

D6.3 Een geïntegreerd model voor bestuurder-voertuig-omgeving interactie en risico

Interview met George Yannis

Het uiteindelijke doel van dit rapport (D6.3) was het identificeren van de impact die de "strijd" tussen taakcomplexiteit en handelingsvermogen heeft op het ongevalsrisico. Deze keer spraken we met George Yannis, een van de co-auteurs van D6.3.

Hallo George, hoe gaat het met u? Tijd om D6.3 nader te bekijken. Maar voordat we in de resultaten duiken, wil ik eerst dat u een paar dingen voor me opheldert.

GEORGE: *"Het gaat heel goed met me, dank je. En natuurlijk, vuur maar af!"*

In dit rapport, maar ook in D6.1 en D6.2, worden talrijke soorten variabelen en modellen genoemd. Kunt u ze op een begrijpelijke manier uitleggen? En laten we beginnen met de variabelen. Ik kwam verschillende soorten tegen: er waren afhankelijke en onafhankelijke variabelen, discrete en continue variabelen en latente variabelen. Maar wat is het verschil tussen al die typen?

GEORGE: *"Laten we beginnen met de onafhankelijke versus de afhankelijke variabelen. Een onafhankelijke variabele, soms ook experimentele of voorspellende variabele genoemd, is een variabele die in een experiment wordt gemanipuleerd om het effect op een afhankelijke variabele te observeren. De afhankelijke variabele, soms ook uitkomstvariabele genoemd (bv. testscore), is eenvoudigweg dat: een variabele die afhankelijk is van één of meer onafhankelijke variabelen (bv. intelligentie, gestudeerde tijd).*

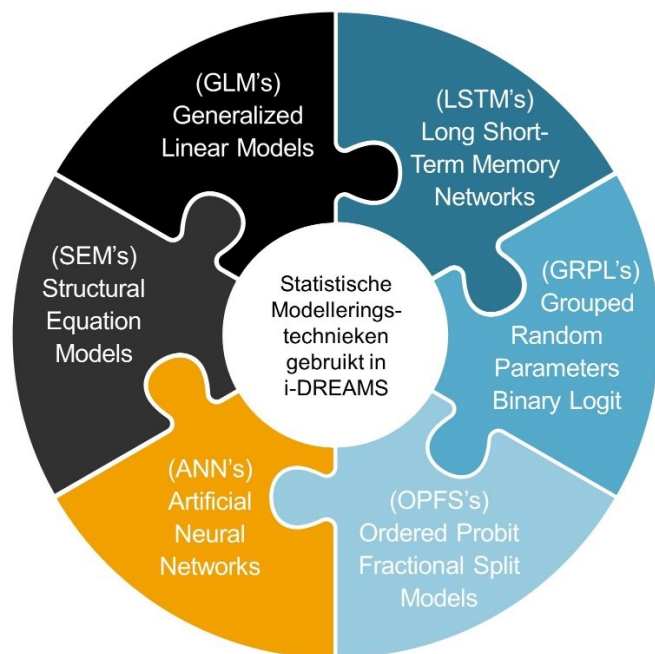
Ten tweede, de discrete versus de continue variabelen. Een discrete variabele is er eentje die je kunt tellen (bv. het aantal stemmen voor een politicus). Een continue variabele is een variabele die elke waarde binnen een bereik kan aannemen. Het is een variabele die je meet (bv. iemands gewicht).

En dan waren er de latente variabelen. Latente variabelen zijn niet waarneembaar. Zij kunnen slechts indirect via een wiskundig model worden afgeleid uit andere waarneembare variabelen die rechtstreeks kunnen worden waargenomen of gemeten (bv. risico is een latente variabele, die wordt afgeleid door rekening te houden met waarneembare variabelen zoals: aantal snelheids-overtredingen, bumperkleven, enz.)"



Vervolgens zijn er de modellen. In dit rapport spreekt u over zes verschillende modelleringstechnieken (zie Figuur 1). Sommige daarvan vind ik zelfs moeilijk uit te spreken, laat staan te begrijpen. Maar misschien kunt u daarbij helpen?

GEORGE: “Ik zal mijn best doen. Ik had eigenlijk verwacht dat u mij hierover vragen zou stellen, want als u niet vertrouwd bent met statistiek, kan ik mij voorstellen dat het allemaal wat ingewikkeld klinkt. Dus, ik zal proberen ze één voor één te overlopen.”



