

# MILKI-PSY Kurzbericht

In diesem Dokument wird zunächst die Aufgabenstellung des Projektes beschrieben (Abschnitt 1.1). Anschließend wird der Ablauf des Vorhabens (Abschnitt 1.2) behandelt. Es folgen Ergebnisse und Zusammenarbeit mit anderen Stellen (Abschnitt 1.3).

## 1 Aufgabenstellung

Das Ziel war, KI-gestützte, datenintensive, multimodale, immersive Lernumgebungen für das selbständige Erlernen psychomotorischer Fähigkeiten zu schaffen. Dabei entstand ein domänenübergreifender Ansatz, der es ermöglicht, die Tätigkeiten von Experten multimodal aufzuzeichnen und diese Aufzeichnungen als Blaupausen für Lernende zu verwenden. Mit Hilfe KI-gestützter Analysen wurde dabei der Lernfortschritt durch automatisierte Fehlererkennung und generiertes, individuelles Feedback unterstützt. So entstanden ganzheitliche, innovative Lernumgebungen für das Erlernen psychomotorischer Fähigkeiten, in denen personalisierte, KI-gestützte Lernunterstützung individuelle Lernprozesse auf Basis komplexer Datenanalysen ermöglicht.

Das systematische Entwickeln psychomotorischer Fähigkeiten ist Gegenstand langjähriger und vielfältiger Forschungsbemühungen, die zu Klassifizierungen psychomotorischer Tätigkeiten (Simpson, 1966), Lernstrategien für psychomotorische Fähigkeiten (Singer & Cauraugh, 1985), Frameworks für das Erlernen komplexer Fähigkeiten (Van Merriënboer et al., 2002) geführt haben. Ein Problem ist allen Lernansätzen in diesem Bereich gemein: die Lernprozesse sind aufwändig und erfordern einen hohen personellen Betreuungsaufwand für Instruktion, Beobachtung und Feedback. Die Bedeutung der psychomotorischen Fähigkeiten liegt in der Beeinflussung des Erlernens und der Verbesserung von motorischen Handlungen (Adam et al., 2019). Insbesondere im Sport spielt die Aneignung und Optimierung von einzelnen Bewegungstechniken und -abläufen eine wichtige Rolle, um langfristig die sportliche Leistungsfähigkeit zu steigern (Hirtz & Hummel, 2003).

Neue Technologien wie Sensor-Infrastrukturen, Augmented und Virtual Reality, innovative, immersive und spielerische Lernumgebungen sowie vor allem jüngste Erfolge in der künstlichen Intelligenz und im maschinellen Lernen lassen hoffen, dass das Lernen psychomotorischer Fähigkeiten in hohem Maße profitieren kann (Limbu et al., 2018; Schneider et al., 2015).

In Studien wurden solche Technologien in verschiedenen Kontexten untersucht (z.B. Präsentationstraining, Wartungstraining, medizinische Ausbildung und Kalligraphietraining). Aus diesen Voruntersuchungen entstanden auch konzeptionelle und theoretische Modelle für das Erlernen psychomotorischer Fähigkeiten (Klemke et al., 2014; Schneider et al., 2015; Guest et al., 2017; Emmerich et al., 2017; Wild et al., 2017; Di Mitri et al., 2018; Limbu et al., 2019; Romano et al., 2019). Weitere Arbeiten fokussieren auf die Erkennung von Ablenkung, Müdigkeit oder emotionalen Zuständen der Lernenden (Bahreini et al., 2017; Bahreini et al., 2016), oder auf automatische, individuelle Feedback-Generierung. Eine Übertragung in die Hochschulbildung fand bisher kaum statt.

## 2 Ablauf des Vorhabens

Das DFKI hat die erforderlichen Maßnahmen und Aktivitäten im Arbeitspaket 4 (Maschinelles Lernen für Performance-Analyse und Fehlerklassifikation) betreffend koordiniert. Unser Fokus lag auf den folgenden Aufgaben, die für den Lernprozess wichtig sind: Modellierung von Vorlagen und Bewegungsmustern zur Anleitung der Lernenden, Erkennung von Fehlern in der Bewegungsausführung der Lernenden und Generierung von hilfreichen Feedback für die Lernenden. In den anderen Arbeitspaketen hat das DFKI mitgewirkt und an Maßnahmen des Verbundprojektes (monatliche Treffen, Projektmeetings, Workshops) teilgenommen.

Da die COVID-19 Pandemie einen Teil des Projektes betraf, muss an dieser Stelle angemerkt werden, dass sie sich negativ auf die Intensität und Art der Zusammenarbeit auswirkte. Dennoch hat das Konsortium die Projektzeit genutzt, um die Projektergebnisse zu erarbeiten und fertig zu stellen. Während der Projektlaufzeit kam es zu personellen Veränderungen im DFKI, wobei ein zentraler Projektmitarbeiter das Team verließ und ersetzt werden musste. Dies führte zu Verzögerungen aufgrund von Einarbeitungszeiten für die neuen Mitarbeiter. Aus diesen Gründen wurde eine kostenneutrale Verlängerung beantragt.

## 3 Ergebnisse und Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Zunächst haben wir Methoden zur effizienten Darstellung und Vorhersage menschlicher Bewegungen untersucht. Außerdem haben wir Methoden zur automatischen Erkennung von Schülerübungen mit nur einer korrekten Lehrerdemonstration vorgeschlagen. Später entwickelten wir ein System zur Echtzeit-Haltungskorrektur bei Fitnessübungen. Schließlich evaluierten wir unser System Fitsight zur Überwachung der Übungsausführung und zur sofortigen Rückmeldung der Körperhaltung während des Trainings. Dabei haben wir auch zur Entwicklung einer kompletten Front-End und Back-End Architektur für Pose Tracking und Feedback beigetragen.

Im Rahmen des Projektes fanden neben der Zusammenarbeit im Gesamtprojekt auch separate Kooperationen zwischen dem DFKI und den einzelnen Projektpartnern statt. So wurden mit der DSHS alle Details zu den jeweiligen Datenauswertungen ausgetauscht und Methoden festgelegt. Gemeinsam mit den DSHS-Partnern wurde ein Verfahren zur Bestimmung der globalen Geometrie von Leichtathletik-Stadionbildern anhand von Bahnbegrenzungen vorgeschlagen. Für den Anwendungsfall Golf haben wir mit unseren Partnern DSHS und CGL zusammengearbeitet. Unsere Aufgabe war es, taktiles Feedback auf der Arduino Plattform zu implementieren und mit der Unity Engine und der Hololens Mixed Reality Technologie zu verbinden. Ein wichtiger Teil unserer Arbeit war die Integration mit der MILKI-PSY-Infrastruktur und der IMPECT-Plattform zur Erzeugung von Feedback. Mit der RWTH wurde ein Kubernetes Knoten an die MILKI-PSY Cloud Infrastruktur angebunden und eine Webapplikation zur Generierung von Regeln für psychomotorisches Feedback entwickelt. Die Zusammenarbeit mit dem CGL umfasste auch das Training eines YOLOv7-Modells zur Klassifikation von Tanzbewegungen und die Integration der IMPECT-Plattform in unser FitSight-System.