγκατάθεση κάθε ενοίκου ή υπάρχει απόφαση της Γενικής Συνέλευσης της πολυκατοικίας στην οποία ρητά αναφέρεται η συναίνεση των ενοίκων για την εγκατάσταση κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης.
- Οι κάμερες δεν πρέπει να ελέγχουν την πρόσβαση στα κατ' ιδίαν διαμερίσματα, σε γειτονικές κατοικίες, δρόμους και πεζόδρομους.
- Ο εκάστοτε διαχειριστής της πολυκατοικίας είναι ο υπεύθυνος επεξεργασίας και είναι υποχρεωμένος για την ενημέρωση των υποκειμένων ότι ο χώρος βιντεοσκοπείται.
- Η καταγραφή εικόνας χωρίς ήχο είναι επιτρεπτή εφόσον η μονάδα ελέγχου βρίσκεται σε κοινόχρηστο χώρο με ελεγχόμενη πρόσβαση και τα δεδομένα διατηρούνται το πολύ 48 ώρες.

Η εγκατάσταση κλειστού κυκλώματος σε ενιαίο χώρο στάθμευσης αυτοκινήτων επιτρέπεται μόνο όταν οι κάμερες εστιάζουν αποκλειστικά στο αγαθό το οποίο προστατεύουν και όχι σε γειτονικούς χώρους και υπάρχει πινακίδα που ενημερώνει τα υποκείμενα για την βιντεοσκόπηση.



Εν τέλει

Στα πλαίσια αυτά, η Αρχή Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων με την υπ` αριθμόν 1122/2000 Οδηγία της για τα κλειστά κυκλώματα τηλεόρασης, έχει κρίνει ότι η λήψη και επεξεργασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα με κλειστό κύκλωμα που λειτουργεί μονίμως, συνεχώς ή κατά τακτά χρονικά διαστήματα δεν επιτρέπεται, διότι προσβάλλει την προσωπικότητα και την ιδιωτική ζωή του ατόμου.

Συνεπώς, αφετηρία της συλλογιστικής για τη χρήση των κλειστών κυκλωμάτων τηλεόρασης, είναι ότι αυτή επιτρέπεται μόνο κατ' εξαίρεση, εφόσον η επεξεργασία κρίνεται αναγκαία με βάση τις αρχές της αναγκαιότητας και της αναλογικότητας. Αναγκαιότητα συντρέχει όταν ο σκοπός που πρόκειται να εξυπηρετήσει η λήψη δεν μπορεί να επιτευχθεί με άλλα λιγότερο επαχθή μέσα. Κατά συνέπεια, στα πλαίσια της αρχής αυτής, η επεξεργασία των δεδομένων πρέπει να είναι, όχι μόνο το αναγκαίο, αλλά και το πρόσφορο μέσο για την επίτευξη του επιδιωκόμενου σκοπού.

Κατά δε την αρχή της αναλογικότητας, το έννομο συμφέρον του υπεύθυνου επεξεργασίας θα πρέπει να υπερέχει καταφανώς από τα δικαιώματα των προσώπων που γίνονται αντικείμενο καταγραφής, εφόσον δεν προσβάλλονται οι προσωπικές τους ελευθερίες.

Με βάση αυτά τα κριτήρια, η Αρχή Προστασίας έχει δεχθεί, ότι η συλλογή προσωπικών δεδομένων μέσω τέτοιων συστημάτων εγκατεστημένων σε χώρους ανοικτούς ή προσβάσιμους στο κοινό, μπορεί να θεωρηθεί ότι υπερέχει προφανώς των δικαιωμάτων των προσώπων στα οποία αναφέρονται τα δεδομένα, εφόσον πραγματοποιείται στα πλαίσια πρόληψης και καταστολής παραβάσεων και εγκλημάτων σε χώρους ιδιαίτερης επικινδυνότητας. Αντιθέτως, η στάθμιση είναι αυστηρότερη και βαίνει υπέρ του ατόμου, στις περιπτώσεις συλλογής στοιχείων σε χώρους στους οποίους το ευρύ κοινό δεν έχει πρόσβαση.

Μελέτη

Γενικά

Λόγω των αυξημένων διαστάσεων του κτιρίου και για την καλύτερη παρακολούθηση των προϊόντων,θα χρησιμοποιήσουμε 8 IP κάμερες,6 σταθερές και 2 περιστρεφόμενες.Έπειτα από μία εκτεταμένη έρευνα αγοράς που κάναμε,οι κάμερες που είχαν τον καλύτερο λόγο χρημάτων/απόδοσης ήταν η NWC-0455 και η NWD-0455 της εταιρίας BOSCH.Παρακάτω θα αναλύσουμε τα χαρακτηριστικά τους.Επίσης,θα χρειαστούμε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή (H/Y),ένα modem/router,ένα switcher,ένα DVR,καλώδια τύπου UTP και καλώδιο τροφοδοσίας τάσης καμερών τύπου NYM(2X0.75mm).

Οι ελάχιστες απαιτήσεις του H/Y,με βάση τη στιγμή που γράφτηκε η πτυχιακή είναι οι εξής:

- CPU στα 3GHz.
- Μνήμη RAM στο 1GB.
- Κάρτα γραφικών 512 MB.
- Λειτουργικό σύστημα Windows XP.

Για τις άλλες τρεις συσκευές,θα παραθέσουμε τα χαρακτηριστικά που είναι απαραίτητα μόνο για την υλοποίηση της μελέτης μας και όχι για την πλήρη καταγραφή τους.

Το modem/router θα πρέπει να διαθέτει:

- **Θύρες επικοινωνίας:** 1 x RJ-11 ADSL, 4 x RJ-45 LAN 10/100M auto-crossover (MDI/MDI-X).
- **Ρυθμός επικοινωνίας:** Downstream έως 24Mbps. Upstream έως 3.5Mbps.
- **Ενδείξεις LED:** Τροφοδοσίας, ADSL, ACT, LAN 1-4.
- **Τροφοδοσία:** 12VDC.



