

# Personal Intelligent Travel Assistants: Gebruik en Mogelijke Effecten

Caspar Chorus\*, Eric Molin<sup>+</sup>, Bert van Wee<sup>+</sup>, Theo Arentze\*, Zhongwei Sun\*, Harry Timmermans\*

*\* Faculty of Architecture, Eindhoven University of technology*

*+ Faculty of Technology, Policy and Management, Delft University of Technology*

---

## Abstract

This paper provides an overview of research results obtained in the NWO/Connekt program 'Behavioral aspects of a Personal Intelligent Travel Assistant'. First, it is put forward how PITA-research has formalized the role of information in traveler decision making by making use of the concept of Bayesian updating and choice set updating for travelers with different decision styles. Then, the results of computer simulations, and data-analysis based on a web-survey and a multimodal travel simulator are presented. Three important conclusions that may be drawn from the PITA-research effort performed so far are as follows: firstly, travelers' need for personalized information from PITA-like services is predominantly motivated by the aim of making travel easier. Secondly, it appears that travelers are very well able to deal with complex choice situations involving multiple types of knowledge limitations and information provision in an intelligent, efficient manner. Thirdly, it appears that travelers' actual use of provided information does increase the quality of their subsequent choices.

---

## Introductie

Informatietechnologie ontwikkelt zich in een razend tempo. "Intelligente" chips kunnen worden gebruikt voor personele identificatie, logistieke processen, en betalingsverkeer. Bestaande en nieuwe technologie kan worden ingezet, zowel om het persoonlijk comfort te vergroten als om algemene maatschappelijke of organisatiedoelstellingen te bereiken. Zo kent de stad Wenen bijvoorbeeld al een Internetwebsite die vakantiegangers kunnen raadplegen, niet alleen om informatie te verzamelen, maar ook om persoonlijke voorkeuren in te voeren, op grond waarvan het systeem dan een persoonlijk dagprogramma (bezoeklocaties, hun volgorde, tijdsduur, route) opstelt. Vergelijkbare initiatieven ontstaan aan de andere kant van de wereld, in Hong Kong. Waarschijnlijk worden daar op de achtergrond bepaalde processen geoptimaliseerd, zoals het

sturen van bezoekers naar bepaalde evenementen, musea etc. Het laatste zal zeker gelden voor websites van luchtvaartbedrijven, en is zeker relevant als onderdeel van beheersingsstrategieën van vervoerssystemen.

Ook de mobiele telefoon zal straks ingezet kunnen worden om op intelligente wijze en-route informatie door te geven aan personen, en adviezen met betrekking tot bepaalde vertrektijden, routes of bestemmingskeuzen te geven. Op deze wijze komt een ideaalbeeld dichterbij van het toedienen aan de reiziger van alle informatie die voor hem of haar relevant is, gegeven zijn of haar persoonlijke voorkeuren, de kenmerken van de gemaakte rit, en de precieze locatie van de reiziger in het transportnetwerk. De essentie van een dergelijke dienst ligt dus in het feit dat geboden informatie persoonlijk is; dit in tegenstelling tot collectieve informatie die aan de reizigersgroep als geheel wordt aangeboden, en per definitie geen rekening houdt met de heterogeniteit van deze groep. In termen van onderzoek spelen dan twee vragen een centrale rol: Hoe moeten dergelijke persoonlijke intelligente reisinformatie systemen (Engels: 'Personal Intelligent Travel Assistants' (PITA)) eruit zien in termen van bv. informatie aanbod, early warning, route informatie, op maat toegesneden persoonlijke informatie, hoeveel zijn bepaalde doelgroepen bereid ervoor te betalen; en wat zijn de effecten van dergelijke systemen op activiteiten-reis patronen van individuen. De eerste vraag betreft met name de marketing van dergelijke systemen en de bepaling van mogelijke toepassingsgebieden. Beide vragen zijn van belang indien deze systemen ingezet gaan worden om vertrektijdstippen, routes, vervoerwijzen, etc., in een bepaalde richting te sturen. Het is dan cruciaal om te weten of reizigers de informatie zullen gebruiken en als ze dat doen of ze de adviezen zullen opvolgen, en hoe hun reispatronen zullen veranderen.

PITA is een NWO/Connekt-onderzoeksprogramma, bestaande uit twee promotieprojecten, waarin deze vragen aan bod komen. Het eerste project betreft het mogelijk gebruik van PITA-systemen voor specifieke reisalternatieven. Het tweede project heeft met name tot doel om de mogelijke effecten van PITA op aanpassingen in activiteiten-reispatronen te modelleren, als uitbreiding van een bestaand activiteiten-gebaseerd model van verplaatsingsgedrag. Het onderzoek bestaat uit een theoretisch en een empirisch deel. De theoretische uitdaging bestaat uit het formuleren van een gedragsmodel dat geschikt is om zowel de acquisitie van informatie te modelleren, alsmede het effect van ontvangen informatie op de keuze van reisalternatieven en activiteitenpatronen te bepalen, uitgaande van reizigers met verschillende kennisniveaus en met

mogelijk verschillende beslissingsstijlen (Arentze & Timmermans, 2005a, b; Sun et al., 2005; Chorus et al., 2005a, 2006a). Het empirisch gedeelte betreft het verzamelen en analyseren van gegevens over feitelijk gebruik. Omdat PITA systemen nog niet bestaan, is een multimodale reissimulator geconstrueerd (Chorus et al., 2006b), als een van de modules van de binnen het NWO-Connekt stimuleringsprogramma ontwikkelde *Travel Simulator Laboratory* (TSL: Hoogendoorn, 2003, 2005; De Groot & Hellendoorn, 2004). Met behulp van deze reis-simulator zijn gegevens verzameld over de manier waarop reizigers omgaan met kennisgebrek en informatie in multimodale netwerken. Momenteel wordt gewerkt aan een dataverzameling over het effect van reisinformatie op de activiteitenpatronen van mensen en over hoe mensen leren op basis van reisinformatie en hun eerdere ervaring in transportnetwerken.

