

Το φιλί της Αφροδίτης – AU

Περίληψη: Μια πλήρης περιγραφή του φαινομένου της διάβασης της Αφροδίτης μπροστά από τον Ήλιο. Αναλύονται όλα τα φυσικά στοιχεία που την καθορίζουν καθώς και τα φαινόμενα που παρατηρούνται κατά την διάρκειά της. Ταυτόχρονα γίνεται μια αναφορά στις τεχνικές παρατήρησης και σε ιστορικά στοιχεία από προηγούμενες διαβάσεις.

Σχόλια: 39 σελίδες, 108 εικόνες/σχήματα

Ολόκληρο το κείμενο (.pdf): [Γιώργος Βουτυράς – Το φιλί της Αφροδίτης-AU](#)

Η διάβαση της Αφροδίτης μπροστά από τον Ήλιο στις 8 Ιουνίου του 2004 – Γ. Φωτογράφιση



Επίσημο
μέλος.

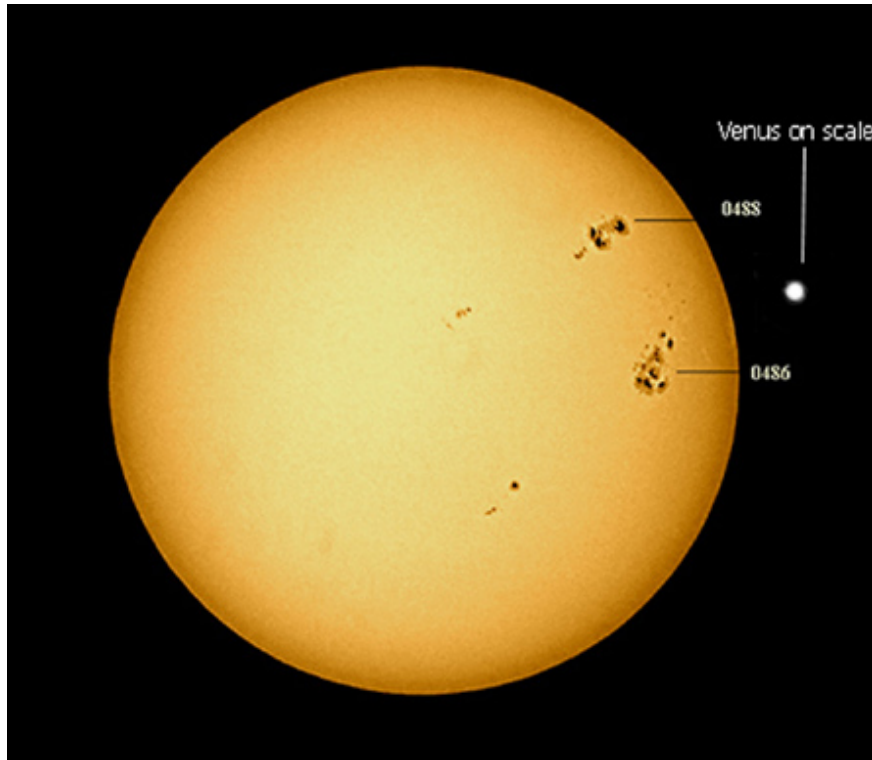
Εισαγωγή

Η φωτογράφιση με film ή ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές με τηλεφακό ο οποίος φέρει Ηλιακό φίλτρο αρκεί για να καταγράψει την Αφροδίτη κατά την διάρκεια της διάβασης. Η μηχανή μπορεί να στηριχτεί σε ένα σύνηθες τρίποδο καθώς ο χρόνος έκθεσης θα είναι πολύ μικρός.



Εικόνα η οποία παρουσιάζει την φάση της εισόδου (ingress) και το φαινόμενο της “Μαύρης Σταγόνας” κατά την διάρκεια της διάβασης του πλανήτη Ερμή στις 7 Μαΐου του 2003. Δημήτριος Κολοβός, Digital still camera, με ένα C11 και Ηλιακό φίλτρο mylar σε όλο το άνοιγμα.

Εν τούτοις για να καταγραφούν κάποια από τα φαινόμενα της διάβασης στα οποία έγινε ήδη αναφορά, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα τηλεσκόπιο εξοπλισμένο με ένα Ηλιακό φίλτρο σε όλη την διάμετρο του αντικειμενικού. Με μία ψηφιακή μηχανή η διάρκεια της έκθεσης μπορεί να βρεθεί επί τόπου αλλά με μία μηχανή η οποία χρησιμοποιεί φιλμ οι χρόνοι έκθεσης θα έπρεπε να έχουν βρεθεί ενωρίτερα με πειραματισμό στον Ήλιο και με την ίδια οπτική διάταξη. Πρέπει να έχουμε υπ’ όψη ότι το πολύ αμυδρό Φωτοστέφανο (Aureole) θα χρειαστεί μεγαλύτερη έκθεση από αυτήν που αφορά την καταγραφή της Ηλιακής Φωτόσφαιρας.



