



Präzise Lagebestimmung in der computerassistierten Chirurgie

Algorithmen für die präzise Lokalisierung sich bewegender Objekte

1 Projektziel

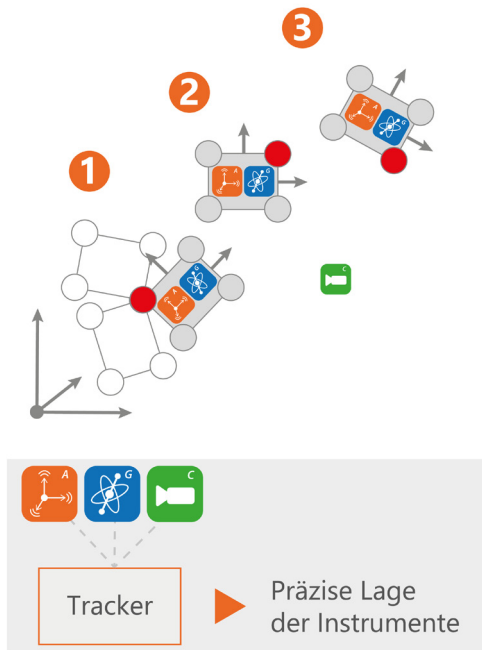
Bei der computerassistierten Chirurgie erhält der Operateur ständig Informationen darüber wo genau sich die chirurgischen Instrumente befinden, auch wenn er sie nicht direkt sehen kann. Ein wichtiger Bestandteil solcher Systeme ist die eigentliche Lokalisierung der Instrumente. Für eine präzise Lagebestimmung werden bekannte Punkte (sogenannte Marker) auf den Instrumenten mittels eines Kamerasystems gemessen. Zudem sind inertielle Messungen des Objekts, wie Beschleunigungen und Winkelgeschwindigkeiten, gegeben.

Das Ziel in diesem Projekt war es einen Algorithmus zu entwickeln, welcher die Lage der chirurgi-

schen Instrumente (bestehend aus Position und Winkel) für solch ein Messsystem sehr präzise bestimmt. Insbesondere während dynamischen Bewegungen sollte eine möglichst präzise Lage-schätzung erreicht werden. Um darüberhinaus die Zuverlässigkeit zu gewährleisten ist es notwendig Rausch- und Störeinflüsse zu erkennen und zu kompensieren. Weiterhin sollte der Algorithmus so optimiert werden, dass dieser auf einen Mikrocontroller implementiert werden konnte und den sehr hohen Echtzeitanforderungen in solch sicherheitskritischen Anwendungen genügt.

Aus Sicht der Datenverarbeitung ist dabei die größte Herausforderung, dass die Messung der einzelnen Punkten auf dem Objekt nacheinander durchgeführt werden. Dadurch ist bei jeder Messung die Orientierung des Objekts im Raum

nicht eindeutig. Weiterhin bewegt sich das Objekt während der Messung und somit korrespondieren die Messungen aller Punkte zu unterschiedlichen Lagen. Der zu entwickelnde Algorithmus soll allerdings die aktuelle Lage der chirurgischen Instrumente zu jedem Messwert sehr präzise bestimmen und sicherstellen, dass Ausreißer kompensiert werden.

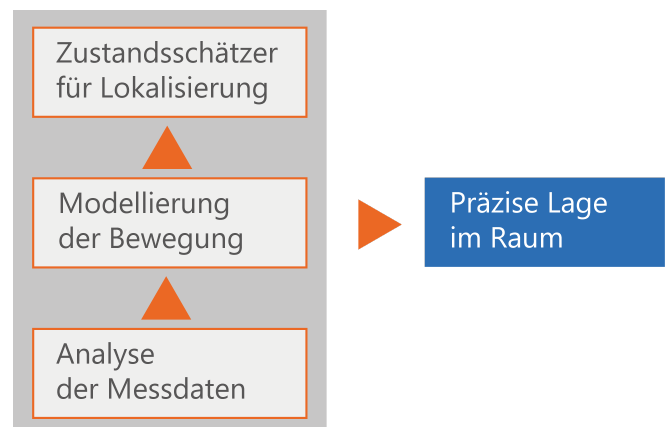


Messsystem zur Lokalisierung chirurgischer Instrumente. Basierend auf Beschleunigung, Drehrate und alternierende Markerposition kann mittels intelligenten Algorithmen sehr präzise die Lage bestimmt werden.

2 Vorgehen/Lösungsweg

- Das Gesamtprojekt wurde im Rahmen von fünf Teilprojekten umgesetzt.
- Analyse des Problems und der Messdaten und Aufstellung des mathematischen Modells.
- Modellierung der dynamischen Bewegung des Objekts für die Translation und die Rotation.
- Entwicklung eines Zustandsschätzers für die Berechnung der aktuellen Lage.

- Durchführung der Algorithmenentwicklung in einer Rapid-Prototyping-Sprache.
- Durchführung der Softwareentwicklung in C++.



3 Ergebnis und Nutzen

- Berechnung der aktuellen Lage in Echtzeit.
- Erkennung und Kompensation von Ausreißern bei den Messungen.
- Erhöhung der Robustheit gegenüber partiellen Verdeckungen des Objekts.
- Reduzierung der Störanfälligkeit.
- Erhöhung der Genauigkeit des Kundenproduktes.
- Zusätzlich konnte eine Störquelle bei der Hardware erkannt und eliminiert werden, welche zu Ungenauigkeiten geführt hatte.



Präzise Lokalisierung der Instrumente bei der computerassistierten Chirurgie