

3D-digitalizacija in obratno inženirstvo v praksi

V svetu in tudi pri nas se digitalizacija počasi, a zanesljivo uveljavlja kot ena nepogrešljivih tehnologij v pravzaprav vseh stopnjah življenjskega cikla proizvoda. V pomoč nam je pri kontroli proizvodov, izdelavi in obnovi orodij, hitremu prototipiranju, izdelavi elektronskih katalogov itn. Na nekaterih od naštetih področij nastopa digitalizacija skupaj z obratnim inženirstvom (angl. Reverse Engineering). Pravzaprav je kakovostna digitalizacija osnova za kakovostno obratno inženirstvo.

Luka Botolin

Uvod

Na trgu se pojavljajo različni dotični, laserski in optični digitalizatorji, ki nudijo bolj ali manj kakovostna digitaliziranja. V Tecosu smo za namene kakovostnega digitaliziranja v letošnjem letu investirali v drugo generacijo vrhunškega 3D-optičnega digitalizatorja ATOS II - 400 (merilni volumen od 175*140*140 do 800*640*640 mm) ter ATOS S(mall) O(bject) (m. v. od 35*28*15 do 100*80*60 mm). Prav tako je investicija zajemala nakup dvodelne konzolne roke za digitalizacijo večjih objektov – FOBA 100 in FOBA 170. Z na novo nabavljenimi aparaturami smo postali fleksibilnejši, kar je še bolj utrdilo naš položaj v slovenskem

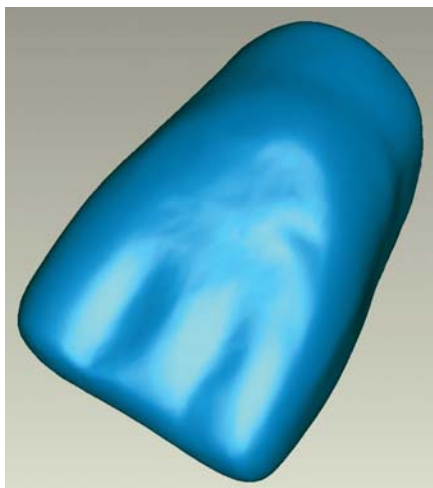
prostoru, saj nam diapazon uporabe 3D-optičnega digitalizatorja omogoča zajem podatkov od zelo majhnih izdelkov (*Slika 1: Digitalizacija zoba*) pa do zelo velikih objektov, kot je npr. ultralahko letalo, dolžine slabih 7 m (*Slika 2*).

Nekaj primerov uporabe 3D-digitalizacije v praksi

Direktno frezanje STL-ja. Pri sodobnih, zelo zmogljivih 3D-digitalizatorjih so rezultati digitalizacije največkrat tako dobri, da je mogoča zelo hitra izdelava duplikata. To nam omogoča hitro frezanje. Večinoma to pomeni NC-programiranje STL-modelov, obstajajo pa tudi digitalizatorji, katerih neposredni izhod je CNC-program. Odločitev o tem, kaj komu bolj ustreza, je seveda na strani uporabnika, vendar se je v praksi izkazalo, da je bolje frezati STL-model, predvsem ko ne želimo nekih dodelav na objektu. Tako lahko sami določimo strategijo in optimiramo parametre frezanja. Primer digitalizacije žezla in replika, dobljena z direktnim frezanjem STL-ja, sta prikazana na *Sliki 3* (frezalo se je v Diverseu, srebrenja in male dodelave pa je izvedlo Zlatarstvo Prosen).

Obratno inženirstvo. V praksi se pogosto zgodi, da za neki izdelek ali orodje CAD-model preprosto ne obstaja. Razlogov za to je lahko veliko in jih tukaj ne bi naštevali.

*Slika 1: Rezultat digitalizacije zoba z merilnim volumnom 65*52*30 mm. Na sliki so vidne vse podrobnosti, ki so pomembne pri poznejši rekonstrukciji zoba (naročnik Polident)*



Slika 2: Digitalizacija ultralahkega letala na terenu ter rezultat digitalizacije (STL), ki nam je služil za poznejše obratno inženirstvo (naročnik AIRNET)





Slika 3: Duplikat sodniškega žezla, izdelan iz originala iz 16. stoletja, ki ga hrani Pokrajinski muzej Celje (naročnik Izobraževalni center Teharje)

Če se računalniški model uporablja za duplikacijo ali izdelavo izdelka, in tudi za druge operacije, STL-model večinoma ne zadošča, ker so spremembe modela v današnji programski opremi še pretežavne. V takih primerih nastopi obratno inženirstvo oz. kreiranje CAD-modela. V te namene na Tecosu uporabljamo Tebisov V3.3 RSC 0.3 v kombinaciji z UGS NX 4.0, prav tako pa Delcamov CopyCAD 6.5.04. Primer izdelave CAD-modela na osnovi digitaliziranih podatkov nam prikazuje Slika 4 (naročnik PGP).

