

Zastosowanie inżynierii odwrotnej w modelowaniu protez stawów

Reverse engineering in modeling of hip replacement

SZYMON SIKORSKI
PIOTR DUDA
KONRAD DULĘBA
ZYGMUNT WRÓBEL *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.12.549

Przedstawiona praca jest przykładem wykorzystania nowoczesnych urządzeń typu skanery 3D oraz drukarki 3D w procesie modelowania protez stawów. Stosowanie metod przyrostowych pozwala na tworzenie wyrobów wykonanych z różnych materiałów w zależności od użytej technologii druku 3D. Pozwala to wykonywać przedmioty pod konkretne zastosowania bądź osoby. W artykule autorzy przedstawili wykorzystanie technologii inżynierii odwrotnej do zamodelowania endoprotezy stawu biodrowego, która będzie wykonana dla konkretnego pacjenta. **SŁOWA KLUCZOWE:** druk 3D, inżynieria odwrotna, protezy stawów, personalizacja

This paper is an example of using reverse engineering to modeling hip implant. In this article the authors present used of 3D scanners and 3D printer in medical applications. Reverse engineering allow to created hip implant which are match to specific patient.

KEYWORDS: 3D printing, reverse engineering, hip implant, personalization

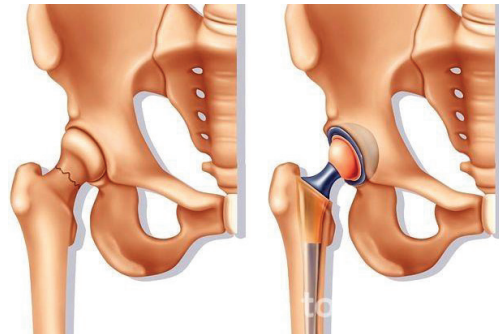
Stosując w branży medycznej technologie inżynierii odwrotnej wykorzystującej skanery 3D oraz drukarki 3D, możliwe jest tworzenie implantów (np. endoprotez stawu biodrowego) indywidualnie dopasowanych do potrzeb pacjenta. Endoprotezy stawu biodrowego to sztuczne stawy mające za zadanie pełnienie funkcji zdrowego stawu. Stosowane są w przypadku wystąpienia u pacjenta zwyrodnienia stawu biodrowego, tzw. koksartozy [1, 2]. Składają się one z implantu głowy kości udowej oraz implantu panewki (rys. 1).



Rys. 1. Endoproteza cementowana z nasadką centrującą (2)

Bardzo ważne w dobieraniu endoprotezy stawu biodrowego jest to, aby implant panewki został precyzyjnie dopasowany do konkretnego pacjenta. Spersonalizowanie implantu panewki pozwoli na jak największe zmniejszenie

bólu towarzyszącego wykonywaniu ruchu, przywrócenie pełnionej funkcji podporowej i lokomocyjnej biodra u pacjenta (rys. 2) [3, 4].



Rys. 2. Rysunek endoprotezy stawu biodrowego: po lewej przed zabiegiem; po prawej po zabiegu wszczępienia – alloplastyki [3, 4]

Wykorzystanie inżynierii odwrotnej do zaprojektowania modelu endoprotezy stawu biodrowego

Wykorzystując narzędzia inżynierii odwrotnej, takie jak skanery 3D oraz drukarki 3D, zaprojektowano indywidualnie dopasowaną endoprotezę stawu biodrowego. Pierwszym etapem modelowania było uzyskanie modelu przestrzennego miednicy. W tym celu zastosowano proces skanowania 3D (rys. 3).

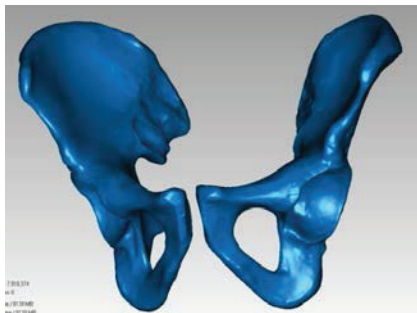


Rys. 3. Proces skanowania 3D miednicy (opracowanie własne)

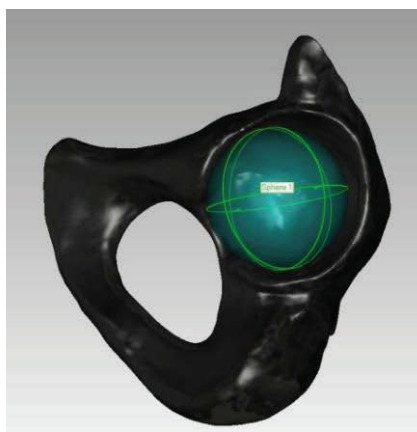
Do procesu skanowania zastosowano skaner 3D działający w technologii białego światła strukturalnego LED firmy SMARTTECH oraz obrotowy stolik do automatyzacji procesu skanowania. Efektem końcowym procesu skanowania

