

Piotr WODARSKI, Marek GZIK, Jacek JURKOJC, Robert MICHNIK, Katedra Biomechatroniki, Politechnika Śląska, Zabrze
Andrzej BIENIEK, Inżynieria Biomedyczna, Politechnika Śląska, Zabrze

WYZNACZANIE ZDOLNOŚCI MANIPULACYJNYCH KOŃCZYN GÓRNYCH U DZIECI Z WYKORZYSTANIEM TECHNOLOGII WIRTUALNEJ RZECZYWISTOŚCI

Streszczenie: Wykorzystanie nowoczesnych systemów Technologii Wirtualnej Rzeczywistości takich jak kaski 3D, cieszących się dużym powodzeniem w wybranych procesach terapeutycznych lub systemów typu Cave, pozwala w bardzo dobrym stopniu odwzorować rzeczywistość. Stosowanie tego typu systemów pozwala zindywidualizować procesy diagnostyczne i terapeutyczne, tworzy system bardzo uniwersalny. Głównym celem przeprowadzonych w ramach artykułu badań było określenie zdolności manipulacyjnych i koordynacji wzrokowo-przestrzennej dla dzieci z zaburzeniami neurologicznymi w systemie wykorzystującym Technologię Wirtualnej Rzeczywistości. Przeprowadzone badania wykazały znaczny wpływ skomplikowania wykonywanego ćwiczenia na sprawność z jaką dzieci wykonywały ruch – czym zadany do wykonania ruch był bardziej skomplikowany tym dzieci miały większe problemy z wykonaniem ćwiczenia. Zaobserwowano również, iż terapia z wykorzystaniem wirtualnej rzeczywistości wzmacnia motywację do wykonywania żmudnych ćwiczeń poprawiających sprawność fizyczną i intelektualną.

Słowa kluczowe: kończyna górna, Technologie Wirtualnej Rzeczywistości, System Cave

1. WSTĘP

Intensywność procesów rozwoju koordynacji wzrokowo-ruchowej u dzieci wzrasta pomiędzy drugim a trzecim rokiem życia [1]. Wtedy to dzieci chętnie naśladują dorosłych. Starają się powtarzać działania swoich rodziców i domowników [1]. Zaangażowanie to jest bardzo często wykorzystywane przez fizykoterapeutów w grach i zabawach terapeutycznych rozwijających umiejętności motoryczne, manualne i spostrzegania wzrokowego. Opanowanie prostych czynności związanych z porównywaniem, dobieraniem i rozróżnianiem obrazków, kształtów warunkuje przejście kolejnych etapów rozwoju umysłowego, który to postępuje według indywidualnego rytmu. Zaburzenia powstałe na tym bądź kolejnych etapach rozwoju mają swoje odbicie w umiejętnościach fizycznych i predyspozycjach umysłowych dziecka już na etapie wczesnoszkolnym. Poprawa tych umiejętności wymaga działań fizjoterapeutycznych ukierunkowanych na kontrolę mięśniową dziecka oraz koordynację motoryczną w obrębie rozwoju najważniejszych mięśni [2]. Zastosowanie terapii percepcyjno-motorycznej zapewnia dzieciom doświadczenia integracyjnych form ruchu w zakresie motoryki małej i dużej oraz dyskryminacji wzrokowej [2]. Działania podejmowane przez terapeutów obejmują m.in. techniki stymulacji sensorycznej poprawiające komunikację międzypółkulową w mózgu, pomagają w prawidłowej interpretacji

informacji docierających do układu nerwowego. Ćwiczenia polegające na zabawach w formie rysowania prostych, bądź pochyłych linii, podążania przedmiotami po tych liniach z zachowaniem obrysów, kształtów pozwalają zdiagnozować poziom sprawności manualnej kończyn górnych, palców, koordynację ruchową i percepcyjno-ruchową, koncentrację uwagi, radzenie sobie w sytuacji problemowej [3]. Ważne jest zatem chwytanie przedmiotów, posługiwanie się wybraną ręką i oburącz, kolorystyka, rozplanowanie przedmiotów oraz tempo wykonywania działań.

Wykorzystanie nowoczesnych systemów Technologii Wirtualnej Rzeczywistości takich jak kaski 3D, cieszących się dużym powodzeniem w wybranych procesach terapeutycznych [4] lub systemów typu Cave, pozwala bardzo dobrym stopniu odwzorować rzeczywistość. Wrażenie przestrzenne jest tak wysokie, że ciężko odróżnić rzeczywistość od wykreowanej przez komputer grafiki [5]. Stosowanie tego typu systemów pozwala zindywidualizować procesy diagnostyczne i terapeutyczne [6], tworzy system bardzo uniwersalny [7][8]. Terapia z wykorzystaniem Wirtualnych Technologii zwiększa w ogromnym stopniu motywację pacjentów, pozwala im zapomnieć o żmudnych wielokrotnie powtarzanych ćwiczeniach. Jest również rodzajem terapii sensorycznej dostarczając bodźców wzrokowych niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania. Dostarcza dzieciom zabawy, a im większe jest zaangażowanie w nią dziecka tym przynosi ona większe rezultaty [9].

