

REVERSE ENGINEERING ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI

APPLICATION POSSIBILITIES OF REVERSE ENGINEERING

*Csáki Tibor** , Lajtos Julianna***, Makó Ildikó** , Szilágyi Attila**

ABSTRACT

The conventional touch probes used to digitizing objects are not applicable many cases because accuracy limitations, time of scanning or merely the fact of touching. On the field of digitizing of objects the touchless methods play more and more roles. It gives dense points and such a way it is more realistic, and the time a scanning is shorter.

BEVEZETÉS

A mérnöki tevékenységek során mindig létezett meglévő alkatrészek reprodukálásának az igénye, azaz a munkadarab alapján a gyártási dokumentáció előállítása, azonban a korábbi lehetőségek ezt csak egyszerű darabok esetében tették lehetővé. A számítógéppel támogatott mérnöki tevékenység szolgáltatásainak folyamatos és gyors bővülése azonban elvezetett a Reverse Engineering megjelenéséhez és gyakorlati alkalmazásához. Reverse Engineering alatt azt a tevékenységet értjük, amikor egy fizikailag létező tárgy alapján létrehozuk annak CAD geometriáját, vagy továbbá CAM szoftver felhasználásával alkalmas CNC szerszámgépen megmunkáljuk az új darabot. Ez az út már bonyolult felületeket tartalmazó darabok esetén is járható. Ily módon egyrészt elektronikus formában reprodukálni tudjuk a hiányzó, vagy korszerűtlen formában meglévő gyártási dokumentációkat, másrészt módosításokat hajthatunk végre a mintaként használt darabon.

A Reverse Engineering egyik igen hasznos alkalmazása a sérült, törött vagy hiányos tárgyak digitalizálása és 3D-s környezetben való visszaállítása.

A Reverse Engineering jól alkalmazható a minőségellenőrzés, illetve minőségbiztosítás területén is. Ha rendelkezünk a tárgy 3D-s, parametrikus modelljével

és e modell felhasználásával gyártott készterméssel, a késztermék digitalizálása után összehasonlító elemzést végezhetünk az eredeti modell és a késztermék digitalizált modellje között.

A VIZSGÁLATI ESZKÖZ, ÉS ELJÁRÁS

A Miskolci Egyetem Szerszámgépek Tanszéke egy Breuckmann Smart Scan 3D-HE típusú háromdimenziós optikai szkennelvel rendelkezik, melynek segítségével ilyen feladatok elvégzését el tudja látni. A nagyfelbontású szkennel önmagában még nem garantálja azt, hogy a kapott pontfelhő a tárgy minden részletét pontosan mutatja. Előfordul, hogy a tárgy sajátossága miatt hiányos, vagy zavaró információkat (zaj) kapunk a tárgy felszínéről. Ezek eltüntetésére, professzionális szoftverekre van szükség. A szoftveres javítás elvégzésére a Geomagic Studio¹ szoftvert használjuk.

A csúcsmínőségű Smart Scan 3D-HE² mobil szkennel másodperceken belül képes nagy pontosságú 3D koordinátákat szolgáltatni bármilyen objektumról. A tárgy mérete a különböző objektívokészleteknek köszönhetően széles határok közt változhat, a készülék a bonyolult geometriájú alakzatokat is jól kezeli. Az akár századmilliméter alatti helyzetpontossággal történő pontfelvétel mellett a rendszer képes a tárgy színét is felismerni és rögzíteni a 3D-s digitális állományban.

A szkennel a látható fény tartományában dolgozik és érintés nélküli mintavételezés útján gyűjti be az információt a tárgyak felszínéről. Fő részei a kamerarendszer, mely két, egyenként 5 megapixeles kamerából áll, valamint a központi projektor, mely a tárgyak megvilágítását végzi. A projektor egy folyamatosan sűrűsödő kontrasztrácsot vetít a felületre, mely függőleges „világos” és „sötét” vonalakkal tevődik össze (1. ábra). Ennek a fényrácsnak a letapogatott tárgy felületén történő torzulása szolgáltat információt a felület jellegéről. A torzult fényrácsot fényképezi a két kamera, majd ezek alapján készíti el az eszközhöz tartozó