Merska kontrola. Delovna natančnost je pri vrhunskih optičnih digitalizatorjih v območju med 0,01 in 0,03 mm, kar omogoča uporabo tudi na stopnji dimenzijske kontrole izdelka. Podatki, spet



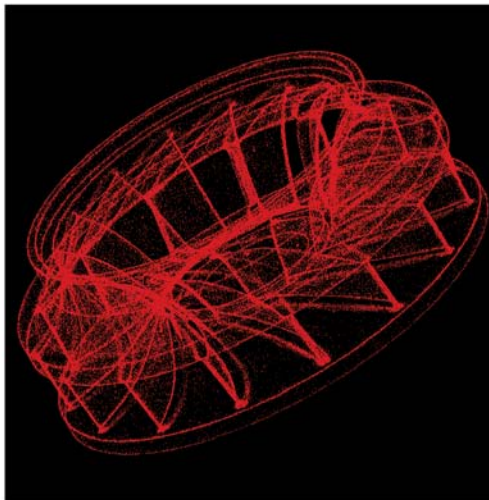
Slika 4: STL, dobljen z digitalizacijo (zgoraj), ter CAD-model, izdelan na podlagi STL-ja (spodaj)

v obliki STL-modela, se primerjajo z referenčnim CAD-modelom in končni rezultat je barvna skala odstopanj ali merilni protokol. Digitalizator se tako lahko uporabi na stopnji preizkušanja orodja. Slika 5 prikazuje primer merskega protokola, izdelanega za TCG Metal Cast.

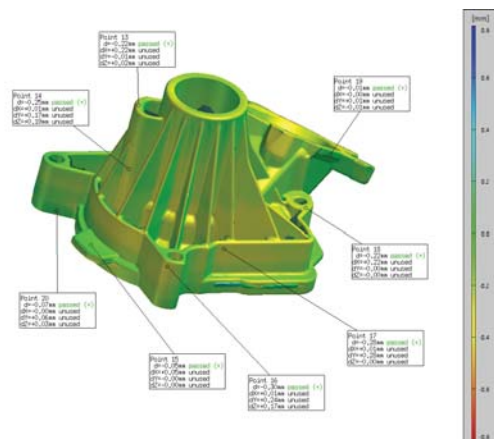


Ilica 231, 10000 Zagreb, Hrvatska
T/F: + 385 (0)1 348 4693
E: info@topomatika.hr
www.topomatika.hr

Trodimenzionalno
skeniranje,
optični merilni sistemi
in računalniška obdelava



Slika 5: Merski protokol (slika prikazuje odstopanje digitaliziranega izdelka od referenčnega CAD-modela)



Tukaj je naštetih le nekaj aplikacij, ki jih omogočajo sodobni digitalizatorji in orodja za obratno inženirstvo. Je pa področje uporabe zelo široko, in kot lahko vidite iz zgornjih primerov, uporaba še zdaleč ni omejena samo na orodjarstvo, kar je v osnovi tudi Tecosovo poslanstvo. Tako smo svojo tržno nišo našli tudi v: industrijskem oblikovanju, splošnem strojništvu, arhitekturi, gradbeništvu, arheologiji, restavraciji, umetnosti, medicini in drugje.

Pod vrhom sveta

TECOS se je pred časom obvezal, da bo sponzorsko sodeloval s konstrukterjem radijsko vodenih modelov motornih čolnov na notranje izžigovanje Samom Golavškom, ki razvija čolne predvsem v tekmovalne namene (kategorija FSR V 15). Tukaj govorimo o čolnih, dolžine 1170 mm, ki jih poganja 15-kubični motor z močjo 4,5 kW pri 23000 vrtljajih na minuto. Kot zanimivost naj povemo, da je največja hitrost čolna približno 85 km/h. Dober in vodljiv tekmovalni čoln se lahko »pod polnim gasom« obrne za 180 stopinj v radiju samo



