

Εισαγωγή

Η εμφάνιση διαττόντων αστέρων στο νυχτερινό ουρανό είναι ένα αρκετά συχνό αστρονομικό φαινόμενο. Για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί αρκετοί τρόποι παρακολούθησης και καταγραφής του φαινομένου αυτού. Ο τρόπος που επιλέξαμε είναι με τη χρήση CCD καμερών, οι οποίες, κατά τις νυχτερινές ώρες παρακολουθούν και καταγράφουν τον ουρανό. Έτσι δημιουργήσαμε τον πρώτο σταθμό παρατήρησης διαττόντων αστέρων στην Ελλάδα, ο οποίος είναι στα πρώτα στάδια της λειτουργίας του. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής, θα γνωστοποιούνται σε εθνικό αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο όπως ο Διεθνής Οργανισμός Μετεώρων (IMO, International Meteor Organization) για οποιαδήποτε περαιτέρω χρήση τους.

Ο σταθμός αποτελείται από 3 Watec 902DM2S CCD κάμερες, οι οποίες σε συνδυασμό με ευρυγώνιους φακούς Ernitec DC Auto Iris των 3.5mm και 6mm και σε συνεργασία με ένα υπολογιστή μεγάλης ισχύος, μας παρέχουν την δυνατότητα καταγραφής και ανάλυσης των παρατηρήσεων.

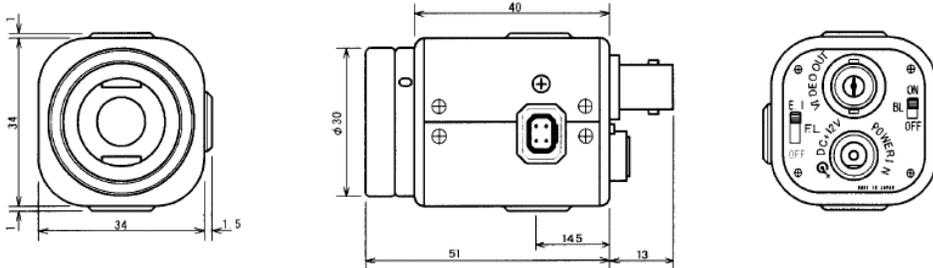
Εξοπλισμός.

Ακολουθούν οι προδιαγραφές του συστήματος των 3 καμερών και των φακών τους:

α)Watec 902DM2S

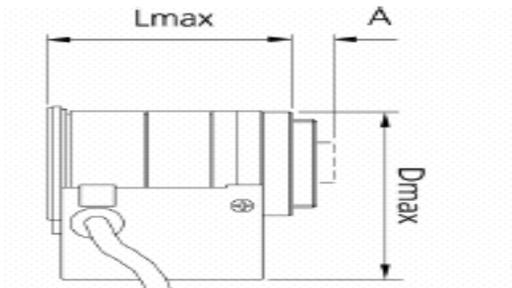
Pick-up element	1/2inch interline transfer CCD image sensor
Number of total pixels	811 (H) × 508 (V) : (EIA) 795 (H) × 596 (V) : (CCIR)
Number of effective pixels	768 (H) × 494 (V) : (EIA) 752 (H) × 582 (V) : (CCIR)
Unit cell size	6.35 μm (H) × 7.4 μm (V) : (EIA) 6.5 μm (H) × 6.25 μm (V) : (CCIR)
Scanning system	2:1 interlace
Synchronizing system	Internal
Video output	Composite video, 1 Vp-p, 75ohm Unbalanced
Resolution(Horizontal)	570TV lines(Center)
Minimum illumination	0.0006lx, F1.4 (AGC HI)
Gamma correction	$\gamma \approx 0.45$, $\gamma \approx 1.0$ (Switchable with internal switch)
AGC	HI: 8~40dB, LO: 8~22dB
S/N ratio	52dB (AGC OFF=8dB, $\gamma=1.0$)
AE mode	OFF: 1/60 (EIA), 1/50 (CCIR), FL: 1/100 (EIA), 1/120 (CCIR), EI: 1/60~1/100,000sec. (EIA), 1/50~1/100,000sec. (CCIR)
Back light compensation	ON/OFF selectable
Lens mount	CS-mount
Installation screw	U 1/4inch (D=5mm) (Top/Bottom)
Connection terminal	Video out (BNC), Power, Auto iris (Video/DC auto. selection)
Power supply	DC +9.0~15.0V
Current	Max. 120mA
Operating temperature	-10°C ~ +40°C (w/o condensation)
Storage temperature	-30°C ~ +70°C (w/o condensation)
Dimensions	35.5 (W) × 36.0 (H) × 64.0 (L) mm
Weight	Approx. 90g
Accessories	DC-plug (WPC12), Iris-plug (AIC-G), Hex. wrench

