

Nagyamplitúdójú δ Scuti csillagok

Az MCSE Változócsillag Szakcsoportjának észlelési programjából hagyományosan kimaradtak az 1 magnitúdónál kisebb amplitúdójú változók, illetve azok a csillagtípusok, melyek elegendően rövid periódusúak, hogy a szakcsillagászok jelentős számú és a vizuális fényességbecslésnél nagyságrendekkel pontosabb műszeres mérést végezzenek. Ilyenek például a cefeidák, RR Lyrae-k és a δ Scutik, azaz az instabilitási sáv klasszikus pulzáló változócsillagai. Az utóbbi évek digitális robbanása, előbb a CCD kamerák megjelenésével, majd a digitális fényképezőgépek szinte totális hatalomátvételével, nagymértékben átfőrt a amatőrök észlelési szokásait, célpontjait. Szinte űrtávszöves részletességű bolygófotók, soha nem látott halványságú diffúz ködök, gravitációs lencsék, 20 magnitúdós üstökösök – korábban elképzelhetetlennek tűnt, hogy műkedvelő csillagászok a kert végében, esetleg vidéki észlelőexpedícióknál ilyen fantasztikus megfigyeléseket végezhetnek. A műszeres észlelések meghonosodásával felmerül a kérdés, vajon milyen új irányokat jelölhetünk ki a változócsillagok területén is.

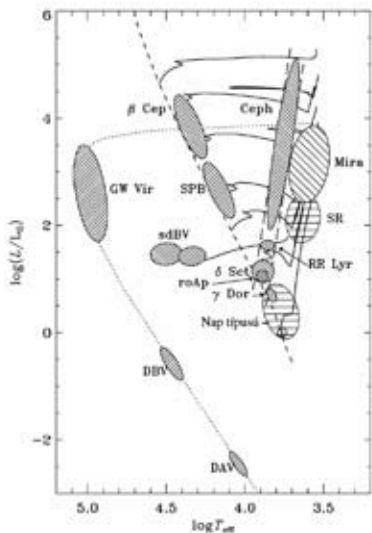
A legtermészetesebb választ a gyors és előrejelezhetetlen fényváltozású kataklizmikus csillagok adhatják, esetleg a fedési exobolygók egyre népesebb társaságának nyomon követése. Előbbi csoportba azonban jellemzően halvány, sokszor még maximumban is alig 14–15 magnitúdós csillagok tartoznak, utóbbihoz pedig át kell törni a század magnitúdós pontosságát, hacsak lehet, néhány ezred magnitúdóra leszorítva fényességméréseink hibáját. Létező magyarországi észlelések igazolják, hogy egyik sem lehetetlen amatőr eszközökkel, ám valljuk be: a műszeres fotometria iránt esetleg érdeklődő, ám kevésbé tapasztalt, esetleg kevésbé precíz távcsővel és fejlett számítástechnikával nem rendelkezőknek a 15 magnitúdós törpenóvák szuperpúpait, vagy egy bolygótranszit 0,01

magnitúdós fedését kimérni a lehetetlennel határos feladat. A kezdeti kudarcok gyorsan eltántorítják az alkalmi érdeklődőt könnyebb észlelési témák felé, így régóta nyitott kérdés, hogy milyen témákat ajánlhatunk kezdőbb digitális fotometristáknak, melyekkel gyorsan és viszonylag könnyen szívet melengető fénygörbékhez lehet jutni. Jelen cikkkel felvázolok egy lehetséges észlelési programot, míg reményeim szerint a Meteorban az utóbbi két évtizedben egyáltalán nem tárgyalt terület ismertetésével a csillagok világa iránt passzívan érdeklődők számára is hasznos olvasnivalót nyújtunk át.

Klasszikus pulzálók a HRD-n...

Nem kis mértékben a csillagászati műszertechnika fejlődésének köszönhető, hogy mára teljesen benépesült a Hertzsprung–Russell-diagram (HRD) minden kis szeglete különböző típusú pulzáló változókkal (1. ábránkat, ill. a 2009-es Csillagászati évkönyv vonatkozó cikkét). A csillagok luminozitását hőmérsékletük függvényében ábrázoló diagramon nagyjából középen, a magbéli hidrogént égető csillagokat tartalmazó főszorozat kb. 10 ezer fokos tartományából (log $T=4$) indul el jobbra fölfelé az ún. instabilitási sáv. Ebben találjuk a lényegében ugyanazzal a fizikai mechanizmussal gerjesztett klasszikus pulzáló változókat, növekvő luminozitás szerint a δ Scuti, az RR Lyrae és a δ Cephei típusú csillagokat. Utóbbi két típus szinte kizárólag radiálisan pulzáló változókat tartalmaz, vagyis a csillagok, megőrizve gömb alakjukat, periodikusan kitágulnak és összehúzódnak. A δ Scutik ezzel szemben radiális és nemradiális pulzációkat is mutathatnak, azaz a táguló és összehúzódo mozgás mellett megjelenhetnek felületi hullámokhoz hasonló „fodrozódások” is a csillag felszínén. Mindezt a Föld felé forduló félgömbre kiátlagolva látjuk a fényesség- és

