

Konzeption und Evaluierung einer Servicearchitektur für die Nutzung von Echtzeit-Verkehrsinformationen zur dynamischen Flottendisposition am Beispiel des Wiener Roten Kreuzes

Markus Guschelbauer und Günter Kiechle
Salzburg Research Forschungsgesellschaft mbH
Jakob Haringer Straße 5/III, A-5020 Salzburg
Tel: 0662/2288-421, Fax:0662/2288-222
gkiechle@salzburgresearch.at

1 Einführung und verwandte Arbeiten

Die moderne Informations- und Kommunikationstechnologie stellt in vielen Gebieten Echtzeitinformationen zur Verfügung. In [1] beschreiben die Autoren, wie aktuelle Verkehrsinformationen bei der dynamischen Flottendisposition verwendet werden können. Das hier vorgestellte Projekt geht noch einen Schritt weiter und stellt den Flottendisponenten auch prognostizierte Verkehrsinformationen für die kurzfristige (1-2 Stunden) und mittelfristige (>2h) Fahrzeugdisposition zur Verfügung. Konkret wird eine von den Projektpartnern entwickelte Servicearchitektur für die Erhebung von aktuellen Verkehrsdaten, die Berechnung von prognostizierten Verkehrsdaten, das Erstellen von Multiperiodischen Distanzmatrizen, das Optimieren von Fahraufträgen und das Visualisieren von den optimierten Routen anhand von Fallstudien evaluiert.

Anders als in [1], wo Lösungen für das Pick up and Delivery Problem mit Zeitfenstern (PDPTW) vorgestellt wurden, wird in diesem Paper ein Lösungsverfahren für ein dynamisches Dial-a-Ride Problem (DARP) ebenfalls mit Zeitfenstern vorgestellt. In den bekannten Lösungsansätzen von dynamischen DARP wie sie zum Beispiel in [2] und [3] vorkommen, werden derzeit noch keine prognostizierten Verkehrsinformationen zur Disposition von Fahrzeugen verwendet.

2 Problemszenario

Bei der Verplanung von Fahrten weiß der Disponent zwar die Entfernung zwischen den anzufahrenden Punkten (Distanzmatrix), jedoch nicht die tatsächliche Reisezeit zwischen den einzelnen Punkten. Die Reisezeit hängt direkt von der tatsächlich auf den einzelnen Straßenabschnitten zu fahrenden Geschwindigkeiten ab. Durch die Einbeziehung von aktuellen Verkehrsinformationen können Fahrzeuge kurzfristig so umgeplant bzw. umgeleitet werden, dass diese aktuelle Staus usw. umfahren und dadurch ihr Fahrziel früher erreichen.

Für Fahraufträge, die sehr kurzfristig disponiert werden müssen, zum Beispiel bei Taxiunternehmen oder Notfallservicetechnikern, reicht die oben beschriebene aktuelle Verkehrsinformation aus, um die bestehenden Fahrzeuge kosteneffizient verplanen zu können. Normalerweise werden Fahrzeuge zumindest mittelfristig, d.h. für die nächsten Stunden, verplant. Hier würde das Wissen über die zukünftige Verkehrslage zum Berechnen einer realistischen Reisezeit die Planungsgenauigkeit stark erhöhen.

Ziel des genannten Projektes ist es, eine Servicearchitektur für die dynamische Flottendisposition zu erstellen, mit der es möglich ist, auch kurz- bis mittelfristige Verkehrsprognosen bei der Disposition von Fahrzeugen zu berücksichtigen. Die entwickelte Servicearchitektur zur dynamischen Flottendisposition soll beim Wiener Roten Kreuz eingesetzt und evaluiert werden. Die Daten für die Erhebung der aktuellen Verkehrslage werden in diesem Projekt über Floating Car Daten zur Verfügung gestellt. In Taxis verbaute GPS-Geräte senden in regelmäßigen Abständen die aktuelle Position an die Zentrale. Anhand der Positionsveränderung im Zeitablauf kann auf die aktuelle Verkehrslage rückgeschlossen werden. Durch die Kombination von aktuellen und historischen Daten ist es möglich, kurz- bis mittelfristige Prognosen für jeden Straßenabschnitt zu erstellen.

Im konkreten Anwendungsfall werden gewichtete Straßenabschnittsbewertungen des Stadtgebietes von Wien errechnet und in 15 Minuten Intervallen zur Verfügung gestellt. Das bedeutet, dass 96 Straßenabschnittsbewertungen pro Kalendertag zur Verfügung gestellt werden. Im Gegensatz zu [1] wird die aktuelle Verkehrslage bei der Prognose der zukünftigen Verkehrslage mitberücksichtigt, um die künftige Verkehrslage noch genauer prognostizieren zu können.