【DIMENSIONS】 (mm)



β)Ernitec Lenses

Lens Type	GA0314NA-1/2	GA0614NA-1/2
Focal Length	3.5mm	6mm
Mount Format	CS-1/2"	CS-1/2"
Max. Apt.	1.4-360	1.4-360
Filter Thread	-	M35.5 x 0.5
Angle of View	103.6°	57.3°
Min. Obj. Dis	0.2	0.2
Dimensions (mm):		
A	4.0	3.5
Dmax	50.8	50.0
Lmax	36.0	39.0



Direct Drive Iris



Καταγραφή των Video

Η καταγραφή των διαττόντων πραγματοποιείται με το πρόγραμμα UFO Capture της Sonota Co. και η ανάλυση των βίντεο γίνεται με το πρόγραμμα UFO Analyzer της ίδιας εταιρείας Sonota Co. Το περιβάλλον των προγραμμάτων αυτών μπορεί να είναι είτε Windows 2000 είτε Windows Xp. Εμείς χρησιμοποιούμε τα Windows Xp

Το πρόγραμμα UFO Capture αμέσως μετά την εγκατάσταση στον υπολογιστή είναι έτοιμο για χρήση, εφόσον γίνουν οι απαραίτητες ρυθμίσεις στην είσοδο (Input) ο οποίες είναι:

- 1) Προσδιορισμός πηγής σήματος καταγραφής. Σε περίπτωση που η συσκευή καταγραφής έχει πολλαπλές εισόδους, επιλέγουμε ποια θα χρησιμοποιήσουμε.
- 2) Μέγεθος και αριθμός των καρτέ ανά δευτερόλεπτο (fps) που μπορεί να καταγράψει η κάμερα που χρησιμοποιούμε.
- 3) Είδος συμπίεσης (codec) που χρησιμοποιεί η κάμερα.

Επιλέγοντας την επιλογή Προεπισκόπηση (Preview), έχουμε ζωντανή εικόνα από την κάμερα. Μπορούμε τότε να δοκιμάσουμε εάν λειτουργεί το σύστημά μας, κάνοντας χειροκίνητη καταγραφή.

Από τις πρώτες δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν, το σύστημα παρουσίασε πρόβλημα στη ταυτόχρονη καταγραφή σήματος και από τις τρεις κάμερες. Αυτό οφειλόταν στο εύρος ζώνης (bandwidth) του σειριακού διαύλου (USB bus), το οποίο διορθώθηκε αλλάζοντας τη θέση των USB στις διάφορες θύρες που διαθέτει ο υπολογιστής. Οι μετέπειτα ρυθμίσεις που γίνονται, έχουν άμεση σχέση με τη διαδικασία αυτόματης καταγραφής.

Η μάσκα σκοτεινών αντικειμένων (Dark object mask) μας εξασφαλίζει τη μη καταγραφή σκοτεινών αντικείμενων, όπως πουλιά ή έντομα. Προσοχή χρειάζεται στη ρύθμισή αυτή, διότι εάν αποκόψουμε τέτοιες μεταβολές που είναι δυνατόν να μοιάζουν με μικρούς διάττοντες πιθανόν να έχουμε απώλεια καταγραφών.

