

# Skaner przestrzenny do zastosowań medycznych

## 3D scanner for medical applications

KRZYSZTOF KARBOWSKI  
MAREK SZCZYBURA  
WITOLD SUJKA \*

DOI: 10.17814/mechanik.2016.12.545

W artykule opisano oryginalne stanowisko pomiarowe, wykorzystujące skaner białego światła strukturalnego. Konstrukcja stanowiska umożliwia wykonywanie pomiarów skanujących ciała pacjentów, co jest trudnym zagadnieniem, gdy przeprowadza się takie pomiary zwykłym skanerem, ze względu na mimowolne ruchy ciała.

**SŁOWA KLUCZOWE:** skaner 3D, medycyna

*The paper presents the original measurement position with structured light 3-dimensional scanner. The design of described position gives a chance for measuring of human body. It is difficult measurement using traditional 3-dimensional scanner, due instinctive movements of scanned human.*

**KEYWORDS:** 3D scanner, medicine

Opatrunki uciskowe do leczenia blizn pooparzeniowych CODOPRESS®, produkowane przez firmę Tricomed S.A. z Łodzi, to sprawdzony i uznany sposób leczenia i rehabilitacji blizn pooparzeniowych, przykurczów, a także zapobiegania ich powstawaniu (rys. 1). Zadaniem opatrunku jest wywieranie ucisku na bliznę pooparzeniową, a stopień kompresji opatrunku jest określany przez lekarza. Konsorcjum w składzie: Politechnika Łódzka, Politechnika Krakowska, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy oraz Tricomed S.A. realizuje obecnie projekt, którego celem jest opracowanie innowacyjnych, spersonalizowanych wyrobów uciskowych o zamierzonej wartości nacisku jednostkowego na ciało pacjenta.



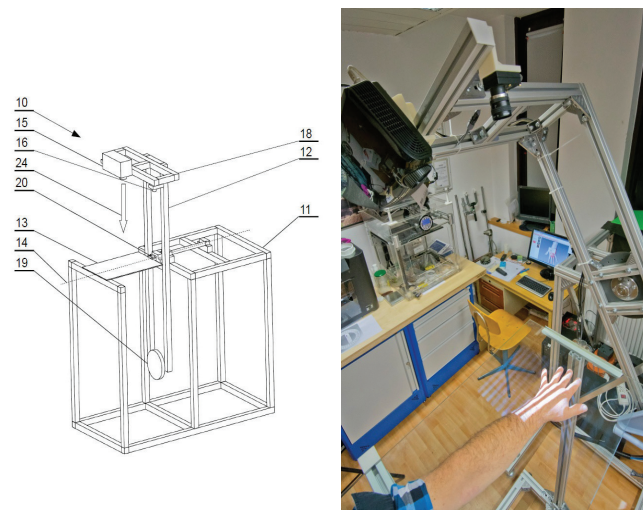
Rys. 1. Opatrunki uciskowe CODOPRESS® do leczenia blizn pooparzeniowych

\* Dr hab. inż. Krzysztof Karbowski, prof. PK (karbowski@mech.pk.edu.pl), dr inż. Marek Szczybura (pmszczyb@mech.pk.edu.pl) – Politechnika Krakowska, Wydział Mechaniczny; dr inż. Witold Sujka (witold.sujka@tricomed.com) – Tricomed S.A., Łódź

Aby w prawidłowy sposób zaprojektować i wykonać opatrunek, należy dokonać pomiaru ciała pacjenta – w tym celu używany jest specjalnie skonstruowany skaner przestrzenny białego światła strukturalnego. Dookólny skaner przestrzenny umożliwia wykonanie odwzorowania ciała pacjenta poprzez zespolenie skanów wykonanych podczas obrotu głowy skanera. Wyniki skanowania są przesyłane do systemu modelowania komputerowego, w którym projektowany jest opatrunek.

### Dookólny skaner przestrzenny

Schemat oraz zdjęcie dookólnego skanera przestrzennego pokazane zostały na rys. 2.



Rys. 2. Dookólny skaner przestrzenny [1]

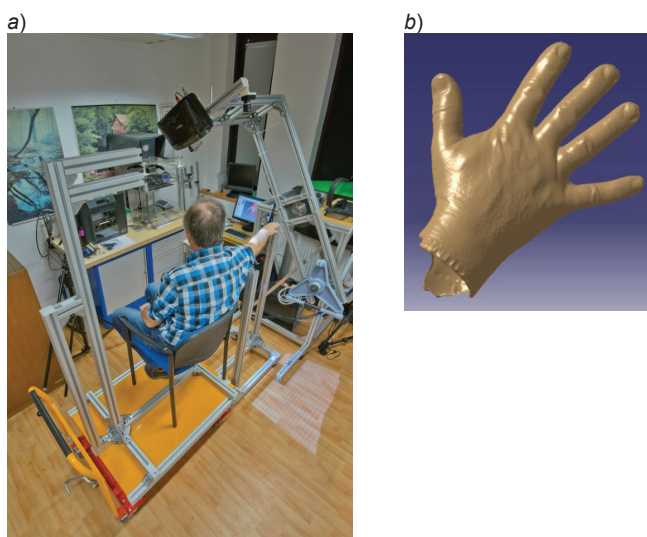
Dwie kamery przemysłowe (10, 16) oraz projektor białego światła strukturalnego (15) zamontowane są na ramieniu (18), która może obracać się wokół osi (14). Przeciwwaga (19) stabilizuje obrót konstrukcji (12). Szklana płyta (13) zamontowana do korpusu skanera (11) wykorzystywana jest jako przezroczysty stół skanera.