Το switcher θα πρέπει να διαθέτει:

- **Θύρες επικοινωνίας:** 8 x 10/100Mbps RJ-45 MDI/MDI-X.
- **Ενδείξεις LED:** 1 x Power. 8 x LK/ACT. 8 x FD/COL.
- **Μέγεθος Buffer:** 8Mbits (1MByte Buffer Memory ανα συσκευή).
- **Υποστηριζόμενες Λειτουργίες:** Μέθοδος μεταγωγής αποθήκευσης και προώθησης (store-and-forward). Συχνότητες διαμεταγωγής: 10Mbps-14,880pps/100Mbps-148,810pps/1000Mbps-1,488,100pps. 16Gbps Forwarding Capacity .
- **Τροφοδοσία:** AC 9V~0.8A, 50/60Hz.



Το DVR θα πρέπει να διαθέτει:

- **Είσοδος video:** 8 ch BNC (εισόδοι καμερών).
- **Έξοδος video:** 3 ch :1x OUT(BNC), 1x VGA, 1X hdmi(1920x1080,Full HD).
- **Είσοδος ήχου:** 8 RCA Channels.
- **Έξοδος ήχου:** RCA 2 Channels.
- **Ανάλυση εγγραφής:** 704 X 576, 352 X 288 , 176 X 144.
- **Ταχύτητα εγγραφής:** (1-6fps,704x576) , (1-25fps,352x288) , (1-25fps,176x144) για κάθε κάμερα.
- **Αποθηκευτικά μέσα:** Εσωτερικά 2 x 3.5" SATA HDD, 2 x 3.5" IDE HDD .

- **Back-Up:** 2 x USB 2.0.
- **Συμβατές συσκευές επικοινωνίας:** PC, κινητό τηλέφωνο ή PDA.
- **Τροφοδοσία Ρεύματος:** DC 12V@8A.



Τελευταίο αλλά αρκετά σημαντικό είναι το καλώδιο UTP που θα χρησιμοποιηθεί στην σύνδεση των καμερών με το switcher, του switcher με το modem/router και

του τελευταίου με τον Η/Υ. Το UTP καλώδιο χωρίζεται σε κατηγορίες που υποδηλώνουν την ποιότητα του χαλκού και κατ' επέκταση την μέγιστη ταχύτητα που το δίκτυο μπορεί να επιτύχει. Τα καλώδια CAT5 φτάνουν μέχρι 100Mbps ενώ τα CAT5e και CAT6 μέχρι 1Gbps. Από τη στιγμή που το CAT5 με το CAT5e δεν έχουν διαφορά στην τιμή το CAT5e είναι ίσως το ιδανικό. Μεγάλη προσοχή πρέπει να επιδείξουμε στο μήκος του καλωδίου. Υπεραπλουστεύοντας το φαινόμενο, όσο πιο μεγάλο είναι τόσο πιο πολύ χρόνο θα χρειάζεται η πληροφορία να πάει από το ένα άκρο στο άλλο. Αν σε αυτό προσθέσουμε τα ηλεκτρομαγνητικά φαινόμενα από το κυκλικό μάζεμα του καλωδίου που περισσεύει καταλήγουμε στο ότι πάντα φτιάχνουμε ακριβώς όσο καλώδιο χρειαζόμαστε. Όπως και να έχει βέβαια το καλώδιο UTP δεν μπορεί να ξεπεράσει τα 100μ σε μήκος χωρίς να έχουμε αντίκτυπο στην ποιότητα της επικοινωνίας.



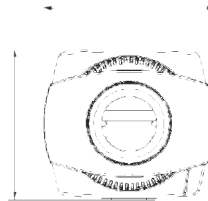
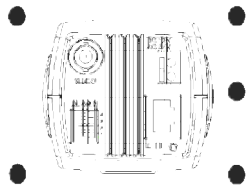
Κάμερες

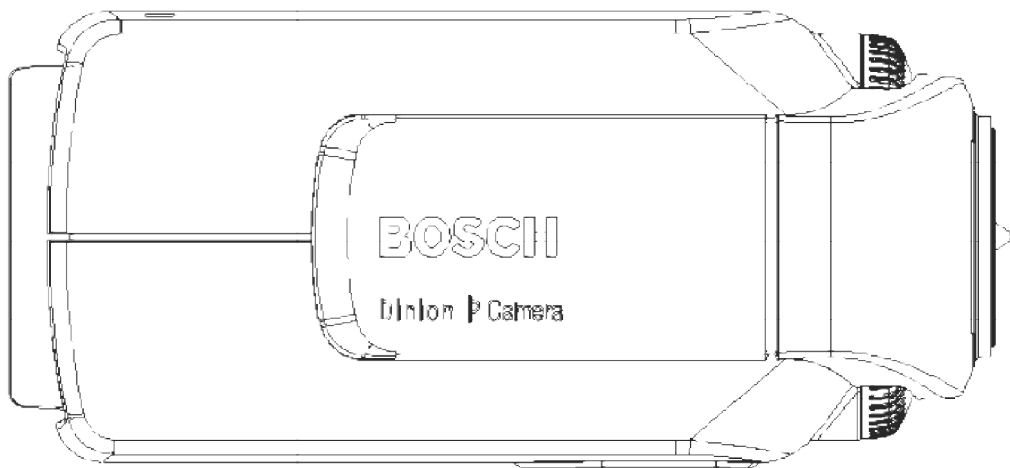
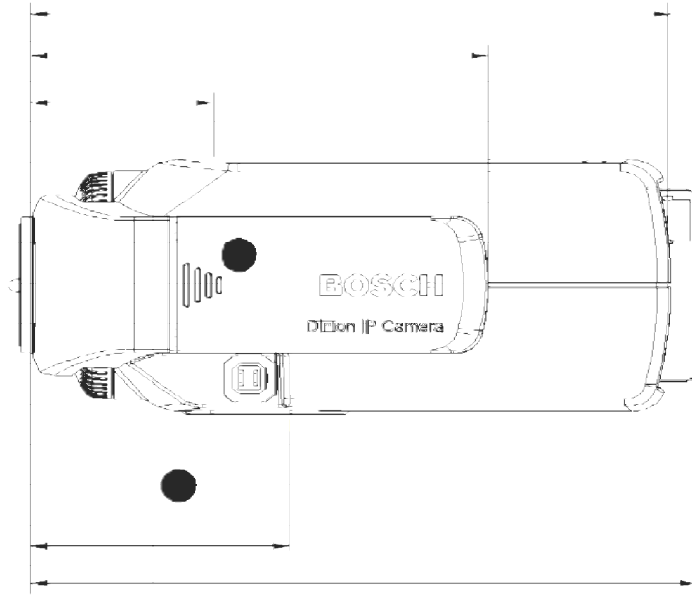
Οι κάμερες αποτελούν τα κύρια εξεργήματα της μελέτης μας και γι' αυτό θα κάνουμε μία εκτενή αναφορά στα χαρακτηριστικά τους.