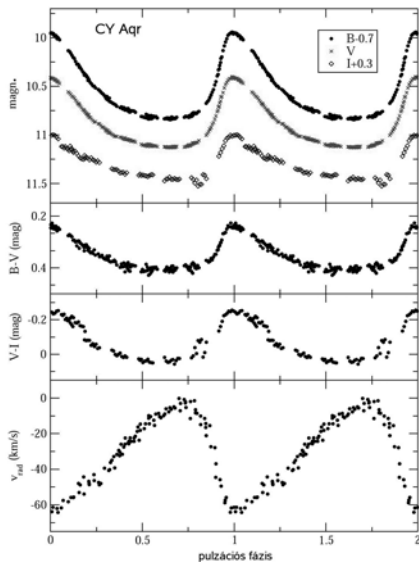
radiálissebesség-mérésekben, esetleg a színképvonalak időben változó eltorzulásaiban. Ezek a csillagok a fősozrat és az instabilitási sáv találkozásánál helyezkednek el, és csillagfejlődési szempontból fiatal, átlagosan 1,5–2,5 naptömegű és 6500–7500 K felszíni hőmérsékletű objektumok.



Pulzáló változócsillagok a Hertzsprung–Russell-diagramon

A nagyamplitúdójú δ Scuti (angol szakki-fejezéssel high-amplitude delta Scuti, vagy HADS) csillagok határozottan elkülönülnek a δ Scutik többségétől. A V fotometriai sávban mért amplitúdójuk legalább 0,3, de néhány esetben akár 0,7–0,8 magnitúdó is lehet (szemben a jellemzően alig néhány század magnitúdós amplitúdókkal), fénygörbéjük pedig többnyire egy, esetleg két periódussal leírható. Átlagos pulzációs periódusuk 0,1 nap körüli, vagyis alig két-három óra. Ennek megfelelően egy-egy pulzációs ciklus végigészleléséhez már egy esti tévés féműsoridó távcső mellett eltöltése is elegendő. Pulzációjuk kevés kivétellel a radiális alapmódban, esetleg első felhangban, vagy mindkét módban történik, a jelentős fényességváltozás mellé markáns szín- és radiálissebesség-változással. A fénygörbék alakja is jellegzetes, meredek felszálló és

lankás leszálló ággal. A radiálisan rezgő csillagok tipikus sebességváltozásait mutatják, a fázisba rendezett sebességgörbék gyakorlatilag pontosan a fénygörbe tükörképét rajzolják ki. Mindezt az egyik „legjobb” HADS csillaggal, a CY Aqr-val illusztráljuk mellékelt ábránkon, ahol az ausztráliai Siding Spring Observatórium 60 cm-es távcsövével végzett fotoelektromos és 2,3 m-es távcsövével készült sebességméréseit mutatjuk be (Derekas Aliz és munkatársai). Jól látszik, hogy a V-szűrőben bő 0,7 magnitúdós változás közel 0,2 magnitúdónyi B–V színváltozással jár, azaz a B sávban majdnem 1 magnitúdónyi a teljes változás, összhangban a pulzáció során több száz fokok hőmérsékletingadozással. A radiálissebesség-görbe teljes amplitúdója mintegy 60 km/s, tehát a csillaglégkör hatalmas sebességekkel tágul és húzódik össze a még másfél órányt sem kitevő rezgési ciklus alatt.



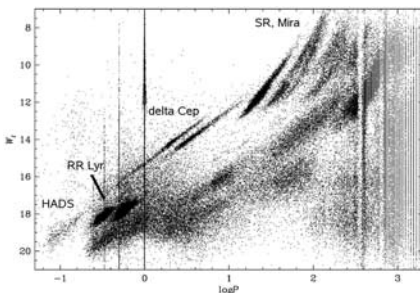
A CY Aqr BVI szűrős fény- és színváltozásai, valamint a spektroszkópiával kimért radiálissebesség-görbe (Derekas és mtsai 2009)

Érdeemes megjegyezni, hogy a HADS változók vizsgálataiban hazai kutatók is fontos eredményeket jegyeznek. Az MTA KTM

Csillagászati Kutatóintézetben Szeidl Béla, Paparó Margit és tanítványaik több évtizedre visszanyúló munkásságot mutatnak fel a témában, a Szegedi Tudományegyetemen pedig Szatmáry Károly, Kiss László és tanítványaik végeztek jelentős kutatásokat HADS csillagok periódusváltozásaival, rejtett kettősségével, többmódusú pulzációival és fizikai paramétereikkel kapcsolatban.

