

A Rapid Prototyping és a 3D-s szkennelés a terméktervezés szolgálatában

FALK GYÖRGY*
elnök

Az egyre élesedő piaci versenyben nagyon fontosá vált egy új termék piaci bevezetésére fordítható idő csökkentése, minimalizálása. Az idő faktor minimalizálása mellett fontos szempont egy termék életgörbéjének jellegéből adódó igény is, miszerint a termék életciklusának kezdetén kisebb sorozatnagyságokra van szükség az adott termék piaci bevezetéséhez, a kezdeti marketing igények kielégítéséhez. A számítógéppel történő terméktervezés az idő tényező csökkentéséhez nélkülözhetetlen megoldást nyújt, a gyors prototípusgyártás közvetlen és közvetett technológiai segítséget adnak a végleges gyártáshoz szükséges szerszámok gyártásának a kezdetnél történő, akár elhagyására is.

Az alábbiakban részletezésre kerülő tevékenységgel azt a feladatot oldottuk meg, amelyet a PDA-TECH KFT.-től kaptunk. Egy adott kézi számítógéphez kellett olyan ütésálló tokot tervezni, amely alkalmas a kézi számítógép befogadására úgy, hogy az ütésálló tokot még bőrbevonattal is el lehessen látni.

A folyamat a számítógépes tervezéssel kezdődött. Az adott kézi számítógép geometriai jellemzőit hagyományos mérőeszközökkel felmértük, és a mérési eredmények alapján elkészítettük annak 3D-s CAD-es modelljét az AUTODESK *Inventor* segítségével. A kézi számítógép 3D-s testmodellje lehetővé tette a biztonságos körbeölelésre alkalmas ütésálló tok 3D-s tervezését is. A tervezés eredményét mutatja az *1. ábra*.

A tervezés eredményének fizikai ellenőrzéséhez elkészítettük a számítógép ún. vizualizációs modelljét *3D Printer* segítségével. A tervezés és az ügyfél által is fogható első ellenőrző modell kézhezvételéhez összesen



1. ábra. 3D-s tervezés eredménye



2. ábra. Kézi számítógép vizualizációs modellje

három napra volt szükség! A vizualizációs (vagy nevezik kommunikációs) modelleket mutatja a *2. ábra*.

Mivel az eredeti kézi számítógép nem állt folyamatosan rendelkezésünkre, ezért *3D Printer*es eljárással elkészítettük az ütésálló tok tervezésének ellenőrzéséhez szükséges modellt is, amelynek segítségével már ellenőrizhettük a kapcsolódás geometriai feltételeit is (*3. ábra*).



3. ábra. Kapcsolódás ellenőrzése

Az ügyfél és a bőrbevonatot készítő vállalkozás együttes jóváhagyása után sztereolitográfiai eljárással elkészítettük a véglegesített ütésálló tok mestermodelljét (*4. ábra*).

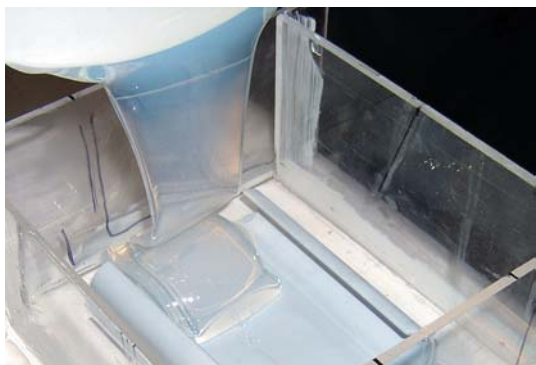
A mestermodell is egy gyors prototípusgyártási technológiával készült. Az ilyen SLA modellek is rétegről-rétegre épülnek fel, a jellemző rétegvastagság 0,1 mm. Ez a rétegződés különösen a ferde felületeken érzékelhető „lépcsős” alakzatot képez, amelyet csiszolással lehet megszüntetni. A csiszolás után finomszemcsés szórógít-

*Varinex Rt.



4. ábra. Sztereolitográfiai eljárással készített mestermodell

tel érdemes kezelni a felületet, majd ezt a szórt felületet lehet polírozni. A szórt, majd polírozott felületű mestermodellt már körbe lehet önteni átlátszó, additív, nem zsugorodó szilikongumival (5. ábra).



