FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 1999. március 19-20.

Holonikus rendszerek a gyártásban

Ilie Zudor Angyalka, Mihálcz István

Abstract

Market demands today have changed towards customer-specific manufacturing, which means that a company must be able to manufacture a high variety of customer-specific products, with short delivery times against low costs. The change of the market demands implies the need to manufacture with increased flexibility and greater efficiency. There are also two other major problems that appear in manufacturing: inaccuracies in the manufacturing information and uncertainties with regard to the progress in production. Therefore, the factory of the future faces an important challenge: it needs to react adequately to perturbations of its environment, changes in the manufacturing systems and uncertainties in manufacturing processes. The actual challenge lies in the fact that real-life industrial systems need performance and reactivity in order to deal adequately with the continuously growing complexity of manufacturing processes. The concept of holonic manufacturing system has been introduced in order to cope with the above requirements. This system is the topic of this paper.

Holonikus gyártórendszerek

A *holonikus gyártórendszerek* központi fogalmát, a *holont*, Albert Koestler vezette be trilógiájának a „The Ghost in the Mashine” című könyvében. A kifejezés egyben egyedet és egészet is jelent.

A *holonok* intelligens modulok, melyek önállóak és együttműködési képességgel rendelkeznek. Egy holon eleme lehet egy másik holonnak. Minden holon kell tartalmazzon:

- adatokat, amivel meghatározhatja saját cselekvését,
- kommunikációs eszközöket a többi holonnal való kapcsolattartáshoz,
- algoritmusokat és eljárásokat a holonok közti egyezkedéshez, általában alkalmazott üzleti algoritmusokhoz,
- algoritmusokat és eljárásokat az egyeztetett feladatok végrehajtásához.

A világméretű Intelligens Gyártórendszerek Programon (Intelligent Manufacturing Systems, IMS) belül a Holonikus Gyártórendszerek konzorcium több definíciót dolgozott ki. A holonok minimális követelménye az autonómia és a kooperáció. Az autonómia a holonnak az a tulajdonsága, amelynek segítségével önmaga által létrehozott terveket, illetve stratégiákat végrehajt és vezérel. A kooperáció az a folyamat, amelynek során a holonok egy halmaza kölcsönösen elfogadható tervet dolgoz ki, és végre is hajtja azt.

A holonok autonómiájának elemei:

- önütemezés,
- önszabályozás,
- önjavítás,
- önbeállítás.

A holonok kooperációja pedig a következő képességeken alapul:

- tárgyalási,
- kommunikációs.

Egy holonikus rendszer, amely együtt tud működni egy adott cél érdekében egy *holarchiát* alkot. Egy holarchia magába foglalja az összes gyártási és marketing folyamatokat. A *holonikus gyártórendszer* egy olyan holarchia, amely összefogja a termelési folyamat minden fázisát a megrendeléstől, a

tervezésen, a konkrét gyártáson, az összeszerelésen keresztül a marketingig, agilis (mozgékony, fürge, dinamikus) termelő vállalat érdekében.

Egy holonikus gyártórendszer (HGYR) a következőkből áll:

- holonokból,
- kommunikációs hálózathoz,
- kooperációs eljárásokból.

A HGYR a gyártórendszer elemeit, mint például a gépeket, a folyamatokat, a személyzetet vagy a gyártmányt és azok alkatelemeit egyaránt holonoknak tekinti. A holonok információkat és fizikai elemeket cserélnek, alkalmazva a kölcsönösség elvét (peer-to-peer). A holonok autonómiáját az együttműködési szabályokat meghatározó holarchia korlátozza.

A HGYR architektúrája flexibilis, programozható és dinamikus. A holonok a közös cél érdekében koordinálhatják és integrálhatják erőfeszítéseiket. A vállalat célja csak a legfelső szinten ismert, az alsóbb szintek azt csak alcélokon keresztül érzékelik.