...és a periódus–fényesség síkon

Egy fantasztikus diagrammal folytatjuk utunkat a klasszikus pulzálók birodalmába. Mellékelt ábránkon a 20. század változócsillagászatának egyik legtöbbet tanulmányozott kérdése, a (pulzáló) változócsillagok periódus–fényesség (period-luminosity, PL) relációi szerepelnek, a mindeddig legteljesebb kiadásban, a lengyel Optical Gravitational Lensing Experiment (OGLE) projekt III. fázisának adatait felhasználva a Nagy Magellán-felhő (LMC) több tízezer változócsillagára (Igor Soszynski személyes közlése). A vízszintes tengelyen a változás napban kifejezett periódusának logaritmusát, a függőleges tengelyen pedig egy csillagközi vörösödésre érzéketlen fényesség-paramétert látunk, ami jó közelítéssel az I sávban mért fényességgel egyenlő. Mivel mindegyik csillag a 170 ezer fényévre levő kísérőgalaxisunkban található, a látszó fényességek különbsége hűen tükrözi a luminozitásbeli különbséget.



OGLE-III változócsillagok periódus–fényesség relációi

Az ábrára pillantva különböző szekvenciák gazdag struktúráit vehetjük észre, melyek közül négy fontos csoportot konkrétan is

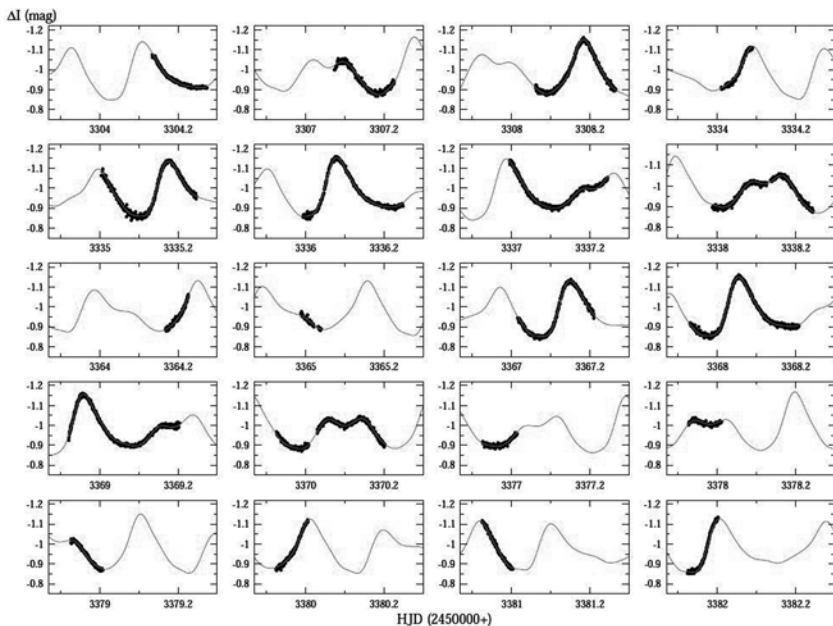
bejelöltem. Mindegyikre jellemző a globális korreláció: a hosszabb periódusú csillagok fényesebbek, azaz megmérve pulzációs periódusukat, elvben kiszámíthatjuk abszolút fényességüket. Ez persze nem ilyen egyszerű, hiszen láthatóan ugyanazon típus csillagaira többszörös relációk léteznek. Például jobbra fent, a 10–1000 napos periódusoknál találjuk a pulzáló vörös óriáscsillagokat (a mira és félszabályos (SR) változókat), melyek talán a legkomplexebb PL relációkat mutatják, bő tucatnyi önálló szekvenciával. Középen két párhuzamos egyenes rajzolódik ki az alaplómódusban és első felhangban pulzáló klasszikus cefeidák (δ Cep típus) által (megjegyzendő, hogy ennek a kettősségnek semmi köze a fiatal, I. populációs és idős, II. populációs cefeidák különbségéhez, mivel utóbbiak több magnitúddal lejjebb találhatók a diagramon). Ez a két éles szekvencia nagyon szépen illusztrálja, miért is játszanak fontos szerepet a cefeidák a kozmikus távolságmérésben: PL relációjuk nagyon jól definiált, azaz a periódusból kiszámítható abszolút fényesség is pontos, ami a látszó fényességgel összevetve a távolságot is egészen jól meghatározhatóvá teszi.

Az 1 napnál rövidebb periódusoknál (a $\log P < 0$ tartományban) találjuk az RRab és RRc típusú RR Lyrae-eket (ismét csak az alaplómódusban és az első felhangban történő rezgés a kettős szekvencia oka), valamint a nagyamplitúdójú δ Scutikat. Noha az LMC-ben már 19–20 magnitúdósak a HADS csillagok, meglepően jól kirajzolódik periódus–fényesség relációjuk, ami nagyjából a cefeidák relációinak meghosszabbításán fekszik. Mindez nem meglepő, mindössze tükrözi a rezgések fizikájának nagymértékű hasonlóságát.

