

# KÖZVETLEN ÉS KÖZVETETT ANALÓGIARENDSZEREK\*

NÁRAY ZSOLT

Az analógia-számológépek kifejlesztésére irányuló törekvésben központi kérdés, hogy a megoldandó matematikai probléma leképezésére megfelelő fizikai rendszert állítsunk elő. Ez utóbbi akkor lesz analógia-rendszerként *közvetlenül* használható, ha az állapotjelzői között fennálló összefüggés formailag megegyezik a megoldandó matematikai problémával. Analógia-rendszert — számológépet — keresve, szem előtt kell tartani azonban azt, hogy egy fizikai rendszer egyes állapotjelzői közötti kapcsolatnak matematikai kifejezés formájába öntése általában egy matematikai egyenlet típus specializált alakjához vezet, tehát egy ilyen rendszer által leképezett matematikai egyenlet is specializált lesz.

Rendszerint azonban nem vagyunk abban a helyzetben, hogy egy általános matematikai egyenlet típus leképezését több ugyanolyan típusú, de specializált analóg-rendszerrel tegyük teljessé. Kétségtől igaz viszont az, hogy ha egy analóg-rendszer egy igen gyakran előforduló specializált egyenlet típust képez le, akkor ez az eljárás mind pontosság, mind egyszerűség szempontjából igen kedvező sajátságokkal rendelkezik.

Az analóg-rendszerrel általában megkövetelt általánosság sokszor csak úgy érhető el, ha a megoldandó problémát előbb egy matematikai eljárással transzformáljuk, és ezt a transzformált alakot tekintjük leképezendő problémának. Ez az eljárás lehet közelítő, vagy szukcesszív közelítő eljárás is. Az ily módon előálló analógia-rendszert, az eredeti probléma *közvetett analógiájának* nevezhetjük. A közvetett analógia-rendszer alkalmazását nemcsak általánosítási, hanem célszerűségi szempontok is indokoltá tehetik. Ez utóbbi jutott kifejezésre midőn a kvantummechanikai többtest-probléma megoldására irányuló törekvésben V. Bush által kidolgozott mechanikus differenciálanalizátor segítségével D. R. Hartree, illetve V. Fock iterációs eljárást képezett le. A közvetett analógiák használatakor természetesen meg kell vizsgálni, hogy az általánosításból származó előny nincs-e a közelítésből, illetve konvergenciából eredő hátrányokkal lerontva.

A fenti gondolatmenetnek megfelelően lineáris egyenletrendszerek leképezését a Gauss-Seidel iterációs eljárás közbeiktatásával végeztem el. Ily módon lehetővé vált tetszőleges valós homogén és inhomogén egyenletrendszerek leképezése. A konvergencia elégséges feltétele az egyenletrendszer transzformációjával mindig kielégíthető. A konvergencia szempontjából többnyire megfelelő eredményeket kapunk az egyenletek sorrendjének megváltoztatásával is. A berendezés megépítésére vonatkozó előkísérletek kedvező eredménnyel

\* Hozzászólás Tarján Rezső előadásához.

zárultak. A fenti analógia számológép segítségével nemcsak homogén és inhomogén egyenletrendszerek, de szekuláris determinánsok és  $n$ -edfokú egyenletek is automatikusan oldhatók meg.

Általában az iterációs eljárással — nehézségei ellenére — elért eredmény jól érzékelhető, ha *D. R. Hartree* nyomán megállapítjuk, hogy a mai legnagyobb kapacitású digitális számológépek a *Cu* atom közvetlen megoldására még mindig a szükségesnél kb.  $10^{10}$ -szer kisebb kapacitással rendelkeznek. Ugyanakkor a *Cu* atom problémája iterációval és differenciálanalizátorral már régebben megoldást nyert.

Tervbevettük egy közvetlen rendszer felállítását is differenciálegyenletek vizsgálatára. Ezesetben a matematikai problémát eredeti alakjában megtartjuk, de azt nem egyetlen állandó rendszerrel, hanem több kisebb egységgel képezzük le, melyek mindegyike általában csak egy operációt végez el. Az egyes egységek által elvégzett operációk összessége a kérdéses egyenlet megoldásához szükséges operációt adja. Előnye ez utóbbi rendszernek a nagyfokú hajlékonyság, hátránya az előbbiekhöz képest kétségtelenül komplikáltabb felépítése, valamint az egyes elemeknek a kapcsolástól függő egymásrahatása. Az a tény azonban, hogy az egyes egységek megfelelő kombinációjából a legváltozatosabb egyenlettípusok állíthatók elő, kétségtelenül nagy jelentőséget biztosít ez utóbbi analógia számológépek számára.

Egy közönséges differenciálegyenlet leképezésére a következő típusú elemek szükségesek: integrátor, függvény-generátor, összegezőmű és vezérlőberendezés. A szorzás ugyanis visszavezethető az integrálásra az

$$xy = \int x dy + \int y dx$$

egyenlet alapján feltéve, hogy nemcsak egy meghatározott változó (pl. idő) szerint tudunk integrálni. Ez utóbbi kikötés az integrátor megtervezésében kétségtelen nehézségeket jelent, megvalósítása azonban a szükséges elemek számát négyre korlátozza. A potenciométeres szorzás a fenti eljárással szemben feltétlenül hátrányban van. Egyrészt a tényezőfüggvények előállítását különlegesen teker-cselt potenciométerekkel is csak egyszerű függvények esetében tudjuk elvégezni. Másrészt a szorzatfüggvények helyes értékét csak a híd kiegyenlített állapotában kapjuk, tehát a szorzás, precízen véve, szakaszos és nem folytonos műveletté vált.

A fentieket figyelembe véve első problémám egy elektronikus generátor építése volt, amely egy tetszőleges függvényábra leképezését végzi teljesen automatikusan. Működése az egyes alkatrészek elektromos karakteristikájától nagy mértékben független. A függvénygenerátor tervezése befejeződött. Jelenleg az integrátor tervezésén dolgozom. A berendezés segítségével elsősorban differenciálegyenletek megoldása, lesz elvégezhető.

*Műszaki Egyetem  
Fizikai Intézete, Budapest.*