

Κεφάλαιο 4 : Λήψη και επεξεργασία εικόνας

Δημιουργία εικόνων βαθμονόμησης

Ένα από τα κλειδιά για τη συλλογή επιστημονικώς χρήσιμων δεδομένων είναι η ορθή βαθμονόμηση των εικόνων σας. Είναι σημαντικό ότι τα δεδομένα ή "εικόνες της επιστήμης» θα αντιπροσωπεύουν με ακρίβεια το σήμα από τα άστρα. Πηγές μη-αστρικού σήματος θα πρέπει να ποσοτικοποιηθούν και να απομακρυνθούν στο μέτρο του δυνατού, έτσι ώστε να μην υποβαθμίσουν τα δεδομένα σας.

Ευτυχώς, υπάρχει ένας απλός τρόπος για να το κάνετε αυτό με τη λήψη ειδικών εικόνων που αποτυπώνουν τις συνέπειες των διαφόρων ειδών σήματος που προέρχεται από τα όργανα. Θα διαπιστώσετε εδώ, ότι το λογισμικό φωτογραφικής απεικόνισης είναι μια μεγάλη βοήθεια και θα κάνει την περισσότερη δουλειά για λογαριασμό σας. Απλά φροντίστε να καθορίσετε το είδος των εικόνων βαθμονόμησης που παίρνετε σε κάθε περίπτωση, έτσι ώστε το λογισμικό σας να ξέρει τι να κάνει μαζί τους αργότερα. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι μόνες άλλες αποφάσεις που θα πρέπει να πάρετε καθώς οργανώνετε το πρόγραμμα παρατήρησης, αφορούν τους χρόνους έκθεσης, τον αριθμό των εικόνων που θα λάβετε και ποιο φίλτρο θα επιλέγετε.

InfoBox 4.1 – Σύντομος οδηγός δημιουργίας εικόνων βαθμονόμησης

Όλες οι εικόνες βαθμονόμησης πρέπει να ληφθούν στην ίδια θερμοκρασία με αυτές των δεδομένων σας. Αφήστε το σύστημα ψύξης της κάμερας να λειτουργήσει για μισή ώρα πριν αρχίσετε να λαμβάνετε εικόνες.

Εικόνες Bias

- Λαμβάνονται στο σκότος με κλειστό τον φωτοφράχτη ή/και τοποθετημένο το καπάκι του φακού
- Ο χρόνος έκθεσης πρέπει να είναι μηδενικός ή ο ελάχιστος δυνατός.
- Λάβετε 100 εικόνες και δημιουργήστε Master Bias από το μέσο όρο τους.

Εικόνες Dark (σκότους)

- Λαμβάνονται στο σκότος με κλειστό τον φωτοφράχτη ή/και τοποθετημένο το καπάκι του φακού
- Ο χρόνος έκθεσης πρέπει να είναι ίσος ή μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο των δεδομένων σας
- Λάβετε 20 ή περισσότερες εικόνες, αφαιρέστε το Master Bias από κάθε μία και δημιουργήστε το Master Dark με το μέσο όρο τους (με median).

Εικόνες Flat

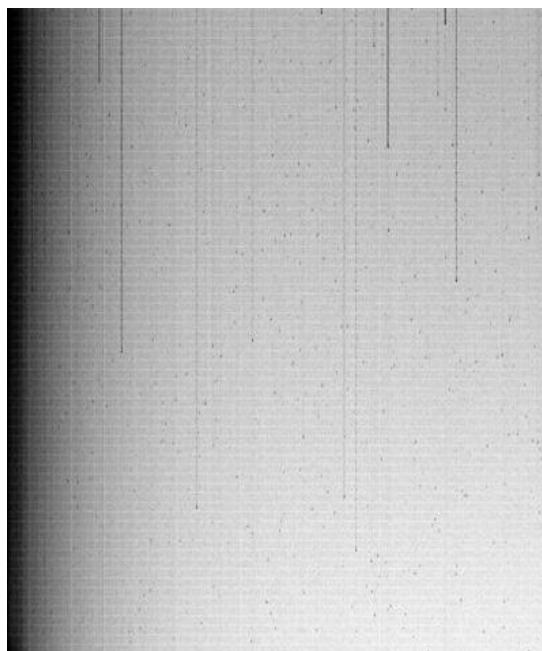
- Λάβετε εικόνες μιας ομοιόμορφης φωτεινής πηγής ή κατά το λυκόφως/λυκαυγές.
- Βεβαιωθείτε πως η εστία παραμένει ίδια με αυτή των εικόνων δεδομένων σας.
- Ο χρόνος έκθεσης πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να καλύπτεται το ήμισυ της χωρητικότητας των εικονοστοιχείων του αισθητήρα (well depth)
- Λάβετε 10 ή περισσότερες εικόνες για κάθε φίλτρο και συνθέστε τις με τη μέση τιμή ή το μέσο όρο. Κατόπιν, αφαιρέστε τα Master Bias και Master Dark για να δημιουργήσετε το Master Flat.

Το λογισμικό σας θα καταστήσει εύκολη για λογαριασμό σας τη σύνθεση και την εφαρμογή των εικόνων βαθμονόμησης στις εικόνες δεδομένων σας. Ανάλογα με το ποιο πακέτο λογισμικού χρησιμοποιείτε, τα βήματα της σύνθεσης ή και εφαρμογής γίνονται αυτόματα ή σχεδόν αυτόματα. Είναι σημαντικό να γνωρίζετε τα βασικά για το πώς λειτουργεί το λογισμικό σας και τις επιλογές που πρέπει να κάνετε κατά τη διαδικασία.

Η ιδέα πίσω από τις εικόνες βαθμονόμησης είναι ότι θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν για την κανονικοποίηση των εικόνων δεδομένων σας χωρίς να αλλοιώσουν το χρήσιμο σήμα με οποιονδήποτε τρόπο, καθιστώντας τις αντιπροσωπευτικές του φωτός που λαμβάνεται από την πηγή, χωρίς να τροποποιηθεί από την επίδραση του συστήματος σας.

Εικόνες Bias

Η κάμερα CCD και τα ηλεκτρονικά της εμφανίζουν εγγενή θόρυβο που προσθέτει σήμα σε κάθε εικόνα που λαμβάνετε, ανεξάρτητα από το χρόνο έκθεσης. Οι εικόνες Bias χρησιμοποιούνται για να αντισταθμίσουν το θόρυβο ανάγνωσης και παρεμβολές από τον υπολογιστή ή άλλες πηγές ηλεκτρονικού θορύβου. Θα απομακρύνουν επίσης τυχόν σταθερό σήμα που τίθεται από τη συσκευή στην έξοδο του CCD. Δημιουργούνται με τη λήψη εκθέσεων μηδενικού χρόνου (ή τουλάχιστον του μικρότερου που επιτρέπει η συσκευή σας) χωρίς να πέφτει καθόλου φως στην κάμερα. Αφού το Master Bias δημιουργείται από τη σύνθεση με μέσο όρο, πρέπει να πάρετε πολλά ώστε να εξομαλυνθεί ο τυχαίος θόρυβος. Αν χρησιμοποιηθούν λίγες εικόνες, θα προθέσουν περισσότερο θόρυβο από αυτόν που θα αφαιρέσουν!



