

# Ruimtelijke Gadgets in de Agri-Sector

Steven M. de Jong & Arnold K. Bregt

Laboratorium voor Geoinformatiekunde & Remote Sensing,  
Wageningen Universiteit

**Gadgets, wat zijn gadgets? Gadgets is een Amerikaans-Engels woord voor 'uitvindsel' of 'snuffje'. Overal om eens heen zien we in het dagelijks leven het effect van de razende snelle technologische ontwikkelingen. We bellen met WAP telefoontjes, we hebben digitale camera's en surfen binnen enkele milliseconden over computers naar de andere kant van de wereld. Een aantal van deze ontwikkelingen spelen of kunnen een belangrijke rol gaan spelen in de agri-sector. Met de ruimtelijke gadgets bedoelen we technische snuffjes die ons helpen ruimtelijke of geografische gegevens te verzamelen of te verwerken. In dit artikel kijken we naar een paar technologische ontwikkelingen van de laatste jaren zoals GPS, hoge resolutie satellietbeelden, beeldvormende spectrometers en hoe ze mogelijk een weg vinden in de agri-sector bijvoorbeeld binnen de precisielandbouw.**

## Inleiding

Was u vijf jaar geleden nog een uitzondering als u een internetaansluiting bezat en een e-mail adres had, anno 2001 bent u een uitzondering als u deze beiden niet heeft. Keken we op van een mobiele telefoon 3 jaar geleden, nu gaat de mobiele telefoon van studenten regelmatig af tijdens onze colleges in een volle zaal. Hetzelfde geldt feitelijk voor de digitale fotocamera of videocamera die zijn intrede heeft gedaan bij vele huishoudens. De technische ontwikkelingen volgen elkaar in zeer snel tempo op en het einde lijkt voorlopig nog niet in zicht. Wat ons in ieder geval te wachten staat is:

- Volledig digitale televisies en bijbehorende netwerken: journaal en films kijken wanneer wij dat willen zonder te moeten opzoeken wanneer ze toevallig uitgezonden worden of met de televisie internet op om de kerstinkopen te doen vanuit de luie stoel.
- WAP telefoons: lopend door de stad het internet op, of al lopend in het centrum, via de telefoon een kaartje op het scherm krijgen waar de dichtstbijzijnde hamburgertent is. Het komt er allemaal aan.
- GPS navigatie in de auto: niet meer moeten zoeken in de doolhof van straten van een nieuwbouw vinex wijk want GPS positiebepaling en een digitale kaart wijzen ons in de auto foutloos de weg. Tevens heel handig om de files te vermijden want de lokatie's van de files wordt via de commu-

nicatiesatelliet naar onze auto gestuurd tegelijk met de beste alternatieve route.

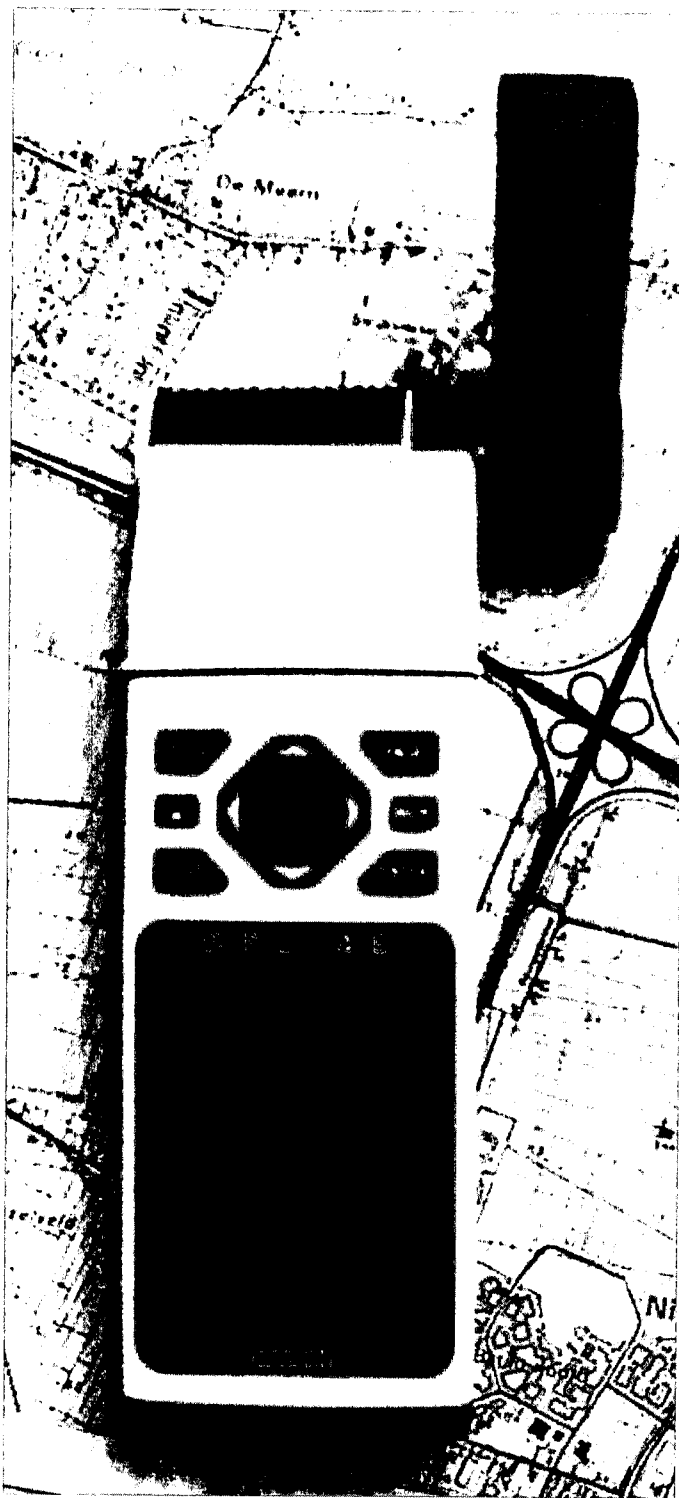
Aangeland bij de GPS zijn we feitelijk aangekomen bij een technologisch snuffje wat zijn intrede reeds heeft gedaan in de agri-sector. GPS is niet alleen leuk voor het wandelen in de bergen of tijdens een zeiltochtje op het IJsselmeer, GPS wordt daadwerkelijk gebruikt in de agri-sector.

