
IMA

Intermodal Mobility Assistance



Deliverable 3.1

Konzept für die Einbindung verschiedener lokaler und globaler Kommunikationsmechanismen in die Gesamtlösung



1. Einführung

Verkehrssysteme müssen heutzutage Probleme bewältigen, die sich zurückführen lassen auf die rapide Urbanisierung und die Nachfrage nach höherer Mobilitätsqualität von modernen Arbeits- und Lebensstil. Informations- und Kommunikationssysteme spielen eine wichtige Rolle bei der Realisierung intelligenter Verkehrssysteme (ITS), um neue Werte und Lösungen für moderne Personenbeförderung zu bringen. Datenkommunikationssysteme sind von grundlegender Bedeutung für viele Anwendungen von großer ITS-Komponenten z.B. Verkehrsmanagement- und Informationssysteme, Fahrzeugsteuersysteme, öffentliche Verkehrssysteme, Assistenzsysteme für Reisende, Sharing-Geschäftsmodelle, usw.

Assistenzsysteme für Reisende, z.B. Routenplanung, bieten intelligente Funktionen zusätzlich zu einfachen Navigationsdiensten, um eine effiziente Kombination von verfügbaren Verkehrsmitteln zu realisieren. Benutzer dieser Systeme erleben optimale Reisequalität in Verbindung mit bevorzugter Verkehrsmittel, Fahrzeit, Kosten und Umweltbewusstsein. Solche Systeme erfordern Echtzeitüberwachung- und Steuerungsfunktionen der Verkehrsmittel mittels fortgeschrittenen Informations- und Kommunikationstechnologien, beispielsweise verteilte Bildverarbeitungssysteme, Fahrzeugortung, Kommunikation und Analyse von Echtzeit-Verkehrsdaten, Zwischenfahrzeugkommunikation.

Der Mangel an Breitband-Datenübertragungsinfrastruktur für ITS hat die Einführung von ITS-Anwendungen verhindert. In einer ländlichen Gegend oder Landstraßen kann der spärliche Einsatz von Makrozellen nur eine begrenzte Anzahl von mobilen Geräten versorgen. In den Städten ist dichter Einsatz von Makrozellen und kleine Zellen für große Nachfrage der Mobilnutzer benötigt. Jedoch sind die Netze mit anderen Benutzer-Content überlastet. Mobile Geräte im Umfeld der Stadt durchstreifen verschiedenen Zellen, was hohe Handover-Overhead und Netzwerk-Ineffizienz verursacht. Netzbetreiber raten von dem Einsatz von Breitbandnetzwerke für ITS-Daten ab. Effizientere und kostengünstigere Datenkommunikation werden benötigt für die Einführung von IVS-Dienste.

2. Datenkommunikation in IMA

IMA-Plattform unterstützt Reisende bei der Kombination mehrerer Transportmittel für ihre Mobilitätsnachfragen. Es erfordert die Analyse der verschiedenen Informationsquellen für die Echtzeitplanung von Streckenabschnitten und den jeweiligen Transportmethoden. Benötigte Informationen werden von Mobilitätsdienstleister, z.B. Car-Sharing, öffentliche Verkehrsdienste, Bike-Sharing, und von anderen Dienstleister für Verkehrsinformation, z.B. Google-Verkehrereignisbericht, Verkehrskamera-Analyse, Wetterdienst, zur Verfügung gestellt.

Eine wichtige Informationsquelle ist die Echtzeit-Verkehrsinformationen. Verkehrsdaten werden gesammelt von Fahrzeugen und intelligenten mobilen Geräten, die mit verschiedenen Sensoren ausgestattet sind. Aus der Analyse

der 3D-Beschleunigungs- und GPS-Daten können Information über den aktuellen Transportmodalität und Verkehrszustand extrahiert werden. Diese Informationen beeinflussen Routenplanungskomponente des IMA-Plattform in die Routenwahl und Überwachung der Reisepläne für zeitnahe Routenaktualisierung bei Änderung der Reisebedingungen.