Εικόνα Bias σε αρνητικό

Όλες οι εικόνες βαθμονόμησης και δεδομένων θα πρέπει να λαμβάνονται με την ίδια ρύθμιση της θερμοκρασίας που θα είναι όσο το δυνατόν χαμηλότερη για την τοποθεσία και την εποχή του χρόνου. Ρυθμίστε την ψύξη της κάμερας σε μία θερμοκρασία που μπορεί να φτάσει χρησιμοποιώντας όχι περισσότερο από το 80% των δυνατοτήτων της και αφήστε την να λειτουργήσει για περίπου μισή ώρα ή μέχρις ότου σταθεροποιηθεί η θερμοκρασία της.

Αφού έχετε δημιουργήσει ένα Master Bias θα μπορείτε να το χρησιμοποιείτε έως ότου είτε η θερμοκρασία του περιβάλλοντος αυξηθεί αρκετά ώστε να μην μπορείτε πλέον να επιτύχετε την ίδια θερμοκρασία στο CCD ή αν κάνετε κάποια αλλαγή στα ηλεκτρονικά του συστήματος σας.

Εικόνες Dark

Οι θερμικές κινήσεις των ηλεκτρονίων μέσα στον αισθητήρα παράγουν σήματα με βραδύ ρυθμό σε αναλογία με το χρόνο έκθεσης, όχι επειδή εκτίθενται στο φως, αλλά επειδή αυτά τα θερμικά ηλεκτρόνια έχουν την ευκαιρία να συσσωρευτούν σε κάθε εικονοστοιχείο την πάροδο του χρόνου. Οι εικόνες Dark έχουν σκοπό να προσδιοριστεί ποσοτικά το "ρεύμα σκότους" ή ο θερμικός θόρυβος στον αισθητήρα CCD, ώστε να μπορεί να αφαιρεθεί από τις εικόνες δεδομένων. Τα "Hot pixels" μπορούν γενικά να ελέγχονται με την καλή ρύθμιση της θερμοκρασίας και θα μειώνονται όσο κατεβαίνει η θερμοκρασία του CCD.

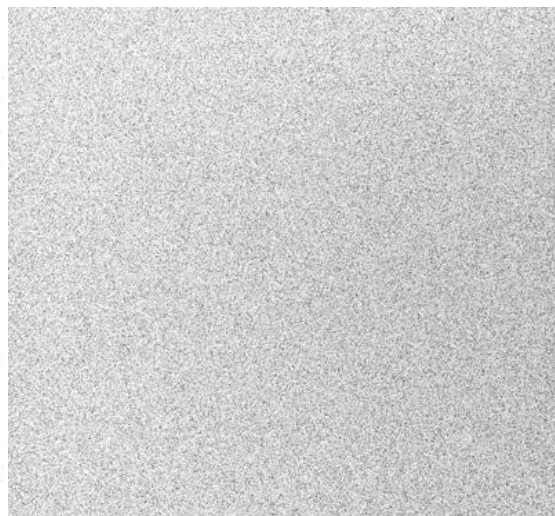
Για να κάνετε εικόνες Dark (Dark frames), βεβαιωθείτε ότι δεν περνά καθόλου φως στην κάμερά σας και λάβετε εικόνες που έχουν τον ίδιο ή μεγαλύτερο χρόνο έκθεσης από ό, τι θα χρειαστείτε για τις εικόνες δεδομένων. Ο λόγος που δεν πρέπει να χρησιμοποιήσετε εικόνες Dark με μικρότερο χρόνο έκθεσης από την εικόνα δεδομένων σας είναι ότι αν το λογισμικό σας πρέπει να τις «κλιμακώσει» για να καλύψουν μεγαλύτερη έκθεση, τα hot pixel θα μπορούσαν να κορεστούν, κάτι που θα επηρεάσει αρνητικά το τελικό αποτέλεσμα.

Όπως και με τις εικόνες Bias, όσο περισσότερες εικόνες λάβετε, τόσο το καλύτερο, δεδομένου ότι το λογισμικό σας θα υπολογίσει το μέσο όρο όλων, καθώς το Master Bias θα αφαιρείται από την καθεμιά. Είναι καλή ιδέα να επιθεωρήσετε τα Dark για ίχνη κοσμικών ακτίνων και να αφαιρέσετε τις τυχόν κακές πριν συνεχίσετε για το Master Dark. Το λογισμικό σας θα αναφέρει πώς γίνεται αυτό.

Μια πρόταση είναι να παίρνετε όλα τα Bias και Dark σε συνεφιασμένες νύχτες και να τα αποθηκεύσετε σε μια «βιβλιοθήκη» ταξινομημένη κατά θερμοκρασία και χρόνο έκθεσης. Όπως και με τα Bias, θα πρέπει να λάβετε νέα Dark όποτε κάνετε αλλαγές στον ηλεκτρονικό σας εξοπλισμό (όπως η χρήση ενός νέου υπολογιστή, διαφορετικά καλώδια, κλπ)



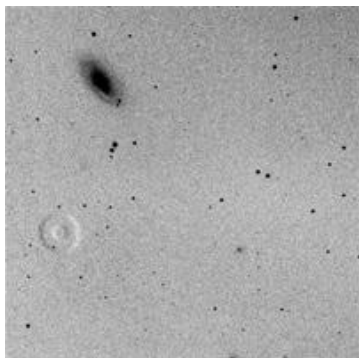
*Εικόνα Dark 10 δευτερολέπτων
(σε αρνητικό)*



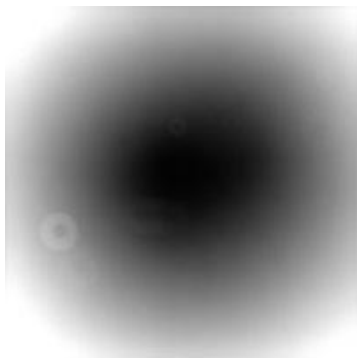
*Εικόνα Dark 300 δευτερολέπτων
(σε αρνητικό)*

Εικόνες Flat

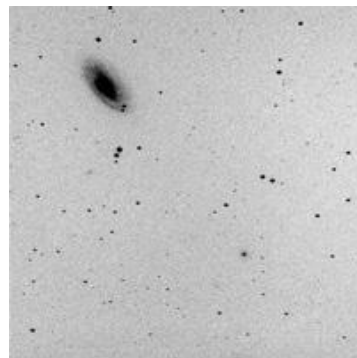
Ο σκοπός ενός Flat είναι να δημιουργήσει μια εικόνα η οποία, όταν εφαρμόζεται στην εικόνα δεδομένων, θα αντισταθμίσει τα προβλήματα στην πορεία της δέσμης μέσα από το τηλεσκόπιό σας προς τον αισθητήρα CCD. Τέτοια πράγματα όπως η σκόνη στις επιφάνειες των οπτικών, αντανάκλασεις από διαφράγματα και κακώς ευθυγραμμισμένα οπτικά μπορούν να προκαλέσουν διαβαθμίσεις στην ποσότητα του φωτός που περνά μέσω του συστήματός σας. Με τη λήψη εικόνων μιας ομοιόμορφης πηγής φωτός, πολλές από αυτές τις διαβαθμίσεις μπορούν να καταγραφούν και να ποσοτικοποιηθούν έτσι ώστε το αποτέλεσμά τους να μπορεί να αφαιρεθεί από την εικόνα δεδομένων όπως τα Bias και Dark αφαιρούν άλλα είδη θορύβου.



