

**Sensor City Assen: Onderweg met op maat gesneden
verkeersinformatie**

Klaas Friso
Goudappel Coffeng BV
kfriso@goudappel.nl

Jan Reitsma
Stichting Sensor City
reitsma@sensorcity.nl

**Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk
24 en 25 november 2011, Antwerpen**

Samenvatting

Sensor City Assen – Onderweg met op maat gesneden verkeersinformatie

In Assen wordt een meetnetwerk gerealiseerd van internationale allure. Op circa 200 locaties in en rond wordt door middel van sensoren continu de verkeersdruk gemeten. Aangevuld met floating car data (FCD) – informatie van mobiele telefoons en de navigatiesystemen van de verkeersdeelnemers – wordt een compleet monitoringssysteem gerealiseerd. Alle meetpunten leveren gezamenlijk zeer gedetailleerde informatie op waardoor de ontwikkeling van de reistijden in en rondom Assen nauwkeurig kan worden bepaald en voorspellingen voor de korte termijn kunnen worden gedaan.

Bovendien kan het verkeer adequaat worden gedirigeerd. In geval van stremmingen kunnen automobilisten via navigatie of mobiel het advies krijgen om aan de rand van de stad te parkeren en verder te reizen met het openbaar vervoer. Onderzocht wordt of men vanuit de auto online een plek in de bus kan reserveren en afrekenen via de telefoon. Als er geen sprake is van stremmingen wordt men geleid naar een vooraf gereserveerde parkeerplaats in een parkeergarage en wordt automatisch betaald wanneer de parkeergarage weer wordt verlaten.

Ook kan het verkeer op basis van de actuele informatie tijdelijk worden omgeleid, bijvoorbeeld op het tijdstip waarop scholen uitgaan ten behoeve van de verkeersveiligheid.

Bovenstaande zijn voorbeelden van onderzoeksvragen waar het consortium Sensor City Mobiliteit gedurende dit onderzoeksproject aan gaat werken. Er zijn vijf use cases gedefinieerd waarin nagenoeg alle onderzoeksvragen zijn opgenomen. Het betreft de volgende use cases:

- **Dynamisch verkeersmanagement:** Op basis van het actuele verkeersbeeld van Assen worden zelfstandig scenario's geactiveerd en krijgt de weggebruiker up to date informatie om een optimale route te kunnen kiezen om zodoende vertragingen te minimaliseren.
- **Adaptief verkeersmanagement met intelligente verkeersregeling:** In Assen Noord worden verkeersregelininstallaties (VRI's) optimaal op elkaar afgestemd en kunnen bepaalde typen verkeersdeelnemers (waaronder carpoolers en bussen) worden bevoordeeld.
- **Naderen van Assen met de auto inclusief parkeergeleiding (Park & Pay):** Een intelligent parkeerverwijssysteem helpt de automobilist vanaf 15 minuten voor het bereiken van de gewenste bestemming om een parkeerplaats te reserveren, te begeleiden en te betalen. Een mogelijk advies kan ook zijn om de reis te combineren met het openbaar vervoer.
- **Multimodale reisassistent met OV en carpoolen:** Met deze applicatie wordt voorafgaand en/of tijdens de reis ondersteuning geboden bij het maken van keuzes voor vertrektijd en vervoerwijze.
- **Veilig rijden belonen:** Autobestuurders krijgen real-time én achteraf informatie over de mate waarin hun reis- en rijgedrag veilig is en worden daarvoor beloond.

Kortom, met dit project creëert Assen alle ruimte voor excellentie !

1. Inleiding

Sensor City is een subsidieproject waarin een tiental partijen samen werken aan één van de grote uitdagingen van de toepassing van grootschalige sensor netwerksystemen. Doelstelling van Sensor City is het ontwikkelen van een stedelijk sensorsysteem waarmee onderzoek naar verschillende toepassingen gefaciliteerd kan worden, waarbij enkele onderzoeklijnen (m.n. mobiliteit en geluid) direct vanaf het begin onderdeel van het project zijn.