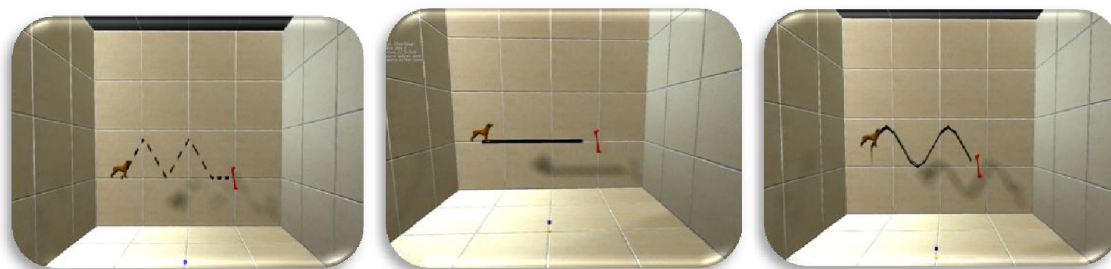
Celem terapii jest rozwój bardziej prawidłowych wzorców reakcji na specyficzne bodźce, poprawa umiejętności motorycznych, koordynacyjnych i sposobów sekwencjonowania dla osób, które słabo reagują na tradycyjne metody stosowane w sali lekcyjnej [2].

2. CEL BADAŃ

Celem badań jest określenie zdolności manipulacyjnych i koordynacji wzrokowo-przestrzennej dla dzieci z zaburzeniami neurologicznymi w systemie wykorzystującym Technologię Wirtualnej Rzeczywistości. Zakłada się przetestowanie trzech gier terapeutycznych prezentowanych dla dzieci w systemie Cave.

3. METODYKA BADAŃ

Przeprowadzono badania z wykorzystaniem systemu projekcji przestrzennej w formie wirtualnej Jaskini 3D (system Cave) z udziałem 6 niepełnosprawnych dzieci w wieku od 10 do 16 lat. Badania polegały na wprowadzeniu dzieci w środowisko aplikacji opracowanej w programie Quazar3D w systemie Wirtualnej Jaskini 3D. Po założeniu okularów z filtrem aktywnymi osoby mogły dostrzec wykreowane środowisko aplikacyjne jako pomieszczenie 3D do złudzenia przypominające rzeczywisty świat. Dzieci wzięły udział w zabawie polegającej na przesuwanie przedmiotu w przestrzeni 3D po zadanej linii oraz w określonej scenarii. Linie zmieniały się od ciągłej poprzez przerywaną a następnie kropkowaną. Kształt linii zmieniał się od linii prostej poprzez zygzakowaną i ostatecznie sinusoidalną (rysunek 1) tworząc funkcje 1-4 o rosnącym poziomie trudności.



Rys. 1. Przykładowe kształty trajektorii dla przesuwanego przedmiotu

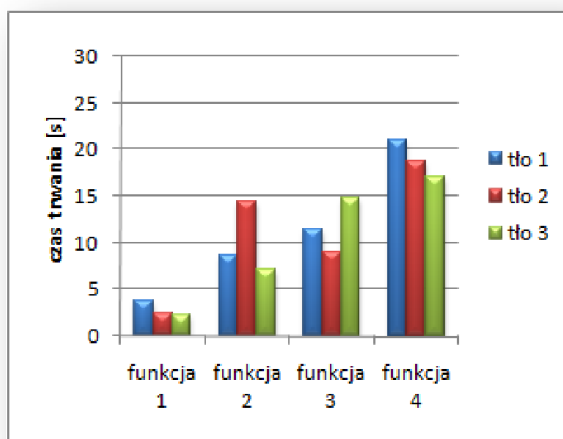
Amplitudy i długość ścieżek ustawiono proporcjonalnie do wysokości dzieci i na długość 3/4 szerokości pomieszczenia jaskini 3D. Tła aplikacji przyjmowały postać: jednorodną, z drobnymi szczegółami w tle oraz o dużej liczbie rozpraszających szczegółów. Podczas badań obserwowano zdolność koordynacji psycho-ruchowej dzieci oraz rejestrowano pozycje markerów znajdujących się w przestrzeni jaskini 3D z wykorzystaniem systemu optycznego śledzenia ruchu DTrack2. Markery zostały umieszczone na okularach oraz dłoniach badanych osób. Rejestrowano również informację o chwilach przesuwania przedmiotów oraz o stanie logicznym przycisków po wewnętrznej stronie dłoni. Przebieg badań ilustruje rysunek 2.