Φωτογραφία με ακατάλληλο flat που δείχνει την επίδραση ενός κόκκου σκόνης



Flat στο φίλτρο V με τον ίδιο κόκκο σκόνης



Η φωτογραφία μετά από σωστό flat

Το πιο δύσκολο κομμάτι στη λήψη των Flat σχετίζεται με την «πηγή ομοιόμορφου φωτός». Πολλοί άνθρωποι χρησιμοποιούν φωτοκυτία από ιδιοκατασκευές ή προϊόντα του εμπορίου είτε μια ομοιόμορφα φωτισμένη λευκή επιφάνεια στο εσωτερικό του θόλου ή στον τοίχο του παρατηρητηρίου τους. Μια άλλη δημοφιλής μέθοδος είναι να χρησιμοποιήσετε το ίδιο τον ουρανό στο λυκόφως ή το λυκαυγές (βλ infobox 4.2). Σε κάθε περίπτωση, είναι σημαντικό να είναι ομοιόμορφη η πηγή, διαφορετικά οι εικόνες που ελήφθησαν δεν θα αντικατοπτρίζουν με ακρίβεια προβλήματα στην διαδρομή του φωτός, αλλά τα προβλήματα της φωτεινής πηγής σας!

Για να πάρετε εικόνες Flat, βεβαιωθείτε ότι η θερμοκρασία της κάμερας είναι σταθερή και ίδια με τη θερμοκρασία που χρησιμοποιείται για τα Bias και Dark. Η εστίαση πρέπει να ρυθμιστεί με εκείνη που χρησιμοποιείται για τις εικόνες δεδομένων, αλλιώς τα ίχνη της σκόνης που έχουν μορφή δακτυλίου ή λουκουμά, δεν θα ταιριάζουν με αυτό που έχει επηρεάσει τις εικόνες δεδομένων.

Οι χρόνοι έκθεσης θα ποικίλουν με κάθε φίλτρο, εκτός αν μπορείτε να ρυθμίσετε τη φωτεινότητα της πηγής για να αντισταθμίσετε τις διαφορές. Ο στόχος είναι να εκθέσετε τη CCD σας στο ήμισυ της χωρητικότητας των pixels (αυτό εξηγείται στο κεφάλαιο για τον εξοπλισμό, σελίδα 15).

Πάρτε τουλάχιστον 10 εικόνες για κάθε φίλτρο. Εάν πηγή φωτός σας είναι ο ουρανός του λυκόφωτος ή του λυκαυγούς, ρυθμίστε το λογισμικό σας να κάνει "median combine" των flat για κάθε φίλτρο για να αφαιρέσετε τυχόν αστέρια που μπορεί να έχουν συμπεριληφθεί, διαφορετικά επιλέξτε "average". Θα δημιουργηθεί ένα Master Flat για κάθε φίλτρο όταν ο αφαιρεθεί το Master Dark. Χρησιμοποιήστε Master Dark με χρόνο έκθεσης που είναι ίσος ή μεγαλύτερος από εκείνον των flat.

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το σύνολο των Master Flat που δημιουργήσατε για περισσότερες από μία συνεδρίες παρατήρησης, αλλά είναι καλή πρακτική να κάνετε νέα τουλάχιστον μια φορά το μήνα. Η σκόνη έχει έναν τρόπο να μπαίνει παντού, άσχετα με το πόσο επιμελώς προσπαθείτε να την κρατήσετε μακριά! Αν κάτι αλλάξει στην οπτική ακολουθία σας (όπως η προσθήκη ενός εστιακού μειωτή, αλλαγή φίλτρου, αφαίρεση ή περιστροφή της κάμερας σας) θα πρέπει να δημιουργήσετε νέα Master Flat.

InfoBox 4.2 – Λήψη Flat στο λυκόφως/λυκαυγές

Η αξιοποίηση του ίδιου του ουρανού για τη δημιουργία flat είναι ο ευκολότερος (και λιγότερο δαπανηρός) τρόπος για καλά flat. Εντούτοις, εγκυμονεί κινδύνους. Ακολουθώντας τις παρακάτω συμβουλές. Είναι δυνατόν να αποφύγετε τις περισσότερες κακοτοπιές.

- Εργαστείτε στο χρονικό διάστημα των 20-30 λεπτών που ο ήλιος βρίσκεται 5°-7° κάτω από τον ορίζοντα.
- Στρέψτε το τηλεσκόπιο προς το ζενίθ.
- **Να μετατοπίζετε το τηλεσκόπιο μεταξύ των εκθέσεων για να μη βρίσκονται τα άστρα στην ίδια θέση σε δύο εικόνες.** Καλύψτε την άκρη του τηλεσκοπίου με ένα λευκό T-shirt για να διαχύσετε περαιτέρω το φως των άστρων.
- Αποφύγετε το γαλαξιακό επίπεδο γιατί θα καταγραφούν πολλά άστρα.
- Μην παίρνετε flat όταν υπάρχουν σύννεφα ή λαμπρή Σελήνη στον ουρανό.
- Ο χρόνος έκθεσης θα είναι τέτοιος ώστε να δημιουργεί πλήρωση κατά το ήμισυ της χωρητικότητας των ριχέλ αλλά πάντα εντός του διαστήματος 3-30 δευτερολέπτων
- Τα flat για το φίλτρο B (αν χρησιμοποιείται) θα λαμβάνονται όταν το φως είναι περισσότερο και τα υπόλοιπα κατόπιν, κατά σειρά V, R, I.

Λήψη εικόνων δεδομένων

Τώρα που έχετε μια σειρά από εικόνες βαθμονόμησης στη διάθεσή σας, ήρθε η ώρα να αρχίσετε να συλλέγετε πραγματικά εικόνες των μεταβλητών αστέρων. Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που πρέπει να λάβετε υπ' όψη κατά τη δημιουργία αυτών των εικόνων.

Ρύθμιση θερμοκρασίας

Η θερμοκρασία της κάμερας θα πρέπει να οριστεί όσο το δυνατόν χαμηλότερα για τη μείωση του ρεύματος σκότους. Εάν χρησιμοποιείτε θερμοηλεκτρικά ψυχόμενα κάμερα, ρυθμίστε τη θερμοκρασία όσο χαμηλότερα μπορεί να φτάσει χρησιμοποιώντας επίπεδο ισχύος που δεν θα υπερβαίνει το 80% περίπου (έτσι ώστε να υπάρχει ακόμα ένα μικρό απόθεμα ισχύος για επιπλέον ψύξη αν χρειαστεί). Δώστε την κάμερα περίπου 30 λεπτά για να σταθεροποιηθεί προτού αρχίσετε να παίρνετε εικόνες. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι εικόνες βαθμονόμησης θα πρέπει να δημιουργηθούν χρησιμοποιώντας την ίδια ρύθμιση θερμοκρασίας με τις εικόνες δεδομένων. Τις πολύ ζεστές νύχτες του καλοκαιριού, διαλέξτε στόχους που απαιτούν συντομότερες εκθέσεις για να μειώσετε το ρεύμα σκότους.

Χρήση φίλτρων

Για να παραχθούν δεδομένα που μπορούν εύκολα να γίνουν κατανοητά από τους χρήστες (ο οποίος είναι ο στόχος αυτού του οδηγού!), θα πρέπει να χρησιμοποιείτε πάντα φωτομετρικά φίλτρα εκτός από σπάνιες περιπτώσεις κατά τις οποίες αρκεί παρατήρηση χωρίς φίλτρα. Δεδομένα χωρίς τη χρήση φίλτρων ή δεδομένα που λαμβάνονται με μη τυποποιημένα φίλτρα είναι περιορισμένης χρήσης δεδομένου ότι το χρώμα του αστεριού και η απόκριση του συστήματός σας σε αυτό το χρώμα θα είναι πιθανώς πολύ διαφορετικά από τον ένα παρατηρητή στον άλλο. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για γεγονότα που σχετίζονται μόνο με το χρόνο, όπως τα ελάχιστα ενός διπλού εκλειπτικού συστήματος, αλλά δεν θα περιγράφουν με ακρίβεια την πραγματικότητα με τρόπο που οι άλλοι μπορούν να επαναλάβουν. Είναι πολύ καλύτερο να συλλέγετε δεδομένα χρησιμοποιώντας ένα ή περισσότερα από τα πρότυπα φωτομετρικά φίλτρα. Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με αυτό, δείτε την ενότητα των φίλτρων στο κεφάλαιο περί εξοπλισμού (σελίδα 21).

