

könyvben, valamilyen sokszor konkrét cél megszabta korlátok között (kár, hogy ez az értékmentő munka húsz éve alszik). Egyik ilyen új kötet *Róka Sándor* az *1000 feladat az elemi matematika köréből* című feladatgyűjteménye. Az elemi jelző itt nem a feladatok rendkívüli egyszerűségére utal, hanem arra, hogy a megoldásukhoz nem szükséges felsőfokú matematikai apparátus, elegendők a középiskolában oktatott matematikai ismeretek. A kötet összeállítója huszonhat fejezetbe csoportosította a feladatokat. Ezek sorrendben: *Páros vagy páratlan? Melyik szám a nagyobb? Párosítás. Miért nem négyzetszám? Négyzetszámok. Két szomszédos egész szám szorzata. Diofantoszi egyenletek. Prímszámok. Oszthatósági feladatok. Különböző számelméleti feladatok. Racionális és irracionális számok. Egész együtthatós polinomok. Számkonstrukciók. Egyenletek. Egyenlőtlenségek. Különböző algebrai feladatok. Függvényegyenletek. Területátalakítások. Geometriai konstrukciók. Invariáns módszer: átalakítások és az állapotjelző függvény. Feladatok a sakktáblán. Skatulyaelv. Matematikai játékok. Különböző kombinatorikai feladatok. Konstrukciók. Teljes indukció.*

A kötet feladatainak többsége számelméleti jellegű. A klasszikus típusúak mellett új színfolt pl. a *Függvényegyenletek* című fejezet feladatai vagy az állapotjellemző függvény című elnevezéshez felsorolt feladatok.

A feladatok többsége hazai vagy külföldi versenyfeladat, sok származik a KÖMAL-ból és a KVANT című folyóiratból. Örömmel fedeztem fel közöttük egyetemi felvételi feladatot is.

A *megoldások, útmutatók* című részben minden feladathoz eredmény, a feladatok túlnyomó többségéhez ötlet vagy útmutatás, némely feladathoz hosszabb megoldásvázlat tartozik. Hasznos lett volna néhány (pl. minden fejezetben egy) feladat teljes megoldását is közölni, hogy az olvasó egy-egy jó megoldás körültekintő megszövegezésére is kapjon útmutatót.

A könyv címében szereplő „elemi” szó egyúttal egy ugyanezt a jelzőt viselő egyetemi és főiskolai matematikai kurzusra is utal, amelynek teljesítéséhez a kötet kiválóan felhasználható. Ajánlom a gyűjteményt matematikát tanító kollégáimnak, a különböző matematikai versenyekre és vetélkedőkre készülőknek, valamint annak a sok-sok diáknak, akik a mindennapi leckén túlmenően érdekes feladatok (és azok megoldása) után is érdeklődnek.

Róka Sándor: 1000 feladat az elemi matematika témaköréből. Typotex, Budapest, 1992.

SCHARNITZKY VIKTOR

Robotok

Emberformájú gépek

A „robot” kifejezés Karel Čapek *R.U.R.* című művében szerepelt először, és innét terjedt el, noha a fogalom talán – bár más formában és lappangva – már jóval korábban is létezett. Hiszen ott volt például a XVIII. században Vaucanson híres „szemtelen kiskacsája”: fogaskerekek, tengelyek, rugók, erőátvitel bonyolult szövevénye, ami a kor udvarias ámulatától kísérve nem csupán megette a magokat, hanem megemésztette és végül kiürítette... És amennyiben ezt a hihetetlenül elmés mechanikai remekművet hajlamosak lennénk mindössze unatkozó nemesek és ügyes kezű mechanikusok játéknak tekinteni, elég arra gondolnunk, hogy Vaucansonhoz hasonlóan a szintén francia Claude-Nicolas Le Cat éppen ekkoriban – egészen pontosan 1744-ben – nyújtott be egy tanul-

mányt a Tudományok és Szépirodalom Akadémiájához „a mesterséges emberről, aki az élő ember természetét utánozza”, ami egy kortárs feljegyzése szerint „lélegezni fog, emészteni, izzadni, lesz epéje, szíve és tüdeje, mája és hólyagja, és Isten bocsássa meg nekünk, mindaz, ami ezzel együtt jár! Lesz láza, vérezni és szenvedni fog, s mindenféle szempontból teljesen emberi lesz!”