Δημήτριος Κολοβός, 1/11/03, T: 09h 24m UT.
Sony – 717 – single shot digital camera on
C11 SCT.

Ακόμη και με ένα ασφαλές φίλτρο, η εικόνα του Ηλίου θα είναι τόσο λαμπρή όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα υψηλής ποιότητας μέσης ταχύτητας φιλμ ή μία ρύθμιση ψηφιακής μηχανής (ISO 50-100). Η έκθεση θα μπορούσε και πάλι να είναι μικρή έτσι που ο αστροστάτης (οδήγηση) δεν θα είναι απαραίτητος. Εν τούτοις, μία ισημερινή στήριξη με αστροστάτη θα αποβεί μεγάλη βοήθεια στην παρακολούθηση της Αφροδίτης κατά την διάρκεια των 6 ωρών της διάβασης, αν και η κίνηση του πλανήτη θα απαιτήσει συχνές διορθώσεις.

Καταγραφές με CCD

Η καταγραφή της διάβασης, ειδικά της Εισόδου και Εξόδου με μία CCD κάμερα θα επιτρέψει την φωτομετρία του φωτοστέφανου (Aureole) και του φαινομένου της μαύρης κηλίδας. Αυτό καθίσταται εφικτό με αυτήν την διάταξη διότι παίρνοντας **flat frames** και **dark frames** επιτρέπεται σε κάποιον η διόρθωση της εικόνας όσον αφορά τον θόρυβο του υπόβαθρου όπως και των διαφοροποιήσεων στην ευαισθησία ανάμεσα στις φωτοευαίσθητες

ψηφίδες (pixels) της κάμερας. Τότε η απόκριση της κάμερας είναι κοντά στο να είναι γραμμική και κάποιος θα μπορούσε πχ. να χρησιμοποιήσει την μέση λαμπρότητα του κέντρου του Ηλιακού δίσκου ως βάση. Βέβαια το μειονέκτημα αυτής της κάμερας είναι ότι παίρνει ασπρόμαυρες εικόνες και για την σύνθεση εικόνων στο πλήρες φως (με χρώμα) και κάποιος πρέπει να κάνει τρεις σε διαδοχή με την χρήση φίλτρων διαφορετικών χρωμάτων.

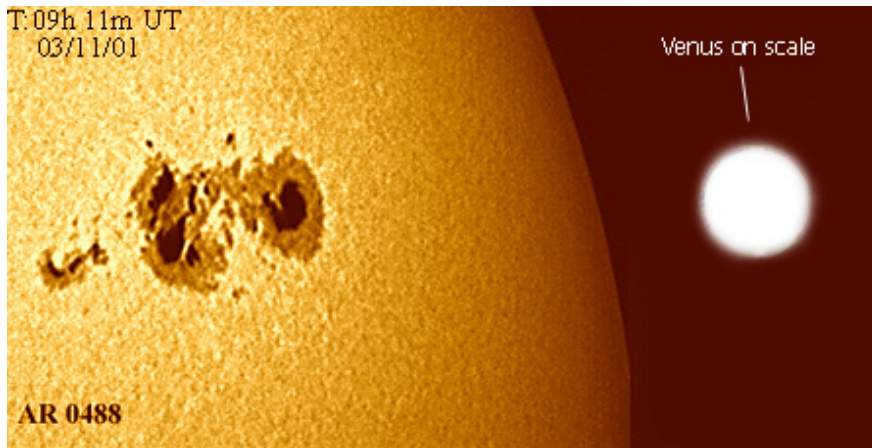
Βιντεοσκόπηση

Το μειονέκτημα των εικόνων είναι ότι στην περίπτωση ειδικά της CCD κάμερας υπάρχει πάντοτε ένα ενδιάμεσο χρονικό διάστημα ανάμεσα σε διαδοχικές εικόνες, το οποίο μπορεί να είναι 1' ή και περισσότερο όταν κάνει κάποιος έγχρωμες εικόνες. Κατ' αυτόν τον τρόπο όμως ο παρατηρητής μπορεί να χάσει αστραπιαία εξελισσόμενα φαινόμενα κατά την διάρκεια των σταδίων της Εισόδου ή της Εξόδου. Η βιντεοσκόπηση επιτρέπει την συνεχή κάλυψη σε μία τυπική ροή της τάξεως των 30 καρτέ ανά δευτερόλεπτο. Η αλήθεια είναι ότι τα καρτέ του αναλογικού βίντεο είναι "θορυβώδη" και αρκετά πρέπει να συνδυαστούν (stacking) ώστε να έχουμε σαν αποτέλεσμα μία αποδεκτή εικόνα. Τα αποτελέσματα είναι σαφώς καλύτερα εάν κάποιος χρησιμοποιήσει ένα ψηφιακό βίντεο (dv) ή καταγράψει σε καταγραφέα ψηφιακού τύπου (digital-format recorder) από μία αναλογική κάμερα..

