

H. J. GOLD

Mathematical Modeling of Biological Systems

J. Wiley and Sons. New York—London—Sydney—Toronto, 1977.

(Biológiai rendszerek matematikai modellezése)

Napjainkban divatos fogalom a matematikai modellezés. A divatnak a téma körül vert lelkedéshullámaint leszámítva úgy tűnik, a mai tudomány minden területén jól használható ez a hatásos eszköz. Egyes szakterületek munkája elképzelhetetlen nélküle. Más, régebben művelt tudományágak kutatási eredményeinek komplex rendszerben való ábrázolásában pedig manapság kezd nélkülözhetetlenné válni.

Emellett a kutatás színvonalának emelése a szigorúbb gazdasági körülmények között ösztönzi a kutatókat arra, hogy kísérleteiket egyre pontosabban célra irányítsák, és a kapott válaszokban rejlő ismereteket a lehető legteljesebb mértékben kinyerjék, azaz a „kérdés₁ → kísérlet → válasz → kérdés₂” folyamatot optimalizálják.

A mindinkább hozzáférhető számítógépek hátteret biztosítanak ennek a munkának, a fárasztó és esetenként bonyolult számítási műveletek elvégzésével.

H. J. GOLD könyve hasznos ismereteket tartalmaz mindenki számára, aki az általa vizsgált jelenség leírásához, a már meglévő ismeretek rendszerébe való beillesztéséhez a matematikát hívja segítségül, akár a legegyszerűbb formában is.

A matematikai modellezésnek fokozatai vannak. E fogalom jelentése az egyszerű korreláció-számítástól a bonyolult rendszerek magyarázó leírásán keresztül a kísérletezés új irányait kereső, felfedező modellekig terjed. Azok számára pedig, akik a tudományos fantáziát féltik a matematika kötöttségeitől, a szerző a bevezető fejezet végén teszi a modellezést az azt megillető helyre: „Ha megfelelően használják, a matematikai modell járuléka, segítése, vagy kapaszkodója az intuíciónak. De sohasem pótolja azt!”

H. J. GOLD olyan, biológiai területen működő szakembereknek és egyetemistáknak írta könyvét, akik kevés matematikai alappal rendelkeznek. Forrásként az Észak-Karolina állam (USA) egyetemén, biológus hallgatók számára tartott előadásainak jegyzete szolgált, amelyet hallgatói kérésére és észrevételeik figyelembevételével öntött könyv formába.

A könyv tömör, körülbelül 350 oldalra sűríti a modellalkotás alapvető ismereteit. Ezen kívül az olvasó kényelmét, a jobb megértést segítő függelékekben adja meg a példának választott konkrét problémák részletes modell-megoldásait, a szövegben felhasznált valamennyi matematikai eszköz rövid leírását és az ismeretek megértését ellenőrző szövegközi gyakorlatok megoldásait. A képletek megértését a könyv elején ismertetett egységes jelölésrendszer könnyíti. A kilenc fejezet jó értelemben vett egyetemi színvonalon, tudatos szerkesztési elvek alapján vezet be a modellezés módszereibe.

Az első fejezet bevezetés. A matematikai modellek alkotásával kapcsolatos elveket tartalmazza, felhívja a figyelmet a korlátokra. A módszer szemléleti hátterét külön, témák szerinti csoportosított irodalomjegyzék segítségével vázolja fel.

A második fejezet áttekinti a modellezés folyamatát. Egyszerű példák segítségével vizsgálja meg a módot, ahogy egy rendszert elemeire bontunk, hogy aztán matematikai

összefüggések, egyenletek segítségével újra felépítsük, és vizsgálat tárgyává tegyük. A vizsgálat kiterjed a modell matematikai működésére éppúgy (vagyis a függvények menetének vizsgálatára, határértékek megállapítására stb.), mint a konkrét adatok segítségével végzett ellenőrző vizsgálatokra.

Az alaplémértékegységekkel, az összetett dimenziókat létrehozó műveletekkel, a mérések skáláival, a közvetett mérési módokkal foglalkozik a „Dimenzió és hasonlóság” címet viselő harmadik fejezet.

A negyedik fejezet — „Valószínűségi modellek” — bevezeti az olvasót a valószínűségszámítási alapfogalmakba. A példákat MENDEL híres genetikai kísérletei szolgáltatják.

Az ötödik fejezet a dinamikus, időben változó rendszerek leírásával foglalkozik. Ismerteti a folyamatos és a diszkrét állapot-térben mozgó rendszerek determinisztikus és sztochasztikus modellekkel való jellemzésének sajátosságait a méhek mézgyűjtésének, a diffúzió és a tömeghatás törvényének, a fényabszorpció LAMBERT—BEER-féle törvényének példáin.

