

D4.1 Een reeks flexibele modules voor de verzameling, integratie en real-time verwerking van sensorgegevens.

Interview met Carlos Carreiras & André Lourenço

Om rapport 4.1 te verkennen, kloppen we opnieuw aan bij onze collega's van Cardioid Technologies, waar we praten met Carlos Carreiras en André Lourenço. De implementatie van het i-DREAMS platform is gebaseerd op een reeks technologieën om de context, de bestuurder en het voertuig te monitoren en daarmee de 'Veiligheids-Tolerantie-Zone' (VTZ) in te schatten. De inschatting van de taakcomplexiteit en het handelingsvermogen moet plaatsvinden in het voertuig, in real-time, met behulp van een edge computing-apparaat om tijdig interventies te kunnen aanbieden om bestuurders in een veilige rijzone te houden.

Het doel van dit rapport was het beschrijven van alle modules voor monitoring, integratie, real-time verwerking van informatie en aggregatie in de cloud, gezamenlijk het i-DREAMS-platform genoemd.

Hallo jongens, bedankt dat jullie de tijd nemen om mij inzicht te verschaffen D4.1. Ik begin meteen met mijn eerste vraag. Jullie gebruiken sensoren om gegevens te verzamelen en jullie gebruiken andere technologie om deze gegevens te verwerken en dat alles te vertalen in interventies. Ik neem aan dat dit een serieuze architectuur vereist. Kunnen jullie ons uitleggen hoe we ons die architectuur moeten voorstellen?

Carlos: "In de i-DREAMS-architectuur worden gegevens van verschillende systeemcomponenten (namelijk bestuurderscapaciteit, voertuigcapaciteit en taakvereiste) verzameld, samengevoegd en verwerkt om een real-timebeoordeling van het kritieke veiligheidsrisico te maken. Dit wordt onmiddellijk vertaald in interventies wanneer de situatie daarom vraagt. Onze architectuur is opgebouwd rond die systeemcomponenten en is zodanig opgevat dat zij een flexibele integratie van verschillende technologieën voor gegevensverzameling mogelijk maakt."

Wat bedoelt u met 'flexibele integratie'?

Carlos: "De architectuur is zodanig flexibel dat het systeem niet voor elke modus opnieuw moet worden ontworpen. Dit zorgt voor een relatief onafhankelijke implementatie van de componenten (voertuigcapaciteit, bestuurderscapaciteit en taakvereiste), zodat een herontwerp van een van deze componenten, bijvoorbeeld door extra complexiteit toe te voegen, geen gevolgen heeft voor de andere componenten. De definitie van een gestandaardiseerde reeks outputs voor elke component zorgt ervoor dat andere modelcomponenten, die afhankelijk zijn van het lezen van deze eerdere outputs, niet worden verstoord."

OK, dat klinkt mij nog steeds een beetje vaag in de oren. Even terug naar die algemene architectuur. Wat zit daar precies in?



André: “De architectuur van het i-DREAMS-platform bestaat uiteraard uit hardware en software. De hardware omvat zowel controle- als interventiedimensies, gecoördineerd door de gateway, een computer die alle informatie van de controlesensoren samenvoegt, de VTZ berekent en de interventies in gang zet. Wij noemen het ook wel eens ‘het brein van het systeem’. De monitoringssensoren zijn gerelateerd aan (1) de toestand van de bestuurder, (2) de taakcomplexiteit en (3) de rijprestaties. In Figuur 1 ziet u wat wij gebruiken om elk van deze perspectieven te monitoren.



Figuur 1: Hardwarecomponenten om te monitoren in het voertuig

Verder gebruikt het i-DREAMS-platform software, ingebouwd in de gateway (de i-DREAMS in-voertuig software) en cloud API's voor gegevensaggregatie/verwerking (i-DREAMS data processor), post-

processing (i-DREAMS post-interventiekader), en front-end (i-DREAMS web platform).”

En gebruikt u voor elk vervoermiddel dezelfde technologie?

