

Kopplung von Virtuellem und Realem Roboterarm

Robert Roth

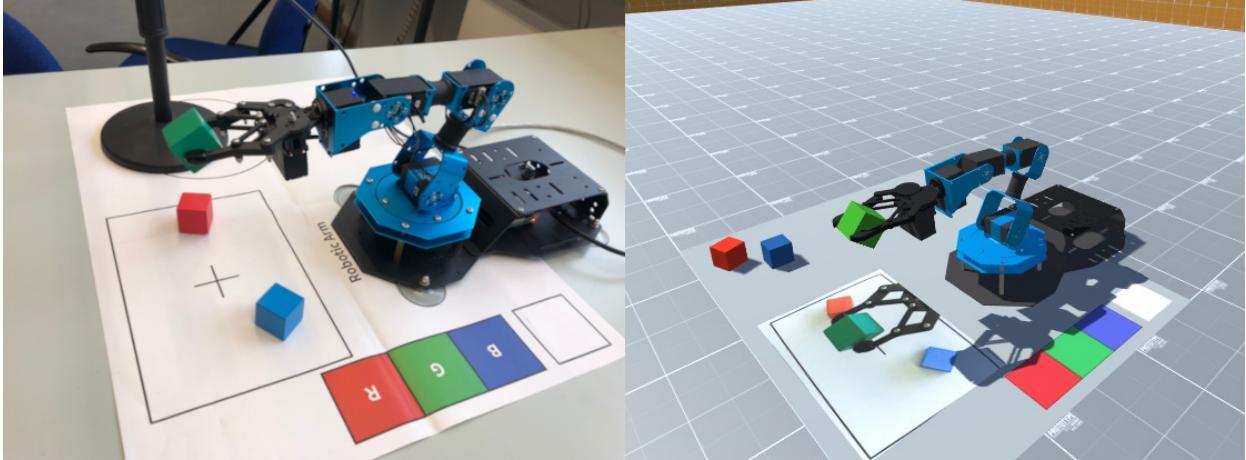


Fig. 1: Der reale Roboterarm und der digitale Zwilling

1 INTRODUCTION

Durch die stetig fortschreitende Digitalisierung gewinnt die Kopplung der realen mit der digitalen Welt an Bedeutung. Ein Ergebnis davon sind digitale Zwillinge. Digitale Zwillinge sind virtuelle Abbilder realer Objekte, die deren Verhalten simulieren und dabei bidirektional Daten mit dem realen Zwilling austauschen. Mit ihrer Hilfe können Abläufe vorzeitig virtuell getestet werden, um dadurch Fehler zu erkennen und Alternativen zu prüfen. Im Rahmen der ursprünglichen Abschlussarbeit wurde ein digitaler Zwilling für einen Roboterarm entwickelt, der farbige Würfel erkennen, greifen und umplatzieren kann. Anschließend wurde die Kommunikation zwischen den Zwillingen implementiert. Die Zwillinge können über eine Socket-Verbindung Statusinformationen zu der Position der Würfel oder zur Ausrichtung der Robotergelenke austauschen. Zusätzlich wurde eine eigene API entwickelt, um eine einfache Programmierung des Roboterarms zu ermöglichen. Im Anschluss wurde eine zweigeteilte Evaluation durchgeführt. Der erste Teil hat gezeigt, dass die Würfel vom ArmPi meist gut gegriffen werden, die meisten Fehler aber in den Ecken auftreten und das Stapeln der Würfel in den meisten Fällen fehlschlägt. Der zweite Teil der Evaluation bestand aus einer Nutzerstudie zur API, die gezeigt hat, dass die API leicht verständlich und vollständig ist.

Das Poster beziehungsweise der Vortrag auf der StuKoI soll sich allerdings auf die Funktionalitäten des digitalen Zwillinges beschränken, da dies anschaulicher ist und leichter zu demonstrieren ist. So soll der Vortrag an den zeitlichen Rahmen der Veranstaltung angepasst werden.

2 GRUNDLAGEN UND IMPLEMENTIERUNG

Die Arbeit basiert auf dem *ArmPi*, einem Roboterarm der Firma *Shenzhen Hiwonder Technology*. Er besteht aus 6 beweglichen Gelenken, auch Servos genannt, die von einem Raspberry Pi gesteuert werden. Der Roboterarm wird inklusive einer Kamera, einer Bodenkarte und drei farbigen Würfeln (rot, grün, blau) ausgeliefert.

Das digitale Modell wird in *Unity* verwendet. Unity ist primär eine Laufzeit- und Entwicklungsumgebung für Spiele, kann aber auch, wie in diesem Fall, für die Entwicklung von interaktiven 3D-Applikationen verwendet werden. Damit aus dem digitalen Modell ein digitaler Zwilling werden kann, müssen zunächst die physikalischen Eigenschaften des realen Roboterarms vom digitalen Modell simuliert werden. Dafür wurden zuerst die Servos so angepasst, dass sie alle einzeln ansteuerbar gemacht wurden. Im nächsten Schritt wurde die Interaktion mit anderen

Objekten, insbesondere den digitalen Würfeln, angepasst. Der digitale Roboterarm soll die Würfel greifen und umpositionieren können, genau wie der reale Roboterarm.

Der letzte wichtige Schritt für einen Zwilling ist die bidirektionale Kommunikation zwischen dem realen und dem virtuellen Roboterarm. Dazu wurden beide Roboterarme um die Funktionalität erweitert, Nachrichten an den jeweils anderen Roboterarm zu senden und welche zu empfangen. Das wurde zum Beispiel genutzt, um die realen Würfel zu tracken und die Position von den virtuellen Würfeln zu übernehmen. Außerdem wurden beide Roboterarme so angepasst, dass sie jederzeit die gleichen Servopositionen einnehmen können. Durch diese Änderung war es möglich, einen komplett identischen Anfangszustand zu erschaffen, von dem aus die Simulation gestartet werden kann.

Das endgültige Ziel des digitalen Zwillinges ist, mit ihm Programmcode vom realen Roboterarm testen und debuggen zu können. Eine große Herausforderung an diesem Vorhaben ist, dass es keine Schnittstelle gibt, über die benutzerfreundlich Programmcode für den Roboterarm geschrieben werden kann. Aus diesem Grund sollte als Schnittstelle eine API geschrieben werden, um Nutzern die Programmierung des Roboterarms zu erleichtern. Mit dieser API ist es nun möglich, den Roboterarm mit relativ wenig Programmiererfahrung Objekte zu erkennen und umzuplatzieren.

3 VORTRAG AUF DER STUKOI

Der Vortrag zum digitalen Roboterarm auf der StuKoI soll eine kurze Einführung in digitale Zwillinge sowie den *ArmPi* selbst enthalten. Insbesondere soll dann auch gezeigt werden, welche Steuerungsmöglichkeiten durch die API ermöglicht werden. Daran anknüpfend soll eine Live-Demo, in der sowohl der reale Roboterarm als auch sein digitaler Zwilling vorgestellt werden, gezeigt werden. In der Live-Demo soll der reale Roboterarm einen Würfel erkennen und an eine spezifische Position bewegen. Der digitale Zwilling soll diese Bewegung imitieren.