Αρχίζοντας από τις σταθρές,έχουμε τα εξής:

Ξεκινώντας από το βασικότερο πλεονέκτημά τους οι συγκεκριμένες κάμερες IP διαθέτουν ενσωματωμένο προσαρμογέα δικτύου, συμβατό με την τεχνολογία "Power over Ethernet" (PoE). Η τεχνολογία PoE επιτρέπει την παροχή ρεύματος από το μεταγωγέα δικτύου, μέσω του καλωδίου Ethernet, κατ' ευθείαν στην κάμερα. Αυτό καθιστά την εγκατάσταση ευκολότερη και οικονομικά πιο προσιτή, διότι οι κάμερες πλέον είναι δυνατό να εγκατασταθούν σε σημεία όπου δεν υπάρχει διαθέσιμη παροχή εναλλασσόμενου ρεύματος.Χρησιμοποιούν τη μέθοδο συμπίεσης MPEG-4, δυνατότητες πολλαπλής μετάδοσης, για την αποτελεσματική διαχείριση των απαιτήσεων σε εύρος ζώνης και αποθήκευση, ενώ ταυτόχρονα εξασφαλίζουν την καλύτερη δυνατή ποιότητα εικόνας και ανάλυση. Επίσης έχει τη δυνατότητα τριπλής ροής που επιτρέπει στις κάμερες IP Dinion να παράγουν δύο ανεξάρτητες μεταξύ τους ροές MPEG-4 και μια ροή M-JPEG ταυτόχρονα. Αυτό με τη σειρά του επιτρέπει τη μετάδοση ροής υψηλής ποιότητας εικόνων για ζωντανή προβολή και την ταυτόχρονη εγγραφή σε μειωμένη ταχύτητα καρέ, καθώς και τη μετάδοση ροής εικόνων M-JPEG σε μια απομακρυσμένη συσκευή PDA, ταυτόχρονα. Η ροή βίντεο M-JPEG επιτρέπει επίσης την εύκολη ενσωμάτωση σε συστήματα διαχείρισης βίντεο, συμβατά με JPEG ή M-JPEG, τρίτων κατασκευαστών. Χάρη στον έγχρωμο αισθητήρα CCD 1/3" και την προηγμένη επεξεργασία ψηφιακού σήματος παρέχει κορυφαία ποιότητα εικόνας σε όλες ουσιαστικά τις συνθήκες. Η λειτουργία Night Sense ενεργοποιείται αυτόματα προκειμένου να αυξηθεί η ευαισθησία σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού στο τριπλάσιο σε ασπρόμαυρο τρόπο λειτουργίας.Ποιο συμπικνομένα:

- **Παροχή ρεύματος:** τάση εισόδου +11 έως +36 VDC (700 mA) και 12 έως 28 VAC (700 mA).
- **Κατανάλωση ισχύος:** 8 VA (μέγιστη).
- **Ανάλυση αισθητήρα:** 752 X 582 , 768 X 494.
- **Καρέ:** από 25 έως 30 (αναλόγως την ανάληψη της εικόνας).
- **Ευαισθησία:** Night sense 0.26 lux , χρώμα 0,65 lux.
- **Ελάχιστος φωτισμός:** Night sense 0.12 lux , χρώμα 0,30 lux
- **Ρυθμός μετάδοσης δεδομένων:** 9,6 Kbps έως 6Mbps (σταθερή και μεταβλητή).





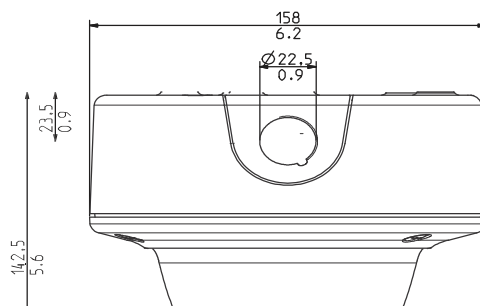
- Διαστάσεις (Υ Χ Π Χ Β) : 59 X 67 X 123 mm.
- Βάρος (χωρίς φακό): 0,45 kg.

