

APLIKÁCIA REVERZNÉHO INŽINIERSTVA PRE VYTVORENIE CAD MODELU AUTOMOBILOVÉHO KOMPONENTU

Ing. Albert Mareš, PhD.

Katedra automobilovej výroby
Strojnícka fakulta
Technická univerzita v Košiciach
Mäsiarska 74, 040 01 Košice
e-mail: albert.mares@tuke.sk

Abstract

Automotive producers do not offer their CAD models of components, nor to academic institutions and nor if it is model of component from cars which are not in production anymore. But to offer students on their projects as realistic a situation as it is possible it is good to have “real” CAD model. Because of the complicated shapes of many automotive components, it is not possible to use classical measures by using rulers and other classic measuring tools e.g. calipers, protractors, micrometers. Good way, it is using of 3D scanning technology, but this is not without problems also. The article describes the process of creating a CAD model of a complex automotive component.

Key words: CAD, Reverse Engineering, 3D Scanning, automotive component

ÚVOD

Aplikácia rôznych počítačových simulácií ako sú pevnostné analýzy, analýzy vyrobiteľnosť (napr. simulácia vstrekovania plastov, simulácia tvárnenia a pod.), ako aj simulácia celého výrobného procesu v koncepte Industry 4.0 t.j. vytvorenie digitálneho dvojčata výroby si vyžaduje samozrejme aj CAD model vyrábaného komponentu. Pre samotné automobilky to nie je žiaden problém, pretože celý vývoj automobilu prebieha v nejakom CAD systéme a teda sú k dispozícii kompletné CAD modely všetkých komponentov, avšak z hľadiska tretích strán ako sú napr. vzdelávacie inštitúcie je to problém. Automobilky zvyčajne neposkytujú tretím stranám žiadne CAD dáta ani tie, ktoré sa týkajú starších generácií automobilov, ktoré sa už nevyrobajú. Preto ak pri výučbe chceme poskytnúť študentom čo najreálnejšie podmienky je potrebné si tieto modely vytvoriť vo vlastnej réžii. Jednou možnosťou je meranie rozmerov komponentov a tvorba CAD modelov na základe týchto rozmerov. Avšak v prípade tvarovo zložitých komponentov je tento proces neúmerne zdĺhavý a v niektorých prípadoch aj nepoužiteľný. Jednou z ciest ako sa dopracovať ku CAD modelu je 3D skenovanie, avšak ani to nie je v niektorých prípadoch jednoduché. Článok popisuje postup tvorby CAD modelu tvarovo zložitého automobilového komponentu.

POSTUP SKENOVANIA KOMPONENTU

Pre tvorbu CAD modelu bol zvolený plastový komponent automobilu – vnútorný kryt piatich dverí automobilu (obr. 1). Komponent je z čierneho plastu. Z vonkajšej strany má hladké plochy, plynulé prechody a otvory. Avšak z vnútornej strany má značne členitý povrch v dôsledku snahy o zníženie hmotnosti a zachovania pevnosti a zároveň v dôsledku umiestnenia upevňovacích prvkov krytu z tejto strany.



Obr. 1 Automobilový komponent

Pre skenovanie komponentu bol k dispozícii 3D skener FARO Platinum Arm (1,8m) s laserovou skenovacou hlavicou FARO Laser ScanArm (obr. 2).



Obr. 2 Skener FARO Platinum Arm

Technická špecifikácia 3D skeneru Faro Platinum Arm (1.8m) [1]:

- Objemová presnosť $\pm 0,037$ mm
- Jednobodová opakovateľnosť: 0,026 mm

Testovacie metódy FaroArm (testovacie metódy sú podskupinou metód uvedených v norme B89.4.22.). Objemová presnosť alebo objemová maximálna odchýlka: Určuje sa pomocou sledovateľných dĺžkových artefaktov, ktoré sa merajú na rôznych miestach a v rôznych orientáciách v celom pracovnom objeme FaroArm. Tento test je metódou na určenie kĺbovej presnosti meracieho stroja.

