

# AZ AUTOMATIZÁLÁSI — MŰSZAKI-KIBERNETIKAI KUTATÁSOK HAZAI EREDMÉNYEI ÉS FEJLŐDÉSI IRÁNYAI\*

BENEDIKT OTTÓ  
AKADÉMIKUS

## I. Bevezetés

Két évvel ezelőtt, amikor az a megtiszteltetés ért, hogy ugyanezen fórum előtt mint ma, a közgyűlés keretén belül előadást tartsak, az automatizálás helyzetéről, az Automatizálási Kutató Intézet addigi munkájáról és az Intézet által tervbe vett további munkaprogram vázlatáról volt szó.

Mai előadásomnak — habár néhány tekintetben megint az intézet munkáját is kell érintenie — más síkon, — más vonatkozásban és más vetületben kell szemlélnie a dolgokat. Arról van ugyanis szó, hogy az akadémia 1964. évi közgyűlése 8 tudományos főfeladatot tűzött ki az akadémiai kutatás területén, és ezek között, a szocialista fejlődésünk számára legfontosabbnak ítélt feladatok között szerepel az automatika és vele együtt a kibernetika azon ágainak művelése, amelyek segíthetik az automatizálás fejlődését.

Feladatom — mint ezen munkák irányítására létrejött akadémiai komplex bizottság elnöke — hogy beszámoljak: mi a helyzet jelenleg e területen.

A határozatot követő egy év lényegében azzal telt el, hogy megpróbáltuk pontosítani elképzeléseinket, körvonalazni azokat a szűkebb területeket, amelyeket Magyarországon sikerrel művelhetünk a jelenlegi időszakban. A kibernetika hallatlanul széles tudományterületét természetesen a Magyar Tudományos Akadémia jelenlegi lehetőségei mellett egyszerűen felelőtlenség lenne átfogni, bármilyen csábítók is mindazok a témák, amelyeket a világon szerte művelnek. Megállapodtunk abban, hogy első indításra azokat a kibernetikai problémákat próbáljuk összefogni, amelyek a műszaki haladáshoz, az automatizáláshoz legszorosabban kapcsolódnak, és ezen belül is három olyan témakört választunk ki, amelyek a legközvetlenebb feladatokat tartalmazhatják próba, felfutási lehetőségek és egy további kiszélesített munkához. Természetesen ez a döntés nem jelenti azt, hogy a kibernetika többi területét a Magyar Tudományos Akadémia teljesen mellőzni akarja; hogy nincs szükségünk arra, miszerint a nemzetközi fejlődéssel valamilyen módon információs, esetleg kísérletreprodukációs alapon lépést tartsunk; hogy olyan kisebb egye-

\* Elhangzott a Műszaki Tudományok Osztályának a Magyar Tudományos Akadémia 1967. évi közgyűlése alkalmából, 1967. május hó 3-án tartott tudományos előadásán.

temi vagy egyéb kutatócsoportokat tartsunk fenn, amelyek egy későbbi fejlődési periódusban nagyobb aktivitással tudnak majd bizonyos irányzatokba bekapcsolódni. Semmiesetre sem mondhatjuk azt, hogy el kell hanyagolnunk a kibernetika biológiai, nyelvészeti vagy igazgatási vonatkozásait, hiszen ezek a területek a maguk vonatkozásaiban forradalmi módon befolyásolják az adott tudományág további fejlődését, sokszor jelenleg még nem is látható formában. Ha nem lesznek Magyarországon olyan egyedi kutatók, vagy kisebb csoportok, amelyek valamilyen módon nem tájékoznak rendszeresen az általános fejlődésről, nem ismerik meg saját gyakorlatukban ezeket a problémákat, akkor az országos fejlődés számára sem fogják felismerni azokat a pillanatokot, amikor esetleg nagyobb intenzitással kezdhünk bizonyos más témákhoz.

Mindezt azért kellett előljáróban hangsúlyozni, hogy akkor, amikor a következőkben kizárólag a kibernetika műszaki vonatkozásaival és azon belül néhány témával fogunk foglalkozni, ne érezzék úgy, hogy valamiféle szűk látókörű elképzelésekből kiindulva próbálta az Akadémia elnöksége és a komplex tudományterület művelésére kijelölt bizottság feladatait behatárolni, hanem egyszerűen az adott valóság figyelembevételével, nem feledkezve meg azért mindazokról a dolgokról, amelyek a jelenlegi szükség által diktált szűkebb érdeklődési körünkön valamikor túl fognak nőni.

A feladat ilyen módon történő meghatározása és korlátozása után azonban a következő lépés még mindig nem lehetett a konkrét témák teljes felfutással való művelése. Jó 10–15 éves elmaradás behozásáról van szó, amikor területünkön lényegében véve a kutatóbázisok és kutatóeszközök megteremtése volt az elsődrendű feladat. Erre az időszakra esett az Akadémia Automatizálási Kutató Intézetének felépítése, amely távolról sem csak építési és műszerelési beruházás volt, hanem renkívül bonyolult tudományszervezési, káderkiválasztási, kádernevelési feladat, ami ugyan beruházás és létszámfelfutás szempontjából most már lezárulóban van, de nem zárult le az intézet végleges állományának, muukamódszereinek, valamint a káderek összeforrottságának szempontjából. Mindenki, aki tudományos szervezetek kérdéseivel foglalkozik, jól tudja, hogy egy ilyen intézet a megindulása után éveken keresztül — természetesen konkrét munkák kapcsán — saját maga izzadja ki lehető legjobb formáit, és amíg az intézetté-válás valóban megvalósul, 5–8 évre van szükség. Ez természetesen egyáltalán nem jelentheti azt, hogy csak ezen idő után szabad tőle a népgazdaság számára fontos eredményeket követelni. Ehhez járult az a körülmény, hogy a kibernetika korszerű automatika-művelésének legfontosabb tárgyi feltételei, a számológépek nem voltak biztosítva. Az automatizálási intézet digitális gépét most helyeztük üzembe. Az Akadémia központi nagy gépe remélhetőleg jövő évben kerül leszállításra. Az Akadémia területén a múlt év végén jelent meg az első korszerűnek mondható és valóban használható gép, a Központi Fizikai Kutató Intézetnek az Országos Terv-

hivatallal közösen használt nagy gépe, ennek orientáltsága azonban egyelőre még nem szolgálta az automatizálás, a műszaki kibernetika feladatait, mert természetszerűleg elsősorban azokra a feladatokra igyekeznek igénybe venni és szolgáltatásait kiterjeszteni, amelyekre a beszerzés vonatkozott, tehát az Országos Tervhivatal közgazdasági, és a Központi Fizikai Kutató Intézet fizikai jellegű szolgáltatásaira.

Mindezeket el kellett mondanom ahhoz, hogy világosan láthassuk, miszerint egy 3 évvel ezelőtt hozott határozat pozitív hatása számos intézkedésben máris megnyilvánult, de ugyanakkor a megvalósulási idők hosszúak és valójában csak most állunk ott, hogy intenzívebb tevékenységünket megindíthassuk. Erre utal az Akadémia elnökségének az a helyes határozata is, hogy felülvizsgálva a tudományterület eddigi előkészítő munkáit és azoknak irányát jóváhagyva, ez év nyarára jelölte meg a bizottságunk számára azt a határidőt, amikor véglegesebb munkaterveinket rögzítenünk kell.