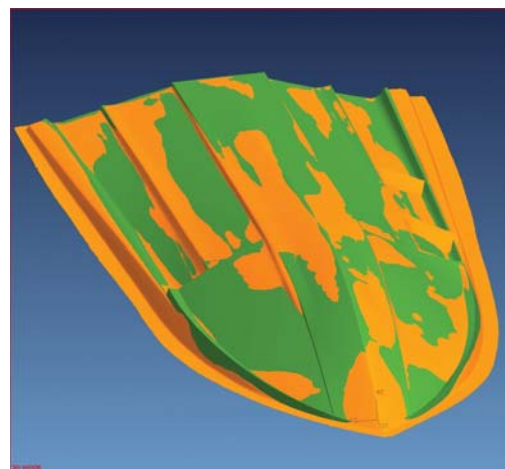
Slika 6: Digitalizacija dna čolna in rezultat digitalizacije



dveh metrov, potrošnja pa znaša približno 6 litrov goriva na uro (metanol, mešan s 15 % ricinusovega olja).

Za dobre rezultate je poleg odličnega voznika (upravljavca) treba imeti tudi hiter model, ki mora zagotavljati stabilnost tako pri ostrih zavojih kakor tudi na vzvalovani progi. Se pravi, da je poleg odlično pripravljene motorja zelo pomembna modelova geometrija dna. Delno si tu lahko pomagamo s teoretičnimi modeli, vendar kmalu zaidemo v velike težave, saj model poganja samo en propeler, moment le-tega pa želi čoln prevrniti. Sama geometrija dna je oblikovana tako, da ob drsenju ustvarja protimoment propelerju. To ne bi bilo problematično, če bi model drsel po idealni – nevzvalovani vodi in bi bil vedno enako potopljen v vodo. Ker pa je to v praksi neizvedljivo, so testiranja in pozneje tekmovanja tista, preko katerih pridemo do optimalne oblike dna. Zaradi raznih dodelav (npr. kitanja in brušenja) so površine vse prej kot ravne. Te dodelave povzročijo neravnosti in netangencialne prehode. Za doseganje maksimalnih hitrosti pa je zelo pomembno, da pri drsenju vode po površini dna nastaja čim manjša turbulenca, da se čim več energije pretvori v hitrost. Zaključek je jasen: model za doseganje vrhunskih rezultatov potrebuje drsne površine pravilnih oblik. Tudi z ročnim delom se je mogoče približati idealnemu modelu, kar je Samo Golavšek do sedaj tudi dokazoval, zagotovo pa je, da tu govorimo le o približku in ne popolnoma idealnih površinah. Zato se je Samo Golavšek odločil, da bo skitan in popravljen model digitaliziral (Slika 6) ter na podlagi dobljenega oblaka točk izdelal CAD-model idealnih mer, pri čemer je za pomoč zaprosil prav TECOS.

Posnetek modela je bil izdelan z natančnostjo 0,02 mm. Na osnovi dobljenega STL- se je izdelal CAD-model. Slika 7 prikazuje primerjavo idealno izdelanih površin CAD-modela (zeleno) na osnovi digitaliziranega skitanega realnega STL-modela (oranžna). Na sliki so lepo vidne nepravilnosti na STL-modelu.



Slika 7: Primerjava med digitaliziranim modelom in idealnim CAD-modelom

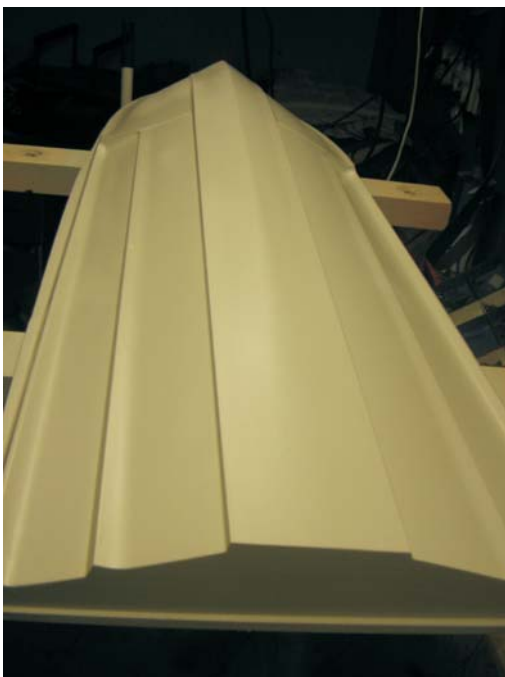
Pri nastajanju novega modela je Samo Golavšek opravil še nekaj dodatnih sprememb, ki jih na samem modelu čolna še ni praktično preizkusil.

