

Entscheidungs- und Optimierungsmethoden im Verkehrswesen und Anwendung auf die Angebotsplanung im Schienenpersonennahverkehr

Kurzfassung der Vertieferarbeit von Jens Bodensohn

Von der Idee bis zur Realisierung eines Verkehrsprojekts ist eine Vielzahl von Entscheidungen zu treffen. Entscheidungs- und Optimierungsmethoden können den Verantwortlichen beim Prozess der Entscheidungsfindung mit mathematischen Methoden unterstützen und helfen somit bei der Suche nach optimalen Lösungen.

Hohe Investitionssumme, eine Vielzahl von Beteiligten aus allen Bereichen (Politik, Wirtschaft, Bevölkerung) und lange Projektdauer sind typische Merkmale von Verkehrsprojekten. Angesichts dieser Punkte ist der Einsatz von Optimierungsmethoden zur Entscheidungsfindung gerechtfertigt und die Integration neuer Techniken und Methoden der computergestützten Optimierung zu empfehlen. Diese Arbeit bietet einen Überblick der klassischen und im Verkehrswesen etablierten Methoden der Optimierung. Ein zweites Anliegen dieser Arbeit ist es, dem Leser Einblicke in die Fortschritte und Neuentwicklungen der Entscheidungs- und Optimierungsmethoden zu geben und deren Einsatz im Verkehrswesen sowohl generell als auch anhand einer konkreten Problemstellung zu überprüfen.

Entscheidungs- und Optimierungsverfahren befassen sich mit der Anwendung wissenschaftlicher und mathematischer Methoden zur Vorbereitung optimaler Entscheidungen. Sie sind modellgestützte Verfahren zur Lösung realer Probleme. Optimierungsverfahren teilen sich in die beiden Gruppen exakte und heuristische Verfahren auf. Der entscheidende Vorteil der exakten mathematischen Verfahren gegenüber Heuristiken besteht in der garantierten Terminierung des Verfahrens in einer optimalen Lösung. Wird der Rechenaufwand für exakte Lösungsverfahren jedoch zu groß oder lässt sich das Problem nur unvollständig beschreiben, bieten Heuristiken eine Möglichkeit der Suche nach lokalen optimalen Lösungen. Die fehlende Sicherheit der Ermittlung einer optimalen Lösung erweist sich dabei als wesentlicher Unterschied zu den exakten Verfahren.

Verkehrsprojekte sind Entscheidungsprobleme die sich auf komplexe reale Systeme beziehen. Bei der Planung müssen zahlreiche Variable mit Wechselwirkungen berücksichtigt werden. Grundvoraussetzung für den Einsatz von Optimierungsmethoden ist die Quantifizierbarkeit der Zielfunktion und die mathematische Beschreibung der Problemstellung. Aus diesem Grund müssen Vereinfachungen getroffen werden. Dies geschieht mit der Bildung von Modellen. Der Einsatz von Modellen ist bei Entscheidungs- und Optimierungsmethoden von zentraler Bedeutung. Die Abstraktion der Realität zu einem Modell muss das eigentliche Problem in seiner Komplexität reduzieren, ohne das Ergebnis zu verfälschen. Für Anwendungen im Verkehrsbereich werden vor allem Entscheidungs- bzw. Optimierungsmodelle, Simulationsmodelle und Prognosemodelle benutzt. Für die Lösung eines Problems ist es in den meisten Fällen nötig, das Gesamtsystem in Teilprobleme zu unterteilen und diese schrittweise zu optimieren. So kann es vorkommen, dass zur Problemlösung einer Aufgabenstellung unterschiedliche Verfahren der Entscheidungs- und Optimierungsmethoden zum Einsatz kommen. Die als klassisch bezeichneten Methoden lineare Optimierung, nicht lineare Optimierung, dynamische Optimierung, Entscheidungsbaumverfahren, Branch and Bound Verfahren, Simulation, Graphentheorie und Netzplantechnik finden im Verkehrsbereich große Einsatzfelder.

