

**Er zit mobiliteit in een mobieltje:  
het gebruik van mobiele telefoons in het traceren van  
verplaatsingsgedrag**

Sven Vlassenroot

Universiteit Gent – vakgroep Telecommunicatie en Informatieverwerking (TELIN)  
Sven.Vlassenroot@UGent.be

Sidharta Guatama

Universiteit Gent – vakgroep Telecommunicatie en Informatieverwerking (TELIN)  
Sidharta.Guatama@UGent.be

Rik Bellens

Universiteit Gent – vakgroep Telecommunicatie en Informatieverwerking (TELIN)  
Rik.Bellens@UGent.be

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

## **Samenvatting**

*Er zit mobiliteit in een mobieltje:  
het gebruik van mobiele telefoons in het traceren van verplaatsingsgedrag*

Het in kaart brengen van de mobiliteit in een bepaalde omgeving is nog steeds een uitdaging voor vele vervoersplanners. Nieuwe technologieën zoals navigatiesystemen laten het toe om personen in hun verplaatsingen te traceren en zodoende deze informatie te gebruiken in mobiliteitsplanning en onderzoek. Aan de Universiteit Gent werd een project opgezet waarbij de Smartphone van studenten werden uitgerust met een programmaatje om hun verplaatsingen te traceren. In ruil kregen de studenten enkele maanden gratis mobiel Internet. Het onderzoek richtte zich vooral op de technische haalbaarheid en de bruikbaarheid van deze data en dit op zo'n manier dat de persoonlijke levenssfeer van de gebruiker maximaal beschermd blijft. In een volgend deel van het onderzoek werd het gekende verplaatsingsdagboek weergegeven op de Smartphone die gebruikers konden invullen; dit om de modi van vooral niet-gemotoriseerde verplaatsingen te kennen. De eerste resultaten scheppen hoopvolle verwachtingen; zelfs een alternatief om automatisch de modi te genereren uit de data werd ontwikkeld zodat de inspanningen van de gebruiker zeer minimaal wordt. Deze ontwikkelingen leiden ertoe dat men sterk denkt om binnen de Universiteit Gent een stedelijk of regionaal mobiliteitsplatform op te richten waarbij men kan beschikken over een grote poel van testgebruikers. De gecollecteerde data zou dan gebruikt kunnen worden in diverse planning- en mobiliteitsdoeleinden.

## 1. Inleidend

Een stad kent talloze functies die worden uitgevoerd op een relatief kleine oppervlakte. Deze functies zijn zeer divers van aard (werk, recreatie, toerisme, leefomgeving, school, etc.) wat ook resulteert in een grote aantrekkingskracht van verschillende groepen bezoekers (studenten, werknemers, toeristen, etc.). In tegenstelling tot verplaatsingen buiten de stad, worden verplaatsingen in de stedelijke centra gekenmerkt door de enorme diversiteit (auto, fietsen, wandelen, openbaar vervoer). Algemeen kan men stellen dat zich verplaatsen in een stad met een auto het minst is aangewezen en men beter gebruik maakt van openbaar vervoer, te voet of met de fiets. Als men kijkt naar de meeste verplaatsingsstudies in Vlaanderen dan is het opmerkelijk dan men weinig weet heeft over hoe niet-gemotoriseerde verplaatsingen gebeuren en zich verspreiden over de stad. Men mag stellen dat niet-gemotoriseerde gebruikers hun eigen manier en redenen hebben om mode en route keuzes te maken, om te beslissen waar ze willen blijven etc. (denk maar eens hoe iemand gaat winkelen). Dit alles zal een sterke invloed hebben voor de stedelijke economie, het toerisme, de ruimtelijke planning en ontwikkeling. Daarom is inzicht in deze verplaatsingen zeker even belangrijk. Uiteraard mag men de gemotoriseerde verplaatsingen niet uit het oog verliezen. Het modelleren en simuleren van alle bewegingen in de stad zijn relevant voor een verscheidenheid aan toepassingen voor bijvoorbeeld infrastructuurmaatregelen, beleidseffectmetingen, ruimtelijke voorzieningen, toerisme, het meten van consumentengedrag en aantrekkingskracht van een stad, etc.