## Global Position System (GPS)

Feitelijk bestaat GPS in een wat primitieve vorm al van voor 1985. Het civiele gebruik voor de wetenschap, de scheepvaart, de pleziervaart etc. is echter pas flink gegroeid sinds het begin van de jaren '90. Een GPS systeem is een navigatie en plaatsbepalingssysteem ontwikkeld door het Amerikaanse Ministerie van Defensie. Inmiddels is echter ook de EU bezig een eigen GPS systeem te ontwikkelen omdat de EU niet afhankelijk wil zijn van Amerikaanse technologie. Een GPS constellatie bestaat uit ruim 20 satellieten die in een baan om de aarde op zo'n 20.000 km hoogte continue een tijdsignaal uitzenden. Een ontvanger op aarde heeft aan 4 van dergelijke signalen, mits afkomstig van verschillende satellieten, en een beetje wiskunde voldoende om nauwkeurig zijn positie te berekenen. Tot 1 mei 2000 was het Amerikaanse GPS signaal nog gestoord: de Amerikanen maakten het signaal expres onnauwkeurig zodat de 'vijand' niet dezelfde nauwkeurigheid kon bereiken als het Amerikaanse leger. Inmiddels is dit stoorsignaal uitgezet en kunnen wij onze positie bepalen met een nauwkeurigheid van enkele meters. Als we een wat duurder GPS instrument gebruiken, kunnen we deze nauwkeurigheid opvoeren tot minder dan een meter. Tal van toepassingen zijn er inmiddels voor deze GPS variërend van navigatie van schepen (beroeps en pleziervaart), het meten van bodemdaling door zout en gas winning, het bepalen van de drift van de continenten, autonavigatie maar ook in de precisielandbouw. Wij vinden tegenwoordig een GPS op de oogstmachines die ons nauwkeurig vertelt waar de machine zich op het veld bevindt. Tevens wordt dan op de machine bijgehouden hoeveel van het gewas er geoogst wordt voor een bepaalde oppervlak zodat we een goed overzicht krijgen van de ruimtelijke variabiliteit van de oogst tussen de verschillende percelen maar ook binnen een perceel.

## Hoge Resolutie Satellietbeelden

Een andere snelle, technische ontwikkeling vindt plaats in de



Figuur 1: Eenvoudige hand GPS van ongeveer f 500,- met een nauwkeurigheid van 5 meter of beter.

remote sensing. De nauwkeurigheid en de frequentie waarmee wij opnamen kunnen maken van het aardoppervlak en dus onze woonomgeving neemt alsmaar toe. Tot voor kort waren er 'slechts' systemen beschikbaar met een oplossend vermogen (pixelgrootte) van 20 bij 20 meter vanuit satellieten zoals de Franse SPOT. Sinds de lancering van Ikonos in het najaar van 1999 is er een systeem dat opnamen maakt met pixels van 1 bij 1 meter in panchromatische mode (zwart / wit opname in een brede spectrale band) en 4 bij 4 meter in een multi-spectrale mode (opnamen in zichtbaar licht en nabij infrarood). Ikonos is een semi-commercieel satellietsensor systeem. Dat

