

# Multi-Sensor Systems for Machine Guidance and Control

Dr. Günther RETSCHER, Austria

**Key words:** Machine guidance, Multi-sensor systems, 3-D guidance, sensor integration, Kalman filter.

## ABSTRACT

New developments in construction industry in recent years have led to an increase in productivity of construction works and corresponding cost savings. Starting from a classification of machinery employed for road and railway construction, suitable systems and sensors have to be assigned to solve a specific task. In modern systems for construction machine guidance, multi-sensor systems are employed that consists usually of a 3-D surveying system, i.e., either RTK GPS or total stations with automatic targeting and tracking, and additional sensors, e.g., electronic inclinometers, gyro compass, etc. In a comparison with conventional systems, their main advantages and disadvantages and major applications are highlighted.

For guidance of the machine along the defined path, the position and orientation of the machine in a 3-D coordinate system, e.g., the coordinate system of the construction site, has to be determined continuously in real-time. This problem can be solved by defining a so-called machine coordinate system (or body frame) that is embedded in the machine or machine blades. Then the orientation and rotation of the frame in 3-D space are described by three attitude parameters. The position and attitude parameters are obtained in the evaluation process from the observation of all sensors of the multi-sensor system. A modified approach based on optimal linear estimation methods (Kalman and Wiener filter) for the determination of the machine blade movements will be discussed and analysed briefly.

## ZUSAMMENFASSUNG

Neue Entwicklungen im Baubereich, vor allem im Zusammenhang mit modernen Baumaschinen, haben in den letzten Jahren zu einer wesentlichen Steigerung der Produktivität und zu entscheidenden Kosteneinsparungen beigetragen. Ausgehend von einer Klassifizierung von modernen Baumaschinen für den Straßen- und Eisenbahnbau werden in diesem Beitrag die Komponenten und Sensoren für moderne Systeme zur Maschinensteuerung bzw. -führung beschrieben. Im Prinzip sind diese Systeme sog. Multisensorsysteme, wobei für die dreidimensionale Positionierung entweder Tachymeter mit automatischer Zielerfassung und -verfolgung bzw. GPS-Echtzeitsysteme in Verbindung mit anderen Sensoren, wie z.B. elektronische Neigungsgeber und Kreisel, zum Einsatz kommen. In einem Vergleich mit herkömmlichen Systemen (Rotationslasersysteme, Einsatz von Führungsdrähten) werden die Vorteile dieser modernen 3D-Steuerungssysteme dargestellt und deren Hauptanwendungen vorgestellt.

---

TS6.7 Engineering Surveys for Transportation and Utility Lines  
Günther Retscher  
Multi-Sensor Systems for Machine Guidance and Control

FIG XXII International Congress  
Washington, D.C. USA, April 19-26 2002

Für die Steuerung der Maschine längs einer vorgegebenen Trasse muss deren Position und Orientierung in Echtzeit kontinuierlich in einem übergeordneten Koordinatensystem (z.B. dem Koordinatensystem der Baustelle) bestimmt werden. Diese Aufgabe kann durch die Festlegung eines sog. Maschinenkoordinatensystems gelöst werden, das in der Schar der Maschine gelagert wird. Die Ausrichtung der Achsen des lokalen Koordinatensystems im übergeordneten System wird dann durch drei Orientierungsparameter beschrieben. Seine Lage und Orientierung kann im Auswerteprozess aus den Messungen aller Sensoren des Multisensorsystems bestimmt werden. Ein Algorithmus basierend auf optimalen linearen Schätzverfahren (wie Kalman und Wiener Filter) für die Bestimmung der Bewegung der Schar der Maschine wird kurz vorgestellt und diskutiert.

## **CONTACT**

Dr. Günther Retscher  
Department of Applied and Engineering Geodesy  
Vienna University of Technology  
Gusshausstrasse 27-29  
A-1040 Wien  
AUSTRIA  
Tel. + 43 1 58801 12847  
Fax + 43 1 58801 12894  
E-mail: gretsch@pop.tuwien.ac.at  
Web site: www.retscher.de.vu