

KOMPLEX RST FOLYAMATOK VIZSGÁLATA SZIMULÁCIÓS MÓDSZEREKKEL

PREZENSZKI József, KERESZTÚRI János, VÁRLAKI Péter

Budapesti Műszaki Egyetem, Közlekedésmérnöki Kar
Közlekedéstechnikai és Szervezési Intézet

Az elmúlt időszakban végzett kutatások áttekintése

A KSZI Közlekedésüzemi Osztályán 1975 óta folytatunk kutatásokat az RST folyamatok irányítási rendszerének modellezése területén. A vizsgálatok jellege, módszertana szempontjából az 1975–80 közötti időszak a témában végzett kutatások első előkészítő, problémafeltáró szakaszának tekinthető.

Ebben az időszokban figyelmünket elsősorban az irányítási rendszerhierarchia fő összetevőire, kapcsolataira, funkcióira, valamint az RST fizikai alapfolyamatok tanulmányozására, matematikai, statisztikai és számítógépes szimulációs modellezésére fordítottuk.

Ezen feltáró, elemző kutatási fázisban az alábbi területeken végeztünk részletes vizsgálatokat.

— Az irányítási rendszer tervezési, termelésprogramozási, ellenőrzési funkcióinak, folyamatainak, alrendszerének elemzése. Ezen belül az operatív és a rövidtávú, a középtávú és a hosszútávú irányítási, tervezési rendszerek összetevőinek, feladatainak, célrendszerének vizsgálata és behatárolása képezte a fő feladatot.

— Az RST fizikai, technológiai alapfolyamatok szimulációs modellezési technikájának megismerése, több komplex RST rendszer modelljének kidolgozása és számítógépes realizálása.

A legjelentősebb eredmény egy általánosnak tekinthető közúti—vasúti komplex rakodási rendszer alap- és segédfolyamatait leíró szimulációs modell kidolgozása volt. Matematikailag a szimulált rendszer többdimenziós sztochasztikus igényfolyamattal vezérelt, adott megbízhatósággal és az igény paramétereitől függő, szelektív kiszolgálási kapacitású tömegkiszolgálási modell, ahol a kiszolgálás időben dinamikusan változó prioritás szerint történik.

A modell kifejlesztését, számítógépes realizálását FORTRAN IV. programnyelven végeztük, SIEMENS 4004-es számítógépen. A programrendszerrel kísérletet folytattunk a rendszerparaméterek, a rendszerviselkedéssel kapcsolatos hipotézisek ellenőrzésére.

— Elemeztük a kidolgozott szimulációs modellekre vonatkoztatva a statisztikai modellezés lehetőségeit. Ennek során adaptáltuk a nem lineáris dinamikus sztochasztikus rendszerek paramétereinek, rendszerviselkedési jel-

lemzőinek becslésére, statisztikai elemzésére alkalmas ún. diszperziós identifikációs módszert a komplex rakodási rendszerekre. Kidolgoztunk konkrét diszperziós modellek számítógépes realizálására alkalmas algoritmusokat. Továbbá specifikáltuk a statisztikai modellt a kidolgozott és bevizsgált szimulációs modellünknek megfelelő rendszerre.

— Vizsgáltuk és tapasztalatokat szereztünk valós RST rendszerek (különböző szállító, termékellátó és feldolgozó vállalatok) irányításával, szervezésével kapcsolatos problémakörökről, a valós feladatok, teljesítmények, igények nyilvántartásának, előrejelzésének, kezelésének, tervezésének és tervezhetőségének szövevényes kérdéseiről.

Tapasztalatok, következtetések, további feladatok

Az előzőekben vázolt kutatások eredményei olyan felismerésekhez vezetnek, amelyek nyomán felvetődött a kutatási irányok egységes újraértékelése, újraértelmezése.

A részben általános elvi, részben technikai, módszertani jellegű felismerések közül — nem fontossági sorrendben — az alábbiakat emeljük ki.

— A szimulációs modellek rendkívül rugalmasak és pontos képet adhatnak egy adott rendszerre vonatkozóan, viszont nehezen általánosíthatók, erősen rendszer-függőek. A valós rendszer fizikai, információs, döntési folyamatainak részletes leképezését igényli, az adott rendszer komplexitásának függvényében. Ennek következtében a ráfordítások is jelentősek.

— A statisztikai rendszervizsgálatok, modellek egyrésze túl általános, másrészt a komplex modellek adat- és számítási igénye, továbbá az ezekkel kapcsolatos ráfordítások (valós rendszereknél) a realizálhatóságot meghaladó mértékű lehet; ennek következtében ezen modellek verifikálhatósága, „jóságuk” meghatározása, ellenőrzése, illetve alkalmazási körük behatárolása, pontosítása nehezen tisztázható.