Ψηφιακές κάμερες για δικτυακή χρήση – Webcams

Οι Webcams παράγουν μία συνεχή ροή ψηφιακών εικόνων, και κατ' αυτόν τον τρόπο την ίδια στιγμή παρέχουν μία συνεχή κάλυψη. Έγιναν τέλειες εικόνες της διάβασης του Ερμή τον Μάιο του 2003 με τέτοιες κάμερες έτσι αυτό το μέσον έχει πολύ καλές προοπτικές για την διάβαση της Αφροδίτης. Όπως και οι CCD κάμερες οι Webcams χρειάζονται σύνδεση με υπολογιστή. Δείτε σχετικά [το άρθρο του Πέτρου Γεωργόπουλου](#) για αυτή την τεχνική.

Συνδυασμός εικόνων – Stacking



Εικόνα τμήματος του Ηλιακού δίσκου σε υψηλή ανάλυση (high resolution).

Δημήτρης Κολοβός, 1/11/2003, T: 09h 11m UT. Η εικόνα έχει γίνει με την χρήση μίας ToU cam. Pro 740+IR blocker filter, με ένα τηλεσκόπιο C11 @ F/6,3 + Full Aperture Mylar Filter και την μέθοδο του συνδυασμού πολλαπλών καρέ (stacking).

Δεξιά, φαίνεται ο 'δίσκος' της Αφροδίτης στην κλίμακα ειδώλου την οποία θα εμφανίζει (σε σχέση με τον Ήλιο) την ημέρα της διάβασης.

Αυτή διαδικασία απαιτεί έναν υπολογιστή για να ευθυγραμμίσει και να συνδυάσει έναν αριθμό από μερικές φορές χιλιάδες ψηφιακές εικόνες (frames) με χειροκίνητη ή αυτόματη επιλογή από τις καλύτερες. Ο συνδυασμός (stacking) των εικόνων μπορεί να γίνει οποιαδήποτε στιγμή, αργότερα, αφού έχουν γίνει τα βίντεο. Είναι δυνατόν να συνδυαστούν μεμονωμένες εικόνες από ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές (digital still-camera) ή εικόνες από CCD κάμερα, αλλά ο συνδυασμός (stacking) είναι πιο αποδοτικός όταν χρησιμοποιείται ο μεγάλος αριθμός εικόνων ο οποίος έχει γίνει από βίντεο ή κάμερες δικτύου (web cameras). Το τελικό αποτέλεσμα είναι τυπικά πολύ καλύτερο σε ανάλυση και κόντραστ ακόμη και από τις καλύτερες εικόνες. Εν τούτοις, το κέρδος σε χωρική ανάλυση (spatial resolution) επιτυγχάνεται "εις βάρος" της χρονικής ανάλυσης (time resolution) καθώς κάποιος καλείται να χρησιμοποιήσει εικόνες οι οποίες καλύπτουν

μία σχετικά μεγάλη χρονική διάρκεια.

Προσοχή! Η Αφροδίτη θα κινείται σε σχέση με τον Ήλιο με μία ταχύτητα της τάξεως των 1 arcsec. ανά 20", έτσι το καλύτερο θα ήταν να μην συνδυάζονται εικόνες οι οποίες είναι επιλεγμένες από βίντεο το οποίο καλύπτει περισσότερο από κάποια δευτερόλεπτα.

Ένα πλήρες άρθρο για την τεχνική του συνδυασμού πολλαπλών καρτέ (stacking) υπάρχει στο περιοδικό Sky and Telescope, April 2004, p. 130.

Γενικά σχόλια για την φωτογράφιση και την βιντεοσκόπηση

Εικόνες μικρής κλίμακας, οι οποίες δείχνουν την θέση της Αφροδίτης σε σχέση με το χείλος του Ηλίου ή κηλίδες ή άλλα χαρακτηριστικά της Φωτόσφαιρας ή χρωμόσφαιρας, θα αποτελέσουν ένα συναρπαστικό χρονικό της διάβασης. Πολλαπλές εκθέσεις, πιθανά συνδυασμένες με το ανάλογο λογισμικό και τεχνικές επεξεργασίας, θα μας δώσουν μία συνοπτική καταγραφή της πορείας του πλανήτη στο πέρασμά του μπροστά από τον Ήλιο.

Μεγαλύτερης κλίμακας εικόνες της Αφροδίτης σε σχέση με το χείλος του Ηλίου, οι οποίες γίνονται ταυτόχρονα από παρατηρητήρια τα οποία απέχουν πολύ μεταξύ τους, μπορούν να συνδυαστούν για να δώσουν μία τρισδιάστατη εικόνα της διάβασης.