Ugyanakkor, amikor most már ismételten hangsúlyozzuk, hogy még nagyon elején tartunk egy már kialakulóban levő irányvonalú munkának, mégis örülünk annak, hogy módunk van erről az állapotról már ma is beszámolni. Egy induló állapotban levő téma és elképzelés tudományos közvélemény elé bocsátása, ismertetése a jelenlegi helyzetnek, kezdeti tapasztalatoknak, sokat segíthet a menetközbeni kritika kialakításához és a kapcsolatok bővítéséhez, ami annál is inkább fontos, mert területünkön az anyagi, tárgyi feltételeken túl ez a legfontosabb probléma. Azzal kapcsolatban, hogy egy igen széles, több tudományágat felölelő komplex tudomány műveléséről van szó, sok irányból jövő különböző érdeklődési kört, különböző nézőpontú szakembercsoportokat kell ebben a munkában összehoznunk. Teljesen nyilvánvaló, hogy ugyanazt a kérdést egész más szempontból nézi az elméleti orientációjú matematikus, a gyakorlati ipari bevezetést szem előtt tartó mérnök, a gazdaságosságot vizsgáló közgazdász vagy az elvi összefüggéseket kereső fizikus. Amikor először összejönnek egy témával kapcsolatban, a kölcsönös jóindulat és összedolgozás vágyának szelleme hatja át őket. A második összejövétel rendszerint kínosabb szokott lenni. Ilyenkor felismerik azt, hogy különböző nyelven beszélnek, más választ adnak a kérdésekre, mint amiket várnak, és hogy a fokozatos, kölcsönös megértés sokszor kínos, sok figyelmet igénylő folyamatát kell megvalósítani. Éppen arra van szükség, hogy türelmesen, hosszan megmagyarázva, jóindulattal és kísérletezéssel kell ezeket a csoportokat egymáshoz közelebb hoznunk. Tudjuk a nemzetközi tapasztalatokból, hogy az ilyen, különböző diszciplinájú csoportok együttműködése szokta végeredményben a legszínvonalasabb eredményeket hozni, és az a megoldás, hogy egy-egy csoport ragaszkodva saját szűkebb elképzeléseihez, igyekszik átvenni a mások munkáját is, menthetetlenül amatőrizmusbba vezet. Így a mérnök nem lesz matematikus, a matematikus nem lesz gyakorlati mérnök és energiájuk sokszorosán elfecsérlődik.

Úgy látjuk az eddigi tapasztalatok alapján, hogy a teljes szintézishez — és itt gondolok az emberek és csoportok valódi tudományos szintézisére — még sok éves együttműködésre van szükségünk, és nem szabad sajnálni a fáradságot ennek kialakításától. Ugyanakkor azonban örömmel lehet megállapítani, hogy eddigi tapasztalataink szerint e tekintetben jó úton haladunk.

## II. A három fontos problémakör állása

E bevezető szavak után, amelyek érzékeltetni akarják a komplex tudományos munkával járó néhány — azt mondanám a téma kiválasztásától eléggé független — problémát, rá szeretnék térni arra a kérdésre, hogy melyik az a három — a műszaki gyakorlat számára érdekes és fontos — problémakör, amely köré lényegében csoportosíthatók az induló periódus feladatai. Ezek: az optimális irányú algoritmusok készítése, az irányításnál felmerülő különböző identifikációs problémák megoldása és, harmadszor, a digitális technikának és az automatizáláshoz szükséges logikai rendszertechnikai és közelítő módszereknek a kutatása.

### 1. Az optimális irányú algoritmusok készítése

Térjünk rá az első kérdésre. Az optimális irányítási problémák nálunk elsősorban a folytonos ipari folyamatok számológépes irányításához kapcsolódnak. Nem jelenti ez a szűkítés azt, hogy az optimális irányítás számos más kérdése nem válik fontossá számunkra, de valahol — mint az elején is mondtam — konkrétan meg kell vetni lábunkat és el kell kezdenünk. Ez a konkrét indulás pedig a *Péti Nitrogénművek* számítógépes irányítása volt, melyet egy dán céggel együttműködésben most már két éve készítünk, és reméljük, hogy a jövő év folyamán üzembe is tudunk helyezni. Ez a munka európai viszonylatban is úttörő, egyelőre az egész európai kontinensen nem működik olyan nitrogéngyár, amelynek számológépes optimális irányítása lenne. Az amerikai gyárak algoritmusait nem lehet megkapni. Ezért nemcsak számunkra, hanem az európai cégek számára is felmerült az a szükséglet, hogy egy kísérleti üzemben megpróbáljuk ezt a munkát elvégezni. Összesen kb. 20–25 főnyi, dánokból és magyarokból álló, jól összehangolt munkacsoport végzi ezt a feladatot, kiindulva a tervezés számítási algoritmusából. A koncepció keretében elkészült egy olyan speciális, erre az üzemre készített programnyelv, amely alkalmas az üzem különböző részegységeinek önműködő számítógépes szervezésére olyan módon, mintha az üzemi folyamatábrát önműködően átvinnénk egy számítógép számítási mechanizmusára. Az egyes részberendezések stacionárius viselkedésére kiszámított egyenletek képezik ezen programnyelv szubrutinjait. Az egész üzem működését szimulálja egy komplex program, melynek nagyobbik része már többször futott számológépen. Ezen modellező, szimulációs

program eredményeképpen előre megkapjuk a létesítendő üzem különböző állapotainak számszerű értékeit. Rendkívül nagyszámú, sok ezer állapotot jelentő pontot határozunk meg ahhoz, hogy tisztában legyünk az üzem várható viselkedésével és az optimális tartomány várható helyzetével.

Ehhez a feladatkörhöz csatlakozik az optimális irányítás célfüggvényének meghatározása is, ami közgazdasági-kibernetikai feladat. Természetesen egyelőre csak feltételezésekből indulhatunk ki, de erős reményünk van arra, hogy a jövő évben beinduló üzem valóban úgy fog viselkedni, ahogyan azt nagy erőfeszítésekkel, kétéves munkával felépített számítógép-programjaink előírják. Valószínű, hogy kisebb-nagyobb mértékben ezeket a programokat a valódi üzem mérési tapasztalatai alapján módosítani kell. Ez a jövő év feladata lesz, egyben számos tanulságot fog szolgáltatni arra vonatkozólag, hogy milyen mélységben, milyen módon, milyen elhanyagolásokkal lehet ilyen problémát jól megközelíteni. Az egyszerűsítéseknek, az optimális irányítás elvi módszereinek itt rendkívüli jelentőségük van. Egy-egy pont futtatása a gépen sok órát vesz igénybe és — mint mondom — több ezer pontra van szükségünk. Világos dolog, hogy az egyszerűbb, jobb modellek a kevésbé redundáns számítógép-programok gépi időben, a probléma megközelítésében hatalmas előrelépést fognak jelenteni.

Tisztában vagyunk azzal, hogy a jelenlegi munkánk ebből a szempontból még nagyon sok hibát, később revideálandó feltevést tartalmaz, de ezen az úton végig kell mennünk ahhoz, hogy később nagyobb biztonsággal tudjunk előrehaladni. Azzal, hogy a ráfordítást, tehát kb. összesen 50—80 szakemberévi munkát érzékeltettem, talán láthatóvá válik az, hogy egy-egy ilyen konkrét feladat megoldása milyen hallatlanul sok aprólékos erőfeszítést tesz szükségessé. Egy-egy elméleti feltevés akár a reaktor működésével kapcsolatban, akár egy folyamatirányítás optimalizálására alkalmas programnyelv megfogalmazásával kapcsolatban, akár az optimum keresésének módszerére vonatkozólag, nagyon szép és esetleg néhány hónapos szellemes munkával összeállított dolgozat lehet. De a verifikáció sok ember sokéves munkája, ezt legalább annyira meg kell becsülnünk, és fontossága pedig még sokkal nagyobb. Nálunk éveken keresztül folytak viták a különböző optimalizációs módszerek előnyeiről, hátrányairól, elvi alkalmazhatóságáról. Most jutunk először oda, hogy ezeket valóban az élő valóságban megvizsgálhassuk, és az eddigi sokszor csak szubjektív szempontokat tartalmazható viták a gyakorlat próbáján keresztül eldönthetők legyenek.

Az optimális irányítással foglalkozó munkacsoport talán legjobban volt képes arra, hogy azokat a különböző specialitású szakembereket, akikről az előbb szóltam, összefogja. Vegyészek, matematikusok, automatizőrök és közgazdászok kitűnő együttműködésére került itt sor, és a példa azt mutatta, hogy egy konkrét feladat közös munkával való megoldása a legjobb eszköz ilyenfajta kollektívák összeforrasztására.