5. ábra. Szilikonszerszám öntése

Az additív szilikongumi szobahőmérsékleten térhálósodik ki kb. 24 óra alatt. A térhálósodás után a mesterdarabot eltávolítva megkapjuk azt az ideiglenes szerszámot, amelybe gyorsan térhálósodó poliuretán gyantát önthetünk, előállítva a kívánt ütészálló tokot (6. ábra).



6. ábra. Poliuretán gyanta öntése szilikonszerszámba

Nagyon sokféle gyártó kínál különböző mechanikai paraméterekkel rendelkező gyorskötésű poliuretán gyantát. Legismertebb gyártók: SIKA-TOOLING, VANTICO, ALTROPOL stb. A gyanta komponensek összekeverésére kb. 5–8 perc, ún. edényidő áll rendelkezésre, és ezen idő alatt az összekevert gyantát a szilikonszerszámba is be



7. ábra. A poliuretánból öntött alkatrész eltávolítása

kell tudnunk önteni. A poliuretán gyanták térhálósodására jellemző, hogy a teljes folyamat befejeződéséhez több napra van szükség, viszont a szerszámba öntött alkatrészt már kb. fél óra után kivehetjük (7. ábra).

A rugalmas szilikongumi szerszám legnagyobb előnye – mint az a 7. ábrán is látszik – az, hogy alámetszett darabokat is önthetünk, amelyeket a szilikonszerszám feszítésével tudunk kiszabadítani. A szilikongumiban való öntésnek van hátránya is. Egyrészt az öntött poliuretán alkatrész mechanikai tulajdonsága csak megközelelti a fröccsöntött alkatrészek hasonló paramétereit, másrészt egy szilikonszerszámban max. 25–30 alkatrész önthető biztonságosan. Ha több szilikonszerszámot készítünk akkor ez a korlát kevésbé jelentős (8. ábra).



8. ábra. Öntött alkatrészek

Megrendelőnk kérésére nyolc szilikonszerszámot készítettünk, amelyekben összesen 240 ütészálló tokot öntöttünk. A tokokat bőrbevonattal látták el, amely befejező művelettel a termék már azonnal piacképesé vált (9. ábra).

Az ütészálló tok piacbevezetése – fröccsöntés nélkül – igen jól sikerült. Újabb szilikonszerszámokban összesen négyszáznál több öntött alkatrész készült és ma már belátható, ha a termék piaci fogadtatása továbbra is



9. ábra. A kész ütészálló tok

töretlenül növekszik, akkor a fröccsszerszám elkészítése is esedékessé és gazdaságossá fog válni.

A fenti példa jól érzékelteti a számítógéppel segített tervezési módszerek alkalmazásának jelentőségét, hiszen az összes gyors prototípusgyártó eljárás ilyen CAD modellek „szeletelésével” állítja elő az adott modell egymásra épülő rétegeinek geometriáját.

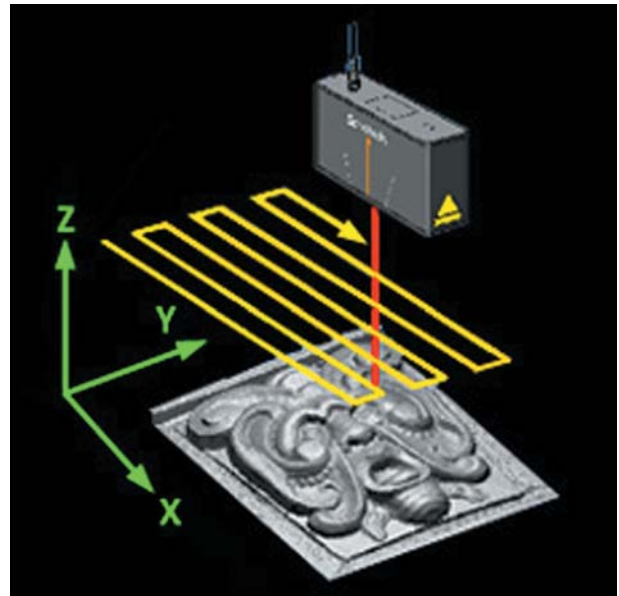
Vannak azonban olyan szakmai területek, kihívások, amelyeknél a mérnököknek a tervezés alapjait biztosító információ fizikai objektumként áll rendelkezésre. Tipikusnak is nevezhető az a gyakorlat, amelynek során egy termék első modelljét kézi formázási módszerekkel állítják elő a formatervezők, iparművészek, majd a különböző esztétikai, ergonomiai tesztek elvégzése után, a jóváhagyott, kézzel fogható modellt CAD rendszerrel kell feldolgozni a gyártás lefolytatása érdekében. Az autógyártásban az első 1:1-es gépjármű modelleket még sok gyártó ma is így, pl. agyagból készíti el, akár több verzióban is. Hasonló feladatokat jelent egy régen gyártott, CAD dokumentációval nem rendelkező törött öntvény pótlása, kopott szerszámok felújítása stb.

