X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

GYAKORLATI KÍSÉRLETEK HOLONIKUS ÉS HAGYOMÁNYOS ÜZEMISZÁLLÍTÁSI RENDSZEREK ÖSSZEHAISONLÍTÁSÁRA

Bakos Levente

Konzulens tanár: dr.Gyenge Csaba, akadémikus

Abstract

Holonic manufacturing, many researchers consider, is one of the major developments in automation in the last decades. In the present paper we'll try to present a small application which, we may consider, is built using holonic concepts and it can be used in a real manufacturing systems.

A holonikus rendszerek alapelveinek bemutatása, nem lehetséges jelen dolgozat korlátozott terjedelme miatt. Valójában nem is ez célunk, mindez részletesen leírás megtalálható a szakirodalomban. A dolgozat lényegének megértése érdekében, ugyanakkor szükséges elmondanunk, hogy a *holon* szó (a magyar származású) Arthur Koestlertől (1905-1983) származik [*The Ghost in the Machine (Szellem a gépben, 1967)*]: a biológiai és társadalmi rendszerek organizációjának alapegységét értette rajta. (A görög *holos* jelentése „egész”, míg az *on* toldaléké „részcseke”, „rész”.) Úgy vélte, nem létezik teljesen önfenntartó, másokkal interakciót nem létesítő szervezet, szerveződés. Az organizáció összes azonosítható egysége, a holonok további alapegységekből állnak, ugyanakkor a nagyobb egész részét is alkotják. A holonikus szerveződés, vagy *holarchia (holarchy)* erőssége, hogy rendkívül komplex rendszerek létrejöttét biztosítja. Ideális esetben hatékonyan használják fel a rendelkezésükre álló erőforrásokat; flexibilisek, alkalmazkodnak a változásokhoz; zavarok esetén is megőrzik stabilitásukat. A stabilitást a holonok önállósága biztosítja: függetlenségfokokkal rendelkeznek, a problémákat saját létszintjükön, magasabb szintű holonok segítségével kezelik. Utóbbiak viszont adhatnak ki utasításokat, és bizonyos mértékben kontrollálhatják is az alattuk lévőket. Ez az alárendeltség garantálja a „nagy” egész hatékony működését. Koestler gondolatait a holonikus gyártórendszerek (*holonic manufacturing systems, HMS*) keretében igyekeznek a termelési folyamatokra, gépi világokra alkalmazni. A holonikus módszer az egymással ellentétes hierarchikus (*top down*) és heterarchikus (*bottom up*, kooperatív) organizációs szerkezeteket, mindkettőből a legjobbat, kifejezetten az adott szituációhoz igazodva, *holarchikus* szerkezetekként egyaránt használja. Egyrészt a hierarchia stabilitásának fenntartását, másrészt a heterarchia dinamikus flexibilitását

kívánják így elérni. Minél komplexebb egy rendszer, annál több feladat hárul az irányítóra, melyeket bizonyos idő után képtelen kezelni; elromlik, meghibásodik a mechanizmus, aztán leáll a munka.

Ez gyártórendszer modell elhagyta immár az egyetemek, kutató központok érdeklődési körét, és cégek, vállalkozások és gyárak fejlesztik, alkalmazzák, és az eredmények azt jelzik, hogy az üzleti életben is helytáll. Egy modell életképességét nem lehet jobban bizonyítani.

Jelen dolgozat célja, hogy pár szóban bemutassa egy tágabb, holonikus elvekre épülő, kísérlet egy részletét. A téma, egy olyan rendszer kidolgozása és alkalmazása, amely várhatóan képes lesznek a gyakran *változó, bizonytalan körülmények* között működő, összetett termelési struktúrák kezelésére. Egymástól jól elkülöníthető hagyományos osztályok helyett- modulokban, elszigetelt egységek helyett pedig partnereikkel állandó kapcsolatban lévő, önmagukat permanensen optimalizáló szervezetrendszerekben, gyárakat próbálunk modellezni. A vállalat egy *holon*, egyszerre entitás és egész, miközben több más egész része. A vállalat folyamatait megpróbáljuk szimulálni, és a kidolgozott új rendszert összehasonlítjuk egy hagyományos, centralizált „agy”, vagy a többi gépnek mindent „megmondó” központi rendszerrel. Minél komplexebb egy rendszer, annál több feladat hárul az irányítóra, melyeket bizonyos idő után képtelen kezelni; elromlik, meghibásodik a mechanizmus, aztán leáll a munka.