A bonyolultság elkerülése, az előrejelzés hiánya és a nagyszámú alsószintű holonok közötti ütközésből adódó vezérlési problémák (például több különböző termék egyidejű gyártása során előfordulhatnak technológiai kényszerek a termékek között) elkerülése végett célszerű a holonok aggregációját és specializációját bevezetni. A holonok *aggregációja* több holon időszakos vagy állandó összekapcsolódását jelenti úgy, hogy ezek, mint egy egyedülálló, saját identitással rendelkező holonként viselkednek.

Az aggregáció:

- kiterjedhet különböző szinteken lévő holonokra,
- az aggregációban lévő holonok dinamikusan változtatni tudják saját felépítésüket,
- egy holon egyidőben a több aggregációhoz is tartozhat (például egy szerszámozat több megmunkálócella is használhat),
- egy holon egyidőben egy aggregáció több szintjéhez is tartozhat (egy szerszám-holon tartozhat a megmunkáló-holonhoz, a részleg-holonhoz és a vállalat-holonhoz),
- az aggregációban lévő szintek számát az aggregációt létrehozó szükségletek határozzák meg,
- egy aggregációban a hierarchiának mint az eleje, mint a vége nyitott (mindkét irányban tovább terjedhet).

Egy termék holon-aggregációt a következő ábra mutatja be:

1.ábra. Holon-aggregáció

A *specializálás* azonos típusú holonok (például megrendelési, termék, erőforrás holonok) további megkülönböztetése (például egy erőforrás lehet robot, eszterga, fűrőgép, stb.). Egy példa a termék holon specializálására a 2. ábrán látható.

Ahhoz, hogy a holonok egymással kommunikálni, egyezkedni tudjanak, szükségük van egy protokollra, ami leírja az információcsere módját. Ez az utasításkészlet, amely meghatározza, hogy hogyan fognak reagálni a holonok az eseményekre, a holarchia definiálja.

2. ábra. Holon specializálás

A HGYR-ben alkalmazott vezérlési struktúra nem merev, hanem az adott gyártási folyamathoz alkalmazkodik. Mindegyik holon rendelkezik olyan képességekkel, melyekkel a különböző vezérlési stratégiák alatt el tudja végezni saját feladatait. Ezen felül egy teljes közbelső vezérlési struktúra-készlet is alkalmazható.

A HGYR vezérlését holarchikus vezérlésnek (holarchical control) nevezik. Ebben a vezérlési esetben nem létezik mester-szolga (master-slave) kapcsolat. A jelfolyam ilyenkor fel- és lefelé is áramlik. A holonok a kölcsönös megegyezés és az összehangolt működés által döntéseket hoznak és végre is hajtják azokat.

3. ábra. A holarchikus vezérlési struktúra

A HGYR előnyei:

- flexibilitás, programozhatóság és dinamikus viselkedés,
- jó ellenálló képesség a hibákkal szemben dinamikus újrendezéssel és a feladatok újratárgyalásával,
- flexibilitásból eredő hatékonyság, mert a szabványosított források változó speciális feladatokat oldanak meg,
- a rendszer módosítása sokkal egyszerűbbé és olcsóbbá válik,
- a képességek jobb kihasználása,
- jobb rendszerteljesítmény,
- nagy termékváltozatosság,
- automatikus helyreállási képesség a meghibásodásokból eredő leállásokból,
- az automata felszerelések újrahajsznítása,
- a rendszer bővíthetősége és gyors reakcióképessége elosztott struktúrájának köszönhetően,
- a rendszer egyszerűen kiterjeszthető és újrakonfigurálható,
- alkalmazkodóképesség a környezet változásaihoz,
- strukturális stabilitás a holonok autonómiájának és a kommunikációra való hajlandóságának köszönhetően.