Dit stedelijke sensorsysteem is bedoeld als innovatieve infrastructuur om industrieel onderzoek naar technologie ontwikkeling voor verschillende applicaties te ondersteunen, en om zichtbaarheid te geven aan de Noordelijke Piek in de Delta sensorsystemen. De gemeente Assen en de provincie Drenthe profileren zich hiermee als actief ondersteunende partner voor Sensor City. De applicaties zullen zich in eerste instantie voornamelijk in de toegepaste onderzoekssfeer bevinden. Direct bij aanvang van, en dus onderdeel van, dit project zullen twee onderzoeksrichtingen gestart worden: monitoring van verkeer ten behoeve van onderzoek naar dynamisch verkeersmanagement inclusief intelligent parkeerbeheer, en geluidsmonitoring voor onderzoek naar stedelijk geluid, geluidsoverlast en mogelijkheden tot beheersing daarvan. Andere applicaties die kunnen volgen zijn: monitoring van luchtkwaliteit (CO₂, fijnstof, etc.), gedetailleerde monitoring van neerslag (o.a. ten behoeve van rioolbeheer), etc.

In 2010 is het onderzoeksproject City Mobiliteit van start gegaan. In dit project wordt onderzoek gedaan ten behoeve van zowel verkeersmanagement als reisinformatie. Belangrijk element hiervan is een vast sensornetwerk in Assen met ongeveer 200 nodes. Het project wil inspelen op een nieuwe ontwikkeling, namelijk het kunnen genereren van betrouwbare verkeersinformatie uit verschillende inwinbronnen/sensorsystemen (van GPS tot bluetooth). Deze informatie kan gebruikt worden in verschillende toepassingen op het gebied van verkeersmanagement en verkeersinformatie.

De informatie wordt aan de reiziger teruggekoppeld met als doel om deze op een efficiënte manier op de plaats van bestemming aan te laten komen en daarnaast ook het milieu te ontlasten. Door verkeersstromen online in de gaten te houden en direct te communiceren met de weggebruikers, ontstaat de mogelijkheid om snel in te kunnen spelen op veranderende verkeerssituaties en ook om goede verkeersvoorspellingen te doen. Vooral dit laatste is nieuw: in plaats van te reageren op ontstane verkeerssituaties kan al worden geanticipeerd op de verwachte situatie. Het resultaat gaat zorgen voor minder zoekverkeer in de binnenstad, minder uitstoot door verkeerslichten gericht te bedienen, een betere verkeersdoorstroming en meer gebruik van het openbaar vervoer.

Het project duurt tot en met eind 2013. In de experimentele fase van het project zullen de toepassingen beproefd worden in een grootschalig experiment met meer dan 1.000 vrijwillige deelnemers.

Het consortium Sensor City Mobiliteit bestaat uit de partijen: Goudappel Coffeng, TNO, DySI, Elevation Concepts, MagicView, Mobuy, NXP, OV9292, ParkingWare, Peek Traffic, TomTom, Quest TC en Univé.

Testomgeving van internationale allure

Assen is voor het consortium de ideale omgeving om onderzoek te doen, aangezien in Assen een meetnet wordt gerealiseerd dat zo nauwkeurig is dat het als een volwaardig referentie- en validatiesysteem kan functioneren in het grootschalige onderzoek dat het consortium wil uitvoeren. Het is een controleerbare omgeving zonder grote verkeershinder en hoge emissies als gevolg van verkeer en daarom is Assen dé proeftuin om onderzoek te doen, nieuwe kennis en technologie toe te passen en uit te proberen in echte situaties. Assen biedt een mooie springplank naar de rest van Nederland én het buitenland waar de opgebouwde kennis kan worden aangeboden aan steden die wel veel verkeershinder en hoge emissies hebben.

Het consortium beschikt op deze wijze over een unieke manier om onderzoek te doen naar nieuwe technologieën en combinaties van nieuwe componenten die de totale verkeersketen efficiënter, gebruiks- en milieuvriendelijker kunnen maken.

Indeling paper

In deze paper wordt een toelichting gegeven op een aantal aspecten van het project Sensor City Mobiliteit, te weten de doelstellingen, het meetnetwerk, het online verkeersprognosemodel, de use cases en security en privacy kwesties.