Επιλογή χρόνου έκθεσης

Ο χρόνος έκθεσης που θα επιλέξετε για κάθε εικόνα εξαρτάται από έναν αριθμό παραγόντων, συμπεριλαμβανομένης της φωτεινότητας του μεταβλητού κατά το χρόνο παρατήρησης, το φίλτρο που χρησιμοποιείτε, την ποιότητα του μηχανισμού κίνησης του τηλεσκοπίου σας και το αν δεν κάνετε autoguiding. Σε γενικές γραμμές, θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε το μεγαλύτερο χρόνο έκθεσης κατάλληλο τόσο για τη συνολική φωτεινότητα, όσο και το χρονικό διάστημα της μεταβολής που θέλετε να μετρήσετε. Η πιο κρίσιμη πτυχή της επιλογής κατάλληλου χρόνου έκθεσης για ένα δεδομένο φίλτρο είναι να μην «κορεστεί» η εικόνα του μεταβλητού ή οποιουδήποτε από τους αστέρες συγκρίσεως. Χωρίς αυτή την προϋπόθεση, θα έχετε ψευδή καταγραφή της φωτεινότητας του άστρου, η οποία θα οδηγήσει σε άχρηστα δεδομένα.

Για να αποφύγετε αυτό το πρόβλημα, είναι σημαντικό να ξεκινήσετε γνωρίζοντας το σημείο κορεσμού της κάμεράς σας, όπως μετράται σε αναλογικο- ψηφιακές μονάδες ή ADUs (δείτε την ενότητα για την προσδιορισμό της γραμμικότητας, σελίδα 16). Μόλις ξέρετε ποιο είναι το ανώτερο όριο, λάβετε κάποια δοκιμαστική εικόνα άστρων γνωστής φωτεινότητας χρησιμοποιώντας διαφορετικούς χρόνους έκθεσης. Επιθεωρώντας τις εικόνες με τη χρήση των εργαλείων του λογισμικού σας για να μετρήσετε τον αριθμό των ADU στην εικόνα του άστρου θα είστε σε θέση να προσδιορίσετε το σημείο κορεσμού των αστείων. Από αυτές τις πληροφορίες, μπορείτε να δημιουργήσετε τον μέγιστο και ελάχιστο «ασφαλή» χρόνο έκθεσης για κάθε μέγεθος αστέρα που είναι πιθανό να απεικονίσετε. Στη συνέχεια μπορείτε να καταγράψετε τα ευρήματά σας σε ένα πίνακα του χρόνου έκθεσης σε σχέση με το μέγεθος αστέρα για κάθε φίλτρο, για μελλοντική αναφορά. Αυτό θα σας εξοικονομήσει πολύ χρόνο και πιθανά προβλήματα στο μέλλον.

Λάβετε υπόψη ότι η εικόνα του αστεριού μπορεί να κορεστεί πολύ πριν συμβεί υπερχειλίση (δηλ οι κάθετες αιχμές που προέρχονται από αυτό)!

Μερικά επιπλέον χρήσιμα τεχνάσματα σχετικά με την επιλογή χρόνου έκθεσης:

- Αν δεν είστε βέβαιοι για το σωστό χρόνο έκθεσης κάποιου καινούργιου στόχου, πάντα να κλίνετε προς την επιλογή συντομότερης έκθεσης.
- Είναι καλύτερα μερικές σύντομες εκθέσεις παρά μία μεγάλη χρόνου ίσου αθροιστικά. Όσο μεγαλύτερη είναι η έκθεση, τόσο αυξάνεται ο κίνδυνος ελατώματος στην εικόνα από ανωμαλία στην κίνηση, δορυφόρους, κοσμικές ακτίνες, περαστικά νέφη κλπ. Οι συντομότερες εικόνες μπορεί να αθροιστούν για να βελτιωθεί ο λόγος σήματος προς θόρυβο (SNR).
- Μην παίρνετε ποτέ εκθέσεις κάτω από 3 δευτερόλεπτα και αποφεύγετε ακόμα και κάτω από 10 δευτερόλεπτα, ειδικά αν η κάμερά σας έχει κλείστρο με λεπίδα. Οι πολύ σύντομες εκθέσεις θα επιτρέψουν να επηρεαστούν τα φωτομετρικά δεδομένα από το άνοιγμα ή κλείσιμο του κλείστρου.
- Συνειδητοποιείτε ότι διαφορετικά φίλτρα χρειάζονται διαφορετικούς χρόνους έκθεσης, όχι μόνο εξ' αιτίας της διαφορετικής φασματικής απόκρισης φίλτρων και κάμερας αλλά επειδή τα άστρα μπορεί να εκπέμπουν πολύ λιγότερο φως σε μια φασματική περιοχή από κάποια άλλη. Τούτο είναι εμφανέστερο με το μπλε φίλτρο, ειδικά όταν παρατηρούνται ερυθρά άστρα.

Καθορίζοντας πόσες εικόνες θα λάβετε

Το πρώτο βήμα για να αποφασίσετε πόσες εικόνες θα λάβετε για κάθε αστέρα-στόχο στο πρόγραμμα σας είναι να προσδιορίσετε τι είναι κατάλληλο για το συγκεκριμένο αστέρι ή κατηγορία άστρων. Για παράδειγμα, αν μελετάτε ένα αστέρι τύπου Mira με περίοδο της τάξης των πολλών μηνών ή ενός έτους, τότε δεν έχει νόημα να υποβάλετε περισσότερες από μία παρατήρηση την εβδομάδα. Σε αυτήν την περίπτωση, θα πρέπει να λάβετε μόνο τρεις εικόνες σε κάθε φίλτρο, να τις επεξεργαστείτε ξεχωριστά, να βρείτε το μέσο όρο των μεγεθών και να υποβάλετε μόνο μία παρατήρηση για κάθε φίλτρο ως ομάδα στην AAVSO.

Οι «χρονοσειρές» στις οποίες λαμβάνονται εκατοντάδες εικόνες από ένα αστέρι κατά τη διάρκεια μιας βραδιάς, πρέπει να εφαρμόζονται για τα άστρα που κάνουν σ' αυτή τη μικρή σε κλίμακα χρόνου κάτι που πραγματικά έχει αστροφυσικό ενδιαφέρον.

Περισσότερες πληροφορίες για το θέμα αυτό καλύπτονται στην ενότητα με θέμα «Φωτομετρία και Επιστήμη» του παρόντος οδηγού (βλέπε σελίδα 60). Το σημαντικό εδώ είναι ότι για να κάνετε επιστημονικά χρήσιμες παρατηρήσεις, είναι σημαντικό να καθορίσετε το κατάλληλο πλήθος λήψεων και αυτό είναι κάτι που θα πρέπει να εξετάσετε προσεκτικά όταν οργανώνετε μια βραδιά παρατήρησης. Πάρα πολλές εικόνες από ορισμένα είδη αστέρων σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα μπορεί να αλλοιώσουν τη μορφή της καμπύλης φωτός και να χάσετε το χρόνο σας. Πολύ λίγες παρατηρήσεις κάποιων άλλων άστρων μπορεί να καταστήσουν τα δεδομένα σας λιγότερο πολύτιμα.