A soha meg nem valósuló terv háttérben ott húzódott René Descartes mechanisztikus filozófiája, mely szerint ember és állat egyaránt gép: bonyolultnak bonyolult ugyan, de attól még gép, bárha az embernek a géptest mellé a lélek kiváltsága is megadatott. És első lépésben persze minden korok ügyes ezermesterei a viszonylag egyszerűbb oldalról kívánták a problémát megközelíteni: a test, a törzs és a végtagok mozgásainak mechanikus másolásával. (Ezek a korai mechanikusok esetenként inkább mágusok voltak; nem véletlenül született 1326-ban olyan pápai bulla, ami megtiltotta a keresztények számára mind prófétikus műfejek, mind ízelt ujjak és gépmutatóujjak készítését).

És ha a dolog ennyiben maradt volna, ma nem tarthatnának számot különösebb érdeklődésünkre a robotok; ott lenne valahol a helyük a gólem – az agyagból készült ember – mellett, miként a többi művelődéstörténeti kuriózumnak: a nekromantikának, a kabalának és a homunkulusznak.

Vagy legfeljebb a science-fiction rajongói törődnének vele: egy lenne a tudományos-fantasztikus könyvek és szuperszínes filmek megannyi hatásos díszlete közül; egyenrangú agyszülemény a lézerpisztollyal és a lézerkarddal, meg a fénysebesség sokszorosával a hipertérben száguldó csataúrhajóval – a gülüszemű idegen lényekről már nem is beszélve (ahogy valóban nem sokkal több ennél a Lucas-féle Csillagok háborújának két robotja, akik egyébként – Asimov és Frenkel könyvében olvashatjuk ezt – a Metropolis ember alakú robotasszonyától, illetve egy nagyon-nagyon formatervezett, modern por-szívótól eredeztethetik alakjukat).

És nem létezne robotika sem, a robotok elméletével és gyakorlatával foglalkozó tudomány; és nem nevezhetnénk korunkat, a XX. század utolsó évtizedeit legalább olyan joggal a robotok, mint az űrutazás vagy az atomenergia korának.

Ez a kijelentés elsőre persze akár elhamarkodottnak vagy túlzásnak is tűnhet. De ezt esetleg csak azért érezzük így, mert egyfelől a televízióműsorok – vagy éppen az újságok – kevesebb figyelmet szentelnek a robotoknak, mint – mondjuk – egy sikeres űrutazásnak vagy egy atomerómű-katasztrófának, lévén előretörésük kevésbé látványos (a látványosságot néha a szó legszorosabb értelmében véve) vagy kevésbé fenyegető.

Másfelől az is igaz, hogy mindmostanig – például Magyarországon – az átlagos érdeklődésű és szintűgy átlagos matematikai műveltségű olvasó nem is nagyon találhatott olyan jó és alapos ismeretterjesztő könyvet, amiből kedvére tájékozódhatott volna. Az utóbbi években megjelentek ugyan igényes és színvonalas munkák nálunk is – akár a robot – manipulátorokról, akár a robotirányítási rendszermodellekről –, de a bevezető megjegyzéseket kivéve rögtön matematikai ismereteket követelt volna meg az olvasás, méghozzá alkalmasint a középiskolainál jóval magasabb szinten. Ezen túl nem is az egész problémakörrel foglalkoztak, hanem csupán egy-egy részkérdéssel. Persze ezek szakkönyvek voltak, szakemberek számára íródtak, és így ez tökéletesen érthető.

És a fentiek alapján az is belátható, hogy az Asimov-Frenkel szerzőpáros könyve számunkra hiánypótló mű, hiszen valóban átfogja a robotika teljes területét. Megértéséhez igazán nem kell semmilyen speciális szak- vagy természettudományos ismeret, Asimov – szerzőtársa segítségével – kiválóan kamatoztatja tudományos ismeretterjesztői múltját (amit a biológia történetéről vagy a csillagászatról írt könyvéből ismerhetünk), valamint sci-fi írói tapasztalatait (nem véletlenül jelent meg elbeszéléskötete „Én, a robot” címmel); és az is kiderül, hogy lehet a témát a két szélsőség: az elképesztő történetek mesélgetése, a többé-kevésbé megalapozott jóslatok és látnoki kijelentések hangoztatása; illetve

a száraz és a végletekig matematizáló mód mellett egy harmadik megközelítésben is tárgyalni: könnyedén és olvasmányosan.

