

Κεφάλαιο 6: Μετασχηματισμός των δεδομένων σας

Γιατί είναι αναγκαίοι οι μετασχηματισμοί;

Η διεθνής βάση δεδομένων της AAVSO περιέχει δεδομένα που συλλέγονται από πολλούς διαφορετικούς παρατηρητές, σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, από όλο τον κόσμο. Η ομορφιά ενός τέτοιου συστήματος είναι ότι επιτρέπει σε όλους τους ενδιαφερόμενους παρατηρητές να συμβάλουν στον εμπλουτισμό του, κάτι που προσφέρει μεγάλη ευκαιρία να επεκταθεί η διάρκεια και το εύρος της κάλυψης για τους αστέρες-στόχους. Σε αντίθεση με τα δεδομένα που συλλέγονται μέσω ερευνών, οι οποίες παρουσιάζουν κενά στην κάλυψη λόγω κακών καιρικών συνθηκών, αστοχιών του εξοπλισμού ή διακοπής της χρηματοδότησης, η προσέγγιση της AAVSO μειώνει την επίδραση αυτών των προβλημάτων. Από την άλλη πλευρά, είναι γεγονός ότι κάθε παρατηρητής χρησιμοποιώντας διαφορετικό εξοπλισμό και διαδικασίες μπορεί να εισάγει μικρές μεταθέσεις των αστρικών μεγεθών (offsets), γεγονός που καθιστά δύσκολη την προσαρμογή από έναν παρατηρητή σε άλλο.

Υποθέτοντας ότι οι διαδικασίες που περιγράφονται στον παρόντα οδηγό ακολουθούνται προσεκτικά και δεν έχουν γίνει λάθη στην πορεία της εφαρμογής τους, οι μεγαλύτερες εναπομείνουσες διαφορές που αναφέρθηκαν μεταξύ μετρήσεων από δύο διαφορετικούς παρατηρητές που παρατηρούν το ίδιο άστρο με το ίδιο φίλτρο ταυτόχρονα είναι πιθανό να προκαλούνται από τις διαφορές στην απόκριση χρώματος του εξοπλισμού. Κάθε συνδυασμός τηλεσκοπίου, φίλτρου και CCD έχει τα δικά του μοναδικά χαρακτηριστικά, τα οποία, ανάλογα με το χρώμα του αστεριού που μετράται και τα φίλτρα που χρησιμοποιούνται, μπορεί να οδηγήσουν σε διαφορές μεγέθους από λίγα εκατοστά έως αρκετά δέκατα του μεγέθους από τον ένα παρατηρητή στον άλλο. Ακόμη και δύο φωτομετρικά φίλτρα που αγοράστηκαν από τον ίδιο προμηθευτή θα έχουν ελαφρώς διαφορετική φασματική απόκριση που θα επηρεάσει τις μετρήσεις σας!

Με τη μετατροπή των δεδομένων σας σε ένα πρότυπο σύστημα, οι διαφορές αυτές μπορούν να μην εξαλειφθούν, να μειωθούν σημαντικά. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα όχι μόνο να φέρει τις παρατηρήσεις σας πιο κοντά σε εκείνες άλλων παρατηρητών οι οποίοι έχουν επίσης μετατρέψει τα δεδομένα τους, αλλά θα καταστήσει το σύνολο της βάσης δεδομένων επιστημονικά πιο χρήσιμο. Ο στόχος της AAVSO, είναι να παρακινήσει όλους τους παρατηρητές CCD να θεωρούν το μετασχηματισμό των δεδομένων τους ως κάτι αυτονόητο.

Πώς θα μετασχηματίσω τα δεδομένα μου;

Η διαδικασία της μετατροπής των δεδομένων σας γίνεται σε δύο μέρη. Το πρώτο είναι να καθοριστούν οι συντελεστές μετασχηματισμού. Το δεύτερο είναι η εφαρμογή των εν λόγω συντελεστών στις παρατηρήσεις σας.

Στην αρχή, ίσως βρείτε την όλη διαδικασία λίγο τρομακτική αφού σίγουρα υπήρξε μεγάλη σύγχυση και περιορισμένη καθοδήγηση στο παρελθόν. Με αυτόν τον οδηγό, η AAVSO ελπίζει να το αλλάξει, εξηγώντας τη διαδικασία σαφώς και καλύπτοντας μόνο τις πιο απλές περιπτώσεις. Ακολουθώντας αυτή τη διαδικασία, θα επιτύχετε να όχι όλες, τις περισσότερες απαραίτητες διορθώσεις για να μετατρέψετε τα δεδομένα σας στο καθιερωμένο σύστημα. Εάν επιθυμείτε να εμβαθύνετε, παρακαλούμε να ελέγξετε τις αναφορές που παρατίθενται στο τέλος του παρόντος οδηγού.

Γενική επισκόπηση και παραδοχές

Για λόγους απλούστευσης και για να είναι συνεπής με άλλες πληροφορίες που δίνονται σε αυτόν τον οδηγό, η εξήγηση που ακολουθεί υποθέτει ότι εκτελείτε διαφορική φωτομετρία διαφράγματος. Τα μεγέθη που προκύπτουν και τελικά θα περιλάβετε στην αναφορά σας στην AAVSO είναι διαφορετικά μεγέθη, που σημαίνει πως προέρχονται από τη μέτρηση της διαφοράς φωτεινότητας μεταξύ του μεταβλητού και ένος αστέρα συγκρίσεως.

Για παράδειγμα, εάν μετρηθούν δύο αστέρες πραγματικά ίσης λαμπρότητας δια μέσου της ζώνης διέλευσης ενός τυποποιημένου φίλτρου, θα προκύψουν από τον εξοπλισμό σας, δύο διαφορετικά αποτελέσματα για τα μεγέθη τους, εάν δεν έχουν ίδιο χρώμα. Στόχος μας είναι να μετατρέψουμε τις μετρήσεις σε ένα πρότυπο σύστημα, έτσι ώστε τα προκύπτοντα μεγέθη που αναφέρετε θα είναι το ίδιο.

