

## **Korelacja krzyżowa w ocenie asymetrii chodu u pacjentów ze zwyrodnieniem stawu biodrowego**

Adam Świtoński<sup>1,2</sup>, Henryk Josiński<sup>1,2</sup>, Romualda Mucha<sup>3</sup>, Konrad Wojciechowski<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Polsko-Japońska Wyższa Szkoła Technik Komputerowych, Wydział Zamiejscowy w Bytomiu, Aleja Legionów 2, 41-902 Bytom

<sup>2</sup>Politechnika Śląska w Gliwicach, ul. Akademicka 16, 44-100 Gliwice

<sup>3</sup>Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych, Angiologii i Medycyny Fizykalnej, Śląski Uniwersytet Medyczny

### **WSTĘP**

Choroba zwyrodnieniowa stawów biodrowych to jedno z najczęściej spotykanych schorzeń układu ruchu człowieka [1], stąd też stanowi ona istotne wyzwanie diagnostyczne. Zwyrodnienie takie zawsze objawia się zaburzeniami chodu, wywołanymi przez ból i niefizjologiczne ustawienie miednicy, co skutkuje przesunięciem środka ciężkości i w efekcie uwidacznia się przez utykanie i chód kaczkowy [2]. Pierwsze zauważalne symptomy związane są z asymetrią ruchu odpowiadających sobie stawów lewej i prawej strony, ze względu na różne stadia zaawansowania zwyrodnień.

Nowe możliwości do analizy ruchu dają dane kinematyczne o wysokiej precyzji, na podstawie których możliwa jest między innymi ocena asymetrii chodu. W podejściu klasycznym lekarz specjalista manualnie analizuje przebiegi czasowe rotacji dla wybranych stawów. Proces taki jednak jest czasochłonny, a jego wyniki – nie w pełni powtarzalne. Z tego względu istotne znaczenie mają próby opracowania metod oceny automatycznej. Dla przykładu, w [3] i [4] zaproponowano indeksy dekompozycji dwóch dowolnych stawów i asymetrii dla stawów ramion.

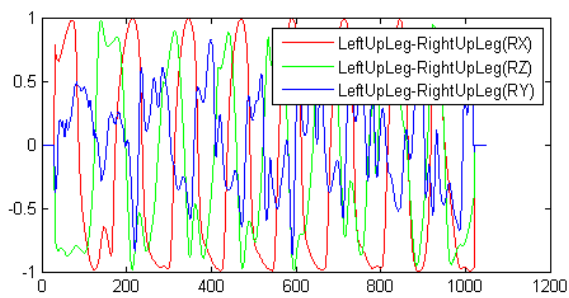
### **MATERIAŁ I METODA**

W przedstawionym podejściu zdecydowano się wykorzystać korelację krzyżową do oceny asymetrii chodu wybranych par odpowiadających sobie stawów lewej i prawej strony. W przypadku symetrii ruchu korelacja będzie dążyła do wartości jednostkowej, natomiast całkowita asymetria objawia się wartościami zerowymi.

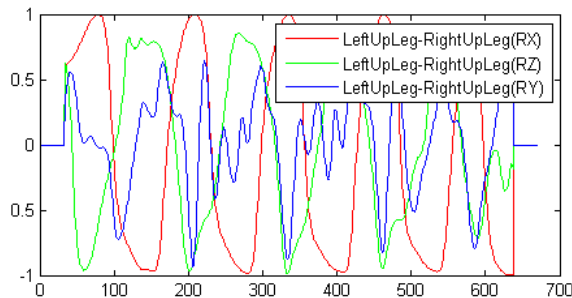
Celem wyznaczenia korelacji krzyżowej konieczna jest detekcja cyklu odniesienia, zawierającego jeden pełny krok. W tym celu wystarczy śledzić momenty, w których pojawiają się lokalne ekstrema funkcji odległości stóp obydwu nóg, jak przykładowo opisano w [5]. Dalej cykl odniesienia przykładamy w kolejnych chwilach czasu względem pełnego przejścia i wyznaczamy znormalizowaną kowariancję, pamiętając jednocześnie, że porównujemy ruch odpowiadających sobie par stawów lewej i prawej strony.

### **WYNIKI**

Przykładowe wyniki odzwierciedlające asymetrię ruchów lewego i prawego stawu biodrowego dla wszystkich trzech kierunków reprezentowanych przez kąty Eulera, podczas chodu osoby zdrowej i pacjenta po endoplastyce zaprezentowano na rys. 1. Wyraźnie widoczna jest większa asymetria ruchów reprezentowanych przez kąty obrotu RY i RZ dla przypadku pacjenta po endoplastyce.



Chód człowieka zdrowego



Pacjent po endoplastyce stawu biodrowego

Rys. 1 Asymetria ruchu lewego i prawego stawu biodrowego

## DYSKUSJA

Współczynnik korelacji pozwala jedynie na badanie zależności dwóch zmiennych, stąd też na bazie korelacji krzyżowej, bezpośrednio dopuszczalna jest jedynie analiza jednowymiarowych serii czasowych. W przypadku danych ruchu oznacza to, że możliwe jest porównanie tylko jednej pary odpowiadających sobie stawów, a wręcz jedynie ich ruchu w wybranym kierunku reprezentowanym przez dany kąt Eulera. Jednym z rozwiązań, które eliminują to ograniczenie, jest osobna analiza każdej z par stawów, a następnie wyznaczenie korelacji uśrednionej. Wydaje się jednak, że bardziej rozsądne jest zastosowanie metod redukcji wymiarowości, które w ramach przetwarzania wstępnego pozwolą na wyznaczanie zredukowanych, jednowymiarowych serii czasowych z możliwie najmniejszą utratą informacji.

## PODZIĘKOWANIE

Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji numer DEC-2011/01/B/ST6/06988.

## LITERATURA

1. T.S. Gaździk: Ortopedia i traumatologia; PZWL, Warszawa 2002.
2. W. Dega: Ortopedia i rehabilitacja; PZWL, Warszawa 2003.
3. Omar S. Mian, Susanne A. Schneider, Petra Schwingenschuh, Kailash P. Bhatia, Brian L. Day: Gait in SWEDDs patients: Comparison with Parkinson's disease patients and healthy controls.
4. Zifchock RA, Davis I, Higginson J, Royer T.: The symmetry angle: a novel, robust method of quantifying asymmetry. *Gait Posture*; 27(4):622-7.
5. Świtoński, A., Polański, A., Wojciechowski: K. Human identification based on gait paths. *Advanced Concepts for Intelligent Vision Systems, LNCS 6915*, 2011.