— A „klasszikus” matematikai vizsgálatok (pl. az ismert tömegkiszolgálási modellek) elégtelennek bizonyulnak komplex rakodási rendszerek modelljének felépítésére, a rendszerirányítás számára.

— A szimulációs technika számítógépes realizálásánál az eljárás orientált programozási nyelvek használata — esetünkben a FORTRAN — már kisebb méretű problémák esetében is nehézkes, különösen, ha az állapotváltozásokat, rendszerkomponensek hatásait követni kívánjuk a szimulációs ciklus alatt. Nem beszélve azokról a nehézségekről, amelyek akkor jelentkeznek, ha a modell struktúráját is kívánjuk változtatni a kísérletek során.

— Az irányítási rendszer modellezésekor meghatározó fontosságú az igények jövőbeni előrejelzésével, ütemezésével, módosításával, a rendszer és környezete adaptívásával, vagyis a termelés tervezéssel, termelés programo-

zással kapcsolatos hatások, tevékenységek, lehetőségek figyelembevétele, elemzése.

Az RST irányítási rendszerek szimulációs modellezésekor a rendszereket zárt rendszerként kezeltük, erősen leegyszerűsítve azt a dinamikus kölcsönhatást, amely az adott rendszer és a környezete, a környezetét képező rendszerek között létezik.

A valóságban viszont az adott rendszer olyan konkrét környezeti rendszerekkel van kapcsolatban, amelyek felől érkező tranzakciókkal (információkkal, feladatokkal, hatásokkal stb.) kapcsolatban különböző mértékű előrejelzés, felkészülés, dinamikus visszahatás is lehetséges. A valóságban ez a kölcsönhatás függ az adott rendszerek közötti (információs, emberi stb.) kapcsolatok fejlettségétől, illetve az erre fordított szellemi és anyagi ráfordítások mértékétől; s mint ilyen, hatását, lehetőségeit tekintve vizsgálandó.

— Egy további felismerés az operatív irányítási rendszerek modellezésénél a tranziencia kérdése. Az előzőekben vázolt zárt rendszermodellek viselkedését általában valamilyen folytonos, állandósult eloszlású bemenetekre tanulmányoztuk. Holott a gyakorlati RST rendszereknél alapvető sajátosság a tranziencia, a műszakkezdés, műszakvége stb. okokból adódó permanens „ki-be kapcsolás”. Ezen sajátosságból származó következmények és lehetőségek modellezésével és elemzésével adósok vagyunk.

A korábbi évek vizsgálatainak tapasztalatai és felismerései birtokában 1980-ban több évre szóló, új, átfogó kutatási programot dolgoztunk ki, amely jelentősen módosított, továbbfejlesztett cél- és eszközrendszert tartalmaz, az eddigieknél több szellemi erőforrást igényel és összehangolt szervezést, együttműködést kíván.

A kutatás alapvető célkitűzései a következőkben foglalhatók össze.

- Az RST rendszerek vizsgálatát, modellezését kiterjesztjük az irányítási dinamikus, környezettel kölcsönhatásban levő, adaptív tervezési lehetőség vizsgálatának irányába.
- Az irányítás, elsősorban operatív, rövidtávú funkcióit, folyamatait vizsgálva, modellezve a gyakorlat, a tervezés és az oktatás számára is hasznosítható, alkalmazható módszereket, eljárásokat dolgozunk ki.
- A kutatás részeredményeit adaptáljuk vállalati alkalmazásokra, behatárolva az alkalmazás, bevezetés szervezési, információs, érdekeltségi stb. feltételeit is.

Az adaptív RST rendszer szimulációs alapmodellje

Az adaptív, előrettekintő, termeléstervezési, irányítási funkciókat, hatásokat is elemző szimulációs eljárás képezi a modellezés lényegét.

A szimulációs modell RST technológiai összetevőjének alapja a korábban kimunkált komplex rakodási-szállítási rendszer, a következő módosításokkal.

— A FORTRAN programnyelvről áttérünk az alapfolyamatok rendszerváltozatainak, struktúrájának hatékonyabb (legalább egy nagyságrenddel komplexebb) elemzését biztosító GPSS 360. szimulációs programozási, illetve modellalkotási technika alkalmazására. A rendszert a BME R32 típusszámítógépes IBM operációs rendszerén fejlesztjük ki. Ez természetesen azt jelenti, hogy az alaprendszert is valójában újra kell, ill. kellett tervezni és kiegészíteni a hiányzó, illetve az új software által biztosított nagyobb lehetőségekkel.