Ilyen esetekben, ha fel kívánjuk használni a számítógépes tervezési módszerek adta lehetőségeket, akkor valamilyen módon a meglévő objektumunk térbeli adatait kell első lépésben előállítanunk. A három dimenziós geometriai adatnyerésnek alapvetően két fő változata alakult ki. Az egyik a tapintó csúcsokkal ellátott, ún. koordináta mérőgépekkel történik (CMM – kézi- és automatikus vezérlésűek). Ezek a mérőgépek számítógép segítségével gyűjtik azoknak a térbeli pontoknak a koordinátáit, amelyeket a tapintó csúccsal megérintünk. Az így nyert adatok – az adott mérőgép típusától függően – igen pontosak, az ezred milliméteres pontosságot is elérhetik. Kezelésük nem túl egyszerű, és a magas költségük se teszi lehetővé széles körű elterjedésüket.

A másik jellegzetes adatnyerési lehetőség az, amikor a tapintó csúcs helyett egy lézeres berendezéssel, tapintás nélkül gyűjtjük a 3D-s adatokat. Ennek a módszernek is több változata létezik, amelyből most az ún. *Retrofit* eljárást részletezzük.

A 3D-s *Retrofit* szkennelésnél egy meglévő CNC marógép főorsójához rögzítjük a lézerfejet, és egy – a ma-

rógép vezérlő egységétől független – számítógéppel gyűjtjük a térbeli adatokat. Fontos megjegyezni, hogy bármilyen CNC marógépre utólag felszerelhető a *Retrofit* 3D-s szkennelést biztosító lézer egység (10. ábra)!



10. ábra. Retrofit scannelés elve

A térbeli pontok x , y és z koordinátáit a *Retrofit* szkennelési eljárásnál úgy tudjuk gyűjteni, hogy a CNC marógép főorsóját az x - y sík fölött egy állandó z magasságban a beszkennelendő objektum területe fölött mozgatójuk. A mozgató során a lézerfej mintavételezését az x , y mozgató lépéseivel szinkronizáljuk. A szinkronizáláshoz a CNC marógép léptetőmotorjainak vagy szinkronmotorjainak elektronikus jeleit használjuk. A mérőfej a kibocsátott lézerek sugár visszaverődéséből származó sugarakat két optikán keresztül egy-egy lineáris CCD-vel méri, a visszaverődés távolságának megfelelő mértékben, az adatgyűjtő számítógép a beszkennelt pontok szinkronizált, és egyben digitalizált x , y , z koordinátáit tárolja.

A *Retrofit* szkennelés automatikus adatgyűjtést tesz lehetővé egyszerű eszközökkel, hiszen a lézeres mérőfej mozgatóhoz szükséges CNC program elkészítése, amely program egy adott terület bejárását írja le, kézi programozással sem jelent problémát. Az 1 mW teljesítményű félvezető lézer segítségével 1000 pont térbeli adatait tudjuk másodpercenként összegyűjteni. A lézeres mérőfej felbontása 2–3 mikron, amely $\pm 0,05$ – $0,1$ mm-es pontosságot biztosít egy adott pont z koordinátájának vonatkozásában.

A 11. ábrán látható lámpabúra gumitömítésének 3D-s CAD modelljét kellett előállítanunk. Mivel a gumitömítés anyagánál fogva hagyományos mérőeszközökkel nehezen mérhető, ezért választottuk a 3D-s *Retrofit* szkennelést.



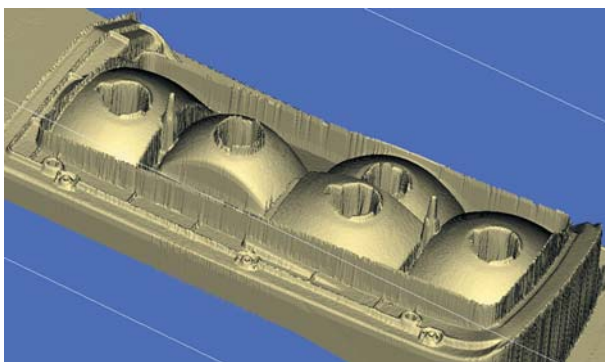
11. ábra. 3D-s szkennelés megvalósítása

nelést, azzal a gondolattal, hogy a lámpabúra hátoldalának 3D-s adataiból elő tudjuk állítani azt a felületet, amely a rugalmas gumitömítést térben meghatározza. Ezt a felületet felhasználva a gumitömítés komplex geometriája már CAD-s modellezéssel elkészíthető.

