

Skuteczność leczenia w chorobie Parkinsona na bazie selekcji charakterystycznych cech chodu.

Adam Świtoński^{(1),(2)}, Magdalena Stawarz⁽²⁾, Aleksander Sieron⁽³⁾, Andrzej Polański^{(1),(2)},
Konrad Wojciechowski^{(1),(2)}

(1) Polsko-Japońska Wyższa Szkoła Technik Komputerowych,

(2) Politechnika Śląska

(3) Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych, Angiologii i Medycyny Fizykalnej, Śląski
Uniwersytet Medyczny,

Wstęp

Choroba Parkinsona to choroba zwyrodnieniowa ośrodkowego układu nerwowego, powodowana przez niedobór dopaminy w tkankach istoty szarej. Skutkuje on między innymi zaburzeniami ruchowymi, jak dla przykładu występowaniem drżenia spoczynkowego, asymetrią ruchu, spowolnieniem wykonywania podstawowych czynności czy pojawianiem się nieprawidłowości chodu. W chorobie Parkinsona stosowane jest zarówno leczenie zachowawcze jak i inwazyjne. Podstawowym lekiem w farmakoterapii jest L-DOPA, specjalny aminokwas, który po dotarciu do mózgu zamieniany jest w dopaminę. W przypadku gdy terapia zachowawcza jest niewystarczająca, stosuje się stymulację prądową jądra niskowzgórzowego, po wcześniejszym wszczepieniu odpowiedniego stymulatora w ramach zabiegu neurochirurgicznego.

W podejściu klasycznym skuteczność leczenia oceniana jest przez lekarza specjalistę, który na podstawie określonych czynności ruchowych wystawia notę w skali UPDRS. Rozwój wielomodalnych technik pomiarowych ruchu postaci ludzkiej daje jednak nowe możliwości do takiej oceny. W ramach pracy zaproponowane ocenę zastosowanego rodzaju leczenia w chorobie Parkinsona na wybrane czynności ruchowe pacjenta, mierzone na bazie nadzorowanej selekcji charakterystycznych cech chodu z odpowiednio skonstruowaną miarą oceny podzbioru cech.

Metoda i wyniki

W przeprowadzonych badaniach wybrano dwie czynności ruchowe: brany pod uwagę podczas oceny wg skali UPDRS test stabilności postawy (ang. pull test) oraz typowy chód. Pomiar ruchu przeprowadzono w laboratorium HML <http://hm.pjwstk.pl> Polsko-Japońskiej Wyższej Szkoły Technik Komputerowych. W badaniach wzięło udział czterech pacjentów z chorobą Parkinsona z wszczepionym stymulatorem. Dla każdego z nich pomiary powtórzone w trzech wariantach. 1) bez terapii tj. z wyłączonym stymulatorem i bez wcześniej podanych leków, 2) z włączonym stymulatorem, 3) z wcześniej podanymi lekami. Porównywano jednak tylko różnice czynności ruchowych: z włączonym stymulatorem i bez terapii oraz z wcześniej podanymi lekami i bez terapii. Do bezpośredniego oszacowania wpływu zastosowanej terapii na badane czynności ruchowe wyznaczono współczynnik *eval* średniej odległości pomiędzy wszystkimi danymi pomiarowym do średniej odległości wewnątrz klasowej:

$$eval = \frac{\sum_{c_1 \in C} \sum_{i_1 \in c_2} \sum_{c_2} \sum_{i_2 \in c_2} d(i_1, i_2)}{n^2 \cdot \sum_{c \in C} \frac{\sum_{i_1 \in c} \sum_{i_2 \in c} d(i_1, i_2)}{n_c^2}}$$

gdzie C to zbiór rozpatrywanych klas, n to liczba wszystkich elementów zbioru, n_c to liczba elementów klasy c , $i_1 \in c$ oznaczana iteracje po wszystkich elementach klasy c , natomiast $d(i_1, i_2)$ to metryka odległości pomiędzy elementami i_1 oraz i_2 .

