FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

HOLONIKUS GYÁRTÓRENDSZEREK NÉHÁNY ELMÉLETI ÉS GYAKORLATI ALKALMAZÁSAI

Bakos Levente

Holonic manufacturing is trying to overcome today's limitations in flexibility of manufacturing systems by autonomous, decentralized and cooperative approach. The holonic manufacturing systems is positioned between the top-down organized hierarchical systems and the bottom-up organized modern systems, which presume MI autonomy and negotiation capacity between all the elements of the system. Being more than a decade old, it is one of the few new manufacturing paradigms that proved achievability to the real manufacturing systems. In the present paper we'll try to present some possible applications to real manufacturing systems.

Az elmúlt pár évtized technológiai fejlődési ütemét és tendenciáit a hagyományos termelés-szervezés csak részben tudta követni. A jelenlegi, erősen hierarchikus felépítésű rendszerek helyébe innovatívabb, rugalmasabb működést biztosító elosztott struktúrájú szervezetek kerülnek. A holonikus gyártás azon modern gyártórendszer modellek közé tartozik, amelyeknek ipari alkalmazási lehetősége valós, ellentétben a számtalan más próbálkozással a kilencvenes évek közepétől kezdődően. Jelen dolgozat megkísérel bemutatni a holonikus gyártórendszerek modell néhány olyan jellegzetességét, amelyet a jelenlegi ipari körülmények között alkalmazni lehet.

1. Bevezetés

A következő évtizedekben forradalmi változások várhatóak a gyártórendszerek fejlődésében, melynek során előtérbe kerülnek a kisebb méretű, de jóval nagyobb rugalmassággal, autonómiával rendelkező, egymással együttműködő gyártóegységek. Az új gyártórendszerek szükségességének a felismerése új paradigmák kidolgozásához vezetett. Ezek a modellek sokkal közelebb állnak a természetes rendszerekhez és rendszerint több tudományágból átvett tapasztalatokra épülnek. Néhány ismertebb modell a holonikus gyártórendszer modell (Yoshikawa, 1992), a fraktális vállalat (Warnecke, 1993), a bionikus gyártórendszer (Ueda, 1992), a leosztott gyártórendszerek (Peklenik, 1992), a tanuló gyártórendszerek (1990), illetve az inkább angol megnevezés alatt ismert Lean Manufacturing (Jones & Roos), Business Process Reengineering (M. Hammer & T. Davenport), General Theory of Evolution (Thao), Intelligent Agent és Multi-Agent Systems (Wooldridge Jennings), Artificial Life (Langton), Metasystem Transitions (Heylingen-Joslyn-Turchin) modellek. Zárójelben a megjelenés éve, illetve a modell kidolgozója vagy ismertebb képviselője. Mindezen rendszerek között talán a holonikus rendszer modellje az, amelyik immár közel egy évtizede az érdeklődés középpontjában van. Bár a legmodernebbek közé tartozik, gyakorlati alkalmazási esélyei valóságosak.

A holonikus gyártórendszerek kidolgozásához több személy neve fűződik. Elsősorban Yoshikawa nevét lehet a szakirodalomban fellelni, mint első személyt, aki 1992-ben először kidolgozta a holonikus gyártórendszert. Ugyanakkor már a nyolcvanas évek vége felé két ismert japán cég a

Toshiba és a Hitachi már felhasznált holonikus elméletből átvett elemeket a gyártási folyamatuk megszervezésére.

A *holon* fogalma több évtizeddel megelőzi a holonikus gyártási rendszer modelljét. Jelentése egyidejűleg *egész*, - amely részeket tartalmaz - és *rész*, amely alkotóeleme egy másik egységnek. A szó a görög eredetű *holosz* (egész) illetve az *-on* végződésből (*jelentése részecske, valaminek a része, pl. a proton, elektron, neutron, stbj* alakult ki. Nevéből is következtetni a részek kettős voltára utal, miszerint egy holon egyszerre egy önálló egész, de ugyankkor egy nagyobb rendszer része.