Εύρεση του πεδίου

Λόγω του μικρού, συνήθως, οπτικού πεδίου της κάμερας CCD, μπορεί να έχετε κάτι περισσότερο από μικροπροβλήματα σχετικά με την εύρεση του πεδίου του μεταβλητού που σας ενδιαφέρει. Εδώ θα βρείτε μερικές προτάσεις και συμβουλές:

- Να γνωρίζετε το οπτικό πεδίο του συστήματός σας. Οι προτάσεις για το πώς να γίνει αυτό δίνονται στην ενότητα Εξοπλισμός αυτού του εγχειριδίου (σελίδα 20).
- Βεβαιωθείτε ότι το τηλεσκόπιο σας είναι καλά προσανατολισμένο πριν ξεκινήσετε. Πηγαίνετε σε ένα λαμπρό αστέρι εύκολο να βρείτε, τοποθετήστε το στο κέντρο του οπτικού πεδίου και συγχρονίστε εκ νέου το τηλεσκόπιό σας. Είναι καλή ιδέα να χρησιμοποιήσετε ένα φίλτρο V ή B όταν κάνετε αυτό για να μειώσετε την πιθανότητα να πάρετε μια "εικόνα-φάντασμα" του λαμπρού αστέρα στην επόμενη έκθεσή σας.
- Εκτυπώστε χάρτες VSP διαφορετικών κλιμάκων και χρησιμοποιείστε τους για να σας βοηθήσουν να ελέγξετε τους αστρικούς σχηματισμούς και να επαληθεύσετε ότι σκοπεύετε πράγματι το άστρο που νομίζετε. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε και την επιλογή του VSP για ένθετη εικόνα DSS. Σκεφτείτε το, ώστε να κάνετε το σωστό!
- Χρησιμοποιήστε κάποιο πλανηταριακό πρόγραμμα (όπως το Guide, το TheSky κλπ) που θα προσαρμόσετε να μοιάζει με το πεδίο σας ως προς τις διαστάσεις και το οριακό μέγεθος. Υπερθέστε στην οθόνη ένα πλαίσιο που θα αντιστοιχεί στο οπτικό πεδίο της κάμερας.
- Χρησιμοποιήστε λογισμικό για τον έλεγχο της σκόπτευσης του τηλεσκοπίου σας, αν είναι πιο ακριβές από τη χρήση του GoTo. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει ένα οδηγητικό τηλεσκόπιο ή κάμερα και το δικό της λογισμικό, αν έχετε τοποθετήσει κάτι τέτοιο.
- Προσπαθήστε να τοποθετήσετε το στόχο στο κέντρο του οπτικού πεδίου και διασφαλίστε ότι οι αστέρες συγκρίσεως βρίσκονται επίσης μέσα στο πεδίο.

Ειδικές περιπτώσεις και άλλα θέματα

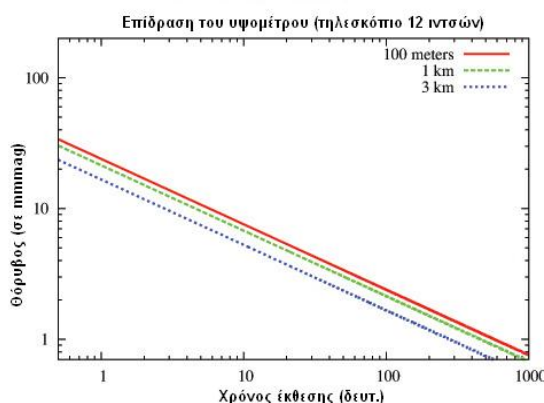
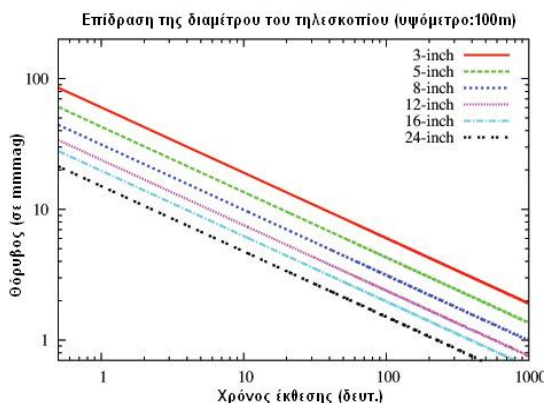
Λαμπρά άστρα

Τα λαμπρά άστρα θέτουν ένα ιδιαίτερο πρόβλημα για τους φωτομέτρους. Προκειμένου να αποφευχθεί ο κορεσμός του ειδώλου του αστέρα σας, θα θέλετε να χρησιμοποιήσετε μικρό χρόνο έκθεσης. Ωστόσο, εκτός από τα πιθανά προβλήματα που προκαλούνται από το άνοιγμα και κλείσιμο του κλείστρου, πολύ μικρές εκθέσεις θα επηρεάζονται περισσότερο από τις επιπτώσεις της στίλβης από ό, τι εκείνες μεγαλύτερου χρόνου, όπου η στίλβη εξομαλύνεται κατά μέσο όρο στη διάρκεια μιας μακρύτερης έκθεσης. Για την αποφυγή τέτοιων προβλημάτων συνιστάται να μην παίρνετε εκθέσεις διάρκειας λιγότερο από 10 δευτερόλεπτα. Όταν φτάσετε στο σημείο όπου δεν μπορείτε να πάρετε κατάλληλη έκθεση για την αποφυγή του κορεσμού, μπορείτε να δοκιμάσετε μία ή περισσότερες από τις ακόλουθες τεχνικές:

- Χρησιμοποιείτε ένα «φράγμα» (aperture mask) εμπρός από το τηλεσκόπιο για να μειωθεί η ποσότητα του φωτός που εισέρχεται και καταλήγει στην κάμερα. Σημειώστε πως θα πρέπει να πάρετε και τα αντίστοιχα flats!
- Δοκιμάστε τη χρήση μπλε φίλτρου αντί του V. Όχι μόνο θα μειωθεί το φως από το ίδιο το φίλτρο αλλά και η CCD είναι λιγότερο ευαίσθητη στο B απ' ό,τι στο V ή τα Rc & Ic.
- Αφεσιάστε λίγο την εικόνα. Αυτό θα διαχύσει το φως σε περισσότερα pixels κι έτσι θα σας επιτρέψει να αυξήσετε το χρόνο έκθεσης πριν επέλθει κορεσμός.

Σε κάθε περίπτωση, αν πρέπει να λάβετε πολύ σύντομες εκθέσεις, καλύτερα να πάρετε πολλές εικόνες που θα αθροίσετε σε μία αν το άστρο μεταβάλλεται σχετικά αργά. Έτσι θα μειωθεί η επίδραση της στίλβης.

InfoBox 4.3 - Στίλβη



Η στίλβη προκαλείται από τη διάθλαση του αστρικού φωτός από μεμονωμένες τυρβώδεις φυσαλίδες ατμοσφαιρικού αέρα. Τα άστρα υφίστανται στίλβη σε μικρές και μεγάλες χρονικές κλίμακες αλλά το εύρος είναι μεγαλύτερο στις πρώτες. Έχει μετρηθεί πειραματικά (Young 1967) πως η επίδραση του θορύβου στο σήμα μπορεί να προσεγγιστεί ως συνάρτηση της διαμέτρου του τηλεσκοπίου, του χρόνου έκθεσης, της αέριας μάζας και του υψόμετρου.

