



Ανατομία της High Definition ειδησεογραφικής κάμερας

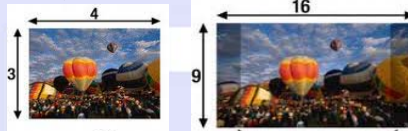
Οι καινοτομίες της τεχνολογίας υψηλής ανάλυσης

Μιχάλης Νούτζιεντ/Ηλεκτρονικός Γ.Δ.Τ.Υ./EPT Α.Ε.

Ημερίδα: Σύστημα Υψηλής Ευκρίνειας HD και EPT - 20, 21 & 23/06/2011

Εισαγωγή:

- Υποδομή EPT (φορητές κάμερες ENG)
 - Format: DVCPRO 25 / 50
 - Aspect ratio:
 - 16:9 / 4:3
 - 4:3
- Επενδύσεις
 - Αγορά 20 νέων camcorders τεχνολογίας:
 - Standard / High Definition
 - Μέσο εγγραφής: κάρτα μνήμης
 - Αγορά περιφερειακού εξοπλισμού:
 - Κάρτες μνήμης (τουλάχιστον 2/κάμερα)
 - 64 Gb/κάρτα
 - Φορητές μονάδες μεταφοράς υλικού
 - Αποσπώμενος σκληρός δίσκος
 - Σταθμοί εγγραφής/αναπαραγωγής
 - RS422 (linear editor)
 - Ethernet (non-linear editor)
 - Μονάδες εγγραφής/αναπαραγωγής καρτών μνήμης



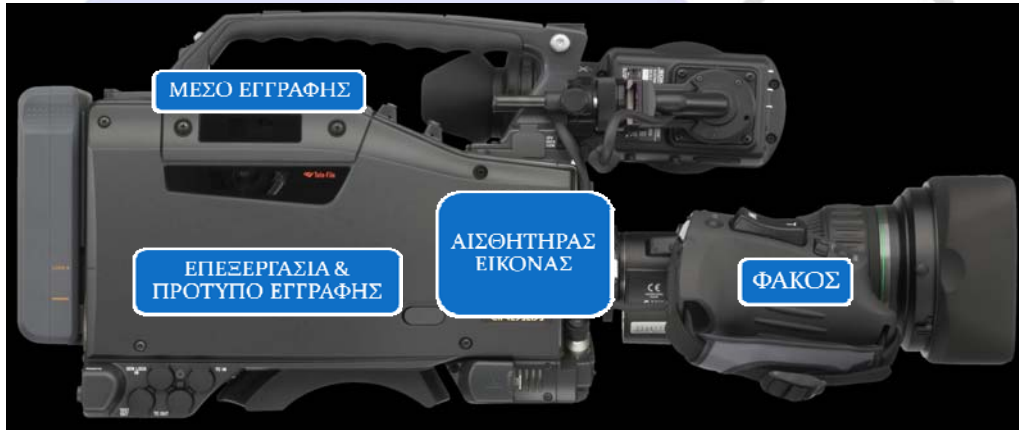
Η EPT, σήμερα, διαθέτει, ως επί το πλείστον, φορητές κάμερες με δυνατότητα εγγραφής σε format DVCPRO25, DVCPRO50 και επιλεγόμενο λόγο διαστάσεων 4:3/16:9 (switchable). Διαθέτει επίσης κάμερες παλαιότερης τεχνολογίας με λειτουργία μόνο στο λόγο διαστάσεων 4:3. Ενόψει της πλήρους μετάβασης του προγράμματος μας στο 16:9, είναι στην άμεση προτεραιότητα της EPT να αντικατασταθούν οι τελευταίες.

Ο καινούργιος εξοπλισμός θα είναι SD και HD ανάλυσης για να εξασφαλιστεί μεγαλύτερη διαχρονικότητα στην επένδυση. Άλλωστε, δεν είναι πλέον διαθέσιμη στις κάμερες η τεχνολογία της αποκλειστικά SD ανάλυσης.

Οι κάμερες θα πρέπει επίσης να διαθέτουν ως μέσο εγγραφής την κάρτα μνήμης καθώς οι εναλλακτικές επιλογές (κασέτα, οπτικός δίσκος) επιφέρουν αυξημένο κόστος συντήρησης των κινούμενων μερών. Οι κάρτες μνήμης προσφέρουν, επιπλέον, συγκριτικά πλεονεκτήματα όπως πιο εργονομική διαχείριση του υλικού, ραγδαία ανάπτυξη στο τομέα των μηνμών κ.λπ.

Οι κάμερες αυτές θα πλαισιώνονται από περιφερειακό εξοπλισμό όπως κάρτες μνήμης, μονάδες μεταφοράς υλικού με αποσπώμενο δίσκο για το άδειασμα των καρτών στο γύρισμα, σταθμούς και μονάδες εγγραφής/αναπαραγωγής υλικού για την διασύνδεση του μέσου με την υπάρχουσα υποδομή στην EPT. Οι σταθμοί θα έχουν την δυνατότητα να λειτουργήσουν σε γραμμική σουίτα μοντάζ, με έλεγχο από editor (θύρα RS422) και εισόδους/εξόδους εικόνας/ήχου, καθώς και σε μη γραμμική σουίτα με συνδέσεις δικτύου και διεπαφές USB/firewire για την διακίνηση του υλικού σε μορφή αρχείου.

Τι θα εξετάσουμε:



ΜΕΣΑ ΕΓΓΡΑΦΗΣ:
• ΟΠΤΙΚΟΣ ΔΙΣΚΟΣ
• ΚΑΡΤΕΣ ΜΝΗΜΗΣ

ΕΙΔΗ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ:
• INTRAFRAME
• INTERFRAME

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
• CCD
• CMOS

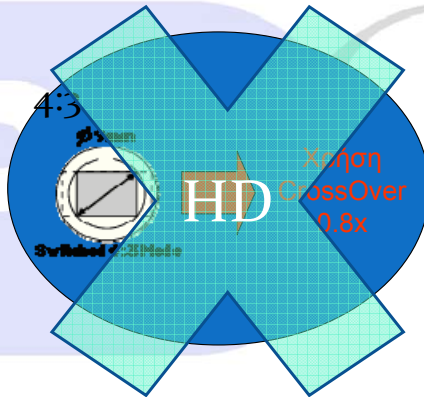
**ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
ΥΨΗΛΗΣ
ΑΝΑΛΥΣΗΣ**

Τα μέρη που θα εξετάσουμε είναι ο φακός, ο αισθητήρας της εικόνας, το πρότυπο εγγραφής και το μέσο εγγραφής.

Θα δούμε τα χαρακτηριστικά που χαρακτηρίζουν ένα φακό υψηλής ανάλυσης, θα συγκρίνουμε τις δύο διαθέσιμες τεχνολογίες CCD & CMOS στους αισθητήρες εικόνας, θα εξετάσουμε τα είδη συμπίεσης που προσφέρονται στα πρότυπα εγγραφής και θα παρουσιάσουμε τις διαθέσιμες επιλογές των μέσων εγγραφής.

Φακός:

- Aspect ratio: 16:9 - 4:3



Η νέα γενιά των καμερών (όπως και ο αισθητήρας τους) είναι σχεδιασμένη να λειτουργεί κυρίως σε λόγο διαστάσεων 16:9. Η μετατροπή του οπτικού αισθητήρα σε λόγο 4:3 επιφέρει, στις περισσότερες κάμερες, την αποκοπή της εικόνας από την δεξιά και αριστερή πλευρά, κατά περίπου 20% που ισοδυναμεί με την αντίστοιχη αύξηση της ελάχιστης εστιακής απόστασης του φακού. Για την επαναφορά της ελάχιστης εστιακής απόστασης μπορεί να χρησιμοποιηθεί, αποκλειστικά για το λόγο 4:3, μια πρόσθετη βαθμίδα στον φακό, το crossover, που επαναφέρει οπτικά το κάδρο κατά 20%.

