

Teil I: Kurzbericht zum Vorhaben "interaktionsKRAFT"

1. Aufgabenstellung

Ziel des Teilvorhabens war die Konzeption und Umsetzung einer immersiven, interaktiven VR-Anwendung zur Unterstützung von Bewegungslernen. LAVA Labs übernahm die Verantwortung für die gestalterische und technologische Entwicklung der grafischen MR-Inhalte, insbesondere für:

- die Erstellung einer interaktiven VR-Trainingsumgebung,
- die Entwicklung von Feedback-Avataren,
- die technische Integration von Motion-Capture-Daten und EMS,
- sowie für Dissemination und UX-orientierte Begleitforschung.

2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Das Projekt wurde unter anspruchsvollen Bedingungen durchgeführt: Verzögerungen in der Hardware-Bereitstellung (u. a. EMS-Systeme), pandemiebedingte Einschränkungen sowie technische Hürden bei der Integration externer Systeme (Captury, EMS) erforderten flexible Planung, kurzfristige Iterationen und intensive Partnerabstimmungen.

3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Frühe Phase (AP1)

LAVA Labs beteiligte sich an der Analyse bestehender Technologien zur Reizübertragung in MR-Systemen. Es wurden systematische Technologievergleiche, Nutzungsszenarien und Anforderungen für das spätere Design erarbeitet. Diese Erkenntnisse bildeten die Grundlage für die gestalterische Umsetzung.

Systementwicklung (AP4)

- Gestaltung eines vollständig begehbaren VR-Reha-Raums basierend auf den Erfahrungen des Projektpartners MedAix.
- Entwicklung von zwei Avataren:
 - o Ghostavatar (richtige Bewegungsvorlage)
 - o Spiegelavatar mit Farbcodierung (rot–orange–grün) zur Bewegungskontrolle
- Integration eines Tutorials zur Orientierung der Nutzenden
- Implementierung einer Schmerzempfindlichkeitsregelung zur Steuerung der EMS-Intensität (abgestimmt mit MedAix)

Systemvalidierung & Tests (AP5–6)

- Entwicklung einer Trigger-Logik, die EMS-Stimulation nur beim Aufrichten aus der Kniebeuge aktiviert
- Technische Verbindung von Captury (Motion Capture) und EMS mittels C++-Schnittstelle
- Behebung von Performanceproblemen (Framedrops) durch Debugging und Software-Optimierungen
- Zwei Testtage mit realen Probanden:
 - o Tag 1 musste vorzeitig abgebrochen werden
 - o Tag 2 verlief erfolgreich mit Erhebung von Bewegungsdaten und Nutzerfeedback

Dissemination & ELSI (AP7)

- Präsentation des Projekts auf der XR Expo 2024 in Stuttgart
- Erstellung eines Videodemos für das Living Lab und Online-Verwertung
- Anwendung des AMICAI-Modells zur ethischen Gestaltung: insbesondere zur individuellen Kontrolle über die Reizintensität und zur transparenten Interaktionsgestaltung

4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

LAVAlabs knüpfte an bestehende XR-Systeme an, erweiterte diese jedoch um eine Echtzeitverbindung zwischen Körperbewegung und Reizrückmeldung – eine bislang selten genutzte Kombination von Motion Capture und Interozeption (Körperinnensignale). Die konzeptionelle Rahmung durch Interaktionsstrategien und gestalterische Narrative ergänzte die rein technische Perspektive.

5. Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des Vorhabens benutzt wurden

- LiDAR-Scan & Foto-Scanning
- Unreal Engine für VR-Umsetzung
- Captury-System für Motion Capture
- Trigger-Logik in C++ zur EMS-Anbindung
- Keine Schutzrechte seitens LAVAlabs angemeldet

6. Angabe der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste

- Web of Science / Forschungsliteratur zu EMS & VR / Google Scholar
- Fachartikel zu VR-Training, EMS, Motion Capture, UX-Design
- Design Thinking, Persona-Methodik, Interaktionsdesign
- Workshops und Praxisinput durch Projektpartner (Aixtra, MedAix)

7. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die Zusammenarbeit mit den Projektpartnern gestaltete sich durchweg konstruktiv, lösungsorientiert und vertrauensvoll.

- RWTH Aachen (IAW): Enge Abstimmung bei der Entwicklung der Stimulationslogik, Unterstützung bei der Evaluation des Systems sowie aktive Mitwirkung an der Berücksichtigung ethischer, rechtlicher und sozialer Implikationen (ELSI).

- VELAMED Professionelle und reibungslose Kooperation bei der technischen Integration, gemeinsame Fehleranalyse und technische Optimierungen sowie Koordination und Durchführung der Testläufe.
- MedAix: Wertvoller medizinischer Input zur funktionalen Gestaltung der Übungen, intensive Unterstützung bei der Anpassung der Schmerz- und Reizparameter an unterschiedliche Nutzerbedürfnisse.
- Aixtra: Praktische Unterstützung beim Testaufbau, bei der Probandenbetreuung und bei der Erfassung von Nutzerfeedback.

Alle Partner brachten ihre jeweiligen Fachkompetenzen gezielt ein, sodass sich ein synergetisches Zusammenspiel entwickelte, das maßgeblich zum erfolgreichen Abschluss des Teilvorhabens beitrug.