FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

ALAKSAJÁTOSSÁG ALAPÚ MODELLEZÉS AZ ECOTEST RENDSZERBEN

Dr. Mikó Balázs, Szántai Mihály

Summary

There are several methods for representation of machine parts. The article presents the most important methods especially the facility of feature-based modeling. The most important characteristics are demonstrated by the experimental CAE system for manufacturing cost estimation.

Keywords: feature-based modeling, manufacturing cost estimation

Összefoglalás

Gépipari alkatrészek reprezentálására számos módszert dolgoztak ki. A cikk bemutatja legfontosabb módszereket, külön hangsúlyt fektetve az alaksajátosság alapú modellezés tulajdonságainak bemutatására. A feature-alapú modellezés lehetőségeit egy kísérleti, költségbecslő CAE rendszerrel demonstrálja.

Kulcsszavak: feature-alapú modell, gyártási költségbecslés

1. Bevezetés

A konstrukciós tervezés során megszületik a termék, amely megfelel mindazon funkcionális, esztétikai, szerelhetőségi, gyárthatósági, stb. elvárásoknak, amelyeket a vevő követelményként támasztott a termékkel szemben. A konstrukciós tervezés eredménye a konstrukciós dokumentáció, amely a termék egyértelmű, műszakilag szabatos leírását tartalmazza. Ez a műszaki dokumentáció áll egyrészt a termék geometriáját, másrészt a termék összeállítását, üzembe helyezését, karbantartását, használatát leíró részből. A termék geometriájának leírására számos módszer alakult ki, melyek kialakulása, alkalmazása és elterjedése az adott kor műszaki színvonalát tükrözik ([1]).

2. Reprezentációs módszerek

Az egyik legkevésbé pontos, de könnyen használható reprezentációs mód a *természetes nyelv*, vagyis a köznapi beszélt nyelv használata. Az ilyen leírás, egyrészt könnyen érthető, másrészt feltételez egy közös tudást a leíró és az olvasó között, amely segítségével a hiányzó információk pótolhatók. Egyszerűbb alkatrészek viszonylag pontosan leírhatók ily módon, azonban bonyolultabbak esetén nehézségekbe ütközünk, tehát speciális esetektől eltekintve ritkán alkalmazzuk műszaki dokumentálásra.

Szabadkézi vázlatok a mérnökök közötti kommunikáció elengedhetetlen velejárói, melyek jól szemléltetik a korai konstrukciós elképzeléseket. Természetükből adódik, hogy elsősorban bizonyos részletek demonstrálását szolgálják, tehát a konstrukció egyéb vonatkozásai háttérben maradnak, az arányok torzulnak, a kidolgozottság nem egységes, egy teljes összeállítás dokumentálása nehézkes.

A *műszaki rajz* a legelterjedtebb dokumentációs eljárás, amely szabványosított szabályokkal meghatározott formában ábrázolja az adott alkatrészt. A műszaki rajzon két dimenzióban ábrázoljuk a háromdimenziós alkatrészt vetített nézetek segítségével. A teljes és egzakt ábrázolás érdekében használhatunk metszeteket, nagyított részletrajzokat, szöveges megjegyzéseket, megadhatjuk a geometriai méreteket, a felületi érdességet, méret és helyzettűréseket. A műszaki rajz a konstrukciós dokumentáció alapját jelentette és jelenti még sokáig a műszaki életben, akár kézzel akár számítógép segítségével készülnek.

Számos termék esetén, mint például a gépkocsik karosszériája, vagy háztartási gépek burkolata, amelyeket szabad formájú, szoborfelületek határolnak a dokumentáció része a termék valós méretű, vagy méretarányos *fizikai modellje*. A modell készülhet akár hagyományosan kézi formázással, akár számítógépi modell alapján gyors prototípus készítő eljárással. A módszer előnye, hogy a termék a tervezés befejeztével szinte egy időben kézbe vehető, vizsgálható funkcionális, esztétikai stb. szempontból.

Abban az esetben, ha egy alkatrész gyártástervezése során a csoporttechnológiák nyújtotta lehetőségeket szeretnénk kihasználni, el kell készíteni az alkatrész *csoporttechnológiai kódját*. Ez a kód számokból áll és az egyes számok egy-egy tulajdonságot írnak le, mint például az alkatrész jellege, mérete, anyaga, a geometria fontosabb részletei stb. Az alkalmazott osztályozási rendszer lehet generális (pl. Opitz) vagy üzemre szabott.

