

Innovatieve technieken om overstroming snel in kaart te brengen

Beheer van overstromingen door de Vlaamse Overheid vereist goede informatie over de locatie van overstromingsgevoelige gebieden. Het waterbeleid in Vlaanderen beschikt over computermodellen die het waterpeil van de rivieren onder hun beheer opvolgen en kunnen voorspellen. De modellen worden ondermeer gebruikt om overstromingen te simuleren en zo hun mogelijke geografische omvang te bepalen.

Het Vlaamse waterbeleid beschikt over een ruimtelijke databank betreffende overstromingen. In deze databank zijn alle overstroomde gebieden opgenomen vanaf 1988. De databank is opgebouwd op basis van de informatie die werd verstrekt door lokale autoriteiten, Vlaamse administraties en studie bureaus. Deze databank is cruciaal om een degelijk waterbeleid te kunnen voeren. Het is dan ook belangrijk om de bestaande modellen te valideren aan de hand van een goed gekende werkelijke waterlijn. Het is nu de bedoeling om de bestaande databank actueel te houden.

Om te kunnen beschikken over voldoende materiaal om de overstromingsmodellen te valideren en de overstromingsdatabank actueel te houden werd methodologisch onderzoek uitgevoerd. De eerste methodologie behandelt de detectie van overstromingen op basis van radarbeelden. Deze methodologie werd getest op ENVISAT/ASAR beelden (ruimtelijke resolutie van 30 meter en een pixelresolutie van 12.5 meter). De methodologie werd ontwikkeld in het kader van het Floodmap project. Dit project werd gefinancierd door Federaal Wetenschapsbeleid (DWTC) en kadert in het nationale remote sensing programma STEREO. Het project werd uitgevoerd door het Agentschap voor Geografische Informatie Vlaanderen (AGIV) en de Koninklijke Militaire School, Signal and Image Centre (RMA-SIC) en het Vlaamse waterbeleid.

De tweede methodologie werd ontwikkeld om ook op grootschalig niveau heel nauwkeurig een waterlijn te detecteren. Deze methodologie steunt op beeldopnames gemaakt vanuit een helikopter op het moment van een overstroming.

In dit overzicht wordt eerst de methodologie op basis van de radarbeelden besproken. Vervolgens wordt de kartering van overstromingen op basis van luchtbeelden gemaakt vanuit een helikopter uiteengezet. Finaal wordt ook het Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen voorgesteld dat werd opgemaakt in opdracht van het waterbeleid als invoer voor debeschikbare overstromingsmodellen.

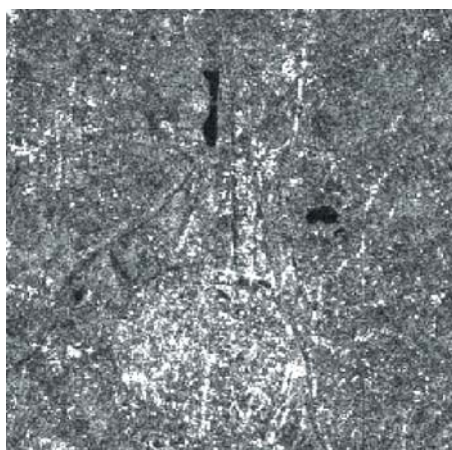
Overstromingskartering op basis van radarbeelden

Preprocessing

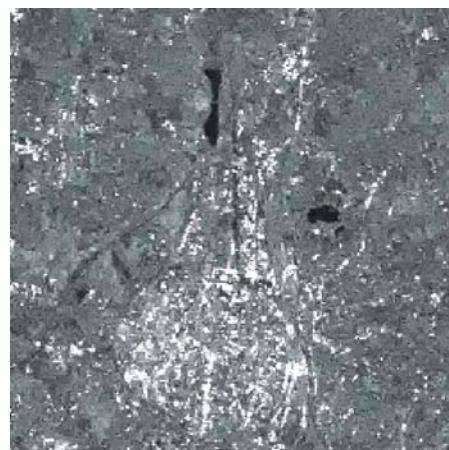
Alle SAR beelden zoals lidar, sonar, ultrasound, bevatten ruis of 'noise', ook 'speckle' genoemd. In een eerste fase wordt deze ruis onderdrukt om de kwaliteit van het beeld te verhogen (voorbeeld figuur 1).