Για να έχουν κάποια επιστημονική αξία εικόνες οι οποίες καταγράφουν φαινόμενα όπως το Φωτοστέφανο (Aureole) ή το φαινόμενο της "μαύρης σταγόνας" ("Black drop" effect) είναι απαραίτητη μία μεγάλη κλίμακα εικόνας ακόμη και στον βαθμό που η Αφροδίτη καλύπτει ένα μεγάλο μέρος της εικόνας. Με μετρίου μεγέθους τηλεσκόπια (15-25εκ) θα χρειαστεί είτε afocal imaging σε υψηλή μεγέθυνση ή κατευθείαν προβολή στο φιλμ ή το chip με την μέθοδο της προβολής μέσω προσοφθαλμίου (eyepiece projection) ή με την χρήση Barlow για να επιτευχθεί η μεγιστοποίηση του τελικού εστιακού μήκους του οπτικού συστήματος (effective focal length).

Η επεξεργασία βάσει λογισμικού στον υπολογιστή είναι εφικτή με κάθε μορφή παραγωγής της εικόνας. Οι φωτογραφίες μπορούν να σαρωθούν (scanning) και έτσι να μετατραπούν σε ψηφιακές εικόνες και αναλογικά βίντεο μετατρέπονται σε ψηφιακά με την συνδρομή ενός grabber ξεχωριστών καρέ αναλογικού βίντεο (analog-to-video frame grabber). Το ψηφιακό βίντεο, η ψηφιακή φωτογραφική κάμερα (digital still-camera), η CCD κάμερα και οι ψηφιακές κάμερες οι οποίες χρησιμοποιούνται για σύνδεση στο διαδίκτυο (Web cameras) κατ' αρχάς παράγουν ψηφιακές εικόνες. Οι συνήθεις τεχνικές επεξεργασίας συμπεριλαμβάνουν την ενδυνάμωση της αντίθεσης (contrast stretching) και της οξύνοιας του ειδώλου (sharpening) με την βοήθεια του unsharp masking. Εν τούτοις η ενδυνάμωση των παραπάνω χαρακτηριστικών μίας ψηφιακής εικόνας θα έπρεπε να γίνεται με την δέουσα προσοχή διότι μπορεί να "δημιουργήσει" ψευδή χαρακτηριστικά τα λεγόμενα artefacts. Αυτά θα μπορούσαν να έχουν την μορφή ενός φωτεινού δακτυλίου γύρω από έναν πλανήτη ή μία λαμπρή κηλίδα στο μη φωτισμένο ημισφαίριό του. Σίγουρα κάθε παρατηρητής θα έπρεπε **πάντοτε** να διατηρεί αντίγραφα όλων των ψηφιακών εικόνων του στην μη επεξεργασμένη τους αρχική μορφή (raw form) και θα έπρεπε να παράσχει σχόλια για τον τύπο της επεξεργασίας την οποία χρησιμοποίησε. Εκτός από όλους τους τύπους βασικής και ειδικής τεκμηρίωσης η οποία απαιτείται και έχει ήδη περιγραφεί, όλες οι φωτογραφίες και εικόνες όπως επίσης οι εικόνες από βίντεο ή από κάμερες δικτύου (web cameras) θα έπρεπε να τεκμηριώνονται με την χρονική στιγμή της λήψης σε Universal time (UT) τον χρόνο έκθεσης, ρύθμιση κλείστρου (shutter setting) και το τελικό εστιακό μήκος (Effective focal length) του οπτικού συστήματος. Φυσικά και είναι σημαντικό το να καταγράφεται σωστά ο προσανατολισμός ειδώλου της εικόνας. Ως σταθερά, χρησιμοποιούμε τον προσανατολισμό του τηλεσκοπικού ειδώλου ο οποίος ορίζεται από τον Νότο στο επάνω μέρος της εικόνας, τον Βορά αντίστοιχα στο κάτω μέρος, και την περιστροφή των πλανητών από το Επόμενο χείλος (δεξιά) προς το Προπορευόμενο (αριστερά).

Αναφορές

ALPO Web site: June 8, 2004: The Transit of Venus, by John E. Westfall, coordinator of Mercury/Venus Transit Section.

Σύγχρονες και παραδοσιακές μέθοδοι παρατήρησης Διαττόντων Αστέρων



*Εικόνες 1,2: Περσείδες του 1996
(φωτογραφική μηχανή με φακό 50mm f/2 και film Ilford XP-2,
έκθεση 5min, Λουτράκι)*

Εισαγωγή:

Ίσως το πιο χαρακτηριστικό στο πεδίο της παρατήρησης των διαττόντων αστέρων είναι ότι οι παραδοσιακές οπτικές τεχνικές παρατήρησης παραμένουν ακόμα και σήμερα το ίδιο ζωντανές. Αυτό για τον ερασιτέχνη αστρονόμο σημαίνει εύκολα μπορεί να συμβάλει με ουσιαστικές παρατηρήσεις χωρίς ιδιαίτερο εξοπλισμό, παρά μόνο τα μάτια του... Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια όπου το επιστημονικό ενδιαφέρον στο πεδίο των διαττόντων έχει ανανεωθεί σημαντικά, έχει αρχίσει να εισάγεται νέα τεχνολογία και νέες τεχνικές από διάφορες ομάδες -ερασιτεχνών και επαγγελματιών- ανά τον κόσμο. Όμως στην Ελλάδα ελάχιστα είναι γνωστά για αυτό το πεδίο, ενώ κάθε χρόνο γίνονται ελάχιστες παρατηρήσεις, παρά τις ευνοϊκές καιρικές συνθήκες.

