

# Sensorbasiertes Parkleitsystem mit Umfelderkennung zur Navigation und Belegungserkennung einzelner Parkplätze

## Kurzfassung der Dissertation

vorgelegt von Marc Philipp Tschentscher

Die Zahl der zugelassenen Fahrzeuge in Deutschland ist in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich gestiegen. Der damit verbundene zunehmende Verkehr, insbesondere in den Innenstädten, wird mehr und mehr zum Problem. Die Lärmbelastigung für die Anwohner durch die Fahrzeuge wächst stetig und die Umweltbelastung erhöht sich zunehmend.

Zur Reduzierung der Emissionen will diese Arbeit einen Beitrag leisten. Die Zeit, die die Suche nach freien Stellplätzen in Innenstädten in Anspruch nimmt, wächst durch die steigende Zahl der Fahrzeuge kontinuierlich. Durch die Minimierung des Suchverkehrs, der durch die Suche nach freien Stellplätzen entsteht, könnte diese Situation verbessert werden und gleichzeitig der Komfort der Fahrer erhöht werden.

In dieser Arbeit wird ein sensorbasiertes Parkleitsystem vorgeschlagen. Es ermöglicht sowohl die Erkennung freier Stellplätze auf einem Parkareal durch aufgestellte Kameras als auch die Lokalisierung und Navigation von Fahrzeugen auf diesen Arealen zu geeigneten freien Stellplätzen. Um die Kosten für solch ein System gering zu halten, soll es möglich sein, bereits vorhandene Überwachungskameras für die Erkennung zu nutzen. Darüber hinaus soll die Zeit, die für die Installation benötigt wird, möglichst kurz gehalten werden. Demzufolge soll eine robuste Übertragbarkeit des Systems auf verschiedene Parkareale gewährleistet werden.

Die Herausforderung für das System besteht zum einen darin, eine akkurate Belegungskarte für beobachtete Parkareale in Echtzeit zur Verfügung zu stellen. Zum anderen darf das System im günstigsten Fall nicht von verschiedenen Wetter- und Beleuchtungsverhältnissen beeinflusst werden. Zumindest sollte es jedoch in der Lage sein, zu erkennen, wann es keine verlässliche Ergebnisse mehr liefern kann und dies den Nutzern mitteilen. Zum jetzigen Zeitpunkt existiert keine Gesamtlösung für ein solches System.

Die Parkplatzbelegungserkennung ermöglicht die Klassifikation von freien und belegten Stellplätzen mit einer sehr hohen Genauigkeit von bis zu 99,96 %. Außerdem wurde das Modul auf die Übertragbarkeit auf neue Parkareale untersucht. Durch Evaluierung verschiedenster Bildmerkmale und maschineller Lernverfahren wurde eine robuste Kombination gefunden, die zudem unterschiedliche Beleuchtungsverhältnissen mit einer hohen Genauigkeit klassifizieren kann.

Das Lokalisierungs- und Routingmodul wurde im Hinblick auf die Detektion und das *Tracking* von sich auf dem Parkareal bewegendem Fahrzeugen evaluiert und zeigt eine hohe Genauigkeit (bis zu 100,00 %) bezüglich der Position der Fahrzeuge. Mit diesem Modul ist es möglich, Fahrzeuge exakt zu lokalisieren, um den Fahrern über die entwickelte Smartphone-Applikation Navigationshinweise zum nächsten freien Stellplatz zu übermitteln.

Das entstandene modulare Softwareframework wird sowohl für die Entwicklung als auch die Evaluierung der implementierten Algorithmen und Module genutzt und zeigt hervorragende Ergebnisse bezüglich der gesetzten Ziele. Der modulare Aufbau hat dazu beigetragen, die Anpassungsarbeiten zwischen Entwicklung und Evaluierung von Algorithmen zu beschleunigen, da z. B. Sensoren einfach ausgetauscht werden konnten. Die robuste und deterministische Abarbeitung der Verarbeitungskette konnte die Evaluierung der Algorithmen entscheidend verbessern. Zudem konnte durch den Einsatz des Frameworks die nötige Infrastruktur zur Zusammenarbeit der Mikrocomputer und des eingesetzten Servers zuverlässig etabliert werden.

Die neuartige Simulationsumgebung basierend auf der *Unreal Engine*, die zur Generierung von Trainings- und Testdaten aber auch zur Evaluierung des Systems implementiert wurde, konnte erfolgreich eingesetzt werden. Sowohl die Evaluierung von bestehenden Klassifikatoren, die auf realen Daten trainiert wurden, als auch das Trainieren von neuen Klassifikatoren auf Basis der Simulationsdaten bestätigten den Mehrwert, der durch diese Software generiert wurde. Diese simulierten Klassifikatoren wurden mithilfe realer Daten evaluiert und lieferten sehr gute Ergebnisse, vergleichbar mit denen der realen Daten. Somit konnte gezeigt werden, dass sich die Simulationsumgebung zur Entwicklung und Evaluierung des Systems und darüber hinaus zum Test seltener und komplexer Anwendungsfälle eignet.