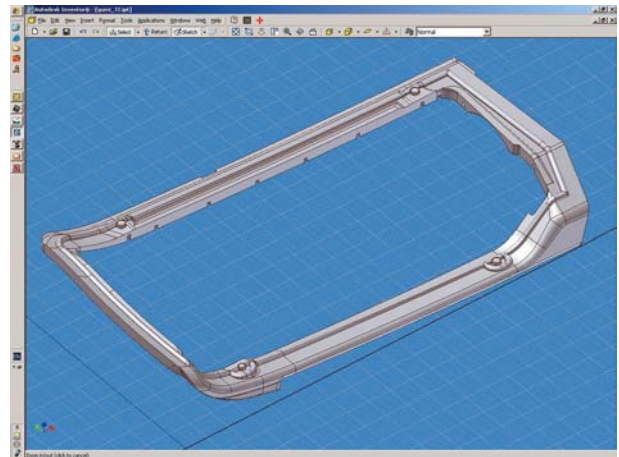
A *Retrofit* szkennelés során térbeli pontok sokaságát gyűjtjük össze, amely sokaságot pontfelhőnek nevezünk. A pontfelhő minden egyes pontja rendelkezik saját x , y , z koordinátájával, de sajnos az egyes pontok adatai nem tartalmaznak információt arról, hogy az adott pont környezetében található további pontok milyen kapcsolatban vannak, így a pontfelhőt CAD-környezetben csak további feldolgozás után tudjuk használni. Ezért a pontfelhő pontjainak térbeli kapcsolódását egy, a szkennelhez adott szoftverrel határozzuk meg. A meghatározás során a gyors prototípusgyártásnál is széles körben használt háromszögelt felületmodellt (STL) állítunk elő (12. ábra).

A háromszögelt felületmodell már lehetővé tette, hogy a gumitömítés 3D-s CAD modelljét az AUTODESK *Inventor* segítségével előállíthassuk, elsősorban ún. testmodellezéssel (13. ábra).

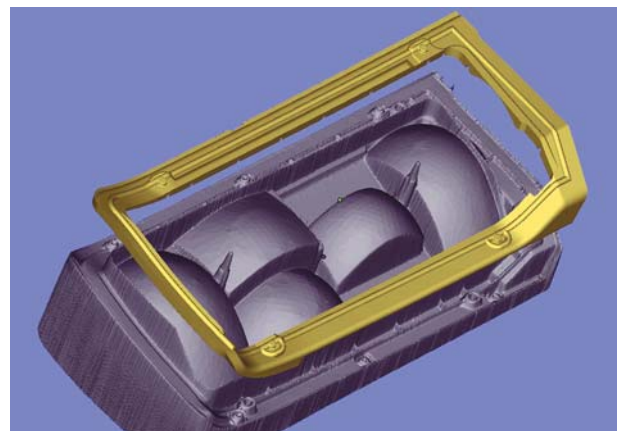
Az eredeti, *Retrofit* 3D-s szkenneléssel előállított háromszögelt felületmodellt munkánk számítógépes ellenőrzéséhez is fel tudtuk használni (14. ábra).



12. ábra. Beszkennelt lámpabúra



13. ábra. CAD-es tervezés eredménye



14. ábra. A CAD-es tervezés eredményének összevetése a szkennelt modellel

A fent részletezett, komplex számítógépes tervezés fizikai ellenőrzését is elvégeztük. *LOM2030E* gyors prototípusgyártó berendezésünkkel pár óra alatt legyártottuk az ún. „Control data” modellt, amelyet a meglévő lámpabúrára illesztve vált mérhetővé és ellenőrizhetővé CAD-es modellezésünk pontossága (15. ábra).

Az újra megtervezett tömítés CAD modelljét a továbbiakban felhasználhatjuk annak gyártásához szükséges szerszám végleges kialakításához is. A megtervezett



15. ábra. Control data modell

CAD-s modellt STL formátumra konvertáltuk, tükrözéssel képeztük a jobbos és balos verziót, majd ugyancsak a meglévő LOM2030E gyors prototípusgyártó berendezésünkkel pár óra alatt le is gyártottuk a kétféle modellt (16. ábra).



