Auslegung und Konstruktion eines Delta-Roboters zur Untersuchung der inversen Kinematik

Motivation/Aufgabenstellung

Auslegung und Konstruktion eines Prototyps einer parallelkinematischen Maschine

* Bereitstellung eines geeigneten und zugänglichen Einstiegspunkts als Lösungsansatz für einen erleichterten Einstieg der Konstruktion und Auslegung von Robotern
* Im Betriebszustand ist die Sicherheit für Mensch und Maschine zu gewährleisten, während aufgrund wechselnder Räumlichkeiten der Aufbau portabel gestaltet werden muss. Daraus resultieren Anforderungen einer möglichst kompakten als auch eigensicheren, robusten Konstruktion, welche dennoch möglichst kostengünstig gefertigt werden soll.

Warum Parallelkinematik (& was ist überhaupt eine Parallelkinematik?)

* Serielle Kinematik: Hand, Parallel Kinematik: Regenschirm
* Auslegung paralleler Strukturen aufgrund der Komplexität parallel ablaufender Bewegungsvorgänge oftmals nur schwer nachvollziehbar
* Die Kinematik beschreibt Stellungen, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen der Gelenke in Relation zu den Bewegungen des Endeffektors und bildet somit die Grundlage für diverse Untersuchungen. Die Bewegungslehre kann in zwei mathematische Modellierungen, der direkten und der inversen Kinematik, unterschieden werden. Die direkte Kinematik definiert die Pose des Endeffektors bei gegebenen Gelenkwinkel, während die inverse Kinematik bei bekannter Pose des Endeffektors die entsprechenden Gelenkwinkel liefert.
* Lösen der inversen Kinematik im Vergleich mit seriellen Strukturen relativ einfach -> erleichterter Einstieg

Warum smarte Motoren?

* modulare Struktur
* dynamische Konfiguration bei Anforderungsänderungen
* schnelle und kostengünstige Modulation
* benötigen kein spezielles industrielles Equipment (Nur Strom & Ethernet)

Vorgehensweise, Praktische Durchführung & Beitrag

* Geometrische und mathematische Modellierung des Systems
  + Ermittlung der Freiheitsgrade und Berechnung der inversen Kinematik
  + Parameter orientieren sich an in der Industrie eingesetzten Robotern
* Konstruktion und Programmierung
  + Um Modell der inversen Kinematik am Testaufbau auf Richtigkeit zu überprüfen
  + Fertigungsverfahren: Rapid Prototyping (additiv, SLS)
  + Bei der Baugröße und den Befestigungsmöglichkeiten wurde darauf geachtet, den Roboter benutzerfreundlich, kompakt und modular zu gestalten, um Erweiterungen zu ermöglichen und Wartungsarbeiten zu erleichtern.

Ergebnisse (bis jetzt)

* Herstellung eines Prototyps für didaktische Zwecke in der akademischen Ausbildung   
  eigensicher, transportabel und kostengünstig, um angehenden Ingenieuren die einzigartige Möglichkeit zu bieten, parallelkinematische Maschinen praxisorientiert zu studieren
* Gewünschtes Ziel erfüllt. Aufbau bestätigt Funktionsfähigkeit der Algorithmen und zeigt, dass das System wie erwartet bei bekannter Pose des Endeffektors die entsprechenden Gelenkwinkel liefert und der Steuerung zur Trajektorieplanung übergibt.

Ergebnisse (bis Abgabe)

* Verfeinerung der Trajektorieplanung
* Optimierung des GUIs
* Fertigstellung der theoretischen Arbeit

Diskussion

* Die Auslegung und Entwicklung von Robotersystemen erfordert eine hohe Erfahrung von Seiten der Entwickler, auch wenn das gewünschte Ziel erreicht wurde, gibt es dennoch umfangreiche Verbesserungspotenziale.
* In weiterführenden Arbeiten kann die verwendete Regelungsstrategie optimiert werden, um das dynamische Verhalten des Roboters zu verbessern. Um die Positionier- und Wiederholgenauigkeit zu verfeinern kann zudem eine angemessene Trajektorienplanung ausgelegt werden. Diesbezüglich können auch die Algorithmen verbessert werden, indem diese zum Beispiel zeitoptimiert werden. Darüber hinaus kann die Linearisierung der Pfade optimiert werden. Bei der Positionier- und Wiederholgenauigkeit spielen auch die Fertigungs- und Montagetoleranzen der mechanischen Struktur eine entscheidene Rolle. Abschließend können sich zukünftige Arbeiten mit Arbeitsraumanalysen, Singularitätsuntersuchungen sowie dynamischen Modellierungen des Roboters befassen.