**Notizen Bac Hebi Robotics 14.02.2018**

Bestehende modulare Roboterantriebe/-aktoren:

Kommerziell erwerbbar:

* HEBI X5 und X8 von CMU (CMU: Biorobotics lab at Carnegie Mellon University)
  + X5: 20W Spitzenausgangsleistung

Bemerkenswert: Software und API zur Steuerung dieser Aktuatoren - gut dokumentiert, einfach zu bedienen und reich an Funktionen.

\cite{Ka18}

X-Module: Standardschrauben  
Passiver Schnittstellen: zur Übertragung von elektrischer Energie, zur Kommunikation und um Struktur zu schaffen. Ermöglichen auch Anschluss externer Geräte wie Kameras, Lidar oder Endeffektoren zur Manipulation.

Verbindungen zwischen Modulen: Standard Ethernet-Kabel mit Standard Kommunikationsprotokollen

Jedes Hardwaremodul wird zusätzlich zur Ansteuerung mit einem Beschleunigungssensor, Gyroskop, Winkelcodierer und Mikrocontroller für die Steuerungsverarbeitung auf niedriger Ebene geliefert.

Unsere neueste Hardware verwendet auch die serienelastische Betätigung (SEA) [6], bei der die Stellantriebe mechanische Federn am Ausgang ihrer Antriebsstränge enthalten.

Die Integration der Serienelastizität in Roboter kann die Probleme herkömmlicher Roboteraktuatoren abmildern, wodurch eine genaue Erfassung des Ausgangsdrehmoments ermöglicht wird und Aufprallkräfte aufgenommen werden, die die Antriebsmechanismen beschädigen könnten [6].

\cite{AnWh17}

Im Handel erhältlich 6 Grad Roboterarmsysteme (DOF) wie KUKA [1], Universalroboter [2] usw. sorgen für eine Vielzahl von Manipulationen Aufgaben. Diese Roboterarme können jedoch nicht für spezielle Aufgaben modifiziert werden, noch können sie neu konfiguriert werden, wenn sich Anforderungen ändern. Stattdessen konstruierte Roboterarme mit rekonfigurierbaren, modularen Teilen können individuell angepasst werden. Daher haben zB HEBI-Robotik [3], Modbot [4] begonnen, neuere kommerzielle Robotersysteme mit anpassbarem Design durch modulare Bauweise zu fördern.

\cite{DeSa18}

Robotik und Automatisierung haben heute einen großen Teil der Fertigungsindustrie revolutioniert. Roboter sind in der Lage, viele Aufgaben effizienter und konsistenter zu erledigen als ein Mensch.

\cite{FrDe18}

Andere Elemente, die für den Fortschritt von Robotern von entscheidender Bedeutung waren, sind die mit großen Funktionen verbundenen Fähigkeiten Daten, Cloud Computing, 3D-Herstellung und die Entwicklung von Open-Source-Hardware Erleichterung des Roboterbaus.

„Aufgrund der zunehmenden Verbreitung von Open-Source-Software und modularer Hardware müssen Sie nicht eine spezialisierte industrielle Einrichtung oder ein universitäres Forschungslabor, um mit dem Bau von Robotern zu beginnen “, sagte Vikram Kapila, Professor für Maschinenbau und Luft- und Raumfahrttechnik an der New York University Tandon School of Engineering. „Menschen können tatsächlich an Robotik basteln, ohne die Bank zu brechen und ohne immer und immer wieder die gleichen Lösungen zu finden. Sie können jetzt verwenden standardisierte Roboterbau-Lösungen. “

Zu den Open-Source-Systemen oder Gebäudemodulen für die Robotik-Entwicklung gehören die Robotik Betriebssystem oder ROS, das von der Open Source Robotics Foundation und HEBI Robotics überwacht wird, eine Firma, die von Robotikexperten der Carnegie Mellon University gegründet wurde Bausteine, die als „Aktuatoren“ bezeichnet werden und die so konfiguriert werden können, dass sie benutzerdefinierte Roboter bauen, die es sein können gesteuert von einem Smartphone oder Tablet-Computer.

\cite{He18}

Modulare Robotersysteme können mit einer einzigen Plattform an unterschiedliche Aufgaben angepasst werden und ermöglichen die Entwicklung von anpassbaren Robotern, die schneller und kostengünstiger als herkömmliche Roboter entwickelt werden können. Eine Herausforderung bei der Verwendung solcher Roboter ist das Bestimmen des optimalen Designs, um einen Roboter für eine bestimmte Aufgabe zu spezialisieren. Ein optimaler kundenspezifischer modularer Manipulator wäre effektiver und erfordert weniger redundante Komponenten als ein generischer Manipulator. Man könnte seine Baugruppe leicht neu konfigurieren, um auf eine Änderung der Aufgabe zu reagieren, was ein schnelles Redesign und Prototyping unterstützt.