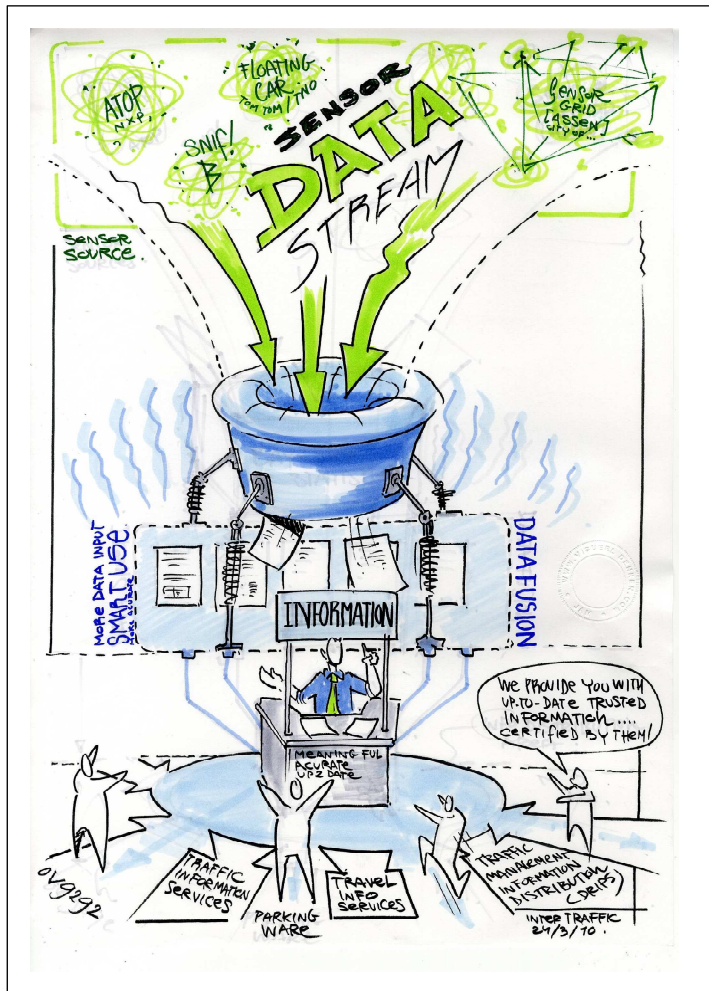
2. Doelstellingen

De doelstellingen van het consortium Sensor City Mobiliteit zijn om:

- onderzoek te doen naar het genereren van betrouwbare Floating Car Data (FCD) op basis van een combinatie van metingen uit het vaste meetnetwerk, van gsm data en van data uit in-car devices;
- onderzoek te doen naar reistijdvoorspellingen gebaseerd op de koppeling van Floating Car Data aan complexe verkeersmodellen, die toepasbaar zijn voor zowel verkeersinformatie als verkeersmanagement;
- onderzoek te doen naar de technologie die nodig is voor toekomstige informatie- en betaaldiensten gericht op zowel individuele mobilisten als diensten naar de vervoerders, op basis van verbeterde reistijd- en aankomsttijdverwachtingen en persoonlijke reisprofielen;
- te onderzoeken welke effectieve mogelijkheden er zijn om verkeersregelininstallaties adaptiever te maken;
- inzicht te krijgen in de wijze waarop mensen reageren op reisinformatie en hoe gewoontegedrag doorbroken kan worden;
- inzicht te krijgen in de effecten op de verkeersdoorstroming, de verkeersveiligheid en het milieu

Het consortium wil in Assen inspelen op een nieuwe ontwikkeling, namelijk het kunnen genereren van betrouwbare verkeersinformatie uit verschillende inwinbronnen/sensorsystemen (van GPS tot Bluetooth). Hierbij is het de uitdaging om te onderzoeken of aan de hand van de verschillende inwinbronnen en nieuw te ontwikkelen

algoritmen dusdanige nauwkeurige verkeersvoorspellingen gedaan kunnen worden, dat de wegbeheerder in Assen al vooraf kan inschatten hoeveel verkeer richting het centrum zal gaan. Deze informatie kan dan vervolgens worden gestuurd naar de verschillende verkeersregelinstanties (VRI's), die in onderling, interactief, overleg kunnen bepalen hoe lang 'groen' gegeven kan worden. Uiteindelijk doel is dat dit niet alleen zal leiden tot een veel betere verkeersdoorstroming, maar ook tot een aanzienlijke emissiereductie.