Το high definition λειτουργεί μόνο στο λόγο διαστάσεων 16:9 και ως εκ τούτου η χρήση της βαθμίδας Crossover δεν απαιτείται (η χρήση της, αντιθέτως, μπορεί να προκαλέσει βινιετάρισμα – σκίασμα στις άκρες του κάδρου).

Φακός:

- Χαρακτηριστικά φακού High Definition:

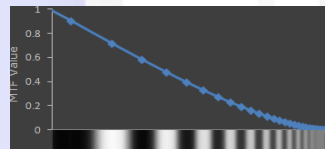
- Ανάλυση



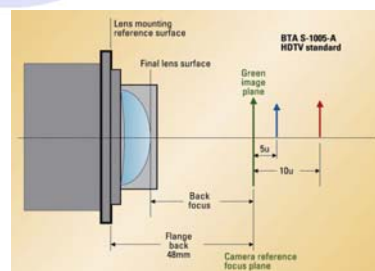
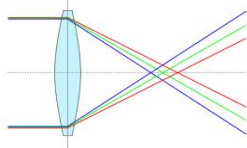
- Contrast



MTF



- Χρωματικές Εκτροπές



Οι φακοί που χαρακτηρίζονται ως high definition παρουσιάζουν καλύτερη ποιότητα ως προς:

- την ανάλυση η οποία ουσιαστικά φανερώνει το βαθμό της λεπτομέρειας που συλλαμβάνει ο φακός. Λόγω των υψηλότερων χωρικών συχνοτήτων (spatial frequencies) που καταγράφονται απαιτείται μεγαλύτερη οριζόντια και κάθετη ανάλυση για την απόδοσή τους.

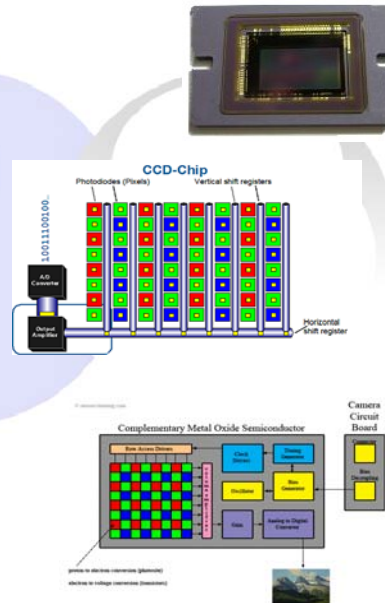
Εξίσου σημαντική είναι και η ποιότητα της λεπτομέρειας που είναι:

- Το contrast - η δυνατότητα του φακού να ξεχωρίζει τις εναλλαγές της φωτεινότητας παράγοντας έτσι μια πιο καθαρή ή πιο θολή εικόνα. Η δυνατότητα αυτή αποτυπώνεται στο γράφημα του Modulation Transfer Function (MTF) όπου φαίνεται πως μεταβάλλεται ο βαθμός του contrast με την αύξηση της συχνότητας εναλλαγής των γραμμών.

Ένα σημαντικό στοιχείο επίσης του φακού high definition είναι η δυνατότητα μείωσης των χρωματικών εκτροπών (chromatic aberrations). Οι εκτροπές παρουσιάζονται λόγω του διαφορετικού δείκτη διάθλασης που έχουν ακτίνες με διαφορετικό μήκος κύματος όταν διαπερνούν ένα γυάλινο στοιχείο (διαφορετικά χρώματα δεν εστιάζουν στον ίδιο σημείο). Εάν λάβουμε υπόψη ότι ο κάθε zoom φακός διαθέτει πάνω από 20 ξεχωριστά στοιχεία κρυστάλλων τότε το πρόβλημα γίνεται πιο αισθητό. Το πρότυπο BTA S-1005-A, ορίζει τις μηχανικές, οπτικές και ηλεκτρικές διεπαφές μεταξύ του φακού και της κάμερας, στο οποίο έχει συμφωνηθεί με ακρίβεια η αντιστάθμιση του μήκους διαδρομής προς τους κόκκινους (+10 μικρόμετρα) και μπλέ (+5 μικρόμετρα) αισθητήρες σε σχέση με τους πράσινους αισθητήρες εικόνας για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος στις high definition κάμερες. Οι φακοί Standard Definition κατασκευάζονται με διαφορετικές προδιαγραφές κι έτσι η τοποθέτησή τους σε μια HD κάμερα μπορεί να δημιουργήσει απρόβλεπτες χρωματικές εκτροπές.

Αισθητήρες εικόνας

- Τεχνολογίες:
 - CCD
 - Καλύτερη ποιότητα εικόνας
 - Μεγαλύτερη ευαισθησία
 - Καλύτερη δυναμική περιοχή
 - Λιγότερο θόρυβο
 - Τεχνολογία μόνο για λήψη εικόνας
 - CMOS
 - Πλήθος εφαρμογών (cpu)
 - Μικρότερο κόστος
 - Συνδυασμός εργασιών
 - Μετατροπή, επεξεργασία κ.λπ.
 - Μικρότερη ευαισθησία
 - Μικρότερο συνολικό μέγεθος κάμερας
 - Λιγότερη κατανάλωση (x100)



Ο αισθητήρας εικόνας είναι ένας ημιαγωγός σχεδιασμένος να μετατρέπει φωτόνια σε ηλεκτρόνια και βρίσκεται στο μπροστινό μέρος της κάμερας.

Οι δύο διαθέσιμες τεχνολογίες είναι το CCD (charge-coupled device) και το CMOS (Complementary metal-oxide-semiconductor):

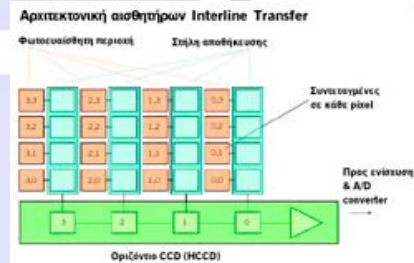
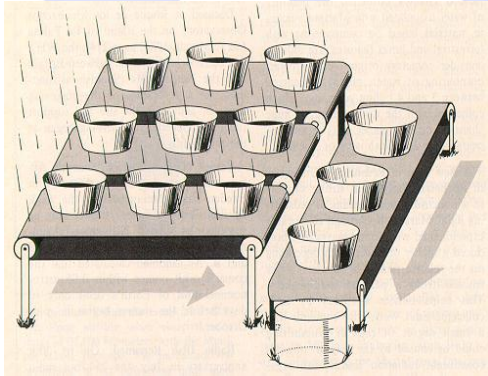
Παραδοσιακά οι επαγγελματικές κάμερες είχαν αισθητήρα CCD, καθώς ο αισθητήρας αυτός γενικά παρουσιάζει καλύτερη ποιότητα εικόνας, μεγαλύτερη ευαισθησία στο φως, καλύτερη δυναμική περιοχή, λιγότερο θόρυβο. Εντούτοις, τα δεδομένα αυτά σταδιακά πια ανατρέπονται.

Γενικά τα CCD χρησιμοποιούνται μόνο για την λήψη εικόνας, ενώ τα CMOS για πλήθος εφαρμογών (κεντρικοί επεξεργαστές κλπ) κι έτσι το κόστος κατασκευής μειώνεται λόγω της οικονομίας κλίμακας που επιτυγχάνονται με την αυξημένο όγκο παραγωγής.

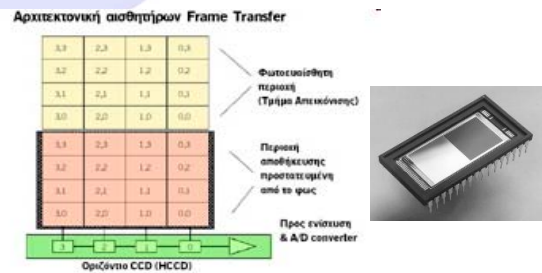
Στους αισθητήρες CMOS μπορούν, επίσης, να γίνουν κι άλλες διεργασίες της κάμερας όπως μετατροπή, επεξεργασία κλπ, μειώνοντας, όμως, την ευαισθησία τους, καθώς τα κυκλώματα που απαιτούνται καταλαμβάνουν χώρο, μειώνοντας την φωτοευαίσθητη περιοχή. Εντούτοις, επιτρέπουν σε πιο οικονομικές κατασκευές και σε μικρότερα μεγέθη καμερών. Απαιτούν επίσης πολύ λιγότερη συνολική κατανάλωση.