\cite{WhCh18}

Eine Weiterentwicklung der SEA-Module ist die neu entwickelte X5-Serie, die in Kapitel 2.5.3 beschrieben wird. Sie wurden entwickelt, um abhängig von der Anwendungsdomäne modulare Robotermanipulatoren zu erstellen.

Die in Abbildung 10 gezeigte X5-Serie richtet sich an Forscher, Ingenieure und industrielle Integratoren. Sein modulares und leichtes Design ermöglicht die schnelle Erstellung benutzerdefinierter Roboterkonfigurationen. Wie die SEA-Module sind sie mit kostengünstigen, aber zuverlässigen Inertial Measurement Units (IMU) ausgestattet. Die Eingabebefehle ermöglichen auch die Steuerung von Position, Geschwindigkeit und Drehmoment. Der serienelastische Aktuator wird von einem bürstenlosen Motor angetrieben, der im Gegensatz zum eingeschränkten Bewegungsbereich der SEA-Module eine kontinuierliche Ausgangsdrehung ermöglicht. Zur Steuerung der Aktuatoren werden APIs für MATLAB, ROS und C / C ++ unterstützt. Weitere Details finden Sie in [15].

Die Ausrichtung des Beschleunigungsmessers und des Gyroskops ist in Abbildung 11 dargestellt. Die x- und y-Achse sind durch die Pfeile angegeben. Die Z-Achse zeigt direkt aus dem Bild. Für die Verbindungslängenschätzung muss der Standort der IMU im Modul bekannt sein. Das blaue Quadrat zeigt die Position der Sensoren an.

Wie in Kapitel 2.5.3 beschrieben, können die HEBI-Stellantriebe durch Eingabe von Stellungs-, Geschwindigkeits- und Drehmomentbefehlen gesteuert werden. PID-Regelkreise werden verwendet, um diese drei Eingänge zu kombinieren. Die Steuermodi verwenden unterschiedliche Regelkreissequenzen, abhängig davon, welches Eingangssignal bevorzugt werden soll. Jeder PID-Regler für jedes Eingangssignal (Position, Geschwindigkeit, Drehmoment) hat seine eigenen PID-Parameter. Das bedeutet, dass der Proportional-, Integral- und Differentialanteil für jeden der drei Regler abgestimmt werden muss. Derzeit gibt es zwei prominente Steuerungsmodi: Control Mode Strategy (CMS) 3 für die Lageregelung und Control Mode Strategy 4 für die Drehmomentregelung [16]. Das CMS 3 hat keine äußere Drehmomentschleife und wird zur Lageregelung verwendet. Wie in Abbildung 12 dargestellt, werden Position, Geschwindigkeit und Drehmoment PID summiert, um das Motorsignal zu erzeugen.

Zur Drehmomentsteuerung wird dieser Modus verwendet. Ein Vorwärtsdrehmomentsignal wird mit der Position PID-Ausgabe summiert, um ein Drehmomentsignal zu erzeugen, und wird dann an den PID-Regler für das innere Drehmoment übergeben. Dieser Ausgang wird dann mit dem Geschwindigkeits-PID-Signal summiert, um die Motor-PWM-Befehle zu erzeugen, wie in 13 gezeigt.

Die Verwendung von externen Messsystemen wie Kameras ist nicht immer anwendbar. In einigen Umgebungen ist möglicherweise keine korrekte Kameraeinstellung möglich. Außerdem muss ein solches System kalibriert werden und fügt einen weiteren Fehler- und Fehlerpunkt hinzu. Wenn möglich, sollten daher nur propriozeptive Sensoren verwendet werden. Wie in Kapitel 2.5.3 erwähnt, sind die Sensoren in den X5-Modulen kostengünstig. Im Vergleich zu teuren Sensoren, bei denen es sich möglicherweise sogar nicht um Einzelchip-Bausteine handelt, wie bei den in den SEA- und X5-Modulen verwendeten IMUs, sind ein gewisses Eigenrauschen, Drift und eine geringere Genauigkeit zu erwarten. Folglich muss ein entsprechendes Verfahren dies berücksichtigen.

Ansätze, bei denen eine IMU am Endeffektor des Manipulators eingesetzt wurde, zeigten vielversprechende Ergebnisse, wie in [26] gezeigt. Der Vorteil der SEA- und X5-Module besteht darin, dass jedes Modul, nicht nur der Endeffektor, eine eigene IMU enthält. Dementsprechend ist ein Ansatz, der den Multisensor-Setup nutzt, wünschenswert und könnte die Genauigkeit verbessern.

\cite{Wi16}

.