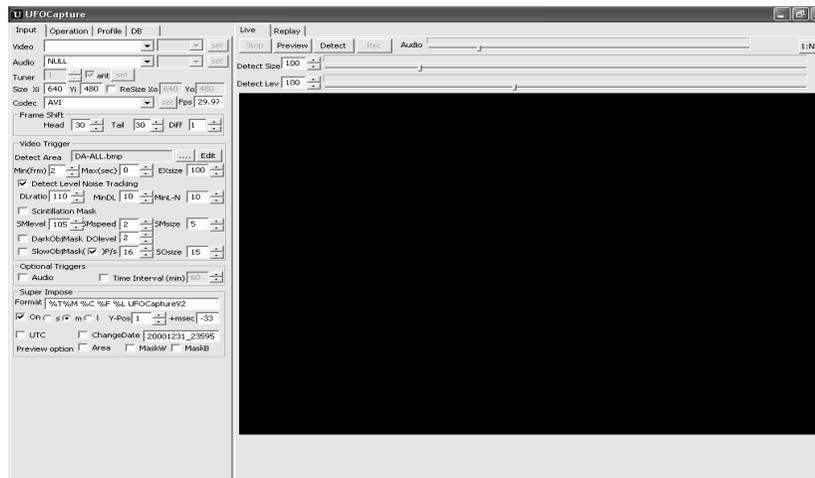
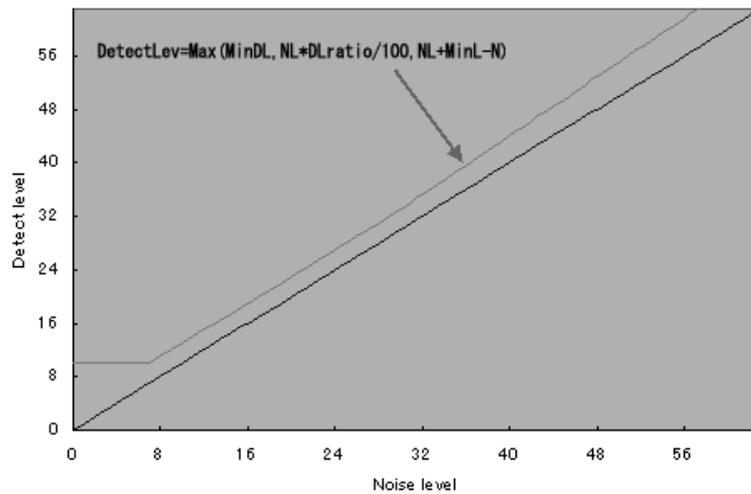
Η μάσκα αργών αντικειμένων, (Slow object mask) είναι μία αρκετά χρήσιμη λειτουργία του προγράμματος, καθώς εντοπίζει ένα αργό αντικείμενο π.χ. ένα αεροπλάνο ή ένα δορυφόρο, το παρακολουθεί για 3 sec, υπολογίζοντας ταυτόχρονα την ταχύτητά του και το καλύπτει κατά τη διάρκεια της κινήσεώς του. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγουμε καταγραφή αναλόγων βίντεο.

Η μάσκα σπινθηρισμού (Scintillation Mask) μία από τις πιο χρήσιμες λειτουργίες, καθορίζει σε πραγματικό χρόνο τη θέση ενός φωτεινού αντικείμενου, π.χ. κάποιου φωτεινού αστεριού που βρίσκεται μέσα στο οπτικό πεδίο. Το αποτέλεσμα είναι να δημιουργείται μια περιοχή κάλυψης μερικών εικονοστοιχείων (pixel) γύρω από το αστέρι, έτσι ώστε να μην γίνει η ενεργοποίηση της καταγραφής λόγω επίδρασης

της ατμόσφαιρας στο είδωλο του αστέρα.

Συνεχής ανίχνευσης του επιπέδου θορύβου (*Detect level noise tracking*) στην ουσία ρυθμίζοντας κατάλληλα αυτές τις παραμέτρους, αποφεύγουμε να έχουμε συνεχή καταγραφή, ή ακόμη και καταγραφές που οφείλονται σε θόρυβο. Ο θόρυβος αυτός μπορεί να προέρχεται από τη κάμερα, ή να οφείλεται στις κλιματολογικές συνθήκες. Το UFO Capture πάντα υπολογίζει τις μεταβολές στη φωτεινότητα των ακάλυπτων ριχέλ και για τον λόγο αυτό πάντα θα πρέπει να κρατάμε το επίπεδο της ανίχνευσης πάνω από το επίπεδο θορύβου του υποβάθρου.

Detect level noise tracking



Μετά τις ρυθμίσεις αυτές μπορούμε να αρχίσουμε την ολονύκτια παρακολούθηση και καταγραφή, του ουρανού.

