

$p_s(v_i) = \frac{f(v_i)}{F}$ – az egyes egyedek szelekciós valószínűsége, amelyet illető egyedek

relatív rátermettségéből számolunk ki,

$q(v_i) = \sum_{j=1}^i p_s(v_j)$ – az egyes egyedek kumulatív valószínűsége.

A szelekciós folyamat alapja egy ruletkerék *népesség-méret*-szer történő forgatása, minden egyes forgatáskor kiválasztunk egy egyedet az új populációba a következőképpen :

- generálunk egy véletlen r számot a $[0,1]$ intervallumban,
- ha $r < q_1$, akkor kiválasztjuk az első, v_1 egyedet; máskülönben az i . egyedet választjuk ki, v_i -t ($2 \leq i \leq \text{népesség_méret}$) úgy, hogy $q_{i-1} < r \leq q_i$

A szelekciós folyamat során egyes kromoszómák többször is kiválasztásra is kerülhetnek, így az alkalmasabb egyedeknek nagyobb az esélyük a szelekcióra.

Irodalomjegyzék

- 1] **Zbigniew Michalewicz**: Genetic Algorithms+Data Structures= Evolution Programs. Artificial Intelligence. Springer, 1992.
- 2] **Futó Iván**: Mesterséges intelligencia. Aula Könyvkiadó. Budapest, 1999.

Vaszi Attila

A modellfogalom kialakulása és jelentősége a fizikában

A természet és a társadalom bonyolult jelenségeinek a megismerése és leírása mindenkor az emberi tevékenység központi kérdése. Ez a törekvés már az ősembernél jelentkezik és valószínűleg biológiailag determinált. A fennmaradáshoz és a túléléshez szükséges ismeretek megszerzése olyan biológiai kényszer, mint a járás, evés, ivás vagy a légzés.

Ezért természetes, hogy például egy embercsoport fejlettségi fokát a csoport tagjaira jellemző ismeretanyagok gazdagsága alapján döntenek el.

Ha a továbbiakban azt akarjuk vizsgálni, hogy a megismerés, az ismeretszerzés folyamata hogyan valósul meg a fizikában, vessünk egy rövid pillantást arra, hogy ez a folyamat általában, hogyan alakult ki az embernél az idők folyamán.

Descartes „A módszerről” szóló munkájában ezzel kapcsolatban azt mondja, hogy az ismeretszerzés az ész műve, és az, amit józan értelemnek vagy észnek nevezünk természeténél fogva egyenlő minden emberben. Véleményeink nem azért különböznek, mert egyesek okosabbak másoknál, hanem mert gondolataik, gondolkodásmódjuk különböző.

Nyilvánvaló, hogy a descartes-i racionalizmus egy szélsőséges álláspontot képvisel, ami teljes egészében nem fogadható el. A descartes-i megfogalmazás az informatika nyelvére fordítva valahogy így hangzana: Minden ember gondolkodása a saját személyi agybeli számítógépén keresztül valósul meg, melyeket futószalagon ugyanabban a gyárban gyártottak. A gondolkodásmódok különbözősége csak a különböző programozáson múlik. Aki okosabban gondolkodik az jobb programot használ.

Az agykutatás és a genetika is igazolta, hogy minden ember agykérge sajátosan egyéni, tehát nincs két tökéletesen azonos agyi számítógép.

Vizont Descartes megállapításának a másik része, ami a gondolkodás módszerére és általában a tanulásra vonatkozik, az nagyon is helytálló. A megismerés folyamata nagyon is függ attól, hogy milyen az önprogramozása az agyi számítógépnek, azaz hogyan töltjük fel ismeretanyaggal és hogyan készítjük optimális működésre. Egyáltalán hogyan tanulunk meg helyesen gondolkodni.

Einsteintől egyszer megkérdezték, mi lehet az oka, hogy a kínai civilizáció, amely a XV. században technikailag a legfejlettebb volt, papírgyártás, selyemipar, festékgyártás, porcelángyártás, szél- és vízikerek alkalmazása a mezőgazdaságban és az iparban, a mágnestű használata, puskapor és a rakétaelv alkalmazása, hogy csak a fontosabbakat említsük-, a későbbi évszázadokban viszont messze lemaradt Európa mögött a természet megértésében és ellenőrzésében. Az adott válasz nagyon jól szemlélteti Einstein mély elemzőképességét: „Nem a kínaiak lemaradása a meglepő – volt a válasz, – az a csodálatos, hogy Európa milyen előrehaladást tett a szinte végtelenül összeszövődött természeti jelenségek magyarázásában. Kell lenni valamilyen hatékony trükknek abban, ahogy Európa a természetet vizsgálta.