Για να γίνει αυτός ο μετασχηματισμός σε ένα πρότυπο σύστημα, θα πρέπει να γνωρίζετε δύο πράγματα: το χρώμα των αστεριών που μετράτε - γνωστό ως *διαφορικό χρώμα οργάνου* - και την επίδραση του χρώματος στο διαφορικό μεγέθους που υπολογίσατε – *το διαφορικό μέγεθος οργάνου*.

Συσχετίζοντας το διαφορικό χρώμα οργάνου με το *πραγματικό διαφορικό χρώμα* προτύπων αστερών για τους οποίους τα χρώματα έχουν καθοριστεί πολύ προσεκτικά, θα είστε σε θέση να καταλήξετε σε έναν όρο που ονομάζεται *μετασχηματισμός χρώματος*. Κατά παρόμοιο τρόπο, συσχετίζοντας το διαφορικό μέγεθος οργάνου προς το πραγματικό διαφορικό μέγεθος αυτής της ίδιας ομάδας τυποποιημένων αστερών θα μπορέσετε να αντλήσετε ένα *μετασχηματισμό μεγέθους*. Η εφαρμογή αυτών των δύο μετασχηματισμών στις παρατηρήσεις μεταβλητών αστερών των οποίων το χρώμα και το μέγεθος δεν είναι γνωστά με ακρίβεια, θα σας δώσει τη δυνατότητα να «διορθώσετε» τις μετρήσεις σας και να τις μετατρέψετε σε ένα πρότυπο σύστημα που θεωρητικά ταιριάζει με αυτό των συναδέλφων παρατηρητών.

Στην αστρονομία, το χρώμα ενός άστρου (ή δείκτης χρώματος) εκφράζεται γενικά ως η διαφορά ως προς το μέγεθος που προκύπτει από μετρήσεις που έχουν γίνει με δύο φίλτρα διαφορετικού χρώματος. Μπορείτε να το κάνετε με διάφορους συνδυασμούς φίλτρων, αλλά δεδομένου ότι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο μέτρο είναι το B-V (δηλαδή το μέγεθος που μετρήθηκε χρησιμοποιώντας ένα φίλτρο Johnson B μείον το μέγεθος όπως μετράται χρησιμοποιώντας ένα φίλτρο Johnson V), θα θεωρηθεί ότι έχετε αυτά δύο φίλτρα χρώματος τουλάχιστον. Όπως θα δείτε και παρακάτω, υπάρχει ένας τρόπος με τον οποίο μπορείτε να μετασχηματίσετε τα δεδομένα σας ακόμα κι αν έχετε μόνο ένα φωτομετρικό φίλτρο, αλλά γενικά τα αποτελέσματα θα είναι καλύτερα εάν έχετε τουλάχιστον δύο. Εάν χρησιμοποιείτε περισσότερα από δύο φίλτρα, θα πρέπει να προσδιορίσετε συντελεστές μετατροπής μεγέθους και χρώματος για καθένα από αυτά.

Καθορισμός συντελεστών μετασχηματισμού

Βήμα 1 – απεικόνιση ενός τυποποιημένου πεδίου αστερών και βαθμονόμηση των εικόνων

Το πρώτο βήμα για τον καθορισμό των συντελεστών μετατροπής είναι να απεικονίσετε ένα «τυποποιημένο πεδίο» χρησιμοποιώντας καθένα από τα φίλτρα σας. Αυτά είναι περιοχές για τις οποίες είναι πολύ γνωστά και με ακρίβεια τα μεγέθη επιλεγμένων αστερών σε διάφορα χρώματα. Για τη διευκόλυνσή σας, η AAVSO έχει ετοιμάσει πρότυπες ακολουθίες για έξι αστρικά σμήνη, τα οποία επιλέχθηκαν με βάση διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων της ποικιλίας των χρωμάτων και της ποσότητας των άστρων που θα χωρούν εύκολα στο πεδίο του CCD.

Πίνακας 6.1 – Τυποποιημένα σμήνη

Όνομα	RA	Dec	Εύρος μεγεθών	Διάμετρος (')
NGC 1252	03:10:49	-57:46:00	8 – 15	300+
M67	08:51:18	+11:48:00	7 – 16	74
NGC 3532	11:05:39	-58:45:12	8 – 13.5	30
Coma Star Cluster	12:22:30	+25:51:00	5 – 10	450
M11	18:51:05	-06:16:12	8.5 – 17	20
NGC 7790	23:58:23	+61:1225:	10 – 20	7

Μπορείτε να δημιουργήσετε χάρτη για κάποιο από αυτά τα πεδία με τη χρήση του Variable Star Plotter (VSP) της AAVSO, πληκτρολογώντας την Ορθή Αναφορά και την Απόκλιση του σμήνους που θέλετε να απεικονίσετε και επιλέγοντας το FOV και το οριακό μέγεθος που είναι κατάλληλα για το σύστημά σας, όπως θα κάνατε με οποιοδήποτε άλλο χάρτη. Να είστε επίσης βέβαιοι να επιλέξετε "Ναι" στο ερώτημα: "Would you like a standard field chart?" Αυτό θα δημιουργήσει ένα χάρτη παρόμοιο με εκείνο του Σχήματος 6.1 της επόμενης σελίδας. Μπορεί επίσης να θέλετε να εκτυπώσετε το σχετικό Πίνακα Φωτομετρίας που περιέχει τα δημοσιευμένα μεγέθη όλων των προτύπων αστέρων, που θα είναι πρακτικό εάν το λογισμικό σας δεν φορτώνει αυτόματα τη φωτομετρία αστέρων συγκρίσεως (Εικόνα 6.2, σελίδα 53).