A változók kölcsönhatásának következtében jön létre a dinamikus rendszerek egyensúlyi állapota. Ezért a hatodik fejezet a dinamikus rendszereken belüli kölcsönhatásokkal foglalkozik. Tárgyalja a nyílt és zárt rendszerek folyamatait, az egy- és több irányú anyagáramlást, az egyensúly és a telítődés jelenségeit.

A biológiai rendszerek, mint nyílt rendszerek, dinamikus egyensúlyi állapotának kialakításában igen fontos szerepet játszik a visszacsatolás (feedback) jelensége. A visszacsatolás és a hatására kialakuló dinamikus egyensúly matematikai leírását szemlélteni a szerző a hetedik fejezetben a mikrofon—erősítő—hangszóró rendszer és az egyszerű növényevő—ragadozó ökoszisztéma példáján.

A „Görbeillesztés, paraméterbecslés” című nyolcadik fejezet tárgyalja, inkább csak utalva a bőséges szakirodalomra, az adatoknak leginkább megfelelő összefüggés megkeresésének elveit és módszereit.

Kilencedik fejezet: „Számítások”. Vázolja az elveket, amelyek alapján a számítások végbemennek egy számítógépben, és az előző fejezetekben modellezéssel megoldott problémák példáján bemutatja a számítógépes szimuláció módszereit.

Az irodalomjegyzékben szereplő könyvek megkönnyítik az érdeklődők tájékozódását a matematikai modellezés területén, és segítik elmélyíteni a szerző által adott ismereteket.

Az elméleti ismeretek gyakorlatba való átültetését szolgálják az „A” függelékben szereplő példák. Ezekben olyan közismert folyamatokon, mint például az enzimaktivitás szabályozása, baktériumok folyamatos kultúrában való tenyésztése, vagy az egyszerű préda—ragadozó ökoszisztéma, közvetlenül is nyomom követhetjük a modellalkotás és a matematikai modell felhasználásának folyamatát. Mindegyik példa után külön sorolja fel az arra vonatkozó kutatások eredményeit tartalmazó irodalmat.

A matematikában járatlan olvasó számára külön segítséget nyújt a „B” függelék, amely a könyvben használt matematikai módszereket, eszközöket ismerteti. Ezen kívül a „C” és „D” függelék önálló fejezetként foglalkozik a matematikai közelítéssel (a valóságos összefüggés bizonyos pontokon egyszerűbb összefüggéssel helyettesíthető) és az átlagok (számítási-, mértani-, harmonikus átlag) használatával.

Az „E” függelékben a szövegközi gyakorló feladatok megoldását ellenőrizheti az olvasó. A könyv végén tárgymutató könnyíti meg az egyes nevek, fogalmak visszakeresését.

Az egész könyv olyan, mint egy egyetemi tantárgy előadás-sorozata, ahol az előadó gondosan ügyel, hogy ne maradjanak homályos, félig-meddig megértett részletek. Ezért érinti a rokon- és kapcsolódó tudományok megfelelő ismereteit, példák segítségével magyaráz, és kellő helyen feladatokkal ellenőrzi, vajon a hallgatóság megértette-e az előadást. Házi feladatokban otthon is gyakoroltatja velük az anyagot, hiszen kéri az olvasót, hogy saját szakterületének problémáit kísérelje meg az adott módszerekkel megoldani. Ezen kívül még egy minta megoldásgyűjtemény is ad támaszul.

A szerző, egyetemi előadó lévén, ismeri azokat a pontokat, amelyek kiemelt helyet, világos, részletes magyarázatot kívánnak. Tömör kifejezésmódja, szellemes fordulatai és nem utolsósorban a fejezetek elején olvasható, találó és bölcs öngúnnyal átítatott irodalmi idézetek az olvasó számára kifejezetten élvezetessé teszik a könyvet.

„Arra vágytam, hogy olyan könyvet írjak, amelyből negyven évvel ezelőtt szerettem volna tanulni, amikor kísérletező biológusként először fordult érdeklődésem a matematikai modellek felé.” — írja a szerző bevezetőjében. Úgy érzem, H. J. GOLD elérte célját, jól használható eszközt adott diákjai és minden érdeklődő kutató kezébe.

SZÉKELY GÁBOR

MTA Talajtani és Agrokémiai
Kutató Intézete, Budapest

Érkezett: 1984. március 20.