

A VIRTUÁLIS TERMÉKTERVEZÉS OKTATÁSA

EDUCATION OF VIRTUAL PRODUCT DESIGN

Dr. Körtélyesi Gábor, PhD, Erdősné Sélley Csilla

ÖSSZEFOGLALÁS

Bemutatásra kerül a BME Gép- és Terméktervezés Tanszékén kialakított Virtuális Tervezőlaboratóriumban folytatott oktatási tevékenység. Az oktatási egység támogatja a modern mérnöki tervezés szinte minden folyamatát: az optikai 3D-s szkennelést, a mérnöki rekonstrukciót, a sztereoszkopikus 3D megjelenítési technikákat, a virtuális és kiterjesztett valóság alkalmazásait, és a fizikai termékmodellek elkészítését (3D nyomtatás).

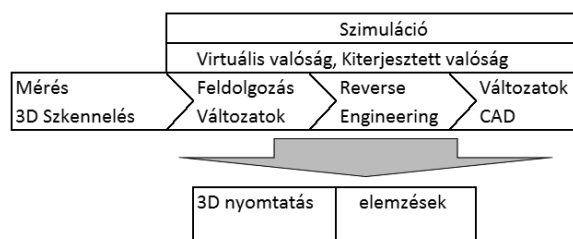
ABSTRACT

Educational activity of the Virtual Design Laboratory at the Department of Machine and Product Design is introduced. The education unit supports almost all of the stage of the modern engineering design process: optical 3D scanning, engineering reconstruction, stereoscopic 3D display techniques in virtual and augmented reality application and fabricating physical product models with 3D printing.

1. BEVEZETÉS

A mérnökképzés során a tervezést támogató számítógépes eszközök alatt többnyire a parametrikus tervezőrendszereket, szimulációs szoftvereket értik. A tervezői munka sok esetben kezdődik ismert megoldás elemzésével, áttervezésével, amelyhez a mérnöki rekonstrukciós eszközök ismeretére van szükség. A tervezői munka kommunikációját, ellenőrzését támogatja a modellváltozatok elkészítése és sztereoszkopikus megjelenítése a virtuális térben (1. ábra), [1]. Végül a kiválasztott megoldást valós környezetben ellenőrizhetjük a fizikai prototípus additív elven működő gyártása után.

A labor tevékenységét néhány projekt bemutatásával illusztráljuk, a gép- és terméktervező mérnöki munka néhány jellemző területén a tervezésben, áttervezésben, látványtervek készítésében, termékötletek fizikai modellt kiváltó megjelenítésében, minőségellenőrzésében és a digitális gyártásra történő tervezői gondolkodásban.



1. ábra Tervezői ciklus a VT labor eszközeivel

2. MÉRNÖKI REKONSTRUKCIÓ

2.1. 3D szkennelés

A valós testekről 3 dimenziós virtuális modellek létrehozásának első lépése, hogy a testről megfelelő felvételeket készítsünk. A virtuális modell eltérése a fizikai objektumtól azonban nem csupán az alkalmazott eszköztől függ, hanem az objektum geometriájától, a szkennelési eljárástól és az adatfeldolgozó algoritmusoktól is. Az oktatás során a diákok gyakorlati tapasztalatokat szereznek a különböző elven működő eszközökkel, megismerik az adatfeldolgozás általános lépéseit és mérlegelik az egyedi geometria pontos visszaadásához szükséges mérési elrendezés, pozíciók, beállítások, paraméterek, adatok és feldolgozó algoritmusok alkalmazását a mérés céljának megfelelően. A mérés célja lehet

- replika létrehozása additív gyártással;
- formai áttervezéshez, szerszám ill. csatlakozó alkatrészhez kiindulási referencia (2. ábra);
- gyártási pontosság vagy kopás ellenőrzése;
- ergonómia ellenőrzése;
- látványterv készítése, stb.

A mérés végrehajtható különböző pozícióban készült egyedi felvételek utólagos összefűzésével, vagy folyamatos, felvétel során egyesített adatállomány képzésével.



2. ábra Kontroller ergonomikus átalakítása
(Szabó Bence, Tóth-Pajor Mátyás)

2.2 Eszközök, szkennelési eljárások

A laborban különböző méretű objektumok felvételére különböző működési elvű optikai eszközök állnak rendelkezésre.

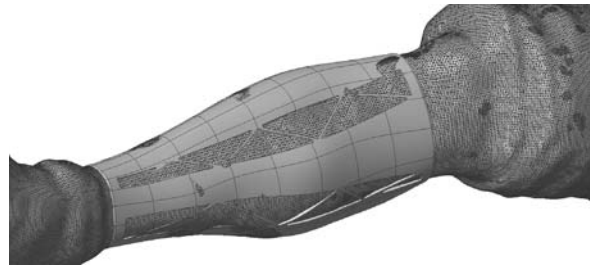
Kinect1, Kinect2

A Kinect szenzorok olcsón hozzáférhető eszközök, amellyel nagyobb tárgyak, ember (3. és 4. ábra), terek szkennelhetők be néhány perc alatt, hozzávetőlegesen (mm-cm pontossággal).

