
Kurzfassung der Vertieferarbeit

Name: Markus Todt

Thema: **Möglichkeiten und Grenzen der computerunterstützten Videoauswertung des Verkehrsablaufs an signalgeregelten Knotenpunkten**

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Manfred Boltze, Dipl.-Ing. Axel Wolfermann

Detektoren kommen überall dort zum Einsatz, wo es darum geht, die besonderen Eigenschaften, Merkmale und Abläufe des Verkehrs zu ermitteln. Bedingt durch die technologische Entwicklung entstehen neue Einsatzgebiete, auch im Gebiet der Verkehrserfassung. Ein Beispiel dafür ist die digitale Datenerfassung durch Videodetektoren – dem Nachfolger der Analogtechnik – die immer mehr an Bedeutung gewinnt.

Im Rahmen dieser Arbeit wird ein am Fachgebiet für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik der TU Darmstadt eingesetztes Videodetektionsverfahren untersucht, durch das man Videoaufzeichnungen aus einer Höhe von circa 25 Metern, insbesondere im Bereich von Knotenpunkten, erstellen kann. Die durch das sogenannte Teleskopmastverfahren gewonnenen Daten werden für Forschungszwecke verwendet, weshalb möglichst fehlerfreie und exakte Videoaufzeichnungen unerlässlich sind. Ziel ist es daher, die erreichbare Messgenauigkeit des Teleskopmastverfahrens zu bestimmen, d.h. es werden die Faktoren, welche die Genauigkeit der Datenerfassung beeinflussen, identifiziert. Zu diesem Zweck wird eine Fehleranalyse durchgeführt, die sich mit der Aufzeichnung bzw. Erfassung der Verkehrsdaten und der anschließenden computerunterstützte Auswertung der mittels Videoaufzeichnung gewonnenen Daten beschäftigt.

Zunächst werden die herkömmlichen Möglichkeiten zur Erfassung von Verkehrsdaten erläutert, d.h. es werden ausgewählte Detektionsarten (Induktionsschleife, Ultraschall usw.) erklärt. Darüber hinaus werden ihre Vor- und Nachteile beschrieben. Insbesondere die Videotechnik wird vorgestellt, deren Vorteil gegenüber herkömmlichen Detektionsarten u.a. darin besteht, dass die erstellten Aufzeichnungen für andere Untersuchungszwecke weiter verwendet werden können. Nicht behandelt werden Detektoren die eine untergeordnete Bedeutung im Straßenverkehr haben, wie z.B. Fernerkundungssysteme (Verkehrserfassung via Satellit und Flugzeug), die in der Regel nicht für Langzeitanalysen von Knotenpunkten geeignet sind.

Als Grundlage für die spätere Fehleranalyse wird das Teleskopmastverfahren vorgestellt, das aus einem umgebauten Fahrzeuganhänger mit einem darauf befindlichen ausfahrbaren Mast besteht, an dessen Spitze zwei Netzwerkkameras befestigt sind. Hauptvorteile des Verfahrens liegen in der Flexibilität, der Nähe zum Einsatzort und der großen Aufnahmehöhe. Nachteile bestehen in der Abhängigkeit zu den Witterungs- und erforderlichen Platzbedingungen beim Aufbau und beim Einsatz des Teleskopmasts. Im Anschluss an die Vor- und Nachteile des Verfahrens wird auf die besondere Bedeutung der Standortwahl bei der Erstellung von Knotenpunktaufnahmen eingegangen, um z.B. Verzerrungen zu berücksichtigen. Zusätzlich wird eine Checkliste zur Benutzung des Teleskopmastverfahrens erarbeitet, damit Fehler vermieden werden können. Im Hinblick auf die weiterführenden Untersuchungen erfolgt eine Beschreibung des Kamerasystems, bestehend aus der Trendnet TV-IP 410 und Axis-Kamera 215 PTZ. In diesem Zusammenhang wird die Bedeutung der Framerate der Netzwerkkameras erläutert, die einen direkten Einfluss auf die erzielbare Genauigkeit besitzt, d.h. je höher die

Framerate desto geringer ist der zeitliche Abstand zweier aufeinander folgender Videobilder. Darauf aufbauend werden die Videokompressionsverfahren MPEG-4 und Motion JPEG beim Einsatz des Teleskopmastverfahrens beschrieben. Durch die Gegenüberstellung der beiden Verfahren wird deutlich, dass sich das Motion JPEG Verfahren besser zur Erfassung von Verkehrsvorgängen eignet.

Bei der Fehleranalyse unterscheidet man zwischen systematischen und zufälligen Fehlern. Kennzeichnend für die systematischen Fehler ist die einseitige Abweichung, d.h. sie haben ein gemeinsames Vorzeichen. Kennt man die Größe des Fehlers, ist man in der Lage, diese durch einen Korrekturfaktor bei einer Auswertung mit einzubeziehen. Zufällige Fehler lassen sich nie ganz ausschließen, weshalb man Wiederholungsmessungen durchführt, um mit Hilfe der Statistik Aussagen über die Güte der Messungen zu machen. Für die Bestimmungen der Abweichungen, hervorgerufen durch systematische bzw. zufällige Fehler, kommt das Programm URUSoft Subtitle Workshop 2.51 zum Einsatz. Mit dieser Software werden zeitliche Differenzen innerhalb einer Videoaufzeichnungen ermittelt.