Hoewel deze vorm van informatie nieuw is en er dus nog niets bekend is over mogelijk gebruik en effecten, is er wel studie verricht naar andere vormen van reisinformatie (ATIS), die wel in de huidige markt beschikbaar zijn. Onderzoek naar deze diensten, alhoewel deze in functionaliteit achterlopen bij het PITA-concept, kan toch nuttige inzichten verschaffen in de potentie van PITA-achtige diensten (Chorus et al., 2006c, d). Dergelijk onderzoek geeft bijvoorbeeld aan dat informatiegebruik sterk afhankelijk is van sociaal-demografische variabelen: hoog opgeleide mannen met een hoog inkomen zijn meer geneigd reisinformatie te gebruiken dan anderen (bv. Petrella & Lappin, 2004). Hetzelfde geldt voor professionals (Emmerink et al., 1996; Hato et al., 1999). Onderzoeksresultaten suggereren ook dat mensen die al andere moderne technologie gebruiken (mobiele telefoons, internet) ook meer reisinformatie gebruiken (Polydoropoulou & Ben-Akiva, 1998; Yim & Khattak, 2001). Verschillen in verkeersomstandigheden, die het gebruik van reisinformatie al dan niet nuttiger maken, blijken ook van invloed (Polak & Jones, 1993, Targa et al., 2003; Petrella & Lappin, 2004; Peirce & Lappin, 2004). Tenslotte kan ook worden gewezen op het doel van de verplaatsing (Srinivisan et al., 1999): reisinformatie wordt meer gebruikt bij zaken verplaatsingen. Om een realistisch beeld te kunnen schetsen van het potentiële gebruik en effect van PITA-achtige informatiediensten, is een meer integratieve benadering gewenst van het begrip 'informatie-gebruik' en '-effect'. Een dergelijke benadering is uitgewerkt in het theoretische deel van het PITA-onderzoek.

## **Concepten**

Centraal in de PITA-projecten staat de veronderstelling dat het nut van reisinformatie gedefinieerd kan worden als *het verschil in nut tussen de huidige keuzesituatie en de keuzesituatie die ontstaat na de informatie te hebben ontvangen*. Informatie speelt een rol om onzekerheid in beslissingen te reduceren. Als individuen hun activiteiten moeten organiseren in tijd en ruimte, dan moeten zij expliciet of impliciet een reeks van onderling samenhangende keuzen maken: vertrektijdstip, route, vervoerwijze, bestemming, maar mogelijk ook de volgorde van activiteiten voor die bepaalde dag (bijvoorbeeld: ga ik wel of niet langs de winkel op weg van werk naar huis?). Het gebruik en effect van informatie is gemodelleerd door het nut van de alternatieven in de (geanticiperde) nieuwe keuzesituatie te beschrijven met behulp van principes uit de zogenaamde *Bayesiaanse* perceptie-updating. Verschillen in keuzegedrag tussen mensen kunnen worden onderkend. Verschillende theoretische principes zijn daarom nader onderzocht. Het meest bekend is waarschijnlijk de *verwachte nutstheorie* (Von Neumann & Morgenstern, 1944), die stelt dat een individu het alternatief met het hoogste verwachte nut kiest, dwz het gecombineerde nut van de attributen, die het alternatief kenmerken, gewogen met de subjectieve kans dat die attributen een bepaalde waarde zullen hebben. Verder is gekeken naar *satisficing-theorie* (Simon, 1955), die stelt dat een individu het eerste alternatief dat goed genoeg lijkt zal kiezen, en de *regret-theorie* (Loomes & Sugden, 1982; 1983), die stelt dat een individu het alternatief kiest waarvan wordt verwacht dat het het minste spijt zal opleveren ten opzichte van andere alternatieven als blijkt dat een verkeerde keuze is gemaakt. Deze regels zeggen op zichzelf nog weinig over de wijzen waarop individuen omgaan met onzekerheid. Verschillen in attitude met betrekking tot onzekerheid (risico-mijdend of risico-nemend gedrag) zijn ook geformaliseerd en leiden tot verschillende beslissingsstijlen.