Ha megvizsgáljuk az európai természettudomány fejlődését a XVI. századtól kezdve, kiderül, hogy az említett taktika egyik kulcseleme volt az a felismerés, hogy előbb indirekt úton érdemes a jelenségek megértésére törekedni.

Ahelyett, hogy a bonyolult jelenség minden részletét egyszerre néznénk, létrehozunk egy leegyszerűsített változatot. Elkülönítjük azokat a tényezőket, amelyeket a szemügyre vett speciális probléma szempontjából lényegesnek ítélünk. Rendszerint jobban járunk, ha az általunk teremtett modellen folytatjuk vizsgálódásunkat, mint a természetben közvetlenül adott reális tárgyakon. Ezekre a modellekre dolgozzuk ki a megfelelő matematikai leírásokat és az így nyert eredményeket további vizsgálatokkal, kísérletekkel lehet igazolni, esetleg a felállított modellt tovább fejleszteni. Lényeges, hogy a modellen végzett számítások vagy kísérletek során kapott eredményeket utólag ellenőrizzük, a reális valósággal összevessük.

Lényegében ezzel fel is vázoltuk a modern tudományos kutatás módszertanát. Ez volt az a csodálatos taktika amit Európában elkezdtek alkalmazni, elsősorban a fizika területén, s bár kezdetben nem annyira céltudatosan mint napjainkban, hanem inkább csak ösztönösen indultak el a gyorsabb eredményt biztosító úton. Megfigyelhető, hogy a modellfogalom kialakulása lehetővé tette a jelenségek leegyszerűsített, de ugyanakkor sokkal áttekinthetőbb vizsgálatát, amely végül is elvezetett a modern természettudományos szemlélet és gondolkodás kialakításához.

Ha meg akarjuk vizsgálni, hogy a jelenségek modellek által történő leírásához hogyan jutott el a fizika tudománya, át kell tekintenünk a fizika történetének néhány fontosabb szakaszát. A modern tudományos gondolkodás alappillérei kétségtelenül a klasszikus görög filozófiához nyúlnak vissza. A modern tudományos kutatás összes módszertani elemei fellelhetők a nagy görög gondolkodók munkáiban. Közülük sokat lehetne felidézni, akiknek munkássága hozzájárult mai tudományos világképünk kialakításához. Ebben a vonatkozásban a legkiemelkedőbb közülük Püthagorász, Platon, Demokritosz, Archimédész és Arisztotelész munkássága.

Így a modell fogalma a pitagoreusi iskolánál jelentkezik először, és Platón munkáiban kristályosodik ki véglegesebb formában. Platón idea elmélete esetében, a legkisebb elemi részek, mértani alakzatok formájában jelentkeznek, ezekből az ideális testekből, amelyek a létező testek absztrakt másai, mai szóhasználattal modelljei, épül fel az anyagi világ négy öseleme, a tűz, a víz, a föld és a levegő. A platóni modellrendszer az egyszerű, legegyszerűbb modellekből, az ideákból építi fel az összetettebb rendszert, a négy őanyagot, ezek képezik a még bonyolultabb testek alapanyagát. Ugyanakkor a pitagoreusi iskola szinte megszálott módon keresi az elemi építőköveket, az ideális testek matematikai leírását. Ez az irányzat a természetben mutatkozó harmóniát és a testek között mutatkozó szimmetriákat a számok közötti misztikus kapcsolatokban véli felfedezni. Nagyon lényeges a pitagoreusi iskolának az a törekvése, hogy a természetet a matematika segítségével próbálja leírni.

Demokritosz ősatomelmélete már egy olyan modellt jelképez, amely sokkal jobban közelít a valósághoz, mint Platón ideamodellje. Ezt bizonyítja az is, hogy a demokritoszi modellt elődjüknek tekintették mind a molekuláris fizika (kinetikus gázelmélet), mind a modern atomfizika (Rutherford-Bohr modell) megalkotói.

Arisztotelész a nagy rendszerező aki az egyszerű modelltől, az egyedi esetből kiindulva a bonyolultabb rendszerre való következtetés tudományos megalapítója (szillogizmus, teljes

indukció) és ugyanakkor a kollektív tudományos kutatás, a modern kutatási rendszer első megszervezője.