Egy alkatrész geometriájának leírására fejlesztették ki, bár elsősorban technológiai tervező rendszerek számára a *szimbolikus nyelvi leírást*. Ennek alkalmazása során az alkatrész egyes geometriai alkotó elemei, mint pl. furat, horony, zseb stb. egy alkalmazás specifikus nyelven vannak leírva, meghatározva azok helyzetét, méretét, pontosságát stb. A leírás alkalmazása manuálisan nehézkes, azonban egy megfelelő grafikus megjelenítéssel támogatva már hatékonyan alkalmazható. További előnye, hogy egy technológiai tervező rendszerben bemenetként közvetlenül alkalmazható.

Egy terméket határoló felületek egzakt matematikai formulákkal leírhatók, a felületek áthatásai számolhatók, tehát a termék számítógépes *felületmodellje* elkészíthető. Természetesen elvileg számítógép nélkül is készíthetünk felületmodellt egy alkatrészről, azonban a számítási igény elengedhetetlenné teszi a számítógépek alkalmazását. Amennyiben a termék nem tartalmaz szabad formájú felületeket, elegendő csupán a felületeket határoló éleket tartalmazó *drótváz modell* alkalmazása.

Számítógéppel támogatott terméktervezésben egyre inkább a *testmodellezés* válik elterjedte. Ennek során a termék geometriai primitívekből épül fel hozzáadás és kivonás műveletek segítségével.

Végezetül az alaksajátosság alapú modellezést kell megemlíteni, amely új szemléletet jelent az eddigiekhez képest, bár egyes elemei a már említett módszerek némelyikében felfedezhetők.

3. Alaksajátosság alapú tervezés

Az eddig ismertetett módszerek során a termékreprezentációk elemi primitívekből épülnek fel, ezek összessége alkotja a reprezentáció egészét. Ezek az elemi primitívek azonban igen alacsony szintűek, - pontok, vonalak, egyenesek, körívek, geometrikus testek stb. - a tervező nagyobb funkcionális egységekben gondolkodik. Ennek felismerése vezetett az alaksajátosság alapú modellezés megalkotásához.

Az alaksajátosság tehát olyan geometriai alapegység, amely a modellezett objektum alakjának adott tartományát képezi és a termék funkciója vagy létrehozásához kapcsolódó tevékenység szempontjából van jelentősége ([2]).

Egy alaksajátosság lehet például egy menetes zsákfurat, ahol mint geometriai méretet meg kell adni az átmérőt, a mélységét, a menet hosszát, az élettörés nagyságát, valamint a furat helyzetét és irányát egy viszonyítási ponthoz, vagy más alaksajátossághoz képest. A módszer lehetőséget biztosít arra, hogy egy alaksajátosság ne csak geometriai, hanem egyéb paraméterekkel is rendelkezzen, mint például felületi érdesség, bevonat, hőkezelttség stb. Maga az alaksajátosság alapú modellezés nem köti meg a megjelenítési módot, így az egyes rendszerek drótváz, felület, test vagy hibrid modellezési technikákat is alkalmazhatnak.

Az alaksajátosságok fogalma természetesen más területekre is kiterjeszthető. A gyártástervezés során a technológus a tervezőhöz hasonlóan nagyobb egységekben, megmunkálási műveletelemekben és nem az azokat felépítő elemi mozgásokban gondolkodik. Ily módon egy CAD/CAM rendszer fejlesztése során, az alaksajátosságok készletéhez hasonlóan megalkotható a műveletelemek készlete, melyek paramétereikben tartalmazzák a megmunkálendő alaksajátosság azonosítóját, a ráhagyás nagyságát, az alkalmazandó szerszám azonosítóját, forgácsolási paramétereket stb.

A következő fejezetben egy általunk fejlesztett kísérleti analízis (CAE) rendszert mutatunk be, melynek célja az alkatrész ismeretében megbecsülni az alkatrész gyártásához szükséges időt és költséget.

4. Az ECoTest alaksajátosságai

Árajánlat készítés során részletes technológiai terv kidolgozására nem áll rendelkezésre elegendő idő és szakember, illetve amennyiben a megrendelés elmarad, a tervezésre fordított költségek nem térülnek meg. Egyedi gyártás esetén a becslés eredményének és pontosságának kiemelt jelentősége van.

Az ECoTest (Early Cost and Time Estimation) program forgácsolással előállítható alkatrészek gyártási idejének és költségének becslésére alkalmas a technológiai tervezés korai szakaszában.