Τώρα χρησιμοποιείτε τις ίδιες καλές πρακτικές που θα ακολουθήσετε με οποιαδήποτε απεικόνιση. Προσπαθήστε να καταγράψετε τα σμήνη όταν είναι ψηλά στον ουρανό και ρυθμίσετε το χρόνο έκθεσης σας, ώστε να μπορείτε να πάρετε όσες περισσότερες μονάδες ADU μπορείτε χωρίς να κορεστούν τα φωτεινότερα άστρα. Πάρτε πολλές εικόνες με κάθε φίλτρο και αθροίστε τις για να αυξήσουν το SNR. Στη συνέχεια, βαθμονομήστε τις εικόνες σας με Bias, Dark και Flat

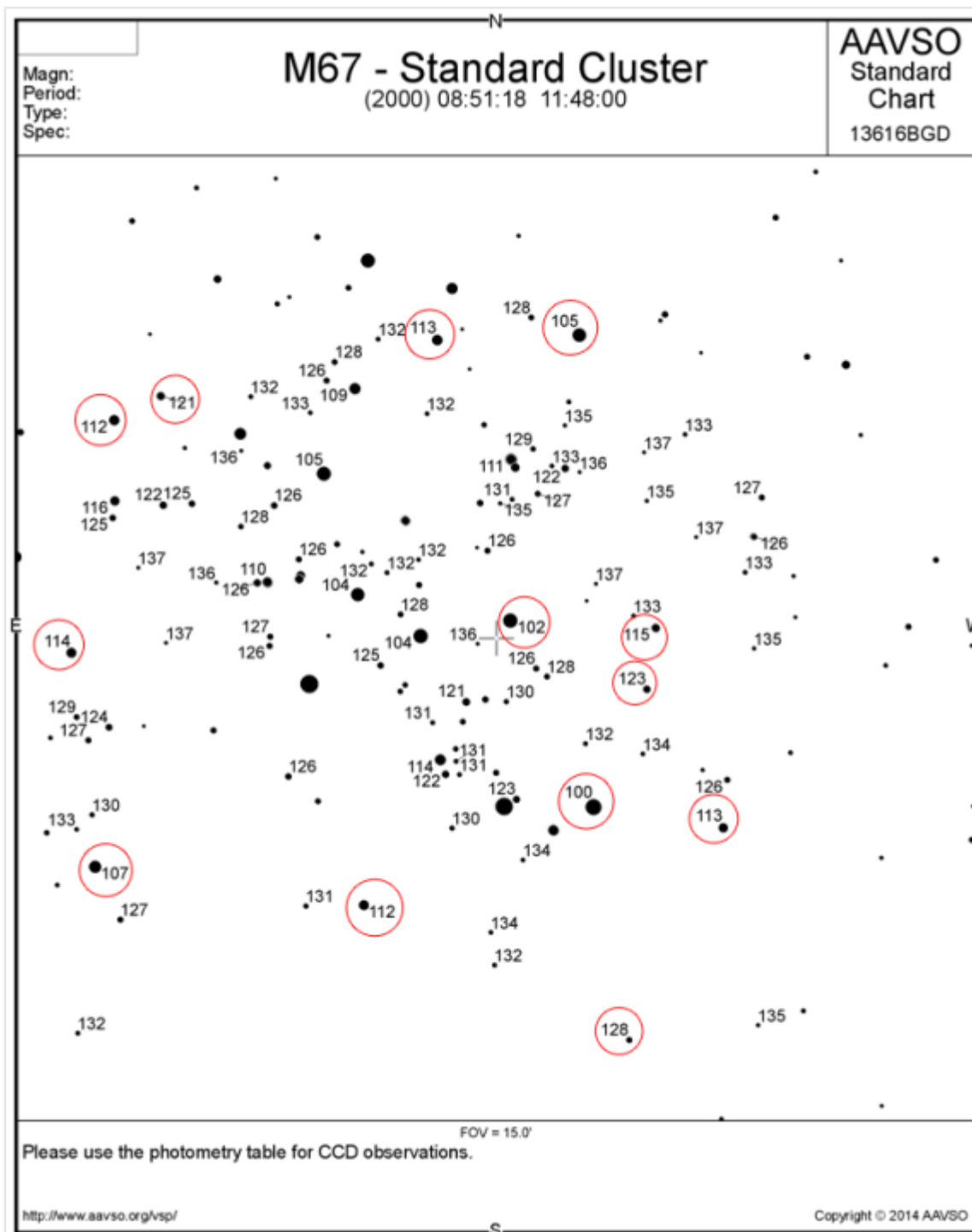
Για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων των προβλημάτων θορύβου ή της ατμοσφαιρικής επίδρασης, είναι σκόπιμο να επαναλάβετε την όλη διαδικασία της απεικόνισης του προτύπου σμήνους και να υπολογίσετε τους συντελεστές σας σε περισσότερες από μία νύχτες. Μπορείτε στη συνέχεια να βρείτε τον μέσο όρο των αποτελεσμάτων κάθε νύχτας για να δημιουργήσετε ένα ακριβέστερο σύνολο συντελεστών.

Βήμα 2 – Μετρήστε τις εικόνες για να εξάγετε μεγέθη οργάνου

Χρησιμοποιώντας το λογισμικό φωτομετρίας, μετρήστε όσο περισσότερα αστέρια μπορείτε για να αποκτήσετε τα μεγέθη οργάνου τους. Δεν είναι ανάγκη να επιλέξετε ένα συγκεκριμένο αστέρα-στόχο ή αστέρες ελέγχου. Όπως και με οποιοδήποτε πυκνό πεδίο, προσέξτε να μην μετρήσετε άστρα που είναι τόσο κοντά μεταξύ τους ώστε οι εικόνες τους να «αναμιγνύονται.» Επίσης, να είστε πολύ προσεκτικοί με την ταυτοποίηση των άστρων και στην περίπτωση πολλαπλών αστέρων με το ίδιο αναγνωριστικό, ελέγξτε τις συντεταγμένες για να βεβαιωθείτε ότι γνωρίζετε ποιο είναι ποιο.

