



3D SKENOVANIE - HISTÓRIA A APLIKÁCIE

3D SCANNING - HISTORY AND APPLICATIONS

Peter TREBUŇA – Jozef TROJAN – Marek MIZERÁK – Marek KLIMENT

Abstract: A 3D scanner is a device that analyzes a real world object or environment to collect data about its shape and eventually its appearance. The collected data can then be used to build digital three-dimensional models. 3D laser scanning has evolved in the last half of the 20th century in an effort to accurately restore the surface of various objects and locations. This technology is particularly useful in research and design. Collected 3D data is useful for a wide variety of applications. These devices are widely used by the entertainment industry to create movies or virtual reality. Other common applications of this technology include industrial design, orthosis and prosthetics, reverse engineering and prototyping, quality control / inspection and documentation of cultural artifacts.

Abstrakt: 3D skener je zariadenie, ktoré analyzuje objekt alebo prostredie reálneho sveta s cieľom zhromažďovať údaje o jeho tvare a prípadne jeho vzhľade. Zhromaždené údaje sa potom môžu použiť na zostrojenie digitálnych trojrozmerných modelov. 3D laserové skenovanie sa vyvinulo v poslednej polovici 20. storočia v snahe presne obnoviť povrch rôznych objektov a miest. Táto technológia je obzvlášť užitočná v oblasti výskumu a dizajnu. Zhromaždené 3D dáta sú užitočné pre širokú škálu aplikácií. Tieto zariadenia sú vo veľkej miere využívané zábavným priemyslom pri tvorbe filmov alebo virtuálnej reality. Ďalšie bežné aplikácie tejto technológie zahŕňajú priemyselný dizajn, ortézu a protetiku, reverzné inžinierstvo a prototypovanie, kontrolu kvality / inšpekciu a dokumentáciu kultúrnych artefaktov.

Key words: 3D scanner, 3D print, technology, history, applications

Kľúčové slová: 3D skener, 3D tlač, technológia, história, aplikácie

História 3D skenerov

3D laserové skenovanie sa vyvinulo v druhej polovici 20. storočia v snahe presne obnoviť povrch rôznych objektov a miest. Táto technológia je obzvlášť užitočná v oblasti výskumu a dizajnu. Prvá 3D technológia skenovania bola vytvorená v šesťdesiatych rokoch minulého storočia. Prvé skenery používali na vykonávanie tejto úlohy svetlá, kamery a projektory (Obr. 1). Z dôvodu obmedzenia vybavenia to často vyžadovalo veľa času a úsilia na presné



Obr.1 Objektové páskové meranie



skenovanie objektov. Po roku 1985 boli nahradení skenermi, ktoré používali biele svetlo. S príchodom počítačov bolo možné vybudovať veľmi zložitý model, problém však prišiel s vytvorením tohto modelu.

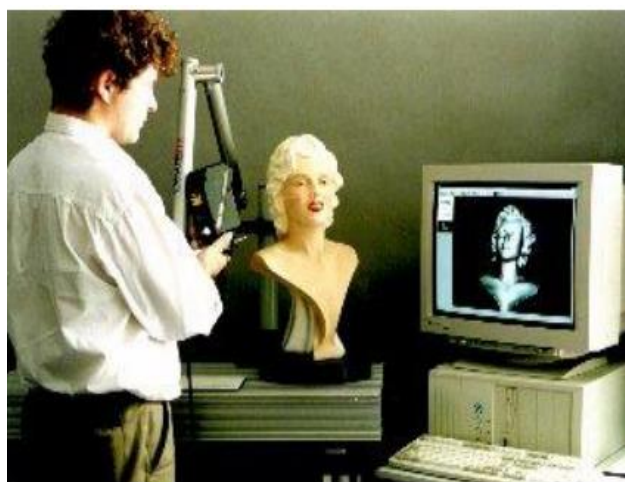
Do polovice deväťdesiatych rokov sa 3D skenery vyvinuli aj na účely skenovania ľudského tela. V roku 1994 prišli na trh 3D skenery REPLICA – vyznačovali sa rýchlym a vysoko presným skenovaním veľmi detailných objektov. Spoločnosť Cyberware vyvinula vlastné vysoko detailné skenery, z ktorých niektoré dokázali zachytiť aj objektovú farbu.