André: “Er zijn kleine verschillen tussen de modi. Auto's zijn uitgerust (zie Figuur 2) met Mobileye en een dashcam, om de weg en het rijproces te volgen en gebeurtenissen te registreren voor analyses achteraf. We gebruiken een polsband om slaperigheid te detecteren, in plaats van CardioWheel, omdat laatstgenoemde minder aanvaardbaar bleek voor autobestuurders vanwege esthetische implicaties. Er wordt een interventietoestel geïnstalleerd waarmee de bestuurder kan worden geïdentificeerd. Bovendien communiceert dit apparaat met de gateway om de status van de VTZ te ontvangen en in real-time visuele en auditieve waarschuwingen te geven. Ten slotte wordt de i-DREAMS-app beschikbaar gesteld voor installatie op de smartphone van de bestuurder (Android of iOS), niet alleen om het gebruik van de smartphone te controleren, als indicator van afleiding, maar ook voor feedback na de rit, om bestuurders te betrekken bij het verbeteren van hun prestaties via een gamificatiestrategie.”



Figuur 2: i-DREAMS-suite van technologieën voor auto's



Carlos: “De meeste van deze technologieën worden ook gebruikt in zware voertuigen, hoewel er enkele verschillen zijn. Zo wordt de wearable in vrachtwagens en bussen vervangen door CardioWheel om slaperigheid en afleiding te monitoren. Ook de identificatie van de bestuurder gebeurt anders dan bij auto's. Wij hebben een integratie met de FMS (Fleet Management System) standaard ontwikkeld om met behulp van een bestaand systeem het identificatieproces van de bestuurder te vereenvoudigen, namelijk via de tachograaf. Dit apparaat wordt in vrachtwagens en bussen ingebouwd en registreert automatisch snelheid en afstand. Chauffeurs gebruiken hun identiteitskaart om hun activiteit te registreren. Dit wordt wettelijke vereist door de vervoersautoriteiten om de naleving van de werkvoorschriften te kunnen controleren. Op die manier kan de identificatie in het i-DREAMS-platform worden geautomatiseerd.”

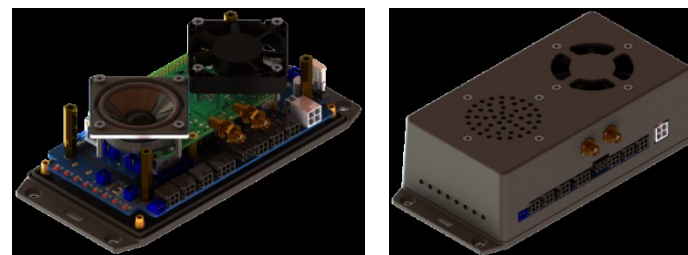
Werd voor de spoormodi ook iets anders gebruikt?

André: “Om technische redenen konden we geen testen in het verkeer uitvoeren voor de spoormodi. Het i-DREAMS-systeem bleek niet compatibel met treinen, omdat treinen niet aan 'line of sight driving' doen en ons systeem is net daarop gebaseerd. En bij trams hebben we alleen in de simulator getest.”

Ik ben nog steeds nieuwsgierig naar alle verschillende instrumenten voor gegevensverzameling. Zou u ze een voor een kunnen overlopen en uitleggen hoe ze precies werken?

Carlos: “Dat is geen probleem. Ik begin met de gateway, het centrale element van ons systeem. Deze maakt een continue aggregatie mogelijk van sensorgegevens die de toestand van de bestuurder controleren, rij-/voertuigparameters en sensoren voor het monitoren van weg en omgeving. Tegelijkertijd is het een

computer die de Veiligheids-Tolerantie-Zone (VTZ) berekent en de Mens-Machine-Interface voedt, waardoor de bestuurder in real-time wordt gewaarschuwd. Er is ook een module die continu ritgegevens uploadt naar onze web-API, voor opslag en analyse na de rit. Sinds het begin van het project is de gateway geëvolueerd, met verschillende versies en verbeteringen na tests en validering in een simulatie- en reële context. De specificaties van dit systeem zijn verbeterd om de robuustheid mogelijk te maken die nodig is voor testen in 5 landen in verschillende modi.”



Figuur 3: Binnen- en buitenaanzicht van de gateway

André: “Ik ga verder met CardioWheel en de polsband, die we allebei gebruiken om een indicatie te krijgen van de slaperigheid van een bestuurder. CardioWheel is een Advanced Driver Assistance System (ADAS) dat het elektrocardiogram (ECG) van de handen van de bestuurder opneemt. Wanneer beide handen in contact zijn met het stuur, wordt het signaal opgevangen. We gebruiken het in bussen en vrachtwagens. De polsband wordt gebruikt als alternatief in auto's. Het meet het fotoplethysmogram (PPG). PPG-technologie is gebaseerd op optische meting van de bloedstroom onder de huid. Wanneer het hart pompt, varieert de bloedstroom volgens de slagfrequentie van het hart. De sensor van de polsband detecteert deze variatie van het optische signaal en



vertaalt de gegevens met geavanceerde algoritmen in een nauwkeurige hartslagmeting.”



