

Jan Salmen: Eine Systemarchitektur für effiziente videobasierte Fahrerassistenzsysteme

1 Kurzfassung der Dissertation

Die Weltgesundheitsorganisation WHO schätzt, dass weltweit im Straßenverkehr jedes Jahr mehr als eine Million Menschen getötet werden. Die meisten Verkehrsunfälle lassen sich auf menschliches Fehlverhalten zurückzuführen. Es gibt daher seit Jahrzehnten vielfältige Bestrebungen, immer fortschrittlichere Technik zu entwickeln und einzusetzen, um den Straßenverkehr sicherer zu machen.

Aktive Sicherheitssysteme tragen zur Vermeidung von Unfällen bei (bspw. ESP, ACC, automatische Notbremsung). Sie spielen eine wichtige Rolle beim Schutz der Fahrzeuginsassen, insbesondere aber auch beim Schutz schwächerer Verkehrsteilnehmer (Fußgänger, Radfahrer, usw.). Verschiedene Systeme greifen auf unterschiedliche Datenquellen zurück, z. B. mechanische Sensoren, Radar-, oder Ultraschalltechnik. Die vielversprechendste Alternative für zukünftige Entwicklungen sind jedoch Videokameras. Videobilder enthalten alle Informationen, die zum sicheren Fahren nötig sind – auch Menschen steuern Fahrzeuge hauptsächlich basierend auf visueller Information.

Verschiedene videobasierte Applikationen gleichzeitig in ein Serienfahrzeug zu integrieren, stellt eine große technische Herausforderung dar. Problematisch ist insbesondere, dass populäre Algorithmen für wichtige Anwendungen auf unterschiedliche Bildmerkmale zurückgreifen. Das resultierende Gesamtsystem wird dadurch komplex und dementsprechend teuer in der praktischen Umsetzung. Dieser Umstand trägt mit dazu bei, die Verbreitung videobasierter Assistenzsysteme in Serienfahrzeugen zu verlangsamen.

In der vorliegenden Arbeit wird eine neue Architektur vorgeschlagen, in der alle relevanten Module auf dieselben Bildmerkmale zurückgreifen. Die universelle Vorverarbeitung nutzt Haar-Merkmale, die sich, insbesondere auch in eingebetteter Hardware, sehr effizient berechnen lassen. Algorithmen für verschiedene relevante Aufgaben (Fußgängererkennung, Verkehrszeichenerkennung, Stereo-Verarbeitung und Schätzen von optischem Fluss) wurden so angepasst, dass sie im neuen Gesamtsystem eingesetzt werden können.

Die neu vorgeschlagene Systemarchitektur ist dem bisherigen Stand der Technik überlegen. In verschiedenen Experimenten konnte gezeigt werden, dass die Leistungsfähigkeit der betrachteten Module in der neuen Architektur mindestens vergleichbar mit vorherigen Alternativen ist, in vielen Fällen konnten sogar Verbesserungen erzielt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass die Systemarchitektur beiträgt, videobasierte Assistenzsysteme einfacher, schneller und kostengünstiger zur Anwendung zu bringen.

Wenn Algorithmen basierend auf Haar-Merkmalen verwendet werden, ist die Zahl der freien Parameter typischerweise sehr hoch, da ein geeigneter Merkmalsatz festgelegt werden muss. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird vorgeschlagen, alle Parameter durch automatische (Mehrziel-)Optimierung zu bestimmen. Evolutionäre Algorithmen haben sich als Verfahren zur (Mehrziel-)Optimierung etabliert, ihre Anwendung erlaubt das Verarbeiten großer Datenmengen, ermöglicht Zeitersparnis, gewährleistet Objektivität, uvm.

Schließlich werden zwei weitere Verfahren vorgeschlagen, die künftige Entwicklungen positiv beeinflussen können. Eine neue Methode wird vorgestellt, die das wiederholte Training von Klassifikatoren mittels linearer Diskriminanzanalyse erheblich beschleunigt. Das Sammeln von Trainingsdaten für Lernverfahren zur Objekterkennung ist mit großem Aufwand und entsprechenden Kosten verbunden. Bilder, die über *Google Street View* öffentlich verfügbar sind, können eine gute Alternative darstellen. Ein entsprechendes Vorgehen wurde entwickelt und untersucht.