

Plannen VAN werkgangen MET GIS - Profijt VAN nauwkeurigere perceelsgeometrie?



Sytze de Bruin

WUR, Centrum Geo-Informatie, sytze.debruin@wur.nl

RGI-017 onderzoekt de behoefte aan geo-informatie voor beleid en beheer van het landelijk gebied en methodes om deze behoefte te bepalen. Dit artikel beschrijft een case studie op het gebied van precisielandbouw. Heeft een boer die werkgangen plant (grondbewerking, poten, spuiten, etc.) behoefte aan nauwkeurig ingemeten perceelsgrenzen, of kan hij uit de voeten met de basisregistratie percelen?

A-B lijnen

Er zijn tegenwoordig verschillende op GPS-gebaseerde stuurhulpen en -automaten verkrijgbaar die een boer of loonwerker helpen recht te rijden binnen een perceel en werkgangen nauwkeurig op elkaar te laten aansluiten. De hiervoor benodigde investeringen verdienen zich steeds beter terug, vooral door de zakkende prijzen van apparatuur (Nijland, 2006). De technologie kan besparingen opleveren op brandstof en bestrijdingsmiddelen (en daarmee milieu) terwijl er ook een beter product geoogst kan worden. Andere voordelen zijn de mogelijkheid onder ongunstige lichtomstandigheden te werken en het uitvoeren van handelingen door minder ervaren medewerkers. De meest gangbare manier van werken is dat eerst een zogenaamde A-B lijn wordt gereden, waarna parallelle werkgangen volgen uit de opgegeven werkbreedte van de machine. Ook bestaat de mogelijkheid gereden tracks op te slaan zodat deze kunnen worden hergebruikt voor volgende werkgangen. Hiermee is het bijvoorbeeld mogelijk structuurschade binnen het perceel zoveel mogelijk te beperken tot permanente rijpaden.

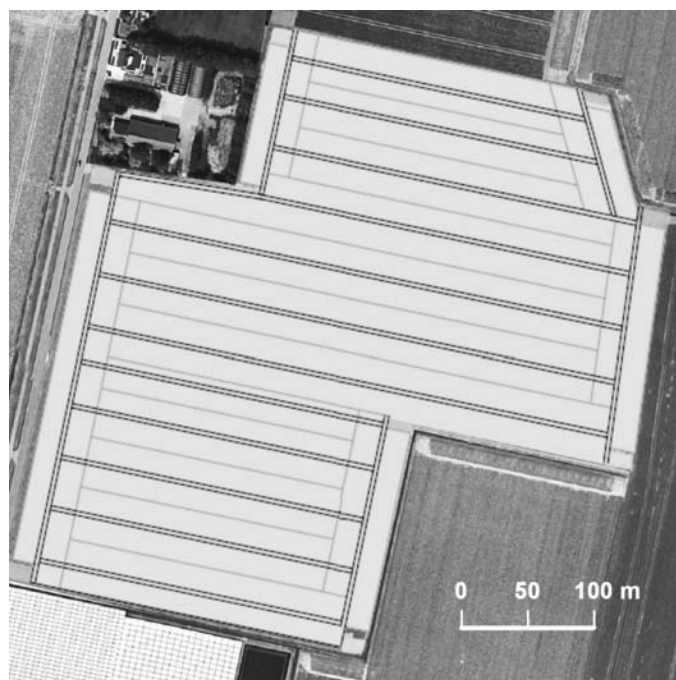
H-Wodka

De stichting de Hoeksche Waard op de kaart (H-Wodka) wil een stap verder door de werkgangen niet alleen vast te leggen, maar ook van tevoren te plannen zodat er optimaal rekening wordt gehouden met de daar vaak onregelmatige geometrie van percelen. Naast optimalisatie op maximale bedekking en minimale overlap tussen werkgangen wordt het daarmee bijvoorbeeld ook mogelijk teeltvrije akkerranden zo in te plannen dat een flauwe geer (schuine kant aan niet rechthoekig perceel) vermeden kan worden (Figuur 1). Ook kan de boer de werkbreedtes van machines zodanig instellen dat hij het perceel in een geheel aantal gangen bewerkt zodat er bijvoorbeeld niet aan het eind van een perceel een aardappelrug overschiet. Uiteraard moet de planningssoftware naadloos

aansluiten op die van de (precisie) stuurautomaat. Gezien de ontwikkelingen op dit vlak kunnen we er vanuit gaan dat dergelijke technologie beschikbaar komt.