Optyka skanera jest sterowana poprzez program FlexScan3D. Poszczególne skany łączone są z wykorzystaniem markerów lub poprzez dopasowanie geometrii.

Skaner używany jest w zastosowaniach medycznych, przede wszystkim do pomiarów kończyn, a w szczególności dłoni (rys. 3).

Ponieważ ramię pacjenta nie mieści się w całości w przestrzeni roboczej skanera, pomiar wymaga złożenia skanów powstających zarówno podczas obrotu, jak również przemieszczenia skanera. W tym ostatnim przypadku nie jest przesuwany skaner, ale pacjent, który siedzi na platformie z ramieniem zamocowanym w specjalnym uchwycie, minimalizującym mimowolne ruchy ciała (rys. 3a). Wspomniana

platforma umożliwia również dostosowanie wysokości siedziska do wzrostu pacjenta.



Rys. 3. Dookólny skaner przestrzenny: a) platforma umożliwiająca przemieszczenie pacjenta; b) przykładowy wynik skanowania

Skaner można również w prosty sposób przystosować do pomiarów stojącego pacjenta. W tym celu optykę skanera umieszcza się na ruchomym statywie, a pacjent stoi na platformie pomiarowej wyposażonej w podparcia stabilizujące ciało (rys. 4).



Rys. 4. Skaner przystosowany do pomiarów pacjenta w pozycji pionowej

### Dokładność pomiaru

Skaner używany jest przede wszystkim do pomiarów dłoni pacjentów. W takim przypadku pacjent swobodnie kładzie dłonie na przezroczystym stole, a poszczególne skany wykonywane są podczas obrotu głowicy skanera, czego skutkiem jest konieczność wykonania połowy skanów poprzez stół. W tym miejscu rodzi się pytanie jak zakłócenia, wywołane załamaniem światła przechodzącego przez szklany stół, wpływają na dokładność pomiaru.

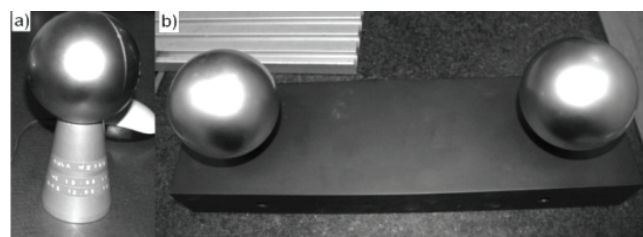
Ocenę dokładności skanowania przeprowadzono w oparciu, normę VDI/VDE 2634, część 2 "Optical 3D measuring systems – Optical systems based on area scanning" [2, 3].

Zastosowano dwa rodzaje wzorców do testów dla błędu układu głowicy optycznej oraz błędu wskazania na długości (rys. 5).

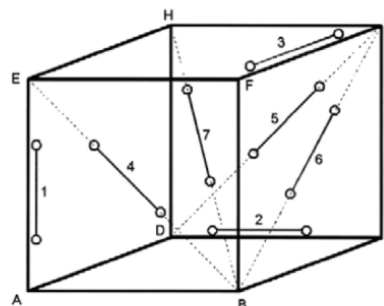
Wzorec do testów błędu wskazania na długości umieszczony był podczas pomiarów w położeniach pokazanych na rys. 5.

Średnica kuli testowej wynosiła  $44,629 \pm 0,005$  mm, a odległość między kulami  $120,093 \pm 0,005$  mm.

Wyniki pomiarów podano w podsumowaniu artykułu.



Rys. 5. Wzorce do testów dla: a) błędu układu głowicy optycznej; b) błędu wskazania na długości [2]



Rys. 6. Rekomendowane ustawienie przy wyznaczaniu błędu odległości między środkami kul [3]

### Podsumowanie

Opisany dookólny skaner przestrzenny jest alternatywą dla drogich wielogłowicowych skanerów; został zaprojektowany i zbudowany do skanowania ciała pacjentów, przede wszystkim dłoni i ramion.

Zastosowanie szklanego stołu umożliwia stabilne ułożenie dłoni pacjenta i w znaczący sposób zmniejsza mimowolne ruchy dłoni, co ma znaczący wpływ na wyniki skanowania.

Średni błąd układu głowicy optycznej podczas skanowania przez szklany stół ma wartość  $-0,314$  mm i jest zbliżony do błędu podczas skanowania nad stołem ( $-0,344$  mm). Wartości obydwu błędów w ujęciu względnym były mniejsze niż 1%.

Średnie błędy wskazania na długości odzwierciedlały efekt załamania wiązki światła na powierzchniach szklanego stołu i miały wartości:

- skanowanie poprzez szklany stół:  $-0,053$  mm,
- skanowanie nad stołem:  $0,062$  mm.

W ujęciu względnym obydwa błędy mieściły się w przedziale  $\pm 0,1\%$ .

Opisany dookólny skaner przestrzenny jest używany do pomiaru ciała pacjentów, a wyniki skanowania są podstawą do projektowania indywidualnie dopasowanych opatrunków uciskowych o zdefiniowanym stopniu kompresji, wykorzystywanych do leczenia blizn poparzeniowych [4].

### LITERATURA

1. Karbowski K., „Skaner białego światła strukturalnego”. W.124119, Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, 2015.
2. Ostrowska K., Szewczyk D., Stądek J. „Calibration of optical systems according to ISO standards and VDI/VDE recommendations”. *Technical Transactions* 9-M (2012): pp. 167–179.
3. Pfeiffer C. „The state of 3-D imaging standards”. *Quality Digest* 11/09/2010.
4. Karbowski K., Sujka W. „Inżynieria rekonstrukcyjna w Medycynie”. *Mechanik*. T. 88, nr 12 (2015): s. 111–113.