A holonok különböző tulajdonságokkal rendelkeznek, de ezek közül is ki kell emelnünk kettőt, amelyik rendkívül fontos és alapjaiban határozza meg a viselkedési mechanizmusukat. Az egyik az önállóságra törekvés, a másik az együttműködés útján történő feladatmegoldás. Az önállóságra törekvés az előzőekben említett *egész*, míg az együttes feladatmegoldásra való törekvés a *rész* dinamikus megjelenése. Ez a két merőben ellentétes magatartásforma határozza meg holonok két alapvető sajátosságát az *autonómiát*, illetve a *kooperációt*. A holonokat az általuk végzett funkciók, feladatok alapján különítjük el.

Legismertebb holon típusok a szakirodalomban a következők: forrás holonok (resource holons), gyártó holonok (product holons) és a vezérlő holonok (order holons). Használják még a például a

1. Ábra: A holonok két legfontosabb tulajdonsága, [6]

végző kiszállításig, a gyártóegységhez tartozó, a szállító holon fogalmát, valamint az információs holonok fogalmát. Segítségükkel például a fogyasztó szerves részévé válik a holonikus gyártóegységnek, ami rendkívül rugalmasá teszi annak működését. Helyszűke miatt nem mutathatjuk be részletesen a különböző holonok szerepét, jelentőségét, de tulajdonképpen a hagyományos gyártórendszer elemeit mind megtalálhatjuk, valamelyik holon típusban.

A különböző holon típusok egymással szoros kapcsolatban állnak, és közöttük a gyártó rendszer működéséhez szükséges információcsere zajlik. A gyártó holon és a forrás holon között a folyamatokkal kapcsolatos adatok-ismeretek cserélődnek, a gyártó holon és a vezérlő holon között a gyártással kapcsolatos információk, míg a forrás és a vezérlő holon között a kivitelezéssel kapcsolatos információk áramlanak.

Autonómiájuknál fogva a holonok az önálló feladatmegoldásra törekednek, de ha nem képesek a feladatot önállóan megoldani, akkor kapcsolatba lépnek más egységekkel és közös csoportba tömörülve oldják meg a problémát. Az ilyen csoportokban, ha feladat megoldása megkívánja, akár időleges hierarchikus szerveződés is lehet. Példa lehet erre, ha adott holon egy bizonyos feladatra csoportot szervez maga köré, és a feladat teljesítéséig maga irányítja a csoportot.

A holonikus gyártórendszer elsősorban egy új, forradalmi, szervezési formát jelent. A vállalat funkciói, és ezek közül a legfontosabb, a termelési funkció, nem változik. A holonikus gyártás bevezetése nem jelent feltétlenül infrastrukturális változást. Nem kell új gépeket, épületeket vásárolni, hanem a meglévőket kell teljesen más szervezés mellett használni.

A kialakult szervezet nem statikus, különböző feladatokra más-más csoportosulások jönnek létre, a feladat teljesítése után a csoport felbomlik.

2. A holonikus gyártórendszer mint elméleti fejlesztési irány a CIM-el szemben

A gépipari vállalatok eddigi leggyakoribb elméleti fejlesztési iránya a számítógéppel integrált gyártás, vagy ismertebb nevén a CIM (Computer Aided Manufacturing). Ennek a modellnek az alternatívája, mint egyik elméleti fejlesztési irány, a holonikus gyártórendszer.

A számítógéppel integrált gyártás fogalma (CIM) egy jellegzetesen ipari számítógépes hálózatra épülő modell, melynek "árnyékában" az elmúlt 15-20 évben integrált gyártórendszerek sora fejlődött ki. A legfontosabb jellegzetessége ezeknek a rendszereknek, hogy megpróbálja a rendszerrel kapcsolatos problémákat a rendszer mint egészt kezelni. A CIM modell a 1980-as évek illetve a 1990-es évek a technológiai szintjére volt kifejlesztve, és alapjában egy funkcionális, egylépcsős fejlesztésre kidolgozott modell. A megvalósított CIM rendszerek jelen pillanatban komoly gondokkal küzdenek abból adódóan, hogy a gyakran változó kereskedelmi piacok a teljes gyártórendszer átalakítását kérik. Ugyanakkor a CIM rendszerek meglehetősen merevnek bizonyulnak pontosan azokban az esetekben, amikor a változások gyakoriak. Ma már bizonyított tény, hogy a CIM rendszerek labilisak, nehezen kezelhetőek, a meglévő rendszer átalakítása és bővítése nehézkes. A gyártási adatok feldolgozása a rendszer diagnosztizálása érdekében nehézkes. A rendszer teljesítménye nagymértékben romlik a normálistól eltérő körülmények között.