In samenwerking met H-Wodka is binnen RGI-017 onderzocht hoe nauwkeurig de geometrie van een perceel bekend moet zijn voor het op deze manier plannen van werkgangen. Interessant is de vraag of de in een andere context aangeprezen basisregistratie percelen (Wal en Janssen 2006; zie ook Janssen et al. elders in dit nummer) hier ook voldoet. Of moeten de percelen opnieuw met GPS ingemeten worden - en welk type GPS correctie is dan nodig?

Eigenlijk kun je al aanvoelen dat nauwkeurige metingen nodig zijn om verliezen door het onbedoeld onteeld laten van randen of bijvoorbeeld het verloren gaan van gezaaid gewas buiten het eigenlijke perceel te voorkomen. Bovendien bestaat er anderszins kans op schade in geval van onnauwkeurig gekarteerde obstakels en vooral naarmate de

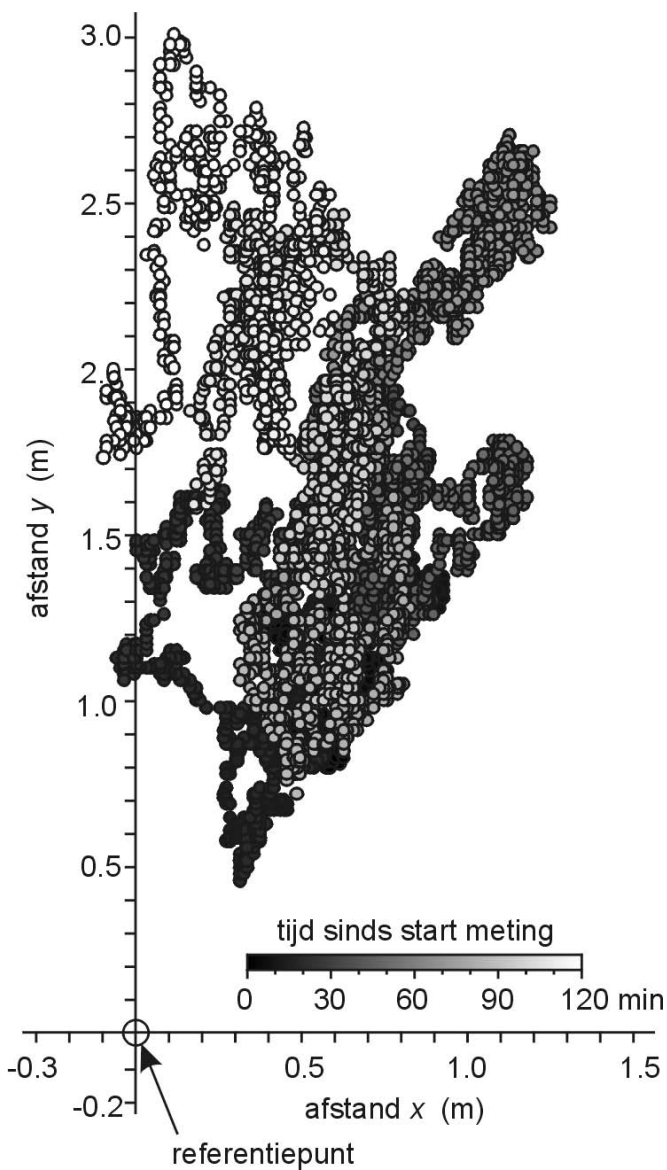


Figuur 1. Sproeipaden op een 15 ha aardappelveld in de Hoeksche Waard (ZH). Zowel aan de noordkant als de zuidkant van het perceel zijn teeltvrije (gesubsidieerde) akkerranden gepland waardoor een geer vermeden wordt.

automatiseringsgraad toeneemt. We hebben dit in een experimentele opzet, waarin verschillende meetscenario's werden vergeleken, kunnen bevestigen. Hier lichten we een deel van de methode toe en laten we enkele resultaten zien.

Temporele correlatie meetfouten

Fouten in GPS metingen zijn vaak temporeel gecorreleerd. Dat wil zeggen dat de fouten in posities die vlak na elkaar gemeten zijn meer op elkaar lijken dan die van metingen die verder uit elkaar liggen in de tijd. Oorzaken hiervoor zijn baan- en klokfouten, atmosferische vertraging, de satellietconstellatie boven de ontvanger en het multipath effect (ontvangst van zowel directe als gereflecteerde GPS signalen). Leveranciers van GPS apparatuur voor agrarische toepassingen geven in de specificaties van hun producten daarom vaak verschillende waarden voor de track-to-track en de absolute positionele nauwkeurigheid.



