

energiát kölcsönöz a csillag anyagának, hogy az hatalmas erővel összenyomódik. Az elektronok bepréselődnek az atommagokban és neutronokká alakulnak át. Ez történik a naptípusú csillagokkal. A végállapotban neutroncsillagok lesznek. Ha a csillag tömege nagyobb a naptömeg 3,5-szörösénél, akkor az anyaga tovább zuhan a középpontja felé, és átalakul egy fekete lyukká, melynek mérete a csillag kezdeti tömegétől függ.

Az 1900-as évek elején Karl Schwarzschild német csillagász számításai során arra a megállapításra jut, hogy a 3 naptömegnél nagyobb anyaghalmoz, a saját gravitációja hatására – ha más ellenhatás lényegesen nem korlátozza – folyamatosan összehúzódik, és sűrűsége a végtelen felé tart, az anyag egy sajátos szinguláris állapotba kerül. Ezt az állapotot később fekete lyuknak nevezték el. A fekete lyuk mérete a csillag tömegétől függ. A kritikus r_s sugár, amelyre az anyag összehúzódik, hogy fekete lyukká váljon, a következő képlettel számítható ki: $r_s = 2 G M/c^2$, ahol, G gravitációs állandó, M a csillag tömege, c a fénysebesség. A képlet alapján a Schwarzschild-sugár a Nap esetében 2,95 km, a Földnél valamivel kisebb mint 1 cm, egy ember schwarzschild-sugara 10^{-23} cm. Elvileg bármilyen anyag, ha a kritikus r_s méretre összenyomódik, fekete lyukká alakul át. Ez az atomi méretekre is igaz lehet. Az általános relativitáselmélet nem zárja ki ezt a lehetőséget. Ezért az elemi részek standard elméletében a mikro fekete lyukak lehetőségével is számolnak. A CERN, LHC gyorsítójában folyó kísérleteinek egyik fontos része, a mikro fekete lyukak megtalálása ha létezik ilyen! A fekete lyuk hőmérséklete függ a saját tömegétől. Minél kisebb tömegű annál, forróbb. Egy mikro fekete lyuk hőmérséklete akár több millió fok is lehet, ugyanakkor élettartama rendkívüli kicsi, hamarabb elbomlik, mint a környezeti kölcsönhatásokhoz szükséges idő.

Puskás Ferenc

Tények, érdekességek az informatika világából

Szoftver hibák – hibás szoftverek

(<http://www.sulinet.hu/tart/fncikk/Kacd/0/32221/index.html> alapján)

- ☐ A Kerberos egy igen széles körben elterjedt hitelesítési protokoll, amely a számítógépes hálózatokban a biztonságos hitelesítést hivatott szolgálni. Ilyen rendszerekben a számítógép által generált véletlenszámoknak óriási szerepe van. Sajnos, a Kerberos (korábbi verziójában) a véletlenszámgenerálás nem volt eléggé „véletlenszerű”, amely megkönnyítette a rendszerbe történő betörést.
- ☐ 1990. január 15-én egy szoftverfrissítésben található bug miatt az AT&T társaság nagytávolságú hálózati eszközei egymás után álltak le. A problémát korábbi szoftverváltozat visszatöltésével orvosolták, de addig 60 000 ember maradt szolgáltatás nélkül közel 9 órán át.
- ☐ A kétezres év problémája talán a leginkább ismert bug a közelmúltból. A háttérben az áll, hogy az 1960-as években kifejlesztett programozási nyelvekben – nyilván helytakarékosági okokból – az évszámokat nem 4, hanem csak 2 karakteren tárolták. Ez az ezredfordulón komoly problémát jelentett, hiszen bizonyos rendszerekben nem lehetett immáron megkülönböztetni az 1900-as éveket a 2000-es évtől.
- ☐ 2003-ban történt egy Észak, és Közép-nyugat Amerikát sújtó áramszünet, amely hozzávetőleg 50 millió embernek okozott kellemetlenséget. Az okozott kár kö-

zel 6 milliárd dollárra rúgott. Az áramszünet igen komplex események végeredménye volt, de egy szoftverhiba is szerepet kapott benne, amely miatt a vészjelző rendszer felmondta a szolgáltatást. Ezt követően olyan folyamatok indultak el, amelyek miatt a fő és másodlagos irányítórendszer szervere is lelassult, majd leállt, az áramellátó rendszer pedig túlterhelődött.

Érdekes informatika feladatok

XXXIV. rész

A Lorentz-attraktor

1963-ban Edward Norton Lorenz (1917–2008) meteorológus egy egyszerű időjárási modell felállításával próbálkozott. Amikor a rendszer viselkedését fázistérben ábrázolta, egy igen furcsa attraktor képe bontakozott ki a szemei előtt: megszületett a *Lorentz-attraktor*.

Az alábbi nem lineáris dinamikus rendszert vizsgálta:

$$\begin{cases} \dot{x} = \sigma(y - x) \\ \dot{y} = rx - y - xz \\ \dot{z} = -bz + xy \end{cases}$$

A dinamikus rendszerek egy állapottérrel leírt rendszerek, és a dinamikus rendszerek elmélete a rendszer valamely állapotainak rögzített szabályok szerinti időbeli változásával foglalkozik. Az inga lengésének, a csövekben áramló víznek, vagy egy tóban élő halak számának a matematikai leírása mind egy-egy példa dinamikus rendszerre.

Lorentz a következő jelenségre adta meg ezt az egyszerű modellt:

Melegítsünk egy vízszintes folyadékréteget alulról. Ha a hőmérséklet gradiense egy küszöbértéket meghalad, a folyadék mozgásba jön, és egy idő múlva stacionárius áramlás alakul ki. A felfelé és lefelé áramlás váltakozása révén a folyadék rétegben sajátos struktúrák jönnek létre. Ennek, az úgynevezett szabad konvekciónak a beindulása a hidrodinamikai instabilitások egyik legegyszerűbb példája. Az első kísérleti megfigyeléseket Bénard végezte 1900-ban, míg a konvekciómentes állapot stabilitásának feltételét Rayleigh vezette le elsőként, 1916-ban. Innen a jelenség neve: *Rayleigh–Bénard instabilitás*.

Amíg az edény alja és teteje között a hőmérsékletkülönbség kicsi, az energiaáramlás hődiffúzió révén valósul meg a folyadékban. Amikor azonban túllépünk egy kritikus hőmérsékletkülönbséget, makroszkópikus mozgás kezdődik. A hőmérsékletkülönbség további növelésekor a szabályos áramlási kép elromlik, a folyadék mozgása egyre bonyolultabbá, majd kaotikussá válik.

Lorentz a rendszer nagyszámú módusai közül hármat tartott meg. E három módus $X(t)$, $Y(t)$ és $Z(t)$ amplitúdója a hőmérséklet eloszlással és az áramlási teret jellemző áramlási függvénnyel kapcsolatos. Az $r > 0$ mennyiséget tekintjük kontrollparaméternek, a további paraméterek standard értékei: $\sigma = 10$, $b = 8/3$. A σ az úgynevezett Prandtl-szám, az r pedig a Rayleigh-szám.

Észrevette, hogy $r = 28$, $\sigma = 10$, $b = 8/3$ paraméterek mellett kis kezdeti feltételekbeli különbség esetén is igen eltérő időfejlődés tapasztalható. Amikor a rend-