UPIC

Ultra-rapid precise Positioning for crash Impact potential Calculation

Programm / Ausschreibung	ASAP, ASAP 11. Ausschreibung (2014)	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.04.2015	**Projektende**	31.12.2016
Zeitraum	2015 - 2016	**Projektlaufzeit**	21 Monate
Keywords	Precise Point Positioning, Dead Reckoning, cooperative driving, Car2Car, collision prediction		

Projektbeschreibung

Innerhalb der letzten Jahre forschte die Automobilindustrie intensiv auf dem Gebiet der frühzeitigen Detektion von möglichen Unfällen zur Steigerung der Sicherheit im Straßenverkehr. Hierbei wurden diverse Ansätze basierend auf Laserscannern sowie Radar- und Videoverfahren untersucht, die eine Sichtverbindung zwischen den Fahrzeugen benötigen. Eine Alternative sind kooperative Systeme zur Kollisionsdetektion. Diese benötigen keine Sichtverbindung, da Positions- und Geschwindigkeitsdaten üblicherweise mittels GNSS bestimmt und zwischen den Fahrzeugen zur Kollisionsdetektion ausgetauscht werden.
Innerhalb des beantragten Projekts UPIC wird die Idee der kooperativen Systeme zur Kollisionsprädiktion und -vermeidung aufgegriffen, wobei die Zustandsvektoren der Fahrzeuge mittels Car2Car Kommunikation ausgetauscht werden. Um das System möglichst preiswert und einfach zu halten, sollen kostengünstige 1-Frequenz GNSS Empfänger zum Einsatz kommen und möglichst keine zusätzliche Infrastruktur notwendig sein. Damit sind Standardansätze zur Positionierung wie RTK oder DGNSS nicht anwendbar, da sie eine kontinuierliche Datenverbindung zu Referenzstationsnetzwerken voraussetzen. Außerdem sollen keine zusätzlichen Sensoren zum Einsatz kommen, die nicht bereits in modernen Fahrzeugen installiert sind.
Für die Positionsbestimmung soll der GNSS Ansatz des Precise Point Positioning (PPP) zum Einsatz kommen, eine Methode, welche durch Verwendung von Code- und Phasenmessungen eine hoch genaue Positionsbestimmung im Dezimeterbereich ermöglicht. Die benötigten präzisen Ephemeriden- und Uhrprodukte können periodisch aus dem Internet geladen werden. Diese Download-Option ist notwendig, da von keiner kontinuierliche Datenverbindung im Auto ausgegangen werden kann. Da bekanntlichermaßen die GNSS Genauigkeit in urbanen Räumen deutlich geringer ausfällt, soll GNSS mit im Fahrzeug verfügbaren Radsensoren kombiniert werden. Dies soll in Form einer engen Kopplung mithilfe eines Kalman Filters erfolgen. Zusätzlich sollen unterschiedliche kinematische wie auch dynamische Fahrzeugmodelle implementiert werden, um die Ergebnisse weiter zu verbessern.
Die ermittelten Zustandsvektoren bestehend aus Position, Geschwindigkeit und Heading fließen in den Kollisionsalgorithmus, um die Fahrzeugtrajektorien zu prädizieren und Kollisionsszenarien zu detektieren. Für eine zuverlässige Prädiktion der Trajektorien werden fahrspurgenaue Straßenkarten sowie die Kenntnis über die aktuelle Fahrspur der Fahrzeuge benötigt. Hierfür soll ein sogenanntes Map-Matching Verfahren auf Fahrspurniveau noch vor der Prädiktion durchgeführt werden. Der