Εικόνα 6.1 – Χάρτης του M67

Αυτός ο χάρτης δημιουργήθηκε με τον Variable Star Plotter (VSP) της AAVSO εισάγοντας τις ουρανογραφικές συντεταγμένες του M67, όπως δίνονται στον πίνακα 6.1. Το πεδίο είναι 15' και το οριακό μέγεθος 13.8, ενώ τα άστρα με κόκκινο κύκλο χρησιμοποιούνται στο παράδειγμα αυτού του οδηγού.



Εικόνα 6.2 – Πίνακας φωτομετρίας του M67

Αυτό είναι ένα απόσπασμα του πίνακα φωτομετρίας που σχετίζεται με το χάρτη του Σχήματος 6.1 και δείχνει τα 10 λαμπρότερα άστρα που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των συντελεστών μετασχηματισμού στο παράδειγμα. Είναι τα ίδια με τα κυκλωμένα στο χάρτη.

Variable Star Plotter (VSP)

Printable Version Return & Replot

Field Photometry From the AAVSO Variable Star Database

Data includes all comparison stars within 0.12500° of RA: 08:51:18 (132.82500) & Decl.: 11:48:00 (11.80000).

AUID	RA.	Dec.	Label	U	B	V	B-V	Rc	Ic	J	H	K	Comments
000-BLG-879	8:51:11.82 [132.79926d]	11:45:21.7 [11.75602d]	100	-	9.978 (0.050) ¹⁰	10.040 (0.029) ¹⁰	-0.062 (0.058)	10.059 (0.040) ¹⁰	10.086 (0.049) ¹⁰	-	-	-	STD_FIELD
000-BLG-886	8:51:17.12 [132.82133d]	11:48:16.4 [11.80455d]	102	12.915 (0.038) ¹⁰	11.553 (0.023) ¹⁰	10.289 (0.016) ¹⁰	1.264 (0.028)	9.626 (0.021) ¹⁰	9.063 (0.027) ¹⁰	-	-	-	STD_FIELD
000-BLG-887	8:51:22.83 [132.84512d]	11:48:02 [11.80056d]	104	12.583 (0.031) ¹⁰	11.562 (0.018) ¹⁰	10.453 (0.014) ¹⁰	1.109 (0.023)	9.886 (0.016) ¹⁰	9.386 (0.020) ¹⁰	-	-	-	STD_FIELD
000-BLG-888	8:51:26.87 [132.86194d]	11:48:40.7 [11.81131d]	104	11.118 (0.022) ¹⁰	11.064 (0.016) ¹⁰	10.489 (0.013) ¹⁰	0.575 (0.021)	10.149 (0.015) ¹⁰	9.822 (0.021) ¹⁰	-	-	-	STD_FIELD
000-BLG-890	8:51:29.01 [132.87090d]	11:50:33.3 [11.84260d]	105	12.703 (0.030) ¹⁰	11.656 (0.018) ¹⁰	10.533 (0.012) ¹⁰	1.123 (0.022)	9.952 (0.014) ¹⁰	9.438 (0.017) ¹⁰	-	-	-	STD_FIELD
000-BLG-889	8:51:12.71 [132.80298d]	11:52:42.6 [11.87850d]	105	12.620 (0.032) ¹⁰	11.617 (0.023) ¹⁰	10.524 (0.016) ¹⁰	1.093 (0.028)	9.961 (0.020) ¹⁰	9.471 (0.022) ¹⁰	-	-	-	STD_FIELD
000-BLG-891	8:51:43.58 [132.93156d]	11:44:26.7 [11.74076d]	107	13.003 (0.029) ¹⁰	11.898 (0.019) ¹⁰	10.763 (0.016) ¹⁰	1.135 (0.025)	10.185 (0.020) ¹⁰	9.657 (0.023) ¹⁰	-	-	-	STD_FIELD
000-BLG-892	8:51:27.04 [132.86266d]	11:51:52.8 [11.86467d]	109	11.117 (0.030) ¹⁰	11.042 (0.021) ¹⁰	10.946 (0.019) ¹⁰	0.096 (0.028)	10.902 (0.022) ¹⁰	10.844 (0.024) ¹⁰	-	-	-	STD_FIELD
000-BLG-893	8:51:32.62 [132.88593d]	11:48:52.3 [11.81454d]	110	11.416 (0.027) ¹⁰	11.283 (0.019) ¹⁰	11.064 (0.017) ¹⁰	0.219 (0.025)	10.948 (0.020) ¹⁰	10.820 (0.024) ¹⁰	-	-	-	STD_FIELD
000-BLG-894	8:51:17.07 [132.82111d]	11:50:46.7 [11.84630d]	111	13.192 (0.029) ¹⁰	12.221 (0.018) ¹⁰	11.132 (0.014) ¹⁰	1.089 (0.023)	10.560 (0.017) ¹⁰	10.059 (0.021) ¹⁰	-	-	-	STD_FIELD
000-BLG-895	8:51:26.46 [132.86024d]	11:43:51 [11.73083d]	112	11.474 (0.027) ¹⁰	11.391 (0.019) ¹⁰	11.263 (0.016) ¹⁰	0.128 (0.025)	11.215 (0.017) ¹⁰	11.146 (0.023) ¹⁰	-	-	-	STD_FIELD
000-BLG-896	8:51:42.39 [132.92662d]	11:51:23.3 [11.85648d]	112	13.307 (0.032) ¹⁰	12.342 (0.016) ¹⁰	11.266 (0.012) ¹⁰	1.076 (0.020)	10.697 (0.016) ¹⁰	10.187 (0.020) ¹⁰	-	-	-	STD_FIELD
000-BLG-897	8:51:21.78 [132.84074d]	11:52:38.1 [11.87724d]	113	12.060 (0.025) ¹⁰	11.911 (0.020) ¹⁰	11.305 (0.013) ¹⁰	0.606 (0.024)	10.945 (0.018) ¹⁰	10.609 (0.020) ¹⁰	-	-	-	STD_FIELD
000-BLG-898	8:51:03.54 [132.76474d]	11:45:03 [11.75083d]	113	11.727 (0.028) ¹⁰	11.604 (0.020) ¹⁰	11.314 (0.017) ¹⁰	0.290 (0.026)	11.149 (0.021) ¹⁰	10.988 (0.025) ¹⁰	-	-	-	STD_FIELD
000-BLG-899	8:51:21.59 [132.83995d]	11:46:06.4 [11.76845d]	114	13.463 (0.031) ¹⁰	12.500 (0.017) ¹⁰	11.427 (0.014) ¹⁰	1.073 (0.022)	10.867 (0.016) ¹⁰	10.376 (0.020) ¹⁰	-	-	-	STD_FIELD
000-BLG-900	8:51:45.10 [132.93793d]	11:47:46.2 [11.79617d]	114	13.451 (0.026) ¹⁰	12.546 (0.016) ¹⁰	11.494 (0.011) ¹⁰	1.052 (0.019)	10.941 (0.014) ¹⁰	10.442 (0.017) ¹⁰	-	-	-	STD_FIELD
000-BLG-901	8:51:07.84 [132.78265d]	11:48:09.5 [11.80264d]	115	11.912 (0.025) ¹⁰	11.949 (0.017) ¹⁰	11.544 (0.014) ¹⁰	0.405 (0.022)	11.293 (0.017) ¹⁰	11.050 (0.021) ¹⁰	-	-	-	STD_FIELD
000-BLG-902	8:51:42.37 [132.92653d]	11:50:07.9 [11.83554d]	116	13.599 (0.029) ¹⁰	12.686 (0.017) ¹⁰	11.636 (0.012) ¹⁰	1.050 (0.021)	11.081 (0.015) ¹⁰	10.580 (0.020) ¹⁰	-	-	-	STD_FIELD