Συνεχίζοντας,για τις 2 περιστροφικές που θα χρησιμοποιήσουμε,έχουμε τα εξής:

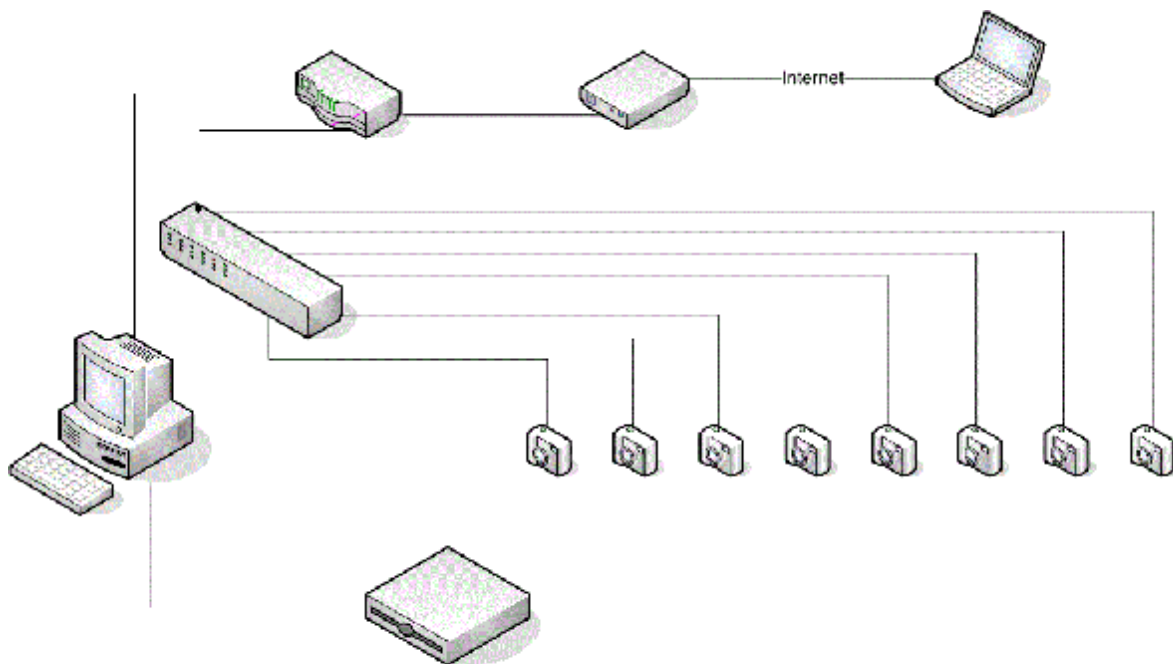
Στη βασική τους λειτουργία είναι ίδιες με της σταθερές.Το μόνο βασικό που αλλάζει είναι η δυνατότητα που έχουν να περιστρέφονται γύρω από τον άξονα τους καθώς επίσης και να αλλάζουν τη γωνία παρακολούθησης.Έτσι:

- **Παροχή ρεύματος:** τάση εισόδου +11 έως +36 VDC (700 mA) και 12 έως 28 VAC (700 mA).
- **Κατανάλωση ισχύος:** 8 VA (μέγιστη).
- **Ανάλυση αισθητήρα:** 752 X 582 , 768 X 494.
- **Καρέ:** από 25 έως 30 (αναλόγως την ανάληψη της εικόνας).
- **Ευαισθησία:** Night sense 0.26 lux , χρώμα 0,65 lux.
- **Ελάχιστος φωτισμός:** Night sense 0.12 lux , χρώμα 0,30 lux
- **Ρυθμός μετάδοσης δεδομένων:** 9,6 Kbps έως 6Mbps (σταθερή και μεταβλητή).
- **Γωνία προβολής 2,6 έως 6mm:** Ευρυγώνιος 98,5° X 75,5° (οριζ. X κατακ.)
Τηλεφακός 48,1° X 36,2° (οριζ. X κατακ.)
- **Γωνία προβολής 3,7 έως 12mm:** Ευρυγώνιος 76,1° X 55,8° (οριζ. X κατακ.)

Τηλεφακός 23,8° X 17,9° (οριζ. X κατακ.)



- **Βάρος:** 1,8kg.
- **Τοποθέτηση:** Υπάρχει η δυνατότητα να τοποθετηθεί στο ταβάνι του χώρου παρακολούθησης καθώς επίσης και στον τοίχο (με κατάλληλες βάσεις).



Στο παραπάνω σχέδιο παραθέτουμε τον τρόπο με τον οποίο θα συνδεθούν όλα τα εξαρτήματα που διαθέτουμε. Οι 8 κάμερες που έχουμε επιλέξει για την εποπτεία

των χώρων θα συνδεθούν με ένα switcher, η σύνδεση αυτών των δύο θα γίνει με καλώδιο UTP. Έχοντας πλέον συνδέσει τις κάμερες με το switcher τώρα πρέπει να συνδεθεί με το modem/router όπου η σύνδεση του ίντερνετ πρέπει να είναι ήδη ενεργή. Επίσης θα συνδέσουμε στο τέλος και τον ηλεκτρονικό υπολογιστή όπου μέσω αυτού θα μπορούμε να μεταχειριζόμαστε τις κάμερες. Τελειώνοντας το κομμάτι των συνδέσεων η τελευταία ενέργεια που πρέπει να κάνουμε είναι συνδέσουμε και το καταγραφικό με τον υπολογιστή, όπου και στο καταγραφικό θα μπορεί να γίνει η σωστή ρύθμιση παραμέτρων που αφορούν τις κάμερες μέσω ενός προγράμματος software εγκατεστημένο στον υπολογιστή. Στα παρακάτω σχέδια φάνονται ο χώρος επίβλεψης που θα έχει κάθε κάμερα υπό την εποπτεία της. Εδώ, θέλουμε να υπενθυμίσουμε πως η κάμερες είναι τοποθετημένες πάνω σε βραχίονες που ανά πάσα ώρα μπορούμε χειροκίνητα να τους αλλάξουμε τον χώρο εποπτείας. Επίσης, οι δύο κεντρικές κάμερες είναι περιστροφικές με δυνατότητα περιστροφής 360° γύρω από τον άξονά τους αλλά και κατακόρυφα. Τα καλώδια που χρησιμοποιούμε, όπως προαναφέραμε είναι UTP τύπου. Με την τοποθέτηση των καμερών, αυτά θα τοποθετηθούν σε κανάλια, πάνω στον τοίχο τα οποία θα καταλήξουν σε ένα κεντρικό, και μέσω της τρύπας που υπάρχει για την σκάλα, θα ανεβεί στο δεύτερο όροφο και εκεί τα καλώδια θα συνδεθούν με το switcher. Τα καλώδια των καμερών του δεύτερου ορόφου είναι πιο εύκολη υπόθεση αφού βρίσκονται πάρα πολύ κοντά στο προορισμό τους. Βάσει των διαστάσεων του κτιρίου, υπολογίσαμε ότι θα χρειαστούμε 70 μέτρα περίπου. Όσο για την τροφοδοσία των καμερών, όπως περιγράψαμε και παραπάνω, χρησιμοποιούμε κάμερες που υποστηρίζουν το Power over Ethernet, που σημαίνει ότι δεν θα υπάρχει έξτρα καλωδίωση για τροφοδοσία.