Periódus, fázis, többszörös periodicitás

Mint azt fentebb említettem, a HADS csillagok többnyire egyszerűen periodikus változó, ami azt jelenti, hogy a fénygörbe ciklusai szigorúan ismétlődnek. Emiatt akár több éven átívelő adatok is ábrázolhatók fázisdi-

agramon: az észlelések időpontjából kivonjuk egy rögzített fázis, pl. a maximum egy mért időpontját, majd az eredményt elosztjuk a periódus pontos, 8–9 tizedesre ismert értékével; a kapott szám törtrésze megadja a pulzációs fázist, ami a definíció alapján 0 és 1 közötti értékű, ahol 0-nak szokás szerint a maximum fázisát választjuk. Ez megfigyelési szempontból nagyon hasznos, hiszen ha egy-egy éjszaka nem tudjuk kimérni a teljes fényváltozást (pl. az ég beborulása miatt), akkor egymástól nem túl messze eső éjszakák adatai összetolva szépen kirajzolhatják a teljes fénygörbe alakját (az ábrázoláshoz szokásos megduplázni a fázisdiagramot – l. pl. a CY Aqr görbét –, ami jobban kifejezi a hullámzás menetét).



Az RY Lep I szűrős fénygörbéjén jól látszik a ciklusról ciklusra változó lefutás. A folytonos vonal az adatokhoz illesztett analitikus függvényt jelzi (Derekas és munkatársai, 2009)

Ez azonban nem mindig járható út: nagyjából minden harmadik-negyedik HADS fénygörbéjét többszörös periódicitás jellemzi, azaz a fénygörbék alakja ciklusról ciklusra változik. Ilyenkor bármely periódussal fázis-

ba rendezve látszólag nagy szórású diagramot kapunk, az adatok valódi információtartalmát pedig csak összetettebb módszerekkel nyerhetjük ki, mint pl. Fourier-analízis segítségével harmonikus komponensekre bontással (a mért adatsort előállítjuk szinuszos függvények összegeként). Erre látunk példát mellékelt ábránkon, ahol az RY Lep kétmódusú HADS 20 éjszakányi fénygörbéjét mutatjuk be. A teljes illeszkedéshez közel 20 egyedi szinuszra volt szükség, melyek frekvenciái szinte kizárólag a két domináns módusé, valamint azok lineáris kombinációi (kis egész számú többszörösök összege). Az ilyen változású csillagokat véleményem szerint nem nagyon érdemes amatőr eszközökkel észlelni, inkább próbálkozzunk az

egymódusú és stabil fénygörbéjű példányokkal: mindenféle digitális műszerhez kiváló fotometriai tesztobjektumok, melyekre néhány órányi folyamatos integrálással már szemzet gyönyörködtető görbékét vehetünk

fel. Mint az alábbiakból kiderül, még ezekből is meglepő információk nyerhetők ki.

Észlelési ajánlat

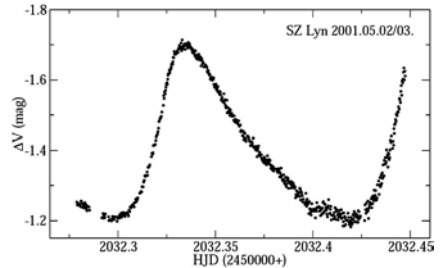
Az elméleti háttér összefoglalása után nézzünk egy példát a stabil fénygörbék ellenére is izgalmas esetekre. A HADS csillagok mérése általában véve is érdekes feladat, amelynek végrehajtása során érdemes figyelni az esetleges buktatókra. Például egy 0,7 magnitúdós amplitúdó azt jelenti, hogy a csillag maximumában kétszer fényesebb, mint minimumában. Ennek megfelelően az expozíciós időt úgy kell megválasztani, hogy még kétszeres félfényesedés mellett se telítődjenek a detektor pixelei. Ugyanakkor pontosan a viszonylag nagy amplitúdóknak köszönhetően már észlelés közben, a képekre ránézve vizuálisan is feltűnhet a célpont fényesedése vagy halványodása. Kis személyes kitérőként hadd hozzam fel példaként a Szegedi Csillagvizsgáló 40 cm-es távcsövével az 1990-es évek második felében végzett fotometriai méréseimet, melyek során a fotoelektromos fotométer mezóokulárjában saját szememmel is rendszeresen észrevettem az alig pár tized magnitúdónyi, ám nagyon gyors fényesedéseket.

Csak Balázs kiváló cikke a decemberi Meteorban jól összefoglalta a digitális fotometria egyszerű megvalósítási lehetőségeit, így az ott leírtakat figyelembe véve egy csillagot részletesen, további nyolcat pedig csak legfontosabb adataikkal emelnék ki egy lehetséges HADS észlelési programhoz.

