

Szakaszos folyamatok ütemezése az S-gráf módszertan kiterjesztéseivel

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Adonyi Róbert

Témavezető: Dr. Friedler Ferenc

Pannon Egyetem

Műszaki Informatikai Kar

Informatikai Tudományok Doktori Iskola

2008

1. Tartalmi összefoglaló

Termelő és szolgáltató rendszerek működését, viselkedését elemezve az esetek jelentős részében ütemezési feladatokkal találkozunk, így például a vegyiparban, az olajiparban, a gépiparban, a mezőgazdaságban, az építőiparban és a szállítmányozásban. A termelő és szolgáltató rendszerek mellett az informatikai rendszerekhez is kapcsolódnak bonyolult ütemezési feladatok. Ha a rendszer tartalmaz olyan konkurens folyamatokat, melyek ugyanazokat az erőforrásokat igénylik és nem áll rendelkezésre megfelelő számú erőforrás, akkor az erőforrások ütemezésével lehet a folyamatokat kiszolgálni.

Ütemezés során a cél erőforrásainkhoz taszkok hozzárendelése egy olyan idő intervallumra mely alatt az a taszkot elvégzi. Azt a hozzárendelést keressük, mely optimális valamilyen szempontból (pl. minimális végrehajtási idő, minimális költség) és teljesíti a működtetéshez kapcsolódó további korlátozásokat.

Az ütemezési feladatok kombinatorikus jellege és az ipari feladatok mérete miatt a szakirodalomban közölt matematikai programozási modellek nagy számú egész típusú változót tartalmazhatnak. A nagy méretű modellek megoldásának nehézsége miatt gyakran heurisztikus szabályokkal csökkentik a keresési teret, ami az optimum elvesztéséhez vezethet.

Dolgozatomban az ütemezési feladatok matematikai modelljének megoldására az S-gráf módszertant [Holczinger 2002, Sanmartí 1998, 2002] használom, amely kihasználja az ütemezési feladatok speciális tulajdonságait, ezáltal nagyméretű feladatok megoldását teszi lehetővé. Az S-gráf módszertan tartalmazza az ütemezési feladatok megfelelő ábrázolására kidolgozott S-gráfot,

a szétválasztás és korlátozás alapalgoritmust, mely az S-gráf ábrázolást használva megadja a feladat optimális megoldását és a lehetőséget arra, hogy kombinatorikus eszközök beépítésével további feladatok megoldására nyíljon lehetőség.

Az S-gráf módszertan matematikai modelljének megoldására bevezetett szétválasztás és korlátozás elvű alapalgoritmushoz kidolgoztam egy új szétválasztási algoritmust, mellyel eddig megoldhatatlan feladatok megoldására nyílt lehetőség. Az S-gráf módszertan nem vizsgálja a berendezések tisztításának költségeit. Az S-gráf módszertant kiterjesztettem a berendezések ütemezésétől függő tisztítási költségek kezelésére, az algoritmust festékipari ütemezési feladat megoldásával szemléltettem. Szakaszos termelési struktúrák gyakran olyan anyagáramokat is tartalmaznak, melyeket hűteni, vagy melegíteni kell. Kidolgoztam egy S-gráf módszertant használó algoritmust, mellyel ütemezési és hőintegrációs feladatok egyidejű megoldására nyílt lehetőség.

Hivatkozások

T. Holczinger, J. Romero, L. Puigjaner, and F. Friedler, Scheduling of multipurpose batch processes with multiple batches of the products, *Hungarian Journal of Industrial Chemistry*, 30:305–312, 2002.

E. Sanmarti, F. Friedler, and L. Puigjaner, Combinatorial technique for short term scheduling of multipurpose batch plants based on schedule-graph representation, *Computers chem. Engng*, 22:S847–S850, 1998.

E. Sanmarti, L. Puigjaner, T. Holczinger, and F. Friedler, Combinatorial Framework for Effective Scheduling of Multipurpose Batch Plants, *AIChE Journal*, 48:2557–2570, 2002.

2. Új tudományos eredmények

Az értekezés új tudományos eredményeinek tézisszerű összefoglalása:

1. Új szétválasztási eljárás az S-gráf módszertanhoz
 - 1.1. Új szétválasztási algoritmust dolgoztam ki az S-gráf módszertan alapalgoritmusához, amely a korábban alkalmazott „berendezés szempontú döntések” helyett a „taszk szempontú” döntéseket használja.
 - 1.2. Beépítettem a „taszk szempontú” döntéseket használó szétválasztási eljárást az S-gráf módszertanba. Bemutattam az új ütemező algoritmus működését és ismertetem mely esetekben előnyös az alkalmazása más módszerekkel szemben.
2. Optimális ütemezés berendezések tisztítását is figyelembe véve

Az S-gráf módszertant kiterjesztettem a berendezések ütemezésétől függő tisztítási költségek kezelésére. Bevezettem egy új korlátozás eljárást, mely minimális végrehajtási idő mellett figyelembe veszi az ütemezéshez kapcsolódó tisztítási költséget. Az algoritmust ipari feladat megoldásával szemléltettem.