Sledila je izdelava lesenega pramodela (hruška) v orodjarni EMO-TECH, ki se zelo dobro in hitro obdeluje (Slika 8). Tudi priprava površine (barvanje, poliranje) pred izdelavo kalupov je Golavšku že dobro znano (Slika 9).



Slika 8: Izdelava lesenega pramodela v orodjarni EMO-TECH

Sledila je izdelava spodnjega dela čolna. To je modelarju predstavljalo rutinsko delo, saj je izdelal že več kot dvajset različnih modelov tekmovalnih čolnov. Že ob pogledu na leseni pramodel, na vse tiste »čiste« površine, se je dalo videti, da vse delo ni bilo zaman.



Slika 9: Priprava lesenega modela za barvanje

To so po izdelavi dna čolna potrdili tudi prvi preizkusi, saj je bila izmerjena za 3,6 km/h večja hitrost kot pri predhodnem modelu. Za tekmovanje je tak napredek ogromen. Zaradi dobrih rezultatov se je izdelal tudi pomanjšan model kategorije FSR V 7,5 (čolni s prostornino motorja 7,5 ccm).

Da smo prišli do res odličnih modelov, je pokazala tudi letošnja sezona tekmovalj s številnimi dobrimi rezultati. Vsekakor sta najodmevnejša rezultata drugo mesto Julijana Golavška (sin Sama Golavška, o. p.) na letošnjem svetovnem prvenstvu NAVIGA 2006 na Norveškem v razredu FSR V 15 (Slika 10) in tretje mesto Golavškove hčere Neli v kategoriji FSR V 7,5.



Slika 10: Radijsko vodeni model razreda FSR V 15 s Tecosovim logom in medalja za osvojen drugo mesto na svetovnem prvenstvu

Sklep

Kot smo namignili v uvodu, si v »hi-tech« industriji ne moremo več predstavljati vrhunskih rezultatov brez »hi-tech« tehnologij. Tega se industrija tudi zaveda, zato se čedalje bolj poslužuje naših storitev in storitev drugih centrov, prav tako pa tudi sama veliko investira v svojo infrastrukturo.

Predvsem na področju prototipiranja je Slovenija naredila odločen korak naprej. Na področju digitalizacije in obratnega inženirstva je bilo zanimanje v letošnjem letu na Tecosu zelo veliko, saj smo samo do sredine septembra izpeljali že 97 projektov, pri čemer so bili nekateri projekti izvedeni v nekaj urah, daljši pa v dobrem tednu. Približno 10 % digitalizacij smo izvedli na terenu, kar ATOS tudi omogoča. Prav fleksibilnost in robustnost sta ob izredni natančnosti zajemanja podatkov veliki prednosti Atosa II. Dobra lastnost je tudi, da sistem preko povratne zanke vseskozi preverja kakovost podatkov, in če odstopanja prestopijo določeno mejo, opozori uporabnika. Sistem je lociran v Centru za 3D-digitalizacijo in CAD-obdelavo površin digiCEN, ki je sestavni del Tecosa, razvojnega centra orodjarstva Slovenije. ■

Luka Botolin je zaposlen v podjetju TECOS iz Celja, v oddelku digiCEN.

Varjenje termoplastov

Podjetje Sirius Electric je že več kot 17 let prisotno na trgu varjenja delov iz termoplastov in ponuja tehnologije, kot so ultrazvočno, vibracijsko varjenje in varjenje z vročo ploščo. Rešitve se med seboj dopolnjujejo, tako da je z njimi mogoče rešiti mnogo težav, povezanih z lastnostmi in geometrijami materialov.

Ultrazvočni varilni stroji so opremljeni z najsodobnejšimi ultrazvočnimi generatorji. Lastnosti, skupni vsem modelom, sta regulacija amplitude vibracij v območju od 50 % do 100 % in samodejno uravnavanje resonančne frekvence. V ponudbi sta resonančni frekvenci 20 in 36 kHz.

Pnevmatične stiskalnice so posebej zmogljive in prilagodljive različnim zahtevam. Serija pnevmatičnih aktuatorjev je namenjena proizvajalcem namenskih strojev. USPD je nov varilni stroj, ki omogoča upravljanje z vsemi varilnimi parametri, kot so čas, energija, moč in amplituda.

Sirius Electric prav tako predstavlja nov krožni vibracijski varilni stroj VSP – 405, pri katerem se gibanje dosega mehansko s posebno odmično gredjo. S strojem upravlja namenski mikroprocesor. Varilni tlak je programljiv in se uravnava s proporcionalnim ventilom.

www.siriuselectric.it