Το γράφημα δείχνει την επίδραση της διαμέτρου (άνω) και του υψόμετρου (κάτω) στον θόρυβο στίλβης ως συνάρτηση του χρόνου έκθεσης χρησιμοποιώντας την εξίσωση του Young (θεωρώντας $S_0 = 0.09$ και αέρια μάζα = 1.5). Τα τηλεσκόπια μεγαλύτερης διαμέτρου τείνουν να εξομαλύνουν την επίδραση από περισσότερες μικρές φυσαλίδες κι έτσι ο θόρυβος σε αυτά μειώνεται σημαντικά. Το site του Radu Corlan έχει χρήσιμους πίνακες της επίδρασης της στίλβης: <http://astro.corlan.net/gcx/scint.txt>.

Πυκνά αστρικά πεδία

Οι άπειροι παρατηρητές θα πρέπει να αποφεύγουν την απεικόνιση πεδίων που τα άστρα βρίσκονται πολύ κοντά μεταξύ τους. Αυτό επειδή είναι πολύ δύσκολο να γίνει ακριβής φωτομετρία όταν οι αστέρες εφάπτονται ή αλληλοεπικαλύπτονται. Δεδομένα που περιέχουν την συνδυασμένη μέτρηση δύο αστέρων είναι γενικά πολύ μικρής αξίας. Προκειμένου να διαχωριστούν τα δύο αστέρια, θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε μαθηματικές τεχνικές, όπως η προσαρμογή Point Spread Function (PSF), η οποία είναι πέρα από το πεδίο εφαρμογής του παρόντος οδηγού.

Η μόνη εξαίρεση σε αυτή την κατευθυντήρια γραμμή είναι όταν το κοντινό άστρο έχει 1% ή λιγότερο των ADU του αστέρα-στόχου σε όλο το εύρος της μεταβολής. Σε αυτήν την περίπτωση, είναι αποδεκτό να χρησιμοποιήσετε το συνδυασμένο μέγεθος του μεταβλητού και του κοντινού αστέρα, ωστόσο αυτό συμβαίνει σπάνια σε πυκνά πεδία. Ακόμη χειρότερα, οι μεταβλητοί με μεγάλο εύρος (όπως οι τύπου Mira) μπορεί να είναι πολύ πιο φωτεινοί από το κοντινό άστρο όταν βρίσκονται στο μέγιστο, αλλά πιο αμυδροί στο ελάχιστο. Η περίπτωση αυτή οδηγεί συχνά σε σύγχυση των δύο καταστάσεων από τους παρατηρητές και ται αρχεία της AAVSO σαν αποτέλεσμα έχουν ένα αριθμό καμπυλών φωτός με «επίπεδο πυθμένα».

Κοντά στον ορίζοντα

Θα πρέπει επίσης να αποφεύγονται παρατηρήσεις χαμηλά στον ορίζοντα. Παρατηρήστε τα αντικείμενα μόνο όταν η αέρια μάζα είναι μικρότερη από 2,5 (ή η ύψωσή τους $> \sim 23^\circ$). Όταν το φως από ένα άστρο πρέπει να περάσει μέσα από μια παχύτερη διατομή της ατμόσφαιρας της γης, η φωτεινότητά του μειώνεται. Αυτό είναι γνωστό ως εξασθένηση ή ατμοσφαιρική απορρόφηση. Είναι δυνατόν να εφαρμοστούν διορθώσεις στα δεδομένα σας ώστε να την αντισταθμίσουν, αλλά θα είναι περίπλοκες δεδομένου ότι το ποσοστό της εξασθένησης αλλάζει με ταχείς ρυθμούς, καθώς προσεγγίζουν τον ορίζοντα. Το αποτέλεσμα διαφέρει επίσης ανάλογα με το χρώμα των άστρων που μετράτε. Σε κάποιο σημείο, θα πρέπει να εφαρμόσετε διαφορετικά ποσά απορρόφησης σε κάθε άστρο, ακόμη και στο ίδιο οπτικό πεδίο. Το seeing επίσης, γίνεται χειρότερο όπως θα έρχεστε πιο κοντά στον ορίζοντα.

Το πάχος της ατμόσφαιρας ποσοτικοποιείται από το μέγεθος της αέριας μάζας. Η αέρια μάζα ορίζεται ως το μήκος της διαδρομής που διατρέχει το φως καθώς περνά μέσα από την ατμόσφαιρα σε συσχέτιση με το μήκος της συντομότερης δυνατής διαδρομής: κατ' ευθείαν επάνω. Έτσι, η αέρια μάζα για ένα αντικείμενο στο ζενίθ είναι 1 και η αέρια μάζα για κάτι στον ορίζοντα είναι πολύ μεγάλη.

InfoBox 4.4 – Εκτίμηση της αέριας μάζας

Η αέρια μάζα (X) υπολογίζεται προσεγγιστικά από τον τύπο:

$$X = 1/\sin(\theta)$$

Όπου θ είναι η ζενίθεια απόσταση (σε μοίρες) του αντικειμένου που απεικονίζετε.
(0° στο ζενίθ, 90° στον ορίζοντα)

Ύψωση	Ζενίθεια απόσταση	Αέρια Μάζα
90°	0°	1.00
60°	30°	1.15
30°	60°	2.00
23°	67°	2.56
20°	70°	2.92
10°	80°	5.76

Όταν υποβάλλετε τα στοιχεία σας στην AAVSO, είναι επιθυμητό να περιλαμβάνετε την αέρια μάζα για κάθε παρατήρηση. Εάν το λογισμικό φωτομετρίας σας δεν υπολογίσει ή δεν μπορείτε να βρείτε την αέρια μάζα από το πλανηταριακό λογισμικό σας, μπορείτε να υπολογίσει τη ζενίθεια απόσταση των στόχων σας και να εκτιμήσετε την αέρια μάζα (βλ infobox 4.4).

Επισκόπηση εικόνων

Πριν ξεκινήσετε τη μέτρηση των εικόνων σας, είναι σημαντικό να τις επιθεωρήσετε οπτικά ώστε να έχετε εκτελέσει τουλάχιστον μια φάση ποιοτικού ελέγχου. Με τον τρόπο αυτό, θα εντοπίσετε πιθανά προβλήματα με το σύστημα, τις διαδικασίες σας, καθώς και τις συνθήκες έξω από τον έλεγχό σας, τα οποία μπορεί να επηρεάσουν τελικά τα αποτελέσματά σας. Σε ορισμένες περιπτώσεις, θα μπορείτε ακόμη να χρησιμοποιήσετε τις προβληματικές εικόνες, σε άλλες όμως όχι. Είτε έτσι είτε αλλιώς, θα γλιτώσετε από πολλά προβλήματα αργότερα, όταν προσπαθείτε να καταλάβετε γιατί μια παρατήρηση είναι τόσο διαφορετική από τις υπόλοιπες.

Οι επόμενες σελίδες περιέχουν έναν κατάλογο κοινών προβλημάτων εικόνας και πώς να τα χειριστείτε. Παραδείγματα εικόνων με αυτά τα προβλήματα μπορούν να βρεθούν στις σελίδες 38-39.