Infravörös pontmintázat illetve intenzitásmodulált fény segítségével azonosítják a mélységi adatokat, egyúttal egy színes kamera rögzíti a textúra információkat is. Egyszerűen kezelhető beolvasó szoftverekkel működtethetők, továbbá programozói felület teszi lehetővé az eszközök kreatív felhasználását.



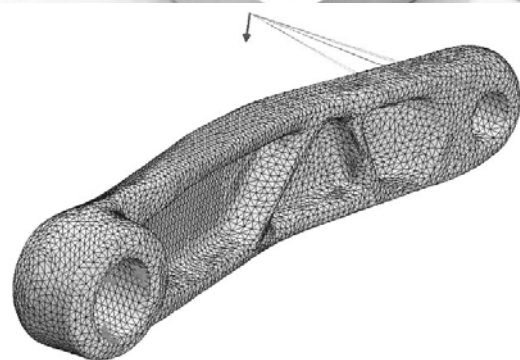
3. ábra Embermodell (Szobácsi Richárd,
Madarász Benjámin)



4. ábra Művégtag tervezése (Henczi Tamás,
Tarcsai Roland)

NextEngine lézerszkennер

A NextEngine szkennер és a szkennert kezelő szoftverek többnyalábos vörös (650 nm) vonallézeres és többkamerás beolvasási eljárása közel 0.1 mm pontosságú, nagy pontsűrűségű mélységi adatok és ezzel egyidejűleg közepes minőségű textúra felvételezését teszi lehetővé (5.ábra). A beolvasási folyamat lényegesen lassabb, itt egy objektum teljes beolvasásához 1-2 óra szükséges.



5. ábra Kerékpár alkatrész felvétele NextEngine
lézerszkennерrel végeeselemes ellenőrzéshez
(Olasz László Péter, Horgos Máté Balázs)

David SLS-3

A strukturált fényrel történő szkennelés során egy projektorral ismert mintázatot vetítünk a tárgyra, amelyet egy kamera rögzít és továbbít a kiértékelő szoftver felé. Az eljárás meglehetősen gyors, ugyanakkor hasonló pontosságú, mint a NextEngine lézerszkennerek esetén.

Egyedi szkennerkonstrukciók a David szoftverrel

A David szkennelő szoftver sokféle projektorral és kamerával képes együtt dolgozni, ráadásul ezek helyzete szabadon változtatható, amely lehetővé teszi, hogy tanulmányozzuk a szkennerek konstrukciós elveit, a paraméterek hatását (6. ábra).



6. ábra Egyedi SLS elvű szkennelő eszköz a David szoftver, Acer K132 projektor és Logitech c920 webkamera alkalmazásával (Szalóczy Döme László)

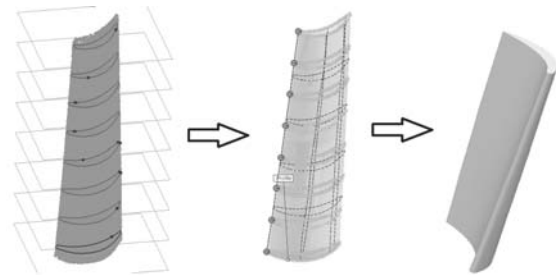
2.2. Mérési adatok feldolgozása, mérnöki visszaféjtés

A mérési adatok feldolgozása során a különböző nézőpontból készült felvételeket pozicionálni kell. A pozicionálás történhet egyedileg vagy különböző elven működő algoritmusok segítségével. Az egymással fedésben levő felvételek szerencsés esetben kiadják a modell felületét; az esetlegesen takarásban levő felületekről további felvételeket kell készíteni és ezzel az adatállományt kiegészíteni. A szóródás következtében keletkezett és egyéb felesleges adatokat el kell távolítani, és a kisebb hiányokat befoltozni a környező felületrészek tulajdonságai alapján. A felvételek összefűzése során egyrészt, háromszög-háló jön létre (stl állomány). Az adatok további feldolgozásához (simítás, egyszerűsítés, hiányosságok és topológiai hibák megszüntetése) globális és lokális módosító eszközök állnak rendelkezésre. A szkennelési hibák javítása, illetve organikus formákkal

történő kiegészítés hálószerkesztő funkciókkal, programokkal lehetséges.

A zárt háló összehasonlítható más mérési eredménnyel vagy CAD modellel, sztereoszkópiusan megjeleníthető, de akár 3D nyomtatással ki is nyomtatható alkalmas méretarányban.