Picture (BMP, JPG, PNG)...









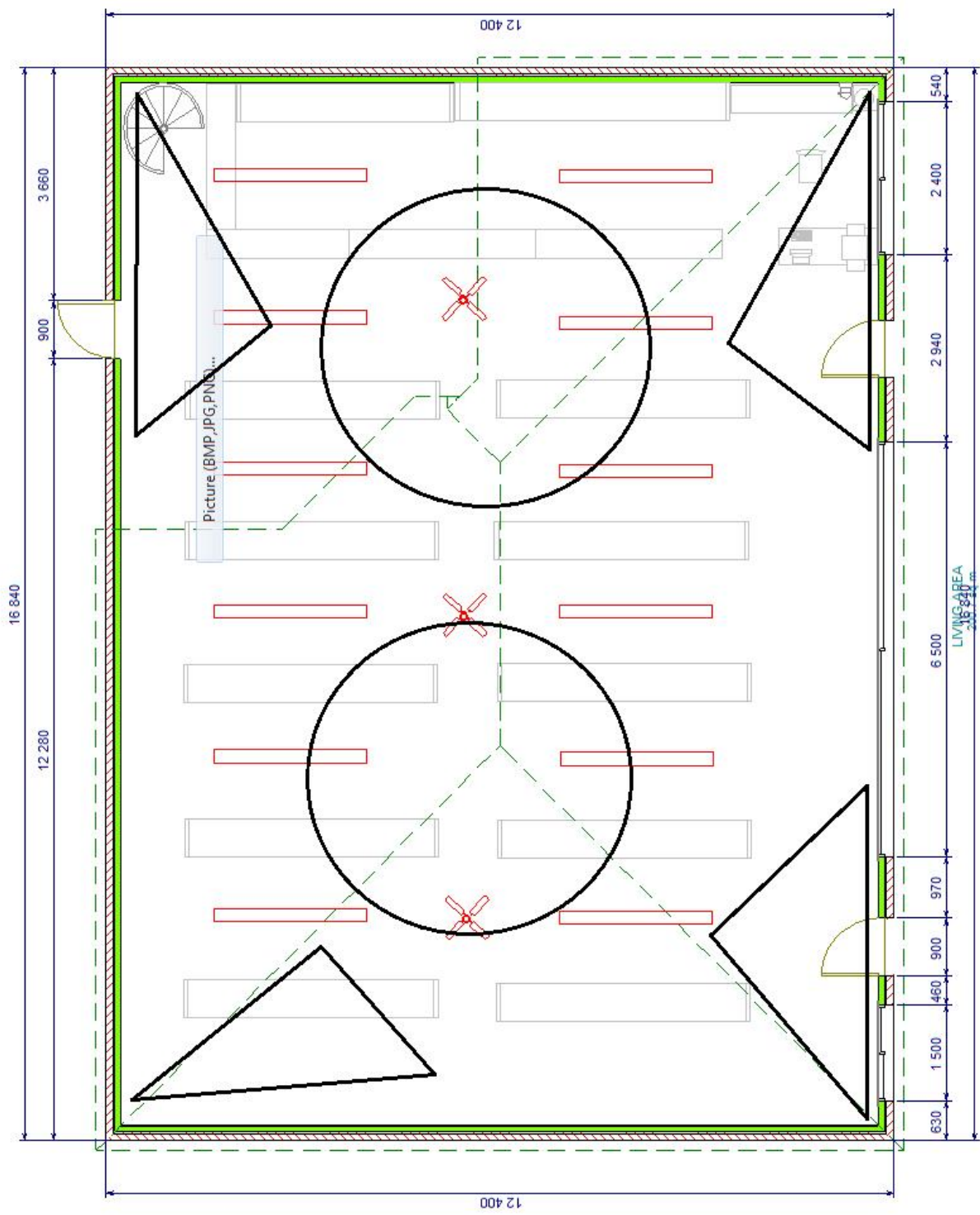


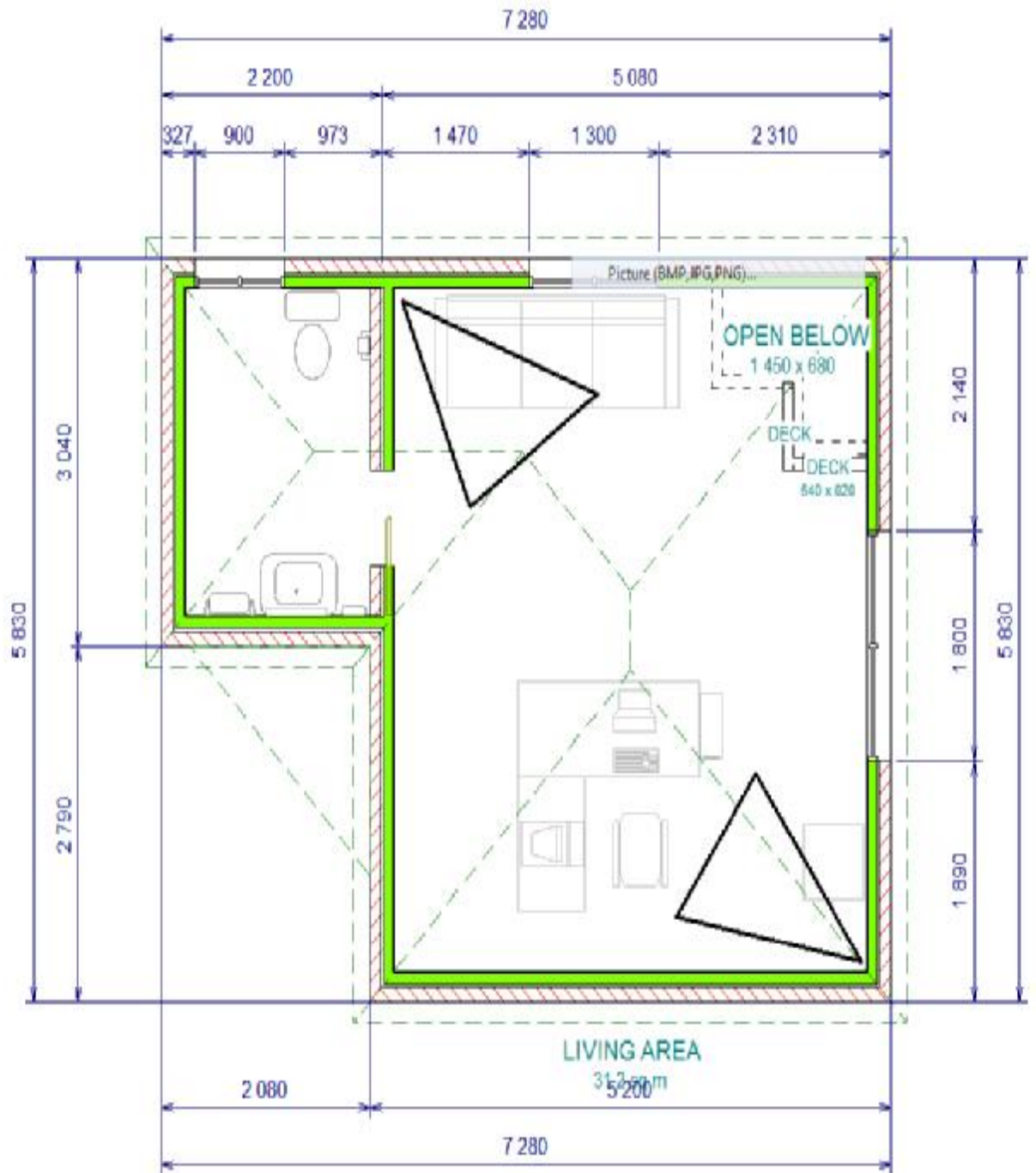




Picture (BMP,JPG,PNG)...