Spoločnosť Digibotics predstavila 4-osový stroj poskytujúci úplný 3D model z jedného skenovania. Avšak toto skenovanie bolo založené na vytváraní modelov pomocou laserovom bodov, nie pruhov. Bohužiaľ táto technológia bola pomalá. Nemala ani šesť stupňov voľnosti potrebných na pokrytie celého povrchu objektu a nedokázala digitalizovať farebný povrch.

Zatiaľ čo tieto **optické skenery** boli drahé, Immersion a Faro Technologies predstavili takzvané „lowcost“ ručne ovládané digitalizéry. Tie mohli produkovať kompletne modely, ale boli pomalé, najmä keď bol model podrobný. Opäť sa nedokázal digitalizovať farebný povrch.

V ďalšom období sa 3D vývojári spojili v snahe o skener, ktorý by splňal požiadavky a to hlavne aby bol presný, rýchly, trojrozmerný a dokázal zachytiť farbu objektu za prijateľnú cenu.

V roku 1996 nastúpili na trh 3D skenery ktoré fungovali pomocou pruhového 3D skenera ktorý bol ručne ovládaný. V tejto kombinácii vznikol ModelMaker, ktorý je znázornený na obrázku (Obr. 2). Tento neuveriteľne rýchly a flexibilný systém je prvým systémom Real Capture na svete. Vyrába komplexné modely a textúry farieb. Farebné 3D modely sa v dnešnej dobe dajú vyrobiť v priebehu niekoľkých minút.



Obr. 2 manuálne ovládaná ruka a pruhový 3D skener

APLIKÁCIE 3D SKENOVANIA

Jednou z prvých aplikácií 3D skenerov bolo zachytenie ľudí pre animačný priemysel. Spoločnosť Cyberware Laboratories v Los Angeles začali využívať túto aplikáciu v polovicike



osemdesiatych rokov ako je znázornené na obrázku (Obr. 3). Aplikácia virtuálnej reality sa môže použiť na vytvorenie trojrozmerného virtuálneho priestoru z existujúcej architektúry. Virtuálny realitný priestor potom môže byť použitý v počítačových simuláciách rôznych požadovaných aktivít. Takéto činnosti by mohli zahŕňať simuláciu workflow alebo výrobné linky.



Obr.3 Skenovanie ľudskej hlavy

3D virtuálny priestor môže byť použitý v zábavnom priemysle ale taktiež aj vo filmovom kde sa využíva táto technológia pri akčných filmových scénach.

Svoje využitie našla aj ako dopravná aplikácia, napríklad pri vyšetrovaní nehôd. Táto nehoda sa pomocou 3D laserového skenera zdigitalizuje a následne je vytvorená simulácia skutočnej nehodovej udalosti, alebo aj jej prípadné scenáre.

Medzi ďalšie oblasti využitia 3D skenerov patrí dokonca aj dizajn odevov a výrobkov tohto charakteru, automobilový priemysel či v neposlednom rade lekárske účely. Laserové skenovanie sa dá použiť aj na zaznamenávanie budov, najmä na miestach, kde ľudia nemusia mať prístup resp. je sťažený kvôli bezpečnostným rizikám alebo zlému prístupu, priemyselné, architektonické, civilné geodézie, mestská topografia, baníctvo, reverzné inžinierstvo, kvalita, archeológia, zubné lekárstvo a mechanická rozmerová kontrola sú len niektoré zo všestranných aplikácií. Technológia 3D laserového snímania umožňuje vysoké rozlíšenie a dramaticky rýchlejšiu 3D digitalizáciu v porovnaní s inými konvenčnými technológiami a metódami metrológie.

