

# Dátová analýza, finále 13. ročníka Astronomickej olympiády (2019)

Jozef Lipták, Univerzita Karlova

Tento rok sa v úlohe z dátovej analýzy zameriame na meranie vzdialeností pomocou metódy tzv. *Colour-magnitude diagram* (CM diagram). Jedná sa o závislosť zdanlivej jasnosti hviezd ležiacich v jednej hviezdokope na ich farebnom indexe (rozdiel jasností na dvoch vlnových dĺžkach). Keďže zdanlivá jasnosť hviezd závisí na jej žiarivom výkone a farebný index na teplote, nie je prekvapením, že grafické znázornenie sa ponáša na *Hertzsprung-Russelov diagram*. Preto porovnaním CM diagramu zostrojeného pre napr. guľovú hviezdokopu s iným štandardizovaným diagramom vieme určiť vzdialenosť tejto hviezdokopy. Následne sa zo vzdialeností guľových hviezdokôp štatistickými metódami pokúsime určiť vzdialenosť centra Galaxie od Slnka.

Zdanlivé jasnosti hviezd v hviezdokopách vo viditeľnom a v modrom svetle sú označené zaradom  $V$  a  $B$ .

1. Pomocou priložených CM diagramov určte modul vzdialenosti ( $m - M$ ) a farebný exces

$$E_{B-V} = (B - V) - (B - V)_0$$

pre guľové hviezdokopy NGC 5053, NGC 6366 a Palomar 3; ako referenčný slúži diagram hviezdokopy M3, ktorej vzdialenosť od Zeme je  $r_0 = 10$  kpc a absorpcia medzhviezdnyim prostredím je zanedbateľná, teda  $(m_0 - M_0) = 15$ . Nezabudnite určiť chybu týchto veličín.

2. Z modulov vzdialenosti ( $M - m$ ) a farebných excesov  $E_{B-V}$  určte skutočné vzdialenosti  $r$  k týmto trom guľovým hviezdokopám. Predpokladajte, že pre medzhviezdnu extinkciu  $A_V$  vo filtri  $V$  platí

$$R_V = A_V / E_{B-V} = 3,1.$$

Pokúste sa odhadnúť, akou veľkou chybou je výsledná vzdialenosť  $r$  zaťažená.

3. V tabuľke sa nachádzajú údaje o polohe na oblohe v galaktických súradniciach ( $l, b$ ) a vzdialenosti od Zeme  $r$  pre náhodne vybrané guľové hviezdokopy ležiace v Galaxii. Znázornite graficky rozmiestnenie priemetov polôh hviezdokôp do galaktickej roviny na milimetrový papier s polárnymi súradnicami.

4. Určte polohu stredu Galaxie a jeho chybu v grafe a popíšte postup, ktorý ste použili. Určte vzdialenosť k stredu Galaxie  $R$  aj s chybou.

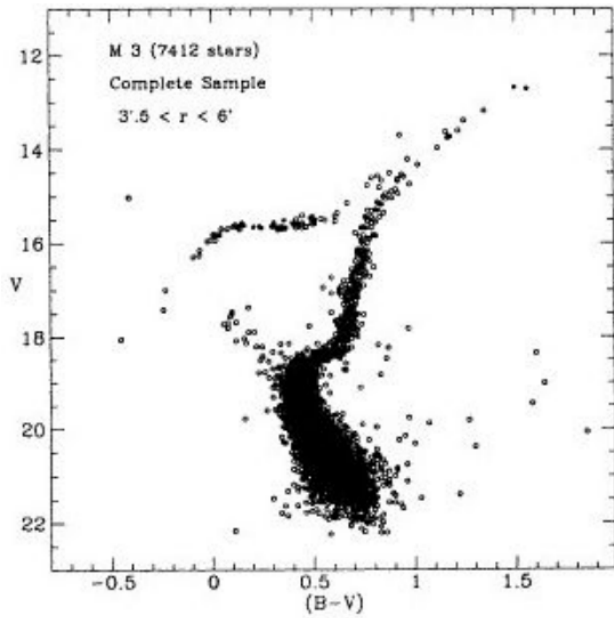
5. Diskutujte výsledok, najmä prítomnosť chýb, ako štatistických, tak systematických, a porovnajte ho so skutočnou hodnotou  $R = (8,0 \pm 0,3)$  kpc.

ID	Kat. označenie	$l$	$b$	$r$ [kpc]
A	NGC 1261	270,54	-52,12	16,3
B	NGC 2298	245,63	-16,00	10,8
C	Pal 3	240,15	41,86	—
D	NGC 4372	300,99	-9,88	5,8
E	NGC 5053	335,70	78,95	—
F	M 3	42,22	78,71	10,2
G	NGC 5824	332,56	22,07	32,1
H	Lynga 7	328,77	-2,80	8,0
I	M 107	3,37	23,01	6,4
J	M 54	5,61	-14,09	26,5
K	NGC 6316	357,18	5,76	10,4
L	IC 1257	16,54	15,15	25,0
M	NGC 6366	18,41	16,04	—
N	Terzan 1	357,57	1,00	6,7
O	Djorg 1	356,69	-2,47	13,7
P	Terzan 9	3,61	-1,99	7,1
Q	NGC 6540	3,29	-3,31	5,3
R	IC 1276	21,83	5,67	5,4
S	NGC 6638	7,90	-7,15	9,4
T	NGC 6712	25,35	-4,32	6,9
U	NGC 6749	36,20	-2,21	7,9
V	Terzan 7	3,39	-20,07	22,8
W	NGC 6934	52,10	-18,89	15,6
Y	NGC 7492	53,39	-63,48	26,3