Βήμα 3 – Υπολογισμός των συντελεστών μετασχηματισμού

Οι εθελοντές της AAVSO έχουν αναπτύξει εργαλεία λογισμικού που θα σας βοηθήσουν τόσο για τον υπολογισμό των συντελεστών μετασχηματισμού όσο και για το επόμενο βήμα - την εφαρμογή των συντελεστών για τη μετατροπή των δεδομένων σας (βλ <http://www.aavso.org/transform> για να κατεβάσετε τα προγράμματα και να διαβάσετε χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με αυτά) . Για να κατανοήσετε τις αρχές, αυτός ο οδηγός χρησιμοποιεί τη μέθοδο του «υπολογιστικού φύλλου», έτσι ώστε να μπορείτε να δείτε τι γίνεται με μεγαλύτερη σαφήνεια.

Ο ευκολότερος τρόπος για να εξηγήσουμε τη διαδικασία μετατροπής των δεδομένων σας είναι να δώσουμε ένα παράδειγμα, χρησιμοποιώντας πραγματικά δεδομένα. Αυτό θα σας δώσει τη δυνατότητα να δείτε πώς λειτουργεί, χωρίς να εμπλακούμε σε θεωρητικά και περίπλοκες εξισώσεις. Στη συνέχεια μπορείτε να εισάγετε τα δικά σας δεδομένα σε κατάλληλους πίνακες και να αντλήσετε τα δικά σας αποτελέσματα.

Στο παράδειγμα που ακολουθεί, έχει υποθεθεί ότι ασκείτε την πιο κοινή πρακτική και παίρνετε εικόνες σε δύο μόνο χρώματα : Johnson B & Johnson V. Για απλότητα, μετρήθηκαν μόλις 13 αστέρες στο τυπικό πεδίο του M67. Στην πραγματικότητα, είναι καλύτερα να περιληφθούν περισσότεροι από 30-50 αστέρες που να καλύπτουν ευρύ φάσμα χρωμάτων. Τα δεδομένα του παραδείγματος μας έχουν καταχωρηθεί στις στήλες με την ένδειξη "My Data". Σε όλες τις περιπτώσεις, τα μεγέθη οργάνου που αποκτήσατε δίνονται με πεζά γράμματα, ενώ τα πρότυπα (δημοσιευμένα) μεγέθη δίνονται με κεφαλαία γράμματα. Ο στόχος σας είναι να υπολογίσετε ένα συντελεστή μετασχηματισμού χρώματος (T_{Bv}) και δύο συντελεστών μετασχηματισμού μεγέθους ($T_{b_{bv}}$ και $T_{v_{bv}}$) από αυτό το σύνολο δεδομένων.

Ξεκινήστε εισάγοντας το αναγνωριστικό (α) του κάθε αστέρα που μετράτε μαζί με το μέγεθος οργάνου του από τις εικόνες που ελήφθησαν με κάθε φίλτρο που χρησιμοποιείτε. Προσθέστε τα δημοσιευμένα μεγέθη των ίδιων αστέρων για κάθε χρώμα:

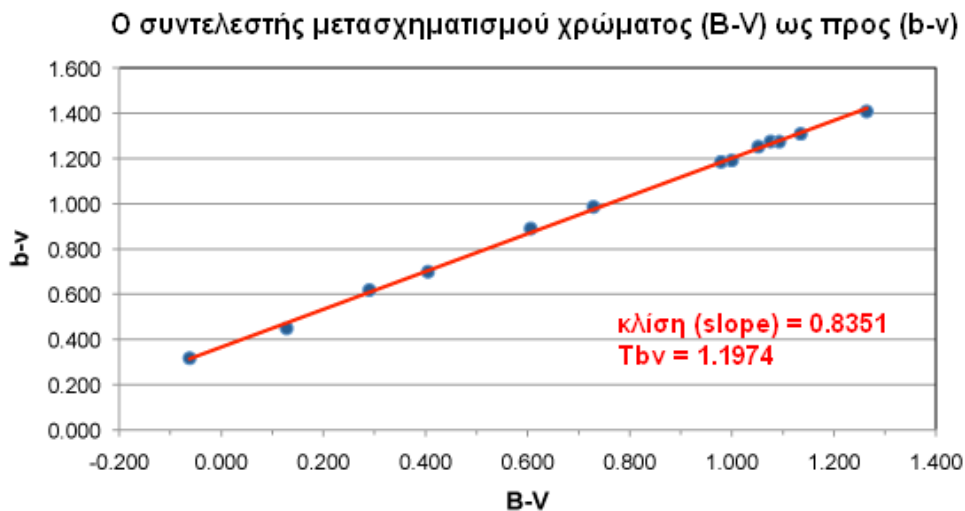
Πίνακας 6.2 – Παράδειγμα δεδομένων του M67