Amennyiben kiegészítést, változatokat szeretnénk készíteni a beszkennelt geometriához egy CAD szoftverben, vagy szimulációt szeretnénk végezni, a szkennelési eredményt testmodellé kell alakítani (7. ábra).



7. ábra Turbinalapát rekonstrukciója (Handler Balázs, Roboz Dávid)

3. VIRTUÁLIS ÉS KITERJESZTETT VALÓSÁG

3.1 Sztereoszkópikus 3D megjelenítési technikák [2-4]

Az általunk oktatott különböző Mixed Reality mérnöki alkalmazások ismertetése előtt bemutatjuk a kiválasztásra került 3D megjelenítési módszereket. Miután az egyik alkalmazási terület a látványtervek, a textúrával rendelkező objektumok vizualizálása, ezért a különféle színszűrős elvre épülő anaglif technikákat mellőzzük. A költséghatékonyan elérhető 3D megjelenítési eljárások közül érdemesnek látjuk foglalkozni mind a passzív, mind az aktív megjelenítési módszerrel, hiszen ezek közül ma még nehéz eldönteni, hogy melyik lesz elterjedtebb a mérnöki alkalmazások területén. A passzív technológia olcsóbb: itt a megjelenítéshez egy passzív monitor vagy 3D TV-t (a laborban LG típusú monitorok és központi kijelzőként 3D TV) és elektronika nélküli polárszűrőt tartalmazó szemüveget használunk. Hátránya, hogy a FULL-HD (1920x1080) felbontás lefeleződik. A kicsit költségesebb aktív technológia már fejlettebb grafikus kártyát követel a számítógépben, 120 vagy 144 Hz-es frissítési frekvenciákra képes monitor és speciális aktív szemüveget (mi Nvidia Vision3D technológiát használunk). Így megoldható, hogy mindkét szembe teljes felbontású FULL-HD kép jusson.

3.2 Mérnöki alkalmazások 3D megjelenítési technikával

A mérnöki rekonstrukció első lépése során felvett mérési adatokat akár felvételenként, akár az egyesített stl modellként meg tudjuk jeleníteni sztereoszkópikus 3D módon (jelenleg erre a NextEngine lézerszkennelő ScanStudio HD és a MS Kinectet kezelő Kscan3D programok esetén van lehetőség passzív technológiával, a moreStereo3D rendszer közbeiktatásával). Így könnyebben értelmezhetőek a felvétel képei, jobban elemezhetőek a képek közötti átfedések és a szkennelés hibáira is könnyebb fényt deríteni.

Továbbá, a szkennervezélő szoftverek kimenete egy a teljes alkatrészt bemutató pontfelhő (xyz), vagy stl állomány, amelynek aktív technológiájú 3D vizualizációját Edrawings programmal hajtjuk végre. Ez az adatállomány képezi a bemeneti információt a görbe és felületillesztést végző Reverse Engineering szoftverek számára, amelyek közül mi a SolidWorks és a Catia CAE rendszerekbe épített szak-modulokat használjuk, valamint rendelkezünk a lézerszkennelőhöz illesztett RapidWorks professzionális visszamodellező eszközzel is. Ezek közül a Catia alkalmas arra, hogy a teljes visszamodellezési folyamatot aktív 3D-s megjelenítéssel támogassa.

Látványtervek készítése pl. 3ds max, Rhinoceros programmal valósítható meg, amelyek szintén támogatják a sztereoszkópikus megjelenítést.

A szerkezet mérnöki szimulációjának eredményei is jobban vizualizálhatók sztereoszkópikus megjelenítés alkalmazásával. A SolidWorks Simulation moduljával készített végeelemes számítások eredményeit megfelelően kiexportálva (eprt, easm formátumban) az Edrawings programban jeleníthetjük meg azokat az aktív 3D technológia felhasználásával. Megjegyezzük továbbá, hogy miután az Edrawings szoftver alkalmassá tehető a moreStereo3D programon keresztül passzív 3D megjelenítés támogatására is, így lehetőség van nagyobb közösség számára is prezentálni a geometriát és a szimulációs eredményeket.

A mérnöki szimulációk mellett optimalizációs számításokat is támogathatunk sztereó megjelenítéssel. Ez különösen hasznos a topológiaoptimalizálás eredményeképp létrejött geometria vizualizálásakor, mert ez

hagyományos technológiákkal közvetlenül többnyire nem gyártható, így fontos, hogy egy mérnök jól értelmezze, és ennek alapján készítsen CAD modellt. A laborunkban ezt az Inspire programmal készített topológiaoptimalizációs eredmények vizualizálásával mutatjuk be (moreStereo3D alkalmazásával, passzív technológiával).