Κορεσμός

Άστρα που είναι πάρα πολύ λαμπρά για το χρόνο έκθεσης συχνά παρουσιάζουν blooming. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η εικόνα ενός άστρου μπορεί να είναι κορεσμένη προτού εντοπίσετε την υπερχειλίση. Για να ελέγξετε αν ένα άστρο είναι κορεσμένο, δείτε την τιμή των ADU στο φωτεινότερο σημείο του. Αυτό πρέπει να το κάνετε για τον μεταβλητό, καθώς και για τον αστέρα ελέγχου και όλους τους αστέρες συγκρίσεως που σκοπεύετε να χρησιμοποιήσετε. Εάν η τιμή των ADU για οποιονδήποτε βρίσκεται κοντά ή υπερβαίνει το "full-well depth" της κάμεράς σας, σημαίνει ότι το άστρο είναι κορεσμένο και δεν πρέπει να περιλαμβάνεται στις μετρήσεις. Μπορείτε βέβαια να χρησιμοποιήσετε άλλα μη-κορεσμένα άστρα στο πεδίο εφ' όσον δεν θίγονται από τις αιχμές υπερχειλίσης κάθε κορεσμένου αστέρα.

Προβλήματα με τα φίλτρα

Ο τροχός φίλτρων μέσα στην κάμερα CCD είναι ένα αρκετά ευαίσθητο τμήμα του εξοπλισμού. Μερικές φορές μπορεί να "κολλήσει" με αποτέλεσμα είτε να μην περιστραφεί καθόλου ή να περιστραφεί μόνο κατά ένα τμήμα της διαδρομής του. Ένα φίλτρο που δεν είναι στη θέση του, θα επισκιάσει τα είδωλα σε ένα τμήμα της εικόνας σας. Αν ο τροχός φίλτρων δε λειτουργήσει καθόλου, μπορεί να νομίζετε ότι απεικονίζετε σε ένα συγκεκριμένο χρώμα ενώ δεν είναι έτσι. Αυτό μπορεί να είναι δυσκολότερο να ανιχνευθεί μέχρι την εκτέλεση φωτομετρίας οπότε θα δείτε πώς τα μεγέθη των άστρων που μετράτε συγκρίνονται με τα μεγέθη που προέρχονται από ένα άλλο φίλτρο χρώματος. Αν κάτι δεν έχει νόημα, ελέγξτε ξανά!

Διάχυση του φωτός

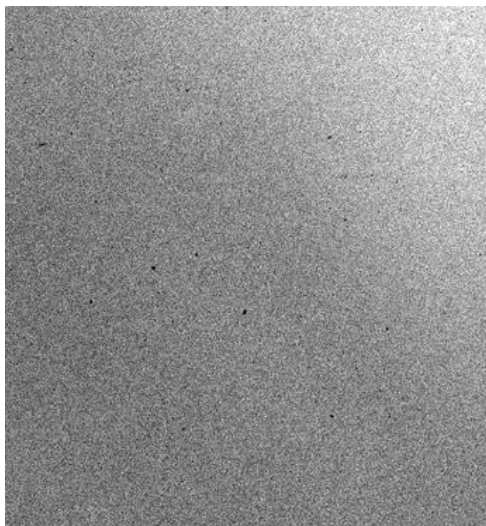
Ανακλάσεις στο εσωτερικό του σωλήνα του τηλεσκοπίου σας ή άλλα οπτικά στοιχεία μπορεί να προκαλέσουν φωτεινές περιοχές, δαχτυλίδια ή διπλές εικόνες των αστείων που θα επηρεάσουν τα αποτελέσματά σας. Αυτό είναι ιδιαίτερα εμφανές όταν είναι παρούσα η σελήνη ή υπάρχουν φωτεινά άστρα ή πλανήτες κοντά στο πεδίο που απεικονίζετε.



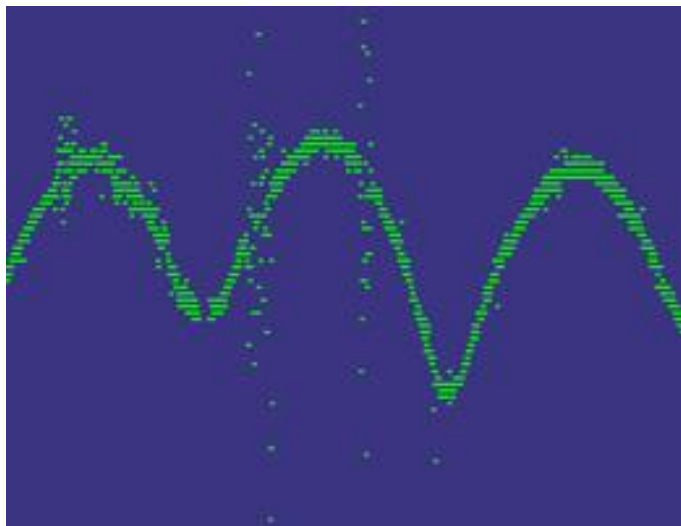
Εικόνα σε αρνητικό που δείχνει τη διάχυση του φωτός της σελήνης στην άνω δεξιά γωνία

Προβλήματα της ατμόσφαιρας

Όταν προετοιμάζετε τον εξοπλισμό σας για μια νύχτα παρατήρησης, αφιερώστε λίγα λεπτά για να μελετήσετε τον ουρανό! Σημειώστε τι βλέπετε - ειδικά αν υπάρχουν σύννεφα τριγύρω - και να κρατήστε σημειώσεις για τις συνθήκες του seeing και της διαφάνειας. Δεδομένου ότι είναι δύσκολο να διακρίνουμε λεπτά νέφη σε ένα πολύ σκοτεινό ουρανό, θα πρέπει να εξετάσετε κάτι τέτοιο όταν είναι ακόμα luκόφως ή κατά τη διάρκεια της αυγής.



Νέφη σε αρνητική εικόνα



Καμπύλη φωτός του VW Cep υπό την επίδραση νεφών

Δεν είναι πάντα εύκολο να ανιχνεύσετε την επίδραση λεπτών νεφών στις εικόνες σας, αλλά αργότερα όπως θα μελετάτε τα αποτελέσματα της φωτομετρίας σας, αν υποψιαστείτε ότι κάτι μπορεί να είναι λάθος, οι σημειώσεις σας μπορεί να αποδειχθούν σωτήριες. Σε σπάνιες περιπτώσεις, ένα λεπτό, ομοιόμορφο νέφος μπορεί να επηρεάσει στον ίδιο βαθμό τον μεταβλητό και τους αστέρες συγκρίσεως που χρησιμοποιείτε και λόγω του τρόπου λειτουργίας της διαφορικής φωτομετρίας, τα λανθασμένα αποτελέσματα θα αλληλοακυρώνονται. Ωστόσο, αυτό συμβαίνει σπάνια, έτσι θα πρέπει να εξετάζετε τα αποτελέσματα των μετρήσεων σας κατά τη διάρκεια αμφισβητούμενων καιρικών συνθηκών με μεγάλο σκεπτικισμό.

Κοσμικές ακτίνες

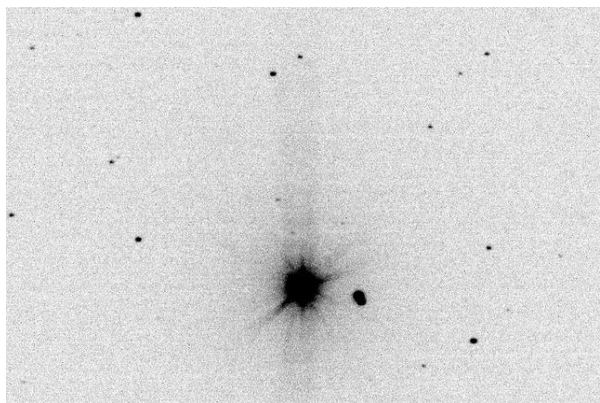
Δεν είναι ασυνήθιστο να δείτε το αποτέλεσμα των κοσμικών ακτίνων που χτυπούν στις εικόνες σας, ειδικά αν παρατηρείτε από υψηλότερα υψόμετρα. Αυτές εκδηλώνονται ως μικρές ραβδώσεις, τυρβώδη ίχνη ή μικρά φωτεινά σημεία (1-3 pixel) στις εικόνες σας. Είναι τυχαία και γενικά δεν αποτελούν πρόβλημα. Εάν ωστόσο, συμβεί να βρίσκεται κάποιος ίχνος στο διάφραγμα σήματος ή τον δακτύλιο ουρανού ενός άστρου που μετράτε, η επίδραση θα μπορούσε να είναι αισθητή.