Μπορούμε, όποτε αυτό κριθεί σκόπιμο, να ενεργοποιήσουμε την κάμερα, μέσα από το παράθυρο Live, κάνοντας την επιλογή Ανίχνευση (Detect). Θα αρχίσει τότε η αυτόματη καταγραφή, στο σκληρό δίσκο του υπολογιστή, όλης της εικόνας που προέρχεται από μεταβολές στο οπτικό πεδίο της κάμερας. Εδώ θα πρέπει να επισημάνουμε πως το UFO Capture παρέχει τέτοιες επιλογές, ώστε να μπορούμε να καταγράψουμε φαινόμενα κατ'επιλογήν όπως: διάττοντες αστέρες, βολίδες, βροχές διαττόντων, είτε ακόμη και κοσμικές ακτίνες, εφόσον η ευαισθησία των καμερών μπορεί να ανταποκριθεί σε τόσο μικρές μεταβολές. Οι ρυθμίσεις της ευαισθησίας στη περίπτωση του ανωτέρω σταθμού παρατήρησης, ώστε να αρχίζει η αυτόματη καταγραφή, είναι η αντίστοιχη για τους διάττοντες αστέρες. Οι τιμές αυτές καθορίζονται από τον ίδιο τον δημιουργό του προγράμματος.

Τα βίντεο τα οποία έχουμε καταγράψει μέχρι τώρα έχουν μέγεθος από 35 MB έως 55 MB. Ο αριθμός των βίντεο σε καθημερινή βάση είναι από 0 έως 5. Τα αποτελέσματα αυτά είναι από το αρχικό στάδιο δημιουργίας του σταθμού, ο οποίος ακόμα βρίσκεται σε νηπιακή ηλικία αφού λειτουργεί περίπου 2 μήνες.

Ανάλυση των Video

Το επόμενο βήμα είναι να αντλήσουμε την πληροφορία από τα βίντεο που καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια της νύχτας με το UFO Analyzer. Αποτελεί το πιο σημαντικό κομμάτι της επεξεργασίας των παρατηρήσεων του σταθμού.

Τα αποτελέσματα που μπορούμε να έχουμε είναι:

- 1) Προσδιορισμός του οπτικού πεδίου χρησιμοποιώντας καταλόγους αστέρων που ήδη περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα (αστέρες μέχρι 10 μεγέθους).
- 2) Υπολογισμός της θέσης του αντικειμένου (Αζιμούθιο, Ύψος και Ορθή Αναφορά, Απόκλιση).
- 3) Ανάλυση της διεύθυνσης, της ταχύτητας και του μεγέθους του κινουμένου αντικειμένου.
- 4) Υπολογισμός της απόστασης του αντικειμένου από το σταθμό.
- 5) Εύρεση βροχής διαττόντων από τον αντίστοιχο κατάλογο βροχών του προγράμματος.
- 6) Σχεδιασμός της τροχιάς του ίχνους σε σχέση με τον τόπο παρατήρησης.
- 7) Σχεδιασμός του οπτικού πεδίου της κάμερας.
- 8) Δημιουργία εικόνας πορείας και κορυφώσεως του φαινομένου.

Με την αρχική ενεργοποίηση του προγράμματος UFO Analyzer θα πρέπει να γίνουν οι ακόλουθες απαραίτητες ρυθμίσεις :

- 1) Καθορισμός διευθύνσεως αποθήκευσης των βίντεο στον υπολογιστή
- 2) Ανάκτηση των βίντεο.
- 3) Γεωγραφικό μήκος, γεωγραφικό πλάτος, υψόμετρο και ζώνη ώρας του τόπου παρατήρησης.
- 4) Προσδιορισμός διευθύνσεως κάθε κάμερας σε αζιμούθιο και ύψος.

Μετά από αυτές τις ρυθμίσεις, οι οποίες μπορούν να αποθηκευτούν με διαφορετικό προφίλ για κάθε κάμερα, αρχίζει η ουσιαστική ανάλυση για να έχουμε τα αποτελέσματα που προαναφέρθηκαν.

Το επόμενο βήμα συνδέεται με την συσχέτιση των αστέρων που μας δίνει το πρόγραμμα για τα χωρικά και χρονικά δεδομένα που εισαγάγαμε, σε σχέση με το κομμάτι του ουράνιου θόλου που έχει καταγράψει η κάμερα.

Για το σκοπό αυτό εντοπίζουμε τουλάχιστον 5 αστέρια, ώστε να είμαστε σε θέση να αναλύσουμε το βίντεο.

Τεχνικές Δυσκολίες

Κατά την εγκατάσταση και τη δοκιμαστική λειτουργία του σταθμού μας εντοπίσαμε ορισμένες τεχνικές δυσκολίες. Τις αναφέρουμε παρακάτω καθώς και τα βήματα που κάναμε ώστε να τις αντιμετωπίσουμε.

