

Motion Retargeting auf einen muskuloskelettalen humanoiden Roboter-Torso

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Industrial Automation and Control

Betreuer: Prof. Dr. Norman Urs Baier

Experte: Benjamin Rupp (Source Engineers GmbH)

Industriepartner: Devanthro GmbH, Garching

Entwicklung einer Motion Retargeting Lösung für ein Telepräsenzsystem innerhalb einer physikalischen Simulation unter Verwendung von Bewegungsdaten eines simulierten Charakters.

Ausgangslage

Im Rahmen des ANA Avatar XPRIZE wird der humanoide Roboter «Roboy» der Devanthro GmbH zu einem telepräsenzfähigen Avatar weiterentwickelt. Der muskuloskelettale, also mit künstlichen Muskeln und einem Skelett dem Menschen nachempfundene Roboter, soll von einem Menschen gesteuert werden können. Dabei soll diesem das Gefühl vermittelt werden, trotz räumlicher Distanz vor Ort anwesend zu sein. Ein wichtiger Aspekt dessen ist die genaue Wiedergabe von Bewegungen durch den Avatar. Steuert eine Person den Roboter – dabei wird sie von einem Motion Capture System analysiert – und möchte etwas greifen, ist es wichtig, dass sich die Roboterhand an der richtigen Stelle befindet. Zusätzlich ist aber auch entscheidend, dass sich das Schulter- und Ellenbogengelenk in einer möglichst ähnlichen Stellung befinden wie beim bedienenden Menschen. Ansonsten kann ein befremdliches Gefühl auftreten, welches die Qualität der Telepräsenz mindert. Um dieses sogenannte Motion Retargeting, also die Anpassung einer Bewegung auf die Morphologie eines anderen Charakters, umzusetzen, muss ein Optimierungsalgorithmus genutzt werden.

Konzept und Realisierung

Das System kann in vier Teile unterteilt werden. Die Gewinnung von Bewegungsdaten, die Anpassung der Daten an die physischen Begebenheiten des Roboters, die Ansteuerung des Roboters und die Auswertung der Präzision des Retargetings. Um Bewegungsdaten zu generieren, ohne ein aufwändiges Motion Capture System zu verwenden, wurde eine Simulation eines menschlichen Körpers genutzt. Die Anpassung der Bewegungsdaten, präziser die Gewinnung der idealen Gelenkwinkel des Roboters, ist der zentrale Teil des Motion Retargeting Systems. Hier war das Ziel einen Optimierungsalgorithmus zu implementieren, welcher das Retargeting für ein immersives Telepräsenzsystem ermöglicht. Um ein bestmögliches Ergebnis zu erhalten wären Ansätze wie der des Gradient

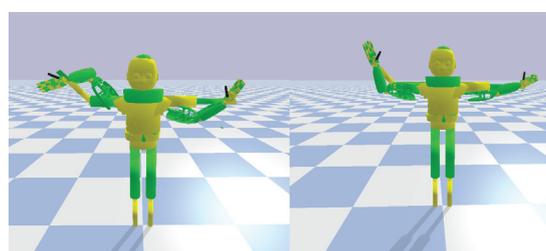
Descents nötig. Dies erfordert jedoch eine komplexe Optimierung mit dem mathematischen Modell des Roboters, was in der gegebenen Zeit nicht umgesetzt werden konnte. Deshalb wurde eine Lösung basierend auf Library-Funktionen zur Berechnung der inversen Kinematik des Robotermodells implementiert. Dabei wird die Endeffektorpositionierung beider Hände optimiert. Die Simulation mit «PyBullet», einer mit Python programmierbaren Schnittstelle für die Physik-Engine «Bullet», ermöglicht die Ansteuerung von Robotermodellen mit Hilfe von Library-Funktionen. Um die Genauigkeit des Retargetings festzustellen, werden verschiedene Feature-Points auf dem menschlichen Modell und dem Modell des Roboters verfolgt und deren euklidische Distanz ausgewertet.

Resultate und Ausblick

Das implementierte System ist fähig Bewegungen nachzuahmen. Wie im Bild ersichtlich ist, ist die Präzision der Annäherung an die Feature-Points deutlich höher als mit einer direkten Ansteuerung des Endeffektors. Um dynamische Bewegungen stabil imitieren zu können, müsste das System grundlegender, also mit mathematischen Modellen und einem Ansatz wie dem Gradient Descent so weiter weiterentwickelt werden, dass die Positionierung mehrerer Feature-Points optimiert werden kann. Ebenfalls sind aktuell keine Einschränkungen wie physikalische Kollisionen oder die Erreichbarkeit einer Position durch den Roboter implementiert.



Darius Emanuel Stulz
darius.stulz@gmail.com



Links: Motion Retargeting mit direkter Endeffektoransteuerung | Rechts: Motion Retargeting mit