Als Grundlage für die eigene Fehleranalyse unter Laborbedingungen werden bereits vorhandene Haltelinien- und Knotenpunktaufnahmen analysiert. Bei den Haltelinienaufzeichnungen handelt es sich um Camcorder-Aufnahmen, die zusätzlich erstellt worden sind, damit der Zeitpunkt ermittelt werden kann, wann ein Fahrzeug die Haltelinie überquert. Im Hinblick auf die Fehleranalyse werden diese mehrfach mit dem Programm Subtitle Workshop manuell ausgewertet, um die Abweichungen zwischen den einzelnen Personen, die die Auswertung vornehmen, zu bestimmen. Als Ergebnis dieser statistischen Beurteilung ist festzuhalten, dass die durch das verwendete Auswerteverfahren ermittelten Zeitabweichungen innerhalb der definierten Toleranzen liegen. Durch die Wahl eines günstigen Camcorder-Standortes, der Einführung einer Vorankündigungszeit und der Einhaltung von Pausen lassen sich die Auswerteergebnisse verbessern.

Als Ausgangspunkt für die eigentlichen Fehleruntersuchungen zum Teleskopmastverfahren dienen die bereits erstellten Aufnahmen zu Knotenpunkt A019 und A046 in Darmstadt mit den beiden Kameras Trendnet TV-IP 410 und der Axis 215 PTZ. Zunächst werden die Komponenten des Aufnahmesystems näher erläutert, um deren Einfluss auf die Videoaufzeichnungen hinsichtlich der späteren Untersuchungen zu bestimmen. Anschließend werden die aus den Knotenpunktaufnahmen gewonnenen Verkehrsdaten bezüglich ihrer Genauigkeit analysiert. Ein Ergebnis dieser Untersuchung ist, dass die Trendnet-Aufzeichnungen Zeitschwankungen aufweisen, die sich durch eine schwankende Framerate während der Aufnahmen erklären lässt. Resultierend aus der Analyse werden Ansatzpunkte für mögliche Fehlerquellen abgeleitet, anhand derer eine Testreihe zur Bestimmung der Art und Größe der Fehler entwickelt wird.

Bei der Ursachenforschung für die Zeitschwankungen werden die einzelnen zur Knotenpunktaufnahme erforderlichen Komponenten unter Laborbedingungen untersucht, um die Faktoren zu bestimmen, die die Videoaufzeichnungen hinsichtlich der Verwendbarkeit zur Knotenpunktanalyse beeinflussen. Zusätzlich wird der Einfluss des verwendeten Netzwerkschwitches und die mögliche Beeinträchtigung durch die parallele Aufzeichnung ermittelt. Darüber hinaus wird die Videozeit hinsichtlich ihrer Genauigkeit untersucht. Außerdem werden die Systemauslastungen protokolliert, um eventuelle Rückschlüsse auf Beeinträchtigungen der Videoaufzeichnungen zu ziehen oder anders ausgedrückt: bestimmte Kameraeinstellungen auszuschließen, welche das Aufnahmesystem überfordern. Die Kameraparameter und deren Einflussnahme auf die bereits ermittelten Zeitdifferenzen werden analysiert, um letztlich eine fehlerfreie Videoaufzeichnung zu realisieren.

Ein Ergebnis der Untersuchungen ist, dass das Trendnet-Modell höhere Anforderungen an das verwendete Aufzeichnungsgerät stellt. Darüber hinaus gibt es keine Beeinträchtigungen hervorgerufen durch die gleichzeitige Aufnahme beider Kameras und durch den verwandten Netzwerkschwitch. Der jeweilige in den Aufzeichnungen dargestellte Chronometer beider Netzwerkkameras weist eine exakte Laufgenauigkeit auf. Die Realisierung einer fehlerfreien Aufnahme kann nur unter Verwendung des

Schwarzweiß-Aufnahmemodus und einer reduzierten Auflösung (352x288) seitens der Axis-Kamera erfolgen. Unter diesen Voraussetzungen ist die Axis Kamera für die Verwendung im Teleskopmastverfahren vollständig geeignet. Mit der Trendnet-Kamera lassen sich keine Aufzeichnungen erstellen, die zur Bestimmung von Zeiten bzw. von Geschwindigkeiten verwendet werden können. Im Rahmen des Teleskopmastverfahrens ist demnach eine Verwendung dieses Kameramodells nur zur qualitativen Verkehrserfassung möglich, nicht jedoch zur Bestimmung exakter Zeitdifferenzen.

Die in dieser Arbeit gewonnenen Ergebnisse zeigen, dass sich mit dem Teleskopmastverfahren – unter der Voraussetzung einer geeigneten, korrekt eingestellten Kamera – Zeiten einzelner Fahrzeuge exakt bestimmen lassen. Ist die zurückgelegte Strecke bekannt, lässt sich der dritte unbekannte Parameter, in diesem Fall die Geschwindigkeit, rechnerisch bestimmen.

Markus Todt

August 2009