Arisztotelész, felhasználva az egykori tanítvány, Nagy Sándor anyagi támogatását és annak óriási hatalmát, megszervez egy mintegy 1000 kutatóból álló kutatóhálózatot, amely kiterjed az akkori macedón birodalomra. A birodalom különböző területein dolgozó kutatók állattani megfigyeléseket végeztek meghatározott állatfajokra vonatkozólag. A megfigyelések alapján sikerült Arisztotelésznek általános megállapításokra jutni és mintegy 500 állatfajt részletesen leírni. A közölt eredmények egy része napjainkban is érvényes. Ezek a kutatások képezték a zoológia megalapozását, és egyúttal a korszerű kollektív tudományos munka eredményességét vetítik elénk, melynek a tulajdonképpeni folytatása csak több mint 2000 év múlva a XX. században következik be. Archimédész az, aki első ízben alkalmazza nagyon tudatosan a kísérletezést a tudományos ismeretszerzés céljaira. A kísérleteivel összefüggő számításai már tulajdonképpen a leegyszerűsített fizikai modell fogalmához kapcsolódnak. Ő az első európai tudós, aki a tudomány eredményeit céltudatosan igyekszik alkalmazni a gyakorlat szolgálatában.

Ha a továbbiak során a görög filozófiának a tudományos kutatás módszertanára vonatkozó ismereteit ilyen módon rendszerezjük, megállapíthatjuk, hogy az már rendelkezik a modern tudományos kutatás módszereinek összes lényeges jegyeivel. Mégis több mint két évezrednek kellett eltelnie ahhoz, hogy mindezeket az eredményeket céltudatosan, mondhatni tervszerűen alkalmazzák a tudományos kutatás területén.

Lényegében a XVI. században indul el az a folyamat, amely kialakítja a tudományos kutatás azon arculatát, amely elvezet a jelenkor fizikájához. Vessünk egy rövid pillantást azokra, akik a legtöbbet tettek ennek a folyamatnak az elindításáért.

Galilei az, aki elsőként alkalmazza tudatosan a fizikai modell gondolatát a szabadesés tanulmányozásánál. Galilei a szabadesés tanulmányozása során arra a következtetésre jut, hogy a mozgás sebessége arányos kell, hogy legyen az esés időtartamával, és ebből levezeti az útnak az idő négyzetétől való függését. Feltevéseit kísérletileg akarja ellenőrizni, de rájön, hogy a nagyon rövid időtartamok mérését kísérletileg nem tudja megvalósítani. Ezért egy analóg modellt keres, amelyen a kísérletek könnyebben elvégezhetők. A súrlódásmentes lejtő esetében meg is találja ezt a modellt. A lejtőn a vizsgálatok, a mérések elvégezhetők. Ennek a modellnek a határesetete, a 90°-os lejtő viszont éppen a reális jelenséghez vezet el.

Igy jut el Galilei a súrlódásmentes lejtőn végzett modellkísérlettől a szabadesés törvényeihez, majd ezeket az eredményeket általánosítva kidolgozza az egyenletesen gyorsuló mozgás kinematikáját.

E kor másik nagy fizikusának, Newtonnak legalapvetőbb kutatásai ugyancsak a modellhipotézishez kapcsolódnak. Newton korpuszkuláris fényelmélete az abszolút rugalmas fénygolyók modelljéből indul ki és eljut a fénytörés és visszaverődés törvényéhez.

Az egyetemes tömegvonzás törvényét is Newton, a Föld-hold és a Naprendszer bolygómodelljén végzett számításokkal és csillagászati mérésekkel igazolta.

Lényegében a Newton által is alkalmazott kozmológiai modell gondolatát ugyancsak a görög kultúra örökségeként tartja számon a jelenkor tudománya. Ptolemaiosz bolygómódelje, amely a geocentrikus világkép tudományos megfogalmazását jelenti, egyúttal vallási és világnézeti bázisát is jelentette egy kor társadalmának.

A XVI. században Kopernikusz és Kepler munkássága nyomán alakul ki a bolygórendszerek új kozmológiai modellje. Ez már a heliocentrikus világkép szemléletét tükrözi, amely egy más felépítésű társadalmi rendszer világnézetét vetíti elénk.

Newton már ekkor felfigyelt arra, hogy a modellrendszerek nyújtotta lehetőségek nagyon is korlátozottak. Azaz nem lehet olyan modellrendszert felállítani, amely egy jelenségsoportot minden vonatkozásában kielégítően megtudjon magyarázni.

