



Brain-computer interfaces for real-life applications

ARNAU DILLEN

OPENBARE DOCTORAATSVERDEDIGING VOOR HET BEHALEN VAN DE GRAAD VAN

Doctor in Interdisciplinaire Studies: Computerwetenschappen en Bewegings- en Sport Wetenschappen (VUB) & Doctor in Computerwetenschappen (CY Cergy Paris University)

MAANDAG, 14 OKTOBER 2024 OM 18:00
PROMOTIEZAAL D2.01, CAMPUS ETTERBEEK

PROMOTORS

Prof. Dr. Kevin De Pauw (VUB)
Prof. Dr. Fakhreddine Ghaffari (CY Paris)
Prof. Dr. Olivier Romain (CY Paris)
Prof. Dr. Ann Nowé (VUB)
Prof. Dr. Bart Roelands (VUB)

EXAMENCOMMISSIE

Prof. dr. Nele Adriaensens (VUB) – voorzitter
Prof. Dr. Ir. Greet Van de Perre (VUB)
Prof. Dr. Thanos Manos (CY Cergy Paris Université)
Prof. Dr. Simona Crea (SSSA; examiner and reviewer)
Prof. Dr. Marco Congedo (CNRS Grenoble; examiner and reviewer)



Gelieve uw aanwezigheid [hier](#) te bevestigen voor 11/10.
U kan [via deze link](#) online deelnemen.



LICHAMELJIJKE OPVOEDING &
KINESIOTHERAPIE



CERGY PARIS
UNIVERSITÉ

BESCHRIJVING VAN HET ONDERZOEK

Brain-computer interfaces (BCI's) stellen gebruikers in staat om toestellen te besturen via hun gedachten, wat vooral nuttig is in situaties waarin mensen niet in staat zijn om te bewegen of te spreken, hetzij door omgevingsfactoren, zoals werken met hun handen in een lawaaierige omgeving, of door fysieke handicaps. Een toepassing van deze technologie is het besturen van een fysiek ondersteunende robotarm die personen met een verlamming helpt bij hun dagelijkse activiteiten en zo hun autonomie vergroot. Motor imagery (MI), de hersenactiviteit die optreedt wanneer men zich een beweging inbeeldt, kan worden gebruikt door een specifieke ingebeeelde beweging te koppelen aan een actie van het apparaat, die kan worden gedecodeerd uit hersensignalen zoals het elektro-encefalogram (EEG).

Ondanks de belofte staan BCI-toepassingen voor aanzienlijke uitdagingen voordat ze klaar zijn voor gebruik in de echte wereld, waaronder de moeilijkheid om EEG-signalen nauwkeurig in realtime te decoderen en het ontbreken van gestandaardiseerde evaluatieprotocollen voor BCI-prototypes. In dit doctoraatsonderzoek werden mogelijke oplossingen voor deze problemen onderzocht, waarbij de nadruk lag op de ontwikkeling van een proof-of-concept BCI-systeem om een fysiek ondersteunende robotarm aan te sturen. De belangrijkste onderzoeksvraag was hoe je een BCI-besturingssysteem kunt ontwerpen waarmee gebruikers de arm kunnen bedienen zonder hun ledematen te bewegen of te spreken.

Eerst onderzochten we de meest effectieve methoden voor MI-decodering en onderzochten we de mogelijkheid om het aantal sensoren te verminderen dat gebruikt wordt om MI te decoderen uit EEG-gegevens. Vervolgens hebben we innovatieve technologieën zoals augmented reality en eyetracking gebruikt om een BCI-prototype te maken. Dit systeem combineert MI met een gedeelde robotbesturingsstrategie om de bruikbaarheid van het besturingssysteem te optimaliseren. Om te evalueren of ons systeem klaar is voor toepassing in de echte wereld, hebben we ook een gebruikersevaluatieprotocol voor BCI-prototypes gemaakt, dat we hebben gebruikt om de praktische bruikbaarheid van ons systeem te beoordelen.

Onze bevindingen suggereren dat de huidige EEG-technologie voldoende geavanceerd is voor praktische BCI-toepassingen en dat onze controle-aanpak geschikt is voor het bedienen van een robotarm met behulp van MI. Hoewel eye tracking praktischer bleek voor het besturen van de robotarm, biedt BCI-technologie al oplossingen voor nichegevallen waarin gebruikers hun ogen niet kunnen afwenden. Hoewel BCI's nog niet klaar zijn om de standaard interactiemethode te worden voor alledaagse apparaten, biedt de ontwikkeling van gerichte toepassingen een groot potentieel. Deze bijdragen betekenen een belangrijke stap in de richting van de praktische toepassing van BCI-systemen in echte mens-robot samenwerkingsscenario's.

CURRICULUM VITAE

Met een passie voor automatisering en computerwetenschappen begon ik mijn studies aan de Vrije Universiteit Brussel in 2013. Gefascineerd door artificiële intelligentie en sciencefiction volgde ik een masterspecialisatie in AI, waarbij ik tijdens mijn thesisonderzoek brein-computer interfaces ontdekte. Na het behalen van mijn masterdiploma in 2018 werkte ik bij het interuniversitair instituut voor bio-informatica (IB2) als software-ingenieur, waar ik een platform ontwikkelde voor het delen van gegevens over oligogene ziekten. In 2020 begon ik aan mijn PhD over "Brain-computer interfaces for real-life applications", dat ik in 2024 afrondde. Voor dit doctoraat ontwikkelden we een proof-of-concept toepassing waarbij gebruikers een robotarm kunnen bedienen met hun gedachten.

