

RapidFormXOR – az intelligens Reverse Engineering szoftvermegoldás

Jelen írásunkban a Reverse Engineering szoftvercsaládjának RapidFormXOR elnevezésű tagját mutatjuk be. Ez a szoftver forradalmasítja a tevékenységeket, mivel a CAD-rendszerekben már megszokott eszközrendszert fejlesztettek tovább a térbeli pontfelhők feldolgozására, egy adott alkatrész CAD-modelljének „visszatervezésére”. Mivel a digitális lézerszkennelésről szóló korábbi írásunkkal kapcsolatban sok kérdés érkezett, ezért rövid áttekintést adunk ennek gyakorlati megvalósításáról is.

RapidFormXOR makes the process of creating parametric CAD models from real world parts faster and easier by utilizing a design process and user interface that are instantly familiar to CAD users. XOR allows engineers to capture the design intent and design parameters of real world parts that may have lost their defining features during the manufacturing process or may not have ever had a CAD model.

RapidformXOR bietet die umfassendste Technologie, um 3D-Scandaten in qualitativ hochwertige 3D-Modelle zu transformieren, die in einer breiten Auswahl von Reverse-Engineering-Anwendungen verwendet werden können. Es ist die einzige Software, die speziell entwickelt wurde, um 3D-Scandaten einzulesen und wasserdichte Polygon-Mesh-Modelle zu erstellen, NURBS-Freiformoberflächen den Modellen anzupassen oder Solid-Modelle direkt aus den 3D-Scandaten prismatischer Bauteile zu erstellen.

Bevezetés

A Gyártóeszközök, szerszámok, szerszámgépek nevű kiadvány 2006/2. számában részletesen bemutattuk a RapidFormXOR szoftvert, amely egy adott alkatrész bemérése során különféle módon gyűjtött térbeli koordináták kiértékelésének hatékony eszköze. Mostani írásunkban a szoftvercsalád másik tagját, a RapidFormXOR elnevezésűt mutatjuk be. Ez a szoftver a Reverse Engineering tevékenységeket forradalmasítja, mivel a CAD-rendszerekben már megszokott eszközrendszert fejlesztették tovább a térbeli pontfelhők feldolgozására, egy adott alkatrész CAD-modelljének „visszatervezésére”.

3D digitális lézerszkennelés

A számítógéppel segített tervezési módszerek (CAD) napjainkban a gyors termékfejlesztés nélkülözhetetlen segédeszközei. Vannak azonban olyan szakmai területek és feladatok, amelyeknél a tervezés alapját jelentő információ fizikai objektumként áll a mérnök rendelkezésére. Tipikusnak is nevezhető az a gyakorlat, amelyben egy termék első modelljét a formatervezők és iparművészek kézi formázási módszerekkel állítják elő, majd a különböző esztétikai, ergonómiai tesztek elvégzése után a jóváhagyott modellt a gyártáshoz CAD-rendszerrel kell feldolgozni. Az autógyártásban az első 1:1 méretarányú gépjárműmodelleket még sok gyártó ma is így (például agyagból) készíti el, akár több verzióban is. Hasonló feladato-

kat jelent egy régen gyártott, CAD-dokumentációval nem rendelkező törött öntvény pótlása, kopott szerszámok felújítása stb.

A háromdimenziós geometriai adatnyerésnek két iránya alakult ki. Az egyik változat a tapintókkal ellátott koordinátamérőgépek felhasználásával történik: a mérőgépek – számítógép segítségével – gyűjtik azoknak a térbeli pontoknak a koordinátáit, amelyeket a tapintó csúcsai meg tudnak érinteni. Az így nyert adatok – az adott mérőgép típusától függően – igen pontosak, az ezred milliméteres pontosságot is elérhetik. Kezelésük nem túl egyszerű és széles körű elterjedésüket még a magas költségük is akadályozza.

A másik jellegzetes adatnyerési lehetőség az, amikor a tapintócsúcs helyett egy lézeres berendezéssel, érintkezés (tapintás) nélkül gyűjtjük a 3D-s adatokat. Ennek a módszernek több változata is létezik, amelyből most azt a verziót mutatjuk be, amikor a lézeregységet egy marógép főorsójába fogjuk be.

Ebben az esetben egy meglévő CNC-marógép főorsójába rögzítjük a lézerfejet, és a marógép vezérlőegységétől függetlenül számítógéppel gyűjtjük a térbeli adatokat. Nagyon fontos azt megjegyezni, hogy a 3D-s szkennelést megvalósító lézeregység bármilyen CNC-marógépre utólag is felszerelhető!