Der nächste Abschnitt befasst sich mit den Neuentwicklungen auf dem Gebiet der Entscheidungs- und Optimierungsmethoden. Mit dem Begriff Analytisches Informationssystem wird eine Konzeption beschrieben, die versucht, ein Unternehmen mit allen entscheidungsrelevanten Informationen zu versorgen. Die Basis Analytischer Informationssysteme stellt ein unternehmensweiter, entscheidungsorientierter Datenpool dar. Der Unterschied zu reinen Datenbanken besteht in der Funktion analytischer Informationssysteme, aus Daten Informationen abzuleiten und diese in Wissen umzuwandeln. Die dafür nötigen Softwarewerkzeuge zur Entscheidungsunterstützung und -vorbereitung sind OLAP-Tools (On-Line Analytic Processing) und Data Mining Methoden, die dem Auffinden bislang unbekannter Zusammenhänge in den Datenbeständen dienen. Das Grundkonzept Analytischer Informationssysteme behandelt die drei Elemente Daten, Informationen und Wissen. Ein begleitendes und sehr wichtiges viertes Element ist die Aktion, denn Information und Wissen allein ist noch kein Wettbewerbsvorteil für das Unternehmen, erst die resultierende Aktion erzeugt diesen Mehrwert. Der Begriff Daten steht in diesem Zusammenhang für das im Data Warehouse gespeicherte Rohmaterial. Eine Information entsteht durch Zusammenführung und Aufbereitung dieser Daten. Führt man in einem nächsten Schritt eine intelligente Analyse der Informationen durch, kann daraus Wissen entstehen. Data Mining Untersuchungen sind eine datengetriebene Aufdeckung nach Mustern und Beziehungen. Für hypothesengetriebene Problemstellungen, bei denen der Anwender mit konkreten Fragen arbeitet, werden OLAP Tools verwendet. Das Data Warehouse bildet für beide Verfahren die nötige Datenbasis. Data Mining Methoden verfolgen einen anderen Ansatz als die eben beschriebenen OLAP Tools. Sie durchsuchen den Datenbestand auf der Suche nach noch nicht bekannten Mustern und Zusammenhängen. Die so erworbenen Erkenntnisse werden als nutzbares Wissen in verständlicher Form wie Regeln oder Gruppierungen der Datensätze dargestellt. Neben statistischen Verfahren kommen Techniken der Künstlichen Intelligenz zum Einsatz. Data Mining Verfahren zählen zum Bereich des Maschinellen Lernens. Diese Vorgehensweise wird als induktives Lernen bezeichnet, d.h. der Gewinnung von Informationen bzw. neuem Wissen aus Daten. Induktives Lernen lässt sich in die zwei Gruppen überwachtes und unüberwachtes Lernen unterteilen. Das überwachte Lernen dient der Klassifikation von Daten oder Objekten. Unüberwachte Lernverfahren befassen sich mit Datenzusammenfassung oder Datensegmentierung. Der Einsatz von Data Mining Techniken zur Datenanalyse erfolgt bei vier Gruppen von Aufgabenstellungen: Klassifikationsaufgaben, Clusteraufgaben, Assoziationsaufgaben und Vorhersageaufgaben. Für diese Aufgabenfelder gibt es eine Vielzahl neuer Methoden, die den Anwender in seinem Problemlösungsprozess unterstützen können. Diese Methoden sind Assoziationsanalysen, Entscheidungsbäume, Neuronale Netze, Genetische Algorithmen, Clusterverfahren und Fuzzy Verfahren.

Technologien wie Data Warehouse, OLAP und Data Mining unterstützen die Entscheidungsvorbereitung durch die Datensammlung und -Speicherung, das Erzeugen von Wissen und die Transformation zu entscheidungsrelevanten Informationen. Der Einsatz von Data Mining Techniken zur Datenuntersuchung bietet eine Vielzahl von Analysemethoden. Der Vorteil der Flexibilität und Variabilität stellt gleichzeitig auch das größte Problem bei der Anwendung von Data Mining Software dar. Die Vielzahl an Untersuchungsmöglichkeiten und deren Kombinierbarkeit bergen die Gefahr einer unproduktiven Datenanalyse, bei der die eingesetzte Zeit nicht im Verhältnis zum erbrachten Ergebnis steht. Ein Problem der computergestützten Datenanalyse ist, dass man im Vorfeld nicht sagen kann, welche Methode sich für die jeweilige Problemstellung am besten eignet.

Eine Entscheidungsorientierte Aufbereitung und Analyse der Informationen spielt im Zeitalter steigender Datenmengen eine wichtige Rolle. Alle relevanten Informationen sind zu nutzen.

Analytische Informationssysteme helfen diese Masse an Daten und Informationen in angemessener Verdichtung und verständlicher Form zu präsentieren. Das berühmte Zitat "Wissen ist Macht" von Francis Bacon kann als Rechtfertigung für den Aufwand, den Unternehmen in den Einsatz neuer Technologien zur Informationsgewinnung stecken, angesehen werden.