Als illustratie kan het principe van Bayesiaanse perceptie updating dienen. Omdat vele factoren van invloed zijn op reistijden, en deze factoren niet constant zijn in de tijd, zal de reistijd van herkomst naar bestemming telkens verschillen. Dit betekent dat de reiziger wordt geconfronteerd met onzekere reistijden op dit traject. We veronderstellen dat een reiziger die herhaaldelijk dit traject heeft afgelegd subjectieve inschattingen kan maken over deze reistijd. Dit is voor te stellen in termen van subjectieve kansen dat de reistijd in een bepaalde klasse valt. Deze inschattingen zijn niet constant, maar een reiziger leert op basis van nieuwe ervaringen. Stel dat  $P(A)$  de subjectieve kans is dat de reistijd valt in klasse  $A$ . Stel dat  $B$  de reistijd op het traject

is volgens de verkregen informatie, bijvoorbeeld van een PITA. Uit de klassieke kanstheorie weten we dat

$$P(A | B)P(B) = P(A, B)$$

waarbij  $P(B)$  de verwachte kans op bericht  $B$  is (van de betreffende bron),  $P(A/B)$  de ge-update kans is dat de reistijd  $A$  is na ontvangst van het bericht dat de reistijd  $B$  is en  $P(A, B)$  de kans van tegelijk optreden van deze twee gebeurtenissen is (namelijk dat de reistijd  $A$  is en het krijgen van het bericht dat de reistijd  $B$  is). Evenzeer geldt

$$P(B | A)P(A) = P(A, B)$$

zodat

$$P(A | B)P(B) = P(B | A)P(A)$$

hetgeen resulteert in de bekende regel van Bayes:

$$P(A | B) = \frac{P(B | A)P(A)}{P(B)}$$

Met andere woorden, de subjectieve kans wordt aangepast met een bepaald gewicht, maar wel zodanig dat de kansen altijd tussen 0 en 1 blijven vallen. Afhankelijk van de toepassing kan dit gewicht op verschillende manieren worden geïnterpreteerd. Het kan bijvoorbeeld worden gezien als subjectieve betrouwbaarheid van de informatiebron. Immers,  $P(B|A)$  geeft de subjectieve kans weer dat de informatiebron reistijd  $B$  aangeeft terwijl  $A$  het geval is. Als de bron door het subject maximaal betrouwbaar wordt geacht dan is deze kans 1 voor  $B = A$  en 0 in alle andere gevallen. Als het beperkt betrouwbaar wordt geacht dan zal de subjectieve kans op  $A$  weliswaar toenemen als  $B = A$  maar niet volledig de onzekerheid wegnemen. Op vergelijkbare wijze wordt de betrouwbaarheid die wordt gehecht aan de eigen waarneming vooraleer informatie is ontvangen weergegeven door de spreiding van  $P(A)$  binnen de verschillende reistijdscategorieën.

Dus dit principe kan toegepast worden indien mensen informatie krijgen van een PITAsysteem. Echter, ongeacht de specifieke toepassing, kan de regel van Bayes op een eenvoudige en flexibele manier worden gebruikt om subjectieve kansen bij te stellen aan de hand van nieuwe ervaringen of nieuwe informatie.

In de context van complexe activiteiten-reispatronen is onzekerheid niet beperkt tot reistijden op een bepaald traject met een bepaalde vervoerswijze, maar kan ook slaan op reistijden op meerdere trajecten, terwijl bovendien alle facetten in het keuzeprocés (duur, succesvol afronden activiteit op de locatie, etc) onderhevig zijn aan onzekerheid. Bovendien zullen deze onzekerheden afnemen naarmate een bepaald activiteitenpatroon verder wordt uitgevoerd. Het nut dat een individu ontleent aan (het beschikken van) een activiteitenpatroon zal dus mede worden bepaald door deze onzekerheden. D.w.z.: het nut is afhankelijk van de feitelijke toestanden, maar die zijn onzeker wanneer een individu een beslissing moet nemen. Stel dat  $Y$  een onzekere gebeurtenis aangeeft (bv reisduur), dat  $y_i$  refereert aan een mogelijke uitkomst of toestand van  $Y$  (meer precies: de uitkomst onder scenario  $i$ ), en dat  $P^t(y_i)$  de subjectieve kans aangeeft dat  $Y = y_i$  op beslissingsmoment  $t$ . We veronderstellen dat een individu enkele scenarios ontwikkelt als antwoord op de mogelijke onzekerheden in het systeem, en een activiteitenpatroon  $S_i^t$  genereert dat optimaal is aangepast aan  $y_i$ . Voor iedere variant  $S_i^t$  is mogelijkserwijs een aanpassing nodig als de uitkomst van  $Y$  anders is dan  $y_i$ . Het (mentaal) aangepaste activiteitenpatroon bij uitkomst  $y_j$  geven we aan als  $(S_i^t | y_j)$ . Het verwachte nut van iedere variant is dan gelijk aan

$$EU(S_i^t) = \sum_j U(S_i^t | y_j) P^t(y_j)$$

waarbij  $t$  een beslismoment is,  $U(\bullet)$  het nut van het activiteitenpatroon is en  $P^t(y_j)$  de subjectieve kans is op  $y_j$ . Het nut van een situatie zonder verdere informatie is dan gelijk aan het nut van het alternatief dat het grootste verwachte nut oplevert onder die omstandigheid. Ofwel:

$$EU^t = \max_i \left\{ \sum_j U(S_i^t | y_j) P^t(y_j) \right\}$$

De waarde van informatie in dit geval kan dan worden gedefinieerd als de mate waarin de informatie dit nut vergroot door verbetering van de beslissing die het individu verwacht. Net als in het eerdere voorbeeld kunnen we de perceptie van de geloofwaardigheid van de informatie met betrekking tot gebeurtenis  $Y$  weergeven door middel van conditionele kansen van de vorm  $P'(Y' | Y)$  waarbij  $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$  de mogelijke uitkomsten van de gebeurtenis zijn en  $Y' = \{y_1', y_2', \dots, y_n'\}$  de uitkomsten zijn zoals weergegeven door de informatiebron (PITA). Het verwachte nut na het verkrijgen van informatie  $y_k'$  is dan gelijk aan:

$$EU_k^{t+} = \max_i \left\{ \sum_j U(S_i^t | y_j) P'(y_j | y_k') \right\}$$

De conditionele kansen  $P'(y_j | y_k')$  geven de aangepaste kansen weer die worden afgeleid op basis van de regel van Bayes. De waarde van informatie is dan gelijk aan:

$$EIV^t = \sum_k P'(y_k') EU_k^{t+} - EU^t$$

Dit zou gebruikt kunnen worden om te bepalen hoeveel men bereid is voor informatie te betalen. NB: in eerdere onderzoeken, gebaseerd op statistische keuzetheorie (Raiffa & Schlaiffer, 1961), is op soortgelijke wijze als hierboven beschreven het nut van reis-tijdinformatie afgeleid in termen van het verschil in verwachte nut tussen de situatie zonder en met informatie (bij voorbeeld: van der Zijpp & Bovy, 1995). Het PITA-onderzoek bouwt eerder onderzoek uit naar situaties waar i) de waarde van informatie in de tijd varieert (als gevolg van de voortdurende evaluatie van het gebruik ervan), ii) informatie op meerdere attributen dan reistijd alleen betrekking heeft, iii) informatie niet volledig betrouwbaar is, en alles dit in de context van het plannen en aanpassen van complete reis-activiteitenpatronen.

## **Data en resultaten**

Teneinde deze en andere theoretische concepten empirisch uit te werken zijn gegevens verzameld. Idealiter zouden deze gegevens betrekking hebben op een PITA systeem dat al operationeel is en in de praktijk wordt gebruikt. Helaas is dat nog niet het geval en moesten

gegevens worden verzameld over keuzes onder hypothetische omstandigheden. Twee soorten gegevens zijn tot nu toe verzameld, een webenquête en laboratoriumsimulaties.

### *Webenquête*

Het voornaamste doel van de webenquête (Chorus et al., 2005b; 2006e) was om te achterhalen welke factoren van invloed zijn op informatiegebruik. Specifiek is gekeken naar de rol van gebrekkige kennis en betrouwbaarheid. Bovendien is geprobeerd te achterhalen hoe reizigers keuzes maken, en of deze beslissingsstijlen invloed hebben op hun behoefte aan informatie. Tenslotte is onderzocht aan welke informatie mensen behoefte hebben, en hoe de behoefte aan PITA-achtige diensten zich verhoudt tot die van meer eenvoudige informatie(diensten).

Uit de resultaten blijkt dat kennis en beslissingsstijl belangrijke determinanten zijn van informatiebehoefte van reizigers. Het blijkt dat deze factoren in feite intermediairen tussen harde factoren (zoals aard van de bestemming, reisomstandigheden) aan de ene kant, en informatiebehoefte aan de andere kant. Zo valt te zien dat het maken van een rit naar een bestemming die vaak bezocht wordt (bij voorbeeld de rit woon-werk) enerzijds leidt tot een vergroting van de keuzeset van reizigers, maar anderzijds ook tot het maken van minder bewuste keuzes. Het zijn vervolgens deze gedragsmatige factoren die op hun beurt zorgen voor een afname in de behoefte aan reisinformatie.

Tabel 1 presenteert enkele andere in het oog springende resultaten uit deze enquête: de linker kolom noemt enkele vormen van informatie die mogelijk in de toekomst via PITA-achtige diensten geboden kan worden. De rechter kolommen presenteren, voor verschillende bestemmingen, de mate waarin OV-gebruikers en automobilisten gemiddeld aangeven behoefte hebben aan dit soort informatie, op een schaal van 1 (geen enkele) tot 5 (zeer veel). De tabel laat zien dat reizigers op het vlak van geavanceerde, PITA-achtige informatie met name behoefte hebben aan informatie die het nadenken en reizen gemakkelijker maakt, zoals routebegeleiding en waarschuwingssystemen. Er blijkt minder behoefte te zijn aan informatie die helpt om betere keuzes te maken, zoals multimodale informatie. Bovendien valt op dat conventionele reistijdinformatie (het ontvangen van reistijdschattingen voor bepaalde routes/vervoerswijzen) onverminderd van belang blijft. Er zijn duidelijke, maar niet grote, verschillen tussen de informatiebehoeften van treinreizigers en die van automobilisten.

Interessant was ook de constatering dat op het moment dat betrouwbare reisinformatie het meest noodzakelijk is voor reizigers, reistijdinformatie als onbetrouwbaar wordt gezien. Verder, bij de beoordeling van de betrouwbaarheid van reisinformatie door informatiebronnen hanteren reizigers hogere standaards dan bij de beoordeling van hun eigen schattingen van de betrouwbaarheid van reistijd.

