A GYORS PROTOTÍPUS KÉSZÍTŐ ELJÁRÁSOKKAL KAPCSOLATOS TECHNIKAI PROBLÉMÁK ÉS AZOK MEGOLDÁSI LEHETŐSÉGEI

Németh Károly

Az egész világon egyre növekvő igény tapasztalható - a folyamatosan élesedő versenyhelyzetnek kitett termékgyártó vállalatok részéről - a termékfejlesztési folyamatok felgyorsítására. Ennek érdekében egyre több helyen vezetnek be a korszerű, számítógéppel segített tervezési-, vizsgálati- és gyártási megoldásokat, melyek segítségével elérhető az új termékek piacra juttatási idejének drasztikus csökkentése.

A gyors prototípus készítő eljárások fejlődése szintén ezt a folyamatot segíti. A módszerek számával együtt nőtt az általuk elérhető pontosság és a felhasználható anyagok köre is.

Az ezen technológiák által nyújtott előnyöket azonban csak akkor tudjuk kihasználni, ha az alkatrész számítógépes modellje és a berendezés számára szükséges adatformátum közötti átvitel zökkenőmentesen mehet végbe. Az átviteli adatformátumok (STL, CFL, stb) tökéletesítésére és a folyamat automatizáltsági fokát növelő szoftverek kifejlesztésére van szükség.

A cikkben a gyors prototípus készítő eljárásoknál előforduló adatátviteli problémákat és azok megoldási lehetőségeit tárgyaljuk.

Bevezetés

Magyarországon a korszerű, számítógéppel segített tervezési módszerek (CAD/CAM/CAE) egyre nagyobb teret nyernek, ami biztosíthatja felzárkózásunkat a fejlett ipari országokhoz. A termékfejlesztési folyamatnak azonban van egy hazánkban mindeddig méltatlanul elhanyagolt eleme - ez a prototípus előállítás - aminek korszerűtlensége lassítja a különböző termékek piacra kerülését. Ezt a problémát oldják meg a gyors prototípus gyártó (Rapid Prototyping - RPT) eljárások.

Minden RPT eljárásnak az az alapja, hogy a CAD rendszerben elkészített 3D-s modellt egy szoftver modul segítségével párhuzamos szeletekre osztjuk fel. Ezeknek a szeleteknek a vastagságát az alkalmazott, különböző RPT eljárások által előállítható rétegvastagságokkal kell összehangba hozni. Az RPT berendezés a számítógéppel előállított geometriának (a szelet kontúrja, a szelet vastagsága) megfelelő rétegeket képez, azokat egymásra építi, kialakítva a kézbevehető, az alkatrészgeometriát megtestesítő háromdimenziós prototípust, próbateetet.

A különböző CAD-rendszerekkel előállított 3D-s modellek szeletelésére az egész világon nagyjából azonos módszer terjedt el. A módszer lényege, hogy a 3D-s modell felületét elemi lapkákkal (facet) közelítik annak érdekében, hogy a 3D-s modell síkokkal történő szeleteléskor mindig egyenesekből felépülő, zárt poligonnal határolt kontúrt kapjunk eredményként (1. ábra).

1. ábra'A CAD modell háromszögelése (STL) és szeletelése

A 3D-s modellből elemi lapkák segítségével származtatott közbenső modellváltozatok, illetve az ilyen módon leírt 3D-s modellek egyik szabványosnak nevezhető formátuma az STL. A mai korszerű CAD-rendszerek mindegyike rendelkezik STL kimenettel. Az STL formában leírt 3D-s modellt a gyors prototípus gyártó berendezések vezérlő szoftverei szeletelik, így állítva elő az adott RPT eljárásnak megfelelő, az egyes szeletekhez, rétegekhez tartozó geometriai adatokat. Az egyes rétegeket leíró adatállományok formátuma berendezésenként változó.

A fentiekben vázolt gyors prototípus gyártási folyamatban az adatátvitel során olyan hibák keletkezhetnek, amelyek nagymértékben befolyásolják a prototípus előállíthatóságát, illetve annak pontosságát.

A síklapokkal közelített modellt leíró STL fájl

Az STL fájl szintaxisát tekintve igen egyszerű: a háromszögeket egymás után, csúcsaik és normálisuk megadásával írja le. A szintaxistól eltekintve, ennek a leíró nyelvnek csak négy szabálya van:

- A háromszögek csúcspontjait megadó koordináták sorrendjének utalnia kell a síklap normálisának irányára, vagyis két egymás után következő él vektorának keresztszorzata a normálissal azonos irányú vektort kell eredményezzen.
- A normál vektornak a test belsejéből kifelé kell mutatnia. Ez segít abban, hogy meghatározzuk azt, hogy hol a test belseje. Itt az ún. "jobbkez szabály" érvényesül.
- A háromszögek csak a közös élek és csúcsok mentén érintkezhetnek.
- Minden háromszögnek pontosan három szomszédja van; minden oldal mentén egy, tehát nincsenek szabad élek.

Az első két szabály következtében az STL fájlok az adatokat jelentős ismétlődéssel (redundancia) tárolják. Egy csúcspont annyiszor van megadva, ahány háromszög használja azt. A harmadik és negyedik szabályból következik, hogy az STL fájlok csak testmodelleket írhatnak le.