Az előzőekben említett hiányosságok a központosított termelést követő rendszernek tulajdonítható, amely a merev hierarchiával társul. Mindezek merev kommunikációs csatornákhöz vezetnek, az információáramlás pedig egy fentről lefele irányuló autokrata kialakításra utal. A CIM rendszerek gyengeségeit észelve, illetve az információs technológiák robbanásszerű fejlődését kihasználva az 1990-es évek a bevezetőben is felsorolt alternatív modell kidolgozását hozták.

3. A holonikus gyártórendszer mint gyakorlati fejlesztési irány a valós rendszerekben

A holonikus rendszer modellje túl azon, hogy tartalmaz, legalábbis kelet-európai szemmel több enyhén utópikus elemet, vitathatatlanul tartalmaz olyan szervezési elveket, amelyeket akár azonnal lehetne alkalmazni bármely vállalatnál. A továbbiakban bemutatunk néhány ilyen elemet.

A holonikus gyártórendszerek forradalmian felborítják a klasszikus üzemek szerkezeti struktúráját. A romániai ipar kettős átalakítási kényszer alatt áll. Egyrészt szembesül azokkal a nemzetközi gondokkal, amellyel bármely vállalat bárhol is legyen az, szembesül. Ilyen például: a vásárlók egyre

növekedő igénye a minőségre és szolgáltatásokra, az alacsony költségen személyre szabott termékekre valamint a folyamatos termékfejlesztésre. A piac nyomására folyamatosan csökken a termékek kifejlesztésének időtartama, ugyanakkor egyre komplexebb termékekre van kérés.

Másrészt a hazai termelőipari vállalatok több mint egy évtizede szembesülnek a gazdasági rendszer változásából adódó sajátos gondokkal. Ilyen például a szemléletváltás kérdése, a központosított problémamegoldó szemlélet (a problémák megoldását valahonnan felülről várják, a csapatmunka hiánya), szűk termékskálára és nagy sorozatra tervezett gyárak, elavult géppark, tőkeszegény gazdasági környezet. Ezeknek a gondoknak a megoldásában a gyakorlatban jól használható a holonikus rendszerek egyik nagy felismerése, (már Koestler átvette Herbert Simon, Nobel díjas, közgazdásztól), hogy a stabil közbenső részrendszerekből gyorsabban és könnyebben alakulhatnak ki nagy, komplex struktúrák, mint az alap építőelemekből. Ez azt jelenti, hogy modern technológiákra építő új

gyártórendszereket inkább úgy érdemes tervezni, hogy a meglévő struktúrát fokozatosan alakítjuk át. Éppen ezért a legtöbb gyártó vállalat az eredményeit úgy próbálja javítani, hogy

2. ábra Holarchia és kooperáció. Forrás [2]

inkrementális javításokat végez a rendszeren a legmodernebb elméleteket is felhasználva (integrált gyártás, lean production, virtuális vállalat, stb.)

A szerző néhány hazai vállalatánál végzett felmérései is igazolják, hogy a legtöbb probléma egy vállalaton belül a belső kommunikáció valamely hiányosságára vezethető vissza. Az holonikus rendszerek működési mechanizmusának fontos követelménye a fejlett kommunikációs rendszer. A holonokon belüli elemek között a kapcsolat sokkal intenzívebb mint a holon határain kívüli, illetve belül elhelyezkedő részek között (2. ábra).

