A hajtóműgyártás költségének becslése mesterséges intelligencia módszerek alkalmazásával

Kovács József

The object of the work is the approximate cost estimation for driving-gear-manufacturing in the early stage of production planning by utilizing artificial intelligence method. During the preliminary production planning one of the tasks to solve is the estimation of production time and cost to provide the necessary information for the enterprise management and the production management. The system developed in this work can be applied for early cost estimate of overall products and the subassemblies too. The basis of the estimation is the earlier planning cases, the engineering experience and the similarity of the products. Cost estimation uses case-based retrieval techniques to help the user in making decisions. The system has on one hand an efficient database handler and on the other hand a component which able to learn. The work gives multispeed-driving gears as an example to demonstrate the system.

Becsült költség és normaadatok képzése

A módszer alapelve, hogy a becslést két különböző szinten kell elvégezni:

- a gyártmány egészét vizsgálva
- a gyártmányt részegységekre, ún. modulokra bontani (illetve azokból felépíteni), majd ezt követően az adott modulok gyártását és azok “egyesítését” (szerelés) vizsgálva

Ez a megközelítés azért indokolt, mert adott esetekben elegendő csak egy “durva” becslést adni, amelyhez alacsony szintű hasonlóság is elég máskor viszont szükséges egy mélyebb szintű, részletesebb becslés. A két szintet indokolja még az is, hogy a hasonlóság már magasabb szinten is teljesülhet, mert a gyártmány szerepel az adatbázisban. A megoldási mód természetesen különböző a két szinten (1.ábra).

Gyártmány szintű hasonlóság

A gyártmányszintű megközelítésnél a gyártmány egészére vonatkozó információk lekérdezése történik. Ezek olyan adatok, amelyek a gyártmány típusának és méretének leírására szolgálnak és amelyek alapján a konkrét gyártmány beazonosítható. A típushoz tartozó gyártmányok között kell a hasonlósági keresést lefolytatni. A keresés eredménye képpen a „legközelebbi” gyártmány adatait és a hasonlóság mértékét kapjuk. Ha a hasonlóság mértéke nem kielégítő, a módszer felkínálja a részegység szintű hasonlóság alapján történő keresést.

1. ábra

Részegység szintű hasonlóság

Ha a gyártmány szintű hasonlóság alapján történő keresés eredménye nem kielégítő, részegység szinten kell a gyártmányt vizsgálni. Mivel a konstrukciós tervek különböző formátumúak (szabadkézi vázlat, hagyományos műszaki rajz, CAD modell) lehetnek, célszerű egy egységes, modulokból építkező modellezési eljárást kidolgozni, amely a következő tulajdonságokkal rendelkezik:

- minden gyártmány felépíthető legyen a modulok alapján
- egyszerű építkezés, kezelés a felhasználó számára
- technológiai és geometriai információk egyaránt leírhatóak legyenek
- szimbolikus követés lehetősége
- számolni lehessen vele

Ezen a szinten a felhasználó modulokból felépíti a konkrét gyártmányt és megadja a modulokra jellemző alapinformációkat. Ezt követően először a modul szintű hasonlóság keresése következik (a gyártmányszintű keresés már az első lépésben megtörtént). A modulok összeépítésével, “egyesítésével” a szerelést lehet modellezni, ahol a szerelési költség és idő becslésére szintén a korábbi esetek szolgálnak alapul. Amennyiben a keresés eredménye nem kielégítő, a felhasználónak lehetősége van költség- és időadatok beadására.

A költség és normadatok becslése a konstrukciós tervezéstől, a vállalatirányítástól, a termelésirányítástól és a készletgazdálkodástól kapott információkra épül.

1. A gyártmányról kapott információk:

- teljes vagy vázlatos konstrukciós terv
- gyártandó darabszám

2. A gyártási környezetre jellemző információk:

- technológiai teljesítőképesség
- gazdasági információk (pl.:rezsi, normaidők)
- anyag- és erőforrás információk

A gyártási környezetre jellemző információk alapján **gyártási környezet adatbázisa** építhető fel, ami a vállalat profilját mutatva az általános, gyártmányfüggetlen információkra épül és a vállalat egészére jellemző. A szakértői tudás és a hasonlítási, következtetési szabályok alapján meg kell alkotni egy **keretrendszert**, amely a keresés és a következtetés folyamatát vezérli, koordinálja. A becslés alapjául a korábbi esetek szolgálnak, amelyeket adatbázisokban kell tárolni. Megkülönböztetünk **gyártmánycsalád- és modul- (részegység) adatbázisokat**. Azért kell a modulokat elkülönített adatbázisban tárolni, mert adott modulok különböző gyártmánycsaládokba is beépülhetnek (pl.: tengely szivattyúba és hajtóműbe egyaránt (2.ábra).