Výroba a materiálové spracovanie

Existuje niekoľko oblastí použitia, ktoré sa odlišujú hlavne od výkonu lasera, ktoré sa používa, a od výsledkov procesu skenovania. Nízka výkonnosť lasera sa používa, keď nie je potrebné ovplyvňovať naskenovaný povrch, napr. keď sa musí digitalizovať. Konfokálne alebo 3D laserové skenovanie sú metódy na získanie informácií o naskenovanom povrchu. Ďalšou aplikáciou s nízkym výkonom sú štruktúrované svetelné projekčné systémy, ktoré sa používajú na metrológiu rovinnosti solárnych článkov, čo umožňuje výpočet stresu s výkonom presahujúcim 2000 doštičiek za hodinu.



Stavebný priemysel a stavebné inžinierstvo

- Zhotovenie výkresov mostov, priemyselných závodov a pamiatok,
- Dokumentácia historických pamiatok,
- Modelovanie lokalít a lay-out,
- Kontrola kvality,
- Prieskumy o množstve,
- Redesign diaľnice,
- Stanovenie referenčného hodnôt už existujúceho tvaru / stavu s cieľom zistiť štrukturálne zmeny vyplývajúce z vystavenia extrémneho zaťaženia, ako je napríklad zemetrasenie, náraz plavidla, vozidla alebo požiar,
- Vytvorte mapy GIS (Geografický informačný systém).

Reverzné inžinierstvo

Reverzné inžinierstvo znamená schopnosť reprodukovat' tvar už nejakého existujúceho objektu. Je založené na vytvorení digitalizovanej verzie objektov alebo povrchov, ktoré sa môžu neskôr premeniť na formy alebo matrice. Je to veľmi bežný postup, ktorý má rôznorodé uplatnenie v rôznych odvetviach. Bezkontaktné 3D laserové skenovanie umožňuje skenovanie dokonca poddajných predmetov v priebehu niekoľkých minút bez kompresie, ktoré by mohli zmeniť ich rozmery alebo poškodiť ich povrchy. Časti a modely všetkých veľkostí a tvarov je možné rýchlo a presne zachytiť. 3D laserové skenovanie pre reverzné inžinierstvo poskytuje vynikajúcu presnosť a pomáha dostať výrobky na trh rýchlejšie a za nižšie náklady na vývoj a inžinierstvo. 3D laserové skenovanie poskytuje rýchly, presný a automatický spôsob získavania 3D digitálnych dát a CAD modelu geometrie dielov pre reverzné inžinierstvo, v prípade ak nie je k dispozícii.

Gargoylove modely

Kombinované využívanie technológií 3D skenovania a 3D tlače umožňuje replikáciu skutočných objektov bez použitia tradičných techník odlievania omietok, ktoré v mnohých prípadoch môžu byť príliš invazívne na to, aby boli vykonávané na drahocenných alebo jemných artefaktoch kultúrneho dedičstva.



Obr.4 Príklad reálnej repliky pomocou 3D skenovania a 3D tlače



Na obrázku (Obr. 4) bol chrlikový model naľavo digitálne získaný pomocou 3D skenera a vyrobené 3D dáta boli spracované pomocou softvéru MeshLab. Získaný digitálny 3D model bol použitý rýchlym prototypovým strojom na vytvorenie skutočnej živicovej repliky pôvodného objektu, ako je znázornené vpravo na obrázku (Obr. 4).

Lekárske účely

3D skenery sa používajú na zachytávanie 3D tvaru pacienta v oblasti ortetiky a stomatológie. Postupne sa touto technológiou nahrádzajú sadrové náhrady. Nasledovne pomocou softvéru CAD / CAM sa navrhujú a vyrábajú ortézy, protézy alebo zubné implantáty.

Mnohé zubné systémy a zubné laboratória využívajú technológiu 3D skenerov na zachytenie 3D povrchu zubného prípravku s cieľom digitálne obnoviť pomocou softvéru CAD a nakoniec produkovať konečné obnovenie pomocou technológie CAM (napríklad CNC frézka alebo 3D tlačiareň).

3D fotografie

3D skenery našli svoje využitie aj na reprezentovanie 3D objektov presným spôsobom (Obr. 5).



Obr.5 3D selfie

Od roku 2010 sa na trhu objavili spoločnosti ktoré vytvárajú 3D portréty ľudí (3D figuríny alebo 3D selfie.)