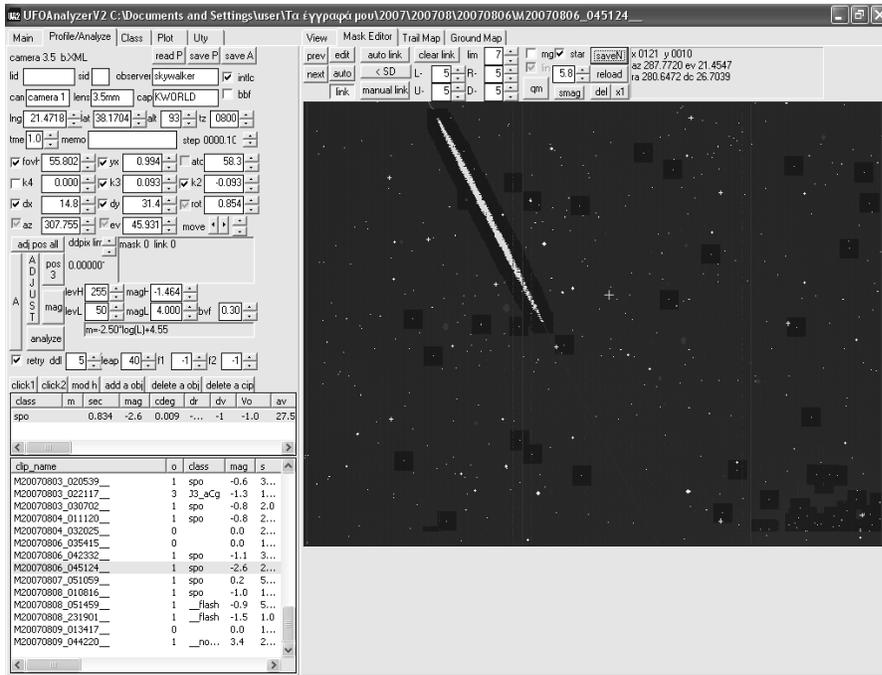
- A) Το ζήτημα της φωτορύπανσης: επιλέξαμε να στοχεύσουν οι κάμερες σε κατεύθυνση αντίθετη προς την Πάτρα, ούτως ώστε να αποφύγουμε την φωτεινή άλω που δημιουργούν τα φώτα της πόλης.
- B) Μετατροπή αναλογικού σήματος σε ψηφιακό: είναι ένα ζήτημα που πρέπει να ληφθεί υπόψιν, ώστε να μην υπάρχει απώλεια σήματος κατά τη διαδικασία αυτή. Διαπιστώσαμε ότι η χρήση KWORLD DVD MAKER USB2.0 προκαλεί απώλεια σήματος, με αποτέλεσμα να περιοριζόμαστε στους λαμπρότερους διάττοντες. Για το σκοπό αυτό στα άμεσα σχέδιά μας είναι η αναβάθμιση του μετατροπέα.
- Γ) Μήκος καλωδίων: στην περίπτωση μας τα καλώδια μεταφοράς σήματος από τις κάμερες στον υπολογιστή έχουν μήκος 10 μέτρων πράγμα που μειώνει την ποιότητα του σήματος, δυστυχώς όμως φυσικοί περιορισμοί (απόσταση καμερών από τον υπολογιστή) δεν μας επιτρέπουν να έχουμε μικρότερο μήκος καλωδίου.

Αποτελέσματα Ανάλυσης

Όταν βρούμε, είτε χειροκίνητα είτε αυτόματα, ποια από τα φαινόμενα αστέρια αντιστοιχούν σε αυτά που μας δίνονται σαν αστέρια αναφοράς από το UFO Analyzer, κάνουμε τον καθορισμό θέσεων του πεδίου με την βοήθεια σχετικής

λειτουργίας που διαθέτει το πρόγραμμα.

Έπειτα επιλέγουμε από το παράθυρο διαλόγου, όπως φαίνεται παρακάτω, τη λειτουργία Analyze, η οποία κάνει την ανάλυση των καρέ που αποτελούν το βίντεο.