* Dr inż. Szymon Sikorski (szymon.sikorski@us.edu.pl), dr inż. Piotr Duda (piotr.duda@us.edu.pl), Konrad Dulęba, prof. zw. dr hab. inż. Zygmunt Wróbel (zygmunt.wrobel@us.edu.pl) – Zakład Komputerowych Systemów Biomedycznych, Instytut Informatyki, Wydział Informatyki i Nauki o Materiałach Uniwersytetu Śląskiego

było otrzymanie modelu 3D miednicy (rys. 4). Dzięki możliwości zwymiarowania otworu panewki miednicy uzyskano jej średnicę, niezbędną do zaprojektowania indywidualnie dopasowanej endoprotezy stawu biodrowego (rys. 5).



Rys. 4. Model 3D miednicy (opracowanie własne)

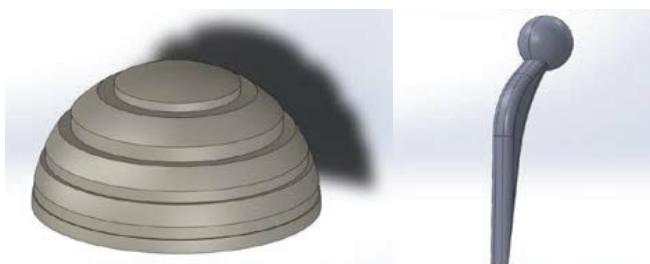


Rys. 5. Zwymiarowanie otworu panewki miednicy (opracowanie własne)

Otrzymana wartość średnicy otworu panewki miednicy w dalszej kolejności – dzięki użyciu oprogramowania wspomagającego projektowanie (SolidWorks) – pozwoliła na zamodelowanie cementowej endoprotezy stawu biodrowego (rys. 6), składającej się z indywidualnie dopasowanej główki panewki oraz trzpienia głowy kości udowej (rys. 7).



Rys. 6. Endoproteza stawu biodrowego (opracowanie własne)



Rys. 7. Główka panewki endoprotezy spersonalizowana pod pacjenta oraz trzpień głowy kości udowej (opracowanie własne)

Ostatnim etapem modelowania endoprotezy było zastosowanie technologii druku 3D celem zweryfikowania poprawności wymiarowej oraz złożeniowej modelu 3D. Drukowanie modeli 3D przeprowadzono za pomocą drukarki MakerBot Replicator Z18, wykorzystując filament PLA. Parametry druku wynosiły odpowiednio: temperatura druku 215°C; wypełnienie 15%; wysokości warstw 0,1 mm; czas drukowania 14 godz. Na rys. 8 i 9 przedstawiono otrzymane wydruki.



Rys. 8. Endoproteza stawu biodrowego (opracowanie własne)



Rys. 9. Staw biodrowy po implantacji endoprotezy (opracowanie własne)

Wnioski

Zastosowanie inżynierii odwrotnej wykorzystującej skanery 3D pozwoliło na zwymiarowanie panewki stawu biodrowego, co w efekcie umożliwiło zaprojektowanie indywidualnie dopasowanej endoprotezy stawu biodrowego. Dzięki temu pacjent po zabiegu alloplastyki prawie nie odczuwa bólu towarzyszącego wykonywaniu ruchu, a procesy zużywania się indywidualnie dopasowanej endoprotezy są dużo słabsze niż przypadku gotowych endoprotez.

Ponadto dzięki technologii druku 3D wydrukowane części miednicy, części kości udowej oraz endoprotezy pozwalają na przeprowadzanie analizy wymiarów endoprotezy. Dzięki temu lekarz otrzymuje narzędzia nowoczesnej techniki umożliwiające wykonanie symulacji operacji wszczepienia, a to przyczynia się do zmniejszenia ryzyka w czasie operacji oraz znacznego skrócenia jej czasu.

LITERATURA

1. Miecielica M. *Rapid prototyping – metody i możliwości zastosowania w inżynierii biomedycznej*. AGH, Kraków 2009.
2. Siemiński P., Budzik G. *Techniki przyrostowe : druk drukarki 3D*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2015.
3. Hoser P. *Anatomia i fizjologia człowieka*. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1997.
4. Kułakowski A., Skowrońska-Gardas A. *Onkologia. Podręcznik dla studentów medycyny*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2003, ISBN 83-200-2727-3.
5. Pozowski A. *Alloplastyka stawu biodrowego*. Górnicki Wydawnictwo Medyczne, Wrocław 2011.