A holonikus gyártórendszerekbe, ellentétben a CIM-el, könnyen beilleszthető az ember, hisz autonóm és együttműködésre képes, egyszerűen integrálható a gépi és az emberi döntéshozás. A holonoknak, más holonok mellett gyakran része lehet az ember is, pl. szállító holon vagy előkészítő holon. Az ilyen típusú egységekben az ember is önálló holon, szerves összetevője egy komplex feladatot ellátó csoportosulásnak.

Az emberekkel történő együttműködés miatt, a mesterséges holonok általános leírásában is már szerepel az emberekkel létrehozandó kommunikációs felület, a többi holonnal illetve a megmunkálási részekkel történő kommunikáció mellett. Lásd 3. ábra

megpróbálja ötvözni a teljesen autonóm, laza hálózatban működő rendszerek gyors alkalmazkodó képességét a klasszikus hierarchiai rendszerek stabilitásával és hatékonyságával.

3. Megoldandó kérdések

Központi probléma, hogy miként biztosítható az autonóm egységek csoportba tömörülése és a csoporton belül olyan feladatok elvégzése, amelyhez több résztvevő szükséges. Hasonló képpen még nem tisztázott, hogy hogyan vehetők rá a holonok a kooperációra. A holonikus rendszereknél máig vitatott és precízen nem definiált, hogy milyen mértékű alá-, illetve fölérendeltségi viszony szükséges az egyes elemek között a zökkenőmentes működés érdekében. Mi a teendő akkor, amikor egy általános szempont-mint például egy szállítási határidő betartása, vagy a profit maximizálása- nem bontható illetve osztható, vagy éppen nem egyezik a helyi érdekekkel, prioritásokkal. Továbbra is nyitott kérdés, hogy milyen garanciák vannak arra, hogy a holonok elvégzik a feladatokat, illetve az, hogy kiszámítható-e egy ilyen rendszer működése.

Mindezek ellenére a holonikus modell megvalósíthatónak tűnik, bár megvalósított, teljes holonikus gyártóegységekről még nem tudunk, de részrendszerek működéséről már jelentek meg publikációk.

Felhasznált irodalom

- [1]. Bongaerts, L., Monostori, L., McFarlane, D., Kadar, B.-Hierarchy in distributed shop floor control- Computers and Industry, Vol.43, issue 2, October 2000
- [2]. Bussmann, S.-An Agent-Oriented Architecture for Holonic Manufacturing Control, First International Workshop on Intelligent Manufacturing Systems, 1998
- [3]. Dooley, Lawrence; O'Sullivan, Dávid: Decision support system for the management of organizational change, First International Workshop on Intelligent Manufacturing Systems, 1998
- [4]. Daizhong, Su- Internet based engineering, Nottingham, 2000
- [5]. Draghici, Gh.- Ingineria integrata a produselor, Ed.Eurobit Timisoara 1999
- [6]. Kádár B., Monostori L.: Holonikus gyártás, fraktális vállalat, TEP Termelési és üzleti folyamatok munkacsoport jelentése, 1999
- [7]. Kirsch, D., Wiecek, D., Albayarak, S.- Open agent architecture for the realization of holonic manufacturing systems, First International Workshop on Intelligent Manufacturing Systems, 1998
- [8]. Márkus, A.; Kiss, T.; Vancza, J.; Monostori, L.: "A market approach to holonic manufacturing", Annals of CIRP Vol.45/i pp 433-437, 1996.
- [9]. Mezgar, L, Kovács, Gy., Paganelli, P.-Co-operative production planning for small and medium sized enterprises, International Journal of Production Economics, vol64, Issue 1-3, March, 2000
- [10]. Monostori, L. Hornyak, J. Kádár B.: Novel approaches to production planning and control
- [11]. Vancza, J., Márkus, A.-Holonics manufacturing with economic rationality, First International Workshop on Intelligent Manufacturing Systems, 1998
- [12]. Yi Peng, Duncan C. McFarlane- Modelling and design methodologies towards an adaptive manufacturing system, First International Workshop on Intelligent Manufacturing Systems, 1998