Összefoglalás

A holonikus gyártással foglalkozó kutatások jelenleg még kezdeti stádiumban vannak. Mindezek ellenére az elosztott struktúrájú gyártórendszerek kutatásának területén a holonikus rendszerek az egyik legígéretesebb próbálkozásnak számítanak. A holonikus struktúra a kérdések sokaságát veti fel az alkalmazható tudásábrázolási és -feldolgozási technikákkal kapcsolatban. Figyelembe véve, hogy a holonoknak valós körülmények között kell működniük, ahol a bemeneti jelek feldolgozása, a bizonytalanság kezelése és a tanulás elengedhetetlen feltételek, a neurális hálók, a fuzzy technikák és a hibrid mesterséges intelligencia megközelítéseken alapuló módszerek várhatóan nagy szerepet játszhatnak a felmerülő problémák megoldásában.

Köszönetnyilvánítás

A cikkben leírt kutatások részben az Országos Kutatási Alap (OTKA) támogatásával folynak (F023628 és T026486). Az MTA SZTAKI részvételét az Európai Unió kapcsolódó ESPRIT munkacsoportjaiban (IiMB 21108 és IMS 21995) az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság támogatta (EU-96-B4-025, illetve EU-97-A3-099). Külön köszönettel tartozunk Dr. Monostori Lászlónak és Kádár Botondnak a cikk megírásában nyújtott segítségükért.

Bibliográfia

1. Monostori L., 1998: **Intelligent Manufacturing Systems**, *D.Sc thesis*, Hungarian Academy of Sciences, Budapest (Hungary).
2. Wiendahl, H.-P.; Scholtissek, P., 1994: **Management and Control of Complexity in Manufacturing**, *CIRP Annals*, Vol 43, No. 2, pp. 533-540.
3. Bongaerts, L.; Valckenaers, P.; Van Brussel, H.; Wyns, J., 1995: **Schedule Execution for a Holonic Shop Floor Control System**, *Advanced Summer Institute 95 of the N.O.E. on Intelligent Control of Integrated Manufacturing Systems*, June 24-28, Lisboa (Portugal).
4. Kádár B.; Monostori, L., 1998: **Agent Based Control of Novel and Traditional Production Systems**, *Proceedings of ICME98, CIRP International Seminar on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering*, July 1-3, Capri, Italy, pp. 31 - 38. (Keynote paper).
5. O'Hare, G. M. P.; Jennings, N. R., 1996: **Foundations of Distributed Artificial Intelligence**, John Wiley & Sons, Inc., New York, ISBN 0-471-00675-0.
6. Van Brussel H., 1994: **Developments in Intelligent Manufacturing. Visions into The Future**, European IMS Information Event, April 7-8, Patras (Greece).
7. Tönshoff, H.K.; Winkler, M.; Aurich, J.C., 1994: **Product Modelling for Holonic Manufacturing Systems**, *The fourth International Conference on Computer Integrated Manufacturing and Automation Technology*, Oct. 10-12, Troy (New York).
8. Tharumarajah, A.; Wells, A. J.; Nemes, L., 1996: **Comparison of The Bionic, Fractal and Holonic Manufacturing System Concepts**, *Int. J. Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 9, No. 3, pp. 217-226.
9. Zwegers, A., 1998: **On System Architecting**, Eindhoven (Netherlands), ISBN 90-386-0699-4.
10. Gasser, L.; Huhns, M.N., 1989: **Distributed Artificial Intelligence**, Vol. 2, London, ISBN 1-55860-092-2.
11. Tharumarajah, A.; Bemelman, R., 1997: **Approaches and Issues in Scheduling a Distributed Shop-Floor Environment**, *Computers in Industry*, Vol. 34, pp. 95-109.

Ilie Zudor Angyalka, okl. gépészmérnök, PhD hallgató, Budapesti Műszaki Egyetem-MTA SZTAKI, Integrált Gépészeti Informatikai Rendszerek Tsz. H-1111, Kende u. 13-17, E-mail: ilisa@hotmail.com
Mihálcz István, egyetemi tanársegéd, Budapesti Műszaki Egyetem, Finommechanikai és Optikai Tanszék, H-1111 Budapest, Egrý J. u. 1, E-mail: mihalcz@hotmail.com.