VIZUÁLIS VÁLTOZÓCSILLAG MEGFIGYELÉSEK

IV.

A mérési eredmények pontossága. Általában egyetlen fényességadat meghatározása nem elegendő arra, hogy pontosan megbecsüljük a csillag aktuális fényességét. Mivel az amatőrcsillagászok általában hosszúperiódusu csillagokat észlelnek, az egy estén végzett fényességbecsléseket "összeközepelhetjük". A következőkben néhány szót ejtünk erről az"összeközepelésről".

Mikor a csillagról több fényességbecslést készitünk, ezt azért tesszük, hogy pontosan megallapithassuk annak valódi fényességét. Azaz azt a fényességértéket, mely a csillag fényváltozása miatt "várható érték". A valószinüségszámitás ismeretében tehetünk olyan kijelentést, miszerint egy sok mérésből álló mérési sorozat középértéke nagy valószinüséggel egyenlő a várható értékkel. Ez persze csak akkor teljesül, ha nagyszámu egymástól független adat áll rendelkezésre. Ezért törekedjünk arra, hogy annyi fényességbecslést végezzünk egy csillagról, amennyit csak lehet. Ezért inkább egy vagy két csillagot észleljünk sokszor, ahelyett, hogy az észlelt csillagok számát értelmetlenül növeljük.

Ha a fényességbecsléseinknek egy nagy sorozata áll rendelkezésünkre,

$$m_1, m_2, m_3, m_4, m_5, m_6, \ldots\ldots, m_n$$

akkor a megfigyelt értékekből középértéket képezhetünk, a következőképpen:

$$\bar{m} = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + \ldots\ldots + m_n}{n}$$

Hiuság lenne azonban azt hinni, hogy az igy nyert középérték pontosan megegyezik a várható értékkel. Egy mérés csak akkor ér valamit, ha tudjuk mekkora a hibája. Ki kell tehát számitanunk a középérték közepes hibáját. Ehhez meg kell határoznunk az egyes mérések eltérését a középértéktől. A következő módszerrel végezhetjük ezt el:

$h_n = m_n - \bar{m}$, itt h_n az n-edik adat eltérése a középértéktől. Ha mind az <u>n</u> darab mérés eltérését ismerjük a középértéktől, már kiszámitható a <u>középérték közepes hibája.</u>

Ha a Δm a középérték közepes hibája, akkor

$$\Delta m = \pm \sqrt{\frac{h_1^2 + h_2^2 + h_3^2 + \ldots + h_n^2}{n/n-1/}}$$

igy a mérési eredményünk a következő alakot ölti

$$m \pm \Delta m$$

A mérésünk hibáját tehát sohase feledjük feltüntetni.

<u>A súlyozott közép.</u> A gyakorlottabb észlelők gyakran úgy dolgoznak, hogy minden fényességbecslésük mellett feltüntetik az u.n. <u>súlyt.</u> Az az érték, amely csak kevéssé biztos, kapja a legkisebb súly - általában 1-et - a biztosabbak pedig 2-t, 3-t, stb.

Ha igy észlelünk, módosulnak egy kissé az előbbi kifejezéseink.

$$\text{ekkor: } \bar{m} = \frac{s_1m_1 + s_2m_2 + s_3m_3 + \ldots + s_nm_n}{s_1 + s_2 + s_3 + \ldots + s_n}$$

$$\Delta m = \pm \sqrt{\frac{s_1h_1^2 + s_2h_2^2 + s_3h_3^2 + \ldots + s_nh_n^2}{/s_1 + s_2 + s_3 + \ldots + s_n/ \cdot /n-1/}}$$

<u>A heliocentrikus korrekció.</u> Aki szerkeszt magának egy pontosabb fotométert és vele már rövidebb periódusu csillagokat is meg akar figyelni, kénytelen az időadatok pontosságára ügyelni. Az a tény, hogy a Föld a Nap körül kering az év folyamán azt eredményezi, hogy egyszer közelebb vagyunk a csillaghoz, másszor távolabb. Természetesen a fény véges terjedési sebessége miatt ez szisztematikus eltérést okoz. Hogy adatainkat ez a hiba ne terhelje figyelembe kell vennünk <u>heliocentrikus korrekció</u> néven.

