

1996 **Ch. Fagerer: Automatische Teleoperation eines Tracking- und Greifvorgangs im Weltraum, basierend auf Bilddatenauswertung**

In dieser Arbeit wird ein System vorgestellt, das die Fernsteuerung eines Roboterarmes im Weltraum von einer weit entfernten Station aus, gestützt auf einer Auswertung von Kamerabildern, ermöglicht, obwohl die Datenübertragungszeit bei diesen Aufgaben mehrere Sekunden betragen kann. Wegen diesen, von Menschen nicht mehr zu bewältigenden, Totzeiten war es bisher nicht möglich, sich bewegende Objekte zu verfolgen und zu greifen. Beschrieben wird dieses System anhand eines Experimentes, das im Rahmen von Rotex während der D2-Mission (2. Deutsche Spacelab Mission) im April/Mai 1993 durchgeführt wurde und das Greifen eines freischwebenden Objektes (genannt Freiflieger) zum Ziel hatte. Grundlage des Lösungskonzeptes ist die Beschreibung der realen Systeme durch Modelle. Dies betrifft nicht nur die dynamischen Bewegungsmodelle des Roboterarmes und des Freifliegers, sondern auch ein Modell der auftretenden Totzeiten. Dabei werden die Modelldaten durch den Vergleich mit den Messdaten, die aus inertialen Sensoren für den Roboterarm und aus Ergebnissen einer Interpretation von Bilddaten für den Freiflieger gewonnen werden, korrigiert. Die Anpassung der Modelldaten an die Realität wird durch Schätzverfahren verwirklicht, die auf den Methoden der linearen Schätztheorie beruhen und als Kalman-Filter ausgelegt sind. Zur Bestimmung der Lage des Freifliegers wird ein Verfahren eingesetzt, das sich im Rahmen der Forschungsarbeiten des Instituts für Systemdynamik und Flugmechanik der UniBw München als besonders erfolgreich erwiesen hat, dem 4-D-Modellansatz. Mit Hilfe dieses Ansatzes ist es möglich, die dreidimensionale Lage eines Objektes durch die Verwendung eines raum/zeitlichen Modells und der perspektivischen Projektion aus monokularen Bildfolgen zu bestimmen. Zur Überbrückung der Datenübermittlungszeiten wird ein Verfahren vorgestellt, das die Relativlage vorausschätzt, die nach Ablauf der Übertragung zum Roboter vorhanden sein wird. Dadurch kann zum einen dem Operateur diese Lage grafisch dargestellt werden und zum anderen können Steuergrößen berechnet werden, die für die Automation des Greifvorganges notwendig sind, wodurch eine 'Quasi' totzeitfreie Steuerung möglich wird. Mit Hilfe dieses Systems, das wirkungsvoll die Stärken des Menschen mit den Vorteilen der Maschine kombiniert, konnte zum ersten Mal ein sich bewegendes Objekt im Weltraum durch einen von der Bodenstation aus gesteuerten Roboter automatisch eingefangen werden. (Tag der Promotion: 29.01.1996)