Fogyatkozó számítástechnika

1999 a „Nagy Fogyatkozás" éve volt. Sajnos e megállapítás nem csak az égi dolgokra igaz, teljes fogyatkozást lehetett megfigyelni a Meteor számítástechnikai rovatát illetően is. Bár számos levélírónk — jogosan — szemünkre vetette a hiányt, s ez semmiképp nem mentség a hosszas hallgatásra, kedves olvasóink az elmúlt időszakban is bőven jutottak számítástechnikai olvasnivalóhoz a lap hasábjain (CCD, Csillagfedések rovat).

A régen megkezdett sorozatot folytatva — ezúttal elsősorban a programírással is próbálkozóknak szánva — és a mindnyájunknak emlékezetes élményre emlékezve megvizsgáljuk, hogy milyen számításokkal lehet a Nap és a Hold fogyatkozásait előrejelezni, vagy éppen az időben visszamenőleg kiszámítani. Bonyolult és hosszadalmas számítás ez. Célunk nem is az elméleti háttér részletes ismertetése, mint inkább az, hogy az arra kedvet érzők csekély programozási ismerettel is működőképes számítógépes programokat fabrikálhassanak a megadott képletek segítségével.

Bár valószínűleg már a könyökünkön jön ki, egy bekezdés erejéig mégis ismételjük át, milyen körülmények szükségesek egy fogyatkozás létrejöttéhez, hiszen ez jelenti számításaink alapját! Napfogyatkozás esetén a Napot a Hold takarja el a megfigyelő elől, azaz napfogyatkozás kizárólag újholdkor, a Nap és a Hold együttállásakor jöhet létre. Holdfogyatkozáskor a Hold kerül a Föld árnyékkúpjába, következésképpen kialakulására telihold idején lehet csak esély. Hogy miért nincs minden együtt- illetve szembenálláskor fogyatkozás, annak oka, hogy a Hold és a Föld pályája enyhe szöget (kb. 5°) zár be egymással, így fogyatkozás valójában csak a holdpálya csomópontjainak közelében jöhet létre. Ezért lehetséges, hogy a fogyatkozások mintegy „csoportosan" követik egymást. A napfogyatkozások évi átlagos száma 2,3, míg a holdfogyatkozásoké 1,5. Hogy mégis jóval több holdfogyatkozást figyelhetünk meg egy adott földrajzi helyről, az annak következménye, hogy míg a napfogyatkozás csak egy szűk sávban következik be, addig a holdfogyatkozás a Föld minden olyan pontjáról látható, ahol a Hold megfigyelésre alkalmas helyzetben van.

Régen a fogyatkozások előrejelzése nagyrészt azon a felismerésen alapult, hogy a holdpálya csomóvonalának mozgásából adódóan, jó közelítéssel 18 évenként alakul ki ugyanaz a geometriai helyzet, s a fogyatkozások ilyen periódussal ugyanolyan módon követik egymást. Ez az úgynevezett *Szárosz-ciklus*. Ez a megfigyelés alkalmasnak bizonyult a fogyatkozások több száz évre való előjelzésére (hosszabb idő, ezer évek alatt ezen ciklikusság „elromlik").

Most pedig lássuk, hogy egyszerű számítástechnikai eszközökkel mi módon tudjuk házilag is kiszámítani a közelgő vagy elmúlt fogyatkozások időpontjait, esetleg azok jellegét (teljes, részleges, gyűrűs). Hogy számításaink kézzelfoghatóbb eredményt is szolgáltassanak, tűzzük ki célul az elmúlt öt és következő 10 év (1995–2010) összes fogyatkozásának kiszámítását és táblázatba foglalását.

Mint láttuk, fogyatkozások új- és telihold idején alakulhatnak ki. Kiindulásként határozzuk meg az adott időszak összes újholdjának és teliholdjának dátumát. Egészen bizonyosan köztük lesznek azok is, amikor a fogyatkozások bekövetkeznek.

A Hold fázisainak közepes időpontjainak (az eredményt Julián Efemerisz Nap-ban kapjuk) kiszámítására Meeus a következő formulát adja:

$$\mathrm{JDE} = 2451550{,}09765 + 29{,}530588853\ k + 0{,}0001337\ T^2 - 0{,}000000150\ T^3 + 0{,}00000000073\ T^4$$

A képletben $k = 0$ értéke a 2000 január 6-án bekövetkezett újhold idejét rögzíti, mint kiindulást. Egész értékeire az újhold, míg 0,5-öt hozzáadva a telihold (0,25-re az első, míg 0,75-re az utolsó negyed) dátumait kapjuk Julián Dátumban. *Figyelem:* k *más értékeire az eredmény nem értelmezhető!* Közelítő előjeles értékeit az alábbi módon kaphatjuk meg:

$$k \approx 12{,}3685\ (\text{év} - 2000)$$

Ahol az év tört értékként helyettesítendő be. Például 1999 augusztusára $k = -5$. Végül pedig T a 2000,0-tól eltelt Julián évszázadok száma. Ez k ismeretében kellő pontossággal számítható az alábbi módon:

$$T = k\ /\ 1236{,}85$$

Az előbbi példa nyomán $T = -0{,}00404252739$, $T^2 = 0{,}0000163420277$, $T^3 = -0{,}0000000660631$, $T^4 = 2{,}67061869\ 10^{-10}$. A kapott JDE pedig 2451402,44471, azaz 1999. augusztus 11. 10:40. Biztató, de még nem az igazi.