Een groot probleem om een overzicht te krijgen over al deze verplaatsingen is het verkrijgen van goede verplaatsingsdata; vooral het verkrijgen van data over fietsers en voetgangers; en vooral over welke route deze afleggen; is niet eenvoudig te verkrijgen. Recente ontwikkelingen in positiebepaling en tracking technologie hebben ertoe geleid dat er meer en meer locatie gebaseerde services worden uitgebouwd (Bellens te al., 2011) die kunnen bijdragen in mobiliteitsonderzoek. Deze services en technologieën vindt men ook meer terug in mobiele toestellen zoals PDA's en Smartphones. In principe kan men zelfs via het GSM-netwerk de positie gaan bepalen, echter is hierbij de nauwkeurigheid niet zo hoog (tot op 100 meter) en kan dit enkel indien de operator zijn medewerking geeft.

Aan de universiteit Gent werd in 2010 een applicatie ontwikkeld die het toelaat om de verplaatsingen van personen te volgen via hun Smartphone: het zogenaamde MOVE-platform. Een applicatie werd op de toestellen geplaatst en de verplaatsingsinformatie werd verzonden naar een centrale server. Een kleine test met ongeveer een 100-tal studenten werd gedurende een 6-tal maanden uitgevoerd. In deze paper wordt de technologie beschreven, geven we enkele problemen weer die werden opgelost en beschrijven we hoe de technologie kan bijdragen voor verschillende beleids- en commerciële doeleinden.

## 2. De technologische ontwikkelingen

Vooreerst werd er een eenvoudige telefoonapplicatie ontwikkeld die het toeliet om het verplaatsingsgedrag via diverse bronnen te monitoren. Zowel GPS, Wi-Fi-signalen en telefoonmastgegevens worden gelogd. Niet alle toestellen beschikken over GPS en men dient ook rekening te houden dat het gebruik van GPS de batterij van een telefoon zwaar kan belasten. Tevens was de software zodanig ontwikkeld dat indien de batterijduur beperkt was, de GPS-monitoring uitviel. Het monitoren werd dan wel verder gezet door gebruik te maken van de andere data-bronnen. Aan de Universiteit Gent werden technologieën ontwikkeld die het toelaat om waardevolle informatie te generen uit Wi-Fi- en telefoonceldata, dit maakt dat GPS niet altijd noodzakelijk is. Daarnaast werd ook informatie verzameld uit de accelerometers aanwezig in de telefoons om zo het verschil tussen fietsers, voetgangers en gemotoriseerde verplaatsingen te kunnen bepalen. Er werd tijdens de ontwikkeling gestreefd naar een privacy-veilige applicatie en de gebruiker had tevens volledige controle over de applicatie die kon worden aan- en uitgezet. De gebruiker kon zelfs kiezen om bepaalde informatie over de verplaatsing niet over te maken. Een ander voordeel met deze applicatie is dat er zowel buiten als binnen gebouwen (zoals shoppingcenters) data kan worden verzameld.

