



MASTERARBEIT

„Roboterlokalisierung“

MARTIN HESSE

Elitestudiengang „Satellite Technology“

Julius-Maximilians-Universität Würzburg, 2026

Positionsbestimmung an unbekannten Orten

Martin Hesse hat an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg den Elitestudiengang „Satellite Technology“ studiert. Dort hat er sich im Rahmen seiner Masterarbeit mit der Lokalisierung von Robotern an abgelegenen Orten beschäftigt. Dafür kommen Ultraweitband (UWB)-Sensoren zum Einsatz.

Roboter für die Erforschung von Unbekanntem

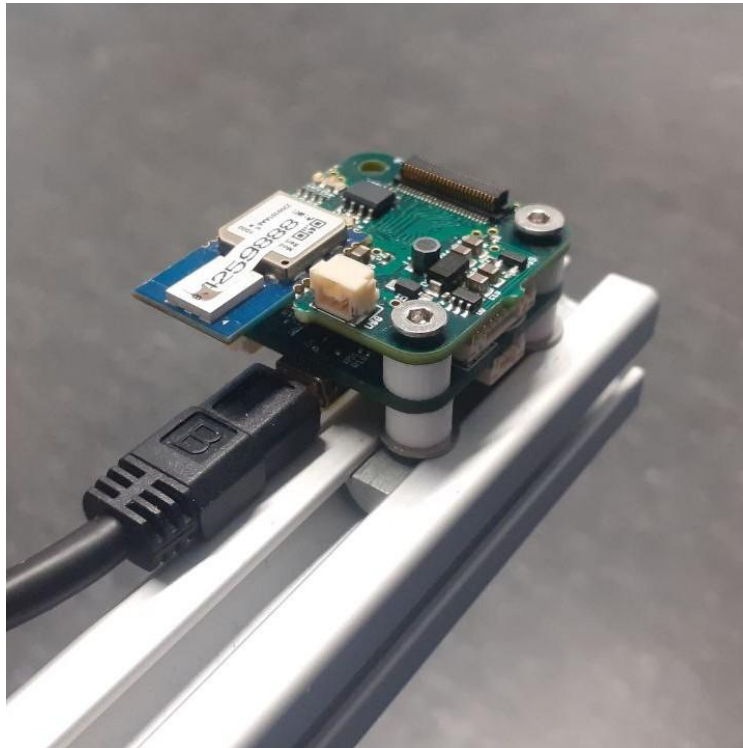
Roboter dienen heutzutage als Grundlage für alle möglichen Formen der Automatisierung. Insbesondere aber in der planetaren und auch irdischen Erforschung und Erkundung sind sie kaum wegzudenken. Durch die Möglichkeit, Roboter an Orte zu schicken, die für Menschen, aufgrund von atmosphärischen Bedingungen, zu kleinen Räumen, extremer Temperaturen oder schlicht Entfernung zur Erde, gar nicht oder nur schwer zu erreichen sind, eröffnen sich beispiellose Möglichkeiten. Es gibt aber auch einzelne Aspekte, die durch den Einsatz von Robotern erschwert werden. So ist es für Menschen ausgesprochen einfach, sich in ihrer Umgebung zurecht zu finden, zu merken wo man bereits war und zu entscheiden was interessant zu erkunden ist. Für Roboter, die sich ohne passende Sensoren effektiv blind in der Gegend bewegen, ist dies eine große Herausforderung, zumal sie sich oft autonom, also ohne menschliche Vorgaben, bewegen müssen. Die Grundlage dafür ist ein stabiles Lokalisierungssystem, welches dem Roboter zu jedem Zeitpunkt mitteilt, wo er sich gerade befindet, worauf aufbauend Entscheidungen zur Bewegung getroffen werden können.

UWB für Orte, an denen GPS nicht existiert

An den meisten Orten auf der Erde werden für die Lokalisierung von Robotern (und auch unseren Smartphones) Satellitensysteme wie GPS oder Galileo verwendet. An Orten, wie z.B. in Innenräumen, in Höhlen oder auf anderen Planeten, sind diese aber nicht verfügbar oder von deutlich geringerer Genauigkeit und eine Alternative muss genutzt werden. Eine solche Alternative sind Lokalisierungssysteme, die auf UWB-Sensoren basieren. UWB ist ein Kommunikationsstandard, der in der Lage ist, mit sehr wenig Energie Nachrichten, die allerdings nur einen geringen Informationsgehalt haben können, zu übertragen. Aus der Signallaufzeit einer solchen Nachricht ohne spezifischen Inhalt zwischen zwei UWB-Knoten kann deren Entfernung zueinander bestimmt werden. Wenn man ein Netz aus mehreren stationären UWB-Knoten (das sind die UWB-Anker) hat und deren Position kennt, kann man die Position eines sich bewegenden UWB-Tags mittels Triangulation berechnen. Dies wird bereits jetzt z.B. in Lagerhallen für die Ortung verwendet, wo man leicht an Wänden und Decken ein solches Netz an UWB-Ankern an bekannten Positionen einrichten kann. Für den Einsatz bei Robotern, die an zuvor unerreichten Orten arbeiten, kann ein solches Netz entsprechend nicht schon vorher aufgesetzt werden.

Unbekannte UWB-Anker Verteilung

Damit auch an vorher nicht erreichten Orten eine Ortung mit UWB-Sensoren möglich ist, muss der Roboter also, neben dem UWB-Tag, der permanent auf ihm montiert ist, auch die UWB-Anker selbst mitbringen und während der Erkundung aussetzen. Dies führt aber dazu, dass sich die Anker an unbekannten Orten befinden, wodurch herkömmliche UWB-Ortungsalgorithmen nicht mehr verwendet werden können. In seiner Masterarbeit hat Martin Hesse ein Konzept entwickelt und erprobt, das auch in dieser Situation die Ortung eines Roboters ermöglicht. Dies beruht auf einem Extended Kalman Filter, der auch in anderen Lokalisierungsalgorithmen angewendet wird. Außerdem kann durch die Verwendung von mehr als nur einem Tag auf dem Roboter nicht nur die Position, sondern auch die Orientierung des Roboters bestimmt werden.



Ein UWB Chip, der als Tag auf dem Test-Roboter montiert ist.

© Martin Hesse, Universität Würzburg

Mehr zum Elitestudiengang:

🔗 [Elitenetzwerk: Elitestudiengänge](#)

🔗 <https://www.uni-wuerzburg.de/satec/>

Mehr zur Publikation bei IEEE

🔗 <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/11436819>