A pontosabb időpontok kiszámításához szükségesek lesznek még a következő kiegészítő mennyiségek (a szögértékeket forgassuk be a 0°–360° tartományba):

$$M = 2{,}5534 + 29{,}10535669\ k - 0{,}0000218\ T^2 - 0{,}00000011\ T^3$$

M a Nap középanomáliája a T időpontban. Ez egy szögérték, amely az elliptikus csillagászati mozgások matematikai leírásának fontos eszköze. A középanomália az a szög, melynek csúcsát az elliptikus pálya középpontja, szárait pedig a perihélium pont és egy képzetes bolygó pillanatnyi helye jelöli ki a pályán. E bolygót úgy kell elképzelnünk, mintha perihéliumtól perihéliumig egyenletes szögsebességgel keringene, keringési ideje pedig megegyezik a valós égitestével.

$$E = 1 - 0{,}002516\ T - 0{,}0000074\ T^2$$

Ez a mennyiség a földpálya változó (jelenleg épp csökkenő) excentricitását veszi figyelembe. A Hold középanomáliája a T időpontban:

$$M' = 201{,}5643 + 358{,}81693528\ k + 0{,}0107438\ T^2 + 0{,}00001239\ T^3 - 0{,}000000058\ T^4$$

A holdpálya felszálló csomójának hossza, vagyis a tavaszponttól a pálya felszálló csomójáig mért szögérték:

$$\Omega = 124{,}7746 - 1{,}56375580\ k + 0{,}0020691\ T^2 + 0{,}00000215\ T^3$$

$$F = 160{,}7108 + 390{,}67050274\,k - 0{,}0016341\,T^2 - 0{,}00000227\,T^3 + 0{,}000000011\,T^4$$

F megadja a Hold közepes távolságát pályájának felszálló csomójától a kérdéses időpontban, s a feladat szempontjából különleges tartalommal bír. Ez adja számításaink során az első információt arról, hogy a kiszámított új- és telehold időpontok közül mikor lehetséges fogyatkozás.

Ha *F* különbsége 180° valamely egész számú többszörösétől kisebb mint 13°,9, biztosan bekövetkezik a fogyatkozás. (Ha *F* 0° vagy 360° közeli érték, a fogyatkozás a Hold felszálló csomójának közelében, míg 180° környékén a pálya leszálló csomójánál történik.) Ha pedig a különbség nagyobb 21°-nál, nincs fogyatkozás. A köztes esetekben a fogyatkozás lehetséges, de bekövetkezése bizonytalan. A kérdés eldöntéséhez további vizsgálatok szükségesek, melyeket később tárgyalunk majd, de amennyiben $|\sin F| > 0{,}36$, biztosan nincs fogyatkozás a kérdéses időpontban.

Meddig jutottunk el idáig? Közelítő pontossággal meg tudjuk határozni minden új- és telihold időpontját évekre előre vagy visszafelé. Mivel fogyatkozás csak ezen időpontok közelében lehetséges, első közelítésben ez nem is rossz eredmény. Ezután *F* értékét figyelembe véve ki tudjuk szűrni, hogy a kiszámított időpontok közül mikor kell elvetni a fogyatkozás lehetőségét. Ezzel erősen leszűkül a tovább vizsgálandó adatok köre. Ezen felül kiszámítottunk néhány mennyiséget, melyek a későbbiekben lesznek még fontosak.

Folytatjuk!

(Irodalom: Jean Meeus: Astronomical Formulae for Calculators)

HEITLER GÁBOR

Új tagjaink figyelmébe!

A **Meteor teljes 1999-es évfolyama** — korlátozott példányszámban — még megrendelhető egyesületünktől! A 11 szám ára tagoknak 2600 Ft (nem tagoknak és intézményeknek 2800 Ft). A megrendelők számára a teljes Meteor-évfolyam mellé egy-egy példányt mellékeltünk ajándékként a Pleione csillagatlaszból és A csillagász Hell Miksa írásaiból c. csillagászattörténeti összeállításból. A megrendelés módja: az MCSE postacímére kérjük feladni az összeget, rózsaszín postautalványon. (Címünk: 1461 Budapest, Pf. 219.) Az utalvány hátoldalára kérjük felírni: „Meteor '99".