Figuur 1: Het originele ASAR beeld voor (a) en na (b) de vermindering van het ruis of "speckle".

In een tweede fase werd de georeferentie van de beelden geoptimaliseerd. De ASAR beelden werden reeds ruwweg georeferereerd door de aanbieder van de beelden. Er werd een extra affine transformatie toegepast voor de juiste registratie van de beelden. Het ASAR beeld werd georeferereerd op basis van 8 grondcontrolepunten die nauwkeurig werden bepaald op de topografische kaarten van het NGL. De grondcontrolepunten werden zo gekozen dat ze goed en duidelijk terug te vinden zijn zowel op het beeld-



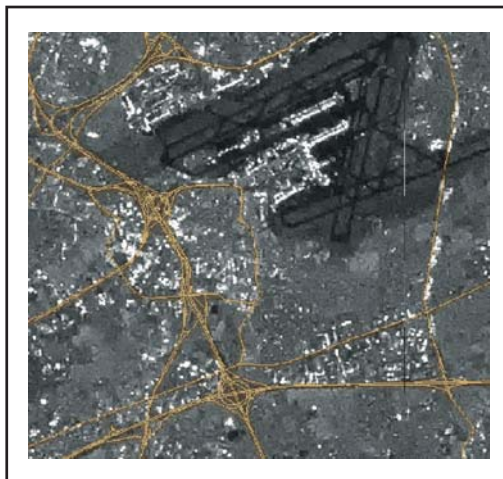
(a)



(b)

materiaal als op de topografische kaart. Om de kwaliteit van de georeferentie te verduidelijken werd onderstaande figuur toegevoegd waarbij het straten-netwerk op het radarbeeld werd gelegd (figuur 2).

Figuur 2: kwaliteit van het georeferentieresultaat. Het straten-netwerk werd op het ASAR beeld gelegd ter vergelijking.



Overstromingskartering

In de meeste projecten worden overstromingen afgelijnd op basis van operationele interpretatie. De detectie van overstromingen op basis van radarbeelden gebeurde hier op basis van automatische extractietechnieken en -algoritmes.

Om de overstromde gebieden op basis van het radarbeeld te detecteren werden twee technieken gebruikt, meer bepaald een pixel gebaseerde classificatietechniek en een object georiënteerde classificatietechniek. In volgende analyses wordt zowel het object georiënteerde algoritme als de actieve contour algoritme en de combinatie van beiden toegepast op de radarbeelden. Beide algoritmes zijn gebaseerd op het feit dat overstromde gebieden op radarbeelden als donkere vlekken worden geregistreerd. Dit komt doordat stilstaande wateroppervlaktes reageren als een spiegel: de invallende radarsignalen worden weg van de sensor weerkaatst en geven bijgevolg geen terugkerend signaal.

Object georiënteerde algoritme

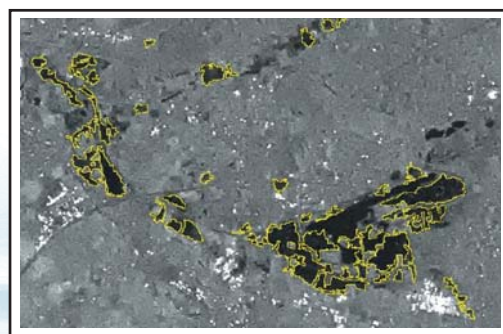
Bij de meeste beeldverwerkingprogramma's gebeurt de classificatie van beelden op basis van pixel gebaseerde algoritmes. De vraag naar object georiënteerde beeldverwerkingstechnieken neemt echter toe. De commerciële eCognition software promoot deze laatste aanpak en maakt gebruik van object georiënteerde algoritmes. In contrast met de traditionele pixel gebaseerde beeldverwerkingmethodes zijn de verwerkings-eenheden bij de objectgeoriënteerde methodes geen pixels maar segmenten of beeldobjecten. Ook de classificatie van het beeld gebeurt dan op basis van de objecten. De methodologische principes van object georiënteerde beeldverwerking is tweeledig: de segmentatie en de classificatie.