Táblázat 1. Alaksajátosságok az ECoTest rendszerben		
Azonosító	PART,Name	
Téglatest	BOX,DFNo,X,Y,Z,Ra,IT DFNo: azonosító X,Y,Z: érték Ra: felületi érdesség IT: méretpontossági osztály
Lépcső	STEP,DFNo,X,Y,Z,N,S,O,Ra,IT DFNo: azonosító X,Y,Z:kezdő koordináta N,S:felületi normális iránya O:a lépcső irányutsága (mindíg +) Ra: felületi érdesség IT: méretpontossági osztály
Horony (átmenő)	SLOT,DFNo,X,Y,Z,N,S,O,W,D,Ra,IT DFNo: azonosító X,Y,Z:kezdő koordináta (a profil közepe a hordozó felületen) N,S:felületi normális iránya O:a horony irányutsága (mindíg +) W:szélesség D:mélység Ra: felületi érdesség IT: méretpontossági osztály
Furat	HOLE,DFNo,X,Y,Z,N,S,D,L,Ra,IT DFNo: azonosító X,Y,Z:kezdő koordináta (furatközéppont a hordozófelületen) N,S:a furat tengelyének iránya D:átmérő L:mélység Ra: felületi érdesség IT: méretpontossági osztály
Süllyesztett furat	CBORE,DFNo,X,Y,Z,N,S,D,L,Ra,IT DFNo: azonosító X,Y,Z: kezdő koordináta (furatközéppont a hordozófelületen) N,S: a furat tengelyének iránya D: átmérő L: mélység Ra: felületi érdesség IT: méretpontossági osztály

A kutatás során több mesterséges intelligencia módszert is kipróbáltunk a feladat megoldására (szabály-alapú következtetés, mesterséges neurális háló, eset-alapú következtetés, [3], [4]), melyeknél a bemeneti adatok összeállítása, vagyis az alkatrész leírása alaksajátosság alapú tervezéssel történt.

A rendszer öt alaksajátossággal dolgozik {Táblázat 1), melyek az alkatrész befoglaló méretét megadó Téglatest, valamint a Lépcső, a Horony, a Furat és a Süllyesztett furat. Ezen alaksajátosságok segítségével igen változatos és sokféle alkatrész leírható. Élettörést és éllekerekítést nem kezel a

modellező modul, mivel azok elkészítése jelentősen nem befolyásolják a gyártási időt. Az egyes feature-öket az alkatrész koordináta-rendszerében kell megadni, amelyet az első alak-sajátosság, melynek *Téglatestnek* kell lennie, jelöl ki.

```

PART, 123
BOX, 1, 70, 50, 30, 2.5, 8
STEP, 2, 45, 0, 23, Z, +, Y, 1.25, 8
STEP, 3, 0, 30, 10, Z, -, X, 1.25, 8
HOLE, 4, 12, 0, 20, Y, +, 8, 50, 5, 8
HOLE, 5, 55, 15, 23, Z, -, 10, 23, 0, 63, 7
CBORE, 6, 55, 15, 23, Z, -, 16, 10, 2, 5, 8
SLOT, 7, 0, 30, 30, Z, +, X, 10, 4, 0, 63, 7
SLOT, 8, 25, 0, 0, Z, -, Y, 12, 4, 1.25, 8
    
```

Ábra 1. Példa alkatrész

Az *Ábra 1.* egy példa alkatrészt mutat, ahol láthatók az egyes alak-sajátosságok paraméterei, valamint az alkatrész drótváz modellje. A tervező rendszer az alak-sajátosságok definiálásával párhuzamosan létrehozza az alkatrész drótváz modelljét.

5. Összegzés

Az ECoTEst projekt célja különböző mesterséges intelligencia módszerek vizsgálata forgácsolt alkatrészek gyártási idejének és költségének becslésére. A fent ismertetett alkatrészleíró rendszer a különböző MI módszereket használó modulok közös bemenetét alkotja. A rendszer nyitott, mivel a feature elemkészlet bővítésével az alkatrészek geometriája tetszőleges mértékig bonyolítható.

A szerzők ez úton is köszönik az OTKA (T032732) támogatását, valamint *NovákKrisztián* és *Tóth Gábor* egyetemi hallgatók munkáját.

6. Irodalom

- [1] Chang T-C: Expert process planning for manufacturing, Addison-Wesley, Reading Mass., 1990.
- [2] Horváth L, Juhász I.: Számítógéppel segített gépészeti tervezés, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1996.
- [3] Mikó B., Szántai M.: Artificial intelligence methods in early manufacturing time estimation, Proc of Gépészet 2002, Budapest 2002.
- [4] Mikó B., Novak K., Tóth G.: Early manufacturing time and cost estimation - A feature based concept, Proc of microCAD 2001 Miskolc, 2001.

Mikó Balázs, Dr. PhD, okl.
 gépészmérnök,
 Cascade Engineering Europe.
 Halászttelek 2314 Kisgyár u. 23.
 e-mail:
 miko.balazs@freestart.hu

Szántai Mihály, okl.
 gépészmérnök, doktorandusz
 Budapesti Műszaki és
 Gazdaságtudományi Egyetem,
 Gépgyártástechnológia Tsz.
 1111 Budapest Egry J. u 1. E
 ép. II. Tel.: (+36) 1 4632513,
 Fax.: (+36) 1 4633176, e-mail:
 szantai@manuf.bme.hu