

WIRTUALNA LASKA PRZEDŁUŻENIEM ŚWIADOMOŚCI RZECZYWISTOŚCI: WSTĘP DO FILOZOFICZNYCH IMPLIKACJI TECHNOLOGII WSPIERAJĄCYCH

Andrzej Szczepańczyk^{1*}, Joanna Nowak¹, Jakub Kopowski², Filip Stawski³, Mateusz Kawczyński³,
Kacper Prądyński³, Mateusz Skowron³

¹Faculty of Mechatronics, Kazimierz Wielki University, Bydgoszcz, Poland

²Faculty of Computer Sciences, Kazimierz Wielki University, Bydgoszcz, Poland

³Faculty of Philosophy, Kazimierz Wielki University, Bydgoszcz, Poland

e-mail: joanna_n@ukw.edu.pl

Abstract: Biała laska od dawna stanowi atrybut charakterystyczny dla osób niewidomych i niedowidzących, dla których w codziennym funkcjonowaniu staje się ona substytutem zmysłu wzroku. Wszechobecny postęp technologiczny i automatyzacja procesów, przyczyniły się do zaistnienia na rynku prototypów lasek dla osób niewidomych w wersji kompaktowej. Każdorazowo podczas projektowania i późniejszego konstruowania tego typu urządzeń należy pamiętać, że technologia powinna pełnić funkcję wspierającą. Obok aspektów technicznych, równie istotny jest komfort użytkowania, a więc każdy prototyp warto rozpatrywać szerzej, w kontekście współczesnej kognitywistyki. W niniejszym artykule zostały przedstawione wyniki z testów laboratoryjnych prototypu wirtualnej laski dla osób niewidomych i niedowidzących, których celem było sprawdzenie funkcjonalności samego urządzenia, jak również próba podjęcia wstępnej dyskusji na temat jego roli w procesie poznawczym użytkownika.

Keywords: Mechatronika, informatyka, technologie wspierające, deficyt wzroku.

THE VIRTUAL CANE AS AN EXTENSION OF REALITY AWARENESS: AN INTRODUCTION TO THE PHILOSOPHICAL IMPLICATIONS OF ASSISTIVE TECHNOLOGY

Streszczenie: The white cane has long been a hallmark of blind and visually impaired individuals, for whom it serves as a substitute for sight in daily life. Pervasive technological advances and process automation have contributed to the emergence of compact prototype canes for the blind. When designing and subsequently constructing such devices, it is important to remember that technology should play a supportive role. Alongside technical aspects, user comfort is equally important, so each prototype deserves a broader consideration in the context of contemporary cognitive science. This article presents the results of laboratory testing of a virtual cane prototype for blind and visually impaired individuals. The purpose of this testing was to verify the functionality of the device itself and to engage in a preliminary discussion of its role in the user's cognitive process.

Słowa kluczowe: Mechatronics, informatics, assistive technologies, visual deficit.

1. Introduction

W procesie projektowania urządzeń takich jak wirtualna biała laska dla osoby niewidomej, niezbędne wydaje się uwzględnienie perspektywy użytkownika w wymiarach poznawczym, fenomenologicznym (czyli subiektywnym

pierwszoosobowym doświadczeniu) oraz neurobiologicznym. W tym kontekście szczególnie przydatną kategorią jest schemat ciała, który wywodzi się m.in. z fenomenologii Merleau-Ponty'ego i służy wyjaśnianiu ludzkiej percepcji i poznania, podkreślając rolę ciała jako aktywnego podmiotu, a nie jedynie obiektu [1].