* PhD, egyetemi adjunktus, Miskolci Egyetem, Szerszámgépek Tanszéke

** PhD, egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Szerszámgépek Tanszéke

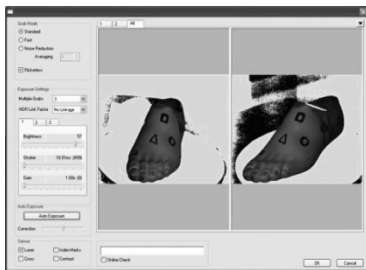
*** mérnöktanár, Miskolci Egyetem, Szerszámgépek Tanszéke

¹ A Geomagic cég terméke

² A Breuckmann GmbH terméke

szoftver a 3D-s pontfelhőt. A kamerák cserélhető lencserendszerrel rendelkeznek, melyek segítségével a látómező mérete változtatható.

A kamerák látómezeje a különböző lencserendszerek segítségével 90x90mm, és 600x600mm között változtatható. A munkaterület nagyságával természetesen fordított arányban áll a mintavételezési pontosság. Az egymás után készített képeket szoftveresen fűzzük össze, így a letapogatandó testről teljes 3D-s képet kapunk. A szkennelést vezérlő és adatgyűjtő szoftver az Optocat 2009. A letapogatás után a kamerarendszer látómezejébe eső képek közös metszete jelenik meg számítógépen (1. ábra).



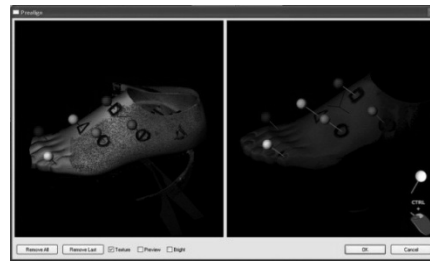
1. ábra A kamerák felvételei

Az egymás után készített képeket a szoftver saját, globális koordináta-rendszerében helyezi el, így azok más orientációval rendelkeznek, mint a megelőző szkennelések felvételei (2. ábra). A program ezért nem fűzi össze automatikusan a képeket, ezt a feladatot "manuálisan" kell elvégezni.



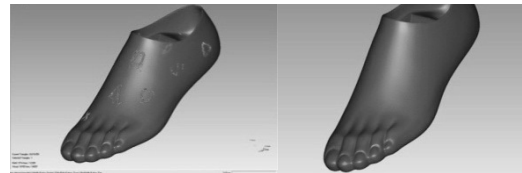
2. ábra Egymást követő felvételek összefűzeten állapotban

Az újabb képeket az előzőekhez kell illeszteni, hogy a teljes testmodellt megkapjuk. Ez jelölők segítségével történik. A szoftver a két képen (az előzőleg összeillesztett részletek, és az utoljára szkennelt rész) "manuálisan" elhelyezett jelölők környezetében lévő pontokat hasonlítja össze, és az egyezőket egymáshoz rendezve bővíti a modellt. Így végül megkapjuk a teljes testnek megfelelő 3D-s pontfelhőt (3. ábra).



3. ábra Az összefűzés folyamata

Az Optocat szoftverből elmentett pontfelhőre a Geomagic felületet illeszt, így egyszerűbb a javítás, illetve módosítás. A program segítségével el tudjuk távolítani a fölösleges pontokat, felületi kitüremkedéseket, a kezelő által létrehozott felületi jelöléseket és meg tudjuk szüntetni az esetleges folytonossági hiányokat (5. ábra). Ezután a javított modell megfelelő fájlformátumba kimentve felhasználható CAD szoftverek, RPT technológiák, vagy NC program generáló szoftverek számára.



4. ábra Javítás Geomagic szoftverrel

A fentiekben ismertetett példa a vizsgálati eszköz, és a vizsgálat bemutatásán kívül rámutat az egyik lehetséges alkalmazási területre is. Az emberi művegtag nem csak bonyolult felület, melynek gyártó szerszámát előállítani, majd a kész „terméket” ellenőrizni nem egyszerű feladat, hanem esztétikai követelményeket is ki kell elégítenie. Ha valakinek kéz, vagy lábfej pótlására van szüksége, megoldható az ép végtag beszkenelése, majd CAD módszerekkel a tükörkép létrehozása, illetve annak legyártása.

