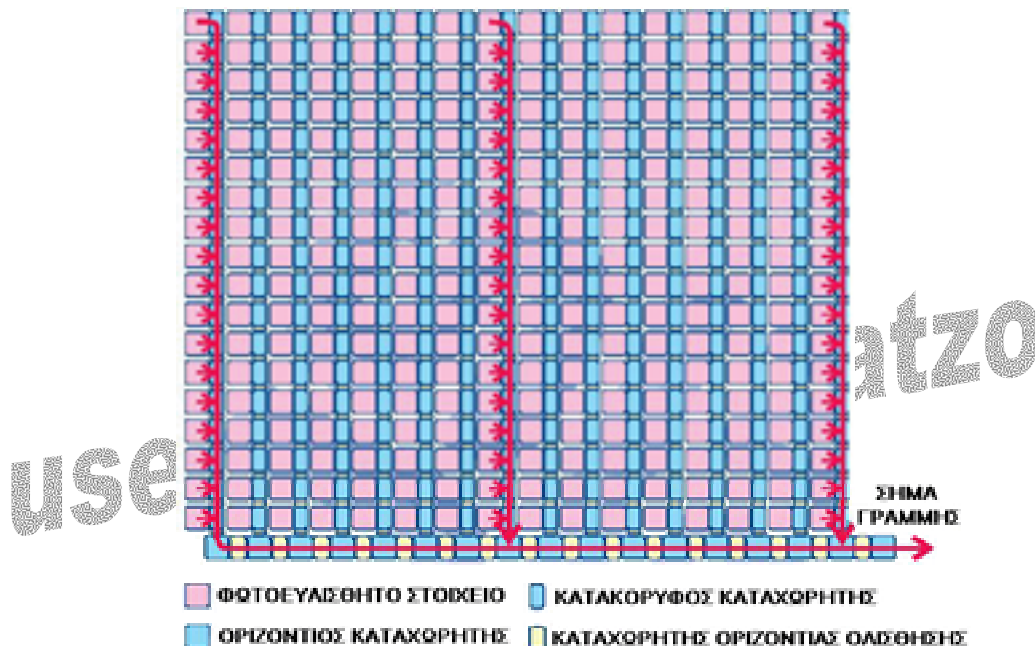


Λειτουργία & Χαρακτηριστικά μιας κάμερας

Η καρδιά μιας CCD κάμερας είναι ο **CCD αισθητήρας** της. Πρόκειται για ένα ειδικό τύπο ολοκληρωμένου που βρίσκεται ακριβώς πίσω από τον φακό. Ο φακός εστιάζει την εικόνα του ειδώλου κατευθείαν πάνω στον αισθητήρα, ο οποίος την σαρώνει και με την βοήθεια κάποιων άλλων ολοκληρωμένων παράγει το πλήρες σήμα βίντεο, έτοιμο για να εγγραφεί σε μια βιντεοκασέτα ή να αναδειχθεί σε μια τηλεόραση.

Ο αισθητήρας είναι ένα σύνολο φωτοευαίσθητων στοιχείων (με συνήθεις διαστάσεις 10x5μm έκαστο) διατεταγμένων σε μορφή πίνακα. Ένας τυπικός CCD αισθητήρας έχει περίπου 410.000 φωτοευαίσθητα στοιχεία διατεταγμένα σε 720 οριζόντιες γραμμές και 576 κατακόρυφες στήλες.



Κάθε φωτοευαίσθητο στοιχείο φορτίζεται ανάλογα με την ποσότητα φωτός που προσπίπτει πάνω του. Το φορτίο κάθε στοιχείου μεταφέρεται μέσω των οριζοντίων **καταχωρητών** στους κατακόρυφους και από εκεί στους οριζόντιους καταχωρητές ολίσθησης. Αυτοί τροφοδοτούν έναν ενισχυτή που μετατρέπει το φορτίο σε τάση, παράγοντας έτσι ένα μεταβαλλόμενο σήμα τάσης, ανάλογο των μεταβολών των φορτίων. Το σήμα αυτό αντιστοιχεί στο σήμα prevideo μιας γραμμής.

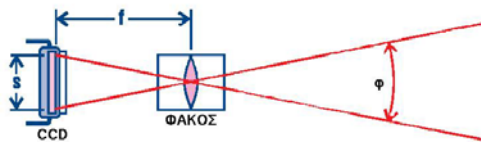
Το σύστημα αισθητήρα που περιγράψαμε είναι τύπου **μετασχηματισμού γραμμών** (interline transfer type) και χρησιμοποιείται στις κάμερες, τις ερασιτεχνικές βιντεοκάμερες και τις ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές. Υπάρχουν και οι αισθητήρες τύπου μετασχηματισμού πλαισίων ή συνδυασμού γραμμών και πλαισίων, αλλά αυτοί οι τύποι είναι περισσότεροι πολύπλοκοι και είναι ακριβότεροι.