A *Péti Nitrogénműveknél* végzendő első kísérlet természetesen csak tanulómunka. Párhuzamosan előkészítve a többi feladatokat, máris foglalkozunk egy sokkal szélesebb programmal; egy olyan szimulációs metodikával, mely a Magyarországon üzembe helyezendő nagy vegyipari művek széles skálájára általánosan és konkrétan alkalmazható optimális irányítási programok kidolgozását teszi lehetővé. Ez a széles körű együttműködés igen nagyszámú szervezet máris produktív munkájában nyilvánul meg, egy sereg részprogram születik, és nagyon érdekes, hogy a péti mű munkánál szerzett eddigi konkrét tapasztalatokat, akár az általános szervező programra, akár az optimalizálás módszereire, akár az egyes műveleti egységek számítására vonatkozólag milyen jól tudjuk általánosítani a következő lépések felé.

Az optimális irányítás kibontakozó feladatkörének másik csoportja a dinamikus optimalizálás. Azok után, hogy első feladatként egy olyan üzemet választottunk, mint a *Péti Nitrogénművek*, ahol feltételezhetően a stacionárius állapotok az uralkodók és ennek következtében a probléma stacionárius módon kezelhető, megindult az idén a vegyipari folyamatok dinamikus elemzésének munkája is, és néhány éven belül valószínűleg éppen olyan általános fegyverzettel fogunk rendelkezni a rendszeresen változó folyamatok irányítására, mint amivel egy éven belül a stacionárius folyamatokra. Ezzel kapcsolatosan meg kell jegyezni, hogy a dinamikus állapot vizsgálata azért is jelentős, mert számos üzem megbízható szabályozás nélkül statikus állapotban sokszor lényegesen kedvezőtlenebb körülmények között működtethető, mint egy eddig üzembizonytalannak ítélt dinamikus állapotban, amelyet azonban ha kellőképpen tanulmányoztunk, úgy tudunk majd szabályozni, hogy üzembiztos maradjon.

Természetesen a dinamikus folyamatok optimalizálása, a nagyszámú bonyolult parciális differenciálegyenletek kezelése fokozottan nagymértékű matematikai apparátust, intuitív tevékenységet és ugyanakkor indokoltabb konkrét munkát igényel, mint a stacionárius állapotok optimalizálása. A feladatok nagyságrendjére jellemző, hogy az első ilyen üzemmellel, egy kénsavgyárral kapcsolatos problémák kb. 100-as nagyságrendű, részben nem lineáris differenciálegyenlet megoldását követelik.

Felvethető a kérdés, hogy miért koncentráljuk tevékenységünket elsősorban vegyipari folyamatokra. Azt hiszem világos az elmondottakból, hogy egy vegyipari komplexum megoldásának problémája is milyen erőfeszítéseket igényel. Egy olyan csoport számára, amely Magyarország részére ezt az új technológiai és automatizálási megközelítést ki akarja dolgozni, szükségszerű, hogy konkrét feladatokon keresztül folytassa le ezt a nagyszabású bevezető programot. A felépítésből is látható, hogy kiindultunk egy üzemből stacionárius állapotra, ezt általánosítjuk nagyszámú üzemre stacionárius állapotra, majd hasonló módon járunk el a dinamikus viszonyokra is. Ez maga sokéves program. Nem lenne helyes tovább szélesíteni. A számológépes irányítás jelenlegi

perspektívái azok, hogy elsősorban a nagyvolumenű folytonos termelésű jellegű vegyipari folyamatoknál kerülnek alkalmazásra. Más ipari területen történő alkalmazás — úgy néz ki — csak a 70-es évek közepe táján érik meg Magyarországon. Addigra kellő fegyverzettel fogunk rendelkezni ahhoz, hogy bármely hasonló területnek is megadjuk a szükséges szellemi segítséget.

Még ezzel a programmal kapcsolatban néhány szót szeretnék szólni, hogy milyen jellegű problémák merülhetnek fel egy ilyen munka során, amelyet első látásra esetleg a kérdéssel nem kellőképpen tisztában levő szemlélő valamiféle gyakorlati mérnöki tervezési feladatnak tekinthet. Közismert, hogy egy-egy új problémára orientált programnyelv alkotása milyen bonyolult matematikai feladat. A programnyelvek készítése a legszigorúbb matematikai diszciplínákat követeli meg, és különleges jelentőségük abban van, hogy míg egy-egy programnyelv a programozási időket sokszorosán megrövidíti, tizedére, századára, és ezzel a programozásban elkövethető hibákat is nagymértékben csökkenti, ugyanakkor a gépi futtatások idejét néha ötvenszerezésére is növeli, mivel nem egyedi, hanem általános megoldásokat alkalmaz. Ebben az alternatívában megfelelő megoldást találni nagyon nehéz dolog, és még a legnagyobb számológépes kutatócsoportok is állandóan tökéletesítik programkönyvtáraikat, állandóan dolgoznak újabb és újabb különleges és általános programnyelvek kidolgozásán.

A másik ilyen elvi jelentőségű feladat a különböző közelítő optimalizáló, optimumkereső matematikai módszerek kidolgozása az adott feladathoz. Elképzelhető pl., hogy milyen problémák merülnek fel egy olyan rendszerben, amelyet első közelítésre pl. 16 változósnak tételezünk fel. A jelenlegi elképzelésünk az, hogy ezt a bonyolult nem-lineáris rendszert másodrendű felülettel fogjuk közelíteni. Ez is 100-nál több együttható meghatározását teszi szükségessé esetenként. Ugyanakkor felmerül némely esetben az a feladat is, hogy a közelítést magasabb fokúként kezeljük, pl. negyedrendűként, de akkor már az egész problémakomplexum olyanná válik, hogy a jelenlegi gépkapacitásunkkal nem megoldható. Bizonyos particionálásokkal talán tudunk egy optimális közelítést csinálni, és általában az elmondottakból is látható, hogy számunkra nemcsak az általános optimalizálás, tehát a folyamat optimális gazdasági irányítása a tudományos probléma, hanem az optimális számítási megközelítési módszerek kidolgozása is.

Összefoglalva, csak egy kis ízelítőt tudtam adni abból a feladatkörből, ami az optimális irányítás köré csoportosul. Úgy látszik, hogy a következő hároméves periódusban már részletes beszámolót tudunk adni az első hazai megvalósulás eredményeiről, és ha ez így lesz, akkor becsülettel mondhatjuk — még bizonyos várható negatív tapasztalatok esetében is — nagy munkát végeztünk.

## 2. Az irányítás identifikációs problémái

A másik témakör, amelyre kutatásainkat elképzeléseink szerint koncentráltuk, az identifikációs problémák megoldása. Az identifikációs kérdések egyik aspektusáról mi az általam már említett péti optimális irányítással kapcsolatban is találkoztunk. Ez egy részben vagy egészében ismeretlen folyamat jellemzőinek meghatározása. Ez a folyamatidentifikációs kérdés Péttel kapcsolatosan mint olyan probléma mutatkozik, hogy hogyan fogjuk az adott mérés-technikai apparátus lehetőségei alapján a folyamat valódi paramétereit meghatározni. Ez egy rendkívül bonyolult, elsősorban matematikai-statisztikai jellegű, bár sok más diszciplínát is felhasználó munka lesz, mely csak most indult el nálunk. Tulajdonképpen valamennyi irányítási feladatnál felmerülő probléma, hiszen több-kevesebb bizonytalanság minden rendszer meghatározásánál felmerül. Minél bonyolultabb egy rendszer, annál nehezebb annak előre-számítása, minden figyelembe veendő tényező, zavaró jelenség, kölcsönhatás előzetes meghatározása, annál inkább kell a rendszert black-boxként (fekete dobozként) kezelni, és a rendelkezésre álló mérés-technikai és számítási apparátusra bízni azt, hogy a számunkra lényeges irányítás szempontjából fontos jellemzőket kiértékeljük. Ez a terület most az általános tudományos érdeklődés előterében van, mi igyekszünk feladatainkat az eddig felmerült gyakorlati problémák elméleti alátámasztására koncentrálni. Ehhez a problémakörhöz csatlakozik részben az identifikációnak egy más vonatkozású feladata, az alakfelismerés. Meggyőződésünk szerint az alakfelismerési probléma végső fokon az automatizálás egyik legdöntőbb következő lépése lesz, amennyiben a különböző információknak az irányítórendszerrel, elsősorban számológéppel való közlését mint alakfelismerési problémát fogjuk fel.