1. SZ Lyn

Amilyen kicsi a Lynx csillagkép, olyan gazdag fényes HADS változóknak (SZ Lyn, BE Lyn, AN Lyn). Az SZ Lyn 9,08 és 9,72 magnitúdó között pulzál 2 óra 53,5 perces periódussal, amivel nagyjából átlagos HADS-nak tekinthető. Fénygörbéje teljesen szokványos, nagyjából 1:3 a felszálló és leszálló ág hosszának aránya. Egy tipikus mérési adatsort mellékeltem ábránkon mutatunk be, ahol V szűrős CCD-s mérések láthatók a Szegedi

Csillagvizsgáló 40 cm-es távcsövével (Derekas és mtsai 2003).

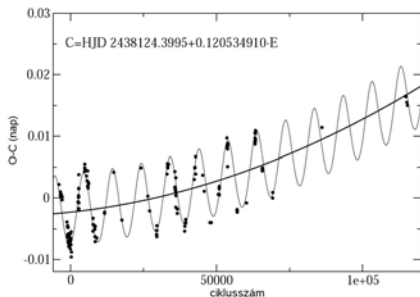


Az SZ Lyn szűk másfél pulzációs ciklusa 2001. május 2-án

Ami miatt különösen érdekes csillag, az a hosszú távú periódusváltozása, melyet részleteiben Paparó és mtsai (1988) és Moffett és mtsai (1988) vizsgáltak meg. Kiderült, hogy habár az SZ Lyn fénygörbéje egyetlen pulzációs periódussal jellemezhető, néhány év-évtized időskálán két effektus is könnyedén kimutatható. Az egyik egy láthatatlan kísérőcsillag létezése, a másik pedig a kettős rendszer pulzáló komponensének csillagfejlődésre visszavezethető változása. Miről van itt szó pontosan?

Kettős rendszerekben található periodikus változócsillagok egyedülálló lehetőségét adnak az ún. fény-idő effektus kimutatására. A legegyszerűbb magyarázat szerint ha van egy periodikus jelet kibocsátó csillagunk, mely egy kettős rendszer közös tömegközéppontja körül kering, akkor az általa kibocsátott jelek ciklikusan késnek, ill. hamarabb érkeznek meg, mintha egy állandó periódussal készítenénk előrejelzéseket. Ennek az az oka, hogy amikor a változó hozzánk képest a pályáján távolabb kerül, a fény véges terjedési sebessége miatt a jelek a pályaméret/fénysebesség arányából számított mértékkel késleltetve jutnak el a földi észlelőhöz. Fél keringéssel később a közelebb került csillag sugárzása hamarabb érkezik el hozzánk, így a jelek látszólag sietni fognak. (Olaf Römer a 17. században pontosan így becsülte meg a fény sebességét, amikor feltételezte, hogy a jupiterholdak fedéseiben mutatkozó időbeli eltéréseket a Föld Nap körüli keringésével lehet megmagyarázni.)

Az SZ Lyn esetében pontosan ezt lehetett kimutatni az ún. O–C (olv. ó-mínusz-cé) diagram segítségével, ami nem más, mint a fénygörbékből kimért maximumidőpontok (O, mint „observed”, észlelt) és valamilyen átlagos periódussal számolt előrejelzések (C, mint „calculated”, számított) különbsége az idő, vagy pulzációs ciklusszám függvényében. A fény-idő effektus valójában periodikus periódusváltozást okoz (bármennyire is borzalmas a kifejezés), hiszen a számításhoz képest siető események rövidebb, a késést mutató események pedig hosszabb periódusra utalnak. Számszerűen: az SZ Lyn kettős rendszerben végzett mozgása a pulzáló csillag maximumait $\pm 0,006$ nappal, azaz $\pm 8,6$ perccel modulálja 1190 napos periódussal. A 3,26 éves keringés és a majdnem 9 perces „lötyögés” előre-hátra az SZ Lyn maximumaiban tökéletesen kimutatható legalább néhány század magnitúdós pontosságú fénygörbékből, ami Csák Balázs cikkének tesztjei alapján is már 10 cm-es műszerekkel is könnyedén megvalósítható. A bő három éves modulációs periódus pedig azt jelenti, hogy 4 észlelési szezonban, havonta-kéthavonta egy-két fénygörbét felvéve kimutathatjuk az SZ Lyn semmilyen más észlelési adataiból közvetlenül nem látszó kísérő csillag gravitációs hatását.



Az SZ Lyn O–C diagramja. A vastag folytonos vonal egy illesztett parabolát jelez, ami a lassú periódusváltozást írja le, míg a vékony folytonos vonal a fény-idő effektust is figyelembe veszi (Derekas és mtsai 2003)

A helyzetet némileg komplikálja, hogy a több évtizeden átnyúló adatok szerint az O–C diagramra nemcsak a fény-idő effektus

hullámszáma, hanem egy lassú, parabolikus görbület is jellemző, ami a pulzációs periódus egyenletes növekedéseként értelmezhető. A periódusváltozás mértéke összhangban áll a csillagfejlődési elméletek jóslataival, melyek szerint a fúziós üzemanyag-készletek fogyása miatt lassan változnak a csillag paraméterei, pl. sugara, hőmérséklete és luminozitása (ezek természetesen szorosan összefüggnek). A fősorozatról az óriások felé haladva a periódus növekszik, aminek sebessége a számítások alapján jó egyezésben van a tapasztalati úton levezetett értékkel. Kettősség és csillagfejlődés, mindez egy „unalmas” fénygörbe sokszori felvételéből és részletes elemzéséből kimutatható!

