

PROSTRIEDKY DIGITALIZÁCIE

Ing. Michal Dúbravčík

Technická univerzita v Košiciach
Strojnícka fakulta

Inovačné centrum automobilovej výroby
Mäsiarska 74, 040 01 Košice
michal.dubravcik@tuke.sk

ABSTRACT

During recent years, optical measuring technologies in sheet metal forming and tooling have been used more and more in the automotive industry. Main application of reverse engineering is the digitizing of automotive components, and tools. Main resources of digitizing are the 3D scanners. This article contains some example of various types of 3D scanners and their characteristics.

PROSTRIEDKY DIGITALIZÁCIE

Digitalizácia objektov je možná vďaka skenovacím zariadeniam. Zariadenia, ktoré nám umožňujú prevod reálnych trojrozmerných objektov do digitálnej podoby sa nazývajú 3D skenery.

Princíp väčšiny týchto zariadení je založený na snímaní povrchu objektu v diskretných bodoch, z čoho vyplýva že zdigitalizovaný objekt je v počítači prezentovaný ako veľký počet bodov v priestore tzv. mrak bodov. Skenery sa od seba líšia hlavne tým, akým spôsobom dochádza k snímaniu bodov povrchu objektu.

Zariadenia na snímanie môžeme rozdeliť podľa toho či technológia snímania je kontaktná alebo bezkontaktná. V prvom prípade ide o 3D skenery a stacionárne súradnicové meracie systémy CMM (Control Measuring Machine). V tejto kategórii sú ponúkané zariadenia pre digitalizáciu od 3D desktop (stolové) zariadení až po systémy pre meranie objektov niekoľko metrov veľkých. Bezkontaktné systémy merania označovane ako skenery pracujú najčastejšie na laserovom alebo optickom princípe. Tieto prístroje majú značnú produktivitu a vytvárajú hustú sieť bodov. Vo väčšine prípadov sa používajú 3D nedeštruktívne skenery, ktoré súčiastky pri skenovaní nezničia.

Najčastejšie používané skenery sú optické, laserové, mechanické alebo magneticko-rezonančné (nasnímajú i vnútorné tvary). Voľba typu skenera závisí väčšinou na požiadavkách, ktoré sú kladené na presnosť zhody medzi reálnym a zdigitalizovaným modelom. Hlavným kritériom je teda presnosť skenerov. U strojárnských súčiastok je požadovaná presnosť pomerne vysoká (väčšinou v stotínach alebo tisícinách milimetrov). Ďalším dôležitým faktorom pri rozhodovaní o výbere

skenera je doba za akú je skener schopný nasnímať objekt. Najrýchlejšie skenery sú laserové. Taktiež dôležitým faktorom je aj veľkosť skenovateľnej súčiastky prípadne prenosnosť skenovacieho zariadenia. Väčšina skenerov je obmedzená práve veľkosťou priestoru, v ktorom je možné skenovať. bežne sa 3D skenery konštruujú tak, aby bez problémov naskenovali objekty do veľkosti 50 cm. Pre rozmernejšie objekty sa vyrábajú väčšie skenovacie zariadenia, ktoré sú drahšie.

Podľa spôsobu snímania bodov môžeme skenery rozdeliť na:

- Dotykové
- Optické
- Laserové
- Deštruktívne
- Röntgenové
- Ultrazvukové

Existujú i systémy pre snímanie vnútornej geometrie. U deštruktívnych 3D skenerov dochádza k zničeniu skenovaného objektu, ale vďaka tomu je možné presne naskenovať aj zložitú vnútornú geometriu.

3D SKENERY

MECHANICKÉ 3D SKENERY

Princíp tohto zariadenia spočíva v tom, že skenovaný objekt fyzicky „ohmatáme“ hrotom, ktorý je zavesený na mechanickom ramene. Rameno má v každom kĺbe senzor zaznamenávajúci natočenie ramena v tomto mieste. Poloha skenovaného bodu sa získa vyhodnotením údajov zo všetkých kĺbov ramena. Pred skenovaním je vhodné na súčiastke vyznačiť body, ktoré sa musia nasnímať, aby sme získali presný digitálny obraz fyzického objektu. Počet týchto bodov je závislý od zložitosti telesa a na požadovanej presnosti. Výstupom z týchto zariadení je obrovské množstvo bodov definovaných 3D súradnicami (x,y,z). Touto metódou sa nedajú získať informácie o textúre povrchu telesa. Nevýhoda zariadenia je v tom, že objekt je nutné "ohmatávať" hrotom ručne. Preto je tento spôsob získavania 3D modelov najviac časovo náročný.