Εάν το φωτοευαίσθητο στοιχείο μείνει πολύ ώρα εκτεθειμένο στο φως, τότε θα αποδώσει μια πολύ φωτεινή κουκίδα, ενώ αν εκτεθεί πολύ λίγο θα αποδώσει μια πολύ σκούρα. Για να αποδοθεί σωστά η φωτεινότητα θα πρέπει ο χρόνος έκθεσης των φωτοευαίσθητων στοιχείων να διαρκεί ανάλογα με τον φωτισμό του περιβάλλοντος. Αυτό ρυθμίζεται από το **αυτόματο ηλεκτρονικό κλείστρο** (AES - Automatic Electronic Shutter) καθορίζοντας τον χρόνο έκθεσης από 10μsec έως 20msec.

Όσον αφορά την **απόδοση χρώματος** από την κάμερα, υπάρχουν 2 συστήματα παραγωγής του. Στις κάμερες χαμηλού κόστους (ερασιτεχνικές κάμερες, βιντεοκάμερες και φωτογραφικές μηχανές) χρησιμοποιείται ένας μόνο αισθητήρας σε συνδυασμό με χρωματικά φίλτρα (R, G, B). Στις επαγγελματικές κάμερες χρησιμοποιούνται τρεις διαφορετικοί αισθητήρες (έναν για κάθε χρώμα) σε συνδυασμό με ένα οπτικό σύστημα διαχωρισμού της εικόνας του ειδώλου σε κάθε αισθητήρα, ώστε να πηγαίνει ακριβώς η ίδια εικόνα σε όλους. Αυτό το σύστημα επιτυγχάνει έγχρωμο σήμα υψηλότερης ποιότητας, αλλά είναι πολυπλοκότερο και ακριβότερο.

Οι **διαστάσεις των αισθητήρων** κατηγοριοποιούνται βάσει της διαγωνίου τους σε 1/2", 1/3", 1/4", 1/5", 1/6", κτλ. Οι πραγματικές διαστάσεις του αισθητήρα τύπου 1/3 είναι 4.8 x 3.6mm, ενώ του 1/4 είναι 3.6 x 2.7mm. Παρατηρείστε ότι ο λόγος πλάτους/ύψους είναι 4/3 (1:33), αντίστοιχο με τον λόγο των συστημάτων PAL.

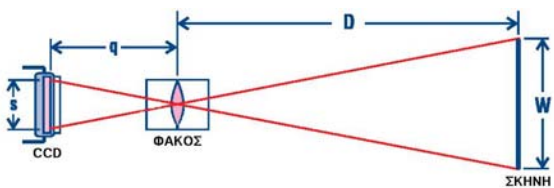
Η εστίαση μιας κάμερας εξαρτάται από το **εστιακό μήκος f** (focal length). Πρόκειται για την



απόσταση μεταξύ του CCD αισθητήρα και του φακού. Η γωνία λήψης είναι ανάλογη του εστιακού μήκους. Όσο μεγαλύτερο είναι το εστιακό μήκος τόσο μικρότερη είναι η γωνία λήψης (μακρινή λήψη - λειτουργία telephoto). Αντίστροφα όσο μικρότερο είναι το εστιακό μήκος τόσο ευρεία είναι η γωνία λήψης (κονινή λήψη).

Όσο η γωνία λήψης εξαρτάται και από το μέγεθος του αισθητήρα. Για παράδειγμα, με ένα φακό 4mm σε μια κάμερα 1/3" η γωνία λήψης είναι 62°, ενώ με τον ίδιο φακό σε μια κάμερα 1/4" η γωνία λήψης μειώνεται σε 48°.

Οι περισσότεροι ενσωματωμένοι φακοί έχουν εστιακό μήκος 2,5mm, το οποίο σε συνδυασμό με ένα αισθητήρα 1/3" προσφέρει γωνία λήψης 90° (ή 70° με ένα αισθητήρα 1/4"). Σε περίπτωση που χρειαζόμαστε μεγαλύτερη γωνία λήψης υπάρχουν ειδικοί φακοί ανάλογα με την περίπτωση, όπως ο ευρυγώνιος φακός 170° (fish eye).



Μένει λοιπόν να δούμε πως υπολογίζουμε το κατάλληλο εστιακό μήκος του φακού που χρειαζόμαστε. Στο διπλανό σχήμα φαίνονται τα μεγέθη s (το ενεργό μήκος του αισθητήρα), q (η απόσταση του φακού από τον αισθητήρα), D (η απόσταση του φακού

από την σκηνή και W (το πλάτος της σκηνής). Σημειώνουμε ότι για αποστάσεις $D > 1m$, το μέγεθος q είναι ίδιο με το εστιακό μήκος f του φακού.