Figuur 2. Puntenwolk van een tijdserie GPS metingen (met EGNOS correctie) op een vast punt. Metingen met een zelfde grijstint (rond hetzelfde tijdstip gemeten) liggen ruimtelijk min of meer bij elkaar in de buurt. In de gemeten periode was de gemiddelde meetfout ongeveer 0,6 m in x-richting en 1,6 m in y-richting.

Figuur 2 laat het effect ook zien: de punten in deze figuur zijn afkomstig van een GPS ontvanger opgesteld boven een vast punt en ze zijn gecodeerd aan de hand van het tijdstip waarop de meting gedaan is. Het valt op dat metingen met dezelfde grijstint min of meer geclusterd liggen.

Zowel het met de hand digitaliseren van een perceel (zoals bij de vervaardiging van de basisregistratie percelen) als het in het veld inmeten met GPS zijn sequentiële processen en daarom houden we in onze aanpak rekening met temporele correlatie van de meetfouten. In dit artikel vergelijken we drie meetscenario's:

1. Met Real Time Kinematic (RTK) GPS apparatuur (Figuur 3) inmeten van de hoekpunten van percelen. Dit is een zeer nauwkeurige meetmethode.
2. Met EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) correctie (<http://www.esa.int/esaNA/egnos.html>) inmeten door langs de rand van het perceel te lopen met elke seconde een GPS meting. Deze procedure komt overeen met die van veldinspecties door de AID (Algemene Inspectie Dienst, zie Figuur 4).
3. Met de hand digitaliseren met een digitale orthofoto als achtergrond (vergelijkbaar met Top10vector en de basisregistratie percelen).

Voor elk van deze scenario's zijn foutenmodellen (o.a. correlogrammen, zie Figuur 5, rechts) opgesteld, daarbij gebruikmakend van tijdseries GPS metingen op vaste punten (scenario's 1 en 2) en documentatie over de nauwkeurigheid van het Top10vector bestand (Buren et al., 2003) in combinatie met een experiment waarin het perceel van Figuur 1 herhaalde malen werd gedigitaliseerd (scenario 3). Deze foutenmodellen beschrijven de kansverdeling van de positionele fouten in x- en y-richting en de onderlinge afhankelijkheden van deze fouten in de tijd.



Figuur 3. RTK-GPS opstelling voor nauwkeurige positiebepaling.



Figuur 4. Test met EGNOS gecorrigeerde GPS meting van een perceel tijdens de 2007 GPS workshop van het Joint Research Centre van de Europese Commissie.

DUE

Met behulp van de Data Uncertainty Engine (DUE, Figuur 5) zijn vervolgens voor elk van de 3 scenario's 250 even waarschijnlijke representaties van een 15 ha groot aardappelperceel in de Hoeksche Waard (Figuur 1) gemaakt. DUE trekt daarbij, als het ware, uit de hierboven genoemde kansverdeling van meetfouten en telt deze op bij een gegeven referentiegeometrie. Elk van de representaties is dus een mogelijke uitkomst van een meetsessie, gegeven het foutenmodel. In een zogenaamde Monte Carlo foutenvoortplanting is elk van deze uitkomsten gekruist (via overlay) met een door een landmeter nauwkeurig ingemeten referentieperceel en zijn de oppervlaktes bepaald van vlakken met twee typen fouten (zie Figuur 6):

1. Foutieve insluiting; een stuk land buiten het eigenlijke perceel is ten onrechte ingesloten in het gekarteerde perceel.
2. Foutieve uitsluiting; een deel van het eigenlijke perceel is ten onrechte niet meegenomen in het gekarteerde perceel

