

METODIKA MERANIA NA CELOTELOVOM 3D SKENERY A MOŽNOSTI APLIKÁCIE

Viktória Rajtúková, Teodor Tóth, Monika Michalíková, Jozef Živčák

Katedra biomedicínskeho inžinierstva a merania, Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Košice, Slovenská republika

Abstract

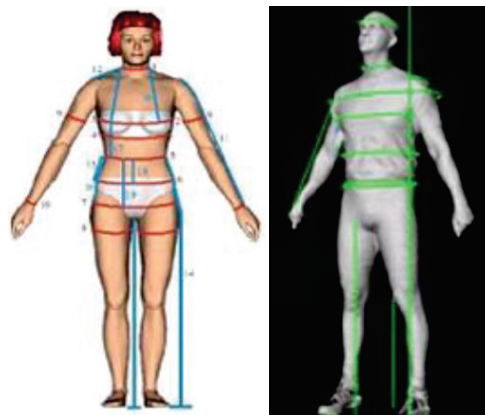
The development of IT and technologies as such offers new possibilities of collection and processing of the information. The 3D scanners are one of the developing technologies that have started being applied in a wide scope of different industry and research fields. It is a device serving to digitalize a particular object and to transfer the obtained information into a form suitable for further processing. The article focuses on the proposal of the scanning methodology and measurement evaluation using the whole-body 3D scanners. It describes the most frequent problems and their solutions within measuring and it presents chosen applications of the 3D whole-body scanners in practice.

Keywords

3D scanner, measurement, scanning methodology

I. ÚVOD

S rozmachom výpočtovej techniky a digitálnych technológií rastie aj možnosť spracovania veľkého objemu dát získaných rôznymi spôsobmi snímania. Jedným z možností získavania informácií z povrchov objektov sú 3D skenery. V biomedicínskej praxi sa na tento účel využívajú okrem prenosných aj celotelové skenery. Ich výhodou je, že za krátky čas dokážu získať kompletnú informáciu o tvare a rozmeroch snímaného objektu - najčastejšie osoby. Predkladaný článok sa zaoberá prehľadom oblastí aplikácií celotelových 3D skenerov, základnými problémami, postupmi a chybami pri snímaní celotelovým skenerom TC² NX16.

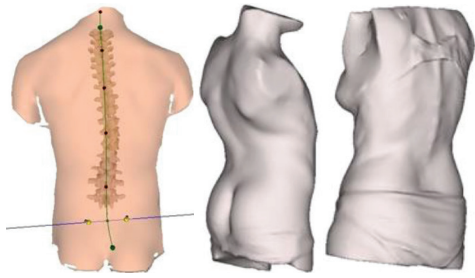


Obr. 1: Príklady mier využívaných v antropometrii.

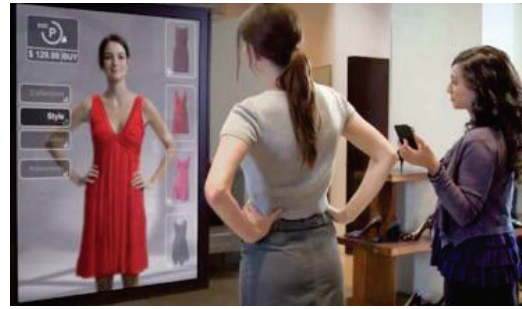
II. MOŽNOSTI APLIKÁCIE

Vo všeobecnosti je možné 3D skenery použiť v nasledujúcich oblastiach:

- antropometria a ergonómia - využitie spočíva v získaní veľkých súborov dát rozmerov ľudského tela. Na-merané antropometrické údaje zlepšujú kvalitu dizajnu produktov a ich uplatnenie, plánovanie pracoviska a bezpečnosť pracovníkov (Obr. 1),
- ortopédia - vyžíva sa na zosnímanie trupu za účelom hodnotenia držania tela, chýb zakrivenia chrbtice, vizualizácie asymetrie trupu, diagnostiku skoliózy, hrudnej hypo–resp. hyperkyfózy a driekovej hypo–resp. hyperlordózy. Jednoduchou archiváciou nameraných dát je možné sledovať progres alebo stagnáciu liečby uvedených stavov. Výhoda využitia skenovacích metód spočíva aj v tom, že pacient a personál nie je vystavený rgt. žiareniu ako je to v prípade konvenčného snímania obrazov tvrdého tkaniva (Obr. 2),