Anderer IMA-Dienst ist die Bereitstellung von aktualisierten Verkehrsinformationen zur Verbesserung des Reiseerlebnis. Benutzer werden über die aktuelle Verkehrslage in ihrem Ort informiert. Diese Funktion wird in Auftreten von langen Verkehrsbehinderungen oder im Falle von Sicherheitsinformation gewünscht. Solche Informationen sind oft ortbezogen und sinnvoll für bestimmte Nutzer an den Ort.

In beiden Fällen ist die Verwendung von konstanten End-to-End-Netzwerkverbindungen zwischen der Plattform und Anwender praktisch nicht durchführbar wegen der begrenzter Kapazität der mobilen Breitbandnetz. IMA-Kommunikationssysteme wurden entwickelt, um lokale, Zwischenfahrzeugkommunikationstechnologien für kooperativen Datentransport zu nutzen und Mesh-Netzwerktechnologien zur erweiterten Netzdeckung.

3. Konzeptentwurf

3.1 Referenznetzwerktopologie

Die Konzeptionierung des gesamten Netzwerkkonzept berücksichtigt aktuellen Telekommunikationsnetz und eingesetzten Technologien. Das in IMA realisierte Datennetz soll mit vorhandener Infrastruktur integriert werden und die ergänzt. Abbildung 1 zeigt eine Referenznetzwerktopologie, die die moderne 3G/4G/LTE Netzwerkarchitekturen darstellt. In Nutzerumgebungsnetz (UE Space) haben mobile Endgeräte Verbindungen zu mehreren drahtloser Technologien z.B, WiFi, UMTS, LTE. Dies erlaubt den Nutzer der flexible Nutzung von Kommunikationstechnologien für verschiedenen Datendienste. Funkzugangsnetze sind die Verbindungen für Dienst-Clients zu Diensterbringer-Netz. In diesen Netzwerke werden Zugangspunkte bereitgestellt (WiFi AP, BTS, eNodeB), um eine große Netzabdeckung zu gewährleisten. Die Zugangspunkte können mit Datensteuerungsfunktionen ausgestattet sein. Zur Mobilitätssteuerung oder Access-Control werden Controller-Komponenten eingesetzt, die mehrere Zugangspunkte verwalten. In modernem Telokomnetz können die Zugangspunkte direkt koordinieren (LTE-A), um Nutzermobilität mit niedriger Verzögerung zu ermöglichen.