Αισθητήρες εικόνας - CCD

- Interline Transfer (IT)



- Frame Transfer (FT)



Στην τεχνολογία των CCD υπάρχουν δύο κύριες κατηγορίες: τα Interline transfer CCD's και τα Frame Transfer CCD's.

Η κύρια διαφορά τους εντοπίζεται στον τρόπο που τα ηλεκτρόνια μεταφέρονται από τον αισθητήρα προς τα υπόλοιπα κυκλώματα της κάμερας.

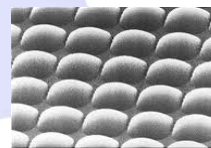
Η λειτουργία του Interline Transfer CCD μπορεί να περιγραφεί ως εξής:

Ας φανταστούμε τα φωτόνια ως σταγόνες της βροχής που συλλέγονται σε σειρές από κουβάδες (που αντιστοιχούν στα pixels), μεταφέρονται σε διπλανούς ιμάντες μεταφοράς, κατόπιν σε ένα κάθετο ιμάντα και μετά στο σταθμό για να ζυγιστούν. Έτσι καταγράφεται η πληροφορία της ποσότητας καθώς και της κατανομής της βροχής (φωτονίων).

Στο Frame transfer CCD δεν υπάρχει ένας αποθηκευτικός χώρος δίπλα από κάθε pixel για την μετατόπιση της φόρτισης. Αντιθέτως, χρησιμοποιείται ένα τμήμα (προστατευμένο από το φως), όμοιο σε μέγεθός με τη φωτοαίσθητη περιοχή για την αποθήκευση ολόκληρης της εικόνας.

Αισθητήρες εικόνας - CCD

- Interline Transfer (IT)
 - + Μεγαλύτερες ταχύτητες πλαισίου
 - + Λιγότερο smear
 - FIT
 - - Μικρότερη ευαισθησία (συντελεστής κάλυψης)
 - Μικροφακοί (HAD, HYPER HAD)
- Frame Transfer (FT)
 - + Μεγαλύτερη ευαισθησία (100% συντ. κάλυψης)
 - - Smear
 - - Κόστος



Στο IT CCD η ανάγνωση του νέου φορτίου γίνεται παράλληλα με την μεταφορά του προηγούμενου επιτρέποντας μεγαλύτερες ταχύτητες πλαισίου από το FT. Επίσης οι περιοχές μεταφοράς του φορτίου είναι μονίμως καλυμμένες κι έτσι υποφέρουν λιγότερο από το φαινόμενο smear (υπερφόρτιση στοιχείων, κατά την μεταφορά, από έντονη φωτεινή πηγή).


Εντούτοις, λόγω των περιοχών μεταφοράς φορτίων που βρίσκονται δίπλα στα φωτοευαίσθητα pixels, η ευαισθησία μειώνεται. Αυτό μπορεί να διορθωθεί με την πρόσθεση μικροφακών οι οποίοι εστιάζουν τη ροή του φωτός αυξάνοντας το fill factor (βελτιώνουν επίσης και το φαινόμενο smear).

Τα FT CCD's διαθέτουν μεγαλύτερη ευαισθησία καθώς όλη η επιφάνεια του φωτοευαίσθητου αισθητήρα είναι διαθέσιμη για την υποδοχή φωτονίων (ο κύριος λόγος κατασκευής της τεχνολογίας αυτής).

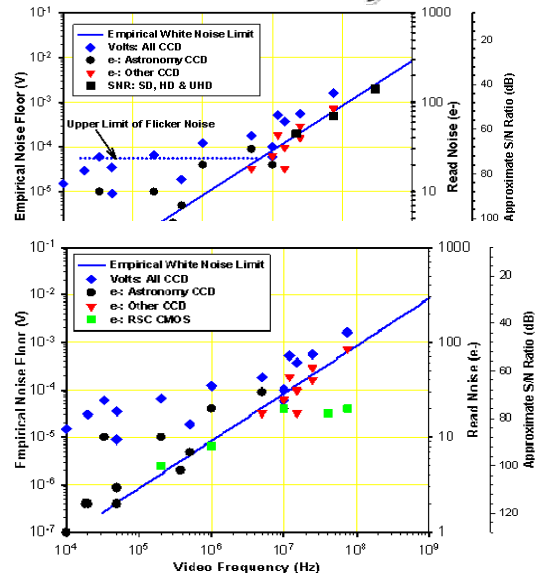
Εντούτοις, κατά την μεταφορά του φορτίου από το φωτοευαίσθητο τμήμα στο χώρο αποθήκευσης, μια δυνατή φωτεινή πηγή να προκαλέσει smear καθώς η διαδρομή αυτή δεν είναι καλυμμένη. Το smear ελαττώνεται, όμως, με την εφαρμογή μηχανικού κλείστρου το οποίο κόβει την εισροή του φωτός κατά το διάστημα της μεταφοράς.

Τα FT CCD's, επίσης έχουν μεγαλύτερο κόστος καθώς το συνολικό μέγεθος του αισθητήρα είναι μεγαλύτερο.

Αισθητήρες εικόνας – CCD ή CMOS

- CCD
 - S/N: -3dB / οκτάβα.
 - SD \leq 62 dB
 - HD \leq 54 dB
 - UHD \leq 45 Db
- + • Ευαισθησία
 - Frame Transfer
 - Κόστος (-)
- CMOS
 - S/N
 - + • MTF
- Ευαισθησία
 - Τεχνολογία Sub-micron
 - Συλλογή φωτονίων 

Αναλύσεις HD



Έχει διαπιστωθεί ότι ο λόγος σήματος/θόρυβο (ένδειξη πόσο έχει επηρεαστεί το σήμα από τον θόρυβο) υποβαθμίζεται στα CCD κατά περίπου 3 dB / οκτάβα (ανά διπλασιασμό συχνότητας) κι έτσι από τα 62dB στην standard ανάλυση, το CCD παρουσιάζει απόδοση 54dB στην υψηλή ανάλυση ενώ για υψηλότερες (4k x 2k) μπορεί να πέσει κάτω από τα 45dB, όπου αρχίζει να πλησιάζει το πάνω κατώφλι του σήματος VHS!. Αυτό αποτυπώνεται στη διπλανή γραφική παράσταση όπου καθορίζονται τα όρια του εμπειρικού σύνθετου λευκού θορύβου (από το CCD & των άλλων κυκλωμάτων) που έχουν τάση να αυξάνονται όσο αυξάνεται η ανάλυση.

Στους αισθητήρες CMOS, λόγω κατασκευαστικών διαφορών όπως των ενισχυτών σήματος ανά ρixel, το πρόβλημα αυτό δεν υφίσταται και έτσι για ψηλές αναλύσεις ο λόγος S/N παραμένει ικανοποιητικός (δεύτερη γραφική παράσταση). Αυτός είναι ένας πρόσθετος λόγος που η τεχνολογία αυτή προτιμάται στην κατασκευή αισθητήρων πέραν των 2/3" (4/3", super 35, full frame).

Για τους ίδιους κατασκευαστικούς λόγους που επιτρέπουν χαμηλότερο θόρυβο σε υψηλούς ρυθμούς video, το modulation transfer function στους αισθητήρες CMOS CCD είναι ψηλότερο.

Η ευαισθησία παραμένει πλεονέκτημα του CCD ειδικά των Frame Transfer CCD's, εντούτοις το CMOS βελτιώνεται καθώς η κατασκευή σε μεγέθη κάτω από το micron ανεβάζει την δυνατότητα συλλογής φωτονίων.