2. Egész évben HADS!

A Hipparcos asztrometriai műhold Tycho műszerének köszönhetően az összes, 11 magnitúdónál fényesebb HADS csillagot ismerjük (kb. 25 változó). Ezek közül 9 adatait foglaltam össze az alábbi táblázatban (köztük a fentebb ismertetett SZ Lyn-nel), ami alapján bárki az év bármely szakaszában belekóstolhat a digitális fotometria megvalósításába. Néhány fényes, nagy amplitúdójú δ Scuti:

Csillag	Populáció	V_{max}	V_{min}	Periódus (nap)
CY Aqr	II	10,42	11,16	0,06103
YZ Boo	I	10,30	10,80	0,10409
AD CMi	I	9,21	9,51	0,12297
XX Cyg	II	11,28	12,13	0,13486
DY Her	I	10,15	10,66	0,14863
BE Lyn	I	8,60	9,00	0,09587
SZ Lyn	I	9,08	9,72	0,12053
DY Peg	II	9,95	10,62	0,07293
GW UMa	II?	9,48	9,97	0,20319

Néhány óra a szép derült ég alatt, s talán megérezzük a műszeres észlelések ízét – legalább olyan jó, mint a vizuális fényességbecslésé, csak kicsit „macerásabb”. A felmerülő kérdésekre szívesen válaszolok a ksl@mcse.hu email címen.

Derekas A. és mtsai (2003, 2009) alapján:

Kiss László

PDA egy változós kezében

Ez az áttekintés nem valami készülékismertető kíván lenni, hanem egy, a változós életében felmerülő feladategyüttes megfogalmazásától jut el egy lehetséges megoldásig, oly módon, hogy a PDA-ból ég alatti segítő válik.

A változócsillagok észlelőjének a számítógép természetes szövetségese, gondoljunk csak a térképek tárolására, visszakeresésére. A gépnek a papírral szemben számos előnye van, így a hordozható gép jó néhány helyen megjelent már az ég alatt. A változósok vannak kifejezetten sajátos problémái is, ezek egyike, hogy egy nem túl sűrűn észlelendő csillagról mikori is az utolsó becslése. A megfelelő számítógépes alkalmazás súggni tud arról, melyik csillagok is következhetnek számunkra ma este. Ehhez a feladathoz elegendő egy asztali gép is, mert bármilyen lista, amely csak az aktuális észlelési éjszaka dátumától függ, elkészíthető az észlelés megkezdése előtt. Más a helyzet akkor, ha olyan adatok is felbukkannak, amelyek a pillanatnyi időtől függenek. Ekkor már ég alatt is jól jön a gép, amely a méreténél fogva célszerűen PDA. Tipikus számolandó adat a célszilag magassága és azimutja, mert ez gyakran maga is eldönti, hogy a pillanat alkalmas-e az észlelésre. Ha pl. elkéstem egy csillagot, akkor majd holnap kereshetem újra, ha még várnom kell nagyobb magasságára, akkor mást észlelek addig. Az eget ismerő amatőr visszakérdezhet persze, hogy miért is kellene gép egy bizonyos csillag helyzetének megítéléséhez? A válasz az, hogy a kezemben tartott gép nem egy csillagról súg, hanem egyszerre valamennyi programcsillagról. És itt az előnyök már megérik azt a kis befektetést, amit a PDA kezelésének elsajátítása jelent.

Ha befejeztem az észlelést, tudom a csillag nevét és a magnitúdót (az időt legfeljebb hozzávetőlegesen), hátravan még az adatok rögzítése. PDA-val a kézben az észlelési idő nem lehet gond, elegendő csak egy paran-

csot kiadni, hogy a JD bekerüljön a helyére, majd vele egy sorba valahova be kell vinni az észlelt magnitúdót. A jegyzőkönyvezés ezzel meg is volna, hiszen a PDA az asztali géppel a rácsatlakoztatáskor szinkronizálódik, vagyis az észlelést leíró fájl felmásolódik az asztali gépre. Az asztali gépen egy jól átgondolt rendszerben a friss észlelések hozzáíródnak az életművem leíró adatokhoz, e kettő viszont már kiindulópontja a következő éjszaka tervezésének. Ha az a terv elkészül, akkor emberi kéz érintése nélkül jut át a PDA-ra, és ezzel egy egynapos ciklusnak vége is van.