Test jednobodovej opakovateľnosti alebo test jednobodovej kĺbovej výkonnosti (Max-Min)/2: Sonda zariadenia FaroArm je umiestnená v kónickej objímke a jednotlivé body sa merajú z viacerých smerov priblíženia. Každé jednotlivé bodové meranie sa analyzuje ako rozsah odchýlok v osiach X, Y, Z. Tento test je metódou na určenie opakovateľnosti kĺbovej presnosti meracieho stroja.

Technická špecifikácia laserovej skenovacej hlavy [2]:

- Presnosť: 35 μm
- Opakovateľnosť $\pm 35 \mu\text{m}$
- Efektívna šírka skenovania: 34 mm (blízke pole); 60 mm (vzdialené pole)
- Počet bobov na čiaru: 640 bodov/čiara
- Frekvencia skenovania: 30 fps (snímok za sekundu) teda 30fps x 640 bodov na čiaru = 19200 bodov za sekundu
- Laser: 660 nm, CDRH Class II/IEC Class 2M
- Hmotnosť 370 g

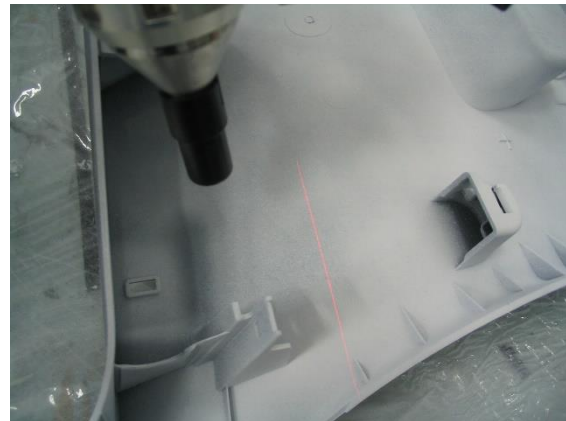
V kombinácii s FARO Platinum Arm (1,8m) pri bezkontaktnom snímaní je presnosť 0,061 mm a pri kontaktnom 0,026 mm.

Vzhľadom na povrch komponentu a princíp snímania laserom bolo potrebné povrch súčiastky nastriekať kontrastným sprejom, aby bol zabezpečený odraz laserového lúča (obr. 3). Bez tejto prípravy nebola skenovacia hlava schopná zachytiť žiaden odrazený laserový lúč.



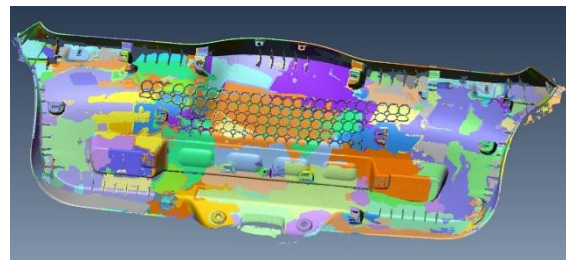
Obr. 3 Príprava na skenovanie

Potom sa pristúpilo k samotnému skenovaniu. Komponent sa umiestnil a zafixoval na pevnú podložku, aby počas skenovania nedošlo k jeho posunutiu. Na obr. 4 vidieť červenú čiaru laserového lúča. Napriek relatívne širokej skenovacej čiare, ktorá je viditeľná na obrázku, reálna šírka skenovania sa pohybuje od 30 do 60 mm, v závislosti od vzdialenosti skenovacej hlavy od povrchu súčiastky. S prihliadnutím na veľkosť komponentu bolo skenovanie časovo náročné a trvalo niekoľko hodín.