Schemat ciała pozwala jednostce wyczuwać położenie i ruch ciała w przestrzeni, umożliwiając spontaniczne angażowanie się w interakcje ze środowiskiem. Schemat ciała nie jest jedynie obrazem ciała, lecz świadomością jego możliwości, granic i relacji z otoczeniem. Współczesna kognitywistyka akceptuje kategorie schematu ciała i rozwija je w ramach koncepcji poznania ucieleśnionego. Schemat ciała rozumiany jest jako zestaw zdolności sensomotorycznych, działających niezależnie od świadomej kontroli percepcyjnej — umożliwiającą człowiekowi np. sięgnięcie do kieszeni bez patrzenia lub przewidzenie sposobu uchwycenia kubka. Mechanizmy schematu ciała mają kluczowe znaczenie dla kontroli motorycznej, obejmując zdolności sensomotoryczne, wzorce oraz prerefleksyjną, proprioceptywną świadomość działań ciała, wspomagając ruch i utrzymanie postawy [2]. Pojęcie to jest istotne dla zrozumienia, w jaki sposób rutynowe ruchy ciała wspierają wykonanie umiejętności i kształtują percepcję środowiska [3]. Merleau-Ponty sugeruje, że schemat ciała nie ogranicza się do fizycznego ciała, lecz może obejmować również obiekty zewnętrzne, stwierdzając: „Łaska niewidomego przestała być dla niego przedmiotem, nie jest już postrzegana sama w sobie, jej koniec przekształcił się w sferę zmysłową, powiększa zakres i promień aktywności dotykania – stała się odpowiednikiem spojrzenia” [1].

Z tej perspektywy biała łaska nie jest jedynie narzędziem, lecz staje się częścią procesu poznawczego, który może być rozszerzony przez fizyczną strukturę łaski. Tezę tę potwierdzają badania empiryczne prowadzone np. przez Atsushiego Irikiego. Ilustrują one jak mózg mapuje ciało i otoczenie, szczególnie w odniesieniu do używania narzędzi [4]. W eksperymencie z wyszkolonymi makakami, zwierzęta uczyły się używać patyka do sięgania po pokarm umieszczony poza zasięgiem rąk. Podczas wykonywania zadania obserwowano aktywność w obszarach mózgu odpowiedzialnych za integrację informacji sensomotorycznych, zwłaszcza w tylnej części kory ciemieniowej (PPC). Przed nauką użycia patyka niektóre obszary kory ciemieniowej i premotorycznej reagowały wyłącznie na bodźce dotykowe i wzrokowe w pobliżu ciała — zwłaszcza rąk. Obszar ten odpowiada tzw. przestrzeni peripersonalnej, czyli strefie wokół ciała, w której identyfikujemy obiekty jako „bliskie”. Po opanowaniu użycia patyka te same neurony zaczęły reagować na bodźce pojawiające się na jego końcu, nawet gdy znajdowały się poza fizycznym zasięgiem ręki. W efekcie patyk stał się częścią systemu percepcyjno-motorycznego mózgu, jakby makak „czuł” obszar na jego końcu. Przestrzeń

peripersonalna została w ten sposób powiększona o długość patyka [5,6].

W odniesieniu do i z uwzględnieniem przedstawionych wcześniej koncepcji współczesnej kognitywistyki, zostały podjęte działania, które zaowocowały zaprojektowaniem i skonstruowaniem kompaktowej alternatywy białej łaski dla osób niewidomych – niewielkiego gabarytowo urządzenia, które dzięki zamontowanym czujnikom dźwiękiem oraz wibracjami informuje o zbliżającej się lub oddalającej przeszkodzie.

2. Metodologia

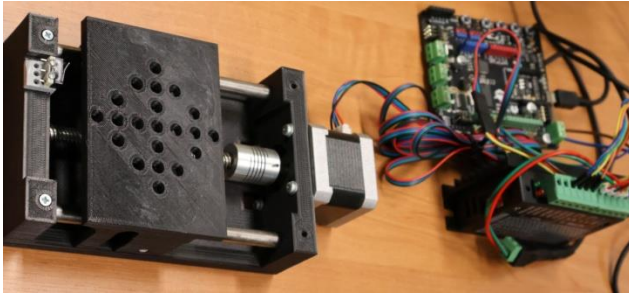
W ramach realizowanego projektu członkowie Studenckiego Koła Naukowego Komputerowego Wspomagania Projektowania zaprojektowali, a następnie skonstruowali funkcjonalny prototyp „wirtualnej łaski” dla osób niewidomych i niedowidzących [7]. Rysunek 1 przedstawia kompletny prototyp – całość elektroniki wraz z zasilaniem została zamontowana w obudowie o ergonomicznym kształcie, zapewniającym komfort użytkowania.