1. ábra. Digitális, térbeli lézerszkennelés HAAS CNC-marógéppel

A térbeli pontok X, Y és Z koordinátáit a digitális lézerfejjel úgy tudjuk gyűjteni, hogy a CNC-marógép főorsóját a beszkennelendő objektum területe fölött az X-Y síkban, állandó Z magasságban mozgatjuk. A lézerfej mintavételezését az X, Y irányú mozgás lépéseivel úgy szinkronizáljuk, hogy a CNC-marógép léptetőmotorjainak vagy szinkronmotorjainak elektronikus jeleit használjuk. A digitális lézerfej által kibocsátott sugár visszaverődéséből származó jeleket két optikán keresztül egy-egy lineáris CCD méri, a beszkennelt pontok szinkronizált és digitalizált X, Y és Z koordinátáit pedig az adatgyűjtő számítógép tárolja.

Ez a módszer megfelelő pontosságú, egyszerű és olcsó eszközökkel automatikus adatgyűjtést tesz lehetővé. A lézeres mérőfej mozgatásához szükséges, egy adott terület bejárását leíró CNC-program elkészítése kézi programozással sem jelent problémát. Az 1 mW teljesítményű félvezető lézer segítségével másodpercenként 1000 pont térbeli adatait tudjuk összegyűjteni. A lézeres mérőfej felbontása 2–3 µm, amely

Z irányban $\pm 0,05 - \pm 0,1$ mm pontosságot garantál egy adott pont Z koordinátájának megállapításakor, míg az X, Y koordináták pontossága a CNC-marógép mozgatási pontosságával egyezik meg.

Ha nincs megfelelő pontosságú CNC-marógépünk vagy mindegyik a marógéptől függetlenül kívánjuk a 3D-s szkennelést megoldani (például egy klimatizált mérőszobában), akkor az igényeinknek megfelelő pontosságú, CNC-vezérlésű, X-Y mozgatómechanizmust egyszerű eszközökkel létrehozhatjuk, amelyre felszerelhető a digitális lézerezegység.



2. ábra. CNC-vezérlésű, X-Y mozgatómechanizmusra szerelt lézerezegység

A digitális lézerezegységgel akár több oldalról beszkenelt térbeli pontok halmazát – az ún. pontfelhőt (Cloud of Points) – a RapidForm mindkét változatával automatikusan egy zárt pontfelhővé tudjuk összeilleszteni. (Ennek részleteit az előző írásunkban már bemutattuk.)

Reverse Engineering szoftverek fejlődése

A Reverse Engineering (RE) szoftverek fejlődését az segítette elő, hogy azok kezelőfelületei és a „visszatervezés” (vagyis az újramodellezés) módszertana nem találkozott a tervezőmérnökök elképzelésével, így azok nem hasonlítottak az általuk jól megszokott CAD-rendszerük kezelőfelületéhez, illetve gondolkodásmódjához. Az alábbi felsorolásban összefoglaljuk a korábbi RE-szoftverek fő jellegzetességeit, illetve a CAD-modell visszaállításának módszereit:

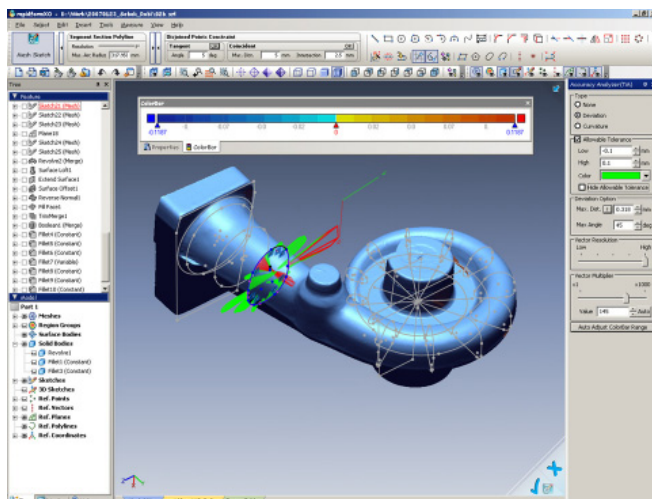
- Az ún. első generációs RE-programok nagy hangsúlyt fektettek a pontfelhők háromszög lapkamodellé történő átalakításakor arra, hogy azt 100%-ban kisimítsák és alakhelyessé tegyék. Az így kisimított STL-felületmodellre automatikusan nurbs felületeket feszítettek. Ezek az eljárások sok időt igényeltek és nem volt ellenőrizhető a végeredmény pontossága.
- A következő fejlesztési irány már nem törekedett tökéletes lapkamodell kialakítására, inkább görbéket illesztett a lapkamodellre, aminek a felülethez történő kötődését az illesztő pontok számával lehetett szabályozni. A görbéket úgy kellett létrehozni, hogy egy adott felületrészt mindig négy görbe határoljon, amelyeket aztán fel lehetett használni nurbs felületek létrehozására. Az ilyen eljárásokkal jó pontosságú felületmodellek készíthetők, viszont mind a héjmodell-manipuláció, mind a görbék elhelyezése körültekintő, gondos munkát, ebből következően pedig sok időt igényelt. További problémát jelentett a megfelelő görbehálózat kialakítása-

kor, hogy sok egyszerű, de nagyon fontos szabályt kellett figyelembe venni.