Végeredményben az emberi tevékenységnek a számológép bemenetéről való kikapcsolása akár ábráknak, diagramoknak, számoknak, betűknek, rezgésalakban átvitt hangnak, különböző szituációknak, munkadarab-változásoknak, üzemi körülményváltozásoknak a felismerése és ezzel kapcsolatban a programok módosítása általános alakfelismerési probléma. Éppen, mivel az emberi intelligencia bizonyos jellegű megközelítéséről van szó, a feladat hallatlan bonyolult és a néhány évvel ezelőtti kezdeti várakozással szemben még nem szolgáltatott világviszonylatban sem elegendő megnyugtató eredményt. Ez minden kutatási problémánál tapasztalható. Felmerülnek feladatok, ötletek és az első indításnál úgy látszik, hogy a kezdeti gyors felfutást extrapolálva néhány éven belül szenzációs eredményekhez lehet jutni. Azután kiderül, hogy a probléma megoldása azért húzódott már eddig is, mert sokkal bonyolultabb, mint kezdetben gondolták. Ilyenkor néhány éven keresztül pesszimitista hangok is vannak, a kutatás elhúzódik, kiszélesedik, sok apró részeredmény születik, és bizonyos érési idő után megszületnek azok az eszközök, azok a szintézisek, melyek valóban — legalábbis részben — megoldják a problémát. Azt hisszük, hogy az alakfelismerési területen is jelenleg ez a lappangási



periódus van világszerte. Az érdeklődés rendkívüli módon koncentrálódik erre a feladatra. Nyilvánvaló, hogy Magyarországon a számítógép-kapacitást a ráfordítható szellemi erőt figyelembe véve világjelentőségű felfedezésekre, előreugrásokra nem igen van reményünk. Mégis, látva a probléma jelentőségét, szeretnénk továbbra is bizonyos erőt erre fordítani. Jelenleg a tématerület kutatóinak egy része külföldi tanulmányutakon van, megvizsgálni, hogy milyen módon tudunk esetleges nemzetközi fejlődésbe bekapcsolódni, felmérni a legutolsó nemzetközi eredményeket, és a továbbfolytatás módjáról, a ráfordítandó eszközökről 1967 második felében szeretnénk dönteni azoknak a tapasztalatoknak alapján, melyeket ezek a munkatársaink hazahoznak, akik mind a Szovjetunió, mind az Amerikai Egyesült Államok e téren világvizonylatban vezető tudósaival vannak kapcsolatban.

Éppen ezért, ismertetve ezt a közbenső állapotot, engedjék meg nekem, hogy erről a kérdéstről további részleteket ne ismertessek, hiszen — mint látható — a kutatási témának a jelentőségét nem érezzük csökkenteni, de az utolsó időszakban azzal minimálisabb erővel foglalkoztunk. Talán csak egy általános és tanulságos megjegyzést kell az elmondottakhoz fűzni. A tudományos haladás útjai rögösek és nem fényszóróval előre bevilágítottak. Ahhoz, hogy felelősségteljesen, értelmesen haladjunk előre, állandóan szükséges, hogy eredeti elképzelésünket kritikus módon revízió alá vegyük, egyik oldalról bizonyos átmeneti nehézségektől, megtorpanásoktól nem visszariadva, hiszen ezek az eredmények és valóban nehéz feladatokat megoldó kutatásnak természetes velejárói, másik oldalról viszont mindig felmérve a tapasztalatok alapján, hogy eszközeinkkel, lehetőségeinkkel milyen erővel tudunk előrejutni. Ezért is bizonyos lesz az, hogy ha a témakör területéről egy idő után beszámolunk, akkor a beszámolóban — ha az őszinte és becsületes lesz — és ezt remélem elvárják tőlünk, szó lesz kudarcokról is és lesz talán szó — legalább azt remélem — némi eredményről is.

### *3. A digitális technika, valamint az automatizálás logikai-rendszertechnikai és közelítő módszerei*

A harmadik kérdéscsoport a digitális technika és az ezzel kapcsolatos logikai rendszertechnikai és közelítő módszerek kutatása. A cím nagyon sokfajta tevékenységet takar. Egyik vonatkozása azoknak a számológép-építési, számológép-rendszertechnikai kutatásoknak az összefoglalása, melyek hazánkban különböző területeken folynak. Ismeretes, hogy mind az iparban, mind egyes kutatóintézetekben, így az Akadémia területén is folynak bizonyos számológép-készítési kísérletek. Ezek a kísérletek — anélkül, hogy róluk bármiféle előzetes ítéletet mondanánk, és anélkül, hogy bizonyos próbálkozásoktól eleve megtagadnánk a segítőkészséget, mégis aggályosak. Közismert dolog, hogy a számológép-építés milyen rendkívüli ipari háttérrel, felkészültséggel,

anyagi befektetést igényel. Ha alaposabban elemezzük a nemzetközi számológépipar helyzetét, azt látjuk, hogy ma már lényegében csak néhány hatalmas tőkecsoport képes arra, hogy a fejlődéssel lépést tartson. Nem győzzük ismereteni azt a számot, amelyet nemrégiben a legnagyobb amerikai számológépgyár, az IBM tevékenységéről publikáltak, hogy a mostani gépsorozatának kutatási, tervezési, gyártás-bevezetési és piacradozási költségei ötmilliárd dollárra rúgtak, többre mint az egész egy évi magyar nemzeti jövedelem, olyan háttérrel, amivel egyetlen ország sem rendelkezik. Láthatjuk, hogy egymás után olvadnak össze a különböző számológépgyártó vállalatok, egymás után mennek tönkre a kisebb jellegű kezdeményezések. Nem elég egy ügyes aritmetikai egységet összehozni, hanem ahhoz óriási mennyiségű kiváló perifériára van szükség, sokszor több száz millió dollár értékű software-ra, tehát programkönyvtárra, szellemi szolgáltatásra, rendkívüli elektronikai, híradástechnikai produktumokra, olyan paraméterekre, amelyek a magyar ipar számára jelenleg elképzelhetetlenek, olyan megbízhatósági adatokra, hogy egy-egy gépnek legfeljebb évente egy-két hibával szabad működni, és hatalmas apparátusra ahhoz, hogy mindezen feltételek birtokában is a piacon boldogulni lehessen. Az együttműködés szükségességét mutatja az a legutóbbi tény, hogy a Szovjetunió és Anglia legpotensebb szervei egy kb. egymilliárd dolláros megállapodást kötöttek a számológépipar területén való együttműködésre. Ha ezeket az adatokat látjuk, akkor világossá válnak aggályaink minden jóindulatú, de partikuláris kezdeményezéssel szemben.