Figuur 2.1: Sensor City in een notendop

Onderzocht wordt of de voorkeursroute van de wegbeheerder direct geplaatst kan worden op het beeldscherm van de navigatieaanbieder. Voorts zal in het onderzoek veel aandacht worden gegeven aan de (auto)mobilist. Automobilisten zijn tegenwoordig vooral geïnteresseerd in betrouwbare informatie. Onderzocht wordt daarom of het mogelijk is om betrouwbare verkeersadviezen te geven die aansluiten bij de belevingswereld van de mobilist. In geval van een file op de A28 zullen mensen uit de omgeving van Assen advies krijgen om via provinciale wegen te rijden, terwijl mensen uit bijvoorbeeld het zuiden van het land op de A28 kunnen blijven rijden. Hierdoor wordt het provinciale wegennet niet overbelast en ontstaat er geen onnodig zoekverkeer (*Lokaal voor Lokaal*). Uiteindelijk is het streven om een methodiek te ontwikkelen, waarbij iedere mobilist uitsluitend die informatie krijgt, die door hem/haar is gewenst. Deze informatie

zal onafhankelijk van specifieke in-car platformen ontvangen dienen te worden en tevens mogelijkheden bieden om mobilisten hetzij naar aansluitende openbaar vervoervoorzieningen te geleiden, hetzij naar een (mobiel gereserveerde) parkeergarage te leiden, waarbij pas (mobiel) afgerekend dient te worden op het moment dat de garage wordt verlaten.

3. Meetnetwerk Sensor City

Het sensornetwerk is eigendom van de gemeente Assen. Beheer en exploitatie is de verantwoordelijkheid van stichting Sensor City. Sensor City meetnetwerk heeft als basis een regelmatig grid van meetpunten (nodes) met tussenafstanden van 750 meter, in het centrum van Assen verdicht tot afstanden van 500 meter. Ten behoeve van enkele verwachte toepassingen (bv. mobiliteit) van het meetnetwerk is specifiek gekeken naar de meetlocaties die daarvoor van belang zijn. Indien een specifieke meetlocatie in de buurt van een gridpunt (node) ligt, kan dat betekenen dat het gridpunt komt te vervallen. Figuur 3.1 toont het conceptuele sensornetwerk in Assen, dit vormt de basisinfrastructuur van het meetnetwerk. Op iedere meetlocatie (node) kunnen één of meerdere sensoren worden geplaatst. In eerste instantie zijn dit sensoren ten behoeve van metingen van mobiliteit en geluid. Te zijner tijd kunnen er voor andere toepassingen andersoortige sensoren bijgeplaatst worden.

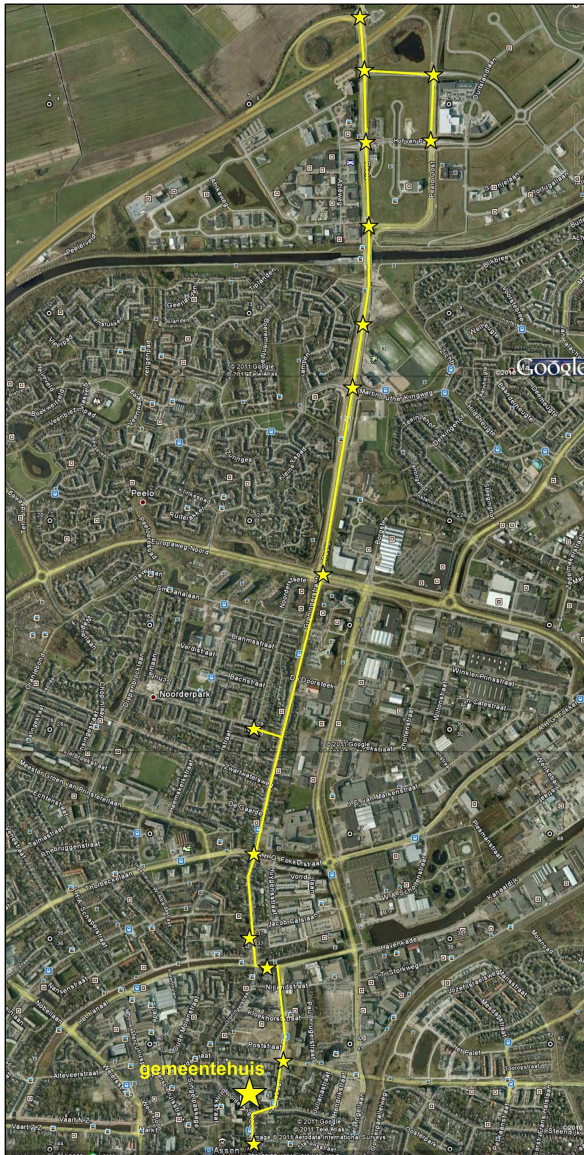
Met de mobiliteitssensoren wordt zeer gedetailleerde informatie ingewonnen. Afhankelijk van het type sensor betreft dit intensiteiten, snelheden en reistijd.