Figuur 1: Statistische Modellerings-technieken gebruikt in i-DREAMS

U mag beginnen met de Generalized Linear Models (GLM's)

GEORGE: “GLM's verenigen verschillende andere statistische modellen, zoals lineaire regressie, logistische regressie en Poisson regressie. Een lineaire regressie is een techniek om het verband tussen afhankelijke en onafhankelijke variabelen te modelleren, zodat u voorspellingen kunt doen. Als u bijvoorbeeld weet hoeveel snelheidsovertredingen een bestuurder in de afgelopen 500 op de snelweg gereden kilometers heeft gemaakt, kunt u met lineaire regressie voorspellen hoeveel snelheidsovertredingen er in de volgende 500 op de snelweg gereden kilometers zullen worden gemaakt. Logistische regressie is een techniek om een afhankelijke variabele, met een binaire uitkomst zoals ja of nee, te voorspellen door de relatie tussen een of meer onafhankelijke variabelen te analyseren. De techniek kan bijvoorbeeld worden gebruikt om te voorspellen of een jonge beginnende bestuurder al dan niet zal slagen voor zijn rijbewijs. En Poisson regressie is een techniek om gebeurtenissen te modelleren waarbij de afhankelijke variabelen tellingen zijn, bv. het aantal geregistreerde gebeurtenissen per rit, gegeven een of meer onafhankelijke variabelen zoals de weersomstandigheden.”

OK, bedankt! Dan de Structural Equation Models (SEM's)

George: “SEM's zijn een reeks statistische technieken die worden gebruikt om het verband vast te stellen tussen waargenomen variabelen (bv. het aantal snelheidsovertredingen en bumperkleven) en latente of niet-waargenomen variabelen zoals het ongevalsrisico. SEM's bestaan uit twee componenten. De meetcomponent bepaalt hoe goed waarneembare variabelen de latente variabelen kunnen meten en wat de bijbehorende meetfouten zijn. De structurele component onderzoekt hoe de variabelen onderling samenhangen, zodat zowel directe als indirecte relaties kunnen worden gemodelleerd. In die zin



verschillen SEM's van gewone regressiemodellen, waarbij de relaties tussen variabelen altijd direct zijn.”

Dat is ook duidelijk, ongeveer toch (lacht). Dan de technieken voor real-time modellering. Laten we beginnen met de Artificial Neural Networks (ANN).

GEORGE: *“Een Artificial Neural Network (ANN) bestaat uit een onderling verbonden groep knooppunten (nodes), vergelijkbaar met neuronen in een brein. Elke verbinding, zoals de synapsen in een biologisch brein, kan een signaal doorgeven aan een ander knooppunt. Connecties tussen knooppunten worden verbindingen (edges) genoemd. Knooppunten en verbindingen hebben doorgaans een gewicht dat wordt aangepast naarmate het leren vordert. Het gewicht verhoogt of verlaagt de sterkte van het signaal op een verbinding. Knooppunten kunnen een drempel hebben, zodat een signaal alleen wordt verzonden als het totale signaal die drempel overschrijdt. Een ANN bestaat uit verschillende lagen van knooppunten: een input laag die waarden van de verklarende variabelen bevat, verborgen lagen tellen de gewichten van de verklarende variabelen op en berekenen de complexe associatiepatronen, en een output laag bevat de outputwaarden, die het resultaat zijn van de waarden van de verschillende verborgen knooppunten. Neurale netwerken zijn afhankelijk van trainingsgegevens om te leren en hun nauwkeurigheid mettertijd te verbeteren.”*

Ok, die zal ik onthouden als kunstmatige hersenen. De volgende op de lijst zijn de Long Short-Term Memory Networks (LSTM).

GEORGE: *“LSTM-netwerken zijn ook neurale netwerken, maar ze hebben feedbackverbindingen, in tegenstelling tot de standaard*

neurale netwerken. Zij slaan effectief lange termijn afhankelijkheden op en benaderen deze met behulp van een speciaal type geheugencel en poorten. De cellen onthouden waarden over willekeurige tijdsintervallen en de drie poorten regelen de informatiestroom in en uit de cellen. Invoerpoorten bepalen welke nieuwe informatie wordt toegevoegd en hoe de celtoestand wordt bijgewerkt. Vergeetpoorten bepalen welke informatie wordt bewaard of verwijderd uit de celtoestand. Uitgangspoorten bepalen welke informatie als uitgang wordt geproduceerd.”