Αισθητήρες εικόνας – Μέγεθος

- Βάθος Πεδίου

- Ορισμός

- Αίσθηση

- Φίλμ

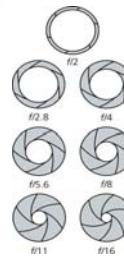
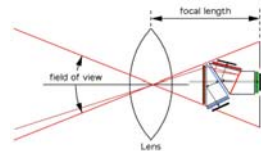
- Βάθους

- Αυξάνεται όταν:

- Διάμετρος διαφράγματος του φακού

- Απόσταση από το αντικείμενο

- Εστιακή απόσταση του φακού



Θα εξετάσουμε πως το μέγεθος του αισθητήρα μπορεί να διαμορφώσει το βάθος πεδίου– ένα θέμα που ενδιαφέρει ιδιαίτερα αυτούς που ασχολούνται και με τις εξελίξεις και στον τομέα των DLSR καμερών, όπου επιτυγχάνεται μικρό βάθος πεδίου.

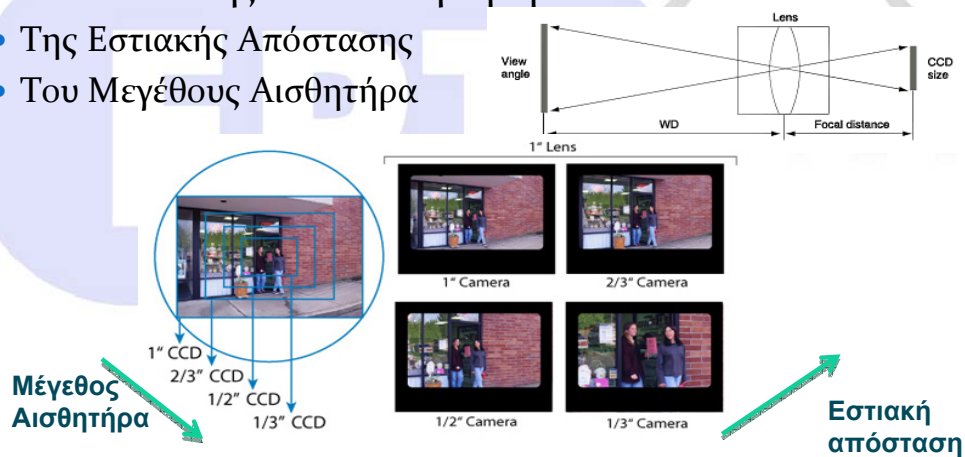
Ός βάθος πεδίου ορίζονται οι περιοχές, μπροστά και πίσω από το εστιασμένο θέμα, που είναι καθαρές και διακρίνονται με ακρίβεια. Στα όρια του πλέον τα σημεία γίνονται θολά και είναι ορατοί πια οι κύκλοι σύγχυσης (circles of confusion) – ένας πιο δόκιμος όρος με τον οποίο ορίζουμε τότε ένα σημείο είναι θολό.

Με μικρό βάθος πεδίου επιτυγχάνεται η αίσθηση του φιλμ, όπου η εστίαση μόνο στο αντικείμενο που ενδιαφέρει, προσθέτει βάθος στην δισδιάστατη εικόνα.

Το βάθος πεδίου αυξάνεται όσο μικραίνει η διάμετρος του διαφράγματος του φακού (ή μεγαλώνει η τιμή f που αντιπροσωπεύει τον λόγο της εστιακής απόστασης με την διάμετρο του διαφράγματος – σε μια κάμερα με αισθητήρα όσο μια καρφίτσα, τα πάντα είναι σε εστίαση), μεγαλώνει η απόσταση από το αντικείμενο και ελαττώνεται η εστιακή απόσταση του φακού. Ας κρατήσουμε την τελευταία αυτή παράμετρο (εστιακή απόσταση) για περαιτέρω ανάλυση στην επόμενη διαφάνεια.

Αισθητήρες εικόνας – Μέγεθος

- Η Γωνία Θέασης είναι συνάρτηση:
 - Της Εστιακής Απόστασης
 - Του Μεγέθους Αισθητήρα



Επαναφορά γωνίας θέασης στο μικρότερο αισθητήρα:

Εστιακή απόσταση ↓ → Βάθος πεδίου ↑

Η γωνία θέασης είναι συνάρτηση της εστιακής απόστασης και του μεγέθους τους αισθητήρα της κάμερας. Διατηρώντας τις υπόλοιπες παραμέτρους ίσες, όσο μικραίνει ο αισθητήρας, μεγαλώνει η εστιακή απόσταση κι έτσι το κάδρο της εικόνας κλείνει.

Για να διατηρήσουμε, λοιπόν το ίδιο κάδρο (γωνία θέασης) στον μικρότερο αισθητήρα, θα πρέπει χρησιμοποιηθεί φακός με μικρότερη εστιακή απόσταση. Αυτό, όπως έχουμε δει στη προηγούμενη διαφάνεια, επιφέρει αύξηση του βάθους πεδίου.

Ένας μικρότερος αισθητήρας, λοιπόν, για το ίδιο πλάνο θα απαιτήσει φακό με μικρότερη εστιακή απόσταση με αποτέλεσμα την αύξηση του βάθους πεδίου (διατηρώντας τις υπόλοιπες παραμέτρους σταθερές).

Αισθητήρες εικόνας – Μέγεθος

- Πως επηρεάζεται το βάθος πεδίου από το μέγεθος του αισθητήρα

Sensor	Focal length for normal perspective	Circle of confusion (1080-line picture)	Aperture	Hyperfocal distance
Full-frame 35	50mm	0.019mm	f2 f8	65.79m 16.45m
Super 35	33mm	0.017mm	f2 f8	32.03m 8.01m
MFT	24.3mm	0.012mm	f2 f8	24.6m 6.15m
2/3in	13.3mm	0.005mm	f2 f8	17.69m 4.42m
1/3in	7.3mm	0.003mm	f2 f8	8.88m 2.22m

ΥΠΕΡΕΣΤΙΑΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ
(το κοντινότερο «καθαρό» σημείο όταν ο φακός εστιάζεται στο άπειρο)

Broadcast Engineering

May 2011

Το συμπέρασμα της προηγούμενης διαφάνειας αποτυπώνεται στον ακόλουθο πίνακα (Broadcast Engineering – Μάιος 2011) όπου το βάθος πεδίου μπορεί να εξαχθεί από την υπέρ-εστιακή απόσταση (το κοντινότερο καθαρό σημείο όταν ο φακός εστιάζεται στο άπειρο).

Για τον αισθητήρα που είναι Full Frame τα αντικείμενα που είναι σε εστίαση ξεκινούν από τα 65 μέτρα περίπου (με διάφραγμα f2) ενώ για τον αισθητήρα του 1/3" είναι όλα είναι σε εστίαση από τα 10 μέτρων και πέρα.

Οι DSLR που διαθέτουν αισθητήρες μεγάλου μεγέθους (από το Micro Four Thirds και πάνω) πετυχαίνουν, και με τον συνδυασμό κατάλληλων φακών, εξαιρετικά μικρό βάθος πεδίου (εάν τοποθετηθεί στην κάμερα και τηλεφακός (μεγάλη εστιακή απόσταση) τότε το βάθος πεδίου ελαττώνεται περαιτέρω).

Πρότυπο Εγγραφής - Συμπίεση

- Γενικά
 - Σκοπός
 - Με / χωρίς απώλεια δεδομένων
 - Ποιότητα / Αποδοτικότητα
 - Studio → Ποιότητα
 - Μετάδοση → Αποδοτικότητα
- Συμπίεση - Πως πραγματοποιείται (1)
 - Μαθηματικό μετασχηματισμό
 - Discreet Cosine Transform (π.χ. MPEG2,4)
 - Wavelet (π.χ. JPEG-2000)
 - Κβαντισμός (Quantization)
 - Κωδίκευση Εντροπίας (entropy encoding)

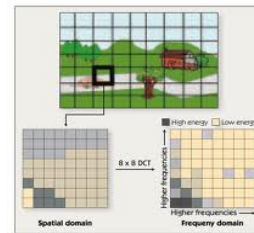


Fig. 2 Image blocks are transformed from the spatial domain to the frequency domain using a discrete cosine transform.