M67		My Data (μεγέθη οργάνου)			Πρότυπα μεγέθη		
Star ID	AUID	b	v	i	B	V	I
100	000-BLG-879	-7.981	-8.298	-7.501	9.978	10.040	10.086
102	000-BLG-886	-6.575	-7.983	-8.462	11.553	10.289	9.063
105	000-BLG-889	-6.487	-7.761	-8.102	11.617	10.524	9.471
107	000-BLG-891	-6.194	-7.503	-7.866	11.898	10.763	9.657
112	000-BLG-895	-6.591	-7.040	-6.421	11.391	11.263	11.146
112	000-BLG-896	-5.725	-7.000	-7.337	12.342	11.266	10.187
113	000-BLG-897	-6.111	-7.001	-6.960	11.911	11.305	10.609
113	000-BLG-898	-6.364	-6.982	-6.562	11.604	11.314	10.988
114	000-BLG-900	-5.511	-6.763	-7.072	12.546	11.494	10.442
115	000-BLG-901	-6.054	-6.753	-6.493	11.949	11.544	11.050
121	000-BLG-904	-4.929	-6.120	-6.400	13.138	12.138	11.122
123	000-BLG-908	-4.709	-5.894	-6.121	13.359	12.380	11.409
128	000-BLG-929	-4.508	-5.494	-5.497	13.541	12.812	12.033

Ο υπολογισμός του συντελεστή μετασχηματισμού χρώματος θα γίνει με το γράφημα του χρώματος οργάνου (b-v) ως προς τον πρότυπο δείκτη χρώματος (B-V). Το πλεονέκτημα της γραφικής παράστασης των δεδομένων σας είναι πως έχετε σαφή εικόνα του πώς τα σημεία ταιριάζουν στην ευθεία και τη δυνατότητα να εντοπίσετε και να απομακρύνετε τυχόν λανθασμένες καταγραφές.

Εικόνα 6.3 – Γράφημα του συντελεστή χρώματος

B-V	b-v
-0.062	0.317
1.264	1.408
1.093	1.274
1.135	1.309
0.128	0.449
1.076	1.275
0.606	0.890
0.290	0.618
1.052	1.252
0.405	0.699
1.000	1.191
0.979	1.185
0.729	0.986

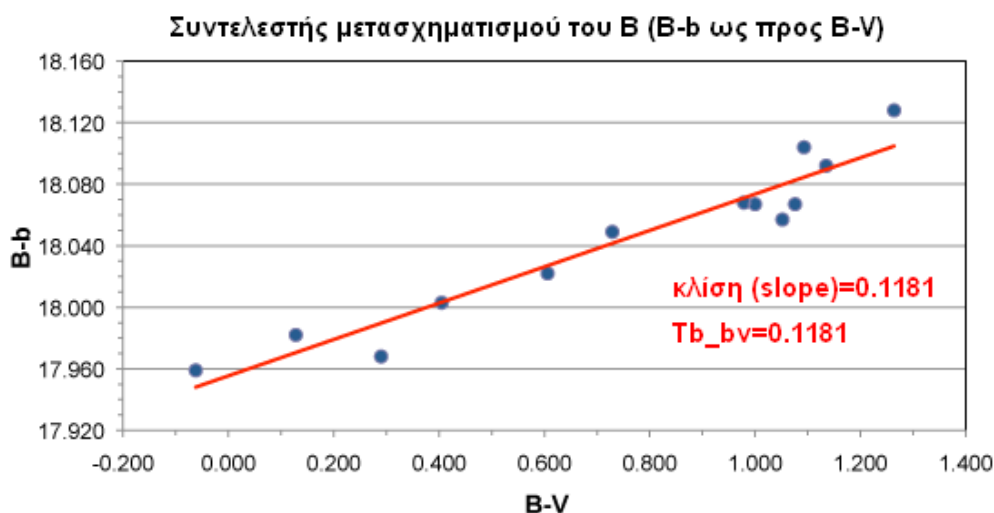


Σημειώστε πως η κλίση της γραμμής τάσης που εφαρμόστηκε με τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων, υπολογίστηκε εδώ στο 0.8351. Αφού ο συντελεστής μετασχηματισμού χρώματος ορίζεται ως το αντίστροφο της κλίσης, θα είναι $1/0.8351$, άρα, $T_{bv} = 1.1974$

Για να υπολογίσετε τους συντελεστές μετασχηματισμού για τα φίλτρα B και V, αρχίστε με τα ίδια δεδομένα του πίνακα 6.2 και κάντε το γράφημα της διαφοράς προτύπου και μεγέθους οργάνου (B-b) ή (V-v) ως προς τον πρότυπο δείκτη χρώματος (B-V):