Rys. 3. Przebieg badań w systemie Cave

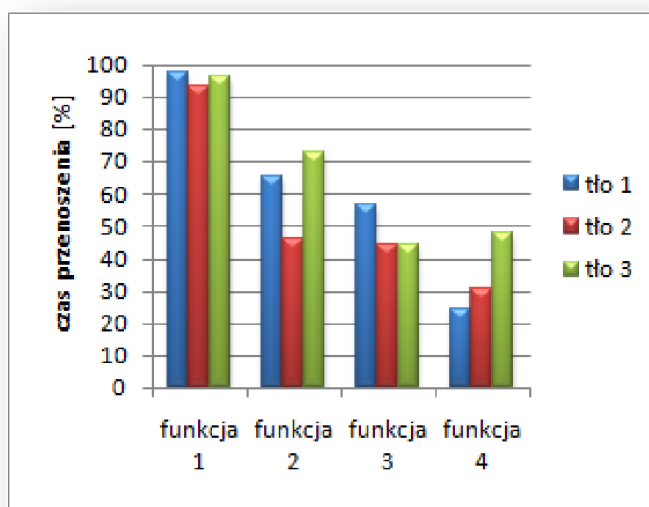
4. WYNIKI

Wynikiem przeprowadzonych badań są wielkości kinematyczne położenia dłoni i głowy zmierzone z wykorzystaniem systemu optycznego DTrack2 podczas wykonywania zadań dla każdej z osób. Z wykorzystaniem programu Matlab, dla każdej z osób, obliczono średnią odległość dłoni od prawidłowej wyrysowanej trajektorii ruchu, obliczono indywidualny czas wykonywania ćwiczeń oraz wykreślono trajektorię ruchu dłoni we wszystkich wariantach aplikacji, ze względu na duże zindywidualizowanie wyników przeprowadzono analizę jakościową. Rysunek 3 przedstawia wykres zależności czasu trwania ruchu od zastosowanej funkcji opisującej trajektorię przesuwanego przedmiotu dla wybranego pacjenta. Można zaobserwować, iż poziom trudności funkcji wpływa na zwiększenie czasu obliczeń, niezależnie od zastosowanego tła w aplikacji.



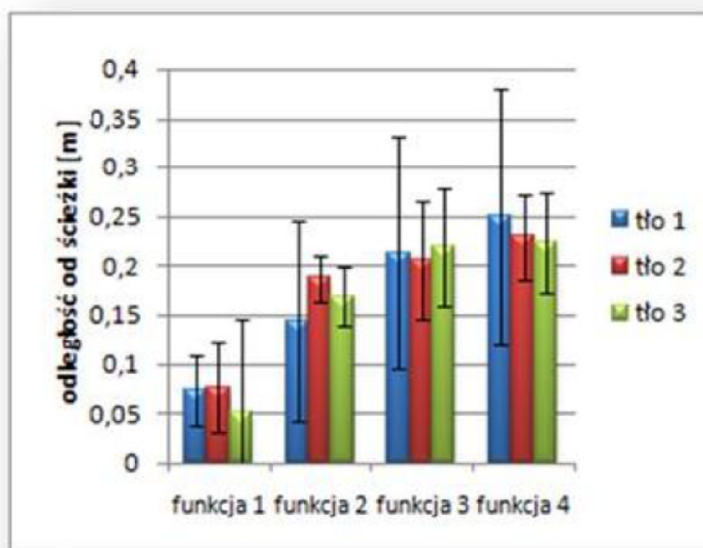
Rys. 3. Wykres zależności czasu trwania ruchu od zastosowanej funkcji opisującej trajektorię przesuwanego przedmiotu dla wybranego pacjenta

W celu określenia jak długo pacjent czynnie wykonywał ćwiczenie obliczono procentowy czas przenoszenia definiowany jako czas czynnego wykonywania ćwiczenia (przesuwania przedmiotu) w stosunku do czasu trwania całego ćwiczenia, w zależności od zastosowanej funkcji i tła aplikacji. Wykres obliczonych wartości dla wybranego pacjenta przedstawia rysunek 4.



Rys. 4. Wykres wartości procentowej czasu przenoszenia w zależności od zastosowanej funkcji i tła aplikacji.