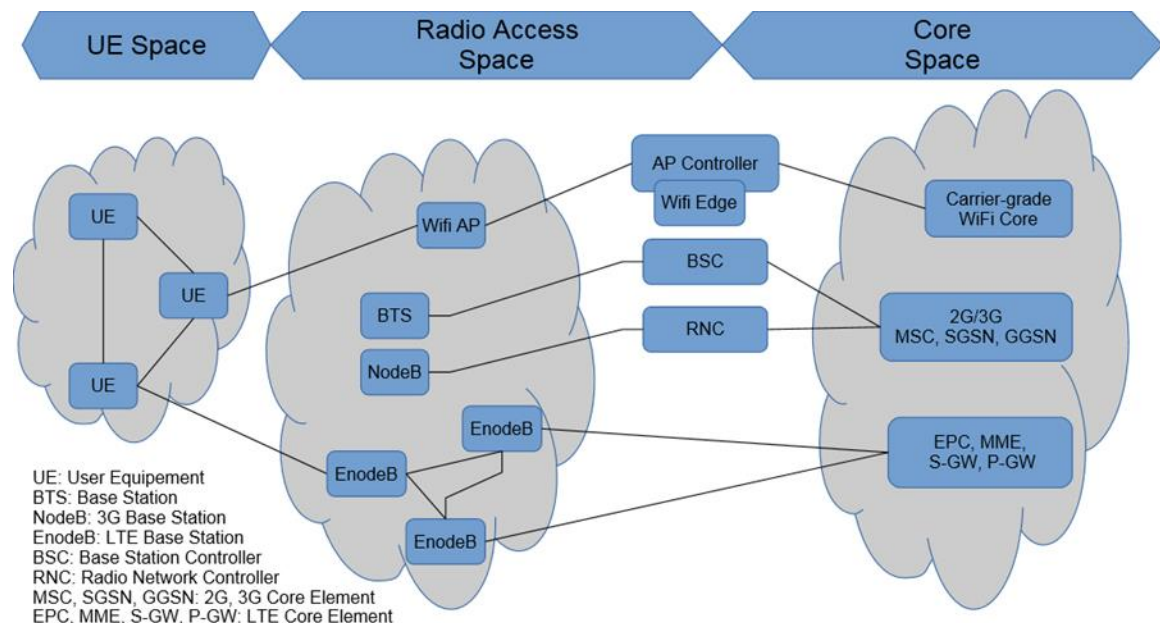


Abbildung 1 Referenznetzwerktopologie

3.2 Gesamtnetzwerkkonzept

Der Fokus dieser Arbeit liegt in der Konzeptionierung des gesamten Datenkommunikationsnetzes (Abbildung 2). Unter Berücksichtigung der Verteilung, der Größe und der geforderten Übertragungszeit der Verkehrsdaten wurden technische Anforderungen an das Kommunikationssystem analysiert. Anschließend wurde die Architektur des gesamten Kommunikationssystems konzipiert. Der Kern des Systems ist ein Daten-Offloading-Netz, das die Nutzung des mobilen Breitbandnetz vermeidet und die Vorteile lokaler WLAN-Technologien ausnutzt. Gemäß den Eigenschaften der Systemkomponenten bzgl. Datenkommunikation und -verarbeitung kann das Kommunikationsnetz in folgende Segmente unterteilt werden:

- Mobiles Netzwerksegment bestehen aus den mobilen Endgeräten der Nutzer und den in den Fahrzeugen integrierten Car-PCs. Diese Geräte sind mit Sensoren ausgerüstet und erzeugen eine große Menge an verkehrsrelevanten Daten, die in Echtzeit verarbeitet werden sollen, um Dienstplattform mit zusätzlichen aktuellen Verkehrsdaten bereitzustellen z.B. Beschleunigung-, GPS-, Gyroskop Daten. Allerdings haben diese Geräte nur eine begrenzte Energiekapazität oder Prozessorleistung. Außerdem hat dieses Subnetz einen sehr hohen Mobilitäts- und Verteilungsgrad. Daher ist der Hauptzweck dieses Subnetzes die Sammlung und Zustellung von Verkehrsdaten an Mesh-Access Points. Hier können Techniken für einen kooperativen und unterbrechungstoleranten (DTN) Datentransport angewendet werden um die Weiterleitung von Daten zwischen Fahrzeugen und Gateways zu ermöglichen.
- Mesh-Netzwerkinfrastruktur Segment bestehen aus statischen, speziellen WiFi Access Points (AP, auch als „road side unit“ RSU

genannt) und möglicherweise statischen Datenerzeugern, z.B. Videokameras. Die APs dienen als Gateways für Mobiles Netzwerkssegment. Auf die APs werden DTN-Routing Funktionalität installiert. Die erlaubt APs die Abnahme Sensoren Daten von Fahrzeuge, die zwischengespeichert sind. Durch das Backbone-Netz werden Verkehrsdaten mit höherer Geschwindigkeit und Zuverlässigkeit an Dienstplattformweitergeleitet. Dadurch bilden Mesh-Infrastruktur ein Offloading-Netzwerk, das die direkte Kommunikation von Daten über Funknetz vermeidet. Außerdem sind APs Zusteller von Verkehrsinformationen und Koordinator von mehreren Mobilen Subnetzen. Oft sind Ort bezogene Verkehrsinformationen von großen Bedeutung für Fahrzeugen z.B lokale Wetter-, Unfalldaten. Geographisch verteilte APs können Informationen vom Dienstplattform anfordern, die für ihren Orten relevant sind. Hier kann die Anwendung von Information-Centric-Netzwerk (ICN) Technik die geographische Datenverteilung ermöglichen. Mit dem Hinzufügen zusätzlicher Rechenkapazität ist eine Datenvorverarbeitung bzw. Prozess-Offloading für noch anspruchsvollere Dienste in Mobilen Subnetzen möglich.