- Az RE-szoftverek következő generációjánál már nem csak görbékre illesztett felületeket használhattunk, hanem a szoftver segített „felismerni” a modell jellegzetességeit, alakasjátosságait, és bizonyos részeket – akár testmodellezési eljárással – úgy készíthettünk el, hogy az egyes méreteket már mi határozhattuk meg. Az ilyen eljárást azért nevezik hibrid modellezési megoldásnak, mert kombinálja az alapszintű testmodellezést, a szabad felületek képzését és a görbék által meghatározott felületeket, valamint az automatikusan illesztett felületek képzését is.

Az új megoldás

Az Inus Technology egy teljesen új megközelítést alkalmaz a RapidFormXOR szoftverénél. Ennek az a lényege, hogy a beszkenelt, zárt pontfelhőt térbeli háttérképként kezeli és ezen a háttérképen – a már megszokott CAD-funkciókkal – végezhettük el az adott modell újratervelését. Ennél a megoldásnál nem kell törődni például a pontfelhő simaságával, azaz nem kell felesleges időt és energiát fordítani annak előállítására.



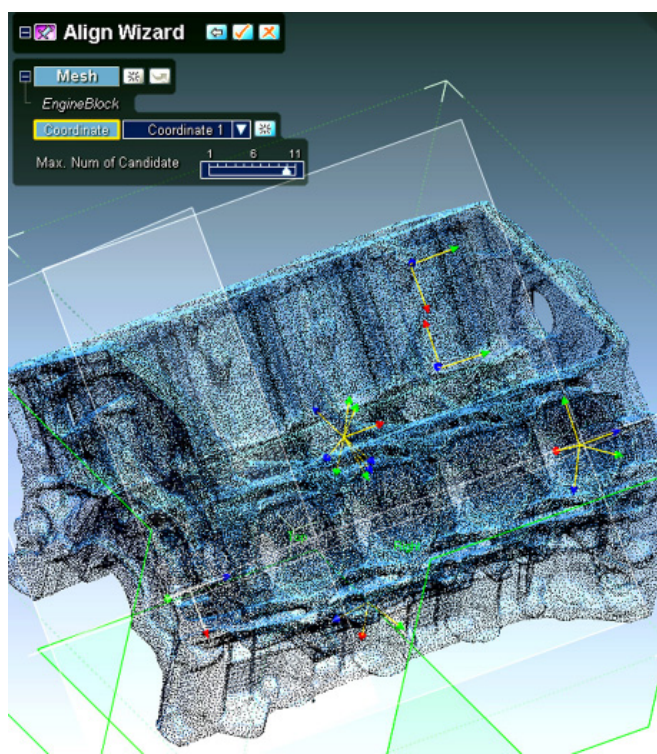
3. ábra. A RapidFormXOR kezelőfelülete

A RapidFormXOR szoftver megalkotói úgy döntöttek, hogy a paraszolid kernel felhasználásával korszerű, 3D-s CAD-környezetet alakítanak ki. Mivel korábban már megtervezték azt a különleges adatkezelési módszerüket, amelynek segítségével igen nagyszámú (több millió) pontból álló halmaz kezelését is megoldották, létrejöhetett az eredeti, új megoldás, amellyel a térbeli pontfelhőt (vagy annak háromszögűvé tett lapkamodelljét) térbeli háttérképként gyorsan, valós időben lehet kezelni és ezen a térbeli háttérképen a korszerű 3D-s CAD-funkciókat megvalósítani. Ezzel a módszerrel gyakorlatilag egy olyan új eljárást hoztak létre, amely nemcsak forradalmasítja a Reverse Engineering tevékenységeket, de új eljárási szabványoknak is tekinthető.

Természetesen a RapidFormXOR-ben is nagyon egyszerű és hatékony eszközökkel szerkeszthető meg a lapkákból álló héjmodell, és jól kiszűrhetők a hibás, a későbbi térbeli CAD-szerkesztést zavaró szkennelési hibák is. A program (a későbbi számítógéppel segített szerkesztést előkészítendő) automatikusan felismeri a különböző alakasjátosságokat és az eredeti szkennelt felületen azokat különböző színekkel jelöli. Természetesen lehetőség van a felajánlott struktúrát az igényeknek megfelelően módosítani és így kialakíthatóak azok a sajátos régiók, amelyeket a további szerkesztéshez akarunk majd

felhasználni. A szerkesztéshez a beszkenntelt hémmodell a sajátossági régióknak megfelelően pozicionálható, mégpedig a modellezéshez alkalmas koordináta-rendszer kiválasztásával és annak pontos beállításával.