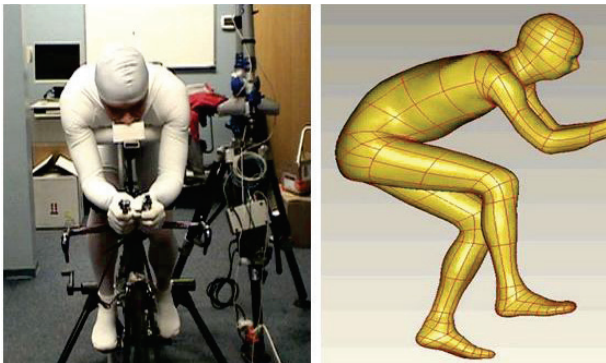


Obr. 2: Využitie celotelového skenera v ortopédii.



Obr. 4: Virtuálne skúšanie odevu.

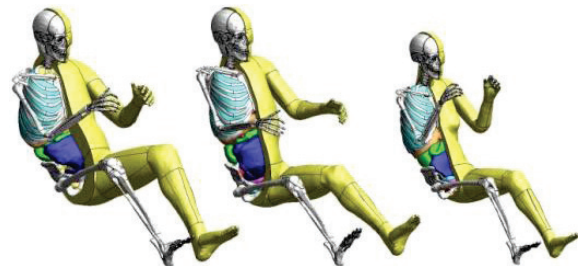
- šport - s ohľadom na typ športu, je možné vyhodnotením skenovaných dát individuálne prispôsobiť tréningový program. Úspech tréningov môže byť kontrolovaný v rámci odoberania pravidelných 3D snímok tela pred a po tréningoch. Tréningové zariadenia musia byť dokonale prispôbené pre športovca. Z 3D snímku tela je možné určiť napríklad individuálnu polohu sedadla na bicykli, čo zaručí efektívnejšiu jazdu (Obr. 3). Tiež je možné, podľa nasnímaných dát, vyrobiť presne na mieru rôzne typy chráničov využiteľné napríklad v kontaktných športoch.



Obr. 3: Příklad využitia celotelového 3D skenera v športe.

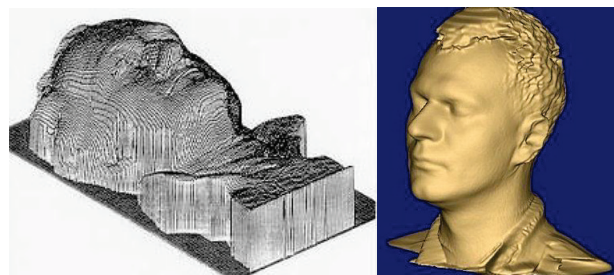
- módny a odevný priemysel - virtuálne skúšanie a animácie simulovaného oblečenia, vybrané zosnímané rozmery ľudského tela sú použité pre zákazkovú výrobu oblečenia. Celotelové skenery sú vhodným prostriedkom na vytváranie štandardov veľkostí pre konfekciu. (Obr. 4)

- automobilový priemysel - tvorba virtuálnych figurín pri crash testoch, vďaka ktorým je možné uskutočňovať analýzy na takej úrovni podrobností, ktorá by s bežnými figurínami používanými v nárazových skúškach nebola možná. Spoločnosť Toyota Motor Corporation vytvorila digitálny simulátor, ktorý v kombinácii s použitím počítačovej tomografie s vysokým rozlíšením rozšíri analýzy o detailné merania vnútornej štruktúry ľudského tela (Obr. 5),



Obr. 5: Digitálny simulátor THUMS.

- umenie - 3D skenery sú vhodné pre snímanie jednotlivých sôch, reliéfov a búst pričom výstupy poskytujú všetky potrebné informácie o tvare reálneho objektu. Získané 3D dáta sa načítajú a následne sa spracujú v CAD systémoch. 3D skenovanie sa môže využiť pri získavaní trojrozmerného modelu napríklad antických sôch a rekonštrukcii poškodených umeleckých diel, ako aj pri vytváraní replík reálnych objektov (Obr. 6),



Obr. 6: Vytváranie replík pomocou 3D skenerov.

- virtuálna realita, zábavný a filmový priemysel - 3D skenovanie s vysokým rozlíšením umožňuje vstup do virtuálnej reality, Získané modely postáv a objektov je jednoduché importovať do požadovaných aplikácií – videohier, filmu.
- reverzné inžinierstvo - využíva sa na vytvorenie modelu, výkresovej dokumentácie z reálneho objektu.