Παραδοσιακές Τεχνικές Παρατήρησης:

Σαν παραδοσιακές τεχνικές παρατήρησης των διαττόντων θεωρούμε τις οπτικές και τις φωτογραφικές, με τις οπτικές βέβαια να είναι μακράν οι παλαιότερες ενώ οι φωτογραφικές έχουν ζωή περίπου μισό αιώνα.

Οπτική παρατήρηση

Η οπτική παρατήρηση είναι ακόμα και σήμερα εξαιρετικής σημασίας γιατί μας επιτρέπει πιο εύκολα τον συσχετισμό των δεδομένων από διάφορους παρατηρητές για τον υπολογισμό της δραστηριότητας κάποιας πηγής διαττόντων. Μάλιστα το μέτρο της δραστηριότητας αυτής μετράται πάντα με βάση τον μέσο (άνθρωπο) παρατηρητή. Επίσης, δεν πρέπει να λησμονούμε ότι η οπτική μέθοδος μας έχει παράσχει μέχρι σήμερα αμέτρητες παρατηρήσεις στους ιστορικούς χρόνους, που είναι μεταξύ τους άμεσα συσχετίσιμες και μπορούν να μας δώσουν σημαντικές πληροφορίες για την δυναμική εξέλιξη και δραστηριότητα των διαφόρων πηγών μετεωροειδών. Επιπλέον ακόμα και σήμερα η οπτική παρατήρηση συνδυάζει καλύτερα από οποιαδήποτε άλλη τεχνική ένα πολύ μεγάλο οπτικό πεδίο με πολύ καλή ανιχνευτικότητα αμυδρών διαττόντων.

Ωστόσο, η οπτική παρατήρηση έχει σοβαρά μειονεκτήματα από άποψη ακρίβειας. Επειδή ένας διάττοντας γενικά διαρκεί περίπου ένα δευτερόλεπτο ή λιγότερο και πολλές φορές είναι αμυδρός, δεν είναι εύκολο να καταγράψουμε με ακρίβεια τις ποσότητες που μας ενδιαφέρουν (δηλαδή τη λαμπρότητα και την πορεία του). Δυστυχώς η ανθρώπινη μνήμη δεν συγκρατεί καλά τέτοια φαινόμενα που διαρκούν τόσο λίγο, ενώ δεν παρέχει βέβαια και την δυνατότητα μόνιμης και αναπαράξιμης καταγραφής, όπως μια φωτογραφία. Επιπλέον, επειδή ο παρατηρητής θα πρέπει να αποφασίσει γρήγορα για το τι θα καταγράψει, η πιθανότητα σφάλματος είναι κάθε άλλο παρά αμελητέα. Εδώ βέβαια, πολύ σημαντικό ρόλο παίζει και η εμπειρία του παρατηρητή στην οπτική παρατήρηση, αφού είναι αναμενόμενο ένας έμπειρος παρατηρητής να κάνει σαφώς λιγότερα σφάλματα. Ωστόσο, αυτό είναι κάτι που γενικά δεν θέλουμε, μια και ένας επιστήμονας ιδανικά θα προτιμούσε ακριβώς ίδιους παρατηρητές, ώστε να έχει πλήρως συσχετίσιμα δεδομένα. Επίσης, δεν πρέπει να ξεχνούμε και το γεγονός ότι ένας άνθρωπος παρατηρητής, ακόμα και με πολύ δυνατή θέληση, μετά από μερικές ώρες παρατήρησης -και ειδικά σε μια περίοδο που ο οργανισμός θα έπρεπε να ξεκουράζεται- παρουσιάζει κόπωση που μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την επίδοσή του.