W obliczeniach brano pod uwagę jedynie dane kinematyczne z zadaniem modelem szkieletowym, analogicznie jak w [1]. Dla sekwencji czasowych przeprowadzono ekstrakcję cech w celu wyznaczenia odległościami pomiędzy sekwencjami pomiarowymi. Biorąc pod uwagę wcześniej uzyskane wyniki w problemie identyfikacji chodu [1] oraz diagnostyki nieprawidłowości chodu dla osób po endoplastyce stawu biodrowego [2] wybrano składowe Fouriera. Ze względu na fakt, że część spośród tych składowych może zawierać jedynie szum, przeprowadzono nadzorowaną, automatyczną selekcję cech. Ma ona za zadanie wyznaczenie podzbioru współczynników Fouriera, który w największym stopniu będzie różnicował zadane klasy czynności ruchowych. W przeszukiwaniu przestrzeni cech zastosowano zachłanny algorytm wspinaczkowy oraz algorytm genetyczny [3]. Uzyskane wyniki zaprezentowano w Tab. 1, gdzie podano wartość współczynnika *eval* dla optymalnego wyszukanego podzbioru cech. Różnice w rozważanych klasach są znaczące, przy czym wyraźnie większe dla przypadku włączonej stymulacji w porównaniu do sytuacji bez terapii, niż dla przypadku podanych leków.

Rodzaj czynności ruchowej	Stymulacja włączona	Podano leki
Typowy chód	9400%	5500%
Test stabilności postawy	1300%	850%

Tab 1. Wpływ stymulacji prądowej i terapii lekowej na wybrane aktywności ruchowe

Przeszukiwanie przestrzeni cech bazujące na całych podzbiórach pozwala jedynie oszacować wpływ cech najbardziej znaczących. Nie ma natomiast możliwości niezależnej oceny ruchu każdego ze stawów osobno, celem wyznaczenia tych, na które zastosowana terapia miała najbardziej istotny wpływ. W takim przypadku można wyznaczyć ranking cech, zagregowany na poziomie współczynników Fouriera opisujących ruch każdego ze stawów. W Tab. 2 przedstawiono zagregowany ranking z oceną cech bazującą na entropii – miara InfoGain [3]. Uzyskane wyniki są zgodne z poprzednimi obserwacjami. Ponownie znacznie większe różnice można zaobserwować dla przypadku włączonej stymulacji niż dla przypadku terapii lekowej.

Typowy chód Stymulacja włączona		Typowy chód Podano leki		Test stabilności Stymulacja włączona		Test stabilności Podano leki	
Rfoot	144	Lhand	131	rhumerus	106	lfemur	70
Lhumerus	133	Rfoot	112	lfemur	88	lhumerus	52
Thorax	133	Upperback	112	lhumerus	85	rshoulder	50
Rfemur	132	Rhand	108	lfoot	77	lfoot	42
Lowerback	129	Thorax	108	lhand	75	rfoot	43
Lfoot	126	Rhumerus	104	rhand	74	rhand	42
lhand	120	Lowerback	100	rfoot	74	rfemur	38
Upperback	118	Lfemur	100	lshoulder	55	lshoulder	35
Lfemur	115	Lshoulder	99	rfemur	49	rhumerus	28
Lshoulder	107	Rshoulder	92	rtibia:	43	upperneck	27
Lshoulder	98	Rfemur	89	ltibia	32	head	26

Tab 2. Zagregowany ranking współczynników Fouriera z miarą InfoGain

Praca sfinansowana ze środków Narodowego Centrum Nauki jako projekt badawczy o numerze UMO-2011/01/B/ST6/06988.

Literatura

- [1] Świtoński A., Mucha R., Danowski D., Mucha M., Polański A., Cieślar G., Wojciechowski K, Sieroń A., Human identification based on a kinematical data of a gait, Electrical Review, 2011
- [2] Świtoński A., Mucha R., Danowski D., Mucha M., Polański A., Cieślar G., Wojciechowski K, Sieroń A.,, Diagnosis of the motion pathologies based on a reduced kinematical data of a gait, Electrical Review, 2011
- [3] Witten I., Frank E.: Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques, Morgan Kaufmann, 2005