IRT Institut für Regelungstechnik
Leibniz Universität Hannover

MZH

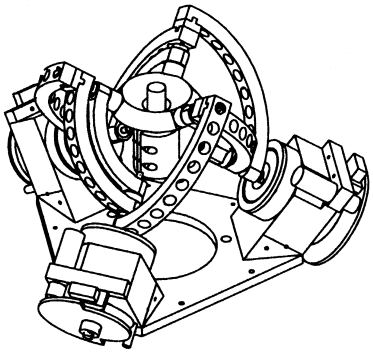
Leibniz Universität Hannover

Parallelkinematisches Hüftgelenk

Dr.-Ing. J. Hofschulte, Dipl.-Ing. M. Seebode, seebode@irt.uni-hannover.de, Tel: +49-511-762-4518

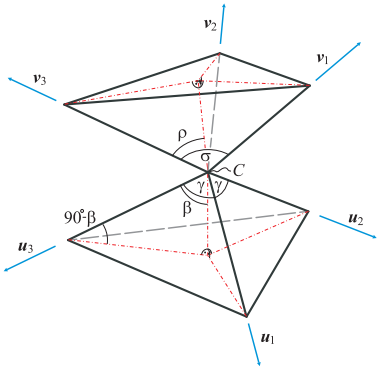
Allgemeines

Zweibeinige Roboter benötigen Hüftgelenke mit drei rotatorischen Freiheitsgraden, um sich effizient und ähnlich dem Menschen auf zwei Beinen fortbewegen zu können. Diese Gelenke müssen möglichst klein und leicht sein und für ein hohes Maß an Beweglichkeit einen großen Arbeitsraum aufweisen. Herkömmliche kardanische Gelenke erfüllen diesen hohen konstruktiven Anforderungen nur begrenzt. Ein alternativer Ansatz besteht in der Verwendung parallelkinematischer Gelenke. Folgendes Bild zeigt ein solches Gelenk, das „Agile Eye“ von C. Gosselin zur schnellen Ausrichtung einer Kamera im Inneren.

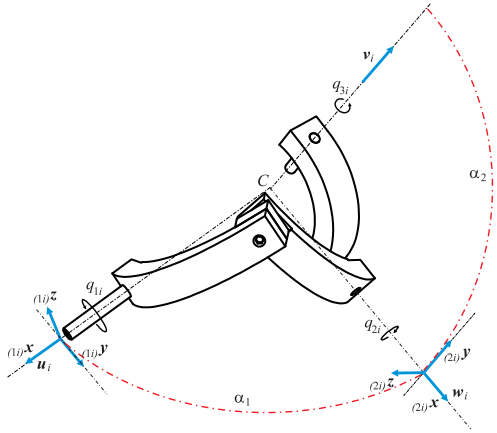


Struktur

Das Gelenk besitzt drei Antriebsachsen ($u_{1...3}$) die alle in der Basis gelagert sind. Die Verlängerung der Achsen bis zum Drehzentrum bildet eine Pyramide (unten). Das Gleiche gilt für die passiven Gelenkachsen ($v_{1...3}$) der zu drehenden Abtriebsseite (oben).

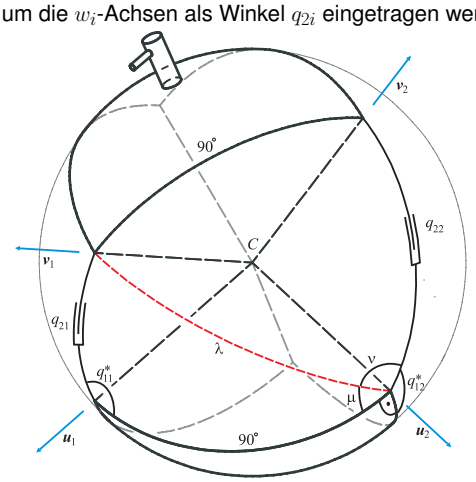


Ein Gelenkstück (s.u.) verbindet jede u_i-Achse mit einer v_i-Achse. Das Stück hat einer weitere Drehachse w_i, die senkrecht auf den anderen beiden steht ($\alpha_1 = \alpha_2 = 90°$).



Kinematik

Das Gelenk führt keine Bewegung in radialer Richtung aus. Sämtliche Glieder lassen sich zur einfachen mathematischen Beschreibung auf eine Kugeloberfläche projizieren. Die Gelenkstücke können als sphärische Schubgelenke und die Rotationen um die w_i-Achsen als Winkel q_{2i} eingetragen werden.



Inverse Kinematik

Die Bestimmung der erforderlichen Antriebswinkel um die u_i-Achsen bei gegebener abtriebsseitiger Orientierung ergibt sich aus einem sphärischen Dreieck der obigen Projektion. Der gesuchte Winkel q^*_{11} folgt aus dem dem Seitenkosinussatz der sphärischen Trigonometrie für das Dreieck $u_1v_1u_2$. Die Inverse Kinematik ist hier leichter als bei seriellen Strukturen.

Direkte Kinematik

Zu einer gegebenen Konfiguration der Antriebsachsen gibt es mehrere Lösungen für die Orientierung des Endeffektors (mehrere Zusammenbauvarianten). Formale Lösungsansätze führen daher auf ein Polynom 8. Grades. Die obige Darstellung liefert dennoch eine geschlossene Lösung: Die Zeichnung zeigt eines von drei sphärischen Vierecken ($v_1v_2u_2u_1$), dessen mathematische Beschreibung zusammen mit den anderen beiden ein lineares Gleichungssystem 3. Ordnung bzgl. der Kotangenswerte der passiven Winkel q_{2i} ergeben. Die Lösung der q_{2i} führt auf die gesuchte Orientierung des Endeffektors (Lage der v_i-Achsen).

Konstruktion für LISA