III. CELOTELOVÝ 3D SKENER TC² NX 16

Celotelový 3D skener TC² NX 16 (Obr. 7) primárne slúži na vytvorenie modelu ľudského tela a meranie dĺžkových a obvodových rozmerov na získanom modeli (mračne bodov).



Obr. 7: Celotelový 3D skener TC² NX 16.

TC² NX 16 je optický 3D skener, ktorý používa technológiu založenú na premietaní svetelných vzorov (Moiré metóda) na snímání subjektu.

Tab. I: Technické parametre NC16

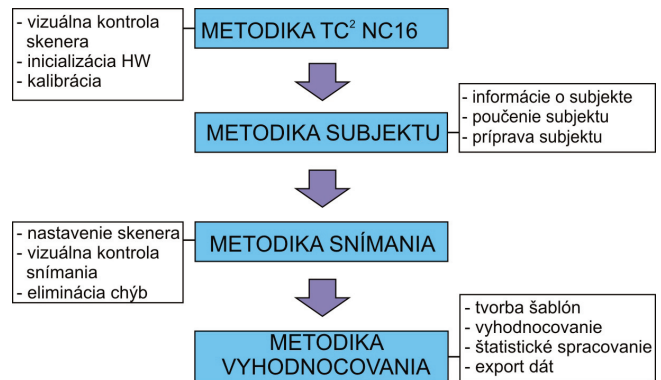
Obvodová presnosť [mm]	< 3
Bodová presnosť [mm]	< 1
Hustota bodov [mm]	2 x 2
Počet snímaných bodov	600 - 800 000
Doba skenovania [s]	8
Merací rozsah [m]	2,1x1,2x0,6

Skener na osvetlenie a premietanie mriežky na subjekt používa biele svetlo. Jednotlivé body sa z povrchu získavajú pomocou triangulácie - využíva sa pár navzájom uhlovo pootočených kamier. Hardvérová skenovacia jednotka pozostáva z 16 párov skenovacích jednotiek - štyri prstence umiestnené pod sebou. Parametre skenera sú uvedené v Tab. I.

IV. METODIKA MERANIA CELOTELOVÝM 3D SKENEROM

Metodiku merania a vyhodnocovania je možné rozdeliť do štyroch základných bodov popisujúcich postupnosť

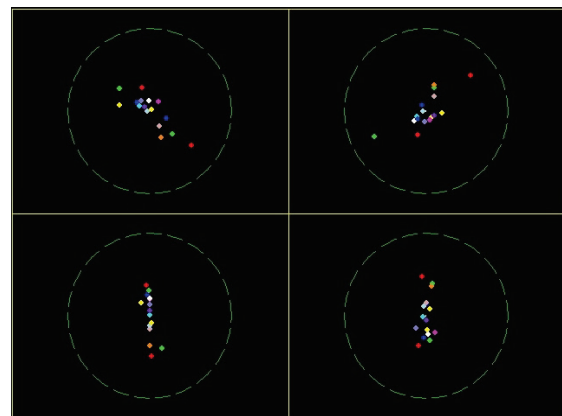
krokov od inicializácie skenera po vyhodnotenie údajov (Obr. 8).



Obr. 8: Metodika snímání celotelovým 3D skenerom.

A. Metodika prístroja TC² NX 16

Pred samotným meraním je odporúčaná vizuálna kontrola 3D skenera - kontrola hardvérových častí a prítomnosť hardvérového licenčného kľúča. Po inicializácii hardvéru a softvéru ovládajúceho 3D skener je potrebné vykonať overenie parametrov kalibrácie zariadenia. Ako kalibračné prvky sa používa sústava gúľ s definovaným priemerom. Na kalibráciu sa používa 11 kalibračných gúľ, kde jedna je položená medzi značkami na umiestnenie chodidiel, znázornených na podložke v skenovacej kabínke.



Obr. 9: Tolerančné polia pri overovaní skenera.

Zvyšné kalibračné gule sú rozdelené do dvoch reťazcov a sú zavesené na vyznačené miesta. Základnou podmienkou pre úspešnú kalibráciu je ustálenie kalibračných prvkov. Softvér pri overovaní zisťuje, či všetky časti hardvéru pracujú správne (Obr. 9).

Po úspešnej kontrole 3D skenera nasleduje odstránenie kalibračných gúľ zo snímacej kabínky a prechádza sa k nastaveniu softvéru a zadaniu vstupných údajov snímaného subjektu.

B. Metodika subjektu

Okrem samotného vyhodnocovania je dôležitou časťou procesu merania poučenie subjektu. V prípade nedodržania metodiky, nie sú zaručené správne vstupné údaje pre vyhodnocovanie.