TIPIKUS REVERSE ENGINEERING FOLYAMAT

A klasszikus Reverse Engineering folyamatot egy műszaki alkalmazás segítségével mutatjuk be. Az első feladat a 6. ábrán látható ventilátor vezetőkerék CAD állományának előállítása volt, hogy annak segítségével áramlástanai szimulációkat lehessen végezni.

A szkenneléshez a munkadarabot megfelelően elő kell készíteni, azért, hogy a szkennerek a lehető legpontosabban be tudja mérni a pontok helyzetét. A vezetőkerék geometriája miatt sok felvételre volt szükség, azért, hogy minden felületről elegendő számú pontot lásson a szkennerek mindkét objektívje.



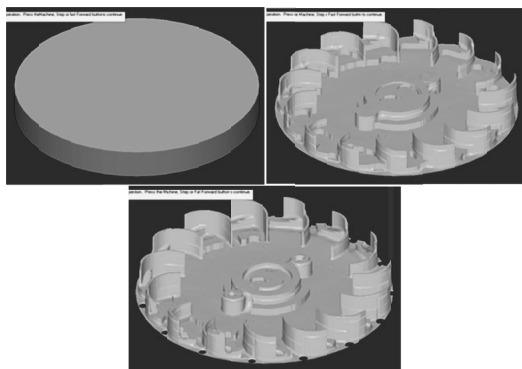
5. ábra Ventilátor vezetőkerék

A további feladat a kerék forgácsoló megmunkálására alkalmas technológia előállítás volt. Ennek érdekében a szkenneléssel létrehozott STL fájlt a Szerszámgépek Tanszék rendelkezésére álló **MasterCAM X6³** szoftverrel alakítottuk tovább. Itt az első fázis a hibás felületelemektől megtisztított MCX kiterjesztésű fájl létrehozása volt. Erre a felületre terveztük ezután a forgácsoló technológiát.



6. ábra MCX fájl

A megmunkálási technológia egyes lépései, és a vizualizálás eredménye a 7. ábrán láthatók.



7. ábra A megmunkálás lépései

A TIOP-1.3.1-07/1-2F-2008-0005 projekt keretében beszerzésre került álló korszerű CNC gépek segítségével a Tanszék a bonyolult alkatrészek forgácsolását is el tudja végezni, illetve lehetőség nyílik az eredeti és a szkennelt állományból készült alkatrész összehasonlítására.

³ A CNC Software Inc. terméke

MÉRÉSI-MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI ALKALMAZÁSOK

A rendszer pontossági jellemzői lehetővé teszik a mérés technikai alkalmazásokat is. A gyártáshoz használt CAD modell, és a digitalizált test összehasonlítása a minőségellenőrzés, illetve a minőségbiztosítás hatékony eljárása. Ezen eljárás előnye az, hogy szabad terebeli felületek esetén is megbízhatóan használható. Ilyen felületek forgácsolással történő megmunkálása a mai magas szinten automatizált, több irányított tengellyel rendelkező szerszámgépeken megoldható, felvetődik azonban a kérdés, hogyan ellenőrizhetjük megbízhatóan a méret- és alakhelyességet.

A továbbiakban a fentiekben ismertetett minőségellenőrzési eljárás alkalmazási lehetőségeit, illetve lehetséges alkalmazási területeit mutatjuk be.