Figuur 3.1: Concept sensornetwerk, grid points en additionele locaties t.b.v. mobiliteit (bron: Google Earth)

Aanleg Sensornetwork

De aanleg van het sensornetwerk, de basisinfrastructuur, is inmiddels begonnen. Het netwerk wordt gefaseerd aangelegd. Op de verkeersader vanuit het centrum van Assen naar de aansluiting Assen Noord op de A28 worden het eerste deelnetwerk gerealiseerd (zie figuur 3.2). Per meetlocatie wordt bepaald welk type inwinsysteem wordt geïnstalleerd. Er loopt op dit moment een onderzoek naar de configuratie, waarbij een afweging wordt gemaakt tussen Bluetooth, intensiteitencamera's en kentekenregistratiecamera's.



Figuur 3.2: 1^e deelnetwerk sensornetwerk: centrum – Assen Noord (bron: Google Earth)

Naast de data die wordt ingewonnen via de basisinfrastructuur van het sensornetwerk komt er informatie beschikbaar via andere databronnen. Dit betreft intensiteitgegevens op kruisingen met een VRI (in totaal 25 in Assen), intensiteit- en snelheidsgegevens afkomstig vanuit het NDW en Floating Car Data. De Floating Car Data levert informatie over snelheden en reistijden en komt beschikbaar via 1.000 autobestuurders

(testrijders), uit het klantenbestand van Univé, die worden uitgerust met een ATOP (Automotive Telematics On-board unit Platform, ontwikkeld door NXP), via 500 testrijders die de beschikking krijgen over een OBU (On Board Unit) waarvan zeer nauwkeurig de positie kan worden gemeten en via gebruikers van TomTom-navigatie (HD Flow informatie).

In totaliteit komt dus continu een enorme hoeveelheid aan verkeersdata beschikbaar, waarmee op zeer gedetailleerd niveau de voortdurend veranderende verkeerssituatie in en rondom Assen gemonitord wordt. De uitdaging is om uit al deze ingewonnen data nieuwe informatie te genereren en vooruit te kijken waardoor geanticipeerd kan worden in plaats van enkel reageren op de verkeerssituatie. Door verschillende vormen van diensten en adviezen aan reizigers (op individueel niveau) en verkeersmanagers aan te bieden wordt bereikt dat de verkeersdoorstroming, de leefbaarheid en verkeersveiligheid in Assen en omgeving verbetert en de verkeersemissies dalen.