2. ábra

A gyártmány: Fogaskerekes hajtómű

A módszer bemutatására a gépipari gyártmányok közül a fogaskerekes hajtóműveket hozzuk példának. Azért erre a gyártmánycsaládra esett a választás, mert a hajtómű jól struktúrált, összetett, váltazatos kialakítású, de egyben jól tipizálható gyártmány. Az egyszerűség kedvéért a gyártmánycsaládon belül az alábbi hajtómű típusokat vizsgáljuk:

- Egyfokozatú, hengereskerekű hajtómű (E)
- Kétfokozatú, hengereskerekű (K) és kúp-hengeres kerekű (KK) hajtómű
- Háromfokozatú, hengereskerekű (H) és kúp-hengeres kerekű (KH) hajtómű

Gyártmány szintű megközelítés

Az új gyártmányról a következő adatokat kell megadnia a felhasználónak:

- hajtómű típusa
- befoglaló méretek
- kimenő nyomaték
- utolsó tengelytáv
- gyártandó darabszám
- különleges előírás (üzemeltetési körülmény)

A gyártmány adatainak megadása után a kód alapján a hasonló típusú hajtóművek között keresünk hasonlót. Ha a hasonlóság mértéke nem kielégítő a következő lépéseken keresztül elvégzünk egy durva becslést:

1. a hajtóműtípusra jellemző hajtóműsűrűség (súly/befoglaló térfogat) és a befoglaló méretekből kiszámolt térfogat alapján meghatározzuk a gyártandó hajtómű közelítő súlyát
2. a hajtómű típus, a gyártandó darabszám és az egységnyi tengelytávon átvitt nyomaték alapján adaptáljuk a típusra jellemző egységnyi súlyra jutó gyártási költség és idő értékeket, majd ezekkel szorozzuk a becsült hajtómű súlyt

Részegység szintű megközelítés

Az új gyártmányt a rendelkezésre álló részegységekből, modulokból felépíti a felhasználó és megadja a modul leírásához szükséges adatokat.

A hajtóművek részei: hajtóműház, csapágyfedél, fogazott alkatrész, tengely, csapágy, tömítés, kiegészítő elemek, kötő-, illesztőelemek

Ezen részekből a jelentősebb költséghordozók a következők: hajtóműház, fogazott alkatrész, tengely, csapágy

Megemlítendő, hogy a hajtóműveknél a részegység és az alkatrész szint nem különül el olyan nagy mértékben, mint például az autókénál, ahol a részegységek (motor, ajtó, stb) valóban egységek, amelyek alkatrészekből illetve további részegységekből épülnek fel. Ezt követően a modul-adatbázisból keresünk hasonló modulokat és megvizsgáljuk, hogy az adott modul hasonlósága kielégítő-e és van-e elég adat a gyártási költségre és időre vonatkozóan. Ha igen, kiolvassuk és adaptáljuk az adott esetre. Ha nincs elegendő adat, felkínáljuk a felhasználónak azok megadását. A modulok egymásra épülése, kapcsolódása alapján a gyártmányadatbázis régi eseteinek felhasználásával becsült értékeket adunk a szerelésre vonatkozóan. Ezt követően összegezzük a modulok előállítási és az un. Egyesítési, szerelési idejét és költségét.

Összegzés

Az említett módszer lehetővé teszi a korai költség- és időbecsléshez szükséges mérnöki tudás és tapasztalat formalizált, számítógépes megközelítését illetve segítségét. A becslés különböző, egyre mélyebb szinten történő elvégzése következtében a becslés pontossága egyre nő, hiszen minnél részletesebben vizsgáljuk a gyártmányt a becslés hibája annál kisebb a teljes gyártmányra vonatkozóan.

Kovács József / okl. gépészmérnök doktorandusz hallgató

Budapesti Műszaki Egyetem Gépgyártástechnológia Tanszék / H-1521 Budapest, Pf. 91.

Tel:(36 1) 463-2515 Fax:(36 1) 463-3176 / E-mail: KOVACSJ@NEXT-1B.MANUF.BME.HU