Rys. 1. Prototyp wirtualnej łaski

Całość gabarytowo jest mniejsza niż pilot od telewizora. Pierwotna koncepcja zakłada zasilanie bateryjne, z możliwością ładowania, co czyni urządzenie niezwykle ekonomicznym. Dodatkowo posiada ono wbudowany moduł Wi-Fi, aby umożliwić sterowanie przy pomocy aplikacji instalowanych w smartfonach lub innych urządzeniach z systemem android, IOS czy też Windows. Po zamknięciu obudowy urządzenie można dyskretnie schować do kieszeni. W wersji kieszonkowej czujniki wykrywają przeszkody i przekazują informację użytkownikowi w postaci sygnału dźwiękowego. Ponadto istnieje możliwość wysunięcia przedłużenia łaski, wykonanego z lekkiego włókna węglowego i użytkowanie wersji klasycznej.

Przed przekazaniem urządzenia do testów osobom niewidomym lub niedowidzącym, przeprowadzono testy funkcjonalności w warunkach laboratoryjnych. Rysunek 2 przedstawia zdjęcie kompletnego układu pomiarowego, który posłużył do zebrania danych z czujników odległości.

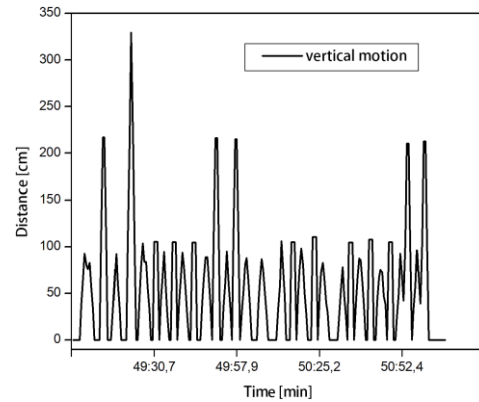


Rys. 2. Układ pomiarowy do zapisu danych z czujników odległości.

3. Wyniki badań

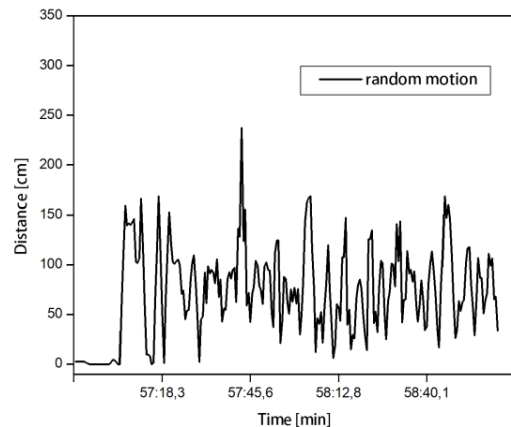
W ramach testów laboratoryjnych sprawdzono, czy zamontowane czujniki prawidłowo reagują oraz zapewniają pełen zakres ruchów. Na rysunkach 3-5 zostały przedstawione krzywe, ilustrujące zapis z czujnika w postaci pomiaru odległości od przeszkody – zbliżania lub oddalania (charakterystyczne piki na wykresach). Badania zostały przeprowadzone w zamkniętym pomieszczeniu o niewielkich wymiarach, stąd mimo relatywnie krótkich czasów pomiaru, możliwe było zarejestrowanie sporej liczby pików informujących o zlokalizowaniu potencjalnej przeszkody.

Rysunek 3 przedstawia krzywą zmian odległości od przeszkody podczas poruszania łaską w górę w dół, co stanowi odzwierciedlenie reakcji czujnika np. wtedy, gdy użytkownik łaski będzie wchodził lub schodził po schodach.