Datamanagement

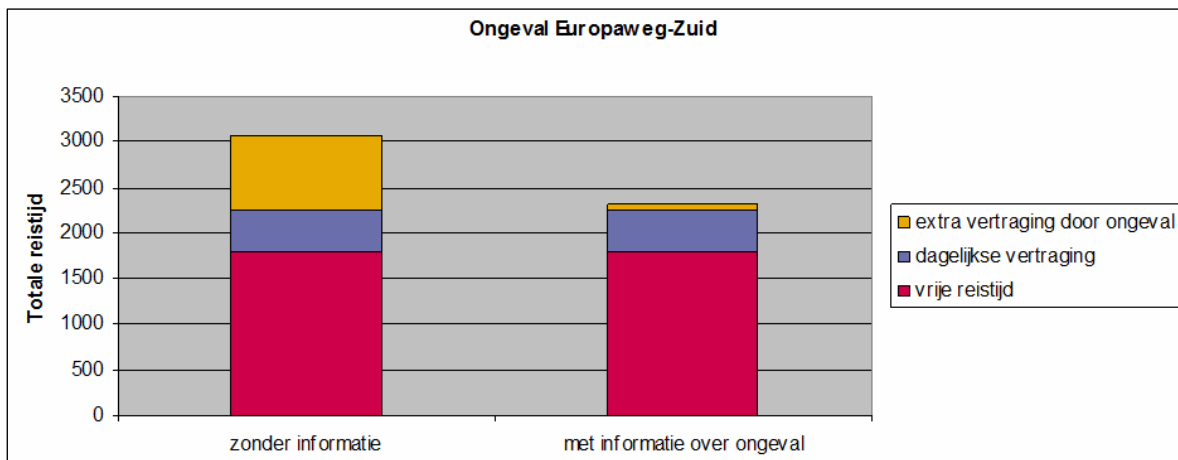
Een belangrijke stap die na het inwinnen van alle mobiliteitsdata via de verschillende inwinbronnen komt, is het managen van alle ingewonnen data. Er worden mogelijkheden en technieken onderzocht ten behoeve van validatie, fusie, verrijking en analyse van de data. Door middel validatie en fusie worden waarnemingen (bv. outliers of tegenstrijdigheden) gefilterd en kan voor 'missing data' een inschatting worden gemaakt. Hiertoe dienen slimme algoritmen te worden ontwikkeld. Door analyse van de data kunnen bijvoorbeeld patronen in de mobiliteit van weggebruikers in en rondom Assen worden herkend, die gebruikt kunnen worden in de te ontwikkelen diensten naar gebruikers toe.

4. Online verkeersprognoses

Om het wegennet continu optimaal te benutten is het aanbieden van actuele en verwachte verkeersinformatie aan reizigers uiterst nuttig, zodat zij vooraf of gedurende de reis hiermee rekening kunnen houden door rekening te houden met het tijdstip van vertrek en de route. Op deze wijze wordt het verkeer beter verdeeld, zowel in locaties als in tijd waardoor de capaciteit van de bestaande infrastructuur beter wordt benut. Om gedragsaanpassingen mogelijk te maken wordt continu een voorspelling van de verkeerssituatie over 30 en 60 minuten gedaan. Hiertoe wordt een online verkeersprognosemodel ontwikkeld door Goudappel Coffeng. Het dynamische modelsysteem wordt ontwikkeld met Streamline, een toedelingmodule dat onderdeel is van het verkeersmodelleringspakket Omnitrans. Het model wordt continu gekalibreerd en gevalideerd aan de ingewonnen (gevalideerde en gefilterde) meetgegevens om de actuele verkeerssituatie in beeld te brengen. In combinatie met historische gegevens wordt vervolgens de korte termijn prognose opgesteld. Het model houdt rekening met de weersomstandigheden en eventuele wegwerkzaamheden of (tijdelijke) afsluitingen.

Reizigers beschikken daardoor continu over actuele en verwachte reistijden tussen twee locaties in en rondom Assen, gemiddelde snelheid, verkeersdrukte en -dichtheid en ontvangen een alarm/waarschuwing over gedetecteerde incidenten en files. Figuur 4.1 laat bijvoorbeeld zien wat effect is op de reistijd van alle autobestuurders gezamenlijk in Assen gedurende een ongevalsituatie op een hoofdroute. In de figuur wordt een

vergelijking gemaakt als men niet (links) of wel (rechts) op de hoogte is gebracht van de ongevalsituatie.



Figuur 4.1: Illustratief voorbeeld reistijdvertraging in Assen, vergelijking tussen het wel of niet weten van een ongevalsituatie.

5. Use cases

Er zijn 5 use cases gedefinieerd die het consortium gedurende de looptijd van het project gaat realiseren, dat wil zeggen ontwikkelen, experimenteren en evalueren. In de use cases wordt beschreven wat de gebruikers met de te ontwikkelen verkeerssystemen kunnen doen. Door de definitie van de use cases wijze is bepaald aan welke eisen de systemen dienen te voldoen, welke diensten ontwikkeld gaan worden en wat de voordelen voor de gebruikers zijn.