Eerst wordt er in eCognition een segmentatie uitgevoerd. De segmentatie is een "bottom-up" regio groeperingstechniek die start vanuit één pixel object. In meerdere opeenvolgende stappen worden smallere beeldobjecten tot grotere gegroepeerd. Het segmentatie-algoritme is niet enkel gebaseerd op de pixelwaarden maar ook op de ruimtelijke continuïteit van de resulterende objecten. De segmentatieparameters werden voor deze studie zorgvuldig gekozen.

Het tweede aspect van eCognition is zijn kennis gebaseerde classificatiesysteem. Dit maakt het mogelijk om naast de pixelwaarde ook andere attribuutwaarden mee te nemen in de classificatie. Voorbeelden hiervan kunnen zijn: vorminformatie, textuurinformatie, relaties t.o.v. naburige objecten en meer. De hoeksteen van eCognition's kennisgebaseerde classificatiesysteem van beeldobjecten is de klassehiërarchie. De klassehiërarchie bevat de classificatieregels voor de classificatie van het beeld.

In deze studie werden de homogene beeldobjecten resulterend uit het segmentatieproces geïdentificeerd in overstromde en niet overstromde gebied. Dit gebeurde aan de hand van twee opeenvolgende classificaties. In de eerste classificatie werden de donkere objecten uit het overstromingsbeeld geselecteerd. Binnen deze klasse werden de overstromde gebieden maar ook alle andere donkere objecten gegroepeerd. In een tweede classificatie werd een subklasse overstromde gebied gecreëerd door de overstromde gebieden te scheiden van de andere donkere objecten. Voor een overstromde gebied wordt een daling van de pixelwaarde verondersteld tov het referentiebeeld terwijl de andere donkere objecten zowel op het referentiebeeld als op het overstromingsbeeld min of meer dezelfde waarde zullen hebben.

Figuur 3: Netto overstromingsresultaat bekomen uit de verwerking in eCognition

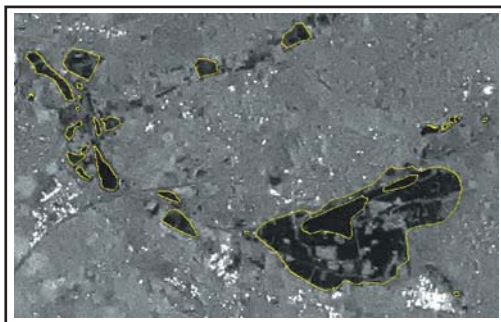


Actieve contour algoritme

Het actieve contour algoritme, een gebieds-gebaseerd algoritme dat recent werd ontwikkeld door Chesnaud et al. (1999), wordt hier voorgesteld om overstromingen af te lijnen. In dit oorspronkelijke algoritme moest een operator de initiële polygoon ruw schetsen op het geïdentificeerde object. Bij deze toepassing werd een methodologie opgezet om deze initiële polygoon op een automatische manier te genereren. Dit gebeurde door het beeld om te zetten in een binair beeld

en enkele supplementaire bewerkingen. Eens de initiële polygoon gekend worden een reeks bewerkingen gestart waardoor de gezochte objectgrenzen automatisch worden bepaald. Deze bewerkingen worden ook hier zowel op het referentiebeeld als op het overstromingsbeeld toegepast waardoor een netto overstromingsresultaat bekomen wordt (figuur 4).