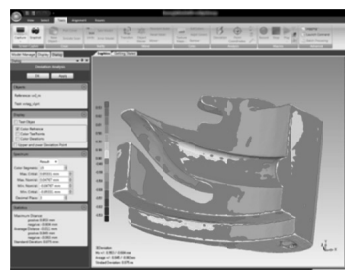
Az első példa golyósanya visszavezető tag méreteinek, illetve méreteltéréseinek ellenőrzése alkalmazott megvalósítását

Látható, hogy a geometriailag többféle felületelem-ből álló test mérésrel történő méret-, és alakellenőrzése nem egyszerű feladat. Jól megoldható ezzel szemben a fentiekben leírt eszköz és mérési eljárás segítségével. A vizsgálat céljára rendelkezésre állt a tervezéshez és gyártáshoz szükséges CAD modell, és az ez alapján legyártott darab. Első lépésben a fentiekben ismertetett módon beszkeneltük az elkészített visszavezető tagot. A művelet eredményeként létrehozott, már javított modell a 8. ábrán látható.



8. ábra Szkennelt modell

A szoftver lehetőséget nyújt a CAD modell által definiált felület, és a letapogatott felület egymásra illesztésére, és az eltérések megjelenítésére.



9. ábra Megegyező ±0,953 mm közti méreteltérések



10. ábra Megjelenített $\pm 0,3$ mm közti méreteltérések

A 9. ábra a $\pm 0,953$ mm közti eltéréseket mutatja a test különböző felületein. A különböző nézeti képek alapján megállapítható, hogy a vizsgálati tartomány szűkíthető, mert a működő felületek eltérései kisebbek a megadott tartománynál.

Látható, hogy a méreteltérések gyakorlatilag a $\pm 0,3$ mm tartományba esnek (10. ábra).

A következő illusztrációban szereplő „alkatrész” a Sanatmetal Kft. gyártmánya, egy térdprotézis femur komponense (11. ábra).



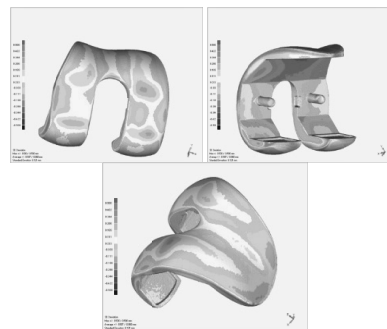
11. ábra Térdprotézis femur komponense

Látható, hogy a geometriailag többféle felületelemből álló test méréssel történő méret-, és alakellenőrzése nem egyszerű feladat. Első lépésben a fentiekben ismertetett módon beszkeneltük az elkészített femurkomponenst. A művelet eredményeként létrehozott, már javított modell a 12. ábrán látható.



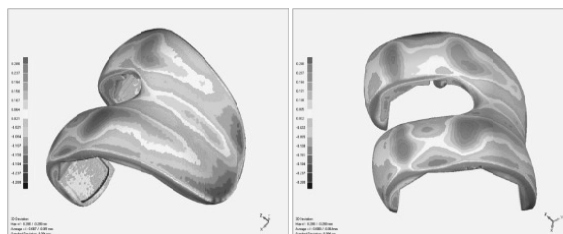
12. ábra Szkennelt modell

A CAD modell, és a szkennelt felület egymásra illesztése után először a $\pm 0,5$ mm közti eltéréseket vizsgáltuk meg a test különböző felületein (13. ábra).



13. ábra Megjelenített $\pm 0,5$ mm közti méreteltérések

A különböző nézeti képek alapján megállapítható, hogy a vizsgálati tartomány szűkíthető, mert a működő felületek eltérései kisebbek a megadott tartománynál.



14. ábra Megjelenített $\pm 0,28$ mm közti méreteltérések

A 14. ábra a szűkített tartományban vizsgált $\pm 0,28$ mm közti eltéréseket mutatja.

ÖSSZEFOGLALÁS

A 3D-s optikai szkennelést felhasználó korszerű eljárás jó segítség lehet a bonyolult felületű tárgyak gyártási programjának, illetve technológiájának véglegesítése során, és egy hatékony eszközt nyújt a méret- és alakellenőrzésben.

Jelen publikáció a TÁMOP 4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

IRODALOM

- [1] Breuckmann Szkennerek
<http://www.breuckmann.com/en/home.html>
- [2] Geomagic Studio 2012
<http://www.geomagic.com/en/products/studio/>
- [3] Szerszámgépek Tanszéke reverse engineering laboratóriumának bemutatása
<http://www.szgt.uni-miskolc.hu/~scan3d/>