



**Silesian
University
of Technology**

SILESIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF AUTOMATIC CONTROL, ELECTRONICS AND
COMPUTER SCIENCE
PHD IN APPLIED INTEGRATIVE DATA ANALYSIS

Doctoral thesis

**Research and development of a new touch-screen based
inceptors design for an aircraft control**

Author: Wojciech Tomasz Korek

Supervisors: Prof. Joanna Polańska, Dr Wen-Chin Li

Consultants: Dr Linghai Lu, Dr Mudassir Lone

February 2023
Gliwice, Poland

“Research and development of a new touch-screen based inceptors design for an aircraft control”

Wojciech Tomasz Korek

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Branża lotnicza ulegała wielu zmianom dzięki postępom technologicznym przez lata. Jednak projektowanie fizycznych kontrolerów (*inceptors*) było często pomijane przez badaczy, pomimo potencjalnych korzyści. Wraz z pojawieniem się technologii dotykowej w kokpitach samolotów i rosnącym zainteresowaniem mobilnością powietrzną w miastach (*urban air mobility*), autor zauważył możliwość zbadania nowych sposobów sterowania. Symulacja lotów nastawiona na badania (*engineering flight simulation*) stanowiłaby w tym celu idealne środowisko. Dlatego też konieczne było znalezienie “elastycznego”, konfigurowalnego symulatora lotów, który pozwoliłby na przeprowadzenie takich badań bez fizycznych ograniczeń, narzucanych przez już istniejące kokpity. Ponadto, istotne było uwzględnienie wpływu czynników ludzkich (*human factors*) na badania i rozwój nowych technologii w lotnictwie. Na podstawie przeglądu literatury sformułowano następujące hipotezy: (H₁): *Wprowadzenie alternatywnych kontrolerów lotu, w tym dotykowego, może potencjalnie poprawić wydajność pilota*; (H₂): *Nowoczesny badawczy symulator lotów (engineering flight simulator) pomoże w usprawnieniu badań i potwierdzeniu wydajności radykalnie odmiennych metod kontroli samolotu*; (H₃): *Demograficzne, zawodowe i osobiste cechy mają znaczący wpływ na subiektywne doświadczenie i obiektywną wydajność w symulatorze lotów*.

W tej pracy zaproponowano dwa alternatywne kontrolery: gamepad, zwykle używany jako kontroler w konsolowych grach wideo, oraz ekran dotykowy, będący specjalnie przerobionym „thumbstickiem”, wykorzystywanym w grach mobilnych. Oba kontrolery porównano z konwencjonalnym drążkiem lotniczym (*sidestick*). W celu przetestowania proponowanych projektów kontrolerów, zaprojektowano i zbudowano zaawansowany badawczy symulator lotu, „Future Systems Simulator”. Podczas eksperymentów sprawdzono wydajność trzech kontrolerów w zadaniach polegających na kontrowaniu turbulencji (*disturbance rejection*) i lądowaniu. Uczestnikami byli zarówno piloci, jak i osoby bez doświadczenia w pilotażu. Zebrane dane zawierały zarówno obiektywne miary (ocenione za pomocą specjalnie opracowanego równania, które brało pod uwagę aspekty przestrzenne i czasowe z danych zarejestrowanych w symulatorze), jak i subiektywne doświadczenia (obciążenie, świadomość sytuacyjna i użyteczność kontrolera)."

Wyniki przeanalizowano metodami statystycznymi i wykazano, że gamepad, pomimo najlepszych wyników pod względem wydajności, był oceniany jako mniej użyteczny niż sidestick, zwłaszcza w grupie profesjonalnych pilotów. Natomiast kontroler dotykowy, pomimo dobrych charakterystyk „szybkości uczenia się” (*learnability*) i „rozumienia” (*understanding*), został uznany za jeszcze nie gotowy jako realny alternatywny kontroler do samolotów. Z drugiej strony, możliwe jest zastosowanie go w innych obszarach, takich jak kontrola naziemna. Wnioski te potwierdzają hipotezę (H₁). Korzystając z najnowocześniejszego symulatora lotu opracowanego w trakcie pracy doktorskiej, udało się uzyskać wiarygodne i zadowalające wyniki, potwierdzając tym samym hipotezę (H₂).

Ponadto zauważono, że doświadczenie zawodowe istotnie wpływa na zachowanie w symulatorze lotu. Wyniki tych badań przyczyniają się do zrozumienia potencjalnych korzyści i wyzwań związanych z wprowadzeniem alternatywnych kontrolerów w kokpitach samolotów oraz podkreślają znaczenie uwzględnienia czynników ludzkich w projektowaniu i wdrażaniu takich technologii, co potwierdza hipotezę (H₃).

Podsumowując, w rozprawie doktorskiej autor dostarczył cennych informacji na temat projektowania badawczych symulatorów lotu, a także zaproponował i ocenił alternatywne kontrolery do sterowania samolotem, jak również i metody interakcji człowiek-komputer (*human-computer interaction*). Wyniki stanowią podstawę do dalszych badań w tych obszarach.