

# OTKA, Intelligens Gyártórendszerek

## Zárójelentés

A témakörben a pályázat támogatási évei alatt, úgy ítéljük, hogy sikerült átütő eredményeket elérni. Jelentős eredménynek tartjuk, a korábbi kutatásokra épülő új módszerek publikálását a „MECHATRONICS” (Nagy-Britannia) és a „Robotics and Computer-Integrated Manufacturing” (USA) folyóiratokban. Ezek a világ vezető szakmai folyóiratai. Így az alapkutatói eredmények széleskörben elérhetővé válnak. Az a véleményünk, hogy ezek az eredmények a közeljövőben egyre jobban alkalmazáséretté fejleszthetőek. A BME Periodica Polytechnika folyóiratában megjelent alapvető cikket a fenti folyóiratokban megjelent 3 további cikk követte. Különösen jelentősnek tartjuk a Robotics and Computer Integrated Manufacturing folyóiratban a legutóbbi időben megjelent dolgozatot, amely a gyártásütemezés teljesen új távlatait tárja fel (J. Somló, A.V. Savkin, „Periodic and Transient Switching Server Schedules for FMS” Robotics and Computer-Integrated Manufacturing 22 (2006) 93-112). A cikk a hibrid dinamikus (kapcsolt szerver) ütemezés teljesen új aspektusait tárja fel. Bemutatja, hogy a gyártási követelmény ráta javasolt meghatározása adott paraméterű periodikus folyamatokhoz vezet, amelyek kiválóan alkalmasak a gyakorlati alkalmazásra. A módszer alkalmazása (talán egy kicsit eltúlozva, de nem alapok nélkül) forradalmi változást eredményezhet a gépipari gyártásütemezésben. Rugalmas rendszerekben az erre alapozott irányítások automatikus ütemezéshez vezethetnek. Ez a korábbiakhoz képest jobb minőségű folyamatokat eredményez a szervezési munkák drasztikus csökkenése mellett. Mivel az érintett területeken realizált értékteremtés a világon csak sok százmilliárdos (EURO, vagy USD) nagyságrendekkel jellemezhető, nehéz túlértékelni a problémák megoldásának fontosságát.

A javasolt megoldások egy fontos vonása, hogy az automatikus ütemezés egyben a rugalmas széria felbontás (lot streaming) problémáját is megoldja, amely területen jelentős elméleti eredmények mindezekig nem álltak rendelkezésre. A módszer egyben alkalmazza az átlapolós gyártást, amely a gyártási kapacitások kihasználását jelentősen fokozza.

Az eredmények elérésében jelentős szerepet játszott az OTKA utazási lehetősége és az „Australian Research Council” támogatása, amelynek révén módunk nyílt A.V. Savkin professzorral és munkatársaival közös munkákban résztvenni.

A munkák folyamán elkészült egy PhD értekezés (Anufriev A.), amely a folyamatok diszkrét szimulációjának kérdéseit tárgyalja. Az értekezést a jelölt megvédte. Készült egy másik Ph.D. munka is, amely párhuzamos robotok nyitott rendszerű irányításának és kinematikájuknak a különleges kérdéseit tárgyalja. (Lukanyin V.). Az értekezésnek megvolt a tanszéki véde és jelenleg bírálatra van kiadva.

***Abból a célból, hogy az eredmények jól értékelhetőek legyenek az alábbiakban kiegészítő anyagot adunk.***

A kutatási téma területein már a 2002. évben sikerült jelentősen előrehaladni. Különösen érdekes kutatási eredményeket sikerült elérni a „Gyártásütemezés intelligens módszerei” területén. Erőfeszítéseinket a gyártásütemezési problémák hibrid, dinamikus módszereire koncentráltuk.

Kevésbé több, mint 10 esztendeje két amerikai kutató (Perkins, Kumar) a „IEEE Transaction on Automatic Control” (Vol. 34. N°2 1989) folyóiratban megjelent cikkében rugalmas gyártórendszerek gyártásütemezésére az eddigiektől gyökeresen eltérő szemléletet javasolt és

ennek alapján kidolgozták új módszerük alkalmazásának elméleti alapjait. Ez a módszer jelenleg a kutatások középpontjában áll. A 2000. évre az eredmények olyan mértékben fejlődtek, hogy a terület matematikai ismereteit monográfia jellegű munkában is össze lehetett foglalni (Matveev, Savkin, „Qualitative Theory of Hybrid Dynamical Systems” Birkhäuser, 2000.)

A témavezető figyelmét a területre a könyv egyik szerzője Savkin professzor hívta fel.

A lényegre térve, mint már említettük, a módszer lehetővé teszi az átlapolásos gyártás hatékony megszervezését rugalmas gyártórendszerekben. Így, a nagy értékű termelő-berendezések kapacitásai kihasználását jelentősen javítja, csökkenti az átfutási időket, az állásidőket, stb. Az új módszer közvetlenül kapcsolódik a korábbi években végzett kutatásainkhoz, amelyekből címszavakban a következőket említjük meg: folyamatparaméter optimalás, elsődleges és másodlagos optimalás, heurisztikus finomprogramozás, finomprogram optimalás, „Reverse Scheduling”, stb.

Mivel a gyártásütemezés kutatásaink központi problémája, nagy figyelemmel fordultunk a témakör felé. Sikerült kiderítenünk, hogy két alapvető témakörben, az irodalomban elérhető eredmények nem adnak kielégítő megoldásokat. Ezek:

**Az első:** A gyártási követelmények (követelmény ráta – demand rate) új módszer alkalmazásához szükséges megfogalmazása nincs kellő mélységig megoldva.

**A második:** Az egygépes (single machine-group) megmunkálások ütemezése jól kézbe tartható. Elméleti eredményeit megfogalmazták. A többgépes (multi machine-group) megmunkálásokra hasonló eredmények nem elérhetőek. Problémát az okoz, hogy az első gépen megmunkált egyenletes munkafolyam a következő gépen, az egyik folyamról a másikra váltva, mint erősen egyenetlen folyamat jelentkezik.

**Sikerült mindkét esetre új eredményeket megfogalmazni.** Az első esetben, a klasszikus ütemezési követelmények átlapolásos gyártásra értelmezésével, követelmény ráta tartományokat határoztunk meg. A második esetben bevezettük az „irányított tároló technika” („controlled buffer technique”) módszert, amely kiküszöböli a fentemlített hiányosságot.

**További új eredményeket értünk el** a folyamatok diszkrét modelljének megalkotásával és az ütemezésre értelmezett stabilitási feltételek kidolgozásával. Elkészült esettanulmányaink az alapkutatói eredmények alkalmazásait készítik elő.

**Kutatásaink egy másik tématerületre is kiterjedtek. Ez a „Nyitott rendszerű robotirányító berendezések” területe volt.**

Az általunk korábban kifejlesztett berendezés soros robotok irányítására szolgál. A beszámolási időszakban kifejlesztettünk egy a párhuzamos robotok irányítására szolgáló berendezést. A párhuzamos robotok, az utóbbi évtizedekben kaptak egyre fokozódó szerepet, mert különösen alkalmasak robotizált megmunkálásokra. Sikerült megoldani néhány kinematikájukkal kapcsolatos elvi problémát (lásd: V. Lukanin PhD dolgozat).

Budapest, 2006. február 02.

Dr. Somló János  
témavezető