A korrekciós formula a következő:

$$K = 8{,}3\ R \cdot \cos\beta \cdot \cos/L-\lambda/, \text{ ahol}$$

K: a heliocentrikus korrekció percekben
R: az aktuális Nap-Föld távolság
L: a Nap ekliptikai hosszúsága /évkönyvből/
β, λ : a csillag ekliptikai koordinátái /ezeket ki kell számitani/

A csillag koordinátáit a következő egyenletek segitségével számithatjuk át az ekliptikai koordinátákba:

$$\mathrm{tg}\,\lambda = \frac{\sin/X+e/.\mathrm{tg}\,\alpha}{\sin X}$$

$$\mathrm{tg}\,X = \cot\delta \,.\, \sin\alpha$$

$$\mathrm{tg}\,\beta = \cot/X+e/ \,.\, \sin\lambda \text{ , ahol}$$

β,λ: a keresett ekliptikai koordináták
α,δ: a csillag rektaszcenziója és deklinációja
e : az ekliptika hajlásszöge az égi egyenlitőhöz /23° 26',6/

<u>A fényváltozás periódusának meghatározása.</u> A változócsillagok sok fajtája szabályosan ismétlődő fényváltozást mutat, azaz periódikus. A periódus meghatározása érdekes feladat. Két egymástkövető maximum, vagy minimum ismeretében csak pontatlanul ismerhetjük meg a periódus hosszát. A hiba csökken, ha hosszabb ideig figyeljük a csillagot. Ekkor az első és utolsó észlelt minimum /maximum/ között eltelt időt kell osztanunk a közbeeső periódusok számával.

$$\text{Képletben: } P = \frac{t_{min}\,/\text{utolsó}/ - t_{min}\,/\text{első}/}{n}$$

A számolást a legkényelmesebben a Julián napok használatával végezhetjük el.

Az irodalomban egy csillag periódusát a következőképpen adják meg:

$$\text{pl. Min} = \text{JD } 2438\,110{,}02 + 20^{d}{,}10.E$$

$$/\text{általánosan: Min} = E_o = + P.E/$$

A feladat tehát a <u>P</u> periódus és az <u>E_o</u> kezdeti epocha meghatározása.
A számitást a következőképpen végezhetjük el: ha,

$/M_b/$: az észlelt minimumok időpontjainak az összege
/E/ : az epochák összege /az epocha itt az adott csillag maximumának, minimumának, stb.időpontja/
$/E^2/$: az epochák négyzeteinek az összege
$/EM_b/$: az epochászor időadatok összege

akkor a két ismeretlenre a következő két egyenletet lehet felállitani:

$$/EM_b/ - P./E^2/ - E_o./E/ = 0$$

$$/M_b/ - P./E/ - E_o.n = 0$$

Például:

n	Minimum ideje /JD 24381../	Epocha	/Epocha/^{2}	Epochászor a minimumidő
1	$10^{d},5$	0	0	$0^{d},0$
2	30,1	1	1	30,1
3	49,3	2	4	98,6
4	90,9	4	16	363,3
Össz.	180,8 = /M_b/	7 =/E/	21 = /E^2/	492,3 = /EM_b/

az adatokat egyenleteinkbe helyettesitve kapjuk a következőket:

$$-492^{d},3 + 21\,P + 7\,E_o = 0 \qquad -180^{d},8 + 7\,P + 4\,E_o = 0$$

Az egyenletek megoldása után:

$$\text{Min} = \text{JD } 2438\ 110{,}02 + 20^{d},1 \cdot E$$

Az O-C diagram. Ha az előbbi módon meghatározzuk a kezdeti epochát és a periódust, akkor minden további időpontra kiszámithatjuk a csillag fázisát. Az előreszámitott értékek a C jelet kapják /calculation/. Mikor megfigyeljük a csillagot és észleléseink alapján számitjuk ki a fázisát, akkor az adataink az O jelet kapják /observation/.

Mivel egyes változócsillagoknak nemcsak elsődleges, azaz főperiódusa van, hanem másodlagos /szekunder/ is, az O-C diagram menetéből erre az utóbbira következtethetünk. Természetesen az O-C változásai csak nagyon hosszú idő alatt válnak észrevehetővé. Ezért hosszú, több évtizedes mérési anyag feldolgozásánál érdemes vele foglalkozni.

A diagram a következőképpen alakul ki. Felveszünk egy derékszögü koordinátarendszert és ennek vizszintes tengelyére mérjük az epochákat. A függőleges tengelyre pedig az O-C értékeket. Nagyon tanulságos az O-C görbe menetének vizsgálata. Ha az O-C görbe egy egyenes, mely valamilyen szöggel hajlik a vizszintes tengelyhez, akkor ez arra utal, hogy a periódust helytelenül állapitottuk meg. Ha egy csillag periódusát pontosan ismerjük és nincs másodlagos periódusa, akkor az O-C görbe egybeesik a vizszintes tengellyel. Ha valamely eltérés mégis van ez utalhat periódusváltozásokra, de az ilyen jelenségek nagyon ritkák, illetve csak rendkivül hosszú idő alatt növekszenek észrevehető nagyságura.

Kelemen János
Budapest, Uránia