**Tabel 1:**

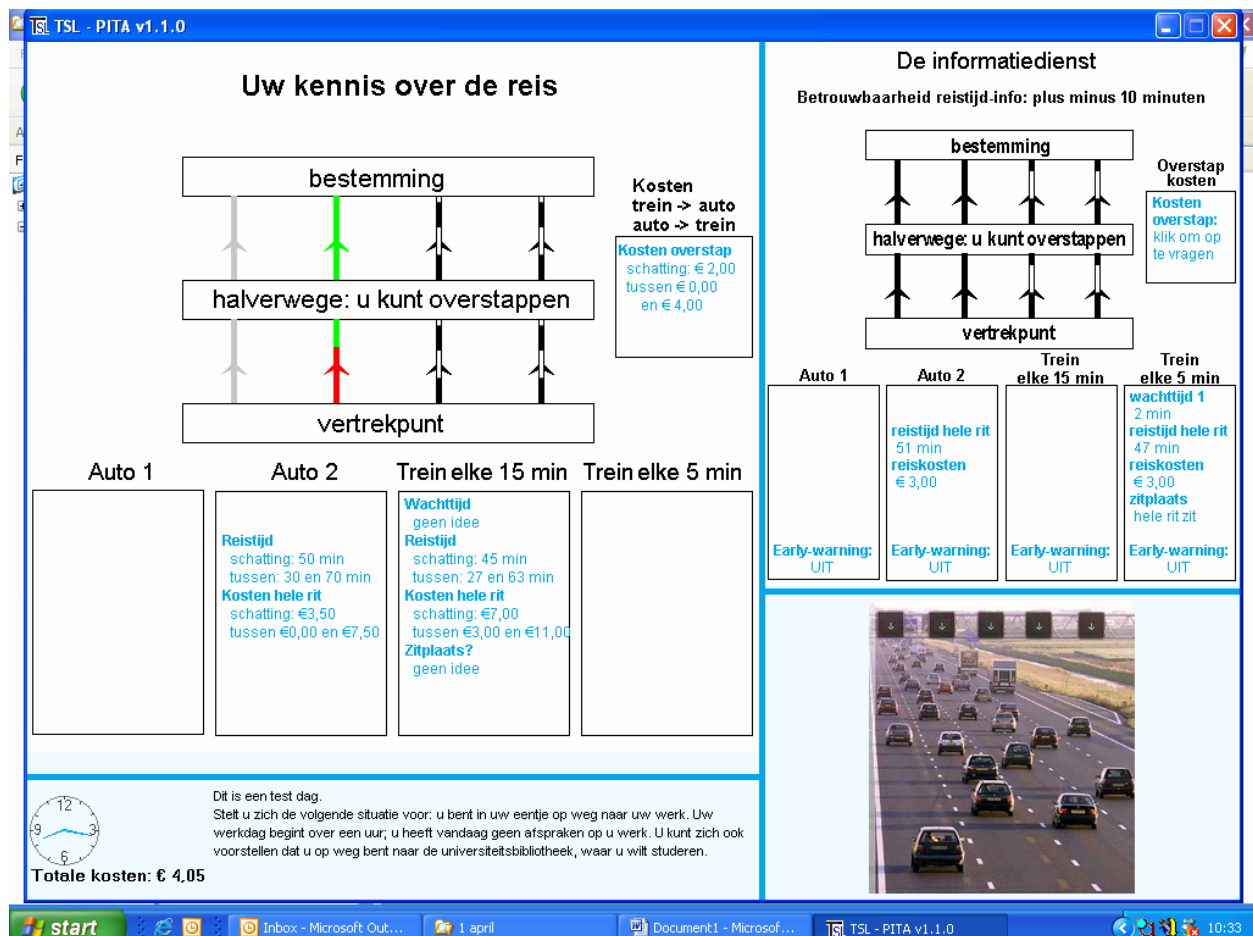
**De behoefte aan verschillende soorten reisinformatie bij verschillende soorten reizen**

<i><b>Informatie</b></i>	<i><b>auto (bekende bestemming)</b></i>	<i><b>openbaar vervoer (bekende bestemming)</b></i>	<i><b>auto (onbekende bestemming)</b></i>	<i><b>openbaar vervoer (onbekende bestemming)</b></i>
<i>early warning functie</i>	3.91	3.82	4.15	4.04
<i>volledige sturing trip</i>	3.60	3.49	4.07	4.01
<i>tijd-gerelateerde informatie</i>	3.61	3.33	4.43	4.64
<i>gepersonaliseerde informatie</i>	3.44	3.34	3.95	3.84
<i>locatie-specifieke informatie</i>	3.10	2.87	3.49	3.39
<i>multimodale informatie</i>	3.10	2.74	3.77	3.51
<i>kosten- gerelateerde info</i>	2.93	2.66	3.84	3.86
<i>info mbt andere dan tijd- en kosten-aspecten</i>	3.00	2.53	3.88	3.28

*Laboratoriumsimulaties*

Naast de hierboven besproken webenquête, waarin voornamelijk gevraagd werd naar de behoefte van reizigers aan informatie, is een experimentele omgeving ontwikkeld (Chorus et al., 2006b)

waarin de manier waarop reizigers omgaan met informatie in transportnetwerken direct geobserveerd kan worden. Natuurlijk heeft een dergelijke ‘stated choice’ dataverzameling minder externe validiteit dan geobserveerde keuzes in de dagelijkse werkelijkheid. Echter, in onze situatie waarin i) er nog geen werkende prototypen van PITA-achtige diensten bestaan en ii) er behoefte is aan het zeer gecontroleerd variëren van de stimuli waaraan de participanten werden blootgesteld (zoals reistijd-onzekerheid), blijken dergelijke simulatoromgevingen vruchtbare en relatief valide bronnen van dataverzameling te zijn (Bonsall et al., 1997; Mahmassani & Jou, 2000). Aan 264 participanten werd gevraagd een aantal ritten te maken in het netwerk zoals aangegeven aan de linkerkant van figuur 1: er kon gekozen worden uit verschillende routes en vervoerswijzen, overstappen onderweg is mogelijk.



