

Metodo per estrapolare magnitudini R e I da stelle note

Giannantonio Milani
UAI - Sezione Comete

Abstract

The extended red sensitivity of CCD devices poses the problem to find sources for R and I magnitudes spread all over the sky. It is presented a method that allows to extrapolate R and I (Cousins) magnitudes for known stars for which accurate V and B-V values are known. Hipparcos and Tycho Catalogues can be a source of data useful for extrapolating R and I magnitudes suitable in cometary and asteroidal photometry, with an accuracy close to 0.1 magnitudes.

Introduzione

L'uso dei sensori CCD nelle osservazioni astronomiche sta permettendo di estendere le osservazioni a regioni spettrali poco utilizzate nel passato, soprattutto in campo amatoriale. I CCD presentano infatti una sensibilità spettrale oltre il rosso assai più estesa sia dell'occhio umano sia delle pellicole fotografiche, e molti sensori commerciali hanno il massimo di sensibilità nel rosso e vicino infrarosso, una regione spettrale che cade al di fuori degli standard più comuni (U, B, V) [2]. È quindi naturale in questi casi cercare di avere come riferimento principale magnitudini stellari determinate di preferenza nelle bande R e I, vicine al picco di sensibilità del sensore. L'utilizzo come confronto, sia pure approssimativo, di magnitudini V è d'altra parte in questo caso di scarso significato, potendo verificarsi errori per nulla trascurabili.

La più precisa fonte di magnitudini in più colori, compresi R e I, è rappresentata dalle sequenze equatoriali di Landolt [4], tuttavia in pratica manca ancora per l'emisfero settentrionale una fonte omogenea di magnitudini R e I ben diffusa su tutto il cielo. Il problema è sentito soprattutto in quei campi, come l'osservazione cometaria e di asteroidi, dove è necessario cambiare stelle di confronto di sera in sera; in questi casi, il dover utilizzare fonti disomogenee o poco accurate è una causa preponderante di errore.

Nel presente lavoro, considerato che con i cataloghi Tycho e Hipparcos è possibile avere una fonte abbastanza affidabile e omogenea di magnitudini B e V estese a tutto il cielo, si è cercato un modo per ricavarne le magnitudini R ed I di stelle note.

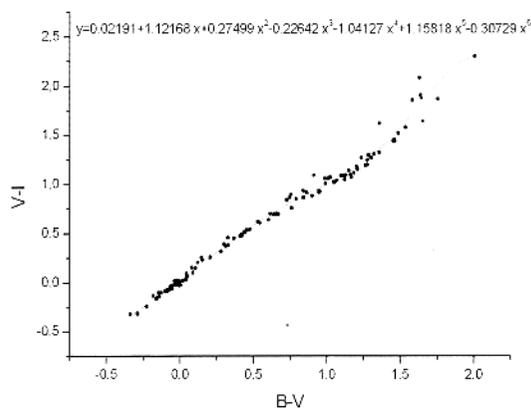
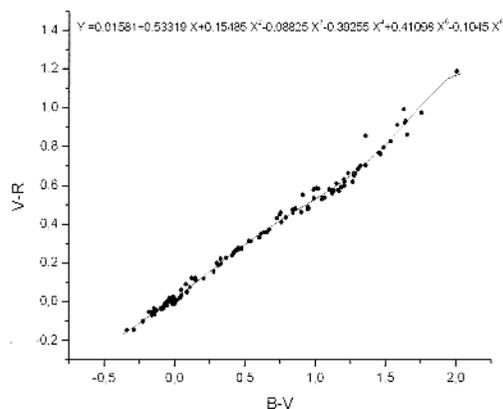
Dei due cataloghi il più accurato risulta l'Hipparcos, ma anche il Tycho rappresenta in molti casi una valida alternativa.