Um die Anwendungsfälle evaluieren zu können werden Module benötigt, mit dem es möglich ist, erstens die Reisezeit zwischen zwei gegebenen Punkten unter Berücksichtigung der zu diesem Zeitpunkt gültigen Straßenabschnittsbewertung zu berechnen (Routing Engine) und zweitens bekannte Fahraufträge kostenoptimal zu verplanen (Toolbox Flottensteuerung).

Für die Berechnung der Reisezeit zwischen den jeweiligen Punkten wird der Dijkstra Algorithmus verwendet. Dieser musste so adaptiert werden, dass damit reale Probleme wie Abbiegerestriktionen, P-Turn, U-Turns usw. gelöst werden können. Zusätzlich muss der Algorithmus in der Lage sein, die zu dem jeweiligen Zeitpunkt gültige Straßenabschnittsbewertung zu erkennen um die zu diesem Zeitpunkt gültige Reisezeit zwischen zwei Punkten zu ermitteln.

Die von der Routing Engine zur Verfügung gestellten multidimensionalen Reisezeitmatrizen zwischen allen anzufahrenden Punkten wird als Datengrundlage für die Optimierung der Fahraufträge von der Toolbox Flottensteuerung verwendet. Ein Fahrauftrag beim Wiener Roten Kreuz besteht in der Regel aus einem Abholpunkt, welcher in einem definierten Zeitraum angefahren werden muss, und einem Ablieferpunkt, welcher in einem ebenfalls definierten Zeitraum erreicht werden muss. Mögliche Lösungsansätze sind in [2] und [3] zu finden, wobei die bekannten Lösungsansätze adaptiert werden müssen, damit diese auch mit multiperiodischen Reisezeitmatrizen arbeiten können.

3 Dynamisches Lösungsverfahren

In einem ersten Schritt wurde versucht, die Fahraufträge den Fahrzeugen so zuzuweisen, dass diese unter Berücksichtigung der prognostizierten Straßenabschnittsbewertungen kostenoptimal abgefahren werden. Zusätzliches Einsparungspotential (zweiter Schritt) wird durch die Kombination von mehreren Aufträgen erwartet. Dabei werden die Aufträge, sofern dies erlaubt und sinnvoll ist, ineinander verschachtelt. Es werden maximal zwei Aufträge miteinander kombiniert, wobei die Rahmenbedingungen wie die späteste Ankunftszeit, oder die maximale Mehrreisezeit eines Patienten, nicht überschritten werden dürfen.

Da das System die Disponenten des Wiener Roten Kreuzes bei der Verplanung der Fahrzeuge dynamisch unterstützen soll, muss die Antwortzeit des Optimierungssystems gering sein. Aus Komplexitätsgründen können nicht alle Kombinationen von Fahraufträgen mit den jeweiligen Fahrzeugen durchiteriert werden, weshalb die so genannte Pilotenmethode zur Problemlösung verwendet wird. Bei großen Problemen ist auch dieses Verfahren nicht ausreichend schnell, deshalb müssen noch Möglichkeiten evaluiert werden, durch welche die Lösungszeit der Pilotenmethode verringert werden können. Vorschläge dafür sind in [3] zu finden.

Konkretes Ziel der Evaluierung im vorliegenden Projekt ist es zu erheben, ob die entwickelte Servicearchitektur für die dynamische Fahrzeugdisposition anwendbar ist und ob sich durch die Einbeziehung von prognostizierten Verkehrsdaten in die Fahrzeugdisposition tatsächlich eine Einsparungen an Kosten und eine Erhöhung der Termintreue erreicht werden kann.

4 Literatur

[1] Fleischmann, B. Gnutzmann, S., Sandvoss, E. (2004): „Dynamic Vehicle Routing Based on Online Traffic Information“. In *Transportation Science* 38 (4), pp. 420--433.

[2] Kiechle, G. Dörner, K. (2008): „A Decision Support System for Amculance Scheduling“ In: *Proceedings FH Science Day FH OÖ, Linz Campus, 2008*.

[3] Jaw, J.J., Odoni, A.R., Psaraftis, H.N., Wilson, N.H.M. (1986): "A heuristic algorithm for the multi-vehicle advance request dial-a-ride problem with time windows". In *Transportation Research, Part B, Vol. 20* pp.243-57.