**Figuur 1:**

**Een voorbeeldscrem van de multimodale reissimulator**

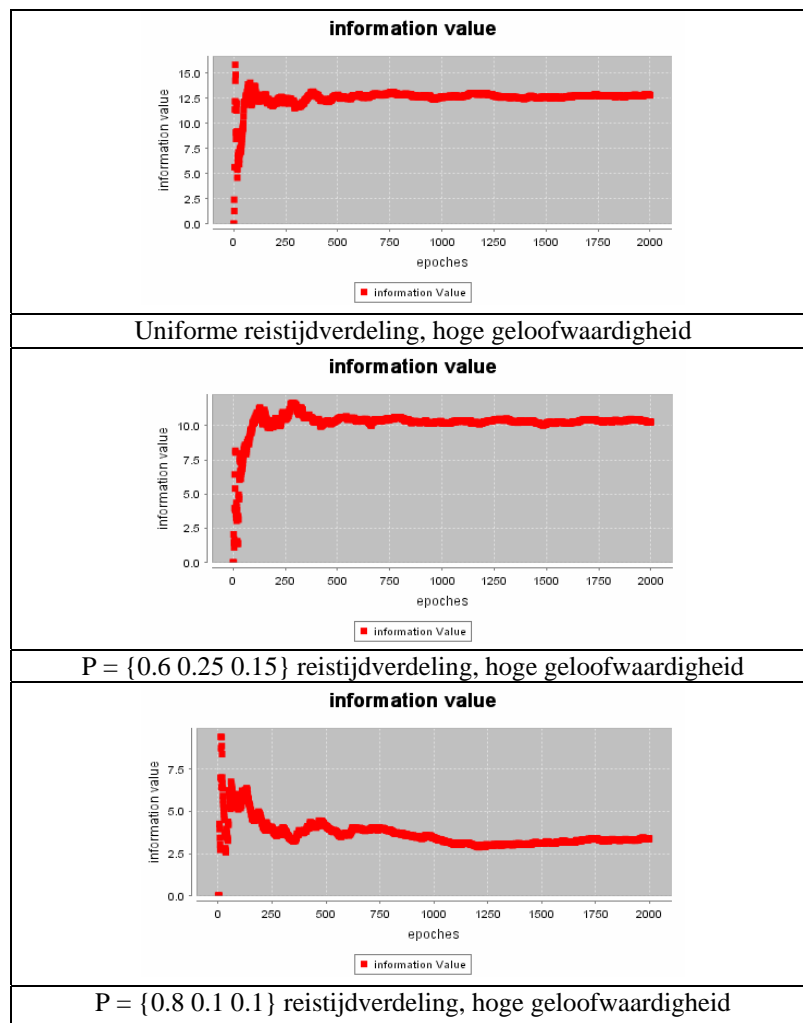
De omstandigheden waaronder de ritten gemaakt moesten worden verschillen van rit tot rit en waren systematisch gevarieerd om tot een exacte analyse te kunnen komen. Tijdens de ene rit heeft de reiziger meer kennis dan tijdens de andere: ten eerste wisselt per rit het aantal vervoerswijze-route combinaties dat de reiziger kent, en ten tweede varieert de onzekerheid met betrekking tot de kenmerken van deze opties (reistijden, -kosten e.d.). Verder heeft elke rit een ander doel, variërend van een dagje strand tot een belangrijke zakelijke bespreking.

De reiziger heeft de volgende opties: ofwel hij/zij kiest voor één van de reisalternatieven die ze kent, ofwel ze vraagt informatie op bij haar PITA –het rechtergedeelte van haar scherm. Er zijn drie soorten informatie opvraagbaar: de reiziger kan de PITA vragen een nieuwe route-vervoerswijze te suggereren als mogelijke reisoctie. Ook kan zij PITA vragen om inschattingen van de kenmerken van bekende alternatieven, zoals reistijdinschattingen. Tenslotte kan PITA's *early warning* functie worden geactiveerd, die de reiziger waarschuwt wanneer deze op het punt staat een route te kiezen met een onverwacht lange reistijd. De betrouwbaarheid van PITA's informatie, net als de prijs van informatie, zijn gevarieerd in het experiment.

Op deze wijze is per gemaakte rit (in totaal zo'n 5000) de volledige sequentie van mogelijke informatieacquisities en de uiteindelijke keuze voor een bepaalde route/vervoerswijze geobserveerd, net als de stimuli op basis waarvan deze keuzes zijn gemaakt.