La Bright Northern Star List

Da alcuni anni è disponibile una lista di stelle luminose, selezionata da Brian Skiff (http://www.tass-survey.org/tass/refs/skiff_photom.tbl), che fornisce magnitudini molto accurate in più colori. Le bande coperte sono le B e V di Johnson e le R e I di Cousins [1]. La copertura del cielo è

abbastanza buona, ma purtroppo non ancora sufficiente per i nostri scopi. Inoltre, la luminosità di molte stelle risulta talvolta troppo elevata per poter effettuare calibrazioni fotometriche con strumenti amatoriali di media e grande apertura [2].

Un'analisi relativa agli indici di colore di questa lista di stelle ha permesso di vedere che, perlomeno con (B-V) non superiore a 1.5, sussiste una relazione ben definita. È stato quindi posto in relazione l'indice di colore (B-V) con gli indici (V-I) e (R-I), con lo scopo di estrapolare magnitudini per le bande R e I.



È risultato subito evidente che una semplice interpolazione lineare, sebbene utilizzata a volte in letteratura, non è sufficiente a garantire una precisione compatibile con quella ottenibile con il CCD, e che un approccio un po' diverso poteva garantire magnitudini più accurate. Procedendo per tentativi, si è visto che per raggiungere un buon grado di precisione su tutta la curva (deviazione standard 0.026 magnitudini nella banda R) è necessario arrivare ad utilizzare per l'interpolazione, con il metodo dei minimi quadrati, un polinomio almeno di sesto grado. Un approccio più semplice, basato su di un polinomio di secondo grado, e limitato

all'intervallo con B-V tra zero e 1.5 ha fornito ugualmente un risultato interessante, con una deviazione standard di 0.04 magnitudini. Nel nostro caso abbiamo comunque utilizzato la prima soluzione, che forniva i risultati migliori, considerato anche che l'uso di polinomi di sesto grado non costituisce oggi un problema. Per agevolare i calcoli è stato utilizzato un semplice programma eseguibile, sviluppato in ambiente DOS. Soluzioni analoghe possono essere facilmente adottate con altri programmi di uso comune (per es. Excel). Le figure 1 e 2 mostrano i grafici e i relativi polinomi utilizzati nelle prove svolte.

Essendo questo studio collegato prevalentemente all'osservazione delle comete, ci si è concentrati su stelle il più possibile simili al Sole (classi spettrali F-G e indice di colore intorno a 0.5-0.7). In generale comunque indici di colore tra 0 e 1 hanno dimostrato di essere sufficientemente adatti, permettendo di avere a disposizione un maggior numero di stelle.

Il metodo è stato testato inizialmente calcolando magnitudini R ed I (e i relativi indici di colore V-R e V-I) per alcune stelle tratte dal catalogo Hipparcos (dal programma Guide 6, Project Pluto) che appaiono anche nelle sequenze di Landolt. I dati sono risultati in accordo entro 0.02 magnitudini, ma il numero di stelle utili per il confronto era molto scarso. Sono stati quindi successivamente confrontati i valori estrapolati da stelle del Catalogo Hipparcos con quelli della sequenza *Bright Northern Standard List*, riscontrando mediamente un ottimo accordo, con discordanze che raramente superano qualche centesimo di magnitudine. La Tabella 1 riassume i risultati ottenuti.

Considerato che la precisione mediamente ottenibile su oggetti diffusi come le comete è stimabile intorno a 0,1 magnitudini, il metodo è apparso pienamente sufficiente allo scopo.

Un verifica sul campo, protrattasi per circa un anno ha permesso di verificare che effettivamente i dati prodotti

sulle comete osservate erano in linea con le aspettative e mostravano un buon grado di omogeneità. In generale i risultati migliori si ottengono con il Catalogo Hipparcos, mentre il Tycho per molte stelle fornisce delle magnitudini meno accurate con errori anche di 0.1 magnitudini (comunque indicati su Guide 6). Si può quindi raccomandare di utilizzare come fonte primaria il catalogo Hipparcos e di selezionare dal catalogo Tycho le stelle che vengono date con una migliore precisione.

Sono infine da evitare stelle troppo rosse (B-V superiore a 1.5) perché facilmente potrebbero essere variabili [2], inoltre dai grafici di fig. 1 e 2 è evidente che la dispersione dei punti aumenta con l'indice di colore, e quindi peggiora la precisione del metodo.