Για την εγγραφή του υλικού είναι απαραίτητη η συμπίεση του ώστε να ελαττωθεί ο ρυθμός των δεδομένων για την ευκολότερη μεταφορά και εγγραφή τους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με ή χωρίς απώλεια δεδομένων (η συμπίεση που γίνεται σε υλικό video είναι συνήθως το πρώτο) και επιτρέπει ανάλογα καλύτερη ποιότητα ή μεγαλύτερη αποδοτικότητα. Με αντίστοιχους συμβιβασμούς μπορεί να δώσει κανείς έμφαση στην ποιότητα ή αποδοτικότητα. Στο στούντιο αναζητούμε την ποιότητα ενώ για την μετάδοση ο στόχος είναι η αποδοτικότητα δηλ. ο χαμηλός ρυθμός δεδομένων.

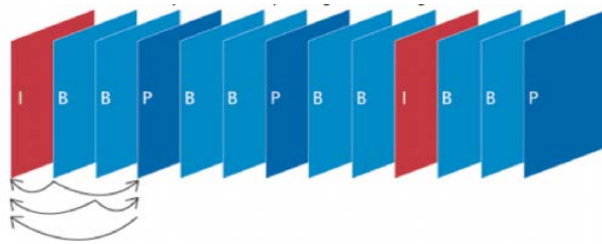
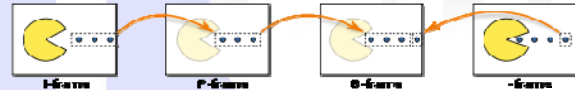
Αρχικά πραγματοποιείται ένας μαθηματικός μετασχηματισμός όπου μετατρέπονται οι πληροφορίες της εικόνας σε συνιστώσες συχνότητας για να ξεφορτωθούμε αυτές που είναι λιγότερο ορατές στο μάτι. Η κύρια διαφορά μεταξύ συμπίεσης DCT & Wavelet είναι ότι η πρώτη αναλύει τις συχνότητες ενός τμήματος της εικόνας (block) ενώ η δεύτερη σε ολόκληρη την εικόνα. Έτσι στην πρώτη περίπτωση υπάρχει η ανάγκη να αντιμετωπιστούν προβλήματα στα όρια των τμημάτων (blocking artifacts). Το δεύτερο είναι πιο σύνθετη μέθοδος που απαιτεί περισσότερη επεξεργαστική δύναμη ενώ παρέχει δυνατότητα μεγαλύτερης συμπίεσης χωρίς ορατή παραμόρφωση (σε μεγάλες συμπιέσεις η εικόνα γίνεται πιο θολή).

Στην συνέχεια πραγματοποιείται ο κβαντισμός όπου τα δεδομένα ελαττώνονται – σαν στρογγυλοποίηση σε μικρότερη ακρίβεια, λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες θορύβου κλπ.

Η κωδίκευση εντροπίας είναι μια μορφή συμπίεσης χωρίς απώλεια δεδομένων όπου εντοπίζονται και κωδικοποιούνται επαναλαμβανόμενες ακολουθίες δεδομένων.

Πρότυπο Εγγραφής - Συμπίεση

- Συμπίεση – Πως πραγματοποιείται (2)
 - Εντός πλαισίου (Intraframe) – Διάσταση χώρου
 - DV, MPEG-2 (IMX), AVC-Intra, JPEG-2000, DNxHD κλπ.
 - Μεταξύ πλαισίων (Interframe) – Διάσταση χρόνου
 - Group of Pictures (GOP)
 - I (intra)
 - 7:1
 - P (predicted) ←
 - 20:1
 - B (bi-directional) frames ↔
 - 50:1



Η περιγραφή του μηχανισμού ως τώρα αφορά την διάσταση του χώρου και πραγματοποιείται εντός του πλαισίου.

Καθώς συχνά ένας μεγάλος αριθμός από pixels είναι ίδιος από πλαίσιο σε πλαίσιο, μπορούμε να βελτιώσουμε την αποδοτικότητα εφαρμόζοντας συμπίεση στη διάσταση του χρόνου.

Αυτό επιτυγχάνεται δημιουργώντας μια ομάδα από πλαίσια (Group of Pictures) στην οποία συνυπάρχουν τα πλαίσια I (όπου η συμπίεση γίνεται εσωτερικά στο πλαίσιο με περίπου 7:1 μείωση), τα πλαίσια P που δημιουργούνται με αναφορά προηγούμενα I ή άλλα P πλαίσια (και προκαλούν μείωση περίπου 20:1) και τα πλαίσια B (που μειώνουν τα δεδομένα κατά περίπου 1:50) που δημιουργούνται ανάλογα με προηγούμενα και επόμενα πλαίσια.

Για παράδειγμα σε μια σκηνή όπου ένα αμάξι κινείται με σταθερό το φόντο, στα ενδιάμεσα P & B πλαίσια θα υπάρχει μόνο η πληροφορία του αμαξιού.

Πρότυπο Εγγραφής - Συμπίεση

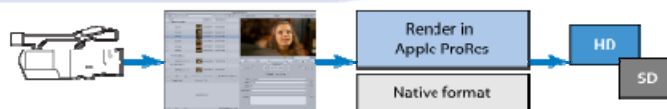
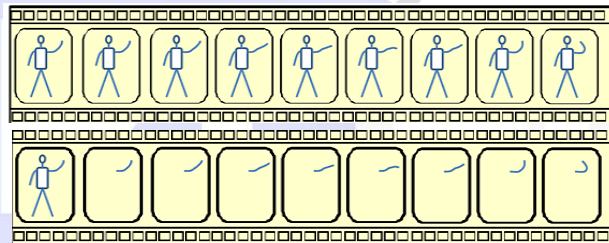
- Επεξεργασία (μοντάζ)

- Intraframe

- Interframe

- I
- I-P
- I-P-B

- Διαχείριση μορφότυπου



- Επανακωδικοποίηση (interframe → intraframe)
π.χ. Final Cut Pro : μορφότυπο υλικού → Apple ProRes
- Εργασία στο αρχικό μορφότυπο (απαιτείται συμβατότητα)
π.χ. Final Cut Pro: ← XDCAM ← AVCINTRA

Η διαχείριση του υλικού μπορεί να γίνει είτε επανακωδικοποιώντας το υλικό ή χρησιμοποιώντας το αρχικό μορφότυπο εφόσον αυτό υποστηρίζεται από το λογισμικό.

Στο intraframe υλικό κάθε πλαίσιο είναι κωδικοποιημένο μεμονωμένα κι έτσι δεν απαιτείται η αποκωδικοποίηση του κατά το μοντάζ, εφόσον υποστηρίζεται από το λογισμικό.

Στο interframe υλικό εφόσον στα P & B πλαίσια κωδικοποιούνται μόνο οι διαφορές μεταξύ των πλαισίων, το I frame θεωρείται πιο κατάλληλο για μοντάζ, μετά το I-P, και τέλος το I-P-B. Αυτό συμβαίνει καθώς απαιτείται η επανακωδικοποίηση των P & B frames όταν τα επεξεργαζόμαστε, ακόμα και στην απλή λειτουργία αποκοπής (cut), αυξάνοντας τον χρόνο επεξεργασίας. Επίσης δημιουργείται στο υλικό μια επιπλέον γενιά η οποία μειώνει την ποιότητα του.