Obr. 4 Skenovanie laserom

Skenovanie prebiehalo postupne, tak že sa skenerom prechádzalo postupne cez jednotlivé plochy komponentu. Keďže nie je možné zoskenovať takýto komponent na jeden ťah, je potrebné prekladať veľa jednotlivých skenov cez seba. Na obr.5 je znázornené prelínanie sa jednotlivých skenov (každá farba predstavuje jeden súvislý sken) a zároveň je možné vidieť, či lúč prešiel cez všetky plochy komponentu.



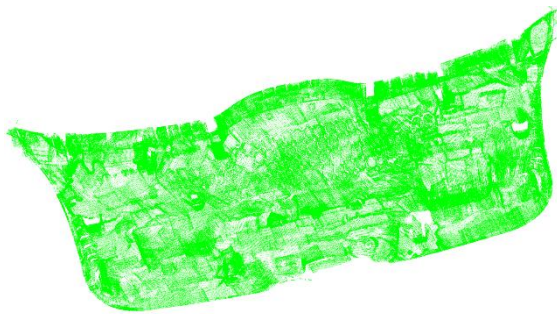
Obr. 5 Mapa jednotlivých skenov [3]

Na základe máp skenov to vyzeralo tak, že celý komponent je naskenovaný. Celý sken bol exportovaný zo softvéru pre skenovanie ako mračno bodov vo formáte IGS.

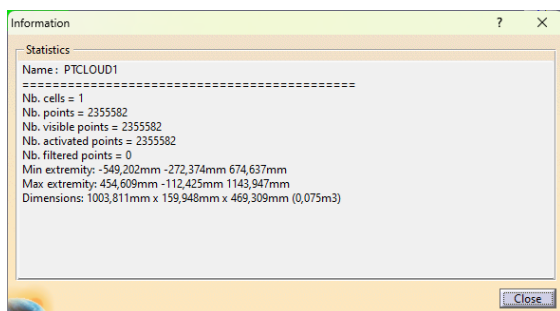
POSTUP TVORBY CAD MODELU

Pre tvorbu CAD modelu bol zvolený program CATIA, vzhľadom na jeho veľmi dobrú podporu spracovania mračna bodov a prevodu mračna bodov na CAD model. Mračno bodov bolo importované do CATIE do modulu Digitized Shape Editor. Po importe sa ukázalo, že sken komponentu má značné množstvo dier. Ak porovnáme mapu skenov a mračno bodov je možné vidieť, že diery sú aj na takých miestach, ktoré podľa mapy skenu boli zoskenované. Túto nezrovnalosť možno vysvetliť tým, že v daných miestach sa nachádzali mriežky výstuže a laserový lúč sa síce odrazil a zachytil plochu kolmú na skenovaciu hlavu, ale nezachytil bočné steny výstuže, aj keď cez dané miesto sa prechádzalo skenerom aj v šikmej polohe, práve kvôli zachyteniu bočnej časti výstuže. Podľa informácií systému (obr. 7) mračno bodov obsahovalo 2355582 bodov. Vzhľadom na snahu

o zachovanie čo najväčšej presnosti tvaru CAD modelu, neboli body filtrované, ale pracovalo sa v ďalšom s týmto počtom bodov, čo však na druhej strane skomplikovalo a predĺžilo čas práce. Rozmerová presnosť výsledného CAD modelu bude závisieť na presnosti polohy týchto zoskenovaných bodov. Vzhľadom na účel použitia modelu, však nie je potrebná dokonalá zhoda s reálnym komponentom. Presnosť udávaná výrobcom skeneru (0,061 mm) bude úplne postačujúca.