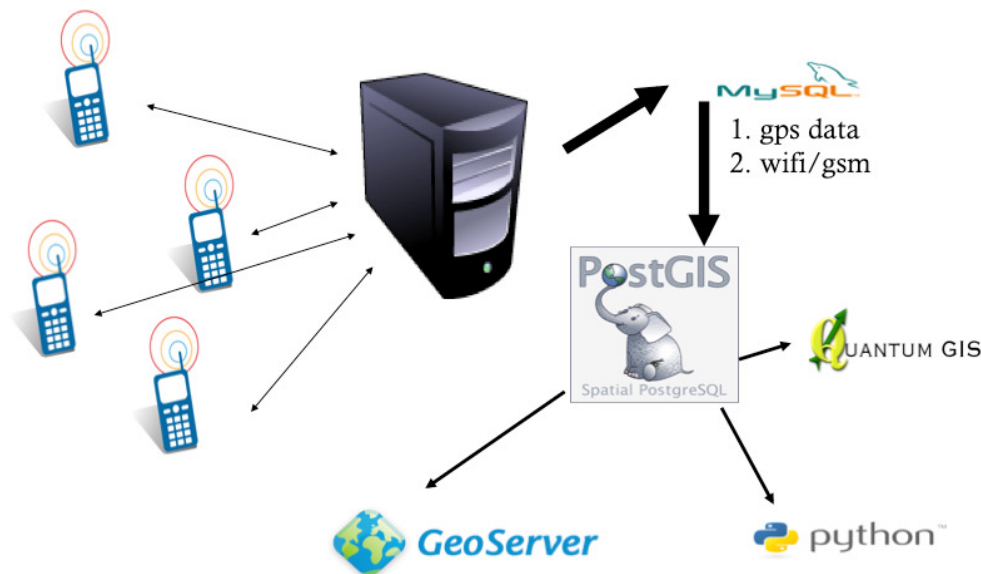


**Figuur 1. Illustratie van de MOVE Smartphone applicatie (telefoon, eenvoudig loggen en verplaatsingsdagboek)**

Naast de standaard monitoring werd een tweede applicatie ontwikkeld gebaseerd op verplaatsingsdagboeken die worden gebruikt in verplaatsingsonderzoeken. De gebruiker kan dan aanduiden welke vervoerswijze hij gebruikt, met welk doel en met hoeveel personen hij zich verplaatst (bijv. woon-werk).

Al deze data worden toegezonden naar een centrale server via mobiel internet of Wi-Fi (indien de persoon zich in een gekende draadloos internetomgeving bevindt). Dit gebeurt volledig automatisch. Tevens, indien nodig kan er data verstuurd worden naar de gebruikers via de applicatie; bijvoorbeeld om updates uit te voeren of om een volledig nieuwe monitoringinterface door te sturen. De gebruikers kunnen ook via de applicatie individueel aangesproken worden.

De verzamelde data wordt uitgelezen en kan geplaatst worden over diverse geografische informatiebronnen (zoals bijvoorbeeld google maps). Deze data kan dan gebruikt worden in verdere verplaatsingsanalyses.



**Figuur 2. Illustratie van de data-service en data applicaties**

### 3. De testopzet

Aan de studenten van de universiteit werd gevraagd of ze wilden participeren aan een proef waarbij hun verplaatsingen gedurende 6 maanden werden gelogd. Een eerste voorwaarde was dat ze moesten beschikken over een Smartphone en een abonnement hadden bij een bepaalde operator die deels mee de kosten deelde van het mobiele internetabonnement. In ruil voor de participatie kregen de studenten gratis voor 6 maanden mobiel internet. Een 100-tal studenten namen deel aan deze test.

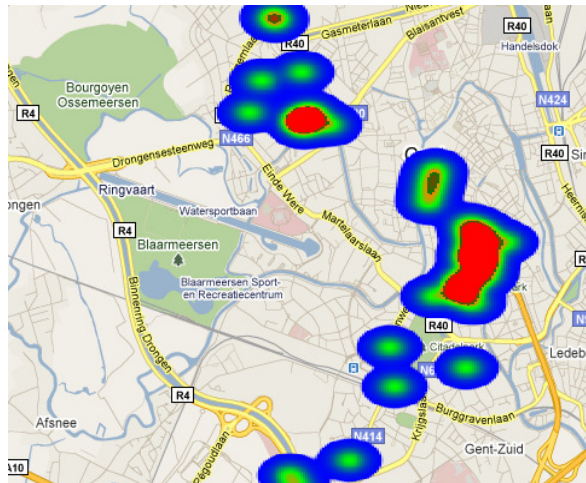
Het doel van deze test was in eerste plaats om vooral het operationele aspect van de mobiele applicatie, het service-center en de data te bekijken. Deze studenten moesten enkel de software op de telefoon plaatsen en toelaten om de verplaatsingen over te maken

In een latere fase werden gecontroleerde groepen uitgerust met een Smartphone. Aan deze werd gevraagd om het verplaatsingsdagboek in te vullen. Deze gegevens werden gebruikt in verder onderzoek om bijv. het bepalen van de vervoersmodi te automatiseren.

