

Cooperative Event-Based Control of Mobile Agents

(Deutsche Kurzfassung)

Vorgelegt von

Michael Schwung

In den letzten Jahren ist die Verwendung von sich autonom bewegendem Objekten, so genannten „Agenten“, immer größer geworden. Vor allem unbemannte Luftfahrzeuge (UAVs) werden aufgrund ihrer geringen Betriebs- und Wartungskosten für eine Vielzahl von Aufgaben eingesetzt. Zugleich erhöht die größere Anzahl von UAVs das Risiko von Kollisionen. Diese Arbeit liefert eine Methode, die Trajektorien für Agenten plant, damit diese sowohl individuelle Aufgaben als auch kooperative Aufgaben in Gruppen erfüllen können, wobei eine kollisionsfreie Bewegung sichergestellt ist. Die Agenten werden lokal gesteuert und sind über ein unzuverlässiges Kommunikationsnetzwerk verbunden, das Paketverluste und Übertragungsverzögerungen hervorrufen kann. Weitere Sensoren, z.B. für eine Abstandsmessung, werden nicht verwendet und die Kommunikation soll nur dann genutzt werden, wenn es notwendig ist, um eine Kollision zu vermeiden.

Das Regelungsproblem wird für zwei Agenten betrachtet. Der erste Agent wird als „kurshaltepflichtiger Agent“ bezeichnet, er kann seine Flugbahn jederzeit ohne Rücksicht auf den zweiten Agenten ändern. Dieser Agent wird als „ausweichpflichtiger Agent“ bezeichnet. Er muss die Kollisionsvermeidung sicherstellen, indem er seine Flugbahn auf der Grundlage lokaler Daten und kommunizierter Informationen über die zukünftige Bewegung des kurshaltepflichtigen Agenten ändert. Es wird eine Steuereinheit für den ausweichpflichtigen Agenten eingeführt, die vier Aufgaben ausführen muss, um die Regelungsziele zu erreichen: 1. Schätzung der aktuellen Netzwerkeigenschaften. 2. Vorhersage der Bewegung des kurshaltepflichtigen Agenten. 3. Einleiten der Kommunikation, wenn die lokalen Daten zu unsicher werden. 4. Planung von kollisionsfreien Trajektorien.

Ziel dieser Arbeit ist es, Methoden zu entwickeln, um die vier Aufgaben zu lösen. Hierzu wird eine aus vier Teilen bestehende Steuereinheit vorgestellt, die Ansätze aus der Regelungstheorie und der Kommunikationstechnik nutzt. Ein Verzögerungszeitschätzer erzeugt eine Schätzung der Eigenschaften des Kommunikationsnetzes, welche mit dem Abstand zwischen den Agenten variieren. Eine Prädiktionseinheit bestimmt eine Menge, die die unsichere zukünftige Bewegung des benachbarten Agenten enthält. Ein Ereignisgenerator überwacht die Regelungsziele und leitet die Kommunikation ein, wenn die lokalen Daten zu unsicher werden. Außerdem entscheidet er wann es notwendig ist, die Trajektorie des Agenten zu ändern, um die kollisionsfreie Bewegung zu gewährleisten. Eine Trajektorienplanungseinheit liefert kollisionsfreie Trajektorien auf Basis von Bézierkurven. Es wird bewiesen, dass mit der vorgeschlagenen Methode Kollisionen auch dann vermieden werden, wenn Übertragungsverzögerungen und Paketverluste auftreten, die durch das Kommunikationsnetzwerk verursacht werden. Des Weiteren wird gezeigt, dass die Netzwerkschätzung zur Erfüllung der Regelungsziele geeignet ist und die Menge der prädizierten Positionen des benachbarten Agenten hinreichend genau ist.

Das Hauptergebnis der Arbeit ist eine neuartige Steuerungsmethode für mobile Agenten, die über ein unzuverlässiges Kommunikationsnetzwerk verbunden sind. Es werden lokale Trajektorien für die Agenten geplant, so dass sie in der Lage sind sowohl individuelle Aufgaben als auch kooperative Aufgaben in einer Gruppe erfüllen zu können, wobei die Kollisionsfreiheit garantiert ist. Kommunikation wird nur dann eingesetzt, wenn sie notwendig ist. Die Methode kann mit geringfügigen Änderungen für verschiedene Arten von Agenten (z. B. UAVs oder Autos) verwendet werden. Die vorgeschlagenen Methoden wurden mit Simulationen und Experimenten mit zwei Quadroptern erprobt.