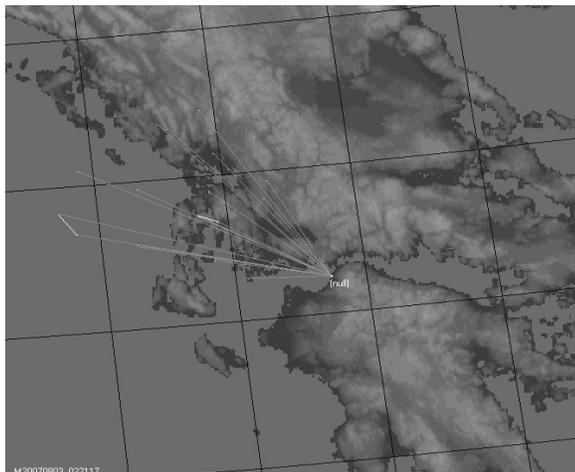


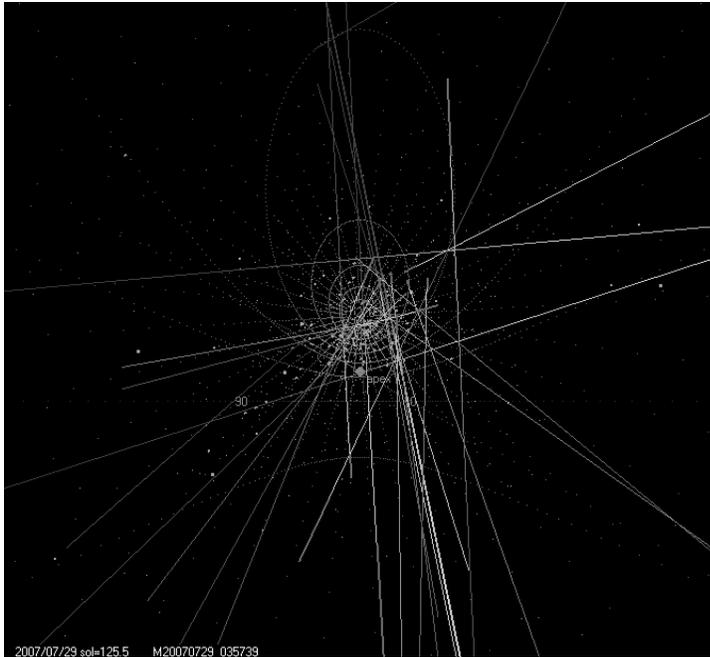
Τα άμεσα αποτελέσματα που παίρνουμε είναι :

- 1) Το μέγεθος του διάττοντα τη στιγμή της κορύφωσης του φαινομένου.
 - 2) Την κατηγορία του διάττοντα, πιο συγκεκριμένα, εάν ανήκει σε κάποια συγκεκριμένη βροχή διαττόντων ή είναι σποραδικός.
- Επιλέγοντας το βίντεο που αναλύσαμε μπορούμε να δούμε συνολικά όλα τα στοιχεία που προέκυψαν για το αντικείμενο, τα οποία είναι :
 - Κατηγορία διάττοντα.
 - Διάρκεια φαινομένου.
 - Μέγεθος κορύφωσης.
 - Μέσος όρος απόκλισης γραμμικότητας.
 - Μέγιστη απόκλιση γραμμικότητας.
 - Απόσταση ακτινοβόλου-μεγίστου κύκλου τροχιάς.
 - Ταχύτητα.

- Ορθή αναφορά- απόκλιση του σημείου μετρήσεως της ταχύτητας.
- Καρέ του πεδίου του αντικειμένου στην αρχή και στο τέλος.
- Συνολικά καρέ του αντικειμένου.
- Γωνιώδης ταχύτητα κατά την ορθή αναφορά της κορυφώσεως.
- Συνολικός αριθμός ανιχνευθέντων εικονοστοιχείων.
- Μέγιστη φωτεινότητα ενός εικονοστοιχείου.
- Μέγιστος αριθμός κορεσμένων εικονοστοιχείων.
- Ποσότητα φωτός κατά την κορύφωση.
- Ορθή αναφορά-απόκλιση του μέσου όρου του πόλου της τροχιάς.
- Μέση ταχύτητα που χρησιμοποιείται για την κατηγοριοποίηση.
- Ορθή αναφορά-απόκλιση του σημείου έναρξης και τέλους.
- Εκτίμηση του γεωγραφικού μήκος έναρξης-λήξης του φαινομένου Lng1-2
- Εκτίμηση του γεωγραφικού πλάτους έναρξης-λήξης του φαινομένου Lat1-2
- Ύψος έναρξης-λήξης του φαινομένου.
- Ορθή αναφορά-απόκλιση των σημείων Lng1-2 και Lat1-2
- Απόσταση του σημείου παρατήρησης από το σημεία έναρξης-λήξης του φαινομένου.
- Μήκος τροχιάς.

