

Klasyfikacja kinematycznych danych chodu na potrzeby oceny stopnia zaawansowania choroby Parkinsona

Adam Świtoński^{1,2}, Magdalena Stawarz², Magdalena Boczarska³, Andrzej Polański^{1,2},
Konrad Wojciechowski^{1,2}

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

²Politechnika Śląska w Gliwicach, ul. Akademicka 16, 44-100 Gliwice

³Klinika Neurologii Wieku Podeszłego Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach, ul. Medyków 16, 40-752 Katowice

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. Przebieg choroby Parkinsona ze względu na konieczność monitoringu skuteczności stosowanej terapii oraz ewentualne wskazania do stymulacji prądowej wymaga ścisłej kontroli i formalnej dokumentacji występowania kolejnych objawów. W tym celu stosuje się skalę UPDRS (Unified Parkinson's Disease Rating Scale). W podejściu klasycznym lekarz specjalista na podstawie obserwacji wybranych aktywności ruchowych badanego wystawia punkty zgodnie ze słownym opisem skali UPDRS. Procedura taka jest jednak czasochłonna, tak więc również kosztowna oraz ze względu na fakt, że wykonywana przez człowieka, w pewnym stopniu subiektywna. Stąd opracowanie automatycznego klasyfikatora oceniającego stopień zaawansowania choroby Parkinsona wydaje się mieć duże znaczenie praktyczne.

MATERIAŁ I METODA

Do budowy klasyfikatora zastosowano kinematyczne dane aktywności ruchowych wykonywanych przez badanego, rejestrowane przez laboratorium pomiaru ruchu Motion Capture. Dla sekwencji czasowych danych ruchu przeprowadzono ekstrakcję cech. Zastosowano dwa podejścia. Obliczano indeksy dekompozycji i asymetrii oraz wyznaczano wartości składowych harmonicznych w postaci współczynników Fouriera. Dla tak przygotowanego zestawu cech zastosowano nadzorowane uczenie maszynowe. Wybrano klasyfikatory: k najbliższych sąsiadów, typu wielowarstwowy perceptron, naiwny klasyfikator Bayesa, sieć z funkcją radialną oraz klasyfikator oparty na tablicy decyzyjnej. Do podziału zbioru na część treningową i testową zastosowano metodę walidacji krzyżowej.

Na potrzeby weryfikacji opracowanej metody wykorzystano zgromadzoną bazę nagrań aktywności ruchowych wykonywanych podczas przeprowadzania oceny UPDRS przez lekarza specjalistę. Baza zawierała 73 kompletne nagrania pochodzące od sześciu pacjentów.

WYNIKI

W obecnym stadium ograniczono się jedynie do punktu 30 UPDRS oceniającego nieprawidłowości chodu w skali 0-4. Za ocenę wzorcową wykorzystaną podczas procesu uczenia klasyfikatorów jak i do określenia sprawności ich działania, przyjęto punktację wyznaczoną przez lekarza specjalistę. Dla zestawu cech reprezentującego współczynniki Fouriera, procent poprawnie sklasyfikowanych przejść wynosi nieco ponad 77% a średni błąd bezwzględny 0.23, natomiast dla indeksów asymetrii i dekompozycji wyznaczone miary to odpowiednio 71% i 0.42.

W obydwu przypadkach najwyższą sprawność uzyskał klasyfikator z siecią bazującą na funkcji radialnej.

DYSKUSJA

Uzyskane wyniki wydają się być obiecujące. Prowadzone prace wymagają kontynuacji celem poszukiwania bardziej precyzyjnego zestawu cech lub/i próby budowy dokładniejszego klasyfikatora. Aby uzyskać pełną funkcjonalność, konieczna jest rozbudowa i weryfikacja zaproponowanego podejścia oceny zaawansowania choroby Parkinsona dla pozostałych punktów skali UPDRS.

PODZIĘKOWANIE

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007 – 2013, realizowany w ramach Działania 1.3 Poddziałania 1.3.1 oraz ze środków Narodowego Centrum Nauki (NN518289240).

LITERATURA

1. I. Witten., E. Frank.: Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques, Morgan Kaufmann, 2005
2. Omar S. Mian, Susanne A. Schneider, Petra Schwingenschuh, Kailash P. Bhatia and Brian L. Day, Gait in SWEDDs Patients: Comparison with Parkinson's Disease Patients and Healthy Controls, Movement Disorders, (2011), DOI: 10.1002/mds.23684
3. Zifchock RA, Davis I, Higginson J, Royer T. The symmetry angle: a novel, robust method of quantifying asymmetry. Gait Posture 2008; 27(4):622–7.
4. Lewek MD, Poole R, Johnson J, Halawa O, Huang X. Arm swing magnitude and asymmetry during gait in the early stages of Parkinson's disease. Gait Posture. 2010; 31:256–260.