Ugyanakkor azokat a kutatásokat, melyek valamilyen nemzetközi együttműködésben próbálják a hazai erőket felhasználni, csak támogatni lehet. Így pl. azokat a kísérleteket, amelyekkel a Kalmár-féle, sok vonatkozásban úttörő és az eddigi nemzetközi fejlődéstől eltérő logikai megoldásokat a formulavezérléses géphez igyekeznek bekapcsolni az ukrán akadémia keretében több ezer fővel működő számológépfejlesztési tevékenységbe, csak támogatni lehet. Ha sikerül bárhol is egy nagyerejű, nemzetközi együttműködési háttérrel biztosítani hazai számológépfejlesztő csoportjainknak, legyenek azok akár készülékjellegűek, akár szellemi munka jellegűek, úgy természetesen az ilyen kezdeményezéseket messzemenően segítenünk kell. Ugyanakkor nagyon meggondolandónak tartjuk, hogy lényeges erőket koncentráljunk olyan erőfeszítésekre, melyek a rendkívüli versenyben már esetleg eleve kudarcra vannak ítélve. Hangsúlyoznunk kell, hogy a digitális technika továbbfejlesztéséhez Magyarországon mint elsőrendű feltételnek a szilárdtestfizikai kutatások gyorsulását, így konkrét iparilag megvalósítható eredmények felé orientálódását látjuk. Addig, ameddig a modern, nagy megbízhatóságú integrált áramkörü technológiákban a magyarországi meghonosítását nem tudjuk elérni, nehezen tudjuk elképzelni, hogy a nemzetközi piacon eladható digitális berendezéseket tudjunk létrehozni. Mi a magunk részéről az automatizálási intézetben éppen ezért tevékenységünket olyan középberendezésekre koncent-

ráltuk, amelyek a hazai erővel remélhetően megvalósíthatók, és igyekeztünk részben külföldről beszerezve, részben a hazai fejlesztést támogatva előrenézni e felé a minden automatizálási területet meghódító, nagy megbízhatóságú, miniatürizált integrált áramköri technológia felé. Ugyanakkor, amikor hangsúlyoznunk kell ezekben a vonatkozásokban is saját munkánkkal és perspektívánkkal szembeni aggályainkat, hiszen azok az elemek, alkatrészek sincsenek biztosítva kellő időben, amelyekre korlátozott elképzeléseinket fel akarjuk építeni, néhány szóval ismertetném jelenlegi célkitűzéseinket.

Szeretnénk kifejleszteni olyan önműködő digitális rendszertervező és rendszerépítő számítási metodikákat és technológiákat, amelyek lehetővé teszik az ipar számára szükséges különböző középhonyolultságú rendszereknek gyors és rugalmas építését. Ezáltal lehetővé válik, hogy a magyar ipar valószínű piacai, tehát a bizonyos mértékig egyedibb jellegű középberendezések számára gyors elkészítési lehetőséget biztosítsunk, korszerű alkatrész- és technológiai bázis esetén. Úgy látjuk, hogy az első iparilag is használható eredményeink 2—3 éven belül fognak megszületni. Ezek után tudunk dönteniről arról, hogy eddigi elképzeléseink helyesek voltak-e. Az ilyen jellegű munkákhoz nagyon nagy szükségünk van a matematikai logika, gráfelmélet, topológia, diszkrét automaták optimális tervezése matematikai princípiumaira. Ebben a vonatkozásban részben a szegedi kibernetikai csoporttal, részben a számítástechnikai központtal igyekszünk együttműködni, és bizonyos részeredményeink már vannak. Egyes algoritmusok készültek, bár ezen a területen a problémák egységes felfogása még nem teljes. Ez — mint a bevezetőben hangsúlyoztam — távolról sem a résztvevők hibája, hanem annak az elmaradásnak következménye, amit az ilyen jellegű csoportok együttműködése terén mulasztottunk és amit csak sokéves munkával tudunk pótolni.

Milyennek képzelünk mi egy ilyen középberendezést? Nagyon jó példa a numerikus vezérlés problémája és az ehhez csatlakozó számológépes tervezési problémakör, amely a kibernetikai komplex bizottság tevékenységének részben ehhez a témájához, részben a nem folytonos rendszerek optimális irányításának problémájához fog csatlakozni. A szerszámgépiparban jelenleg általános tendencia a numerikus vezérlés, tehát egy olyan technológia, amelynél a gép munkáját egy számjegyes program irányítja. A számjegyes programok kidolgozása bonyolult programozási feladat. Az Amerikai Egyesült Államokban ehhez egy különleges problémára irányított nyelvet, az APT-t dolgozták ki, amely jelenleg számunkra még nem kapható meg. Igyekezni fogunk valamilyen módon ezt az általános programot megvásárolni, mert az ilyen hatalmas program elkészítésére Magyarországon nincs meg a szükséges létszám és erő, de ahhoz, hogy ezt az általános programnyelvet konkrét szerszámgépeinkhez alkalmazni tudjuk, még igen sok és bonyolult programfordítási munkára van szükségünk, amely viszont hazai kutatási programozási feladat lesz. Magának a program alapján történő pályavezérlés-számításnak a megvalósítása vagy

általános célú számológépeken, vagy különleges gépeken történik. A pályavezérlés, tehát a szerszámgép megmunkálófejének az irányítása olyan eredmény, amely egyelőre Magyarország számára embargólistán van; ugyanakkor mi a közeljövőben pályavezérléssel kívánunk már szerszámgépeket exportálni, hiszen a különböző fajta numerikus vezérlésű szerszámgépek kb. egyharmada, éppen a legdrágábbak, a legfejlettebb formájúak, a legbonyolultabb feladatokra képesek, a pályavezérlésesek.

A magyar gépipar területén nagyszabású együttműködés született meg a numerikus vezérlés különböző fokozatainak bevezetésére, és a pályavezérlés feladatát az Akadémia Automatizálási Kutató Intézete kapta. Első eredményként ez év elején átadtuk a gépiparnak az első magyar pályavezérlés működő példányát, amelyet a közeli hónapokban egy erre a célra készülő új szerszámgép-nél fogunk üzembe helyezni. Az elkészült berendezés felépítésében, paramétereiben, korszerűségében jobb, mint az európai piacon kapható számos, fejlettnek mondott típus. Természetesen, mire a mi berendezésünk tömeggyártmányként a piacon megjelenik, valószínűleg más európai cégek is rendelkezni fognak hasonló típusokkal, de mindenesetre úgy érezzük, hogy ez az eredményünk komoly, értékelendő és előremutató biztatás a további sikerek szempontjából. A már említett digitális középberendezésekhez tartozik az ilyen pályavezérlő számító berendezés. Ha lehetőségünk a következő években terveink szerint alakul, úgy néhány év múlva a legkorszerűbb, nagy megbízhatóságú integrált áramköri technológiával tudjuk ezeket a berendezéseket speciálisan gépre, célra-orientáltan készíteni, és így a nemzetközi piacon versenyképes, komoly berendezéssel tudjuk kiegészíteni fejlődő szerszámgép-  
iparunk exportképes termékeit.

A pályavezérlésekhez és a gépipar automatizálásához csatlakozó következő és egyelőre szellemi előkészítés alatt álló feladat az önműködő tervezés. Az egész gépipari tervezési koncepció átalakulóban van. A numerikus vezérlés lehetővé teszi azt, hogy a szerkesztőnek ne kelljen részletesen megrajzolnia munkadarabját, hanem egy különleges programnyelven programozva, a rajzot kikerülve, vezérlési programokat tudjon előállítani. Természetes dolog, hogy azért rajzra is szükség van, és szükség van a rajzokhoz kötődő különböző számításokra is, így szilárdságtani és egyéb számításokra, amelyek a tervezéssel együtt járnak. Intézetünkben már egy önműködő, numerikus vezérlésű programok alapján dolgozó rajzgépet kidolgoztunk, amelyet ma már az ipar többfajta kivitelben is gyárt. A következő lépcső az, hogy a tervező a programban elkészített elképzeléseit azonnal egy televíziós képcsövön megjelenítve kapja meg, és ezen tudjon szükség szerint változtatni, tehát a tervezés menetét olyan módon tudja egy számológéppel kommunikálva végrehajtani, hogy végeredményben rendelkezésre álljon önműködően az a vezérlési program, mely a tervezés befejeztével a megmunkáló gépeket tudja irányítani. Ilyen munkák folyamatban vannak az Amerikai Egyesült Államokban, több nagy