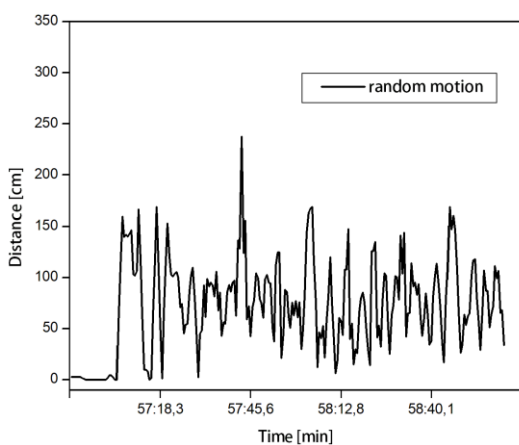
Rys. 3. Zapis sygnału z czujnika podczas poruszania łaską w górę lub w dół.

Na rysunku 4 została przedstawiona krzywa zmian odległości w poziomie, stanowiąca odzwierciedlenie reakcji czujnika podczas ruchu łaską w prawo lub w lewo.



Rys. 4. Zapis sygnału z czujnika podczas poruszania łaską w prawo lub w lewo.

Rysunek 5 jest podsumowaniem, przedstawia bowiem zapis kompilacji ruchów, podczas skanowania podłogi. Na wykresie zebrano dane z losowych, szybkich ruchów łaską: góra-dół lub prawo-lewo.



Rys. 5. Zapis sygnału z czujnika podczas przypadkowych ruchów laską.

4. Wnioski

W ramach przeprowadzonych wstępnych badań laboratoryjnych została potwierdzona pełna funkcjonalność laski wirtualnej w wersji kompaktowej. Czujniki zareagowały prawidłowo na oddalającą lub przybliżającą się przeszkodę, co zostało zilustrowane w postaci wykresów na rysunkach 3-5. Ponadto, przetestowano również ergonomię obudowy urządzenia. Na podstawie wstępnych ustaleń podjęto decyzję o nieznacznym przeprojektowaniu samej tylko obudowy, w celu zapewnienia bardziej precyzyjnego uchwytu, a tym samym większego komfortu dla użytkownika.

Oprócz aspektów stricte technicznych, równolegle przeprowadzono analizę połączoną z wnioskowaniem uwzględniającym aspekty kognitywistyki. Kluczowy wniosek stanowi, że czynnikiem przekształcającym urządzenie zewnętrzne w część schematu ciała jest poczucie sprawstwa, kształtowane przez aktywne manipulowanie zewnętrznym narzędziem, pozwalające na jednoczesne percepcyjne doświadczanie efektów tych manipulacji. Ukazuje ono, jak działania jednostki wpływają na bezpośrednie doświadczenia. Istotnym czynnikiem, który to zapewnia jest szybka informacja zwrotna, wraz z wiernym czasowo-przestrzennym mapowaniem rzeczywistości, co pozwala użytkownikowi poczuć głębokie poczucie sprawczości i „własności” zewnętrznego urządzenia już po krótkim okresie treningu. Narzędzia zewnętrzne, takie jak biała laska, mogą modyfikować schemat ciała, a skuteczna

integracja narzędzia z tym schematem jest niezbędna dla jego naturalnego i efektywnego użycia.

References

1. Merleau-Ponty, M. Fenomenologia percepcji. Warszawa: Aletheia 2001.
2. Gallagher S., Zahavi D. Fenomenologiczny umysł. Warszawa: PWN 2015.
3. Kosma M. Phenomenological body schema as motor habit in skill acquisition – Intentionality is in action. Athens Journal of Sports, 2023, 10, 1-12.
4. Maravita A., Iriki A. Tools for the body (schema). Trends in Cognitive Sciences 2004, 8(2), 79–85.
5. Iriki A., Tanaka M., Iwamura, Y. Coding of modified body schema during tool use by macaque postcentral neurones. Neuroreport 1996, 7(15-17), 2325-2330
6. Ishibashi H., Hihara S., Iriki A. Acquisition and development of monkey tool-use: behavioural and kinematic analyses. Canadian Journal of Physiology and Pharmacology, 2000, 78(1), 1-9.
7. Szczepańczyk, A. et al. „Koncepcja alternatywnej laski dla osób niedowidzących” 10th International Conference "X Ukrainian-Polish Scientific Dialogues", 11-15 June 2024: actual problems of modern science / ed. Serhi Matiukh, Janusz Musiał, Oleh Polishchuk, Marek Macko.