Figuur 4: Netto overstromingsresultaat bekomen uit de actieve contour methodologie



Beide methoden zijn complementair. Via eCognition worden de donkere objecten nauwkeuriger afgelijnd terwijl bij de actieve contourmethodologie het grootst mogelijke gebied wordt gevonden. De technieken zijn complementair omdat met eCognition enkel de wateroppervlaktes gekarteerd worden en bij de actieve contourmethodologie ook water met structuur, zoals bomen en struikgewas, wordt gedetecteerd.

Beide technieken zijn geschikt om overstromingen op middenschallig niveau semi-automatisch in kaart te brengen. Het is essentieel om te beschikken over radar-satellietbeelden van de getroffen regio.

Grootschalige overstromingskartering

Het Agentschap voor Geografische Informatie Vlaanderen (AGIV) en het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) hebben een contract opgesteld met een helikoptermaatschappij om, in geval van overstromingen in Vlaanderen, binnen de 12 uren de lucht in te gaan voor het maken van digitale luchtopnames van de overstromingen vanuit waterlopen. Dit gebeurt na overleg met de verschillende waterbeheerders.

Na een haalbaarheidsanalyse van de verschillende beeldwinningstechnieken, blijkt dit momenteel de meest haalbare techniek te zijn.

Vanuit een helikopter worden met een WESCAM camera digitale oblieke beelden gemaakt van de overstroming met name de waterlijn. Simultaan worden er door een luchtfotograaf handmatig digitale foto's gemaakt van de overstroming. Kort na uitvoering van de vlucht worden deze beelden voorbereid en overgemaakt aan het Waterbouwkundig Laboratorium en het AGIV. De foto's en ook de filmbeelden worden voorzien van coördinaten zodat de opnames eenvoudig kunnen gelokaliseerd worden.

Het AGIV karteert de waterlijn op de beschikbare middenschallige orthofoto's binnen een GIS omgeving op basis van operationele interpretatie. Het resultaat is een gedetailleerde digitale thematische kaartlaag van de overstroming.

Deze kaartlaag zal kort na de overstroming zelf beschikbaar worden gesteld via het internet. De manier waarop dit zal gebeuren wordt momenteel onderzocht en uitgewerkt.

Figuur 5: Digitale oblieke luchtfoto genomen vanuit een helikopter en een voorbeeld uit de afgeleide overstromingskaart



Een nog te ontwikkelen schetstool, te gebruiken in de helikopter, zal weldra eveneens een snelle kartering mogelijk maken, waardoor enkele uren na de vlucht reeds aan de hand van de schetskaart een overzicht zal kunnen gegeven worden van de uitgestrektheid van de overstroming.

Het Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen

Naar aanleiding van de grote overstromingen die Vlaanderen de laatste vijf jaar teisterden had het waterbeleid in Vlaanderen nood aan een accuraat en gebiedsdekkend digitaal hoogtemodel (DHM) dat kan dienen als input voor de hydrologische en hydraulische computermodellen. Het waterbeleid in Vlaanderen wordt vanuit het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap op het terrein in hoofdzaak gerealiseerd door twee administraties, met name de Vlaamse Milieu-maatschappij - Afdeling water en het Ministerie van Mobiliteit en Openbare Werken - Waterbouwkundig Laboratorium.

Eind 2000 sloegen deze administraties en AGIV de handen in elkaar om samen op een relatief korte termijn een nauwkeurig, multifunctioneel en gebiedsdekkend DHM voor Vlaanderen aan te maken. Het AGIV stond in het bijzonder in voor de technische projectcoördinatie, het uitvoeren van een kwaliteitscontrole en de aanmaak en distributie van DHM producten en artikels. De brondata worden door private aannemers aangeleverd.