Kristalhelder! Verder met de post-trip modelleringstechnieken. Ten eerste zijn er de Grouped Random Parameters Binary Logit (GRPL) Models.

GEORGE: *“Om een keuze uit een reeks van twee of meer alternatieven te verklaren of te voorspellen, worden vaak discrete keuzemodellen gebruikt. Het aspect Binary Logit verwijst naar het binaire karakter van de afhankelijke variabele. Bijvoorbeeld: Zal persoon X ervoor kiezen om met de auto of met de trein naar het werk te reizen? De afhankelijke variabelen zijn auto (binaire waarde: ja/nee) of trein (binaire waarde: ja/nee). De onafhankelijke variabelen: reistijd, reiskosten ... Een belangrijk nadeel van discrete keuzemodellen is dat zij er geen rekening mee houden dat de effecten van verklarende variabelen van persoon tot persoon kunnen verschillen. Daarom werden in D6.3 GRPL-modellen gebruikt. Zij doen hetzelfde als de eenvoudige binaire logitmodellen, maar pakken ook die beperking aan omdat zij wel rekening houden met de heterogeniteit van de populatie.”*



Als laatste, de Ordered Probit Fractional Split (OPFS) Models.

GEORGE: “*Ordered Probit*-modellen worden gebruikt voor situaties waarin er meer dan twee uitkomsten zijn van een ordinale afhankelijke variabele. Dit is een variabele waarvan de potentiële waarden een natuurlijke volgorde hebben, bv. VTZ-niveau 1, VTZ-niveau 2, VTZ-niveau 3. Het aspect *Fractional Split* verwijst naar het feit dat de uitkomst fractioneel is en niet binair. Dit betekent dat bij het modelleren van snelheidsovertredingen, bijvoorbeeld over een bepaalde periode (1 minuut), in die ene minuut meerdere snelheidscategorieën kunnen voorkomen. De bestuurder kan zich gedurende 35% van de tijd in VTZ-niveau 1, gedurende 45% van de tijd in VTZ-niveau 2 en gedurende 20% van de tijd in VTZ-niveau 3 bevinden.”

Het is nog steeds enigszins verwarrend voor mij, hoewel ik moet toegeven dat ik deze technische dingen langzamerhand wat beter begin te begrijpen.

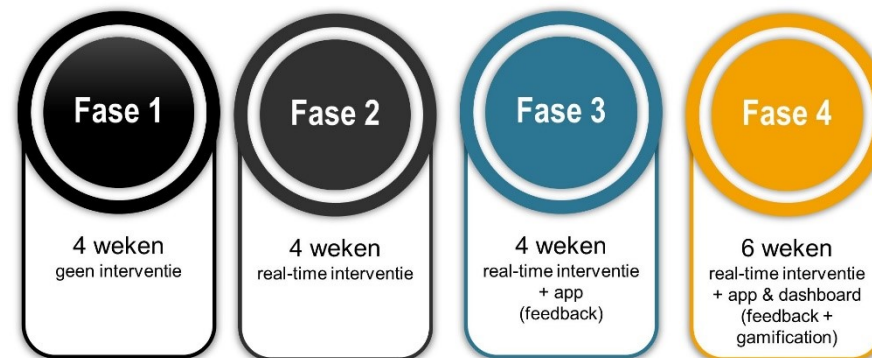
GEORGE: “*Geweldig! Dat klinkt als muziek in mijn oren.*”

Ik ga verder met de resultaten van de analyse. Als ik het goed begrepen heb, is in hoofdstuk 4 een synthese gemaakt van wat ook in D6.1 en D6.2 besproken is?

GEORGE: “*Dat klopt! Wij hebben daar gekeken naar de impact van factoren m.b.t. taakcomplexiteit (focus van D6.1) en factoren m.b.t. handelingsvermogen - de staat van het voertuig en de bestuurder - op het risico (focus van D6.2). Wij hebben vastgesteld welke factoren het meeste effect hebben op het risico en hebben de belangrijkste bevindingen in de verschillende landen en voor de verschillende vervoerswijzen belicht.*”

Kunt u die bevindingen nog eens kort toelichten?