Az észlelést segítő PDA-program az egyes csillagokhoz tartozó adatokon szűrni képes, így a képernyőn csak azok látszanak, amelyekkel aznap kísérletezni érdemes. A változócsillagra vonatkozó adatokat a következőképpen csoportosítottam:

1. Konstansok: csillag neve, típusa, ekvatoriális koordinátái, csillagkép, maximális fényesség, hány naponként célszerű észlelni

2. Lassan (évszakosan) változó adatok: célszerű egy jelző kialakítása, amely megmutatja, hogy az adott észlelési éjszaka során feljön-e a csillag valami elvárt magassáig

3. Naptári naponként változó adatok: az utolsó észlelés óta eltelt napok száma, illetve a csillag következő delelésének ideje

4. Folytonos időfüggésű adatok: a csillag magassága, azimutja és holdtávolsága

Az említetteken kívül még számos segédadat is benne van a táblában, de ezek önálló jelentéssel nem bírnak.

Alkalmazási példák

Az 1. ábra egy példa 2008.10.19. este 17:30 UT időre saját észlelőhelyemen. A rendezés szempontja az volt, hogy az egyes csillagok mikor lépik át felülről lefelé az általam választott 23 fokos küszöbmagasságot. A – sok csillagból álló – lista itt még nincs

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Julían	Magn.	Csill	h	Azi	Delett	Typ	Rek	Dek	Kép	Esed.	Holdt.	maxkor	Altkalmas
2			R BOO	18.0	290	6.1	M	14.37.12	26.7367	BOO	44	106	6.2	1
3			V CVN	20.0	316	7.4	SR A	13:19:28	45.5272	CVN	15	82	6.5	1
4			Z UMA	21.0	335	8.8	SR B	11.56:30	57.8717	UMA	-5	66	6.2	1
5			TAU4 SER	20.0	271	5.1	SR B	15.36:28	15.1018	SER	-4	124	5.9	1
6			R SER	22.0	269	4.9	M	15.50:42	15.1342	SER	35	126	5.1	1
7			Y UMA	23.0	328	8.1	SR B	12.40:21	55.8467	UMA	-4	72	7.7	1

1. ábra

szűrve, és a képen csak hat csillag látszik. Az esedékesség oszlopában álló negatív számok (Esed.) azt jelzik, hogy valahány napot várhatok még az észleléssel, pl. az Y Uma esetén négyet. Az R Ser utolsó észlelése már igen régi, hiszen 35 napja is kellett volna észlelnem.

maximumú kataklizmikusokat, vagy bármelyik RV Tauri típusú változót (vagy más típusút), egy adott csillagkép összes változóját, és így tovább. Észleléskor a B oszlopbeli kapcsolót a „nem üres” jelzésre állítva a már észlelt csillag nem jelenik meg a listán, ha a magnitúdója már be lett írva.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Julían	Magn. ▾	Csill ▾	h ▾	Azi ▾	Delett ▾	Typ ▾	Rek ▾	Dek ▾	Kép ▾	Esed. ▾	Holdt. ▾	max ▾	Altkal ▾
3			V CVN	20.0	316	7.4	SR A	13:19:28	45.5272	CVN	15	82	6.5	1
6			R SER	22.0	269	4.9	M	15.50:42	15.1342	SER	35	126	5.1	1

2. ábra

A 2. ábra egy szűrt állapotot mutat. Emiatt az eddig látottakból csak a harmadik, és a hatodik sor látszik, mert ezek felelnek meg a beállított szűrésnek. Excelben a lenyíló ikon kék, ha ott szűrő van bekapcsolva. Itt két beállítást tartalmaz a szűrő: a) magasság (B oszlop) 19 fok feletti, b) esedékesség (K oszlop) pozitív.

Lehetőségek elemzése. Ég alatt a soron következő csillag kiválasztásához a sokféle szűrőlehetőség számos kombinációt kínál. A teljesség igénye nélkül, megemlítek néhányat:

Alacsonyan levő, hamarosan lenyugvó csillag: $h < 20$ és $Delet > 0$

Hamarosan zenit közelébe érkező csillag (a Dobson nem szeret felfelé nézni): $h > 55$ és $h < 70$.

Nagy holdfázis esetén annak közelét kerülmem: bármi más beállítás, továbbá $Hold > 30$.

Lehet még keresni adott magnitúdó fölé fényesedő mirákat, vagy éppen halvány

Munkamegosztás asztali gép és PDA között

Erre a megosztásra két okból is szükség van. A PDA készülék programja nem a teljes Excel, hanem csak annak egy része, ezért bizonyos adatokat csak az asztali gép képes kiszámolni, majd azokat mintegy befagyasztva továbbítja a PDA felé. A másik indok az, hogy bár a PDA is képes lenne aktualizálni ég alatt, de lassan változó adatról lévén szó az adat egy észlelési éjszakára nézve konstansnak vehető, így nem kell gépidőt fogyasztani az újbóli kiszámoláshoz. Ebben az esetben a számolást elvégzi az asztali gép, majd a fájl átmásolása előtt a program befagyasztja a kiszámolt adatokat. A PDA súlyos korlátja viszont, hogy Visual Basic programok rajta Excel alatt nem futtathatók, így az eseményorientált megoldások nem kerülhetnek szóba. Ilyen lenne például egy cellán való gyors dupla kattintás, amelyre egy kis programcska lefutna.