Αεροσκάφη / δορυφόροι / μετέωρα

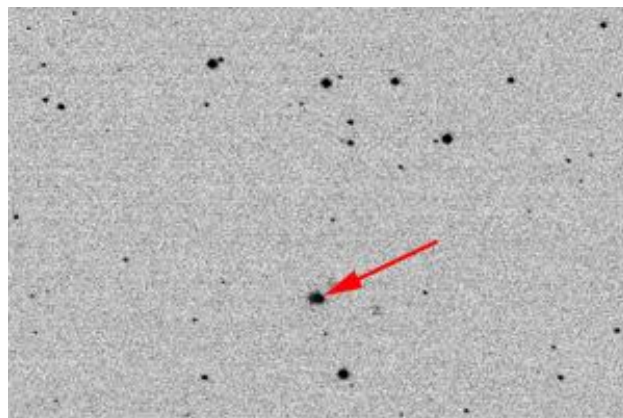
Όπως με τις κοσμικές ακτίνες, τυχόν αεροσκάφη, μετεωρίτες ή δορυφόροι που περνούν μέσα από την εικόνα σας δεν αποτελούν πρόβλημα εφ' όσον δεν είναι πολύ κοντά σε ένα άστρο που μετράτε. Αν είστε αρκετά άτυχοι για να συμβεί κάτι τέτοιο, ίσως χρειαστεί να επιλέξετε άλλους αστέρες συγκρίσεως ή να παραλείψετε αυτή την εικόνα.

Είδωλα-φαντάσματα (residual bulk images – RBIs)

Λόγω του τρόπου λειτουργίας του αισθητήρα στην κάμερα CCD, αν απεικονίσετε κάτι φωτεινό, είναι πιθανόν να δείτε ένα "φάντασμα" του ίδιου αντικειμένου στην επόμενη εικόνα που παίρνετε. Μπορείτε να πείτε ότι είναι RBI, αν μοιάζει με ασαφή περιοχή που σταδιακά εξασθενίζεται σε κάθε επόμενη εικόνα. Γενικά αυτά τα ψευδή είδωλα δεν είναι πρόβλημα αν δεν παρεμβαίνουν σε κάποιο αστέρα που προσπαθείτε να μετρήσετε ή σας προκαλούν σύγχυση για τον προσδιορισμό του πεδίου.



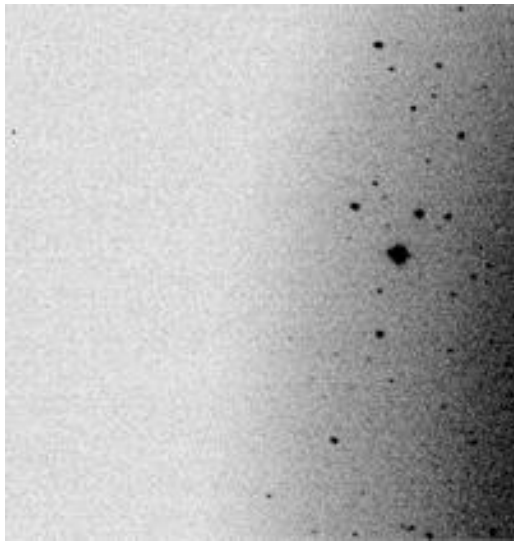
Εικόνα σε αρνητικό του λαμπρού DY Eri



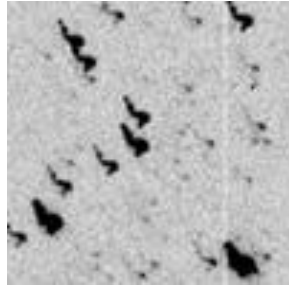
Η επόμενη εικόνα που δείχνει ψευδοείδωλο του DY Eri σε διαφορετικό πεδίο

Είναι πιο διαδεδομένα με τις εικόνες που λαμβάνονται χρησιμοποιώντας κόκκινο φίλτρο (π.χ. Rc- ή Ic). Για την αποφυγή τους, δοκιμάστε να ανεβάσετε τη θερμοκρασία του CCD σας και να περιμένετε λίγα λεπτά. Όταν ψύξετε και πάλι την κάμερα, θα πρέπει να έχει εξαφανιστεί. Μια άλλη πιθανή επιλογή είναι να κρατήσετε οποιαδήποτε φωτεινά αντικείμενα κοντά στην άκρη του πεδίου, έτσι ώστε το RBI να είναι απίθανο να επηρεάσει κάτι.

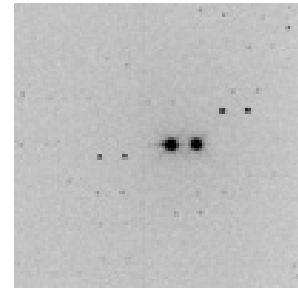
Περισσότερα πιθανά προβλήματα στις εικόνες:



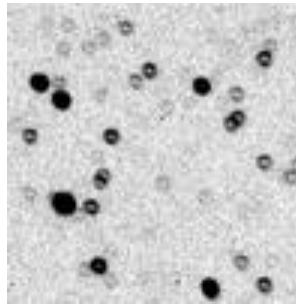
Φίλτρο εκτός θέσης



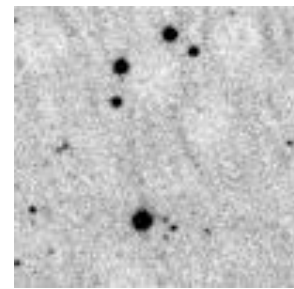
Ίχνη αστέρων



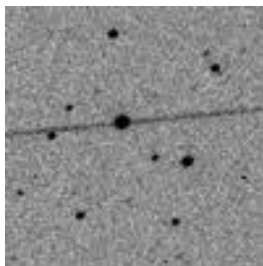
Πρόβλημα οδήγησης



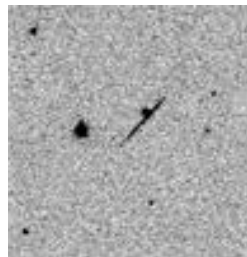
Πρόβλημα εστίας



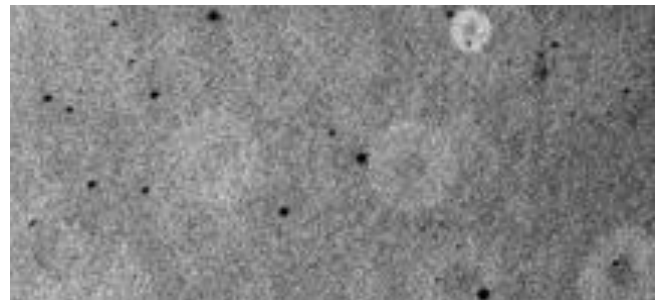
Κρύσταλλοι πάγου



Δορυφόρος



Κοσμική ακτίνα



Πρόβλημα με τα flat