Op basis van deze observaties, kunnen de volgende voorlopige resultaten vermeld worden: Het blijkt dat reizigers goed in staat zijn om op een intelligente manier met kennisgebrek en beschikbare informatie om te gaan in ogenschijnlijk zeer complexe multimodale reis-situaties. De wijze waarop zij dit doen is goed te beschrijven met behulp van de ontwikkelde gedragsmodellen. Het gebruik van informatie leidt daadwerkelijk tot een verbetering van de kwaliteit van reizigerkeuzes in de zin dat informatieacquisitie leidt tot een afname van keuzes voor zogenaamde *gedomineerde* routes en vervoerswijzen. Dit zijn alternatieven die op alle kenmerken (zowel reistijd als reiskosten) slechter presteren dan een andere aanwezige route voor dezelfde vervoerswijze. Voor niet-zakelijke ritten is het met name de verwachte reistijd, en niet zozeer reistijdonzekerheid, die bepalend is voor de gekozen route en vervoerswijze. Voor zakelijke ritten speelt reistijdonzekerheid wel een grote rol. Reizigers zijn eerder bereid tot, en hebben meer geld over voor, informatieacquisitie om nieuwe alternatieven te laten genereren of als waarschuwingfunctie, dan om reeds bekende alternatieven te evalueren.

Naast deze empirische studies is ook op basis van computersimulaties (synthetische data) inzicht te krijgen in het gebruik en de effecten van reisinformatie (Chorus et al., 2006a en Arentze & Timmermans, 2005b). Een voorbeeld: het nut van reisinformatie (information value) is gesimuleerd aan de hand van de in de vorige paragraaf besproken conceptualisatie. Figuur 2 geeft de resultaten weer. De x-as geeft het aantal gesimuleerde ritten (epoches) aan, voor verschillende functionele vormen van de initiële reistijdperceptie. De y-as geeft aan hoeveel waarde de reiziger voor een bepaalde rit hecht aan een het ontvangen van reistijd-informatie. Deze ‘information value’ (NB de verschillen in schaal tussen de drie sub-figuren) kan vervolgens vertaald worden naar de betalingsbereidheid van deze gesimuleerde reiziger.



**Figuur 2:**  
**Informatiewaarde en geloofwaardigheid**

Uit Figuur 2 blijkt, dat leren niet automatisch betekent dat de informatie waarde daalt. Het nut van informatie kan met name hoog blijven indien de omgeving weinig stabiel is en leren met betrekking tot de kenmerken van het transportsysteem dus nauwelijks de bestaande onzekerheid reduceert. Het blijkt dat de waarde van informatie sterk wordt bepaald door de mate van onzekerheid. Naarmate deze onzekerheid meer gereduceerd kan worden door ontvangen (betrouwbare) berichten, neemt de informatiewaarde toe.

## **Conclusies**

Het PITA-onderzoek probeert inzicht te krijgen in de acceptatie en effecten van toekomstige ICT technologie bij het geven van persoonlijke reisinformatie om reizigers te helpen betere keuzes te maken in onzekere en complexe transportnetwerken. Centraal hierbij staan de vragen onder welke omstandigheden beschikbare reisinformatie zal worden gebruikt door reizigers, en hoe deze informatie hun keuzes voor reisalternatieven en activiteitenpatronen beïnvloedt op korte en langere termijn. Hoewel de projecten nog niet zijn afgesloten zijn de volgende conclusies al te trekken. Het onderzoek geeft aan dat er onder reizigers zeker behoefte bestaat aan PITA-achtige informatie, maar dat dit met name geldt voor informatie die het reizen gemakkelijker maakt, en minder voor zogenaamde optimaliserende informatie. Daarnaast blijkt dat naast geavanceerde informatie ‘normale’ reistijdinformatie onverminderd van belang blijft. Het blijkt dat reizigers goed in staat zijn om op een intelligente manier met kennisgebrek en beschikbare informatie om te gaan in ogenschijnlijk zeer complexe multimodale reis-situaties. Wat betreft effecten blijkt dat het gebruik van informatie daadwerkelijk leidt tot een afname van keuzes voor *gedomineerde* routes en vervoerswijzen. Voor niet-zakelijke ritten is het met name de verwachte reistijd, en niet zozeer reistijdonzekerheid, die bepalend is voor de gekozen route en vervoerswijze. Voor zakelijke ritten is speelt onzekerheid wel een belangrijke rol.

## **Literatuur**

- Arentze, T.A., Timmermans, H.J.P., 2005a. Representing mental maps and cognitive learning in micro-simulation models of activity-travel choice dynamics. *Transportation*, 32 (4), pp. 321-340
- Arentze, T.A. and Timmermans, H.J.P., 2005b. Information Gain, Novelty Seeking and Travel: A Model of Dynamic Activity-Travel Behavior under Conditions of Uncertainty. *Transportation Research, Part A*, 39(2-3), pp 125-145