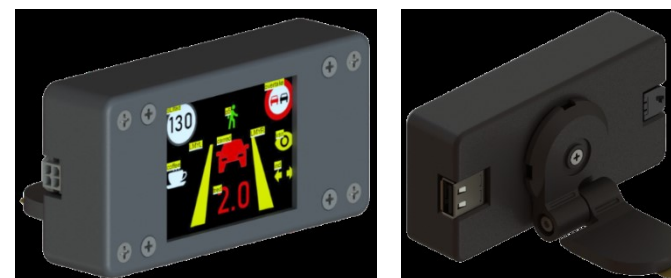
Figuur 4: CardioWheel (links) en polsband (rechts)

Carlos: “We hebben ook onze camera's: Mobileye en de dashcam. Mobileye is een systeem om botsingen te vermijden, dat bestuurders audio- en visuele waarschuwingen geeft voor potentiële gevaren op de weg, zodat ze hierop kunnen anticiperen (bv. de bestuurder moet remmen om een botsing te vermijden). In i-DREAMS werd de Eyewatch-component van Mobileye niet gebruikt, aangezien de waarschuwingen van Mobileye worden gecombineerd met andere inputs en in een apart real-time interventietoestel worden getoond. Dit werd ontwikkeld om interventies aan te passen en te triggeren, rekening houdend met de statusinformatie van de bestuurder. De dashcam is een camera die de wegomgeving voor het voertuig opneemt en waardevolle informatie verschaft over het rijproces m.b.t. interventiescenario's na de rit, waarbij de video's kunnen worden gebruikt om de gebeurtenissen te contextualiseren die bepalend zijn voor de rijgedrag-scores. In deze video's worden gezichten en nummerplaten vervaagd om te voldoen aan de AVG (Algemene Verordening Gegevensbescherming) wetgeving.”



Figuur 5: Mobileye, inclusief eyewatch (foto 1), Mobileye en dashcam gemonteerd achter de voorruit (foto 2), vervaging van nummerplaten (foto 3)

André: “Dan hebben we het interventietoestel. We hebben het al uitvoerig besproken in ons D4.4-interview, dus ik zal hier niet in detail treden. Het apparaat communiceert met de gateway om de status van de bestuurder in de VTZ te ontvangen en in real-time visuele en auditieve waarschuwingen te geven. Daarnaast wordt het ook gebruikt voor de identificatie van de bestuurder.”

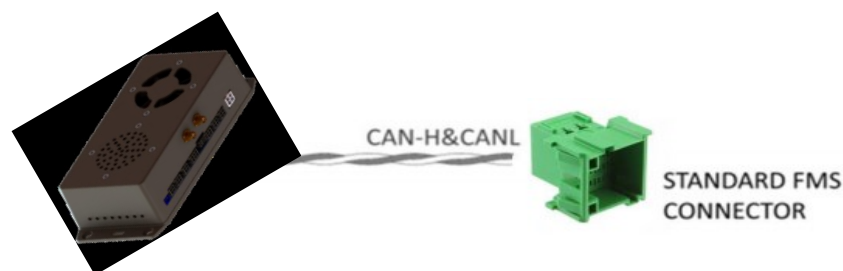


Figuur 6: Voor- en achteraanzicht van het interventietoestel

Carlos: “En tot slot hebben we FMS. Dat is ons alternatief voor chauffeursidentificatie. Zoals eerder uitgelegd, gebruiken we het om



de identificatie van chauffeurs in vrachtwagens en bussen te automatiseren. Het volgende is misschien interessant om te weten: In 2002 besloten zes grote vrachtwagenfabrikanten (Volvo, Scania, Iveco, MAN, DAF en Mercedes-Benz) om een gestandaardiseerde voertuiginterface te creëren voor GPS-gebaseerde volgsystemen, die de communicatie in het voertuig van de verschillende typen voertuigen specificeert. Dit noemen we de FMS-standaard. Ongeacht welke OEM (Original Equipment Manufacturer) een bepaald voertuig produceert, als het is uitgerust met een FMS-interface, zijn de interface outputs bekend. De standaard zelf was een enorme stap voorwaarts in het wagenparkbeheer, aangezien telematicatoestellen toegang konden krijgen tot technische voertuiginformatie zonder dat er voertuig specifieke ontwikkelingen nodig waren.”



