

Project title: Design and Evaluation of a Context-Aware Multimodal Intent Detection System for Lower-Limb Assistive Exoskeletons
Proposal ID: 646975

Egzoszkielety, czyli robotyczne urządzenia noszone na ciele, stają się coraz częściej wykorzystywaną technologią wspierającą człowieka w poruszaniu się, rehabilitacji oraz wykonywaniu zadań wymagających wysiłku fizycznego. Choć jeszcze niedawno egzoszkielety kojarzył się głównie z przemysłem wojskowym lub filmami science fiction, obecnie rozwija się bardzo dynamicznie w sektorze medycznym, opieki zdrowotnej, a także jako forma wspomagania mobilności w codziennym życiu. Niestety, większość dostępnych systemów egzoszkieletowych ma poważne ograniczenia w zakresie intuicyjności obsługi oraz możliwości personalizacji.

Typowe egzoszkielety sterowane są poprzez czujniki ruchu lub sygnały mięśniowe (EMG), które działają dobrze w warunkach laboratoryjnych, ale w rzeczywistości mogą być zawodne – szczególnie u osób o zmiennej kondycji fizycznej. Sterowanie takie wymaga precyzyjnego dopasowania, częstej kalibracji i zwykle nie uwzględnia różnic w sposobie poruszania się czy preferencjach użytkownika. Co więcej, użytkownicy często nie mają kontroli nad samym systemem – polegają na reakcji maszyny, bez możliwości świadomego „przekazania intencji”.

Celem niniejszego projektu jest opracowanie inteligentnego systemu wykrywania intencji, który integruje różne formy komunikacji z użytkownikiem (głos, gest, dotyk, ekran dotykowy) i zestawia je z informacją o aktualnym ruchu użytkownika (np. czy idzie, stoi, skręca). Kluczowym założeniem jest to, że taka multimodalna i kontekstowa integracja danych pozwoli stworzyć bardziej intuicyjne, elastyczne i bezpieczne sterowanie egzoszkieletem.

Badania w projekcie mają charakter eksperymentalny i będą realizowane z wykorzystaniem specjalnie zaprojektowanego prototypu egzoszkieletu laboratoryjnego. W odróżnieniu od komercyjnych systemów noszonych, ten prototyp umożliwi szybkie testowanie różnych konfiguracji interfejsów użytkownika oraz symulację sytuacji codziennych. Uczestnicy badań – zdrowi dorośli o różnych profilach zawodowych i poziomie zaawansowania technologicznego – będą proszeni o wykonywanie zadań przy użyciu zaproponowanych form komunikacji z systemem. Rejestrowane będą zarówno dane techniczne (np. dokładność rozpoznawania intencji, opóźnienia w reakcji), jak i dane subiektywne (zaufanie do systemu, komfort, poczucie kontroli).

Projekt opiera się na wcześniejszych badaniach prowadzonych przez kierownika projektu we współpracy z Politechniką Chalmers (Szwecja) oraz Khalifa University (ZEA). Dotychczas opracowano cztery alternatywne interfejsy sterowania egzoszkieletem: sterowanie gestami, komendy głosowe, panel dotykowy oraz panel z fizycznymi przyciskami. Opracowano również zestaw danych z systemu przechwytywania ruchu. Nowy projekt rozszerza te osiągnięcia o komponent sztucznej inteligencji oraz badania nad zaufaniem użytkownika i przejrzystością działania systemu.

Projekt będzie realizowany w czterech etapach: (1) przegląd literatury i analiza istniejących zbiorów danych; (2) porównanie dostępnych danych zebranych wcześniej i publicznych, wraz z ich uzupełnieniem o sytuacje graniczne; (3) opracowanie systemu wykrywania intencji i jego implementacja w testowym egzoszkielecie; (4) przeprowadzenie badań z użytkownikami oraz analiza wyników. Projekt wykorzystuje zarówno metody ilościowe (analiza skuteczności klasyfikatorów, pomiary opóźnień, ankiety standaryzowane), jak i jakościowe (wywiady, analiza zachowania, mapowanie uwagi wzrokowej).

Efektem końcowym będzie nie tylko działający system sterowania, ale również zestaw zaleceń projektowych oraz publikacje naukowe. Projekt przyczyni się do lepszego zrozumienia interakcji człowiek–maszyna w kontekście technologii wspomagających. Może mieć zastosowanie nie tylko w egzoszkielecie, ale także w innych technologiach noszonych – np. protezach, ortezach, systemach wspierających seniorów lub osoby pracujące fizycznie. Kluczową wartością projektu jest połączenie zaawansowanej technologii z realnymi potrzebami użytkowników oraz dążenie do stworzenia systemów bardziej dostępnych, przejrzystych i zaufanych.