### 4. Enkele resultaten

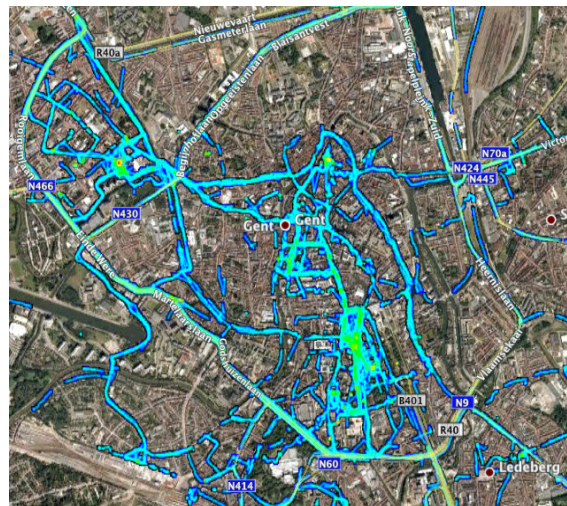
Om volwaardige uitspraken te doen over studentenmobiliteit etc., was de sample te klein en te wijd verspreid over de stad. In de conclusies en toekomstige ontwikkelingen komen we hierop nog terug. Op de data werden verschillende intelligente filters losgelaten en werden bepaalde tracks opnieuw gecombineerd (Guatama et al., 2007). Op basis hiervan konden al kleine analyses gemaakt.

#### 4.1. Bepalen van activiteitenlocaties.



**Figuur 3. Hotspots van activiteitenlocaties**

Figuur 3 geeft weer waar de studenten zich gezamenlijk het vaakst bevonden. De gebieden die rood kleuren omvatten verplaatsingen van minder dan 500 meter op een hogere frequentie. De rode vlekken vallen duidelijk samen met de aanwezigheid van onderwijsinfrastructuur van de universiteit. Via deze technologie zou men dus duidelijk de attractiepolen van een stad kunnen weergeven volgens doelgroep en zelfs volgens bepaald tijdstip (dag, avond, nacht). In deze kaart werd alle data van een bepaalde periode bij elkaar gezet omdat voor uitspraken per groep en tijd de testpopulatie te klein en niet gedifferentieerd genoeg was.

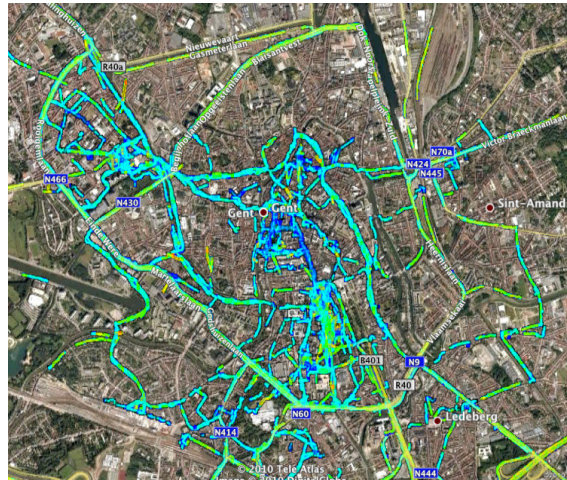


**Figuur 4. Positie intensiteit**

Figuur 4 omvat dezelfde gegevens waarbij de groene kleur aangeeft waar de aanwezigheid het hoogst is (aantal loggings binnen een bepaalde tijd op een bepaalde plaats). Op deze figuur kan je ook duidelijk zien dat op de ringwegen de intensiteit het hoogst is dat kan verklaard worden door file of het intens gebruik van deze wegen. Figuur 4 geeft de intensiteit wel meer in detail weer.

#### 4.2 Gemiddelde snelheid

Uit de data werd eveneens de snelheid uitgehaald, dit enkel op basis van de GPS-data.