Most, a tervezett mérésekből, csak egyetlen rész képezi az elemzés tárgyát: az egyik megmunkáló műhelyen belül működő belső szállítási rendszer működésének elemzése. A kidolgozott holarchiának, nevezhetjük alrendszernek is, a viselkedését próbáljuk összehasonlítani, egy hagyományos rendszerrel. A két rendszer között egyetlen lényeges különbség van. A szállítóeszközök a holonikus rendszerben egyéni döntési képességekkel, saját kidolgozott munkaprogrammal rendelkeznek, míg a hagyományos rendszer esetében jól meghatározott szabályok mellett, központosított irányítással működnek. A két rendszer működési rendje közötti eltérés abban az esetben válik igazán feltűnővé, amikor a folyamat során, a zavaró tényezők, bizonytalan körülmények, a várttól eltérő események történnek. A természeti modelleket követve az ilyen esetekben robusztusabb és függetlenebb holonikus rendszer jobban viselkedik, mivel kisebb részekre bontja a komplex problémákat, majd egyszerű szabályok többszöri ismétlésével igyekszik megoldani azokat. A holonok egymással kooperálnak, ha valamelyikük nem, vagy hibásan működik, munkáját a többiek veszik át, azaz tevékenysége többé már nem gyakorol hatást a rendszerre, nem veszélyezteti az egész hatékony működését. Nem gond, ha egyikük felmondja a szolgálatot, a feladatot a többiek elvégzik helyette is – a futószalag mozog tovább.

A szimuláció kapcsán lehetőség van tetszőleges számú szerszámgéppel, raktározó

1. Ábra: A gyártórendszer vázlat

felülettel, szállítóeszközzel dolgozni. Az első méréseknél egy, tíz elemből álló, műhelyt modelleztünk. Az itt kapott értékeket fogjuk majd a későbbiekben bemutatni. A rendszer egyszerűsített formáját az 1. ábra mutatja be.

A kidolgozott szimulációs program a megmunkálási időket véletlenszerűen generálja, a technológiai folyamatot úgy tekintjük, hogy egyidőben egy gép csak egy darabot munkál meg, és nem léteznek az egyes darabok között megmunkálási feltételek. Továbbá feltételeztük, hogy a rakodási idő elhanyagolható, illetve azt, hogy bármely darab szállítására mindegyik eszköz alkalmas. A szimuláció során úgy tekintjük, hogy a megmunkáló központok (MK) illetve a raktárak (R), koordinátái ismertek, de valójában a közöttük levő távolsággal dolgozunk, amelyről feltételeztük, hogy ugyanaz mind a két irányban. Ennek alapján bevezetjük a D mátrixot, amely a rendszer elemei közötti távolságot tartalmazza. Az előbb elhangzott feltételezések miatt a D mátrix szimmetrikus.

$$D = \begin{pmatrix} 0 & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & 0 & \dots & d_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & 0 \end{pmatrix}$$

A továbbiakban szimuláltuk egy olyan sorozatot, amely a rendszerben, kronologikus sorrendben megjelenő szállítási feladatokat adtuk meg. A szállítási feladatokat egy munkaprogram idejére szólnak, azaz nem haladhatták meg a 480 percet. A matematikai modell felírásához az S feladat mátrixot használtuk:

$$S = \begin{pmatrix} t_1 & t_2 & \dots \\ m_{i1} & m_{i2} & \dots \\ m_{f1} & m_{f2} & \dots \end{pmatrix}$$

ahol $t_1, t_2, \dots, t_n$ a szállítási idősorozatot jelzi, $m_{i1}, m_{i2}, \dots$ illetve $m_{f1}, m_{f2}, \dots$ az a megmunkáló központokat vagy raktárhelyiséget jelöli, ahonnan illetve ahova szállítani kell. Az S mátrix oszlopainak száma naponként változó. Továbbá bevezettük az alábbi feltételt:

$$\sum_i t_i < T_n,$$

ahol T_n - a napi munkaidő, azaz 8 óra, t_i - a szállítási feladat bejelentésének pillanata. A t_i sor a napi technológiai folyamat függvénye. A napi szállítási