Όλα τα δεδομένα αποθηκεύονται αυτόματα μετά το πέρας της αναλύσεως. Επίσης μπορούμε να αποθηκεύσουμε εικόνες από τον χάρτη τροχιάς του διάττοντα και τον χάρτη εδάφους σε μορφές Jpg ή Bmp.





Επιπλέον μπορούμε να δημιουργήσουμε συνολική φωτογραφία όλου του φαινομένου.



Συμπεράσματα

Η όλη ανάπτυξη που προηγήθηκε, δείχνει τις πολλαπλές δυνατότητες που προσφέρει ο πρώτος Σταθμός Παρατήρησης Διαττόντων, τόσο στη λήψη όσο και στην επεξεργασία των παρατηρήσεων, που συνδέονται με το εντυπωσιακό αυτό φαινόμενο του νυχτερινού ουρανού. Σιγά –σιγά θα δημιουργηθεί μια μεγάλη βάση σχε-

τικών δεδομένων, η οποία θα επιτρέψει την στατιστική μελέτη του φαινομένου. Υπάρχει εξαιρετικά καλή προοπτική διεθνούς συνεργασίας με αντίστοιχους σταθμούς της Ευρώπης, οι οποίοι διαθέτουν εμπειρία αρκετών χρόνων. Μελλοντικός στόχος επέκτασης του Σταθμού θα είναι η παράλληλη παρατήρηση του ραδιοϊσχνούς των διαττόντων με την βοήθεια συμβολομέτρου κεραίων Yagi.

Ευχαριστίες:

Ευχαριστούμε θερμά τον Δρ. Χρήστον για την εποικοδομητική συνεργασία στην υλοποίηση του προγράμματος.

Βιβλιογραφία

- *Ιστοσελίδα Διεθνούς Οργανισμού Μετεώρων* <http://www.imo.net>
- *UFO Capture Manual* <http://sonotaco.com/soft/UFO2/help/english/index.html>
- *Armagh Observatory Meteor Station* <http://www.arm.ac.uk/meteor-cam/>
- *Wisniewski, M., et al, Journal of the IMO 33:1, 23–29.*
- *Meteor Showers and their Parent Comets, Peter Jenniskens, Cambridge University Press 2006.*
- *Meteorites and Their Parent Planets, Harry Y. McSween, Cambridge University Press 1999.*
- *Watec 902DM2S Camera Manual.*
- *UFO Analyzer V.2 User Manual.*

ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ ΔΙΑΤΤΟΝΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ «FIRE IN THE SKY”

*Ζαφειρόπουλος Βασίλειος,
Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστημίου Πατρών
Ωρίων, Αστρονομική Εταιρεία Πάτρας
Νικολουδάκης Νικόλαος,
Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστημίου Πατρών
Ωρίων, Αστρονομική Εταιρεία Πάτρας
Γουργουλιάτος Κωνσταντίνος-Νεκτάριος,
Ινστιτούτο Αστρονομίας, Πανεπιστημίου Cambridge
Ωρίων, Αστρονομική Εταιρεία Πάτρας
Νιφαδοπούλου Μαρία,
Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστημίου Πατρών
Ωρίων, Αστρονομική Εταιρεία Πάτρας*

Περίληψη



Γίνεται παρουσίαση του πρώτου Ελληνικού Σταθμού Παρατήρησης Μετεώρων. Το σύστημα αποτελείται από 3 ταυτοτικά ίδιες CCD κάμερες, οι οποίες καλύπτουν περίπου το 65% του ορατού ημισφαιρίου. Τα δεδομένα του σταθμού καταγράφονται και αναλύονται αυτόματα από λογισμικό για την ανίχνευση μετεώρων και βολίδων. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μέτρηση της ταχύτητας, τον υπολογισμό της τροχιάς, του ακτινοβόλου σημείου

και τελικά να υποβληθούν σε στατιστική επεξεργασία. Όλα τα αποτελέσματα θα ανακοινώνονται στο σχετικό Δίκτυο των Μετεωρικών Σταθμών.