Procentowy czas przenoszenia jest największy dla najprostszego kształtu funkcji natomiast, wzrost poziomu skomplikowania funkcji spowodował, iż przedmiot był dłużej poszukiwany w przestrzeni i częściej był gubiony. Dla wszystkich pacjentów wyznaczono średnia odległość dłoni od wzorcowej ścieżki ruchu, w zależności od zastosowanej funkcji i tła aplikacji. Wyniki przedstawia rysunek 5.



Rys. 5. Wykres uśrednionych wartości odległości dłoni od ścieżki ruchu dla badanych osób

Większy stopień skomplikowania funkcji określającej ścieżkę powodował większą trudność w utrzymaniu przedmiotu na ścieżce ruchu.

5. Dyskusja i wnioski

Prezentowane wyniki są mocno zindywidualizowane i zależą od predyspozycji ruchowych badanych osób oraz od ich parametrów antropometrycznych. Proponowane mierzone wielkości mogą służyć do diagnostyki funkcji motorycznych dzieci oraz do monitorowania procesu leczenia oraz mogą posłużyć do doboru stopnia skomplikowania ćwiczenia do stanu zdrowia danego pacjenta. Wykresy średniej odległości od trajektorii ruchu oraz wykresy czasu potrzebnego na wykonanie ćwiczenia zależą od jego poziomu trudności. Trajektorie ruchu dłoni podczas wykonywania zadań są zindywidualizowane i zależą od stopnia niepełnosprawności badanych osób. Przeprowadzone badania wykazały znaczny wpływ skomplikowania wykonywanego ćwiczenia na sprawność z jaką dzieci wykonywały ruch – czym zadany do wykonania ruch był bardziej skomplikowany tym dzieci miały większe problemy z wykonaniem ćwiczenia. Zaobserwowano również, iż terapia z wykorzystaniem wirtualnej rzeczywistości wzmacnia motywację do wykonywania żmudnych ćwiczeń poprawiających sprawność fizyczną i intelektualną.

LITERATURA

- [1] Cieszyńska J., Korendo M.: Wczesna interwencja terapeutyczna. Stymulacja rozwoju dziecka Od noworotka do 6. roku życia, ISBN 978-83-89434-19-7, Wydawnictwo Edukacyjne Kraków, 2012
- [2] Stock Kranowitz K.: Nie-zgrane dziecko. Zaburzenia przetwarzania sensorycznego - diagnoza i postępowanie, ISBN 978-83-7744-015-5, wydawnictwo Harmonia Universalis, Gdańsk, 2012
- [3] Franczyk A., Krajewska K.: Skarbiec nauczyciela-terapeuty. ISBN 83-7308-768-0, ISBN 978-83-7308-768-2, Wydawnictwo "Olimpus", Kraków, 2006

- [4] Kessler N., Malavasi Ganança M., Freitas Ganança C., Freitas Ganança F., Chiogna Lopes S., Paula Serra A., Helena Caovilla H.: Balance Rehabilitation Unit (BRUTM) posturography in relapsing-remitting multiple sclerosis, *Arq Neuropsiquiatr* 2011;69(3):485-490
- [5] Virtual and interactive environments for work of the future, John R. Wilson, Mirabelle D'Cruz, *Int. J. Human-Computer Studies* 64 (2006), 158–169
- [6] Cikajlo I., Matjačić Z., Advantages of virtual reality technology in rehabilitation of people with neuromuscular disorders, Institute for rehabilitation, Republic of Slovenia
- [7] Efficient comparison of platform alternatives in interactive virtual reality applications Pablo Figueroa, Walter F. Bischof, Pierre Boulanger, H. James Hoover, *Int. J. Human-Computer Studies* 62 (2005), 73–103
- [8] Virtual reality applications in manufacturing process simulation, T.S. Mujber*, T. Szecsi, M.S.J. Hashmi, *Journal of Materials Processing Technology* 155–156 (2004) 1834–1838
- [9] Przyrowski Z.: Integracja sensoryczna, wprowadzenie do teorii, diagnozy i terapii. ISBN 978-83-934784-0-8, EMPIS, Warszawa, 2013

DETERMINATION OF UPPER LIMB MANIPULATION FOR CHILDREN WITH THE USE OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY

Abstract: The using of modern technology and Virtual Reality systems turns out to be successful in selected therapeutic processes. The use of this type of system allows you to customize the diagnostic and therapeutic processes, creates a very versatile system. The main aim of this article as part of the study was to determine the ability of manipulation and coordination for children with neurological disorders in a system using Virtual Reality technology. The study showed a significant effect of complexity of exercises performed on the efficiency with which children perform movement. It was also observed that therapy using virtual reality reinforces the motivation to perform strenuous exercises and improvement of physical and intellectual skills.