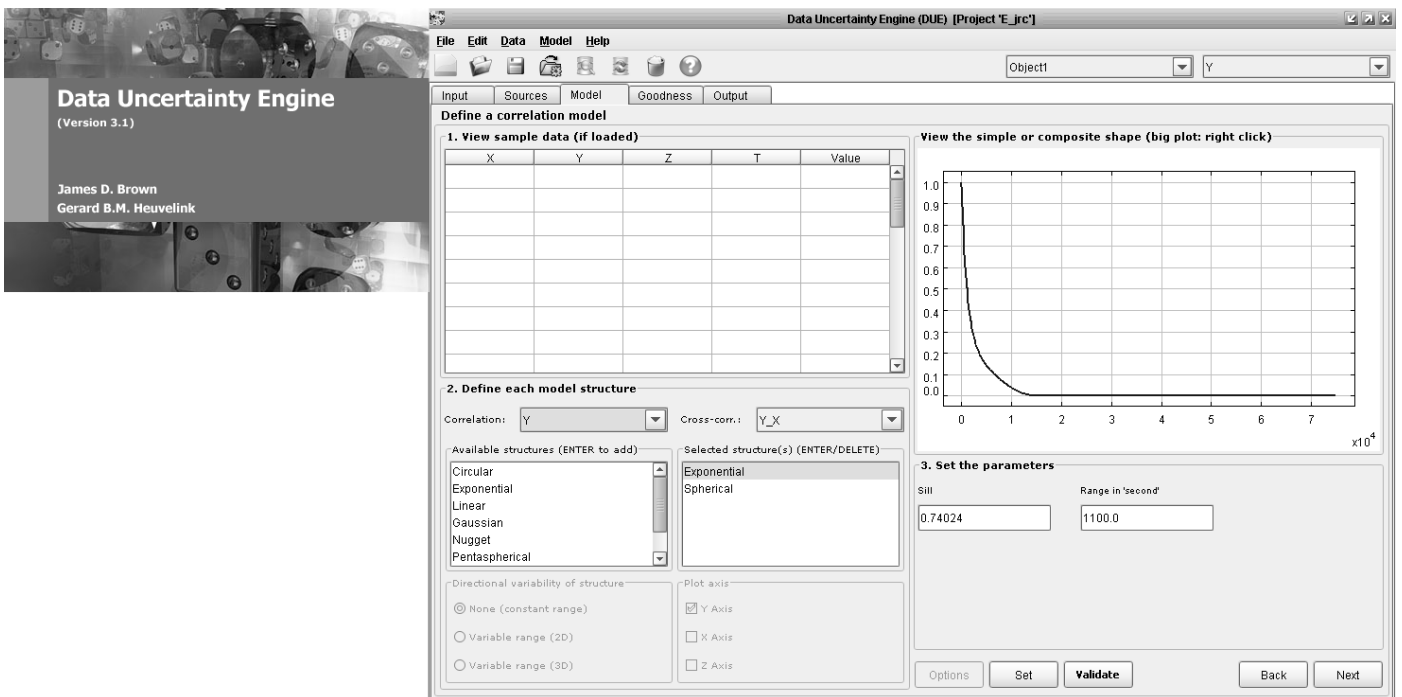
Het achterliggende idee is dat de Monte Carlo analyse als resultaat een aselechte steekproef uit de kansverdeling van de beide typen fouten geeft. Hiermee kunnen risico's (kans \times effect) worden berekend.

Profijt?

Een gevolg van een type 1 fout is dat de boer activiteiten plant op plaatsen die buiten het daarvoor beschikbare gebied liggen, waardoor het gewas verloren gaat (bijvoorbeeld doordat het niet opkomt of platgereden wordt). Ook kunnen er ongelukken gebeuren als obstakels ten onrechte zijn toegekend aan het te betelen areaal. Dit laatste laten we echter buiten beschouwing in het huidige onderzoek.

In geval van een type 2 fout is er sprake van onderbenutting van het beschikbare areaal, waardoor de boer inkomsten misloopt.

Beide type fouten hebben dus financiële consequenties en om de omvang daarvan in te schatten hebben we gebruik gemaakt van gegevens over de teelt van consumptieaardappelen op een kleigrond in Zuidwest Nederland, zoals vermeld in het KWIN (PPO, 2006). Voor type 1 fouten zijn we er vanuit gegaan dat er wel bepaalde kosten gemaakt worden, maar geen opbrengsten zijn (kosten € 1890/ha) en voor type 2 fouten is gerekend met een saldo van € 2023/ha. Tabel 1 geeft enkele statistieken van de resultaten van de berekeningen. De tweede kolom (gemiddeld) geeft de verwachtingswaarden van de verliezen en de percentielen in de kolom 4 en 5 geven een idee van hun spreiding. Het verschil tussen de verwachte verliezen voor de basisregistratie percelen en



Figuur 5. Data Uncertainty Engine (DUE) met rechts op het invoerscherm een correlogram. Het correlogram beschrijft de afname van de onderlinge correlatie van waarden als functie van hun (temporele) afstand.

RTK-GPS geeft de verwachte meerwaarde van de laatste ten opzichte van de eerste (ongeveer € 438).

Tabel 1. Verliezen (in €) ten opzichte van een nauwkeurig ingemeten referentiegeometrie van het 15 ha aardappelperceel volgens de drie meetscenario's en gegevens uit KWIN (PPO, 2006).