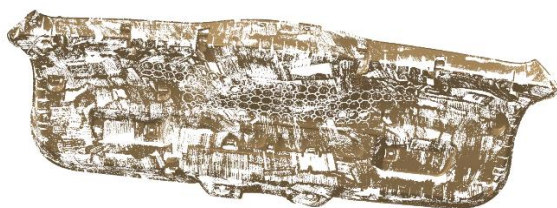


Obr. 6 Mračno bodov



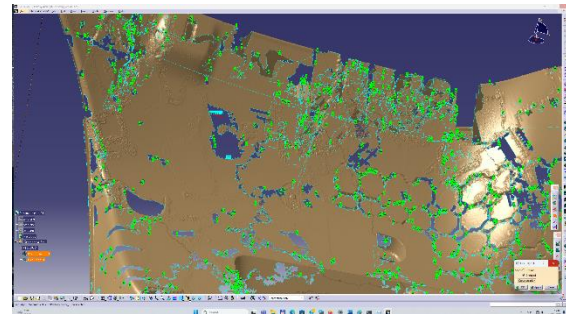
Obr. 7 Informácie o mračne bodov

Na základe mračna bodov bola vygenerovaná sieť (MESH) – obr. 8. Ako je možné vidieť sieť je značne nedokonalá a biele miesta predstavujú diery, ktoré bolo potrebné zaceliť, aby sieť pokrývala celý povrch komponentu.



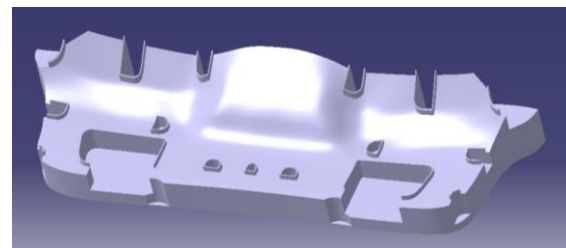
Obr. 8 MESH vytvorený na základe mračna bodov

Pomocou príkazov na zacelenie dier a ručným vytváraním uzatváracích trojuholníkov bola postupne sieť zacelená. Niektoré príkazy na opravu siete fungujú v tzv. automatickom režime a niektoré je potrebné vykonať manuálne. Na obr. 9 je ukážka siete počas vykonávania príkazu, ktorý sa snaží o automatickú opravu siete. Zvýrazní miesta kde identifikoval diery a pokúsi sa ich opraviť. Nie všetky miesta sa mu však podarí opraviť a preto je potom potrebné zaceliť miesto ručne.



Obr. 9 Oprava siete (MESHu)

Vzhľadom na značné poškodenie siete, táto oprava trvala niekoľko hodín. Po úprave siete bolo prístupné k tvorbe CAD modelu, založenom na plochách a objeme. Najprv bol vytvorený plošný CAD model a to tak, že sieť sa pokryla automaticky vygenerovanými plochami v module Quick Surface Reconstruction. Po kontrole a odladení plôch bol na základe plošného modelu vygenerovaný objemový model v module Generative Shape Design. Výsledný model je na obr. 10.



Obr. 10 Výsledný CAD model komponentu [3]

ZÁVER

3D skenovanie je niekedy jediná cesta ako sa dostať ku CAD modelu komponentu. Avšak ani táto cesta nie je bezproblémová. V závislosti na metóde skenovania a komplikovanosti komponentu, je možné naraziť na rôzne problémy. V konečnom dôsledku to môže viesť k tomu, že vytvorenie skenu a následné vytvorenie CAD modelu môže trvať aj niekoľko dní, avšak aj napriek tomu ide o najjednoduchšiu a niekedy o jedinou cestu ako sa dopracovať ku CAD modelu komponentu.

Literatúra

- [1] FARO Technologies, Inc.: FaroArm Platinum. Revised: 3/19/10
- [2] FARO Technologies, Inc.: FARO Laser ScanArm V3. Revised: Mar 2010
- [3] Halčín, V.: Aplikácia techník analýz práce pre zvýšenie produktivity pracoviska. Diplomová práca. Košice – Technická univerzita v Košiciach. 2017. str. 65.

Príspevok bol vypracovaný s podporou projektu VEGA 1/0238/23 - Implementácia CAx systémov a techník virtuálneho inžinierstva pri redizajne dielov deformačných zón karosérie automobilov.