GEORGE: “*Met plezier! De analyses toonden aan dat in België taakcomplexiteit en handelingsvermogen in de meeste modellen positief gecorreleerd waren, wat betekent dat met een hogere taakcomplexiteit een hoger handelingsvermogen gepaard gaat, een niet-intuïtief resultaat. Taakcomplexiteit bleek een grotere lading te hebben op risico, maar dat effect nam af bij het observeren van trips van fase 1 naar fase 4 (zie Figuur 2 voor een overzicht van alle fasen) van het experiment. Bovendien vertoonden de ladingen in veel van de ontwikkelde modellen een piek in hun waarden tijdens fase 3 van het experiment en een kleine daling in fase 4, wat erop wijst dat de combinatie van real-time en post-trip feedback de relatie tussen taakcomplexiteit, handelingsvermogen en risico aanzienlijk heeft beïnvloed, terwijl gamificatie in sommige gevallen bestuurders in verwarring kan hebben gebracht.*”



Figuur 2: De vier fasen van het experiment

In het Verenigd Koninkrijk tonen de ladingen van de SEM-modellen aan dat handelingsvermogen en taakcomplexiteit positief gecorreleerd waren in fase 1 en 3, maar geen significant verband hadden in fase 2 en fase 4. Net als in België had taakcomplexiteit



een sterker effect op het risico, waarbij fase 3 het grootste effect vertoonde.

In Duitsland toonde het model voor snelheid een positieve correlatie van taakcomplexiteit en handelingsvermogen met het risico, maar met de grootste correlatie in fase 2 van het experiment, waarin real-time waarschuwingen werden geïntroduceerd. Aan het einde van het experiment (fase 4) bleek het handelingsvermogen de grootste correlatie met het risico te hebben, terwijl taakcomplexiteit de grootste lading had in fase 3 van het experiment.

Ten slotte waren in Griekenland in de meeste modellen taakcomplexiteit en handelingsvermogen opnieuw negatief gecorreleerd met risico. Het effect van het handelingsvermogen

was in het algemeen groter dan dat van de taakcomplexiteit, in tegenstelling tot de rest van de landen, terwijl de piek van de bijdragen van taakcomplexiteit en handelingsvermogen werd waargenomen in fase 3.

Wat de waargenomen risicofactoren betreft, bleek dat de correlatie tussen de taakcomplexiteit / het handelingsvermogen en het risico positief was voor de modellen m.b.t. snelheid en volgafstand, met als belangrijkste uitzonderingen de fasen 2 en 3 in Griekenland, Duitsland en België. Voor bruuske acceleraties bij Belgische vrachtwagens was de correlatie tussen het handelingsvermogen / de taakcomplexiteit en het risico in het algemeen positief in dezelfde orde van grootte voor alle fasen. De gedetailleerde resultaten zijn weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Correlatie-effect van taakcomplexiteit en handelingsvermogen op het risico per indicator / fase / land / vervoerswijze

Land (vervoerswijze)	Risico (indicator)	Fase 1		Fase 2		Fase 3		Fase 4	
		TC	HV	TC	HV	TC	HV	TC	HV
BE (auto's)	snelheid	-	+	-	+	-	+	+	+
	volgafstand	-	+	-	+	-	-	-	+
BE (vrachtwagens)	snelheid	-	-	-	-	-	-	-	-
	bruusk accelereren	+	-	+	-	+	-	+	-
	volgafstand	-	-	-	-	-	-	+	-
UK (auto's)	volgafstand	-	-	+	-	-	-	-	-
DE (auto's)	snelheid	+	-	+	-	+	-	+	+
GR (auto's)	snelheid	+	-	+	-	+	-	+	-
	volgafstand	+	-	+	-	+	-	+	-

*TC verwijst naar TaakComplexiteit and HV verwijst naar HandelingsVermogen



Kunt u ook de in hoofdstuk 5 beschreven modelresultaten toelichten?