Voor het vervaardigen van een digitaal hoogtemodel werd de hoogte-informatie voornamelijk (95%) ingewonnen met laseraltimetrie. Laseraltimetrie is een techniek waarbij het aardoppervlak wordt gescand d.m.v. een lasersysteem aan boord van een vliegtuig of helikopter. De laserscanner werkt in het InfraRood-spectrum. Gesynchroniseerd met de laserwaarnemingen worden stand- en plaatsbepalingen van het vliegtuig uitgevoerd. Met de standbepaling wordt verwezen naar de schommelingen van het vliegtuig die door het gebruik van een Inertieel Navigatie Systeem (INS) berekend kunnen worden. Onder plaatsbepaling verstaan we de coördinaten die berekend worden met behulp van een Global Positioning System (GPS). Daarna worden deze gegevens (lasermetingen, GPS-metingen en INS-metingen) bij elkaar gebracht. Rekening houdend met de afstand tussen de aarde en het vliegtuig en de stand en de plaats van het vliegtuig wordt de hoogte van het terrein gemeten.

Laserscanning is geen selectieve techniek, dit betekent dat zowel de maaiveldhoogte als de hoogte van alle voorkomende topografische objecten wordt geregistreerd tijdens de data-inwinning. In het dataverwerkingsproces worden, door middel van filtering, de grondpunten gescheiden van de punten gelegen op objecten (zoals gebouwen en vegetatie). Laserscanning of laseraltimetrie is in Vlaanderen zeker geschikt voor hoogtekartering in landelijk gebied en levert dus twee type hoogtepunten op, een verzameling grondpunten en een verzameling punten op vegetatie en gebouwen.

De data werden in stedelijke gebieden ingewonnen met behulp van fotogrammetrie. Het eindbestand is een verzameling onregelmatig verspreide punten op maaiveldhoogte met een gemiddelde dichtheid van 1 punt per 20m².

De nauwkeurigheid van de verzameling grondpunten uit laserscanning wordt bepaald door het type terrein. De beoogde nauwkeurigheid bedraagt 7 cm op kort gras en verharde oppervlakken tot 20 cm voor terreinen gekenmerkt door meer complexe vegetatie.

In de eerste plaats werden standaardproducten en standaardartikels geproduceerd die beantwoorden aan de eisen van de opdrachtgevers. Dit betekent dat momenteel enkel de grondpunten en meer specifiek de door de producenten aangeleverde en goedgekeurde eindbestanden met een puntendichtheid van 1 punt per 20m² worden verwerkt tot producten die onder de vorm van artikels verdeeld zullen worden. Het basisbestand bevat de origineel opgemeten punten gelegen op maaiveldhoogte. Naast dit basisbestand zullen ook rasterbestanden (5X5 meter, 25X25 meter en 100X100 meter) aangemaakt worden. Deze rasterbestanden werden geïnterpoleerd volgens het Inverse Distance Weight-algoritme en werden naargelang het schaalniveau versneden volgens de 1/10.000ste of 1/50.000ste topografische kaartbladindeling. De producten zijn beschikbaar via het productenportaal GIRAF van het AGIV (www.agiv.be).

Referenties

C. Chesnaud, P. Réfrégier and V. Boulet (1999), "Statistical Region Snake-Based Segmentation Adapted to Different Physical Noise Models", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 21, No. 11, pp. 1145-1157.

J. De Man, M. Brondeel, (2004). "Het digitaal Hoogtemodel Vlaanderen" *Geo-info*, 2004 vol. 2, pp. 47-56.

R. Heremans, A. Willekens, D. Borghys, B. Verbeeck, J. Van Valckenborgh, M. Acheroy, C. Perneel, (2003), "Automatic detection of flooded areas on ENVISAT/ASAR images using an object-oriented classification technique and an active contour algorithm" In Proc. IEEE Conf. on Recent Advances in Space Technologies (RAST2003), pages 289-294.

J. De Man, J. Van Valckenborgh
AGIV - Agentschap voor Geografische Informatie Vlaanderen
Gebroeders Van Eyckstraat 16
9000 Gent

H. Vereecken
Vlaamse Overheid, Afdeling Waterbouwkundig Laboratorium
Berchemlei 115
2140 Borgerhout