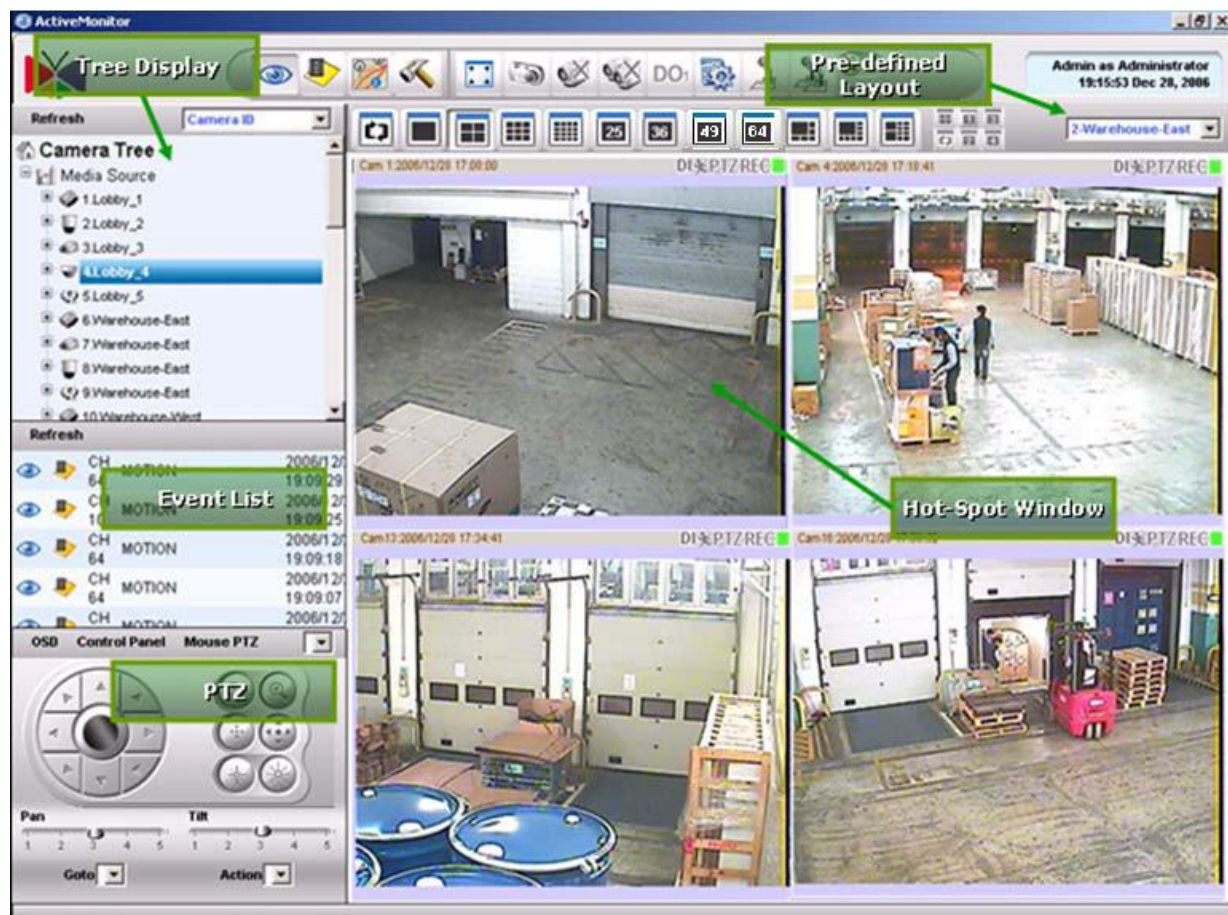


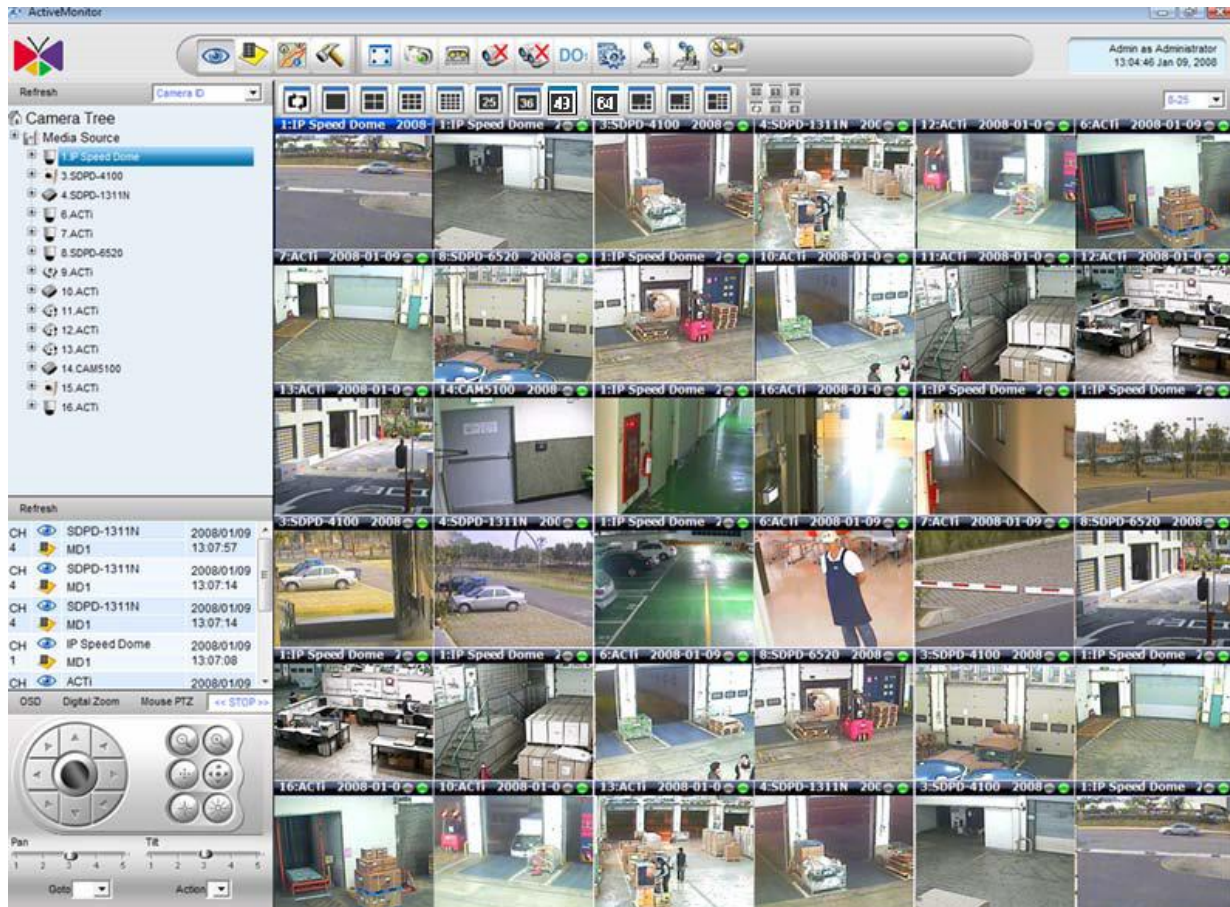




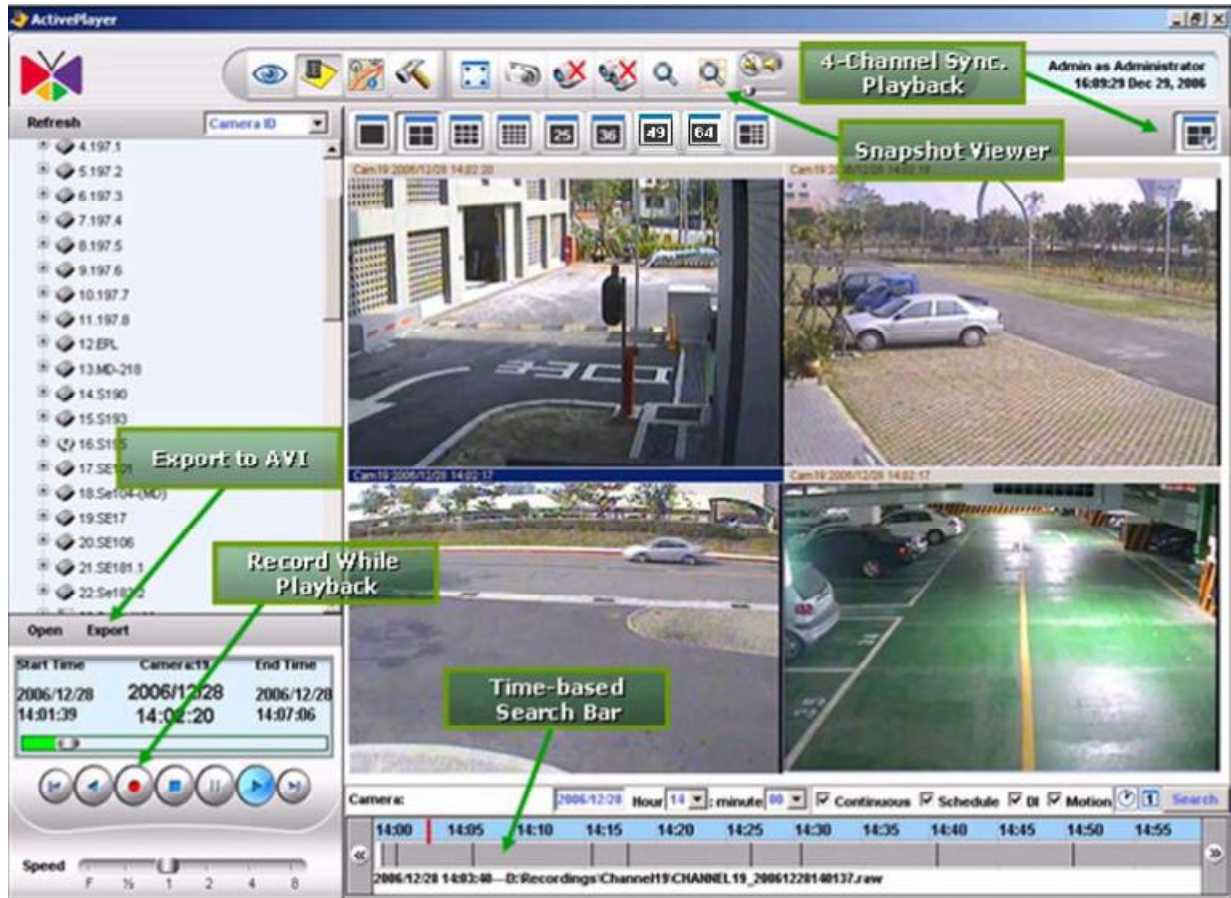
Συνήθως,μαζί με τις κάμερες,από της εταιρίες που τις κατασκευάζουν, παρέχεται και κάποιο λειτουργικό πρόγραμμα για την διαχείρησή τους.Υπάρχει βέβαια και η δυνατότητα,κάποιος να αγοράσει ανεξάρτητο πρόγραμμα που συνήθως παρέχουν παραπάνω επιλογές από τις στανταρ των εταιρικών προγραμμάτων.Οι πιο συνηθισμένες επιλογές που παρέχουν είναι :

- Zoom in.
- Zoom out.
- Περιστροφή (για τις κάμερες 360°).
- Ενεργοποίηση – απενεργοποίηση υπερύθρων ακτινών.
- Διάφορες επιλογές γαι την σωστή σύνδεση και λειτοθργία με το switcher,με τον Η/Υ.