E korszak harmadik nagy modellezője Huygens volt, aki bevezette a fény hullámmódeljét és ezzel megvetette a fényhullámelmélet alapjait. A fénytán fejlődését úgyis tekinthetjük mint a huygens és newtoni fénymodellek továbbfejlesztését.

Ebben a korban jelenik meg Newton és Leibnitz munkássága nyomán az infinitezimális számítás, amely a különböző fizikai modellekre alkalmazva elvezetett az elméleti fizika kialakításához.

Megfigyelhető, hogy a modellfogalom kialakulása lehetővé tette a jelenségek leegyszerűsített, de ugyanakkor sokkal áttekinthetőbb és részletezettebb vizsgálatát, amely végül is elvezetett a modern természettudományos gondolkodás kialakításához

A modell felhasználása a jelenségek tanulmányozására ma már nemcsak a természettudományok területén nyer alkalmazást, hanem a társadalmi és gazdasági jelenségeket is megfelelő modellek alapján tanulmányozhatjuk.

Mindezeket összegezve azt mondhatjuk, hogy ha egy természeti jelenséghez tartozó rendszert mennyiségi törvényekkel akarunk leírni vagy mérhető számszerű mennyiségekkel akarjuk jellemezni, akkor lényegében mindig egy modellkonceptióval helyettesítjük a reális rendszert. A modellre írjuk fel az összefüggéseket, a törvényszerűségeket, ehhez kapcsoljuk a prognózisokat.

A modellfogalom rövid fizikatörténeti áttekintése után vessünk egy pillantást a kérdés ismeretelméleti és rendszerelméleti vonatkozásaira is. Egy általánosan elfogadott értelmezés szerint a modell egy olyan reális vagy absztrakt elemekből álló rendszer, amely egy másik, előzőleg adott alrendszerrel jól meghatározott megfeleltetési viszonyban van. A két rendszer között fennálló analógia alapján a leegyszerűsített modell vizsgálata lehetővé teszi közvetett úton az alrendszer tanulmányozását.

A modellfogalomnak ezen logikai értelmezésén kívül természetesen megadható egy sokkal pontosabb matematikai definíció, amely a két halmaz (alap-halmaz és a modell-halmaz) elemei között fennálló leképezési transzformációhoz kapcsolódik.

A fizikában alkalmazott modelleket módszertani szempontból három nagy csoportba lehet sorolni: az ideális modell, az analóg modell és a hasonlósági modell csoportjába.

Az ideális modell a reális rendszernek a leegyszerűsített mása, annak helyettesítője, a vizsgálatokon belül annak megszemélyesítője. Az ideális modell lehetőséget nyújt az elmélet és a gyakorlat, a feltevés és a kísérleti eljárás közötti kapcsolatrendszer teremtéséhez, lehetővé teszi a rendszer matematikai leírását.

A fizikában ilyen típusú modellnek tekinthetjük az anyagi pontot, a rugalmas testet, az elektromos ponttöltést, a síkhullámot, az úgynevezett fiktív részecskéket (lyuk, fonon, polaron, magneton, spinhüllám, fluxon stb).

Az analóg modell egy olyan absztrakt vagy valós elemekből felépített rendszer, amely geometriai alakjában és fizikai felépítésében különbözik az alrendszerétől, de azzal bizonyos lényeges közös vonásokat mutat. Például azonos típusú matematikai összefüggésekkel írható le mindkét rendszer viselkedése, vagy azonos fizikai törvények érvényesek mindkét rendszerben.

Például a harmonikus rezgőmozgást analóg modell segítségével vizsgáljuk a körmozgás alapján. Egyenletes körmozgást végző anyagi pont vetülete a körátmérőre a harmonikus rezgőmozgást modellálja. Ezt a modellt lehet absztrakt elméleti modellként alkalmazni, de ugyanakkor kísérleti berendezés segítségével is előállítható reális modell formájában.

Egy rugóra felfüggesztett test és egy elektromos rezgőkörben végbemenő csillapított rezgések lefolyása azonos típusú matematikai összefüggésekkel írhatók le. Így a két rendszer egymásnak analóg modellje.

A különböző erőterek és áramlási terek erővonalainak és áramfonalainak a szemléltetésére és vizsgálatára ma már sokfajta eljárás ismeretes. Ezek az eljárások mind az analóg modellezés körébe tartoznak.