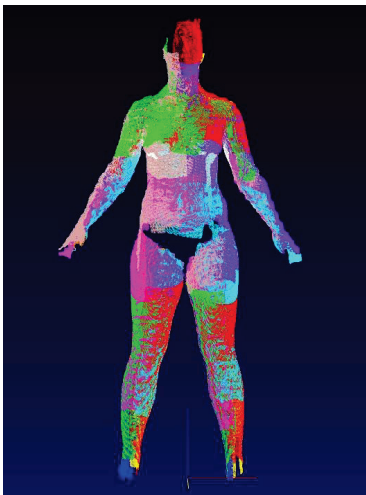
Prvú časť metodiky tvorí získavanie základných informácií o subjekte - pohlavie, vek, hmotnosť, ochorenia vplyvajúce na držanie tela resp. stabilitu. Informácie o subjekte sú potrebné pre neskoršie štatistické spracovanie.

Druhá časť pozostáva z poučenia subjektu o priebehu merania. Je potrebné zdôrazniť, že sa jedná o neinvazívnu, bezpečnú a hlavne rýchlu metódu skenovania.

Tretia časť zahŕňa prípravu subjektu na samotné meranie, kde patrí aj aklimatizácia subjektu. Keďže princíp celotelového skenera spočíva v snímaní povrchu tela, je potrebné, aby snímaný subjekt mal na sebe čo najmenej oblečenia. Okrem toho, že oblečenie musí byť minimálne, musí byť aj priliehavé a jednofarebné (svetlej farby).

C. Metodika snímania

Základným predpokladom kvalitného výstupu je správne postavenie subjektu počas snímania. Je potrebné, aby sa snímaný subjekt postavil na vyznačené miesta, uchoпил rukami pohyblivé držiaky po stranách skenera a udržal vzpriamený postoj počas celej doby snímania. V prípade nevhodného postoja sa získajú skreslené údaje, nevhodné na spracovanie. Po ukončení snímania je potrebná vizuálna kontrola získaných informácií (zrekonštruovaného modelu) pred udelením pokynu pre opustenie snímacej kabínky. Počas celého snímania je potrebné mať zatiahnuté závesy na snímacej kabínke, pre dosiahnutie vhodných svetelných podmienok.



Obr. 10: Nevyhodnotený objekt z dôvodu tmavého oblečenia.

Počas skenovania môže dôjsť k viacerým chybám, ktoré ovplyvňujú výsledný naskenovaný model. Medzi základné chyby patrí napr. prienik svetla do kabíny

spôsobený nedostatočným zatiahnutím závesu, státie počas skenovania mimo vyznačených miest, nevhodné oblečenie, nerešpektovanie pokynov osoby obsluhujúcej skener.

D. Metodika vyhodnocovania získaných údajov

Získaný model je možné spracovať viacerými spôsobmi.

Prvým spôsobom je export získaného modelu do niektorého z podporovaných formátov. Exportovaný model je následne možné ďalej spracovať napr. importovať do ergonomických alebo CAD softvérov.

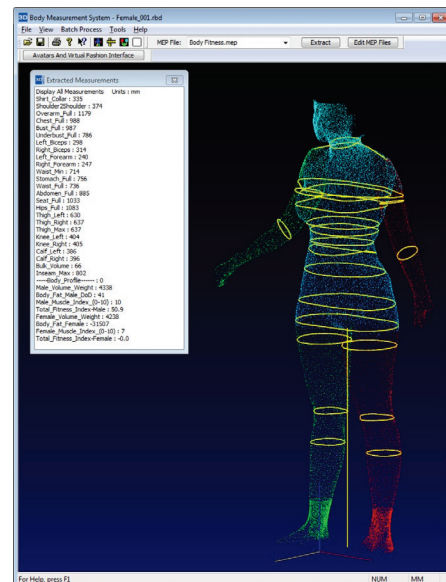
Ďalším spôsobom spracovania je extrahovanie požadovaných rozmerov z modelu. Jedná sa o dĺžkové a obvodové miery, objemy a ťažiská jednotlivých segmentov ľudského tela. V prípade, že sa jedná o vyhodnocovanie rovnakých rozmerov na viacerých subjektoch je možné vytvoriť šablónu, ktorá zjednoduší a urýchli proces vyhodnocovania.

Na získanie rovnakých údajov z nasnímaných modelov slúži funkcia hromadného spracovania dát.