Figuur 7: FMS-verbinding met de gateway

Aangezien dit het brein is van het i-DREAMS systeem, gaan we terug naar de gateway. Eerder sprak u over ingebbede software. Kunt u vertellen wat die software precies doet?

Carlos: “Die software is cruciaal voor het hele systeem. Daarom is veel zorg en aandacht besteed aan het ontwerp, waarbij gebruik is gemaakt van open source, goed ondersteunde softwarecomponenten, met als doel komen tot een robuust,

modulair en gemakkelijk te onderhouden systeem. Deze software heeft 5 hoofdtaken.”

Laten we dan elk van die taken bekijken.

Carlos: “OK, voorzichtig met wat je wenst (lacht)! De eerste taak is het verzamelen van gegevens van alle sensoren in het voertuig. Dit gebeurt parallel, zodat het systeem meerdere sensoren tegelijk leest en de gegevens distribueert naar modules die ze nodig hebben. Elke sensor produceert gegevens met zijn eigen communicatieprotocol, zijn eigen gegevensformaat en zijn eigen datasnelheid. Anderzijds is gegevensoverdracht tijd-kritisch, in die zin dat belangrijke berichten (bv. een botsingswaarschuwing) in een zo kort mogelijke tijd moeten worden verwerkt. Bovendien moeten de verzamelde gegevens worden verdeeld over verschillende computermodules, die zelf output produceren die elders moet worden verzonden (bv. om een interventie van de bestuurder te activeren of een dashcam-opname te starten).”

André: “De tweede taak betreft de VTZ-berekening. De verzamelde gegevens worden in real-time doorgegeven aan het VTZ-algoritme, waardoor de bestuurder indien nodig kan ingrijpen. De bestuurders-interfacebesturing is de component die verantwoordelijk is voor de derde taak, namelijk het verwerken van de resultaten van het VTZ-algoritme. Deze displaybesturing is ook verantwoordelijk voor het verkrijgen van de op het display geselecteerde bestuurders-identificatie bij het begin van de rit. Verder is er ook een controller die de luidspreker op de gateway aanstuurt, voor auditieve waarschuwingen.”

Carlos: “De vierde taak betreft het uploaden van gegevens. Ter ondersteuning van interventies en analyses na de rit worden de verzamelde gegevens lokaal opgeslagen en vervolgens geüpload naar de i-DREAMS databaseserver. Dit uploaden gebeurt via Wi-Fi



of 4G internetverbinding. Hiervoor wordt op de gateway een lokale ritdatabase bijgehouden. Uploadpogingen zijn bestand tegen verbindingsonderbrekingen en worden hervat zodra de verbinding is hersteld. Na het uploaden worden de ritgegevens 10 dagen op de gateway bewaard, waarna ze worden gewist.”

André: “En tenslotte, maar zeker niet minder belangrijk, is er de taak ‘diagnose en onderhoud’. Op de gateway zijn verschillende mechanismen en hulpmiddelen geïmplementeerd om de correcte installatie en werking ervan te controleren en om te helpen bij het opsporen van problemen. Bovendien controleert de gateway periodiek of er software-updates zijn. Verder is een installatietoepassing ontwikkeld. Eenmaal aangesloten kan de installateur met deze app controleren of alle hardware-interfaces en sensoren naar behoren werken. Op de gateway zelf geeft een reeks software gestuurde LED's de werking van de kerncomponenten van de gateway aan. Tijdens de werking worden softwarelogs van alle modules bijgehouden, inclusief informatieve en foutmeldingen. Bovendien worden de prestatieparameters van het systeem periodiek geregistreerd en geüpload. Tot slot is het de bedoeling dat het ondersteuningsteam van CardioID op afstand toegang heeft tot het gatewaysysteem, om handmatig te helpen bij het oplossen van eventuele problemen.”

Er is nog iets dat me opviel bij het lezen van D4.1. Dat was de back-office die werd gecreëerd. Kunt u daar iets over vertellen?

Carlos: “Ter ondersteuning van de installatie van de gateway en het beheer van de geïnstalleerde apparatuur in elk voertuig is een web backoffice opgezet. Via de backoffice kan elke landencoördinator een lijst van alle voertuigen opstellen en de status van elke gateway controleren.