3. Optimális ütemezés és hőintegráció

- 3.1. Új matematikai modellt dolgoztam ki ütemezés és energia használat együttes optimalizálására.
- 3.2. Kidolgoztam az algoritmust az ütemezési és hőintegrációs feladatra, feladat megoldásával illusztráltam működését.

3. Az értekezés témaköréből készült publikációk

Referált nemzetközi folyóirat cikkek

- [1] R. Adonyi, J. Romero, L. Puigjaner, and F. Friedler, Incorporating heat integration in batch process scheduling, *Applied Thermal Engineering*, 23:1743–1762, 2003. (IF=0,777)
- [2] R. Adonyi, G. Biros, T. Holzinger, and F. Friedler, Effective scheduling of a large-scale paint production system, *Journal of Cleaner Production*, 16 (2), 225–232 (2008). (IF=0,832)

Nemzetközi konferencia előadások

- [3] R. Adonyi, J. Romero, L. Puigjaner, and F. Friedler, Incorporating Heat Integration in Batch Process Scheduling, PRES'02 (5th Conference on Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction), Praha, Czech Republic, August 25–29, 2002.
- [4] R. Adonyi, J. Romero, L. Puigjaner, and F. Friedler, Heat Integration for Batch Processes, PRES'03, Hamilton, Ontario, Canada, October 26–29, 2003.
- [5] R. Adonyi, G. Biros, and F. Friedler, Effective Scheduling of a Large-Scale Paint Production System, PRES 2004 (7th Conference on Process Integration, Modelling

and Optimization for Energy Saving and Pollution Reduction), Prague, Czech Republic, August 22–26, 2004.

- [6] M. Hegyhati, R. Adonyi, T. Holczinger, F. Friedler, Demonstration program for S-graph based batch-process scheduling, PRES 2006, Praha, Czech Republic, August 27–31, 2006.
- [7] R. Adonyi, E. Shopova, F. Friedler, N. Vaklieva-Bancheva, Optimal schedule of a dairy manufactory, PRES 2006, Praha, Czech Republic, August 27–31, 2006.
- [8] T. Majozsi, T. Holczinger, R. Adonyi, F. Friedler, Maximization of throughput over a fixed time horizon using a recently developed S-graph approach: A pharmaceuticals case study, PRES 2006, Praha, Czech Republic, August 27–31, 2006.
- [9] B. Bertok, R. Adonyi, S. Bodrogi, and Z. Kovacs, Optimization Problems and Algorithms in Supply-Chain Management, Veszprém Optimization Conference: Advanced Algorithms (VOCAL), Veszprem, Hungary, December 13–15, 2006.

Hivatkozások

1. O. Pourali, M. Amidpour, D. Rashtchian, Time decomposition in batch process integration, *Chemical Engineering and Processing*, 45 (1):14–21, 2006.
(IF=1,159)

2. T. Majoz, Heat integration of multipurpose batch plants using a continuous-time framework, *Applied Thermal Engineering*, 26 (13): 1369–1377, 2006.
(IF=0,777)

4. További publikációk

Referált nemzetközi folyóirat cikk

- [10] A. B. Nagy, R. Adonyi, L. Halasz, F. Friedler, and L. T. Fan, Integrated Synthesis of Process and Heat Exchanger Networks: Algorithmic Approach, *Applied Thermal Engineering*, 21/13-14: 1407-1427, 2001.
(IF=0,777)

Nemzetközi konferencia előadás

- [11] B. Bertok, R. Adonyi, G. Feng, L. T. Fan, and F. Friedler, Systematic Synthesis of an Azeotropic-Distillation System for Production of Pure Ethanol from its Aqueous Solution with Toluene as the Entrainer, CHISA 2000 (14th International Congress of Chemical and Process Engineering), Praha, Czech Republic, August 27–31, 2000.

Hivatkozások

1. E. S. Fraga, A. Zilinskas, Evaluation of hybrid optimization methods for the optimal design of heat integrated distillation sequences, *Advances In Engineering Software*,

- 34 (2): 73-86, 2003.
(IF=0,263)
2. E. S. Fraga, K. I. M. McKinnon, Discrete programming and data analysis for heat-integrated process synthesis in early design, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 43 (1): 144-160, 2004.
(IF=1,504)
 3. A. E. S. Konukman, U. Akman, Flexibility and operability analysis of a HEN-integrated natural gas expander plant, *Chemical Engineering Science*, 60 (24): 7057-7074, 2005.
(IF=1,735)
 4. B. Leewongtanawit, J. K. Kim, Synthesis and optimisation of heat-integrated multiple-contaminant water systems, *Chemical Engineering and Processing*, 47 (4): 670-694, 2008.
(IF=1,129)
 5. M. Thubaiti, N. Al-Azri, M. El-Halwagi, Optimize heat transfer networks, *Hydrocarbon Processing*, 87 (3): 109-115, 2008.
(IF=0,191)