Mechanický 3D skener Microscribe

Zariadenie sa vyrába v 4 základných variantoch odlišujúce sa v technických parametroch (v presnosti získania polohy bodu a veľkosti pracovného priestoru).

Tab.1.: Hlavné charakteristiky dotykového skenera Microscribe

Model/pracovný priestor	Presnosť
MicroScribe G2 - 125cm guľa	MicroScribe G2 0.015" (0,38 mm)
MicroScribe G2X - 125cm guľa	MicroScribe G2X 0.009" (0,23 mm)
MicroScribe G2L - 165cm guľa	MicroScribe G2L 0.017" (0,43 mm)
MicroScribe G2LX - 165cm guľa	MicroScribe G2LX 0.012" (0,30 mm)



Obr.1: 3D skener MicroScribe

OPTICKÉ 3D SKENERY

Tieto skenery snímajú skenovaný objekt z niekoľkých uhlov pomocou optického zariadenia. Pri každom natočení, ktoré sa prevedie buď ručne alebo pomocou polohovacieho zariadenia (krokový motorček riadený počítačom), sa objekt v podstate nafotí a dáta sa odošlú do počítača. Po získaní snímky zo všetkých uhlov pohľadu sa dáta spracujú a digitalizovaný model sa vytvorí metódou aproximácie.

Kvalita zdigitalizovaného objektu sa dá ovplyvniť predovšetkým počtom získaných snímok (čím jemnejšie vzorkovanie polohy tým vyššia zhoda s originálom). Aby boli naskenované dáta vôbec použiteľné, musí byť za skenovaným objektom jednofarebné pozadie (najlepšie tá farba, ktorá je v kontraste s objektom). Pokiaľ by sa táto zásada nedodržala, bolo by veľmi zložité, ale nie nemožné, oddeliť objekt od prostredia (tzv. vymaskovanie). Z toho, že jednotlivé snímky sú obyčajné 3D fotografie, vyplývajú určité výhody ale aj nevýhody tohto zariadenia.

Výhodou je, že informácia o povrchu objektu (textúre), je obsadená v skenovaných dátach, preto nieje nutné umelo ju dotvárať. Značná nevýhoda spočíva vo vytváraní modelov aproximačnou metódou, pretože z 2D obrázkov

(profilov) systém nedokáže zreprodukovat' priehlbiny a diery, ktoré nie su prechodné.

Optický 3D skener Atos

Je to mobilné optické 3D súradnicové zariadenie. S výhodou ho môžeme využiť tam, kde požadujeme vysokú hustotu dát (1 snímok obsahuje približne 400 000 pixelov). Uplatnenie teda nájde v technológiách CAD, CAM alebo FEM. Meranie je založené na princípe triangulačnej metódy a digitálneho image processingu.

Tab.2.: Charakteristiky optického skenera Atos

Model/pracovný priestor	Šum merania
ATOS I / 125x100x90 - 1000x800x800	ATOS I - 0.007 - 0.07 mm
ATOS II / 135x108x108 - 1700x1360x1360	ATOS II - 0.002 - 0.02 mm
ATOS III / 150x150x100 - 2000x2000x2000	ATOS III - 0.004 - 0.05 mm



Obr.2: Využitie 3D skenera Atos v automobilovom priemysle

LASEROVÉ 3D SKENERY

Laserový skener pracuje na rovnakom princípe ako napríklad sonar. Využívajú sa vlastnosti laserového lúča. Vlastné skenovanie spočíva v tom, že sa kolmo proti predmetu vyšle laserový lúč, ktorý sa od neho odrazí a vráti sa späť do skenovacieho zariadenia, kde sa vyhodnotí. Vyhodnotenie doby, ktorá uplynie od vyslania do vrátenia lúča, získame informácie o rozmere predmetu v smere pohybu lúča. Informácie o zakrivení povrchu vyplynú z uhlu pod akým sa lúč vráti späť do zariadenia. Spojenie oboch základných informácií skener získava presnú polohu bodu, ktorú odošle do počítača.