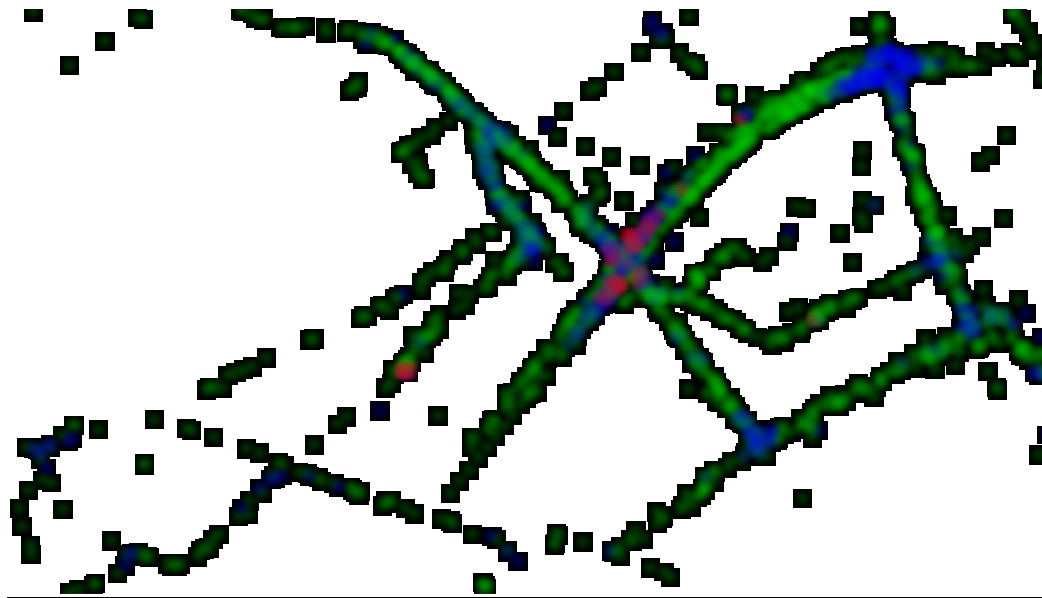


**Figuur 5. Gemiddelde snelheid**

De gele kleur omvat de hoogste snelheid, de laagste snelheden zijn weergegeven in het donkerste blauw. Op deze kaart zie je ook duidelijk de ringwegen (hogere snelheden) en de verplaatsingen in de binnenstad waarbij de kans hoog is dat deze zich hebben verplaatst per fiets of te voet.

#### 4.3 Complexere analyse bij kruispunten

Bovenstaande analyses zijn al waardevol voor bepaalde mobiliteitsstudies, maar de data en vooral de verwerkingsprocedures lieten het toe om meer complexe vraagstukken op te lossen. Eén van deze vragen was of het mogelijk was om het verschil tussen kruispunten met verkeerslichten en deze zonder verkeerslichten eruit te kunnen halen op basis van de verplaatsingsdata. Hierbij werd het principe van "machine-learning" toegepast: de software werd getraind op basis van gegeven data waar de kenmerken werden aangehangen om nadien automatisch kruispunten met en zonder lichten te herkennen.



**Figuur 6. Een voorbeeld van verkeerslichten herkenning.**

In figuur 6 wordt de herkenning van verkeerslichten weergegeven. De rode kleur geeft de stop en vertrekdata weer; de blauwe kleur geeft de vertraging of verhoging in acceleratie weer. De rood gekleurde kruispunten zijn die met verkeerslichten, terwijl de andere (zoals rotondes, voorrang van rechts) blauw gekleurd zijn.

#### *4.4 Automatisch genereren van verplaatsingsmodi*

Bij onderzoeken naar verplaatsingsgedrag wordt nog steeds vaak gebruik gemaakt van vrij complexe dagboekjes die waarschijnlijk in het begin goed worden ingevuld en na enkele dagen niet zo goed meer worden opgevolgd. Ook bij ons testpubliek met de dagboekapplicatie was dit het geval. Dit probleem kreeg onze extra aandacht en zo werd zeer accurate verplaatsingsdata opnieuw bijgehouden waarbij zeer goed de modi werd vermeld. Op basis van GPS snelheidsdata leek dit in eerste instantie vrij eenvoudig, maar bij onze gegevens moest ook rekening worden gehouden dat GPS kon wegvallen (bijv. bij een minder opgeladen batterij).

Via eerste analyses werd een score van 100% accuraatheid gehaald om automatisch de modi te herkennen (te voet, fiets, gemotoriseerde verplaatsing) wat merkkelijk hoger bleek te zijn dan in meeste andere studies. Wel moet men opmerken dat deze score geldt in een uiterst gecontroleerde omgeving. Toch verwacht men nog steeds een hoge score in een meer reële setting. Momenteel wordt dit nog verder onderzocht.