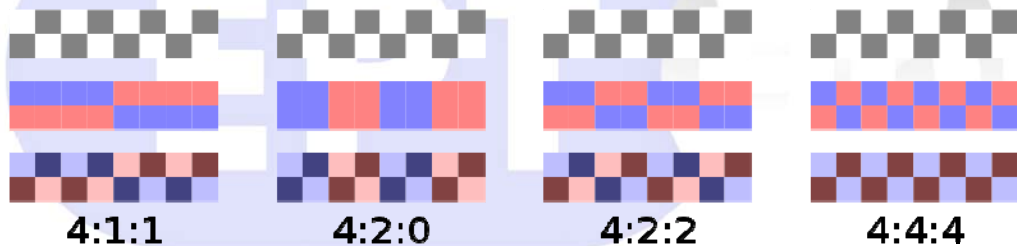
Η συμβατότητα των προτύπων συμπίεσης με τα συστήματα μοντάζ συνεχώς βελτιώνεται. Για παράδειγμα είναι δυνατόν αυτή τη στιγμή στο Apple Final Cut Pro να εισάγουμε και να εξάγουμε XDCAM υλικό ενώ το AVCIntra μπορεί να εισαχθεί αλλά όχι να εξαχθεί καθώς δεν υποστηρίζεται η κωδικοποίηση του παρά μόνο η αποκωδικοποίηση του.

Είναι συνήθης πρακτική, επίσης, να μετατρέπεται το υλικό interframe σε intraframe συμπίεση όταν εισάγεται σε μονταζιέρα όπως το Apple ProRes στην περίπτωση του συστήματος μονταζ Final Cut Pro.

Στην περίπτωση του XDCAM είναι ακόμη δυνατή η επιλογή εργασίας μέρος του υλικού σε ProRes καθώς η timeline του συγκεκριμένου μοντάζ μπορεί να περιέχει πολλαπλά μορφότυπα. Αυτό εξοικονομεί χώρο καθώς το interframe υλικό απαιτεί λιγότερη χωρητικότητα, καθώς και χρόνο αν θα εξάγουμε το υλικό στην αρχική του μορφή ως XDCAM.

Πρότυπο Εγγραφής

- Συμπίεση – Πως πραγματοποιείται (3)
 - Δειγματοληψία χρώματος (Chroma subsampling)



<u>Δείγματα χρώματος</u>	<u>Δείγματα χρώματος</u>	<u>Δείγματα χρώματος</u>	<u>Δείγματα χρώματος</u>
25% οριζόντιας ανάλυσης	50% οριζόντιας ανάλυσης	50% οριζόντιας ανάλυσης	100% οριζόντιας ανάλυσης
100% κάθετης ανάλυσης	50% κάθετης ανάλυσης	100% κάθετης ανάλυσης	100% κάθετης ανάλυσης

- Βάθος χρώματος (bit depth)
 - 8 bit (256 επίπεδα) - 10 bit (1024 επίπεδα)

Συμπίεση στα δεδομένα επίσης επιτυγχάνουμε με την μείωση των δειγμάτων του χρώματος σε μια εικόνα, καθώς το ανθρώπινο μάτι παρουσιάζει μικρότερη ευαισθησία στο χρώμα σε σχέση με την φωτεινότητα. Με τα πρώτα δύο συστήματα (4:1:1 & 4:2:0) παίρνουμε ένα χρωματικό δείγμα κάθε 4 δείγματα φωτεινότητας, στο τρίτο (4:2:2) ο λόγος γίνεται 1:2 και στο τελευταίο (4:4:4) παίρνουμε ίσα δείγματα και από τα δύο.

Επίσης τα δεδομένα συμπιέζονται ανάλογα με την ανάλυση του δείγματος σε bit. Το πρώτο (8 bit) σύστημα μας δίνει 256 επίπεδα ενώ το δεύτερο (10 bit) σύστημα 1024 επίπεδα ανάλυσης.

Πρότυπο Εγγραφής – DVCPRO HD

- 4 Παράλληλα DV codecs
 - Τύπος συμπίεσης: Intraframe
 - Συμπίεση Discrete Cosine Transform (DCT)

- Ανάλυση εγγραφής

- 720p →
- 1080i →

1280
↑
960 x 720

ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

1920
↑
1440 x 1080

- Δειγματοληψία 4:2:2 (DVCPRO50)
- Ρυθμός δεδομένων: 100 Mbps
- Βάθος χρώματος: 8 bit.
- Μέσο εγγραφής: κασέττες DVCPRO
κάρτες μνήμης P2.



Το DVCPRO HD ή DVCPRO 100 format χρησιμοποιεί 4 DV κωδικοποιήσεις σε παράλληλη διάταξη τα οποία διαθέτουν συμπίεση Intraframe (η συμπίεση γίνεται εντός του πλαισίου εικόνας) και DCT.

Η ανάλυση της εγγραφής είναι 960x720 pixels για 720p και 1440x1080 για 1080/50i. Κατά την αναπαραγωγή γίνεται upsampling σε πλήρες HD πλέγμα. Η δειγματοληψία είναι όμοια με αυτή του DVCPRO50 που είναι το 4:2:2. Ο ρυθμός δεδομένων είναι στα 100 mbps/s για τα 50 καρέ/δευτ.

Πρότυπο Εγγραφής – HDCAM

- High Definition εκδοχή του Digital Betacam (+50%)
 - Τύπος Συμπίεσης: Intraframe
 - Συμπίεση Discrete Cosine Transform (DCT)

- Ανάλυση εγγραφής

- 1080i

→

1920
1440 x 1080

ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

- Δειγματοληψία 3:1:1
- Ρυθμός δεδομένων: 144 Mbps
- Βάθος χρώματος: 8 bit.
- Μέσο εγγραφής: κασέτες HDCAM.



Με χρονιά εισαγωγής το 1997 το HDCAM ήταν η High definition εκδοχή του Digital Betacam (με αύξηση κατά 50% του ρυθμού δεδομένων). Χρησιμοποιεί συμπίεση Intraframe (η συμπίεση γίνεται εντός του πλαισίου εικόνας), DCT και εγγραφή 1440x1080 pixels που γίνεται upsampled κατά την αναπαραγωγή. Η δειγματοληψία είναι 3:1:1, που σημαίνει ότι περιορίζεται και η δειγματοληψία της φωτεινότητας ενώ λαμβάνονται δείγματα χρωματικότητας με λόγο 1/3. Ο ρυθμός δεδομένων εγγραφής είναι στα 144 Mbit/s, ενώ το μέσο εγγραφής είναι οι κασέτες τύπου HDCAM.

Πρότυπο Εγγραφής – HDCAM - SR

- Superior Resolution (SR) εκδοχή του HDCAM
 - Τύπος Συμπίεσης: Intraframe
 - Συμπίεση MPEG-4 Studio Profile (SP) Part 2
- Ανάλυση εγγραφής 1920 x 1080
- Δειγματοληψία 4:2:2 / 4:4:4 / 8:8:8 (ταχύτητα x 2)
- Ρυθμός δεδομένων: 440 / 880 Mbps
- Βάθος χρώματος: 10 bit.
- Μέσο εγγραφής: κασέτες HDCAM SR



Με χρονιά εισαγωγής το 2003, το HDCAM SR παρουσιάστηκε για την εγγραφή του πλήρους σήματος high definition χωρίς τους περιορισμούς του απλού HDCAM. Με συμπίεση intraframe (η συμπίεση γίνεται εντός του πλαισίου εικόνας) αλλά αξιοποιώντας πιο σύγχρονο αλγόριθμο συμπίεσης (mpeg-4 sp part 2) – το mpeg4 διαθέτει πάνω από 20 στάνταρτ τα οποία ονομάζει parts – διαθέτει ανάλυση πλήρους πλέγματος, δειγματοληψία 4:2:2, 4:4:4 (RGB) ακόμα και 8:8:8 σε διπλάσια ταχύτητα κασέτας, φτάνοντας τα 880 Mbps. Το πρότυπο είναι ιδανικό για την εγγραφή ποιότητας Master.

Η πυκνότητα των σωματιδίων της κασέτας SR είναι διπλάσια από το απλό HDCAM.