Het betreft de volgende use cases voor Sensor City:

- **Dynamisch verkeersmanagement:** De verkeersmanager regelt capaciteit op het wegennet van Assen met een verkeersmanagementsysteem. Het systeem activeert zelfstandig scenario's op basis van het actuele verkeersbeeld van Assen. Hierbij worden waar nodig de verkeerslichten, en de informatie op de informatieborden aangepast, en wordt informatie verstrekt aan weggebruikers via de multimodale in-car reisassistent. De scenario's sluiten nauw aan op de in-car systemen door regelscenario's te ontwikkelen die rekening houden met de keuzes van de reisassistent. Door de weggebruiker te voorzien van actuele informatie kan hij een optimale route kiezen om vertragingen te minimaliseren. In de ultieme situatie kan de reisassistent zelfstandig capaciteitsdiensten aan de verkeerscentrale aanvragen.
- **Adaptief verkeersmanagement met intelligente verkeersregeling:** Het optimaal op elkaar afstemmen van verkeersregelininstallaties (VRI's) bij een lokaal netwerk van wegen aan de actuele verkeerssituatie. Bepaalde typen verkeersdeelnemers (waaronder carpoolers en bussen) worden hierin bevoordeeld. Het adaptief verkeersmanagement wordt voor Assen Noord (Peelo) ontwikkeld.

- **Naderen van Assen met de auto inclusief parkeergeleiding (Park & Pay):** Er wordt een intelligent parkeer verwijssysteem ontwikkeld. Een autobestuurder die Assen nadert ontvangt circa 15 minuten voor het bereiken van de gewenste bestemming op de Rich User Interface een advies voor de meest geschikte parkeergarage en de mogelijkheid om een parkeerplaats te reserveren. Na acceptatie wordt hij naar de desbetreffende parkeergarage geleid waarbij rekening wordt gehouden met de actuele verkeerssituatie en eventuele incidenten. Parkeerkaartjes worden overbodig, want de automobilist rekent elektronisch af op het moment dat hij de parkeergarage verlaat. Afhankelijk van de drukte van het verkeer, weersomstandigheden, werk in uitvoering of evenementen, kan de reiziger ook kiezen voor een combinatie met het openbaar vervoer. Daarbij wordt onderzocht of er online een plek in de bus kan worden gereserveerd en met de mobiele telefoon kan worden afgerekend
- **Multimodale reisassistent met OV en carpoolen:** Een applicatie op een device die de gebruiker altijd bij zich heeft (bv. een smartphone, in-car device of via het web) en voorafgaand en/of tijdens de reis ondersteuning biedt in het maken van optimale keuzes voor het tijdstip van reizen en modaliteit (eigen auto, carpool, trein, bus) en actuele informatie geeft over verwachte aankomsttijden en overstaptijden en tevens helpt met reserveren en betalen.
- **Veilig rijden belonen:** Autobestuurders krijgen real-time én achteraf informatie over de mate waarin hun reis- en rijgedrag veilig is en worden daarvoor beloond (door bijvoorbeeld voorrang te krijgen bij een VRI in Assen Noord of via premiekortingen).

Het online verkeersprognosemodel dat wordt ontwikkeld, zoals beschreven in het vorige hoofdstuk, is een belangrijke bron voor een aantal van deze use cases.

6. Security en Privacy

Security

De te ontwikkelen systemen dienen veilig te zijn voor de verkeersdeelnemers. Hierbij dient bijvoorbeeld te worden gedacht aan vertrouwelijkheid van informatie van belang voor onder andere de database van Univé klantgegevens en voor het versturen van real-time sensordata zoals actuele locatie en snelheid van testrijders. Tevens is integriteit bij een financiële transactie en reservering van bijvoorbeeld een parkeerplaats belangrijk in verband met het voorkomen van foutieve rekeningen of andere vormen van financiële schade.

Privacy

Een ander belangrijk aandachtspunt binnen het project is het waarborgen van de privacy van gegevens van de deelnemers aan het Sensor City project. Sensor City zal zich houden aan de wettelijk voorgeschreven procedures en heeft als strategie openheid van zaken richting deelnemers als zowel de bevolking.

Literatuur

- 1) Klunder, G.A., Chen, Y.S., Zantema, K. en Friso, K. (2011) *Consistent traffic modeling and calibration at different resolution levels based on various sensor data for real-time traffic management*. 2nd International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems, Leuven
- 2) <http://www.autobahn.nrw.de/>
- 3) Wolff, P. de, Krootjes, P. (2011) *GRIP op reistijden*. NM Magazine, nr. 2, 2011