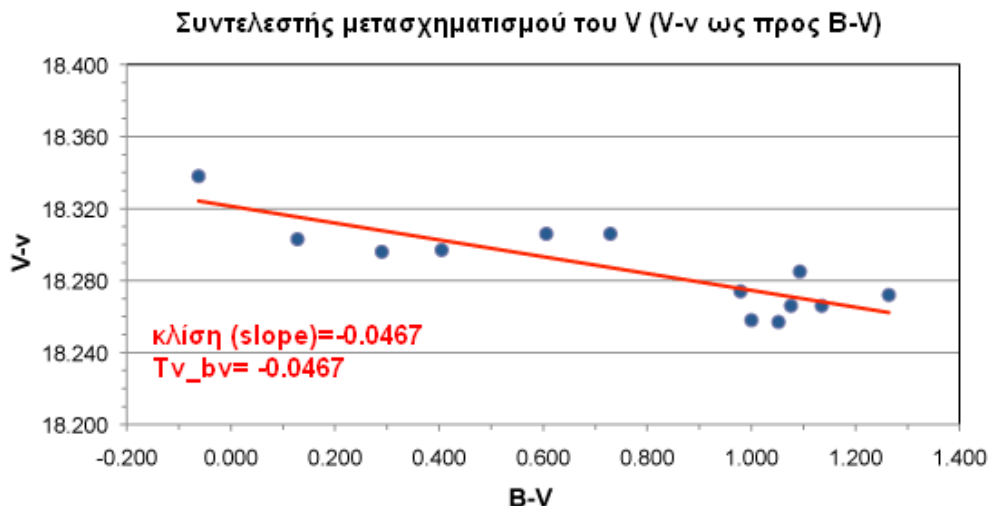
Εικόνα 6.4 – Γράφημα του συντελεστή μεγέθους B

B-V	B-b
-0.062	17.959
1.264	18.128
1.093	18.104
1.135	18.092
0.128	17.982
1.076	18.067
0.606	18.022
0.290	17.968
1.052	18.057
0.405	18.003
1.000	18.067
0.979	18.068
0.729	18.049



Εικόνα 6.5 – Γράφημα του συντελεστή μεγέθους V

B-V	V-v
-0.062	18.338
1.264	18.272
1.093	18.285
1.135	18.266
0.128	18.303
1.076	18.266
0.606	18.306
0.290	18.296
1.052	18.257
0.405	18.297
1.000	18.258
0.979	18.274
0.729	18.306



Ίσως απορείτε, γιατί παιδευόμαστε να κάνουμε γραφήματα όταν η μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων βρίσκει την κλίση και χωρίς αυτά. Η απάντηση είναι – όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, ότι έτσι εντοπίζονται ευκολότερα τυχόν προβληματικά σημεία.

Τι γίνεται αν θέλω να χρησιμοποιήσω περισσότερα από δύο ή ένα διαφορετικό σετ φίλτρων;

Ανάλογα με το σετ φίλτρων που χρησιμοποιείτε, μπορεί να χρειάζεται να βρείτε συντελεστές μετατροπής για το σύστημα σας, χρησιμοποιώντας ένα Ic ή Rc ή κάποιο άλλο φίλτρο. Αυτοί θα υπολογιστούν με τον ίδιο τρόπο όπως οι συντελεστές B και V προηγουμένως.

Για παράδειγμα, αν έχετε ένα φίλτρο Ic, εκτός από εκείνους των B και V, θα πρέπει να υπολογίσετε δύο ακόμα συντελεστές:

$$T_{VI} = 1 / \text{κλίση του γραφήματος του } v-i \text{ ως προς το } V-I$$

$$T_{i_{Vi}} = \text{κλίση του γραφήματος του } I-i \text{ ως προς το } V-I$$

Ομοίως, εάν έχετε ένα σετ φίλτρων BVR θα πρέπει να προσθέσετε αυτούς τους συντελεστές, αντί:

$$T_{VR} = 1 / \text{κλίση του γραφήματος του } v-r \text{ ως προς το } V-R$$

$$T_{r_{vr}} = \text{κλίση του γραφήματος του } R-r \text{ ως προς το } V-R$$

Υπάρχουν επίσης περισσότεροι από ένας τρόποι για να υπολογίσετε τους ίδιους συντελεστές χρησιμοποιώντας διαφορετικά χρώματα, τους οποίους μπορεί να βρείτε χρήσιμους. Αν για παράδειγμα παρατηρείτε ένα πολύ ερυθρό άστρο (όπως είναι οι Mira) που είναι πολύ αμυδροί στο ελάχιστο για να καταγραφούν στο φίλτρο B και έχετε φίλτρο Rc ή Ic, χρησιμοποιήστε ένα από αυτούς τους συνδυασμούς για τον υπολογισμό του συντελεστή V:

$$T_{V_{vi}} = \text{κλίση του γραφήματος του } V-v \text{ ως προς το } V-I$$

ή

$$T_{V_{vr}} = \text{κλίση του γραφήματος του } V-v \text{ ως προς το } V-R$$

Πόσο συχνά πρέπει να υπολογίζονται οι συντελεστές μετασχηματισμού;

Πρέπει να υπολογίζονται τουλάχιστον μια φορά το χρόνο, αλλά αν αλλάξετε κάτι στην οπτική ακολουθία (αντικατάσταση φίλτρου, προσθήκη κάποιου οπτικού διορθωτή κλπ), πρέπει να τους υπολογίσετε ξανά.

Εφαρμογή των συντελεστών μετασχηματισμού

Τώρα που υπολογίσατε τους συντελεστές μετατροπής, είναι ώρα να τους χρησιμοποιήσετε για να μετατρέψετε πραγματικά δεδομένα του μεταβλητού στο τυποποιημένο σύστημα. Για λόγους απλότητας, υποθέτουμε ότι χρησιμοποιείτε μόνο ένα αστέρα συγκρίσεως κι όχι ένα "σύνολο". Σημείωση: Οι παρατηρήσεις μετασχηματισμών που προέκυψαν χρησιμοποιώντας ένα σύνολο αστέρων συγκρίσεως, είναι μια προηγμένη τεχνική η οποία εξαρτάται από το πώς υπολογίστηκε αυτό το σύνολο. Ως εκ τούτου, είναι καλύτερα να αφηθεί στο λογισμικό.