Επίσης, ακόμη ένα πρόγραμμα που είναι πολύ απαιρέτητο για τη εγκατάστασή μας, είναι το πρόγραμμα αναπαραγωγής των καταγεγραμμένων βίντεο. Όπως έχουμε αναφέρει, τα βίντεο θα καταγράφονται στο DVR. Είναι αναγκαίο λοιπόν, όποτε ζητηθεί, να γίνεται η αναπαραγωγή τους καθώς επίσης και η δημιουργία αντιτύπων ή ακόμα και κάποια επεξεργασία τους.



Επίλογος

Συνοψίζοντας,στη σημερινή εποχή,παρατηρούμε ότι τα συστήματα παρακολούθησεις,έχουν γίνει για διάφορους λόγους,αναγκαία στη ζωή μας.Για την παρακολούθηση ενός δωματίου μέχρι την παρακολούθηση χώρων πολλών χιλιάδων τετραγωνικών.Μεγάλη ώθηση στην εξάπλωσή τους έχει δώσει το Internet,αφού έχει κάνει την λειτουργία τους υπερβολικά εύκολη και σχετικά φτηνή.Προσοχή όμως.Πρέπει να γίνει σαφές ότι πρέπει να τηρούνται πάντα οι νόμοι που ροστατεύουν να ανθρώπινα δικαιώματα όσο αναφορά την παρακολούθηση ατόμων.

Βιβλιογραφία

1. Δίκτυα Υπολογιστών – Andrew S. Tanenbaum (Τρίτη έκδοση)
2. Ήχος στα πολυμέσα – Δημήτρης Καλαμαράς
3. www.odysonline.gr
4. www.networkipcamera.com
5. www.platon.tejpir.gr
6. www.acti.com
7. Γενικές Αρχές Τηλεπικοινωνιών – Μανώλης Κεσόγλου, Λουκάς Χαδέλης
8. Σχεδιασμός και Εξομοίωση Ηλεκτρονικών και Ηλεκτρολογικών Κυκλωμάτων
με την βοήθεια Η/Υ – Γεράσιμος Βλασόπουλος
9. Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών Μέσης και Χαμηλής Τάσης – Πέτρος Ντοκόπουλος