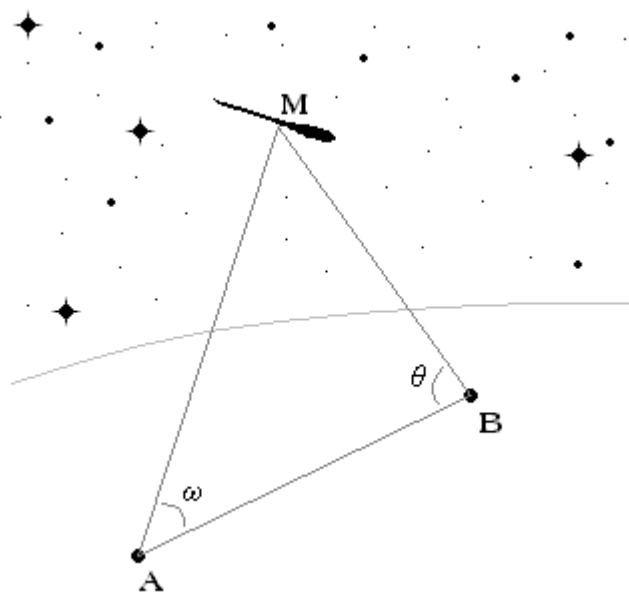
Φωτογραφική παρατήρηση

Από την άλλη πλευρά η φωτογραφική μέθοδος ξεπερνά πολλές από τις δυσκολίες της οπτικής, αλλά με σημαντικά μειονεκτήματα που περιορίζουν την χρήση της μόνο σε μια εφαρμογή: την εύρεση τροχιών μετεωροειδών.

Ειδικότερα, αν και η φωτογραφία εξ ορισμού επιτρέπει την μόνιμη και αναπαράξιμη καταγραφή του διάττοντα, δυστυχώς δεν έχει αρκετή ευαισθησία και έτσι μόνο οι πολύ φωτεινοί διάττοντες καταγράφονται (μόνο φωτεινότεροι από 2ο μέγεθος στην καλύτερη περίπτωση). Αυτό, σε συνδυασμό με το ότι γενικά έχουμε μικρότερο οπτικό πεδίο σε σύγκριση με το μάτι, σημαίνει ότι γενικά πολύ λίγοι διάττοντες καταγράφονται, ακόμα σε όταν έχουμε υψηλή δραστηριότητα. Συνήθως χρειάζεται να τραβήξουμε

πολλά καρέ για να βρούμε 1-2 διάττοντες πράγμα καθόλου αποτελεσματικό! Επίσης, αν και έχει πάρα πολύ καλή αστρομετρική ακρίβεια, δηλαδή καταγράφει εξαιρετικά καλά την τροχιά του διάττοντα στον ουρανό, δεν επιτρέπει ωστόσο την εύρεση της λαμπρότητας του διάττοντα με ούτε ικανοποιητική ακρίβεια, ούτε εύκολα...

Αυτά τα προβλήματα δεν επιτρέπουν την χρήση της φωτογραφικής μεθόδου για τον υπολογισμό (ούτε καν την εκτίμηση) της δραστηριότητας που παρουσιάζει κάποια πηγή διαττόντων. Ωστόσο, λόγω της πολύ καλής ακρίβειας στην καταγραφή της τροχιάς η μέθοδος χρησιμοποιείται ευρεία για τον υπολογισμό της τροχιάς μετεωροειδών, πράγμα που επιτυγχάνεται με τριγωνισμό, φωτογραφίζοντας τον ίδιο διάττοντα από δύο διαφορετικούς σταθμούς παρατήρησης με σημαντική απόσταση μεταξύ τους. Με τον τριγωνισμό μπορεί να βρεθεί το ύψος του διάττοντα, η ακριβής διεύθυνση του στον χώρο και η ταχύτητα του (με χρήση ειδικών διαφραγμάτων, συνήθως περιστροφικών, που ανοιγοκλείνουν το φακό μερικές δεκάδες φορές το δευτερόλεπτο). Από αυτές τις πληροφορίες μπορεί πλέον να γίνει αρκετά ακριβής υπολογισμός της τροχιάς που ακολούθησε ο διάττοντας πριν πέσει στη Γη.



Εικόνα 3: Η βασική αρχή του τριγωνισμού είναι απλή, ξέροντας την απόσταση AB και βρίσκοντας τις γωνίες ω και θ από το αντίστοιχο ύψος (*altitude*) που μετρά κάθε σταθμός, όλες οι πλευρές του

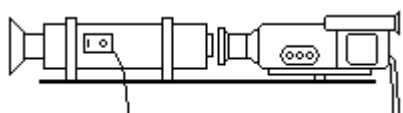
τριγώνου AMB μπορούν να προσδιοριστούν.

Νέες Τεχνικές – Νέα Τεχνολογία:

Οι πρώτη προσπάθεια εισαγωγής νέων μεθόδων για την μελέτη και καταγραφή διαττόντων ήταν με την τεχνική του ραδιοεντοπισμού διαττόντων πριν μερικές δεκαετίες. Βασικά αυτή η τεχνική βασίζεται στο γεγονός ότι οι διάττοντες δημιουργούν στο πέρασμα τους στην ατμόσφαιρα ένα ίχνος ιονισμένου υλικού που μπορεί να ανακλά ραδιοσήματα. Η ιδέα λοιπόν είναι να συντονιστεί ένας δέκτης σε κάποιο ραδιοφωνικό πομπό που βρίσκεται πολύ μακριά (πχ 500Km) και κανονικά δεν μπορεί να τον ακούσει. Όταν ένας διάττοντας πέσει στην ατμόσφαιρα, στην περιοχή μεταξύ του πομπού και του δέκτη θα ανακλαστεί το σήμα και ο δέκτης θα ακούσει για ένα μικρό χρονικό διάστημα (<1sec) τον πομπό. Αυτή η τεχνική παρά το πλεονέκτημα που έχει ότι μπορεί να ανιχνεύει διάττοντες ακόμα και την ημέρα και το γεγονός ότι μπορεί να παρέχει συγκεκριμένες καταγραφές τις δραστηριότητας, έχει αρκετά σοβαρά μειονεκτήματα. Κυρίως το ότι δεν μπορεί να βαθμονομηθεί αξιόπιστα σε σχέση με την οπτική παρατήρηση, μια και η μέθοδος είναι ευαίσθητη σε αρκετά πιο αμυδρούς διάττοντες από ότι το μάτι, ενώ τα αποτελέσματα εξαρτώνται από πολλούς παραμέτρους όπως η συχνότητα και ο προσανατολισμός της κεραίας του δέκτη, ή άλλα που δεν είναι υπό τον έλεγχο μας, όπως η γεωμετρία πομπού-διάττοντα-δέκτη. Ενώ, επιπλέον υπάρχει και η σημαντική δυσκολία στην εύρεση της λαμπρότητας των διαττόντων που καταγράφονται...

Η νεότερη τεχνική ωστόσο για την καταγραφή διαττόντων οπτικά, είναι η βιντεοσκόπηση με ειδικές κάμερες. Γενικά οι περισσότερες βιντεοκάμερες -εμπορικές και ασφαλείας- δεν έχουν την ευαισθησία για να καταγράψουν διάττοντες μια και καταγράφουν σκηνές με φωτισμό πάνω 2lux τυπικά (χρειάζεται 0.25lux για να καταγραφούν σκηνές υπό σεληνόφως με πανσέληνο). Ωστόσο, η χρήση του lux σαν μέτρηση της ευαισθησίας δεν μας βοηθά ιδιαίτερα γιατί τα άστρα και οι διάττοντες είναι

σημειακές πηγές και όχι εκτεταμένες σκηνές, ενώ επιπλέον η ευαισθησία που αναφέρεται έτσι είναι συνάρτηση και του φακού που φέρει η κάμερα -εάν γενικά τοποθετηθεί ένας μεγαλύτερος σε διάμετρο φακός η ευαισθησία μπορεί να αυξηθεί αρκετά. Επειδή ωστόσο τα άστρα είναι σημειακές πηγές πολλές φορές ακόμα και μια τέτοια κάμερα μπορεί να καταγράψει πολύ φωτεινά άστρα όπως πχ ο Vega, πάρα το γεγονός ότι η φωτεινότητα το Vega είναι $0,0000021\text{lux}$! Και αυτό γιατί το φως εστιάζεται σε μια πολύ μικρή περιοχή πάνω στον αισθητήρα CCD. Έτσι χρειάζεται πχ μια τυπική κάμερα-μινιατούρα με φακό $6\text{mm f}/2$ (στις κάμερες η διαστάσεις αναφέρονται στην εστιακή απόσταση και όχι στη διάμετρο) και ευαισθησία 1lux για την καταγραφή του Vega... Ενώ αν η ίδια κάμερα είχε ευαισθησία $0,1\text{lux}$, θα κατέγραφε άστρα μέχρι $2,5\text{mag}$.



Εικόνα 4: Μια διάταξη με ενισχυτή ειδώλου αποτελείται από ένα φακό, τον ενισχυτή ειδώλου και μια βιντεοκάμερα (με φακό). Τέτοια συστήματα μπορεί να είναι πολύ ευαίσθητα ($5-9\text{mag}$).

Όμως επειδή μέχρι πριν από λίγα χρόνια δεν υπήρχαν πολλές τέτοιες κάμερες με καλή ευαισθησία πολλοί ξεκίνησαν πειραματισμούς με συστήματα που χρησιμοποιούσαν ενισχυτές ειδώλου. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν ένα φακό που προβάλλει την εικόνα του ουρανού σε ένα ενισχυτή ειδώλου και μετά μια απλή βιντεοκάμερα εστιασμένη στην οθόνη του ενισχυτή για την τελική καταγραφή της εικόνας σε βίντεο. Τέτοια συστήματα γενικά μπορούν να είναι πολύ αποτελεσματικά στην ανίχνευση διαττόντων και τυπικά μπορούν να ανιχνεύουν 6mag με οπτικά πεδία της τάξεως των 30 μοιρών, ή και πιο χαμηλά γύρω στο 9mag , αλλά με μικρό οπτικό πεδίο. Η όλη απόδοση βέβαια του συστήματος αυτού εξαρτάται από το ενισχυτή ειδώλου και τον φακό που επιλέγουμε. Τα προβλήματα που έχουμε είναι ότι οι ενισχυτές ειδώλου συνήθως απαιτούν κάποιο τροφοδοτικό υψηλής τάσεως και το γεγονός ότι οι καλοί ενισχυτές είναι πολύ

ακριβοί. Συνήθως σε τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται φτηνοί ενισχυτές 1ης γενιάς που όμως εισάγουν σημαντική παραμόρφωση στο οπτικό μας πεδίο (ειδικά στις άκρες).