vállalat kidolgozta ezeket a programokat, és részben áramköri tervezéshez, részben gépipari tervezéshez már alkalmazták is. A különböző programok tartalmaznak olyan rész-számításokat is, amelyekkel lehetséges a felrajzolt, illetőleg rajz számára programozott részeknek önműködő méretezése is. Így pl. a felrajzolt vagy csak specifikációban megadott, önműködően tervezett áramkörök különböző számításainak önműködő elvégzése. Az Automatizálási Kutató Intézetben szűrőkre ilyen munka már készült, és hasonló módon lehet gépipari feladatoknál különböző gépelemekre vagy építési tervezési feladatoknál különböző építési statikai elemekre a felrajzolt vagy programozott részletek alapján a számításokat önműködően végeztetni. Ez az emberi tervezői, szellemi munkának egy újabb magas fokú automatizálását jelenti. A teljes feladat megoldása nyilván több évtizedes program. Az angolok most erre egy kb. 10—15 éves távlati tervet dolgoztak ki, kissé hasonlóan azokhoz a kutatási célprogramokhoz, amelyeket az új mechanizmus keretében indítani szeretnénk. Mi ennek a munkának olyan részleteibe szeretnénk bekapcsolódni, amelyek lehetővé teszik azt, hogy a nemzetközi fejlődést figyelemmel kísérjük, bizonyos elemeket, részeket hazailag is elő tudjunk állítani, és valamilyen módon, későbbiekben más külföldi kutatócsoportokkal kapcsolatba lépve ezt a forradalmian új módszert hazánkban is meg tudjuk honosítani.

Az első részeredmények, tehát a pályavezérlő berendezés és az ehhez csatlakozó rajzgép már elkészültek. A közeljövőben elkészül egy olyan televíziós kijelzőberendezés, amely a számítógépen programozott egyszerű ábrák megjelenítését lehetővé teszi, és utána — még talán az idén, de legkésőbb jövőre — elkészül egy olyan fényceruzás berendezés, amely lehetővé teszi a képcsövön megjelenített ábrák kézzel történő korrekcióját, ami együtt jár a számológépmemóriában történő korrigálással is. Mint láthatjuk tehát, itt szoros összefüggésben áll a készüléképítés a háta mögött levő szellemi munkával, különböző fajta programozási feladatokkal. A tevékenység során szorosan együtt szeretnénk működni a számítástechnikai központtal, ahol elsősorban jelenleg a szerszámgép-programnyelv hazai applikálásával foglalkoznak.

Mint az elmondottakból látható, vannak olyan konkrét, iparilag használható és nem túlságosan távoli határidejű célkitűzéseink, melyeken fel tudjuk mérni erőnket, lehetőségeinket, ki tudjuk próbálni távlati elképzeléseink realitását. Ami az előttünk álló közvetlen feladat, az azoknak az idén és jövőre megérő tapasztalatoknak a helyes értelmezése, melyek az első eredményekből, így a *Péti Nitrogénművek* számológépes irányításából, az első önműködően készíthető bonyolultabb digitális berendezésekből, az első pályavezérlési munkákból leszűrhetők lesznek a továbbiakra vonatkozólag. A másik feladat az együttműködés további szilárd bázisának megteremtése, ami nem elhatározás kérdése — amint azt nem egyszer hangsúlyoztam, hiszen a jószándék mindenhol megvan — hanem a közös munka közös tapasztalatainak hosszú távra történő realizálása.

### III. Zárószó

Az elmondottak számos kételyt tartalmaztak, és nem túl sokat ígértek. Azt hisszük, hogy ez így reális és így helyes. Számunkra most az a lényeges, hogy bombasztikus frázisok, nagyhangú ígéretések és áltudományos nagyképűsködés helyett a hazai tudomány szerény szolgálóként igyekezzünk tevékenységünket azokra a feladatokra koncentrálni, amelyek körülményeink között megoldhatóknak tűnnek, és gyors, látványos, kirakatjellegű, de azután szét hulló és nehezen ellenőrizhető eredmények helyett inkább a nagy csoportok egyszerű mestermunkájára irányítsuk a figyelmet, amely a mai tudomány igazi tevékenységét jellemzi, mert a valóban szilárd, a népgazdaság mérlegében is érzékelhető eredmények századunk második felében csak nagy kollektívák áldozatkész munkájával és egyúttal nagy eszközök ráfordításával születnek.

## HOZZÁSZÓLÁSOK

KALMÁR LÁSZLÓ

AKADÉMIKUS

BENEDIKT akadémikus előadásához elsősorban a hazai kibernetikai kutatások fejlesztése szempontjából kívánok hozzászólni. Egyetértek BENEDIKT akadémikussal abban, hogy hazánkban elsőként azokkal a kibernetikai problémákkal kell foglalkozni, azokra kell a legtöbb szellemi és anyagi eszközt összpontosítani, amelyek a műszaki haladáshoz, az automatizáláshoz a legszorosabban kapcsolódnak. Ugyanakkor helyesen emeli ki BENEDIKT akadémikus, hogy a Magyar Tudományos Akadémiának nem szabad a kibernetika többi területét sem teljesen mellőznie. Ezt azzal indokolja, hogy csak abban az esetben ismerhetjük fel azokat a pillanatokat, amikor bizonyos más témák kutatásához nagyobb intenzitással kezdhetünk, ha egyes egyedi kutatók vagy kisebb csoportok rendszeresen tájékozódnak az általános fejlődésről és az azzal kapcsolatos problémákat saját gyakorlatukban is megismerik.

BENEDIKT akadémikus ezen érveivel azonban szeretnék további érveket is hozzáfűzni. A kibernetika, bár hallatlanul széles területet felölelő, mégis egységes tudomány. Általános kibernetikai törvényeket, amelyek aztán egy-egy szakterületen, pl. éppen a műszaki tudományok területén újszerű alkalmazások lehetőségéhez vezetnek, csak úgy lehet felismerni, ha egyes mozgásformákkal foglalkozó szaktudományok területén összegyűlik elegendő konkrét anyag ahhoz, hogy azokból ilyen törvényeket lehessen absztrahálni. Ez következik a kibernetika törvényeinek abból a természetéből, hogy azok különböző mozgásformájú anyagi rendszerekben végbemenő vezérlési, irányítási és szabályozási, valamint informatikai folyamatok esetén érvényesek, bár minden egyes konkrét esetben az éppen jelenlevő mozgásforma specifikus mozgástörvényeivel együttes hatásban érvényesülnek. Ez az oka annak, hogy valóban új és értékes kibernetikai eredményeket csak olyan intézményekben sikerült elérni, ahol különböző szakterületek, mint a műszaki tudományok, a fizika, a kémia, a biológia, a nyelvtudomány, a matematika stb. mind képviselve vannak, és az e szakterületeket képviselő kutatók között szoros tudományos együttműködés folyik.

Hogy konkrét példát említsek, a matematikai nyelvészet módszereit eredetileg elsősorban a gépi fordítás és néhány ahhoz kapcsolódó célkitűzés, mint pl. a gépi kivonatolás szükségleteinek kielégítése végett fejlesztették ki. Ma már azonban az automatikus alakfelismerés területén is alkalmazásra kerülnek, beleértve a vizuális és akusztikai alakok felismerésén kívül az olyan kérdéseket is, mint a különböző természeti kincseknek a föld mélyében való jelenlétére utaló geológiai alakzatok felismerése, vagy akár műszaki berende-

zések, akár élő szervezetek hibás működése okainak diagnosztizálása a megfigyelhető tünetek alapján.