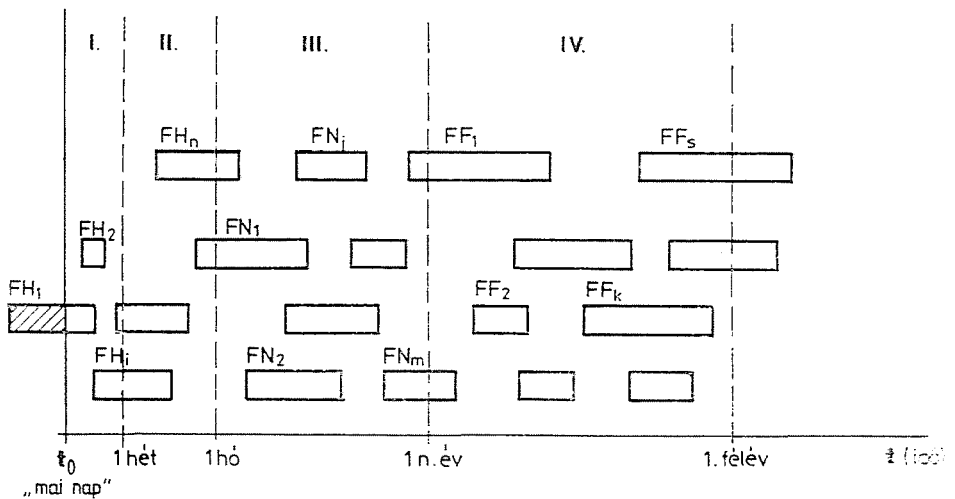
— Az alapmodell kibővül, az elméleti szempontból leglényegesebb, adaptív jellegű, környezeti (input-output) oldalt elemző, a feladat-tervezést, irányítást szimuláló algoritmusokkal.

Az RST feladatokat végrehajtó, az RST folyamatokat szimuláló alrendszer felé a környezetből érkező igényeket, tranzakciókat modellünkben a következőképpen jellemezhetjük (1. ábra):

Az igények, illetve a várható igények-aktualitásukat, illetve a szimuláció során kezelésüket tekintve 4 különböző időintervallumba eshetnek, a „mai nap” mint origótól számítva.

I. Operatív-végrehajtási intervallum (pl. $t \leq 1$ hét). Ezen időtartományban jelentkező feladatok, tranzakciók bekerülnek a feladatvégrehajtó rendszerbe, vagyis az adott igényparaméterekkel jellemzett (beérkezési időpont, mennyiségi, prioritási, kapacitásjellemzők stb.) RST igényre megtörténik a kezelési szimuláció.

II. Operatív-irányítási I. intervallum (pl. $1 \text{ hét} < t \leq 1 \text{ hó}$). Állapotváltozás szempontjából ebben az intervallumban jelentkező feladatok egy része



1. ábra. Vázlat a környezetből érkező igények, tranzakciók szemléltetéséhez

módosul. Modellünkben véletlenszerű S1 % (pl. 5%-)ban a feladatok részben jelentkezési időpontjukat tekintve módosulnak az adott intervallumon belül, vagy átkerülnek más intervallumba, illetve megszűnnek, vagyis folyamatosan változik a feladat, igény (tranzakció) oldal, mielőtt még elérné a feladatvégrehajtó fázist.

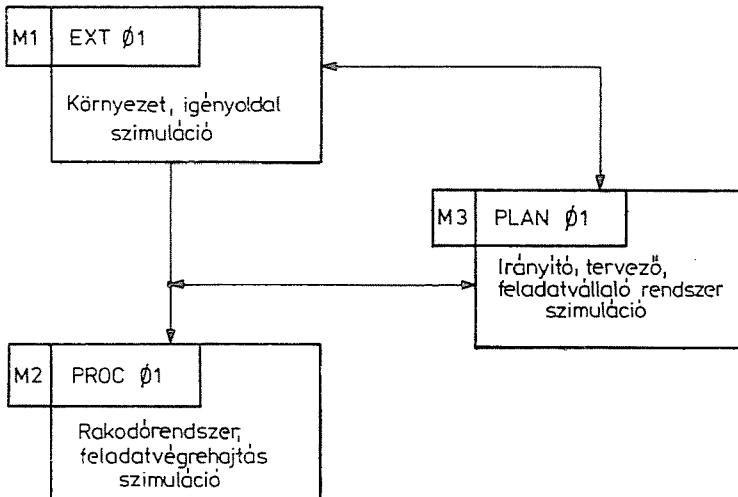
Írányítási szempontból ezen feladatok egy része, modellünkben S2 %-a (pl. 8%) jelentkezési (vállalási) időpontjukat tekintve módosítható (áttervezhető).

