

WingSim

Wingsim: Entwicklung einer „Human Centered Technology Plattform“ für multisensorische VR-Simulationen

Programm / Ausschreibung	IWI 24/26, IWI 24/26, Basisprogramm Ausschreibung 2024	Status	laufend
Projektstart	16.05.2024	Projektende	31.10.2025
Zeitraum	2024 - 2025	Projektlaufzeit	18 Monate
Keywords			

Projektbeschreibung

Im Projekt wird erstmals eine „Human Centered Technology Platform“ für hyperrealistische, multisensorische VR-Simulationen entwickelt. Das Ergebnis, ein Wingsuit-Simulator, dient als Proof of Concept und Umsetzung eines ersten Use Case der Technologie. Er besteht aus einem modularen Software-Framework und einer Motion Base als Hardware und wird mensch-zentrierte VR-Simulationen auf einem technisch bislang unerreichten Niveau ermöglichen. Alleinstellungsmerkmal des Systems ist die bislang einmalige volle Integration des menschlichen Körpers in die Simulatorkinematik. Der „Pilot“ steckt dabei in einem Wingsuit-ähnlichen Simulatoranzug, die Steuerung erfolgt über Körperbewegungen, Kräfte aus Flugmanövern fühlt er als motorisches Feedback. Das Software-Framework ist das „Gehirn“ des Simulators und besteht aus an ein BUS-System gekoppelten Modulen: unter anderem ein biomechanisches Körpermodell, das Bewegungen des Körpers quantifiziert, ein Flugmodell (Bewegungsmodell), das aus Bewegungen resultierende aerodynamische Kräfte berechnet, und ein Wahrnehmungsmodell, das das motorische Feedback und die visuelle Darstellung der Bewegungen aufeinander abstimmt, sodass sie als realistisch wahrgenommen werden.

Die Entwicklung erfolgt aus der Motivation heraus, eine Technologie zu schaffen, die Simulationserlebnisse generell und als ersten Use Case die Simulation eines Wingsuit-Flugs in einer bislang unerreichten Dimension an Realismus ermöglicht. Um Benutzern hyperrealistische, immersive VR-Erfahrungen zu ermöglichen, muss das System den Ansprüchen professioneller Wingsuit-Piloten gerecht werden. Hierfür wird aus innovativen technologischen Konzepten wie Human Models (Wahrnehmungsmodell, biomechanisches Körpermodell) sowie neuen Lösungswegen (Architektur des SW-Frameworks, KI-basierte Solver für nichtlineare Modelle) eine neue Generation von Echtzeit-Simulationstechnologie geschaffen.

Endberichtkurzfassung

Die im Projekt „WingSim“ definierten Projektziele wurden weitestgehend erreicht, das Projekt wurde mit Ende des 2. Forschungsjahres erfolgreich abgeschlossen. Simulator-Hardware, Anzug-Entwicklung, Software-Framework wurden ausführlich getestet und übertreffen die Erwartungen. Vor allem die mit >2% sehr niedrige „Motion Sickness“-Rate verbuchen wir als vollen Erfolg. Unseren neuartigen Ansatz, dieses Phänomen durch die Integration von Körper- und Wahrnehmungsmodell in die Architektur zu vermeiden, verstehen wir als technisch-wissenschaftlichen Durchbruch, der den Stand der Technik im Bereich Virtual Reality auf ein neues Niveau hebt.

Die modulare Bauweise der Simulator-Hardware, die gesteigerte Leistungsfähigkeit der Software und die nachweisliche Reduktion von Motion-Sickness bilden ein starkes Fundament für die Vermarktung des Systems und zudem einen vielversprechenden Ansatzpunkt für weitere F&E-Aktivitäten.

Einige kleinere, noch offene Punkte betreffen die Serienfertigung einzelner mechanischer Komponenten, die Material-Optimierung des Anzugs und die Finalisierung eines neuen, komplementären Subjektivierungsmodells zur Abbildung individueller Wahrnehmung.

Simulator-Hardware

Der Laufkatzen-Antrieb wurde komplett überarbeitet und ist nun funktional fertiggestellt; die eigentliche Fertigung der neuen Bauteile steht jedoch noch aus. Durch die modulare Architektur lässt sich das System flexibel sowohl mit als auch ohne Laufkatze einsetzen, ohne größere Umbauten vorzunehmen, und die Bauraumausnutzung wurde deutlich verbessert. Gleichzeitig wurde ein neuer Seilantrieb entwickelt, der mit weniger Einzelteilen auskommt und dank einer optimierten Düse eine sichere, übersprungfreie Aufwicklung gewährleistet. Ergänzend wurden die mechanischen, elektrischen und softwareseitigen Module für die Simulation von Wind- und Wolkeneffekten erfolgreich implementiert.

Anzug

Im Berichtszeitraum konnten wesentliche Verbesserungen beim Fluganzug erzielt werden: das Anziehen ist einfacher, der Tragekomfort höher und die Flugfähigkeit gesteigert. Besonders bemerkenswert ist der Durchbruch bei den Seil-Verbindern, deren neue Ausführung sich derzeit in der Testphase befindet. Ein noch zu lösendes Problem ist die Langlebigkeit der eingesetzten Materialien, die bislang nicht die geforderten Lebensdauer-Standards erreichen.

Software-Framework und Echtzeit-Modelle

Der Wechsel zur Programmiersprache Rust und die grundsätzliche Neuausrichtung der Systemarchitektur haben die Performance und Stabilität des Gesamtsystems deutlich erhöht. Physikalische Modelle und Regelkreise laufen nun mit 500 Berechnungen pro Sekunde, was eine präzise Echtzeit-Steuerung ermöglicht. Zur Erweiterung der Datenbasis wird Computer-Vision eingesetzt: KI-Algorithmen erzeugen ein Skelettmodell des Piloten, das die Bewegungsdynamik realistisch abbildet. Parallel dazu wird ein Subjektivierungs-Modell entwickelt, das individuelle Wahrnehmungen der Piloten berücksichtigen soll.

Testing und Validierung

In umfangreichen Testreihen mit professionellen Wingsuit-Piloten wurden die Steuerung und das Flugverhalten möglichst realitätsnah getuned. Simulatorflüge erfahrener Piloten dienten der Validierung kritischer Parameter, in externen Kampagnen mit über zweihundert Sprüngen wurden Datenerfasst, die in die laufende Entwicklung einflossen. Die Motion-Sickness-Rate konnte dabei auf unter zwei Prozent gesenkt werden. Zusätzlich wurden Instruktionsvideos erstellt, um die Einarbeitung neuer Piloten zu erleichtern und das Training zu standardisieren.

Projektpartner

- SimVenture GmbH