Záver

3D laserové skenovacie zariadenie sníma tvar objektu a zhromažďuje údaje, ktoré definujú polohu vonkajšieho povrchu objektu. Táto technológia našla aplikácie v mnohých priemyselných odvetviach vrátane výrobných procesov, nástrojov, stavebníctva, archeológie, presadzovania práva a zábavy. Technológia laserového skenovania dozrela a vyvíjala sa v posledných dvoch desaťročiach, aby sa stala vedúcou geodetickou technológiou na získavanie priestorových informácií. Široké možnosti nástrojov s rôznymi spôsobilosťami sú teraz komerčne dostupné.

Vysokokvalitné údaje, ktoré produkujú laserové skenery, sa v dnešnej dobe používajú v mnohých špecializovaných oblastiach geodézie, vrátane topografických, environmentálnych a priemyselných sférach. Ďalším využitím digitálnych 3D skenerov sú napríklad: digitálne terénne a povrchové modely, 3D mestské modely, modely železníc a elektrických vedení, 3D



dokumentácia kultúrnych a historických pamiatok. 3D laserové skenery majú širokú škálu aplikácií, ktoré sú aplikovateľné na veľmi malé objekty do širokého rozsahu oblastí.

PodĎakovanie

Príspevok bol pripravený v rámci riešenia grantového projektu VEGA 1/0708/16 Vývoj nových výskumných metód za účelom simulácie, posúdenia, hodnotenia a kvantifikácie pokročilých metód výroby a KEGA 030TUKE-4/2017 Implementácia inovačných nástrojov zvyšovania kvality vysokoškolskej výučby v študijnom odbore 5.2.52 Priemyselné inžinierstvo.

References

- [1] EDL, M., LERHER, T., ROSI, B.: Energy efficiency model for the mini-load automated storage and retrieval systems. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2013, č. 2013, s. 1-19. ISSN: 0268-3768
- [2] FIEO, M.: Logistika ako entita modelovania a simulácie v priemyselnom inžinierstve, Habilitačná práca 2014, TU v Košiciach Strojnícka fakulta
- [3] GREGOR, M., MAGVAŠI, P.: Globalizácia a megatrendy, In: ProIN: dvojmesačník CEIT, s. 67-73, Roč. 15, č. 4 (2014), ISSN 1339-2271
- [4] KLOS, S., PTALAS-MALISZEWSKA, J.: Badania kluczowych problemów w zarządzaniu utrzymaniem ruchu, W: Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji / red. R. Knosala . T. 2 .- Opole : Oficyna Wydaw. Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, 2014 - s. 678--687 .- ISBN: 978-83-930399-6-8
- [5] KUDRNA, J. - MILLER, A. – EDL, M.: Methods of industrial engineering used in network organizations. CREATING GLOBAL COMPETITIVE ECONOMIES: A 360-DEGREE APPROACH, VOLS 1-4, s. 2037-2042, 14 – 15. 11.2011, Milan, ITALY, ISBN 978-0-9821489-6-9
- [6] LENORT, R., BESTA, P.: Hierarchical sales forecasting system for apparel companies and supply chains, (2013) Fibres and Textiles in Eastern Europe 21 (6) PP. 7 - 11
- [7] LENORT, R., WICHER, P.: Methodology for investment decision-making in the area of automated waste sorting systems | Metodologia podejmowania decyzji inwestycyjnych w sferze zautomatyzowanych systemów sortowania odpadów, (2012) Przegląd Elektrotechniczny 88 (10 B) PP. 170 - 175
- [8] STRAKA, M., LENORT, R., KHOURI, S., FELIKS, J.: Design of large-scale logistics systems using computer simulation hierarchic structure, International Journal of Simulation Modelling, Vol. 17, No. 1, pp. 105-118, 2018
- [9] STRAKA, M., KHAORI, S., ROSOVA, A., CAGANOVA, D., CULKOVA, K.: Utilization of computer simulation for waste separation design as a logistics system, International Journal of Simulation Modelling, Vol. 17, No. 4, pp. 583-596, 2018
- [10] WITKOWSKI, K., SANIUK, S.: Aspekt logistyczny zarządzania infrastruktura komunalna miasta, Logistyka 41(2): 589-600, 2011