Megpróbálom röviden megmagyarázni, hogyan lehet ilyen kérdésekre matematikai nyelvészeti módszereket alkalmazni. Nemcsak a szoros értelemben vett nyelvek tekinthetők természetes nyelveknek, hanem pl. az a nyelv is, amelyen, ti. a tünetek nyelvén, a beteg szervezet „megmondja”, mi a baja és hogyan lehet meggyógyítani, vagy amelyen a geológiai mérési adatok együttese a föld mélyében rejlő kincsekről nyújt információt a földet „vallató” geológusoknak. Nos, az alakfelismerésre alkalmazott hagyományos módszerek úgy próbálták felderíteni ezeknek a nyelveknek a törvényszerűségeit, mint ahogyan a régész próbálja a számára teljesen ismeretlen nyelven írt feliratot megfejteni, holott az orvos meglehetősen jól ismeri a betegség tüneteinek nyelvét, hasonlóan a geológus a föld nyelvét és természetesen a műszaki szakember is azt a nyelvet, amelyen valamely berendezés a hibás működés módjával vagy az azt kísérő zajokkal, szikrázással stb. megmondja, mi a baja. Az orvos, a geológus, a műszaki szakember e teoretikus tudását csak a matematikai nyelvészeti módszereinek felhasználásával lehet beépíteni az alakfelismerési algoritmusba. De hatékonyabban lehet pl. vizuális alakokat is felismerni valamely e célra készült berendezéssel, ha nem pusztán a felismerendő alak képelemei feketeségi foka, mint koordináták által meghatározott többdimenziós térbeli pont helyzete és a már felismert, vagy eredetileg megadott alakoknak megfelelő ilyen pontok helyzetének statisztikai eloszlása alapján készítjük a felismerési programot, hanem azt tudjuk meg, hogy a felismerendő alakok milyen egyszerűen felismerhető részekből állnak, azok milyen szintaktikai szabályok alapján kapcsolódnak össze (ezt esetleg csak „szabványos” alakok esetén adhatjuk meg, de megadjuk azokat a transformációkat is, amelyek a többi alakot ezekből előállítják), továbbá azokat a szemantikai szabályokat, amelyek előírják, hogy egy-egy, az előbbi szabályok alapján végzett szintaktikai elemzés eredményétől függően milyen alakként ismerje fel a berendezés a felismerendő alakot, vagyis hogyan reagáljon arra.

Nyilvánvaló, hogy az alakfelismerési problémák korszerű megoldása nagyon lényeges feltétele az automatizálás hazai fejlődésének, hiszen ezek a problémák BENEDIKT akadémikus előadásában is kiemelt, az irányításnál felmerülő különböző identifikációs problémák sorába tartoznak. Így az elmondott példa mutatja, hogy kár lett volna, már csupán az automatizálási kutatások szempontjából is, elhanyagolni hazánkban a matematikai nyelvészeti kutatásokat, sőt, azok intenzívebb művelése lett volna kívánatos, mert ez megteremtette volna annak lehetőségét, hogy az irányításnál felmerülő identifikációs problémák megoldása során rövid idő alatt áttérhessünk a legkorszerűbb módszerek alkalmazására.

Ami azt a kérdést illeti, hogy a kibernetika azon területein, amelyekről pillanatnyilag nem látszik, hogy a műszaki haladáshoz, az automatizáláshoz szorosan kapcsolódnának, elegendő-e a nemzetközi fejlődéssel információs, esetleg kísérlet-reprodukciós alapon lépést tartani, és hogy ez kisebb egyetemi vagy egyéb kutatócsoportok feladata-e csupán, az a véleményem, hogy ezt a kérdést azoknak a tudományos osztályoknak kell társadalmi felelősségük és a rendelkezésükre álló eszközök terjedelmének tudatában eldönteniük, amelyek szakterületén már jelenleg is értékes alkalmazások várhatók a kérdéses területen folyó kibernetikai kutatásoktól.



A Műszaki Tudományok Osztályának kezdeményezésére az Akadémia elnöksége 1966. május 31-én, 1/1966. sz. határozatában egyetértett azzal, hogy a kibernetikának az automatizáláshoz kapcsolódó része fokozott támogatást igényel, továbbá, hogy az automatikai és kibernetikai kutatások továbbfejlesztése érdekében biztosítani kell a szegedi matematikai logikai iskola munkájának folytonosságát, ill. fokozását. Ennek ellenére az Akadémia Matematikai Logikai és Automataelméleti Kutató Csoportja, amely egyrészt a Magyar Tudományos Akadémia Automatizálási Kutató Intézetével, másrészt az Ukrán Szocialista Szovjet Köztársaság Tudományos Akadémiájának Kibernetikai Intézetével szoros tudományos kapcsolatokat tart fenn, még ma is csak kisebb tanszéki kutatócsoport, hiszen mindössze két akadémiai tudományos munkatársi álláshellyel rendelkezik és egy harmadik ilyen álláshelyre 1967. július 1-től van kilátása. Azoknak a tanszéki dolgozóknak pedig, akik ugyancsak 1967. július 1-től e kutatócsoport keretében fogják tudományos munkájukat végezni, éppen elég, a kutatócsoport tárgykörétől eltérő oktatási feladatuk van ahhoz, hogy ezek bekapcsolódását se lehessen nagymértékű nyereségnek tekinteni a kutatócsoport szempontjából. Ezek a körülmények, nem pedig a népgazdaság szempontjából fontos műszaki problémák matematikai logikai és automataelméleti vetületével való foglalkozás iránti készségünk hiánya az oka annak, hogy pl. az Automatizálási Kutató Intézetnek egy-egy probléma felvetésétől számítva túlságosan hosszú ideig kell várnia ahhoz, hogy tőlünk gyakorlatilag felhasználható tudományos eredményeket kapjon.

Ehhez még valamit szeretnék hozzáfűzni. Az említett két akadémiai státushelyen dolgozó munkatársam közül az egyik, aki éppen egy, az Automatizálási Kutató Intézet által az integrált szilárdtest-áramkörü elemek segítségével történő logikai tervezéssel kapcsolatban felvetett matematikai logikai optimalizációs kérdéssel foglalkozik, a közeljövőben szándékozik egyetemi doktori szigorlatot tenni. Disszertációja azonban nem az említett matematikai logikai probléma megoldására irányuló kutatásai során eddig elért, nagyon értékes eredményeket tartalmazza, hanem olyan tételeket, amelyeket a matematikai logikai kutatásai közben, mintegy pihenőként, régebbi szakterülete, az ortogonális sorok elmélete körében bizonyított be. Bár az ortogonális sorok elméletének szakemberei ezeket az eredményeit is nagyon értékesnek tartják, fiatal munkatársunk maga bevallotta, hogy lényegesen könnyebb egy-egy ilyen tételt bebizonyítani, mint a kidolgozás alatt álló matematikai logikai optimalizációs algoritmus egy-egy részalgoritmusát kidolgozni. Azonban a hazai matematikus közvélemény értékesebbnek tart a matematika valamely hagyományos területén elért, tételek és bizonyítások formájában megfogalmazott elméleti eredményt, mint valamely gyakorlati alkalmazás során felmerülő problémára a matematika újabban keletkezett módszereinek kevésbé elegáns alakban megfogalmazható felhasználását. Érthető, hogy egy pályája kezdetén álló fiatal kutató nem akarja kockáztatni, hogy egyetemi doktori értekezését azért ne fogadják el, mert eredményeinek jelentőségét esetleg az egyik bíráló azoknak a matematikai hagyományos területein megszokott formáktól való eltérése miatt nem tudja felismerni. Természetesen elvben minden matematikus elismeri a matematika alkalmazásának nagy jelentőségét. Konkrét esetben azonban, amikor egy-egy tudományos eredmény — akár egy egyetemi doktori, kandidátusi, vagy a tudományok doktora fokozatért benyújtott disszertáció, vagy akár csak egy matematikai folyóirathoz közlésre benyúj-

tott dolgozat — elbírálásáról van szó, legtöbb tekintélyes matematikusunk elsősorban nem a tudományos eredmény gyakorlati alkalmazásának társadalmi értékét nézi, hanem azt, milyen mértékben gazdagította a kérdéses tudományos eredmény elméleti szempontból a matematikai tudományokat. Ezért a matematikus közvéleményt kell megváltoztatni ahhoz, hogy az értékes elméleti eredmények mellett a gyakorlati alkalmazás szempontjából fontos matematikai eredmények is legalább a hozzájuk szükséges szellemi erőfeszítés arányában elismerésre találjanak. Úgy gondolom, a Műszaki Tudományok Osztálya értékes segítséget nyújthat a hazai matematikus közvélemény ilyen tekintetben való megváltoztatására irányuló törekvéseinkben.