Πρότυπο Εγγραφής – AVC INTRA

- Τύπος Συμπίεσης: Intraframe
- Συμπίεση H.264/MPEG-4 Part 10 ή AVC (Advanced Video Coding)
 - AVCHD → H.264 Interframe Long GOP (Blue-Ray, MS, SD,HD)
- Δειγματοληψία / Ρυθμός δεδομένων / ανάλυση
 - AVC-Intra 50: 4:2:0 / 50 Mbps / 1440 x 1080
 - AVC-Intra 100: 4:2:2 / 100 Mbps / 1920 x 1080
 - Βάθος χρώματος: 10 bit.
- Μέσο εγγραφής: Κάρτα μνήμης P2.



Παρουσιάστηκε το 2007 από την Panasonic και χρησιμοποιεί την κωδικοποίηση H.264 (MPEG-4 Part 10).

Η κωδικοποίηση H.264/MPEG-4 AVC επιτρέπει ένα αριθμό από προφίλ (17) τα οποία καθορίζουν διάφορες παραμέτρους (βάθος χρώματος, δειγματοληψία, ανάλυση, intraframe/interframe κλπ).

Το AVC INTRA διαθέτει προφίλ High 10, το οποίο είναι intraframe (η συμπίεση γίνεται εντός του πλαισίου εικόνας). Τα χαρακτηριστικά Δειγματοληψίας/Ρυθμού Δεδομένων/Ανάλυσης παρουσιάζονται στη διαφάνεια.

Σε αντίθεση, το AVCHD (το οποίο χρησιμοποιεί την ίδια κωδικοποίηση H.264) έχει προφίλ interframe Long GOP, που το καθιστά ημι-επαγγελματικό φορμάτ. Στην επόμενη διαφάνεια αυτό αποδεικνύεται και στη πράξη.

Πρότυπο Εγγραφής – AVCHD

TVBEUROPE

AF101 in broadcast production first
21 April 2011



Μια πρόσφατη δημοσίευση περιγράφει ένα ντοκιμαντέρ παραγωγής του σταθμού AL-JAZEERA, στο οποίο χρησιμοποιήθηκε η κάμερα της PANASONIC AG-AF100 (με αισθητήρα MFT – Micro Four Thirds). Ενώ η κάμερα είχε ικανοποιητική ποιότητα λήψης, η εγγραφή της σε μορφότυπο AVCHD (24Mbps) δεν ήταν αποδεκτή από το σταθμό. Ως εκ τούτου, χρησιμοποιήθηκε η έξοδος HD-SDI και η κωδικοποίηση σε ρυθμό δεδομένων 50 Mbps με εξωτερικό εγγραφέα.

Πρότυπο Εγγραφής – AVC ULTRA

- Ρυθμός Δεδομένων: 200 Mbps.
- Frame rates:
 - 1920x1080 (50p) 4:2:2 10bit
 - 1920x1080 (24p) καθώς και 2K (24p) 4:4:4 12bit
- Υποστήριξη 3D



Το πρότυπο AVC ULTRA παρουσιάστηκε το 2009 από την Panasonic με υψηλότερο ρυθμό δεδομένων (200 Mbps) προσθέτοντας υποστήριξη για 1080/50p και 3D. Τα χαρακτηριστικά του παρουσιάζονται στη διαφάνεια.

Πρότυπο Εγγραφής – XDCAM

- Τύπος Συμπίεσης: Interframe
- Συμπίεση MPEG-2 Long GOP
- Δειγματοληψία / Ρυθμός δεδομένων / ανάλυση
 - MPEG HD 4:2:0 / 35 Mbps / 1440 x 1080
 - MPEG HD 4:2:2 / 50 Mbps / 1920 x 1080
 - Βάθος χρώματος: 8 bit.
- Μέσο εγγραφής:
 - Οπτικός δίσκος
 - Κάρτα μνήμης SxS
 - Κάρτα μνήμης SD



Το πρότυπο εγγραφής της SONY XDCAM διαθέτει συμπίεση Interframe, με συμπίεση MPEG-2 Long GOP δηλ. μεταξύ πλαισίων. Τα χαρακτηριστικά του παρουσιάζονται στη διαφάνεια.

Πρότυπο Εγγραφής – Πίνακας

ENG/ΕΡΡ ΜΟΡΦΟΤΥΠΑ HIGH DEFINITION					
Μορφότυπο	Συμπίεση	Ανάλυση	Δειγματοληψία	Βάθος Χρώματος	Data Rate Mbps
MPEG HD 4:2:0 (XDCAM)	Interframe	1440x1080	4:2:0	8 Bit	35
AVC-Intra 50	Intraframe	1440x1080	4:2:0	10 Bit	50
DVCProHD	Intraframe	1440x1080	4:2:2	8 Bit	100
MPEG HD 4:2:2 (XDCAM)	Interframe	1920x1080	4:2:2	8 Bit	50
HDCAM	Intraframe	1440x1080	3:1:1	8 Bit	144
AVC-Intra 100	Intraframe	1920x1080	4:2:2	10 Bit	100
HDCAM-SR	Intraframe	1920x1080	4:2:2	10 Bit	440

Εδώ είναι ένας συγκεντρωτικός πίνακας με τα μορφότυπα που παρουσιάστηκαν. Έχουν τοποθετηθεί σε αύξουσα σειρά με βάση την ποιότητα, εντούτοις σε εφαρμογές που διαθέτουν περιορισμένο εύρος ζώνης για τη μεταφορά του σήματος ή μικρή χωρητικότητα για την αποθήκευση του, αποκτά ιδιαίτερη σημασία η μεγαλύτερη απόδοση της συμπίεσης (μικρότερος ρυθμός δεδομένων).

Το κεφάλαιο της σύγκρισης μεταξύ των μορφότυπων intraframe και interframe είναι μεγάλο, αλλά σε γενικές γραμμές μπορεί να πει κανείς ότι από άποψη ποιότητας κερδίζει το πρώτο (καθώς ποτέ δεν υποφέρει από παράσιτα κίνησης - motion artifacts) ενώ από άποψη εξοικονόμησης ρυθμού δεδομένων κερδίζει το δεύτερο.

Είναι ασφαλές να ειπωθεί, επίσης, ότι για να επιτευχθεί συγκρίσιμη ποιότητα, η συμπίεση interframe θα σχηματίσει χαμηλότερο ρυθμό δεδομένων από τη συμπίεση intraframe. Αυτό επιβεβαιώνεται και στην επόμενη διαφάνεια όπου η κωδικοποίηση interframe των 50 Mbps θεωρείται από την EBU ως ισοδύναμη με την κωδικοποίηση intraframe στα 100 Mbps.

Πρότυπο Εγγραφής – Οδηγία EBU

- Παραγωγή HD Προγραμμάτων:
 - 50 Mbit/s 4:2:2 - interframe
 - 100 Mbit/s 4:2:2 - intraframe
- Παραγωγή HD ειδήσεων :
 - 35 Mbit/s MPEG-2 - interframe @ 4:2:0
 - 50 Mbit/s AVC - intraframe @ 4:2:0

EBU – Recommendation R132



Signal Quality in HDTV
Production and Broadcast Services

Σύμφωνα με την πρόσφατη οδηγία της EBU (R 132) οι ελάχιστες προδιαγραφές κωδικοποίησης για την παραγωγή προγραμμάτων είναι:

- 50 Mbit/s 4:2:2 minimum for inter-frame codecs, ή
- 100 Mbit/s 4:2:2 minimum for intra-frame codecs.

Για τις ειδησεογραφικές εφαρμογές είναι αποδεκτές και οι κωδικοποιήσεις:

- 35 Mbit/s MPEG-2 inter-frame codecs at 4:2:0, ή
- 50 Mbit/s AVC intra-frame codecs at 4:2:0.