Ωστόσο, αν και οι CCD κάμερες δεν έχουν φτάσει ακόμα τα αντίστοιχα επίπεδα απόδοσης, υπάρχει σαφέστατη τάση βελτίωσης. Μια προσέγγιση στο θέμα είναι η εύρεση κατάλληλου φακού που μπορεί να συγκεντρώσει περισσότερο φως, αλλά αυτό γενικά θα μας δώσει πολύ μικρό οπτικό πεδίο, ειδικά αν αναλογιστούμε τις μικρές διαστάσεις των video CCD. Για παράδειγμα, αν στην κάμερα που είδαμε στο παραπάνω παράδειγμα αντί για τον φακό 6mm f/2 βάζαμε ένα φωτογραφικό φακό 50mm f/2 τότε αντί για 2,5mag θα έφτανε 7mag! Ωστόσο, τώρα αντί για 40 μοίρες οπτικό πεδίο, θα είχαμε μόνο 5 μοίρες... Μια άλλη πιθανότητα είναι η χρήση κάποιας πιο ευαίσθητης κάμερας, αλλά υπάρχουν ελάχιστες καλύτερες από 0,1lux και αυτές πολλές φορές είναι υπερβολές του κατασκευαστή για λόγους μάρκετινγκ. Μια τέτοια κάμερα που έχει χρησιμοποιηθεί από τον συγγραφέα και μπορεί να διαβεβαιώσει για την αξία της είναι η PC23C της Supercircuits (βλέπε www.supercircuits.com) η οποία έχει ονομαστική ευαισθησία 0,04lux με φακό f/1,2. Σε αυτή έχω προσαρμόσει φακό 6mm f/1,2 που δίνει οπτικό πεδίο περίπου 40×30μοίρες. Αν το νούμερο του κατασκευαστή είναι αληθές θα πρέπει η κάμερα να μπορεί να ανιχνεύσει ~5mag αστέρια (και διάττοντες), ωστόσο αυτό δεν μπορώ να το επιβεβαιώσω, αν και πιστεύω ότι είναι αληθές. Μέσα από την Αθήνα έχω διαπιστώσει ότι καταγράφει άστρα μέχρι 3,5-4mag, ενώ σε δύο περιπτώσεις που την δοκίμασα εκτός Αθηνών (Λεοντίδες και Περσίδες 2000), δυστυχώς υπήρχε πανσέληνος και το αποτέλεσμα ήταν το ίδιο...

Νομίζω ωστόσο, ότι παρά το γεγονός ότι μια τέτοια κάμερα δεν φτάνει το ιδανικό 6-7mag, έχει πολλές δυνατότητες και μια ικανοποιητική ευαισθησία. Είναι δυνατόν κανείς με μια τέτοια κάμερα να κάνει αρκετές εργασίες με άμεσο επιστημονικό ενδιαφέρον, όπως:

- Καθημερινή καταγραφή δραστηριότητας διαττόντων γνωστών πηγών – πιθανή εύρεση νέων

- Τριγωνισμός – εύρεση τροχιών και αμυδρών διαττόντων
- Καταγραφή φάσματος φωτεινών διαττόντων (>4mag)
- Φωτομετρία διαττόντων – εύρεση ρ (population index) και πιθανές ανωμαλίες

Βέβαια όλα αυτά για να γίνουν θέλουν σίγουρα κατάλληλο λογισμικό που σε μερικές περιπτώσεις υπάρχει, ενώ στις περισσότερες όχι. Για την επεξεργασία ωστόσο των καταγραφών βίντεο σίγουρα υπάρχει η ανάγκη για λογισμικό εύρεσης διαττόντων από κασέτες βίντεο. Τέτοιο λογισμικό υπάρχει και μπορεί κανείς να το προμηθευτεί δωρεάν από το IMO, ωστόσο αυτό το λογισμικό κάνει την ανίχνευση των διαττόντων από το βίντεο σήμα σε πραγματικό χρόνο και απαιτεί γρήγορο υπολογιστή και συγκεκριμένη κάρτα grabber. Επιπλέον κάτι που πρέπει να έχουμε υπόψη μας είναι ότι τέτοια προγράμματα πολλές φορές δεν έχουν 100% επιτυχία στην ανίχνευση των διαττόντων (συγκρινόμενα με άνθρωπο που βλέπει τις κασέτες) και για το συγκεκριμένο πρόγραμμα δίνεται ποσοστό επιτυχίας ~80%. Ωστόσο, αν έχουμε δεκάδες πολύωρες παρατηρήσεις, δεν είναι ανθρωπίνως δυνατόν να δούμε όλες τις κασέτες για να βρούμε τους διάττοντες.