Pri vyhodnocovaní je možnosť zobraziť model 3D, kde sa vyberá perspektívny alebo ortografický spôsob prezerania.

Pri ortografickom prezeraní sa veľkosť modelu nemení, bez ohľadu na zmenu uhla modelu. Perspektívne prezeranie modelu umožňuje približovanie a vzdiaľovanie modelu.

Pri vyhodnocovaní sa používajú merania popísané vo vstupnom rozhraní. Jedná sa o niekoľko sto preddefinovaných meraní (údajov).



Obr. 11: Znáznornenie vybraných mier a vyhodnotených rozmerov.

V. ZÁVER

Celotelové 3D skenovanie je špecifická oblasť 3D skenovania, pri ktorej je hardvér a softvér prispôbený skenovaniu postavy človeka resp. jeho časti. S požadovanou presnosťou tak získavame relatívne v krátkom čase veľké množstvá dát, ktoré sú vyhodnocované a interpretované podľa aktuálnej aplikácie. Významnou oblasťou aplikácie celotelového 3D skenovania je biomedicínske inžinierstvo, ktoré integruje antropometriu, šport, rehabilitáciu, biomechaniku, protetiku, ortotiku, medicínu, ergonómiu, ale aj iné interdisciplinárne oblasti. Významné možnosti sa otvárajú pri rýchlom zbere štatistických údajov obyvateľstva, týkajúcich sa proporcií ľudského tela, ktoré prinášajú stále nové a nové možnosti využitia.

POĎAKOVANIE

Tento článok bol vytvorený realizáciou projektu "Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a humánných rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov v strojárstve" (ITMS:26220120060), na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- [1] RAJŤUKOVÁ, V., HUDÁK, R.; ŽIVČÁK, J.: Biomedicínske aplikácie celotelového 3D skenera, Produktivita a inovácie. Roč. 13, č. 5 (2012), s. 8-9. ISSN 1335-5961.
- [2] HOVANEC, M., VARGA, M., SOBOTA, B., PAČAIOVÁ, H.: Inovatívne trendy a vízie v ergonómii využitím rozšírenej a virtuálnej reality. In: Aktuálne otázky bezpečnosti práce : 25. medzinárodná konferencia: Štrbské Pleso - Vysoké Tatry, TU, 2012 S. 1-7. ISBN 978-80-553-1113-5.
- [3] MAJERNIK, Jaroslav. 3D Virtual Projection and Utilization of Its Outputs in Education of Human Anatomy. Multimedia Technology, 2013, 2.1.
- [4] CERNY, M., PENHAKER, M.: Wireless body sensor network in health maintenance systems, Electronics and Electrical Engineering, vol. 115, no. 9, pp. 113–116, 2011.

- [5] 3D Body Scanner Hardware and Software Enhancements. [online]. [2013-01-25]. Dostupné na internete: <<http://www.tc2.com/newsletter/2011/012611.html#two>>
- [6] 3D Body Scanning and Technology Development. [online]. [2013-01-25]. Dostupné na internete: <http://www.tc2.com/index_3dbodyscan.html>
- [7] Body scanner. [online]. [2013-01-25]. Dostupné na internete: <http://www.humansolutions.com/fashion/front_content.php?idcat=126&lang=7>
- [8] Announces Major Breakthrough in 3D Full Body Scanning [online]. [2013-01-25]. Dostupné na internete: <<http://www.tc2.com/pdf/kx16%20pressrelease.pdf>>.
- [9] Complete Scanner Support [online]. [2013-01-25]. Dostupné na internete: <<http://www.tc2.com/pdf/maintenance.pdf>>

Viktória Rajťuková

*Katedra biomedicínskeho inžinierstva a merania
Technická univerzita v Košiciach
Strojnícka fakulta
Letná 9, 042 00 Košice, Slovenská republika
viktoria.rajtukova@tuke.sk*

Teodor Tóth

*Katedra biomedicínskeho inžinierstva a merania
Technická univerzita v Košiciach
Strojnícka fakulta
Letná 9, 042 00 Košice, Slovenská republika
teodor.toth@tuke.sk*

Monika Michalíková

*Katedra biomedicínskeho inžinierstva a merania
Technická univerzita v Košiciach
Strojnícka fakulta
Letná 9, 042 00 Košice, Slovenská republika
monika.michalikova@tuke.sk*

Jozef Živčák

*Katedra biomedicínskeho inžinierstva a merania
Technická univerzita v Košiciach
Strojnícka fakulta
Letná 9, 042 00 Košice, Slovenská republika
jozef.zivcak@tuke.sk*