A harmadik modelltypust képezik a hasonlósági modellek, amelyek a valós tárgyaknak a méretarányosan megváltoztatott, lekicsinyített vagy megnövelt másai, úgynevezett makettjei. Ilyen modelleket főleg a műszaki vizsgálatoknál alkalmaznak a szélcsatornában és áramlási csatornában történő vizsgálatoknál, de ilyen modelleken végeznek elektromos, hővezetési és szilárdságtani stb. vizsgálatokat, méréseket. Egyre kiterjedtebben alkalmazzák a makette-

ket a korszerű oktatási folyamatokban a különböző gépek, berendezések vagy gyártási, technológiai folyamatok bemutatására, de felhasználják az atom, a molekula vagy a különböző kristályszerkezetek szemléltetésére is.

Ugyancsak a modellrendszer vizsgálatához kapcsolódik a jelenségek vagy rendszerek tanulmányozása számítógépes eljárások például szimulációs módszerek segítségével. Ebben az esetben a fizikai rendszer viselkedését leíró modellt számítógépes programok segítségével követjük nyomon. Rendszerint táblázatos adatrendszer vagy grafikus megjelenítés formájában kapunk információt a vizsgált rendszer viselkedéséről.

Ami a modellek és általában a tudományos kutatás módszertanának a további fejlődési távlatait illeti, azok csak most kezdenek kirajzolódni, de kétségtelenül a modern informatika irányába mutatnak.

Összefoglalólag azt mondhatjuk, hogy mind az oktatásban mind a tudományos kutatásban akár tudatosan vagy ösztönösen, de egyre inkább a modellek segítségével fogjuk megérteni és megismerni a természetet.

Ma már nyilvánvaló, hogy a modellfogalmat nemcsak a fizikában vagy általában a természettudományokban alkalmazzák ilyen kiterjedten. A társadalomtudományokban is alapvető módszerek bizonyult. Például a közgazdaságtan csak azóta vált teljesen objektív jellegű tudománnyá – amely a jövőre vonatkozólag is képes mennyiségi prognózisokat adni –, amióta modellek segítségével írja le a gazdasági folyamatokat.

Végeredményében azt mondhatjuk, hogy az absztrakt emberi gondolkodás, a fizikától a biológiáig, a geológiától a teológiáig, mindig a modellrendszerhez kapcsolódik.

Nem véletlenül említettem éppen a teológiát. Transzcendentális létünk síkján is lényegében modellekben gondolkodunk. Ha a nagy világvallások, például a kereszténység hittételeinek bizonyító anyagát végigtanulmányozzuk, azt találjuk, hogy a Bibliában már évezredekkel ezelőtt modellek bemutatásán keresztül próbál a vallás az ember tudatához férközni. Lényegében teológiai vonatkozásában az egész krisztusi világbépe az ember számára az Isten által bemutatott modellként fogható fel.

Mindez arra utal, hogy egy bonyolult folyamatot, jelenséget vagy akár fogalmat csak akkor tudunk világosan megérteni, ha azt valamilyen szinten modell segítségével tudjuk értelmezni.

Jogosan tehető fel tehát a kérdés: vajon miért van ez így ?

Feltehetően azért, mert az agy gondolkodásmechanizmusa ugyancsak valamilyen modellrendszerhez kapcsolódik.

Az agyban a fogalmakról jelenségekről gondolati képek alakulnak ki, ezek rögzítődnek az agyi memóriában, valószínűleg biokémiai receptorok rögzítik molekuláris szinten úgy, ahogy a látens kép rögzítődik fényérzékenylemezen az ezüstbromid szemcséken. Ezek a gondolati képek a fogalmak sajátos agyi modelljeként foghatók fel.

Ennek megfelelően a gondolkodás folyamatának agyi mechanizmusa az agyi modellek összehasonlításán keresztül valósul meg. Így például a felismerés folyamata ezeknek a gondolatképeknek, modelleknek az összehasonlításán és azonosításán alapszik.

Puskás Ferenc

A Szénhidrátok nevezéktana című cikk hibaigazítása

(Firka 1998-99/6)

A 235. odalon: Monoszacharidok címszó utáni szövegrészben az aszimmetriás szó helytelenül jelent meg (asszimetriás)

A 236. odalon a Ketózosok címszó az előtte levő képletsor felett olvasandó.

Az IUPAC nomenklatúra értelmében két megnevezést közöltünk helytelenül:

D-araboketóz helyett D-ribulóz, D-xiloketóz helyett D-xilulóz olvasandó.