Scenario	Gemiddeld	SD ¹	Percentiel ²	
			P ₁₀	P ₉₀
RTK-GPS	1,23	0,19	1,04	1,44
EGNOS-GPS	149,92	56,04	83,89	218,48
Basisregistratie percelen	439,97	85,94	338,98	558,58

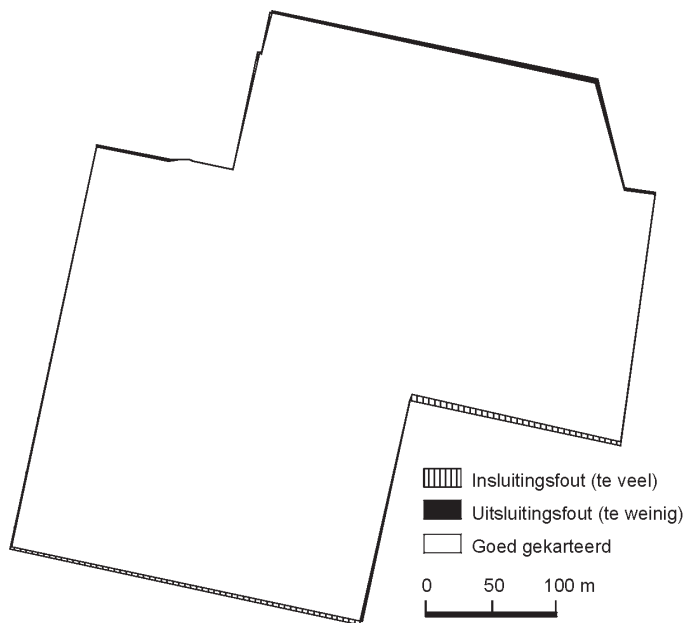
¹ SD = standaarddeviatie.

² P₁₀ = 10de percentiel; een getal zodanig dat 10% van de data kleiner of gelijk is.

Als de perceelsgeometrie niet wijzigt kan meerdere jaren gebruik worden gemaakt van dezelfde metingen. Er zou dus een verwacht positief resultaat zijn als de RTK-GPS metingen minder dan € 438 per teeltjaar kosten. EGNOS-GPS levert een veel kleinere besparing op ten opzichte van de basisregistratie percelen. In de berekeningen is nog geen rekening gehouden met schade door ongelukken zoals beschadiging van materieel of infrastructuur (wat te denken van een ploeg in een betonpad of een botsing met een foutief ingemeten elektriciteitsmast?).

Conclusies

Volgens de gebruikte methode is de verwachte meerwaarde van RTK-GPS metingen ten opzichte van de basisregistratie voor het plannen van rijpaden op het 15 ha aardappelperceel ongeveer € 438 per teeltjaar (prijzen 2006). In de gebruikte berekening is nog geen rekening gehouden met de risico's van schade ten gevolge van ongelukken en deze zullen het verschil tussen beide meetscenario's nog groter maken. Kortom: het is onverstandig gebruik te maken van de basisregistratie percelen voor het plannen van werkgangen. De gebruikte Monte Carlo foutenvoortplanting is een algemeen toepasbare methode die ook goed gebruikt kan worden in complexere analyses. De Data Uncertainty Engine (DUE) kan de benodigde input voor een Monte Carlo analyse genereren. De DUE software is ontwikkeld binnen het



Figuur 6. Voorbeeld van een overlay van een gesimuleerd met de hand gedigitaliseerd perceel en het referentieperceel, met de twee typen fouten.

Europese HarmoniRiB project en is gratis te downloaden van de site (<http://www.harmonirib.com/>)

Referenties

Buren, J. van, Westerik, A. en Olink, E.J.H., 2003. Kwaliteit TOP10vector - De geometrische kwaliteit van het bestand TOP10vector van de Topografische Dienst, Kadaster - Concernstaf Vastgoedinformatie en Geodesie: 12.

Nijland, D., 2006. Futuristisch boeren wordt haalbaar, want betaalbaar. VI Matrix december 2006: 6-7.

PPO (Praktijkonderzoek Plant en Omgeving), 2006. Kwantitatieve informatie akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt 2006 (KWIN 2006). Lelystad, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving.

Wal, T. van der en Janssen, H., 2006. Boeren zonder ruis - Standaardisatie in ruimtelijke informatievoorziening op het agrarisch bedrijf. Agro Informatica 19 (2): 28-31.



GEO-INFORMATIE

Witgoed RG-1