- Ben-Akiva, M., De Palma, A., Kaysi, I., 1991. Dynamic network models and driver information systems. *Transportation Research* **25A**, pp 251-266
- Bonsall, P., Firmin, P., Anderson, M., Palmer, I., Balmforth, P., 1997. Validating the results of a route choice simulator. *Transportation Research* **5C**, pp 371-387
- Bonsall, P., 2004. Traveller behaviour: decision-making in an unpredictable world. *Journal of Intelligent Transportation Systems* **8**, pp 45-60
- Chorus, C.G., Arentze, T.A., Molin, E.J.E., Timmermans, H.J.P., 2005a. Value of travel information: theoretical framework and numerical examples. *Transportation Research Record*, 1926, pp. 142-151
- Chorus, C.G., Molin, E.J.E., Arentze, T.A., Timmermans, H.J.P., van Wee, G.P., 2005b. Kennispercepties en hun invloed op de behoefte aan reisinformatie onder automobilisten OV-reizigers. *Tijdschrift Vervoerswetenschappen*, 41(3), pp 15-20.
- Chorus, C.G., Arentze, T.A., Molin, E.J.E., Timmermans, H.J.P., van Wee, G.P., 2006a. The value of travel information: decision-strategy specific conceptualizations and numerical examples. *Transportation Research, Part B*, 40(6), pp 504-519
- Chorus, C.G., Molin, E.J.E., Arentze, T.A., Hoogendoorn, S.P., Timmermans, H.J.P., Van Wee, G.P., 2006b. Observing the making of travel choices under uncertainty and information: validation of travel simulator. Paper presented at the 85<sup>th</sup> annual meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C.
- Chorus, C.G., Molin, E.J.E., van Wee, G.P., 2006c. Use and effects of Advanced Traveller Information Services (ATIS): a review of the literature. *Transport Reviews*, 26(2), pp 127-149
- Chorus, C.G., Molin, E.J.E., van Wee, G.P., 2006d. Travel information as an instrument to change car-drivers' travel choices: a literature review. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, *forthcoming*.
- Chorus, C.G., Molin, E.J.E., Arentze, T.A., Timmermans, H.J.P., Van Wee, G.P., 2006e. Travelers' need for information: an empirical study into the role of knowledge. Paper presented at the 85<sup>th</sup> annual meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C.
- De Groot, T., Hellendoorn, M., 2004. Travel Simulator Laboratory. Master Thesis, Delft University of Technology
- Emmerink, R.H.M., Nijkamp, P., Rietveld, P., Van Ommeren, J.N., 1996. Variable message signs and radio traffic information: an integrated empirical analysis of drivers' route choice behavior. *Transportation Research* **30A**, pp 135-153
- Hato, E., Taniguchi, M., Sugie, Y., Kuwahara, M., Morita, H., 1999. Incorporating an information acquisition process into a route choice model with multiple information sources. *Transportation Research* **7C**, pp 109-129
- Hoogendoorn, S.P., 2003, Travel simulator for studying adaptation effects to dynamic traffic management, information and roadpricing. Working Paper
- Hoogendoorn, 2005. <http://www.tsl.tudelft.nl> (accessed dd june 1st, 2005)
- Loomes, G., and Sugden, R., 1982. Regret Theory: an alternative theory of rational choice under uncertainty. *The Economic Journal*, 92, 805-824.

Loomes, G., and Sugden, R., 1983. A rationale for preference reversal. *The American Economic Review*, 73, 428-432.

Mahmassani, H.S., Jou, R., 2000. Transferring insights into commuter behavior dynamics from laboratory experiments to field surveys. *Transportation Research* **34A**, pp 243-260

Peirce, S., Lappin, J., 2004. Why don't more people use advanced traveler information? Evidence from the Seattle area. Paper presented at the 83<sup>rd</sup> meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C.

Petrella, M., Lappin, J., 2004. Los Angeles and Seattle: a comparative analysis of customer response to online traffic information. Paper presented at the 83<sup>rd</sup> meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C.

Polak, J., Jones, P., 1993, The acquisition of pre-trip information: a stated preference approach. *Transportation* **20**, 179-198

Polydoropoulou, A., Ben-Akiva, M., 1998. The effect of advanced traveler information systems (ATIS) on travelers' behavior. in Emmerink, R.H.M. & Nijkamp, P., 1998. Behavioral and network impacts of driver information systems. Aldershot, Ashgate

Raiffa, H., Schlaifer, R., 1961. Applied statistical decision theory. Harvard University Press, Boston, MA

Simon, H.A., 1955. A behavioral model of rational choice. *Quarterly Journal of Economics*, 69, 99-118.

Srinivisan, K., Chen, I., Reddy, P., Jovanis, P.P., 1999. Pre-trip information systems: an investigation into users' information acquisition process. Paper presented at the 78<sup>th</sup> meeting of the Transportation research Board, Washington, D.C.

Sun, Z., T.A. Arentze and H.J.P. Timmermans, 2005. Modeling The Impact of Travel Information on Activity-Travel Rescheduling Decisions Under Conditions of Travel Time Uncertainty. *Transportation Research Record*, 1926, pp. 79-87.

Targa, F., Khattak, A.J., Yim, Y., 2003. Understanding access and use of dynamic travel information. Paper presented at the 82<sup>nd</sup> meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C.

Von Neumann, J., and Morgenstern, O., 1947. Theory of games and economic behavior. Princeton University Press.

Yim, Y., Khattak, A.J., 2002. Traveler response to new dynamic information sources: analyzing corridor and area-wide behavioral surveys. Paper presented at the 81st meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C.

Zijpp, N.J. van der, Bovy, P.H.L., 1995. A model on the willingness to pay for driver information. Proceedings of the 23rd European Transport Forum, University of Warwick, England