Η βασική εξίσωση είναι αυτή:

$$V_{var} = \Delta v + T_{v_bv} * \Delta(B-V) + V_{comp}$$

... ακολουθεί εξήγηση του κάθε όρου:

- Δv είναι η διαφορά των μεγεθών οργάνου του μεταβλητού και του αστέρα συγκρίσεως, δηλαδή: $V_{var} - V_{comp}$
- V_{comp} είναι το δημοσιευμένο μέγεθος του αστέρα συγκρίσεως στο V .
- T_{v_bv} είναι ο συντελεστής μεγέθους που μόλις υπολογίσατε
- $\Delta(B-V)$ είναι η διαφορά του δείκτη χρώματος του μεταβλητού ως προς του αστέρα συγκρίσεως, που υπολογίζεται με τον τύπο:

$$\Delta(B-V) = T_{bv} * \Delta(b-v)$$

Με άλλα λόγια, μπορείτε να αντλήσετε τον $\Delta(B-V)$ πολλαπλασιάζοντας τον μετασχηματισμό χρώματος με τη μετρούμενη διαφορά χρώματος μεταξύ του μεταβλητού και του αστέρα συγκρίσεως, $\Delta(b-v)$. Φυσικά, αυτό προϋποθέτει ότι έχετε πάρει πραγματικά εικόνες του μεταβλητού χρησιμοποιώντας τόσο ένα φίλτρο B όσο και φίλτρο V . Αν, για παράδειγμα, είσασαν σε θέση να λάβετε εικόνα σε ένα μόνο χρώμα, είναι δυνατόν να υποκαταστήσετε στην παραπάνω εξίσωση τις δημοσιευμένες τιμές $B-V$ για τον μεταβλητό και τους αστέρες συγκρίσεως (αν υπάρχουν) με αυτές που μετρήθηκαν. Παρακαλούμε σημειώστε ότι η αυτή μέθοδος είναι επιρρεπής σε σφάλμα, αφού σε πολλές περιπτώσεις, το χρώμα ενός μεταβλητού μπορεί να αλλάξει.

Όπως προηγουμένως, είναι ευκολότερο να καταλάβετε τι συμβαίνει με παράδειγμα που βασίζεται σε πραγματικά δεδομένα (μεγέθη οργάνου):

Μεταβλητός (μετρήθηκαν)		Συγκρίσεως (μετρήθηκαν)		Συγκρίσεως (δημοσιευμένα)	
b	v	b	v	B	V
-6.223	-7.855	-6.202	-7.109	11.779	11.166

...και οι συντελεστές μετασχηματισμού στα B και V που υπολογίστηκαν προηγουμένως:

$$T_{bv} = 1.1974$$

$$T_{b_{bv}} = 0.1181$$

$$T_{v_{bv}} = -0.0467$$

Αρχίζουμε με τον υπολογισμό του $\Delta(b-v)$ με την εξίσωση:

$$\Delta(b-v) = (b-v)_{var} - (b-v)_{comp}$$

$$(b-v)_{var} = -6.223 - (-7.855) = 1.632$$

$$(b-v)_{comp} = -6.202 - (-7.109) = 0.907$$

$$\Delta(b-v) = 1.632 - 0.907$$

$$\Delta(b-v) = 0.725$$

Τώρα πολλαπλασιάστε με το συντελεστή χρώματος για να βρείτε το $\Delta(B-V)$:

$$\Delta(B-V) = T_{bv} * \Delta(b-v)$$

$$\Delta(B-V) = 1.1974 * 0.725$$

$$\Delta(B-V) = 0.868$$

Υπολογίστε το Δv με:

$$\Delta v = v_{var} - v_{comp}$$

$$\Delta v = -7.855 - (-7.109)$$

$$\Delta v = -0.746$$

Βάλτε τα όλα μαζί:

$$V_{var} = \Delta v + T_{v_{bv}} * \Delta(B-V) + V_{comp}$$

$$V_{var} = -0.746 + (-0.0467 * 0.868) + 11.166$$

$$V_{var} = 10.379$$

Για να καταλάβετε, το μη μετασχηματισμένο μέγεθος θα ήταν:

$$V_{var} = \Delta v + V_{comp}$$

$$V_{var} = -0.746 + 11.166$$

$$V_{var} = 10.420 \text{ (μη μετασχηματισμένο)}$$

Με ανάλογο τρόπο θα γίνει και ο μετασχηματισμός στο B, με την εξίσωση:

$$B_{var} = \Delta b + T_{b,bv} * \Delta(B-V) + B_{comp}$$

όπου...

$$\Delta b = b_{var} - b_{comp}$$

$T_{b,bv}$ = ο συντελεστής μετασχηματισμού στο B

$\Delta(B-V)$ όπως παραπάνω (σελ. 58)

B_{comp} = το δημοσιευμένο μέγεθος του αστέρα συγκρίσεως στο B

Για να ελέγξετε αν το έχετε κατανοήσει, δοκιμάστε να κάνετε τον υπολογισμό του B_{var} χρησιμοποιώντας τα παραπάνω δεδομένα. Το αποτέλεσμα πρέπει να είναι:

$$B_{var} = 11.861$$

Αυτός είναι μακρύς δρόμος για να εκτελέσετε μετασχηματισμό δύο φίλτρων. Καθιστά εύκολο να κατανοήσετε τη διαδικασία, αλλά δεν είναι απαραίτητα ο καλύτερος τρόπος για να προχωρήσετε. Για να μειωθεί το σφάλμα και να βελτιώσετε τα αποτελέσματά σας, θα θελήσετε να χρησιμοποιήσετε μόνο δύο συντελεστές - σε αυτή την περίπτωση μόνο τους $T_{b,bv}$ και $T_{v,bv}$ για σύστημα δύο φίλτρων. Δυστυχώς, η άλγεβρα περιπλέκει τα πράγματα πολύ γρήγορα. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο σας συνιστούμε να χρησιμοποιήσετε ένα εργαλείο όπως το TransformApplier (<http://www.aavso.org/transformapplier>) για να σας βοηθήσει σε αυτή τη διαδικασία.