Conclusione

L'estrapolazione di magnitudini R ed I partendo dalla magnitudine V e dall'indice di colore B-V per stelle note si è rivelata una fonte alternativa di magnitudini che garantisce una precisione sufficiente per molti tipi di osservazioni.

Le magnitudini così ottenute mostrano di essere accurate mediamente entro 0.05 magnitudini per il Catalogo Hipparcos ed entro 0.1 magnitudini per il Catalogo Tycho.

In campo cometario, dove la precisione fotometrica è intorno a 0.1 magnitudini e dove c'è la necessità di selezionare stelle di confronto sempre diverse di sera in sera, il metodo ha fornito risultati soddisfacenti.

Bibliografia

- [1] Bessel, M. S., *PASP*, **102**, 1181-1199 (1990)
- [2] Henden, A. A., Kaitchuck, R. H., *Astronomical Photometry*, Willmann-Bell, Inc., Richmond (1990)
- [3] Ortolani, S., Favero, G., *Astronomia UAI*, **2**, 28-33 (1994)
- [4] Landolt, A. U., *Astronomical Journal*, **78**, 959-981 (1973)

Tabella 1. Tabella di confronto tra le magnitudini di alcune stelle tratte dalla "Bright Northern BVRI Standard" (Brian Skiff) e le magnitudini R estrapolate sulla base dei valori V, B-V e V-I forniti dal catalogo Hipparcos. (media dei valori ricavati). L'accordo nelle magnitudini R è contenuto mediamente entro qualche centesimo di magnitudine e non cambia in modo sostanziale estrapolando solo dall'indice B-V. Sono riportati nell'ordine il numero di catalogo HD della stella, le magnitudini e gli indici di colore tratti dalla BNSL di Brian Skiff e dal catalogo Hipparcos, infine l'indice di colore e la magnitudine R estrapolata e la differenza tra magnitudine osservata e di catalogo (O-C).

IID	V (Skiff)	B-V (Skiff)	V-R (Skiff)	V (Hyp)	B-V (Hyp)	V-R (extr.)	R (Skiff)	R (extr.)	O-C
315	6.440	-0.145	-0.037	6.43	-0.146	-0.059	6.477	6.490	+0.013
5612	6.32	0.90	0.462	6.30	0.895	0.484	5.858	5.816	-0.042
7615	6.693	0.047	0.0.6	6.69	0.046	0.041	6.633	6.650	+0.017
8949	6.205	1.12	0.559	6.22	1.114	0.581	5.646	5.639	-0.007
10476	5.240	0.84	0.461	5.24	0.836	0.459	4.779	4.781	+0.002
11257	5.927	0.30	0.199	5.92	0.302	0.186	5.728	5.733	+0.005
14827	7.633	0.045	0.028	7.63	0.028	0.031	7.605	7.599	-0.006
16160	5.801	0.987	0.578	5.79	0.918	0.494	5.223	5.296	+0.073
18145	6.528	1.048	0.529	6.53	1.044	0.549	5.999	5.981	-0.018
18175	7.033	1.129	0.572	7.04	1.137	0.592	6.461	6.448	-0.013
18369	6.628	0.327	0.193	6.63	0.320	0.196	6.435	6.446	+0.011
19525	6.286	1.051	0.536	6.28	1.026	0.541	5.750	5.739	-0.011
22211	6.487	0.634	0.357	6.49	0.642	0.369	6.130	6.120	-0.010
23432	5.780	-0.04	0.006	5.76	-0.036	0.032	5.774	5.763	-0.011
23441	6.445	-0.02	0.007	6.43	-0.020	0.052	6.438	6.424	-0.014
30545	6.031	1.207	0.598	6.04	1.200	0.623	5.433	5.417	-0.016
107146	7.028	0.602	0.33	7.04	0.604	0.351	6.698	6.689	-0.009
86135	7.835	1.485	0.795	7.86	1.484	0.798	7.040	7.062	+0.022