Amennyiben egy zárt test a feladat, akkor a különböző síkokban egyszerűen ún. vázlat-síkok hozhatók létre. Ezek segítségével – a CAD-rendszerben megszokott – vázlatok készülnek, amelyek méretekkel és ún. kötöttségekkel azonnal elláthatók. A vázlatkészítés közben folyamatosan figyelemmel kísérhető, milyen eltérés van a szkennelt állományhoz képest.



4. ábra. CAD újraserkesztéshez vázlat-síkok felvétele a szkennelt állományon

A modell építése során bármikor ellenőrizhető a beszkenntelt modelltől való eltérés, a felületek kapcsolódása.

A RapidFormXOR egyébként mindig segítségünkre van, például a beszkenntelt hémmodell alapján a változó lekerekítési sugarakat kiszámítja, lehetővé teszi a szerkesztéssel létrehozandó rádiuszok kiigazítását stb.

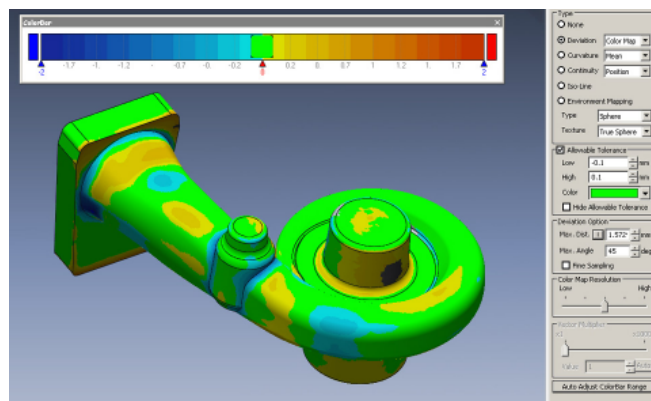
A RapidFormXOR segítségével felületmodellezéssel készített, ún. szabadfelületek kombinálhatóak a testmodellezéssel előállított modellrészekkel, felhasználva a CAD-rendszerekben megszokott Boole-algebrai műveleteket, továbbá a kiosztási és a többszörözési funkciókat is.

A szoftver támogatja a hagyományosnak tekinthető térbeli görbék által meghatározott felületek modellezését is, sőt, azok létrehozása az új parancsokkal nagyon leegyszerűsödik. Ko-

rábban például általános gondot jelentett az, ha a görbehálózatot csak úgy lehetett kialakítani, hogy némelyik felületrészletet 3–5 határgörbe tett egyértelművé. A program még az ilyen bonyolult eseteket is könnyen, automatikusan tudja kezelni.

A tervezéskor korábban sok gondot jelentett a határgörbék csomópontjainak metsződése is. A metszéspontokban ugyanis kis csúcsok jöttek létre, amelyeknek következtében az egyes felületelemek egzakt kialakítása megoldhatatlanná vált. Az ilyen hibákat egy paraméter megváltoztatásával egyszerűen kiszűrhetjük.

A 3D-s CAD-modellezés minden egyes fázisában lehetőség van a modellezés pontosságának ellenőrzésére, amely funkció meghívása után (az eltérések grafikus megjelenítésével, illetve annak számszerű kiértékelésével) pontos kép kapható a visszaállítás alatt lévő CAD-modell megfelelőségéről.



5. ábra. Reverse Engineering tevékenység ellenőrzése

A programba beépített szolgáltatások sorából érdemes kiemelni még – a korszerű CAD-rendszereknél is alkalmazott – ún. fastruktúra funkciót. Ez a grafikus képernyőrész mellett a modellépítés „történetét” tartalmazza. Ha a fastruktúrát közvetlenül módosítjuk, a CAD-modell is automatikusan megváltozik. További fontos tulajdonság, hogy a modell valamennyi mérete közvetlenül paraméterezhető, így akár még egy régióra feszített szabadfelület is pontosítható a későbbiekben.

Összefoglalás

A RapidFormXOR szoftverről közölt vázlatos ismertetésből is megállapítható, hogy a Reverse Engineering feladatok megoldásában a megszokott CAD-rendszerekhez igazított szemléletmódjával, egyszerű kezelhetőségével és a meglévő tárgyak beszkennt, térbeli pontfelhőinek valós idejű kezelésével széles felhasználói kör számára nyújt korszerű megoldást.

Gnädig András

Reverse Engineering *rendszer-mérnök*
gnaedig@varinex.hu

Varinex Zrt.