Πρότυπο Εγγραφής – Πίνακας ↔ EBU R132

EBU TECHNICAL EBU-UEP MEDIA TECHNOLOGY & INNOVATION		ΜΟΡΦΟΤΥΠΑ HIGH DEFINITION				
Μορφότυπο	Συμπίεση	Ανάλυση	Δειγματοληψία	Βάθος Χρώματος	Data Rate Mbps	
MPEG HD 4:2:0 (XDCAM)	Interframe	1440x1080	4:2:0	8 Bit	35	
AVC-Intra 50	Intraframe	1440x1080	4:2:0	10 Bit	50	
DVCProHD	Intraframe	1440x1080	4:2:2	8 Bit	100	
MPEG HD 4:2:2 (XDCAM)	Interframe	1920x1080	4:2:2	8 Bit	50	
HDCAM	Intraframe	1440x1080	3:1:1	8 Bit	144	
AVC-Intra 100	Intraframe	1920x1080	4:2:2	10 Bit	100	
HDCAM-SR	Intraframe	1920x1080	4:2:2	10 Bit	440	

ΕΙΔΗΣΕΙΣ
 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ

Η οδηγία EBU R 132 όπως αποτυπώνεται στον πίνακα των μορφότυπων που έχουν παρουσιαστεί.

Πρότυπο Εγγραφής – Μέσο

- Οπτικός δίσκος
 - 23 GB (single-layer, rewritable)
 - 50 GB (dual-layer, rewritable)
 - 128 GB (quad-layer, write-once).
- Κάρτες μνήμης
 - SxS
 - SxS Pro, SxS-1
 - P2
 - SD
- Πλεονεκτήματα
 - Κόστος συντήρησης (καθόλου κινούμενα μέρη)
 - Διαχείριση υλικού
 - Ραγδαία ανάπτυξη τεχνολογίας



Το format XDCAM και XDCAM HD χρησιμοποιεί ένα δίσκο 120mm –όπως το CD ή το DVD- που γράφει 23 ή 50GB (σε διπλή επίστρωση) ή 128GB (write once). Παρόλο που χρησιμοποιεί το ίδιο είδος laser, δεν είναι συμβατό με την τεχνολογία Blu-ray (μεγαλύτερη ταχύτητα μεταγωγής).

Η SxS κάρτα μνήμης παρουσιάστηκε το 2008 για τα προϊόντα XDCAM (SxS Pro) και παράγεται από την SONY & την SANDISK. Είναι μια κάρτα με ολοκληρωμένα κυκλώματα μνήμης, που είναι συμβατή με τον δίαυλο express. Το Δεκέμβριο του 2009 παρουσιάστηκε η πιο οικονομική SxS-1 η οποία διαθέτει λιγότερο χρόνο ζωής (περίπου 5 έτη καθημερινής πλήρους χρήσης).

Η κάρτα μνήμης P2 παρουσιάστηκε το 2004 και περιέχει 4 κάρτες SD, σε συστοιχία RAID 0 τετραπλασιάζοντας την χωρητικότητα και την ταχύτητα της μονής κάρτας. Μπορεί να τοποθετηθεί σε δίαυλο PCMCIA ο οποίος ήταν δεδομένος σε κάθε φορητό υπολογιστή, όμως από το 2007 και μετά η πλειονότητα των laptops έχει στραφεί στον δίαυλο express.

Οι κάρτες μνήμης προσφέρουν μικρότερο κόστος συντήρησης (καθόλου κινούμενα μέρη) και πλεονεκτήματα στη διαχείριση του υλικού. Παρόλο που βλέπουμε εξελίξεις στο τομέα του οπτικού δίσκου, εντούτοις η πιο ραγδαία ανάπτυξη υπάρχει στο τομέα των μνημών.

Η Secure Digital κάρτα μνήμης χρησιμοποιείται από κατασκευάστριες εταιρείες όπως η JVC για εγγραφή MPEG-2 video in Quicktime container (MOV) or in XDCAM EX container (MP4). Είναι αρκετά πιο οικονομική, δεν διαθέτει όμως τις χωρητικότητες, την ταχύτητα μεταφοράς του υλικού (που φτάνει τα 800Mbps στην SxS & P2) καθώς και τον εσωτερικό έλεγχο ποιότητας που πραγματοποιείται από τις άλλες κάρτες.

Οι κάρτες μνήμης περιέχουν, επίσης, το υλικό και σε χαμηλή ανάλυση (proxy), μια εικόνα του (thumbnail) και μεταδεδομένα (metadata).

Πρότυπο Εγγραφής – Μέσο

- Χρόνος εγγραφής

P2

Model #	Capacity	DVCPPro	DVCPProHD 720pN24	DVCPPro50, DVCP roHD 720p30, or AVC-Intra 50	DVCPProHD at1080i60 or 720p60, or AVC- Intra 100
AJ-P2C004H	4GB	16 min.	10 min.	8 min.	4 min.
AJ-P2C008H	8GB	32 min.	20 min.	16 min.	8 min.
AJ-P2C016H	16GB	1 hr. 4 min.	40 min.	32 min.	16 min.
AJ-P2C032H	32GB	2 hrs. 8 min.	1 hr. 20 min.	1 hr. 4 min.	32 min.
AJ-P2C064H	64GB	4 hrs. 16 min.	2 hr. 40 min.	2 hr. 8 min.	64 min.

SxS

		New SxS-1		SxS PRO™	
File Systems	Mode Settings	SBS-64G1A	SBS-32G1A	SBP-32	SBP-16
FAT	HQ (35Mbps)	200min	100min	100min	50min
	SP (25Mbps)	280min	140min	140min	70min
	DVCAM (25Mbps)	260min	130min	130min	65min
UDF	HD422 (50Mbps)	120min	60min	60min	30min
	HD420 HQ (35Mbps)	180min	90min	90min	45min
	IMX50 (50Mbps)	120min	60min	60min	30min
	DVCAM (25Mbps)	220min	110min	110min	55min

**Πολλαπλές
θύρες**



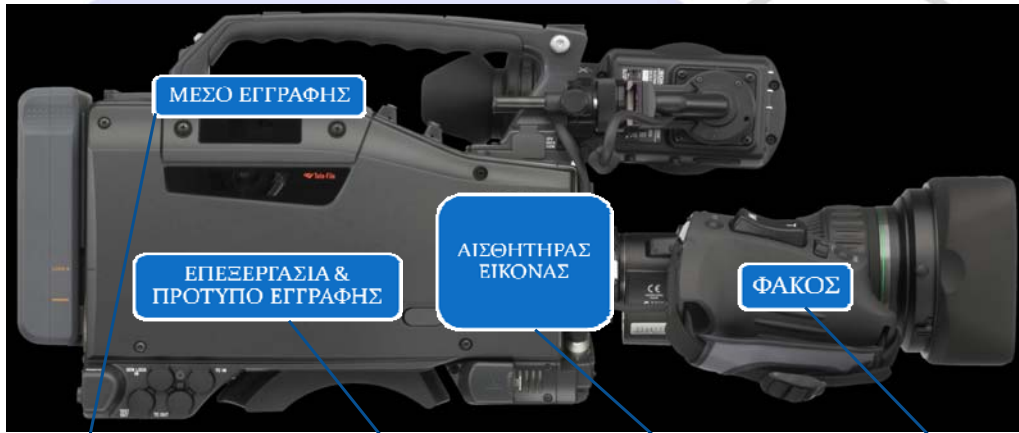
Ο χρόνος εγγραφής των καρτών έχει ως εξής:

P2: 64GB → 64min. DVCPROHD ή AVCINTRA100

SxS: 64GB → 120min. HD422 (50Mbps)

Η χωρητικότητα αυτή πολλαπλασιάζεται εφόσον υπάρχουν πολλαπλές θύρες στην κάμερα. Όταν γεμίσει μια κάρτα, συνεχίζεται η εγγραφή στην επόμενη.

Τι εξετάσαμε:



ΜΕΣΑ ΕΓΓΡΑΦΗΣ
ΟΠΤΙΚΟΣ ΔΙΣΚΟΣ
ΚΑΡΤΕΣ ΜΝΗΜΗΣ

ΕΙΔΗ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ
INTRAFRAME
INTERFRAME

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
CCD
CMOS

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
ΥΨΗΛΗΣ
ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Εξετάσαμε τα πιο πάνω μέρη της φορητής κάμερας και τις τεχνολογίες που προσφέρονται για τον πεδίο της ειδησεογραφικής High Definition κάμερας.

Ευχαριστώ
για την προσοχή σας.