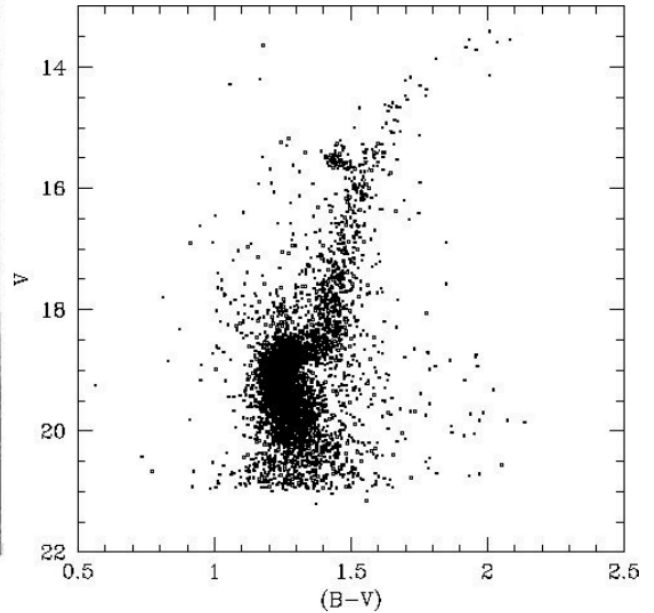
výňatok z

CATALOG OF PARAMETERS FOR MILKY WAY GLOBULAR CLUSTERS

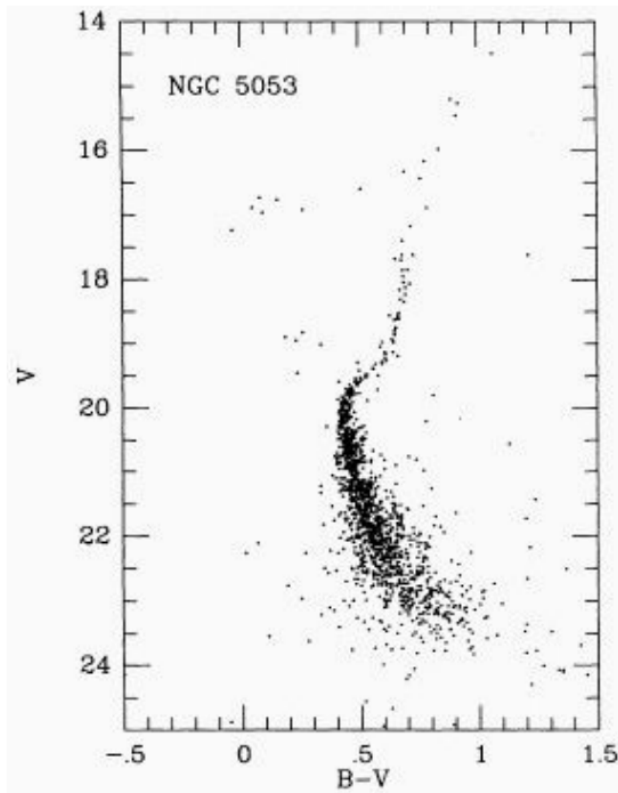
Harris, W.E. 1996, AJ, 112, 1487 (2010 edition)



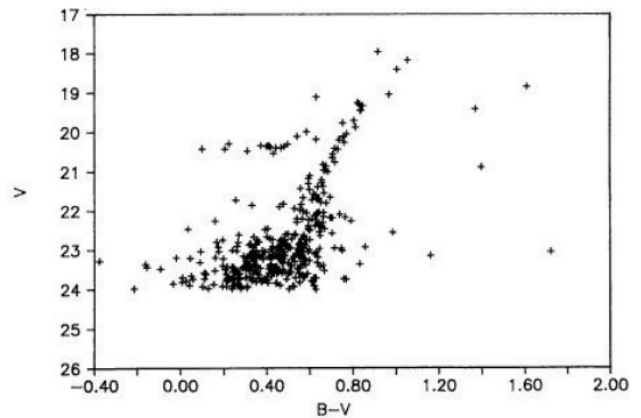
Obrázok 1: CM diagram pre M3  $r_0 = 10$  kpc



Obrázok 2: CM diagram pre NGC 6366



Obrázok 3: CM diagram pre NGC 5053



Obrázok 4: CM diagram pre Palomar 3

Buonanno, R.; Corsi, C. E.; Buzzoni, A.; Cacciari, C.; Ferraro, F. R.; Fusi Pecci, F.: The stellar population of the globular cluster M 3., AA 290, 69-103

Ortolani, S.; Gratton, R. G.: Spectroscopy and deep photometry of PAL 3 and C0422-213, AA Sup., 79 2, 155

Alonso, A.; Salaris, M.; Martinez-Roger, C.; Straniero, O.; Arribas, S.: CCD photometry of the metal-rich halo cluster NGC 6366, AA 323, 374-381

Fahlman, Gregory G.; Richer, Harvey B.; Nemeč, James: The stellar content and structure of the globular cluster NGC 5053, AJ 380, 124-139