um die Fahrspurinformation erweiterte Zustandsvektor wird nun zwischen den Fahrzeugen ausgetauscht, um potentielle Gefahrensituationen zu erkennen. Im Fall der Detektion einer potentiellen Gefahr werden die Wahrscheinlichkeit einer Kollision, der Zeitpunkt und die Schwere (Aufprallgeschwindigkeit, winkel und –punkt) der Kollision bestimmt.
Wissentlich, dass Systeme basierend auf Kameras und Radarsensoren bereits zuverlässige Daten zur Kollisionsprädiktion liefern, soll innerhalb dieses Projekts das Potential eines Systems basierend auf GNSS, Radsensoren und präziser Kartendaten aufgezeigt werden. Es wird erwartet, dass das zu entwickelnde System im Vergleich zu Radar- oder Kamerasystemen in Situationen ohne Sichtverbindung (Kurven und Kreuzungen) sowie bei größeren Distanzen eine bessere Leistung zeigt und Warnungen früher möglich sind. Es wird nicht darauf abgezielt, ein späteres System eigenständig zu betreiben, jedoch das große Potential von GNSS im Bereich Straßensicherheit aufzuzeigen. Bedenkt man den Marktumfang durch standardmäßige Integration von GNSS in Autos wäre die serienmäßige Umsetzung ein enormer Schub für die GNSS Industrie.
Zusammenfassend zielt das Projekt auf die Entwicklung eines kostengünstigen Systems zur Kollisionsdetektion basierend auf GNSS, Radsensoren, Karteninformation und Car2Car Kommunikation ab. Verglichen mit Video- oder Radarsystemen ermöglicht dies eine frühere Kollisionsdetektion, da keine Sichtverbindung zwischen den Fahrzeugen benötigt wird. Andererseits ergeben sich große Synergien zum autonomen Fahren, wo ebenfalls eine fahrspurgenaue Positionierung benötigt wird. Das Projektziel ist die Entwicklung eines erweiterbaren Demonstrators zur zuverlässigen Kollisionsdetektion in Echtzeit.

Abstract

Within the last years, the automotive industry has done intense research regarding early detection of potential accidents in order to increase the safety on roads. Investigations include several different approaches based on laser scanners as well as radar and video technologies, which require a line-of-sight between the moving vehicles. Other approaches get along without a line-of-sight, as it is the case for collision detection based on cooperative systems. Thereby, the position, velocity etc. are derived by GNSS positioning and exchanged between the vehicles to detect possible collisions in time.
Within the proposed project UPIC, the idea of cooperative systems for collision prediction and avoidance is pursued. The planned system will use Car2Car communication (802.11p standard) to share the state vectors of each car. To keep the system as simple and cheap as possible, the positioning is aimed to be based on low-cost single-frequency GNSS equipment and should be widely independent of additional infrastructure. Therefore, common approaches as RTK or DGNSS, both dependent on continuous data from reference station networks, will not be applied.
For the positioning, the GNSS method Precise Point Positioning (PPP) shall be utilized to reach the required accuracy of a few decimetres by using code and phase measurements. The precise orbit and clock data needed for PPP can be downloaded from the internet periodically. This download option is needed because no continuous data link can be guaranteed. Since the GNSS accuracy is significantly decreased in urban regions, GNSS shall be combined with wheel sensor data to overcome GNSS-critical regions. Wheel sensor data is already accessible in modern cars and will be considered within a tightly coupled integration approach. In addition, sophisticated kinematic (e.g. bicycle model) or dynamic models for the Kalman filter shall further improve the results.
The derived state vectors including position, velocity, heading etc. are used in a collision algorithm to predict the vehicles' trajectories and further to detect potential collisions. For the reliable prediction of the trajectories, precise lane-level road maps as well as the knowledge of the lane of each car are needed. Therefore, a lane-level map matching will be executed prior to the prediction step. The extended state vector including lane information is exchanged between the cars to enable the detection of potential hazard situations. In case of a detection, the collision probability, time to collision and severity

(collision speed, angle and point of impact) will be calculated.
Being aware of the fact, that systems based on cameras or radar sensors already deliver very reliable results for collision prediction, within this project, the potential of a system comprised of GNSS, wheel sensors and precise map information shall be highlighted. The proposed system is expected to show better performance compared to camera and radar systems in case of no line-of-sight (e.g. in curves or at crossroads) or in case of larger distances and shall help to detect dangerous situations significantly earlier. It is not intended to run such a system isolated, but showing the huge potential, GNSS would contribute in an increased road safety by being part of a combined camera-radar-GNSS system. Thinking of the market potential for GNSS within the automotive field, this would give GNSS a huge push.
In summary, the proposed project aims at the development of an affordable collision detection system based on GNSS positioning, wheel sensors, map information and Car2Car communication. The system will on the one hand show benefits in situations where camera or radar based systems are limited because of no line-of-sight. On the other hand, a GNSS based lane-level accurate positioning system will also be needed for autonomous driving, which is an up-to-date research topic.
The outcome of the project should be an expandable demonstrator for reliable real-time collision detection.

Projektkoordinator

- Technische Universität Graz Institut für Geodäsie / Arbeitsgruppe Navigation

Projektpartner

- Dr. Steffan - Datentechnik Gesellschaft m.b.H.
- MAGNA STEYR Engineering AG & Co KG
- Technische Universität Graz Institut für Regelungs- und Automatisierungstechnik