Για να υπάρχει σωστή εστίαση θα πρέπει να μεταξύ αυτών των μεγεθών να ισχύει: $W/D = s/q$. Αλλά επειδή $q=f$ (όταν $D > 1m$), η σχέση επιλύεται και μας δίνει: $f = s * (D/W)$. Επομένως αν θέλουμε να πραγματοποιήσουμε μια λήψη μιας σκηνής πλάτους $W=3$ μέτρων σε μια απόσταση $D=5$ μέτρων με μια κάμερα 1/3" (δηλαδή $s=3,6mm$), τότε θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε φακό με εστιακό μήκος $f=8mm$.

Ο παρακάτω πίνακας περιέχει τις πιο συνηθισμένες αντιστοιχίες για κάμερες 1/3" και 1/4". Από αυτόν τον πίνακα μπορείτε να προσδιορίσετε τι φακό χρειάζεστε. Βέβαια υπάρχει και η ακριβότερη λύση των φακών με μεταβλητό εστιακό μήκος, με τους οποίους μπορείτε να ρυθμίζετε ακριβώς την εστίαση της κάμερας.

Τύπος αισθητήρα	Εστιακό μήκος φακού (F)	Οριζόντια γωνία λήψης (φ)	Πλάτος οθονής (W)				
			στο 1 m	στο 2 m	στο 3 m	στο 5 m	στο 10 m
1/3"	2,32 mm	92°	2,1m	4,2m	6,2m	10,3m	20,7m
	4mm	62°	1,2m	2,4m	3,6m	6m	12m
	6mm	44°	0,8m	1,6m	2,4m	4m	8m
	8mm	33°	0,6m	1,2m	1,8m	3m	6m
1/4"	2,57mm	70°	1,4m	2,8m	4,2m	7m	14m
	4mm	48°	0,9m	1,8m	2,7m	4,5m	9m
	6mm	33°	0,6m	1,2m	1,8m	3m	6m
	8mm	25°	0,45m	0,9m	1,35m	2,25m	4,5m

Η **ποιότητα** (ευκρίνεια) εικόνας μιας κάμερας CCD εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Ο γνωστότερος παράγοντας -αλλά όχι ο κυριότερος- είναι η **ανάλυσή του αισθητήρα**, καθώς όσο μεγαλύτερη είναι η ανάλυσή του, τόσο καλύτερη εικόνα αποδίδει. Η ανάλυση του αισθητήρα καθορίζεται από τον αριθμό των φωτοευαίσθητων στοιχείων που τον αποτελούν.

Όμως το τελικό αποτέλεσμα δεν εξαρτάται μόνο από την ποιότητα του αισθητήρα CCD, αλλά και από τα **κυκλώματα μετατροπής** της κάθε εικόνας σε σήμα βίντεο, τα οποία θα πρέπει να ανταποκρίνονται στις υψηλές συχνότητες, διαφορετικά θα την αλλοιώνουν. Αυτό μπορεί να ελεγχθεί από την ενεργή **οριζόντια ανάλυση**, καθώς μια μέση τιμή 480 γραμμών θεωρείται γενικώς ότι αποδίδει εικόνες αρκετά ευκρινείς. Επίσης θα πρέπει να προσέξουμε και την **ποιότητα απεικόνισης** της τηλεόρασης που θα αναδείξει το σήμα βίντεο, καθώς όσο ευκρινές και αν είναι το σήμα, αν δεν είναι καλής ποιότητας η οθόνη, τότε η τελική εικόνα θα είναι φτωχή.

Μια άλλη πιθανή αιτία εμφάνισης θορύβου στην εικόνα είναι η ευαισθησία των CCD αισθητήρων **υπέρυθρο (IR) φως**. Παρόλο που η μέγιστη ευαισθησία τους αντιστοιχεί στην περιοχή των 500 έως 550nm, υπάρχει μια ευαισθησία σε ποσοστό 20% στα 780nm (αρχή φάσματος υπέρυθρης ακτινοβολίας). Αυτό το χαρακτηριστικό μπορεί να θεωρηθεί μειονέκτημα στην λήψη κατά την διάρκεια της ημέρας κυρίως στις ασπρόμαυρες κάμερες, καθώς θολώνει κατά ένα ποσοστό την εικόνα. Όμως στις έγχρωμες κάμερες που χρησιμοποιούν χρωματικά φίλτρα το υπέρυθρο φως φιλτράρεται και δεν επηρεάζει τόσο τον αισθητήρα.