### FREY TAMÁS

#### A MATEMATIKAI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

BENEDIKT akadémikus előadásához csatlakozva vázolni kívánom a Számítástechnikai Központban folyó, és az automatizálás hosszútávú feladataihoz kapcsolódó matematikai, ill. programozáseméleti munkákat, röviden tájékoztatást adva a már most is látható nehézségekről, továbbá azokról a területekről, amelyek megoldásában fontos számítástechnikai résztermékeket is ki kell dolgoznunk, de amelyek tudományos bázisát még nem sikerült létrehozni.

A stacionáriusnak tekinthető ipari folyamatok számológépes irányításának területén viszonylag könnyen meg lehetett oldani az Automatikai Kutató Intézet és a Számítástechnikai Központ együttműködését. Az utóbbi *Operációkutatási Osztálya* ugyanis már több éve foglalkozik — gazdaságossági és tervezési feladatok megoldása céljából — lineáris, ill. nemlineáris optimalizálással, a különböző megoldási módszerek stabilitásával, konvergenciasebességével, és memóriakapacitás-igényével. A kimunkált eredményeket viszonylag kis módosításokkal alkalmazni lehetett azokban a folyamatirányítási algoritmusokban, amelyek az Automatizálási Kutató Intézetben készülnek. A kidolgozás fázisában levő munkák viszont azzal biztatnak, hogy a mélyebb összefüggéseket is feltáró, több üzemi pontot figyelembe vevő, magasabbrendű közelítésekre támaszkodó irányítási algoritmusokat is viszonylag rövid idő alatt le lehet futtatni a használt számológépen. Különösen eredményes lehet az együttműködés az optimális irányításnak — változócsoportok particionálási révén történő megoldásában, mert sok ilyen matematikai módszert vizsgáltunk meg a lineáris és nemlineáris optimalizálással kapcsolatban a legkülönbözőbb elméleti és gyakorlati szempontok figyelembevételével, és ezek közül jó néhány használhatónak látszik — kisebb módosításokkal — az irányítás területén felmerülő particionálási feladatok megoldására is.

Sokkal nehezebb lesz — bár a közeljövőben mindenképpen meg kell oldanunk — a két intézet együttműködését a dinamikus folyamatok optimális irányításának területén megszervezni. A Számítástechnikai Központban egyrészt a *Kibernetikai Osztályon* foglalkozunk optimális folyamatokkal kapcsolatos elvi kérdésekkel, numerikus, ill. közelítő módszerekkel, stabilitási vizsgálatokkal, másrészt a *Valószínűségelméleti és Statisztikai Osztályon* folyó olyan elméleti és számológépes kísérleti munkák, amelyek lehetővé teszik azoknak a statisztikai összefüggéseknek és törvényszerűségeknek a felderítését, amelyek lényeges szerepet játszanak egy-egy konkrét bonyolult dinamikus

folyamat optimális irányítási algoritmusában. A két intézmény kutatói között e két területen a közelmúltban megindult tapasztalatcsere azonban azt mutatta, hogy nagyon eltérő aspektusok irányították eddig a különböző csoportok vizsgálatait. A matematikai szempontból viszonylag könnyebben kezelhető modellek ugyanis általában olyan információk ismeretét tételezik fel, amelyek egy része a gyakorlati problémáknál nem hozzáférhető; emellett általában olyan vezérlési terekben lehet viszonylag könnyen megközelíteni az optimumot, amelyek műszaki szempontból hozzáférhetetlen paramétereket is tartalmaznak. A munka első fázisában, az „ismerkedés” korszakában valószínűleg elkerülhetetlen, hogy a problémakört a különböző szakterületek oldaláról megközelítő kutatók elsősorban a saját területük hagyományos fogalmaira, módszereire és fegyvertárára támaszkodjanak. Most azonban már elérkezett annak az ideje, hogy a matematikai modellek vizsgálatánál egyre erősebben figyelembe vegyük a mérés technikailag hozzáférhető bemenő-információk, ill. a műszakilag valóban irányítható vezérlési paraméterek valódi halmazát; a mérnököknek viszont a problémák felvetésénél és a gyakorlati megoldási módszerek kimunkálásánál maximálisan tekintetbe kell venniük azt, hogy milyen matematikai modelleknél van remény hatékony megoldási algoritmusok kidolgozására. A közeljövő egyik legfontosabb feladatának látszik az együttműködés olyan formáinak létrehozása, amelyek biztosítják a hatékony kétoldalú közeledést.

Hasonlóképp a közeljövő feladata a vezérlési, ill. irányítási feladatok megoldására orientált programnyelvek, ill. ezekhez tartozó jó fordítóprogramok kidolgozásában az együttműködés elmélyítése. E feladatkör *első fázisa*: azoknak a fogalmaknak, formulatípusoknak, ellenőrzési és méretezési módszereknek, ill. formuláknak összegyűjtése és a lehető legpontosabb leírása, amelyek a kérdéses feladatkörben előfordulnak, döntően mérnöki munka. *A második fázis*: ezek alapján a nyelv szintaxisának és szemantikai vonatkozásainak precíz kidolgozása és a fordítóprogram elkészítése viszont matematikai feladat. Mindkét fázishoz biztosítani tudjuk a megfelelően képzett szakembereket. A felmerülő feladatok munkai igényessége azonban — ahogy ezt BENEDIKT akadémikus referátumában vázolta — olyan nagy, hogy lehetőleg minden, külföldön már elkészült programot át kell vennünk az akadémiai számológép megvásárlásakor, mert még ezeknek a hazai anyagokhoz és szabványokhoz történő adaptálása is óriási munkát igényel. Intenzív kutatómunka indult meg a Számítástechnikai Központ Kibernetikai Osztályán az automaták matematikai elmélete, főleg pedig a számológéppel is realizálható redukciós és konstrukciós algoritmusok, továbbá az ún. kísérleti algoritmusok területén; ez utóbbiak révén ismeretlen tulajdonságú automatákra vonatkozó információkat lehet feldolgozni, és ezáltal azokat egyre pontosabban utánozó automatákat lehet konstruálni. Az így kimunkált algoritmusok hatékony segédeszközöket jelentenek egyfelől az identifikációs problémák, másfelől a digitális rendszer-technika egyes tervezési feladatainak megoldása területén. Mindkét vonatkozásban kezd kialakulni az együttműködés az Automatikai Kutató Intézet és a Számítástechnikai Központ kutatói között.

BENEDIKT akadémikus referátumában említette, hogy ki kell fejleszteni olyan önműködő digitális rendszertervező és építő számítástechnikai módszereket és ezen alapuló technológiákat, amelyek lehetővé teszik középnyomultságú rendszerek automatizált gyártását. Ennek a feladatnak van több olyan matematikai vetülete — a Boole-függvények egyszerűsítésére szolgáló külön-

böző algoritmusok, gráfelméleti és topológiai jellegű problémák optimális és technológiailag is könnyen realizálható digitális megoldási algoritmusai, ahol jelenleg még nem rendelkezünk elegendő tapasztalattal, ill. megfelelően képzett szakemberekkel ahhoz, hogy sikeresen megbirkózhassunk a problémákkal. Nagyon fontos feladatunk tehát, hogy ezeken a területeken a gyors tudományos fejlődés lehetőségeit megteremtsük.

BENEDIKT akadémikus előadásában részletesen beszámolt arról, hogy az „Automatizálási kutatások” komplex bizottság egyik legfontosabb feladata a felmerülő, több tudományág szakembereinek együttműködését igénylő feladatok megoldásának biztosítása céljából a különböző szakterületek kutatói között az intenzív tudományos tapasztalatsere és együttes munka feltételeinek megteremtése. Az elmondottak is alátámasztják a feladat fontosságát.