16. ábra: Jobbos/balos LOM-al készített mestermodellek

A tükrözött LOM-os modellek felhasználásával Komlón a RATIPUR KFT. elkészítette az integrálhabból készülő tömítés kétfézes habosító szerszámát, amelyben egyszerre gyártható a jobbos és balos verzió (17. ábra)



17. ábra: Habosító szerszám

A VARINEX RT.-nél üzembe helyezett Scantech gyártmányú (Dánia) CARSO 3D-s digitális lézer egységgel szolgáltatást is vállalunk, de a vásárolni szándékozóknak is szívesen bemutatjuk. A szolgáltatás során egy 2300×1500×500 mm-es munkaterű, 5 tengelyes CNC marógép biztosítja a nagy méretű objektumok hatékony 3D-s szkennelését.

Műanyagipari hírek

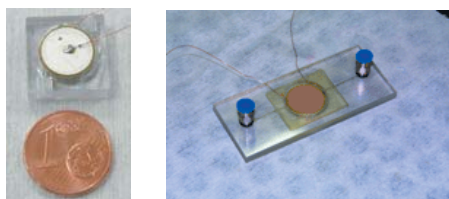
ComPaMED nemzetközi vásár

A MEDICA gyógyászati kiállítással párhuzamosan tartották meg a gyógyászati piaccal és gyártással foglalkozó COMPAMED vásárt (2003. november, Düsseldorf). Mivel a nagy amerikai piacot nem lehet figyelmen kívül hagyni, ezek a vásárok ma már nem regionálisak. A minőség meghatározására is a nemzetközi előírások az irányadók.

A COMPAMED-en, a fröccsöntés mellett, jelentős szerepet játszottak az alapanyagok és más feldolgozási technológiák. A REHAU AG pl. első ízben jelentkezett egy teljesen új termékcsaláddal, a 300°C-ig használható, poli-(éter-keton) (PEEK), poli-(éter-imid) (PEI) és fluorozott PE/PP (FEP) alapanyagú hőre lágyuló tömlőkkel. A legkisebb tömlőátmérő 0,07 mm. További céljuk, hogy újabb anyagokat is felhasználjanak, akár fedőanyagként, ezzel javítva a csúszási tulajdonságokat vagy a biológiai összeférhetőséget, illetve a nanoszerkezetet figyelembe véve használják ki annak lehetőségeit.

A MÖLLER FEINMECHANIK GMBH (Fulda) kifejlesztett egy könnyen tisztítható nano-fedőréteget, szemben a teflon-alapú nem tapadó réteggel. Orvosi területen különösen nagy jelentőségű, mert viszonylag kevés tisztítóanyaggal is a kívánt tisztaság érhető el. A fedőrétegnek kiváló a vegyi stabilitása, kopás- és karcálló, jól tapad a bevont felületre, könnyűfémre, bronzra, rézre és üvegre.

A COMPAMED-en az orvosi technológia miniatürizálását képviselő BARTELS MIKROTECHNIK GMBH (Dortmund) ezen a területen elért új eredményeit mutatta be. Mind a diagnosztikában, mind az analitikában fontos a szivattyúk, keverők, érzéklők és adagolók mérete. A legújabb BARTELS mikropumpa kisebb, mint az egy eurócentes (1. ábra). Ezek az alkatrészek elsősorban szilikonból készülnek, ami egyben határt szab a geometriájuknak, ezért más műanyagokkal is próbálkoznak.



1. ábra. Bartels mikropumpák

Új membrán-vákuumszivattyút mutatott be a KNF NEUBERGER GMBH (Freiburg). A kompakt szivattyúk teljesítménye eléri a 42 liter/percet, a vákuum a 90 mbar-t. Nagyon alacsony a zajszintje, melyet különleges tokozással is csökkentettek.

A COMPAMED 2003, a műanyagok mellett, kerámia, fém, szilikon és kompozit anyagokból készített laboratóriumi-, vizsgáló- és kalibráló berendezéseket, csomagolósorokat és segédberendezéseket (szivattyú, szelep, motor stb.) mutatott be. Bár, a visszajelzések szerint, nem mindenki igényét elégítette ki, 2004-ben még nagyobb területen kívánják bemutatni a legújabb, orvosi technológiákhoz kapcsolódó eszközöket.

Forrás: ComPaMED sajtóközlemény
P. Á.