- Plattform-Netzsegment besteht im Kern aus der IMA-Plattform, die durch das Mesh-Infrastruktur-Segment aggregierte Verkehrsdaten empfängt und Ort bezogene Verkehrsinformation zustellt. Für diese Anwendungen sind geeignete Datenschnittstellen erforderlich. Andere wichtige Netzwerkkomponente ist ein Cloud-basierter zentraler Controller. Der Controller ist für die generelle Verwaltung und Koordination von Mesh-APs zuständig.

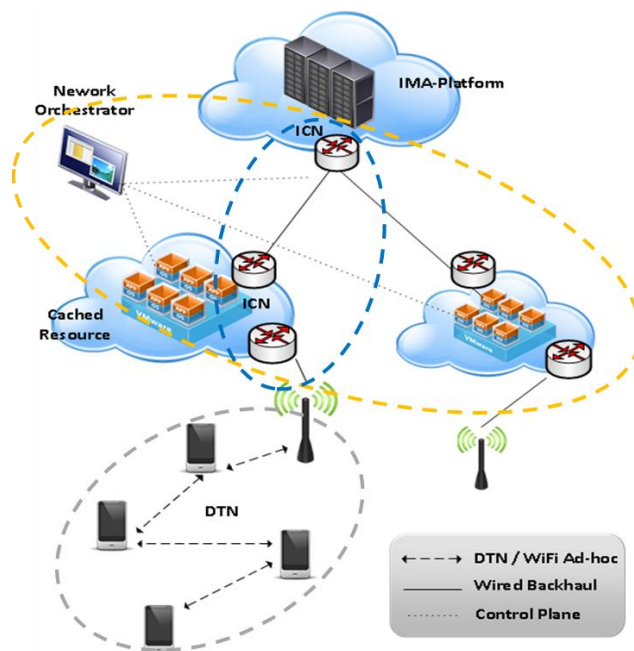


Abbildung 2 Konzept des Gesamtnetzwerk

Zur Realisierung der entworfenen Konzept werden Komponenten von SemperLink verwendet. So kommen das IntelliConnect Smartphone und das Embedded Connectivity Gateway im mobilen Netzwerkssegment und Mesh-Segment zum Einsatz. Der in IMA entwickelte Car-PC wurde auf Basis des Embedded Gateways aufgebaut. Im Mesh-Segment wurde das Embedded Gateway erweitert, um Roadside Units (RSU) Funktionalitäten zu implementieren. Im Unterschied zum Car-PC werden RSUs mit mehr Kapazität und Zugangspunkt-Funktionen ausgestattet z.B DTN- und ICN-Router. Die Komponenten von SemperLink können bereits von der zentralen Managementplattform „IntelliConnect Application Suite“ verwaltet werden („AP Controller“ in der Referenztopologie), die die Basisfunktionen Kapazitäts-, Spektrum- und Identitätsmanagement anbietet. Die „Application Suite“ wurde mit dem offenen, modularen Framework OpenDaylight entwickelt. Es ist daher vorteilhaft auch die IMA-Kontrollfunktionen als OpenDaylight-Module zu entwickeln, die die vorhandenen Datenmodelle wiederverwenden und sich in die „Application Suite“ integrieren lassen. Die Implementierung der Kontrollfunktionen wird in anderer Arbeit detailliert dargestellt.