Ωστόσο η ευαισθησία στην υπέρυθρη ακτινοβολία είναι πλεονέκτημα για τις νυκτερινές λήψεις όπου ο χώρος μπορεί να φωτίζεται μόνο με υπέρυθρο φως. Σε αυτή την λογική στηρίζεται η λήψη στο απόλυτο σκοτάδι (0 Lux), όπου ο χώρος ραντίζεται με υπέρυθρη ακτινοβολία. Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι ο ενσωματωμένος υπέρυθρος προβολέας που υπάρχει στις βιντεοκάμερες δεν είναι για λήψεις άνω των 2 μέτρων. Συνήθως ο προβολέας αυτός είναι μια συστοιχία από led υπέρυθρης ακτινοβολίας και άρα χαμηλής σχετικά έντασης. Για μεγαλύτερες αποστάσεις θα χρειαστείτε εξωτερικό υπέρυθρο προβολέα.



Οι αισθητήρες CCD στο μέλλον θα αντικατασταθούν από τους αισθητήρες τεχνολογίας CMOS, οι οποίοι προς το παρόν εμφανίζουν κάποια προβλήματα (π.χ. υψηλό θόρυβο, υψηλό κόστος, κτλ.). Όμως μέχρι να καταφέρουν οι μηχανικοί να τα ξεπεράσουν, οι αισθητήρες CCD θα χρησιμοποιούνται κατά κόρον χάριν της ποιότητας σε σχέση με την τιμή τους.

Τύποι καμερών

Υπάρχουν 2 τύποι καμερών χαμηλού κόστους βασισμένοι σε αισθητήρα τεχνολογίας CCD:

α) οι κάμερες πάνω σε πλακέτα με ενσωματωμένο φακό σταθερού ή μεταβλητού εστιακού μήκους και



β) οι κάμερες σε κλειστή μεταλλική συσκευασία που δέχονται μια σειρά από φακούς, ώστε να διαλέξουμε τον κατάλληλο ανάλογα με την εφαρμογή.



Οι κάμερες που διαθέτουν αυτόματη ρύθμιση έκθεσης στο φως (AES) μπορούν να λειτουργήσουν με μεταβολές φωτός 2000:1 ακόμα και με χαμηλού κόστους σταθερού τύπου φακό. Για μεγαλύτερης κλίμακας μεταβολές φωτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα ειδικό φίλτρο απόρριψης ενός μέρους της φωτεινότητας, χωρίς όμως να επηρεάζει τα χρώματα (neutral-density filter).

Σε εσωτερικούς χώρους όπου οι μεταβολές του φωτός δεν ξεπερνάνε την αναλογία 2000:1 μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα **σύστημα φακού αυτόματης εστίασης** (auto iris lens). Αυτό αντικαθιστά την λειτουργία του αυτόματου κλείστρου και έχει καλύτερη απόδοση εικόνας, αλλά μπορεί να κοστίζει περίπου όσο και η κάμερα!

Οι **κάμερες τύπου "pinhole"** είναι κάμερες πολύ μικρού μεγέθους, εξοπλισμένες με χαμηλού κόστους φακό μη ρυθμιζόμενης εστίασης. Έχουν μικρό εστιακό μήκος και γι' αυτό συνήθως εστιάζουν σε βάθος πεδίου άνω των 2 μέτρων. Η ποιότητα εικόνας τους είναι χαμηλή και γενικά δεν αποδίδουν σε δυνατά φωτιζόμενους χώρους.



Μερικές κάμερες διαθέτουν και ένα μικρόφωνο με ενσωματωμένο προενισχυτή, ώστε να μας δίνουν την **δυνατότητα καταγραφής ήχου μαζί με την εικόνα**.

Αυτή η λειτουργία είναι ιδιαίτερη χρήσιμη σε κρυφές κάμερες εσωτερικού χώρου, όπου για παράδειγμα θέλει ένας διευθυντής να ελέγξει τις συζητήσεις των υπαλλήλων του. Θα πρέπει όμως να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στην νομοθεσία περί προστασίας προσωπικών στοιχείων, καθώς **απαγορεύεται η βιντεοσκόπηση ή η ηχογράφηση ατόμων εν αγνοία τους**.

Σε περίπτωση που θέλετε η κάμερα να εγκατασταθεί σε εξωτερικό χώρο, θα πρέπει να την τοποθετήσετε σε ένα μεταλλικό περίβλημα (**housing**) που θα την προστατεύει από την βροχή, αλλά και από βανδαλισμούς.



Οι **dome** κάμερες έχουν ένα ωραίο σφαιρικό περίβλημα συνήθως με φιμέ τζάμι, μέσα από το οποίο δεν φαίνεται εύκολα που κοιτάζει η κάμερα. Επίσης η κάμερα μπορεί είναι περιστρεφόμενη 360° και να κατευθύνεται από το κέντρο παρακολούθησης μέσω ενός PTZ μηχανισμού τηλεχειρισμού!