Amennyiben a feladat szabadfelületekkel határolt formamodellek 3D megjelenítése és áttervezése, akkor a gondosan befoltozott, előkészített stl állományt passzív 3D technológiát használva, a Leonar3D rendszer felhasználásával jelenítjük meg. Ekkor a „madár” nevű 6 szabadságfokú 3D beviteli eszköz felhasználásával valós időben, folyamatos 3D vizualizációs környezetben áttervezhetjük a tárgyat.



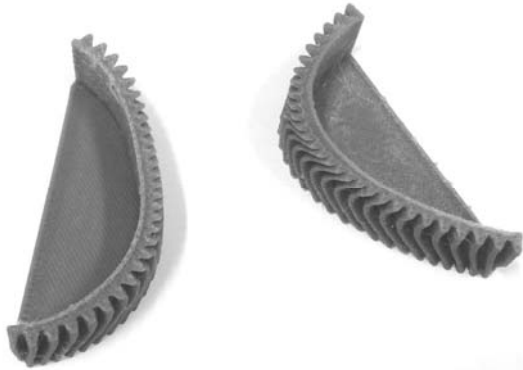
8. ábra Digitalizált vadászpilóta és valós modell virtuális térben (Bödecs Bálint, Káldi Tamás)

Az áttervezés eredményének dokumentálásához olyan kiterjesztett valóság képeket és videókat készítünk (8. ábra), amelyek megjelenítése már nem igényel semmilyen speciális hardver, vagy szoftvereszközt. Az így újratervezett stl geometria azonnal alkalmas 3D nyomtatásra is, ha nemcsak megnézni szeretnénk 3D-ban, hanem megfogni is, funkcionális, illesztési stb. tesztek végrehajtására.

4. ADDITÍV GYÁRTÁS

A rohamosan fejlődő additív technológiák ma már részei a tervezési folyamatnak, sőt egyre inkább a kis szériás gyártásnak is. Ezek alkalmazása, lehetőségeinek kiaknázása újfajta mérnöki gondolkodásmódot igényel, amelyek még az adott eszköz/anyag tekintetében is jelentősen különböznek [5]. A hallgatók megismerik az additív gyártási elveket, technológiákat, az alkalmazható anyagokat és alkalmazási területeket. A területen piacvezető

Varinex Zrt. rendszeresen előadással, gyárlátogatással mutatja meg az ipari trendeket, kihívásokat. A labor Leapfrog Xeed v2 típusú kétfejes, zárt nyomtatási terű FDM nyomtatóján a diákok kísérletezhetnek a technológia határaival vagy elkészíthetik prototípusaikat (10. ábra).



9. ábra Szoftverrel generált nemhengeres fogazat (Bendefy András)



10. ábra Törött sakkfigura áttervezése és prototípus készítése (Novák András, Sándor Dániel)

Az oktatás során megismerik azokat a szempontokat, amelyeknek a nyomtatandó geometria meg kell hogy feleljen; mérlegelik az elrendezés, a gyártási paraméterek (hőmérsékletek, sebességek, támasz, kitöltés, építési mód, rétegvastagság) hatását és megkereshetik az optimális gyártási folyamat beállításait.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A virtuális labor oktatói célú eszközeivel évente 60-80 géptervező és terméktervező mesterképzésben résztvevő hallgató ismeri meg és alkalmazza a termékfejlesztés legmodernebb módszereit és eszközeit gyakorlati problémamegoldást és eszközhasználatot

igénylő projektmunkákon keresztül. A labor támogatja továbbá a tanszék tudományos tevékenységét (9. ábra), valamint egyéb projekteket.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani a Knorr-Bremse Vasúti Jármű Hungária Kft-nek a labor létrehozásához és szinten tartásához nyújtott anyagi támogatásért és Dr. Váradi Károlynak a közreműködésért. Köszönjük továbbá a hallgatóknak a kreatív munkát és hozzáállást, amivel a projekteket végrehajtották.

7. IRODALOM

[1] Visualizing Design, *Mechanical Engineering, the magazine of ASME*, No.10/138, 2016 október

[2] Zheng Liu, Hiroyuki Ukida, Pradeep Ramuhalli, Kurt Niel: Integrated Imaging and Vision Techniques for Industrial Inspection. Advances and Applications, Second edition Springer, 2015

[3] Christian Wöhler 3D Computer Vision Efficient Methods and Applications Second Edition, Springer, 2013

[4] Fekete, Róbert Tamás, Antal, Ákos, Tamás, Péter, Décei-Paróczy, Annamária: 3D megjelenítési technikák, Felelős szerkesztő: BME MOGI, ISBN 978-963-313-200-5, 2015

[5] Ian Gibson, David Rosen, Brent Stucker: Additive Manufacturing Technologies; 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing, Second Edition Springer, 2015