Asztali gépen ez megy is. A másik gond bizonyos függvények hiánya. Ilyen például az INDIREKT(CIM()) lehetősége. Példa olyanra, amit nem ég alatt aktualizálok, bár időfüggő adat: hány napos az utolsó észlelésem a csillagról. Ég alatt aktualizálódik minden egyes csillagról a magasság, azimut és a felső kul-

mináció óta eltelt idő (negatív a delelés előtt). Ég alatt lehet aktualizálni a sorbarendezést is, egy más észlelési alapmagasságot alapul véve milyen sorrendben szállnak le a szint alá a csillagok.

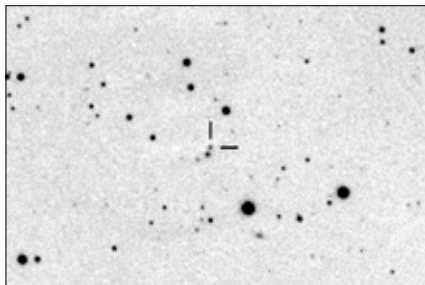
Asztalos Tibor

Az Andromeda-köd álnóvái

Az Andromeda-ködben (M31) évente több tucat nóvát fedeznek fel, melyek átlagos fényessége 17–18 magnitúdó, bár a látványosabbak 15 magnitúdóig is kifényesedhetnek. A Tejútrendszerben évente csak tucatnyi nóvát fedezünk föl, mert galaxisunk porfelhői nagyobb részüket eltakarják előlünk. Ezzel szemben a közel éléről látszó Andromeda-galaxis porfelhői mellett ellátunk, így sokkal kevesebb nóva maradhat észrevétlen. Idén novemberben is három nóvát sikerült felfedezni benne, melyek mindegyikét japán amatőrcsillagász, Koichi Itagaki találta meg 60 cm-es távcsövével. A két utóbbi ráadásul ugyanazon a november 26-án készített CCD-felvételen mutatkozott, egymástól 15 ívperc távolságra. A terület igencsak messze volt a köd fénylő tömegétől, még az M110 jelű kísérőgalaxison is túl, ám ez még nem keltett gyanút, hiszen néhány éve tudjuk, hogy a galaxisok valójában sokkal nagyobbak, mint amekkorának egy hagyományos csillagászati felvételeken a fénylő anyag kirajzolja őket.

Mindkét újonnan feltűnt csillag 18 magnitúdósnak látszott a felfedező felvételen, ám az egyik két nappal később 15 magnitúdóra fényesedett. Erre a Nemzetközi Csillagászati Unió már külön közleményben is felhívta az észlelők figyelmét, hiszen minden idők egyik legfényesebb nójájaról volt szó. Az objektumok mibenlétének tisztázása végett E. M. Quimby és M. M. Kasliwal (California Institute of Technology) a Palomar-hegyi 5 méteres távcsövel december 4-én felvette mindkét égitest spektrumát. A színképek tanúsága szerint azonban egyik csillag sem nóva! A halványabbik egy Ia típusú szupernóva, amely jóval az Andromeda-köd mögött, mintegy 300 millió fényév távolság-

ban robbant fel. Ezt egyébként egy korábbi publikáció az Andromeda-köd egyik lehetséges gömbhalmazaként említi. Most az is kiderült, hogy valójában távoli háttérgalaxis.



Kereszty Zsolt felvétele a később SN 2008hz jelöléssel szupernóvaként katalogizált halványabbik nójáról. (41 cm-es SC + ST-8 CCD, 2x10 perc)

A fényesebbik színképében nagyon vékony a hidrogén alfa vonal, ami arra utal, hogy nem történt a nóvákra jellemző robbanás, ráadásul a csillag 22,8 magnitúdós fényesség mellett látszik a Sloan Digitális Égbolttelmérő Program 2002-ben felvett képein. Az Andromeda-köd távolságában sokkal halványabbnak kéne lennie egy nyugalomban lévő nóvarendszernek és a 8–9 magnitúdós amplitúdó is túl kicsi. Mindent egybevetve egy SU UMA típusú törpenóva szuperkitöréséről lehet szó, amely jóval az Andromeda-köd előtt, alig néhány ezer fényév távolságban helyezkedik el. A törpenóvákban nem történik fúzió, nincs robbanás, a fényesedést az anyagbefogási korongban fellépő instabilitások okozzák.

A két csillag esete szépen illusztrálja, hogy nem minden nóva, ami fénylik, illetve hogy egy újonnan felfedezett csillagrobbanás valódi természetének kiderítése csakis a színképek elemzésével lehetséges.

Sry