GEORGE: "OK, ik zal het proberen. In hoofdstuk 5 hebben we real-time (ANN en LSTM) en post-trip (GRPL en OPFS) analyses uitgevoerd om het effect van voertuig-, bestuurder- en contextkenmerken op het risico onder verschillende omstandigheden te onderzoeken. We hebben ook vergelijkingen gemaakt tussen landen en vervoerswijzen. Via ANN hebben we onderzocht of real-time voorspellingen van de VTZ en zijn drie niveaus mogelijk zijn. Het antwoord is ja! Via LSTM-netwerken hebben wij geprobeerd in real time 'gevaarlijke snelheidsniveaus' en 'gevaarlijke volgfstand-niveaus' te voorspellen. Deze resultaten waren niet significant.

Via GRPL-modellen onderzochten we het voorkomen van bijna-ongevallen in de 4 fasen van het experiment onder verschillende omstandigheden zoals nachtelijk rijden, aantal jaren in het bezit van een rijbewijs ... (= verklarende factoren). De algemene conclusie was dat bijna-ongevallen willekeurige gebeurtenissen bleken te zijn waarvan de verklarende factoren niet verschillen tussen de verschillende fasen van het experiment.

Voor elke fase van het experiment werd een OPFS-model opgesteld om de snelheidsneiging te onderzoeken, rekening houdend met specifieke variabelen in verband met de omgeving (nacht), de kenmerken van de bestuurder (bv. geslacht, leeftijd...) en de persoonlijkheidskenmerken (bv. waargenomen bekwaamheid, normen en waarden). Hoewel er aanwijzingen zijn dat de invoering van interventies de rol van de omgevingsvariabele (nacht) en de algemene kenmerken van de bestuurders vermindert, en de rol van de persoonlijkheidskenmerken versterkt, laten de kleine steekproeven geen definitieve conclusie toe."

Ter afsluiting van dit interview ... Als u de bevindingen van alle analyses die zijn uitgevoerd in dit rapport zou kunnen samenvatten in maximaal vier bullet points, wat zouden die dan zijn?

GEORGE: "Ik zou zeggen dat het ons gelukt is om de relatie tussen taakcomplexiteit, handelingsvermogen en risico beter te begrijpen en dat onze belangrijkste bevindingen de volgende zijn:

- Voor de meeste onderzochte risicofactoren werd vastgesteld dat hogere taakcomplexiteitsniveaus leiden tot een hoger handelingsvermogen van de bestuurders. Dit betekent dat bestuurders, wanneer ze worden geconfronteerd met moeilijke omstandigheden, geneigd zijn hun vermogen om potentiële moeilijkheden te onderkennen goed te reguleren, terwijl ze rijden.
- Wanneer wordt gekeken naar de relatie tussen de interactie van taakcomplexiteit en handelingsvermogen en het effect daarvan op het risico, blijkt dat in België en Duitsland de invloed van taakcomplexiteit op het risico groter is dan het effect van handelingsvermogen, terwijl in Griekenland net het handelingsvermogen een grotere invloed heeft op het risico. In het Verenigd Koninkrijk werden gemengde resultaten waargenomen.
- De vergelijking van de modellen die op de gegevens van de verschillende fasen van de experimenten werden toegepast, bevestigde dat de interventies in de meeste landen een positieve invloed hadden op de risicocompensatie, waardoor het handelingsvermogen van de bestuurders toenam en het risico van gevaarlijk rijgedrag afnam.



Rapport 6.3 is deel van WP6:
Analyse van risicofactoren

- *Voorspellende real-time analyses toonden aan dat het mogelijk is het niveau van de VTZ te voorspellen met een nauwkeurigheid tot 95% en met slechts weinig valse waarschuwingen, terwijl verklarende post-trip studies aantoonden dat state-of-the-art econometrische modellen licht kunnen werpen op de complexe relatie van risico met de onderlinge afhankelijkheid van taakcomplexiteit en handelingsvermogen.”*

Bedankt George!

Edith Donders

i-DREAMS DisCom manager

i-DREAMER in de kijker



**GEORGE
YANNIS**

Afgestudeerd als *Burgerlijk Ingenieur* in 1987

Werkzaam bij *National Technical University of Athens* sinds 1993

Gepassioneerd door *verkeersveiligheid* en *marathons*

Taken in i-DREAMS: *Leidt werkpakketten voor de analyse van risicofactoren en de evaluatie van veiligheidsmaatregelen & Coördineert de bijdragen van het NTUA-team*