Mert ez a könyv valóban érdekes, sőt, életközeli. A bevezetésnek tekinthető történeti rész mellett (feltűnik itt például Frankenstein, aki a közhiedelemmel ellentétben nem a szörnyeteg, hanem a szörnyeteg teremtőjének neve; említés történik Roger Baconról, az IBM hőskoráról, a korai ingaórákról vagy a lyukkártyák eredetéről) a hangsúly inkább a közelmúlt és a jelen eseményein van, hiszen a mai értelemben vett robot ekkor jelent meg, illetve mostanában kezd egyre fontosabbá válni. Ez a robot – külsejét tekintve – néha meglehetősen távol áll szokványos elképzeléseinktől: egy emberre véggépp nem, és a filmek robotjaira is alig emlékeztető programozható szerszámgépről van szó. Vagy veszélyes környezetben működő, távvezérelt manipulátorokról, esetleg automatikus festékszóró berendezésekről. Ez utóbbiakkal kapcsolatban nem csak abba érdemes belegondolni, hogy olcsóbbá teszik a gépjárművek előállítását, hanem abba is, hogy miként teszik olcsóbbá és célszerűbbé: feleslegessé válnak a drága és energiaigényes elszívó-berendezések; a robotok gyengébb fényben is tudnak dolgozni, mint az emberek; és mindezekon felül – ami talán a legfontosabb – megkímélik a munkásokat a zajtól és az egyéb, amúgy nehezen kiküszöbölhető munkahelyi ártalmaktól.

Rögtön felmerülnek persze problémák is a festékszóró-, hegesztő- és anyagmozgató robotokkal kapcsolatban, olyan problémák, amelyek megválaszolása a szűkebb értelemben vett robotikán kívüli területek számára is hasznot hozhatnánk: példának okáért jó lenne tudni, miként tökéletesíthető a gépi látás és a gépi tapintás, hogy az így szerzett tapasztalatokat valamikor majd a mindennapi életben is felhasználhassuk...

Mert az egy pillanatig sem kétséges, hogy a robotok – számunkra, kívülállók számára általában nem feltűnő módon – máris jelen vannak a legkülönbözőbb területeken, és máris éreztetik hatásukat. És ugyanígy kezdik megváltoztatni a világgazdaságot is – a könyv negyedik fejezetének nem véletlenül „Világméretű kihatások” a címe.

Es már pusztán ebből a címből is kiderül, hogy Asimov és Frenkel robotokról beszélve a technikai megoldásokon túl a „robotjelenség” egyéb összetevőire is kíváncsiak, mivel úgy tartják, hogy a problémakör nem szűkíthető le a robotok megkonstruálásának és gyakorlatban történő működtetésének kérdéseire. Figyelembe kell venni, hogy az újabb és tökéletesebb robotok megjelenése hogyan hat vagy hogyan hathatna a munkahelyek számára; milyen új követelményeket támaszt az oktatással és a szakképzettséggel szemben, és így tovább. A kérdéskör bonyolultabb, mint amilyennek előszörre látszik.

Sőt, még arra is gondolni kell, hogy ha a robotok mindennapjainak részévé válnak, akkor ez vissza fog hatni mindennapjainkra, és a kényelmesebb élet mellett más változások is történni fognak. Elképzelhetünk egy robotot, ami képes megteríteni az asztalt – de ha ezt akarjuk, akkor lehet, hogy ügyelnünk kell arra, hogy mindig ugyanarra a helyre kerüljenek vissza a kistányérok és a nagytányérok. Mert a gép máskülönben esetleg nehezen találja meg őket.

Lehet, hogy ez a probléma a megálmodott jövőhöz képest nagyon szürkének és jelentéktelennek tűnik. És az is lehet, hogy végül éppen ez a probléma fel sem fog merülni. De az biztos, hogy a robotok – előbb vagy utóbb – széles körben el fognak terjedni. Biztos továbbá, hogy nem lesznek olyan „jók” vagy olyan „gonoszak”, mintha emberek lennének – de hát nem is emberek, hanem robotok.

És végezetül az is biztos, hogy mindenkinek érdemes elolvasnia Asimov és Frenkel könyvét, ha érdeklik a robotok, a robotok jelenlegi fejlettsége és az automatizálás várható hatásai – vagyis az, amit mind gyakrabban neveznek az új ipari forradalomnak.