Výstupom je súbor dát o polygónoch definujúcich geometriu povrchu telesa. Na rozdiel od optických skenerov nemajú tieto skenery problém s rozpoznávaním neprechodných otvorov a výstupkov. Výhodou laserových skenerov je ich vysoká presnosť.

Laserový 3D skener FARO Titanium

Tento merací a skenovací systém sa skladá z dvoch základných častí – sedemosemého meracieho ramena FARO Titanium Arm a skenovacieho zariadenia. V uvádzanom prípade sa jedná o bezdotykové skenovacie zariadenie Laser Scanner. Systém funguje v spolupráci s obslužným softwarom, ktorý je možné rôzne modifikovať.

Takáto zostava sa skladá z dvoch častí a umožňuje plnohodnotné meranie a porovnávanie nameraných hodnôt s CAD modelom a má maximálne možnosti pre tvorbu počítačových modelov zo získaných (naskenovaných) údajov.

Zariadenie sa vyznačuje jedinečnými vlastnosťami, vďaka ktorým sa stala spoločnosť FARO bezkonkurenčne najväčším výrobcom mobilných meracích zariadení. Z veľkého počtu týchto vlastností spomeniem napríklad:

- zariadenie má sedem stupňov voľnosti, čo mu umožňuje dokonalý pohyb a jednoduché a presné skenovanie objektov
- ramená od spoločnosti FARO majú vstavané vyvažovacie zariadenie, vďaka ktorému je možné prevádzať skenovanie len jednou rukou
- ramená FARO majú malé nároky na priestor, najmä v upevňovacej časti
- vstavané senzory kompenzujú v reálnom čase tepelnú rozťažnosť materiálu z ktorého je rameno zhotovené a tým predchádzajú odchýlkam v meraní
- systém má vstavanú batériu ktorá dovoľuje až osem hodín práce bez prívodu elektrickej energie

To sú len niektoré zo základných vlastností zariadenia FARO, ktoré ho predurčujú pre prácu v reverznom inžinierstve.

Tab.3.: Charakteristiky laserového skenera FARO Titanium

<i>Ponúkané rozmery ramien/presnosť</i>	<i>Laser Scanner špecifikácie</i>
Titanium 1,2 m / ±0.050 mm	Frekvencia merania: 28 snímok za sekundu
Titanium 1,8 m / ±0.075 mm	x 480 bodov na snímok = 13440 bodov za sekundu
Titanium 2,4 m / ±0.086 mm	Hmotnosť: 265 gramov
Titanium 3,0 m / ±0.147 mm	Rozmery: 105x44x124 mm
Titanium 3,7 m / ±0.207 mm	Skenovania vzdialenosť: 101,6 mm až 165,1 mm



Obr.3: Laserový 3D skener FARO

ZÁVER

Digitalizácia ako súčasť reverzného inžinierstva je jednou z najrýchlejšie rozvíjajúcich sa prostriedkov zvyšovania produktivity podnikov. 3D skenery ako prostriedky digitalizácie nám pomáhajú pri snímaní reálnych objektov do digitálnej podoby. Ich účasť v procese digitalizácie je nevyhnutná. Je už len na konkrétnej spoločnosti, aké veľké prostriedky do tohto zariadenia vloží a tým aj aké presné výsledky budú dosiahnuté.

LITERATÚRA

- [1.] Kováč, M. a kol. Výskum prípravy inovácií strojárskeho výrobu a technológií na báze Rapid Prototyping. Záverečná správa grantovej úlohy, SJF TU Košice, 1998
- [2.] Dúbravčík, M.: Reverzné inžinierstvo a 3d skener FARO. In: NOVUS SCIENTIA 2005: 8. celoštátna konferencia doktorandov technických univerzít a vysokých škôl. Košice: Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach, 2005, s. 71 - 76. ISBN 80-8073-354-6
- [3.] Konstantin Galanulis: Optical Measuring Technologies in Sheet Metal Processing, GOM Gesellschaft für Optische Messtechnik, Germany, 2005
- [4.] Werkzeuge digitalisieren. VDWF aktuell, Ausgabe 01/2004

Článok bol vypracovaný v rámci riešenia grantovej úlohy VEGA 9447 – Zvyšovanie inovačnej úrovne dodávateľských podnikov v automobilovom priemysle