### **5. Conclusies en toekomstige ontwikkelingen**

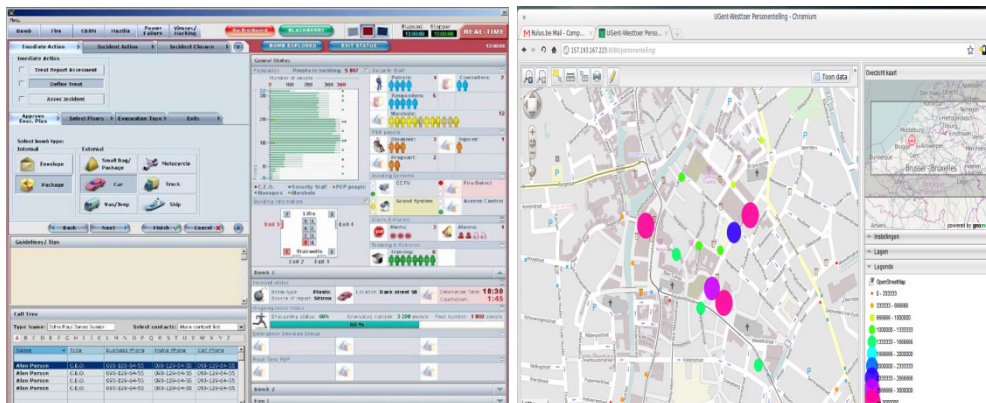
Uit de eerste proefperiode blijkt dat het platform technisch werkt en diverse mogelijkheden biedt in het verzamelen van verplaatsingsdata. Tot nu toe werd enkel de data gebruikt om de techniek te testen en enkele kleinere analyses te maken. Onze data is ook niet representatief te noemen om gegronde uitspraken te kunnen maken over de verplaatsingen.

De voorbije jaren is het gebruik van probe data of data verzameld door mobiliteitsgebruikers in belang toegenomen. Filelengtes en fileduur worden ermee bepaald, vertragingen bij openbaar vervoer, en deze data helpen zelfs bij het aanvullen van ontbrekende schakels in het wegennet. Dit helpt uiteraard bij het verkeersmanagement, echter heeft men ook bepaalde leemten moeten vaststellen: meeste data is vaak enkel afkomstig van het hoofdwegennet, in bepaalde omstandigheden bleek de filevoorspelling gebaseerd te zijn op data van enkele auto's, redelijk wat processing is nodig vooraleer men de data verder kan gebruiken in studies, vaak of zelden data omvatten van andere weggebruikers dan gemotoriseerd verkeer, etc.

Met dit project wordt in een volgende fase onderzocht hoe de kwaliteit van deze data kan worden verbeterd en wordt gezocht naar een verhoging van representativiteit. Hiervoor zou een mobiliteitsplatform worden opgericht bestaande uit een permanente beschikbaar testpubliek. Dit platform omvat een testpubliek voor een bepaalde regio die voldoen aan (statistische) criteria om bepaalde onderzoeken kunnen uit te voeren (verplaatsingsgedrag, veiligheid, gebruik openbaar vervoer, etc.). Ook wordt gezocht naar een technisch platform waarbij deze data in relatie kan worden gebracht met ruimtelijke data (weginrichting, etc.) en andere gegevens (veiligheid, toerisme, leefbaarheid, etc.)



Als eindproduct wil men voorzien in een eenvoudig te hanteren interface zoals weergegeven in figuur 7.



**Figuur 7. Voorbeeld van een data-interface.**

Het doel zou zijn dat verschillende gebruikers (onderzoekers, beleidsmakers, etc.) kunnen beschikken over voldoende waardevolle data. De aanzet tot oprichting van dit platform wordt gegeven op 1 januari 2011.

## Bibliografie

Bellens, R., Vlassenroot, S., Guatama, S. (2011) Collection and analyses of crowd travel behaviour data by using smartphones, **Proceeding for the BIVEC Research Day**, 25 May 2011, Namur, Belgium

S. Gautama, R. Bellens, G. De Tré, W. Philips, *Relevance criteria for spatial information retrieval using error-tolerant graph matching*, **IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING**, Vol. 45(4), 2007

Duda, R. O. and P. E. Hart, *Use of the Hough Transformation to Detect Lines and Curves in Pictures*, **Comm. ACM**, Vol. 15, pp. 11-15 (January, 1972),

P.V.C. Hough, *Machine Analysis of Bubble Chamber Pictures*, **Proc. Int. Conf. High Energy Accelerators and Instrumentation**, 1995

N. Charlier, G. De Tré, S. Gautama, and R. Bellens, *Automating actualisation of geographic information using the twofold fuzzy region model*, **INTERNATIONAL JOURNAL OF UNCERTAINTY FUZZINESS AND KNOWLEDGE-BASED SYSTEMS**, Vol. 18(3), 2010