Ez a formátum csak háromszöglapok alkalmazását engedélyezi. A modellek jelentős része tartalmaz olyan sík felületeket, melyek jól leírhatóak lennének egy sokszögű lapkával, az STL fájlban mégis sok háromszögre osztódnak. Ráadásul, bizonyos síklap generáló algoritmusok négyszöglapokat hoznak létre, ezeket kétfelé kell osztani, miáltal a lapok száma megduplázódik.

Mindazonáltal ez a formátum jól működik a gyakorlatban és a gyors prototípusgyártó eljárások területén az adatátvitel szabványának tekinthető.

A tervezőrendszer és a prototípus készítő berendezés közötti adatátvitel problémái

A gyors prototípus készítő eljárások fő előnye a hagyományos technológiákkal szemben a sebességükben rejlik. Tulajdonképpen ez az, ami használatukat gazdaságossá teszi. Gyakran azonban az adatelőkészítés felemészti az így nyert idő jelentős részét. Ha az adatok készen állnak a gyártási idő viszonylag rövid.

Az adatok közvetítése általában úgy történik, hogy a tervező a modellt valamely semleges formátumban (STL, VDAFS, IGES) juttatja el a gyártóhoz. Ha mind a tervező, mind a gyártó hozzáférhet ugyanahhoz a CAD rendszerhez, a szoftver belső leíró nyelve is használható. A gyártónak a következő kérdésekre kell választ adnia:

- Helyes-e a modell?
- Ha nem, milyen természetű hibákat tartalmaz, és megoldhatóak-e ezek a modell újbóli felépítése nélkül?
- Ha ő nem tudja megoldani ezeket a hibákat, hogyan írja le azokat a tervezőnek?

Mivel a gyors prototípus gyártó gépek még nem mindennaposak a gyakorlatban, a tervező és a gyártó közti távolság - a kommunikációs nehézségek miatt - jelentős befolyásoló tényező lehet a gyártási idő alakulásában. A gyártási költségek szorosan összefüggnek az adatelőkészítésre és konkrét gyártásra fordított idővel. Szükség van tehát olyan szoftverekre, amelyek képesek a kapott modellfájlban fellelhető hibák korrigálására, ezáltal a tervező és a gyártó között szükséges kommunikáció csökkentésére.

A modellben található réshibák

A számítógéppel készített modellek gyakran tartalmaznak réseket az elméletben azonos élek mentén. Ezek a rések nagy valószínűséggel megjelennek a síklapokkal közelített modellen is, így a szeletelés eredményeként kapott kontúrok is hiányosak lesznek. Ebben az esetben a réteg belső szerkezetének kialakításakor hibás, a kontúron túlnyúló rácsminta alakulhat ki (2. ábra). Ennek a hibának azért nagy az előfordulási valószínűsége, mert a technológiák többségénél használt lézersugár átmérője igen kicsi (kb. 0,2 mm). Ez nagymértékben rontja az elkészített alkatrész pontosságát.

2. ábra Hibátlan illetve hibás modell

Az STL állomány hibái az elemi háromszögek képzésénél keletkeznek. Mivel az alkalmazott CAD rendszer, illetve annak felület- és szilárdtest modellezési algoritmusai alapvetően befolyásolja a 3D-s modellt, ezért a következő fázisban létrejövő STL állomány hibáit a 3D-s CAD modell alapvetően determinálja.

Az STL állományok egyes hibáira csak azok szeletelése után derül fény. A modell szeletelt változatát leíró állományokat általában az adott gyors prototípus gyártó berendezéshez tartozó szoftver állítja elő, felhasználva a CAD rendszer 3D-s modelljét, pontosabban annak STL formátumú reprezentációját. Általában az adott RPT berendezés vezérlő szoftvere megvizsgálja az STL formátumú 3D-s modell szeletelhetőségét, de nem vizsgálja annak okait, hogy az STL formátumú modellt miért nem lehet korrekt, pontosan legyártható szeletekre bontani.

A jelenlegi gyakorlat szerint hibás, nem gyártható szeletelt állományok keletkezése esetén az alkatrész 3D-s modelljét generálják újra, ez viszont rontja a RPT-technológia hatékonyságát, megnövelve a prototípus-készítés idejét és költségeit.

Kutatási célkitűzéseink közül azt tartjuk a legfontosabbnak, hogy az STL formátumú 3D-s modell gyors prototípus gyártási módszerrel történő "megmunkálhatóságának" vizsgálatánál ne csak az STL formátumban található hibákat és azok keletkezési forrásait tárjuk fel, hanem egy adott RPT berendezés vezérlő szoftverének részletes ismeretében a szoftver által generált, a modellt rétegenként leíró állomány hibáit is vizsgáljuk és javítsuk.

Meg kell jegyezni, hogy vannak arra irányuló törekvések, hogy a számítógépes modellt közvetlenül lehessen szeletelni. Így nem csak a közbenső síklapokkal közelített modell előállításához szükséges időt és munkát lehetne megtakarítani, de a pontosság is jelentős mértékben növekedne.

Irodalomjegyzék

- [1]. P. F. Jacobs: Rapid Prototyping & Manufacturing: Fundamentals of Stereolithography. SME, 1992.
- [2]. A. Dolenc: Software Tools for Rapid Prototyping Technologies in Manufacturing, Helsinki, 1993.
- [3]. 3D Systems, Inc. Stereolithography Interface Specification, July 1988.

Németh Károly okleveles gépészmérnök, doktorandusz hallgató

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

Tel:(36 1) 463-2515, Fax:(36 1) 463-3178