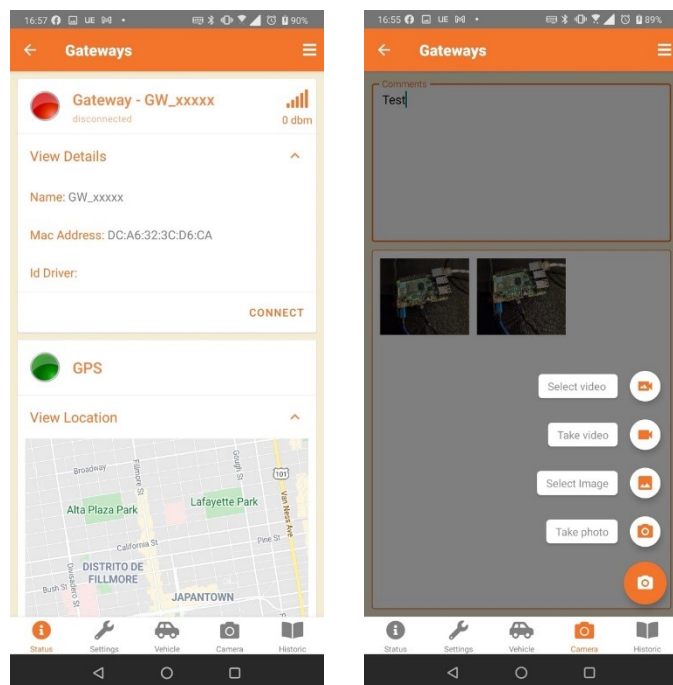
UUID	CLIENT	VEHICLE	CONFIG
WLM6RMYR3g45ajwKePcj7	i-Dreams	0789 / 67-HG-21	Show
WLM6RMYR3g45ajwKePcj7	i-Dreams	0789 / 67-HG-21	Show
WLM6RMYR3g45ajwKePcj7	i-Dreams	0789 / 67-HG-21	Show
WLM6RMYR3g45ajwKePcj7	i-Dreams	0789 / 67-HG-21	Show
WLM6RMYR3g45ajwKePcj7	i-Dreams	0789 / 67-HG-21	Show
WLM6RMYR3g45ajwKePcj7	i-Dreams	0789 / 67-HG-21	Show
WLM6RMYR3g45ajwKePcj7	i-Dreams	0789 / 67-HG-21	Show

Figuur 8: Back-office front-end

Daarnaast werd een mobiele applicatie ontwikkeld om de installateur te helpen controleren of elk systeem correct werd geïnstalleerd (zie Figuur 9). Deze toepassing kan ook worden gebruikt om foto's te maken van de geïnstalleerde apparatuur, om te garanderen dat elk van de systemen correct is geïnstalleerd en dat het voertuig niet is beschadigd tijdens de procedure.”



Rapport 4.1 is deel van WP4:

Technische implementatie[Download het rapport hier](#)

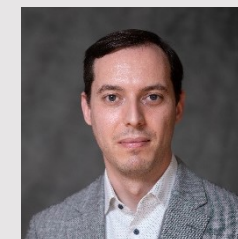
Figuur 9: Gateway installatie app

OK jongens, heel erg bedankt om me weer in te lichten over alle technische zaken. Zoals altijd, ben ik erg onder de indruk van jullie werk.

Edith Donders

i-DREAMS DisCom Manager

i-DREAMER in de kijker



**CARLOS
CARREIRAS**

Afgestudeerd als *Biomedisch Ingenieurs* aan het *Instituto Superior Técnico (Universiteit van Lissabon)* in 2011

Medeoprichter en werkzaam bij *CardioID* sinds 2015

Gepassioneerd door *signaalverwerking en data-analyse*, vooral wanneer toegepast op *biosignalen*. Ik hou ook van lezen, TV kijken, reizen, musea en wandelen in de natuur.

Taken in i-DREAMS: *Ontwikkeling van alle Gateway software; validatie en testen van hardware Gateway componenten; integratie van VTZ algoritme code in de Gateway; ontwikkeling van trip processing web API; integratie met i-Dreams web dashboard en data back-office; ontwikkeling van installer app en web back-office; ondersteuning van installaties; lid van het i-Dreams Data Knowledge Management Committee.*



Dit project is gefinancierd door het onderzoeks- en innovatieprogramma Horizon 2020 van de Europese Unie in het kader van subsidieovereenkomst nr. 814761.