A III. Operatív-irányítási 2. intervallum és a IV. rövidtávú-irányítási 1. intervallum hasonlóképpen jellemezhető, mint a II., azzal a különbséggel, hogy az S1 és S2 értéke, a módosulás, változás és a módosíthatóság mértéke különböző (egyre nagyobb mérvű pl. IV. int.-ben S1 = 25%; S2 = 40%).

— A vázolt környezeti hatásokat reprezentáló alrendszer és az RST feladatokat végrehajtó, szimuláló alrendszer között helyeztük el az irányítási alrendszert, amely a két alrendszert kapcsolatában különböző irányítási (tervezési, ellenőrzési) stratégiával, algoritmusokkal hat az RST rendszer (modell) működésére (2. ábra).

Meg kívánjuk jegyezni, hogy a végrehajtó alrendszer is tartalmaz a végrehajtó, termelő rendszerbe ténylegesen beérkező RST feladatok ellátásához operatív irányítási jellegű funkciókat, eljárásokat ún. feladat és erőforrás összerendelő, allokáló algoritmusokat (ezek a hagyományosan művezetői, diszpécses szintű tevékenységek).

Az irányítási blokkba olyan tervező-irányító tevékenységeket, funkciókat rendeltünk, amelyek a környezeti rendszerrel, a környezetből érkező igényekkel



2. ábra. A környezeti, az irányítási és a végrehajtó alrendszerek folyamatait szimuláló modellek kapcsolata

nyek, feladatok aktív befolyásolását végzi, a végrehajtó alrendszer s egyúttal az egész rendszer működésének, hatékonyságának növelése, kialakítása céljából (pl. egyenletes kapacitáskihasználás, várakozási sorok csökkentése, vissza-utasított igények számának csökkentése, feladatok vállalt határidejének teljesítése stb.).

A vázolt szimulációs modellel kísérleteket végeztünk, amelyek a következő csoportokba sorolhatók.

1. Futássorozatok az MI irányítási modul bekapcsolása nélkül. Vagyis ilyenkor a környezetből érkező igényekkel érdemileg akkor foglalkozunk, amikor a végrehajtási szakaszba kerülnek („Ad-hoc irányítás”).

2. Futássorozatok, amelyeknél az irányítás egyetlen kezdeti időpontban a teljes időhorizontra készít egyetlen tervet, vagyis elvégezzük időszelentenként a várható beérkezésre az igény-kapacitás összevetést s ennek megfelelően a feladatok átrendezését (vállalását). Majd ezt követően kikapcsoljuk az irányítási modult, vagyis a menet közbeni változásokra az irányítási alrendszer nem reagál. (Időszakosan, pl. fél évre, egy évre stb. tervező irányítás.)

3. Futássorozatok, amelyeknél—különböző irányítási algoritmusokkal folyamatos illetve permanens (pl. heti és havi) aktualizálás, tervezés, beavatkozás történik. (Irányítási modul folyamatosan bekapcsolva. Permanens termelés-tervezés-irányítás.)

A fentiekben leírt kísérletsorozatokat további két változatban tervezzük végrehajtani:

- A végrehajtási alrendszer folyamatosan fogadja és kezeli a beérkező igényeket.
- A végrehajtási alrendszer permanens tranzienciával működik (műszakkezdés-műszakvége állapotok, megszakítások).

A jelenlegi kutatási fázisban a program tesztelését követően sor került az 1. és 2. pontokban leírt futtatásokra, folytatjuk az eredmények kiértékelését és a 3. pontban vázolt kísérletek előkészítését.

Az eddigiekben leírt modellezési kísérletekről az alábbiakat várjuk.

A gyakorlatban meglevő különböző irányítási helyzeteket szimulálva, meggyőző adatokat remélünk e területen rejlő jelentős tartalékokra, azok feltárási lehetőségeire, valamint a fejlesztés irányaira.

A szimulációs modell statisztikai és matematikai modellezésével (tulajdonképpen a modell modelljeivel) és azok elemzésével meg kívánjuk vizsgálni az egyes módszerek alkalmazási lehetőségeit, korlátait, hatókörét, valamint különböző esetekre (pl. tranziencia esete) — az egyes módszerek korrekciós szükségleteit.

Dr. Prezenszki József egy. docens, a közlekedéstudományok kandidátusa

Dr. Kereszturi János tudományos munkatárs

Dr. Várlaki Péter tudományos főmunkatárs, a műszaki tudományok kandidátusa