2. Ábra a szállítási idők összehasonlítása

feladat idejének mérésére, a következő képletet használtuk: $T_{\text{exec}} = \sum_i^n t_i$ ahol t_i – egy szállítási feladat

elvégzéséhez szükséges idő, n – a feladatok száma. A t_i sorozat kiszámításánál figyelembe vettük, hogy csak akkor kezdődhet el egy feladat felvállalása, egy holon részéről, ha az előző feladatot befejezte. Ezen kívül a feladat teljesítésének ideje tartalmazza, a helyszínre érkezéshez szükséges időt, illetve magát a szállítási időt. Az elemzés lényege a két összehasonlítandó rendszer esetében a szállítási feladat idejének összehasonlítása. A 2. ábra, bemutatja, a több száz mérés során megszerkesztett grafikon egyikét. A bemutatott grafikon hasonló formát mutat tetszőlegesen megválasztott nagyszámú szimuláció után is.

Ennek alapján levonható néhány fontos következtetés. Az esetek túlnyomó többségében a holonikus változat jobb időt eredményezett, mint a hagyományos. Léteznek ugyan, egyes kivételes esetek, jelen esetben véletlenszerűen generálva, amikor a feladatok úgy alakulnak, hogy a klasszikus változat az eredményesebb. Ugyanakkor, ezekben az esetekben az eredmények kismértékben rosszabbak, mint a holonikus rendszerben, míg a holonikus rendszer egyes esetekben akár 200%-al is jobb, mint a klasszikus.

Bár a szállítási feladatokat véletlenszerűen generáltuk, a nyolcórás munkaidő alatt, a holonikus görbe alakja, napi bontásban, kis eltéréseket mutat, alig lépve túl az utolsó darab megmunkálási idejét. Ezzel ellentétben a klasszikus görbe gyakran kétszer több válaszdőt eredményez, mint maga a munkaprogram. (a termelés 480 perc előtt befejeződik, míg a szállítást közel 800 perc után fejezik be, mindkét időt a munkanap kezdetéhez viszonyítottuk.

A módszer eredményességének igazolása érdekében, példaként az alábbi táblázatban bemutatunk néhány mérési értéket. A táblázatból kitűnik, hogy havonta átlagosan kb. 670 perccel többet igényel a hagyományos változat, ez azt jelenti, hogy havonta több mint egy nap szállítási költségeit meg lehet spórolni. A fenti értékeket egyetlen szállítóeszköz használata esetében értjük el.

A módszer jelentősége azonban, akkor jelenik meg, amikor a rendszer komplexitása nagymértékben megnő. A szállító eszközök számának növelése, ezeknek sebességének növelése jelentős mértékben módosítja az eredményeket.

Célunk a továbbiakban olyan technikák kutatása és alkalmazása, melyek várhatóan képesek lesznek a gyakran változó, bizonytalan körülmények között működő, összetett termelési struktúrák kezelésére. A mérések, a szimulációk elkezdődtek, az eredmények bemutatása a következő dolgozat tárgyát fogják képezni.

Bakos Levente, doktorandusz, Sapientia- Erdélyi Magyar Tudományegyetem-Marosvásárhely
00-40-265-213786
bakos@ms.sapientia.ro

Hónap	T _{hagyományos} [min/hó]	T _{holonikus} [min/hó]	ΔT
I.	16279	15905	374
II.	16948	15869	1079
III.	16671	16085	586
IV.	16481	16090	391
V.	16167	15799	368
VI.	16510	15899	611
VII.	17060	15992	1068
VIII.	16339	15812	527
IX.	17001	16169	832
X.	16645	16041	604
XI.	16707	16086	621
XII.	17225	16166	1059
Összesen:	200.033	191.913	8.120