wil zeggen dat de Amerikaanse commerciële sector eindelijk brood ziet in de remote sensing markt. Tot voor kort vond de commerciële sector de investeringen te hoog en de risico's te groot om commercieel te participeren in de remote sensing markt. Ikonos zal spoedig gevolgd worden door verschillende vergelijkbare semi-commerciële systemen zoals QuickBird en EarlyBird. De satellietbeelden verschaffen ons informatie op een schaalniveau waarop we hebben zitten wachten in Nederland. De ruimtelijke variatie in Nederlandse natuurgebieden en binnen landbouwgebieden speelt over korte afstanden. Satellietbeelden zoals SPOT (20 bij 20 meter) en Landsat TM (30 bij 30 meter) bieden dan onvoldoende details om gebieden goed in de gaten te houden. Ikonos sensoren zijn vergelijkbaar met vliegtuigopnamen maar hebben wel de voordelen van satellietopnamen: lagere kosten ten opzichte van vliegtuig remote sensing, een opname iedere 3 à 4 dagen, stabiele baan dus minder geometrische vervormingen en snel beschikbaar voor de klant. Deze hoge resolutiebeelden bieden ons informatie om de ontwikkeling van een gewas binnen een perceel waar te nemen of om subtiele veranderingen in natuurgebieden waar te nemen. Uit de opnamen in zichtbaar licht en nabij infrarood kunnen we een schatting maken van de bladgroen ontwikkeling van een gewas door het groeiseizoen. We kunnen dus plekken waar het gewas het beter doet onderscheiden van plekken waar het gewas in ontwikkeling achterblijft. Uit de beelden kunnen we meestal niet afleiden wat de reden is dat een gewas zich minder goed ontwikkelt op een bepaalde plek. Een veldbezoek of andere informatiebronnen moeten ons vertellen of dit ligt aan watertekort, wateroverschot, meststoffen tekort of aan een gewasziekte. Integratie van remote sensing informatie met andere gegevens is dus noodzakelijk en zal dat ook altijd blijven.

### Beeldvormende Spectrometers

In het voorgaande werd beschreven hoe binnen de Remote Sensing beelden beschikbaar komen met een steeds hogere ruimtelijke resolutie (ofwel een kleinere pixel). Het blijft daar



Figuur 2: Ikonos opname van de Dam in Amsterdam op 8 juni 2000 vanaf 800 km hoogte.

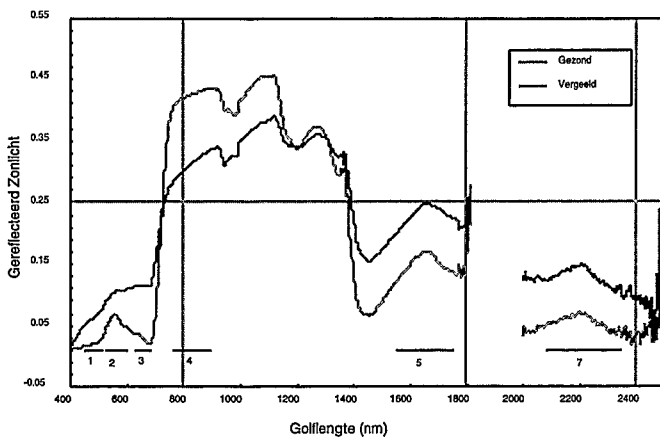
## Low Budget Remote Sensing

Remote sensing opnamen uit vliegtuigen of satellieten zijn over het algemeen behoorlijk aan de prijs. Toch hoeven remote sensing opnamen in zichtbaar licht en nabij infrarood met een grote mate van detail niet altijd erg duur te zijn. De Wageningse Universiteit is in samenwerking met de Universiteit Utrecht en samen met enkele boerenbedrijven en beheerders van natuurgebieden aan het experimenteren met remote sensing opnamen uit radiobestuurde vliegtuigjes (remote-control aircrafts). Deze nieuwe gadget vraagt een vliegtuigje met aan boord een camera (digitaal of analoog), een GPS en liefst een videocamera zodat de bestuurder beneden op de grond kan zien boven welk perceel hij vliegt. Succesvolle opnamen vragen wel een ervaren en behendige piloot. Deze opnamen zijn goedkoop, met een zeer hoge resolutie (pixelgrootte) en het vliegtuig is zeer flexibel in te zetten. Het weer moet wel een beetje meewerken om opnamen te kunnen maken uit een stabiel, rechtvliegend vliegtuigje. Een voorbeeld van een toepassing in natuurgebieden is het monitoren van verlandingsprocessen. Hiervoor moet bijvoorbeeld ieder jaar twee of drie keer gevlogen worden met een beschreven hoge resolutie aardobservatiesysteem.

## Precisielandbouw

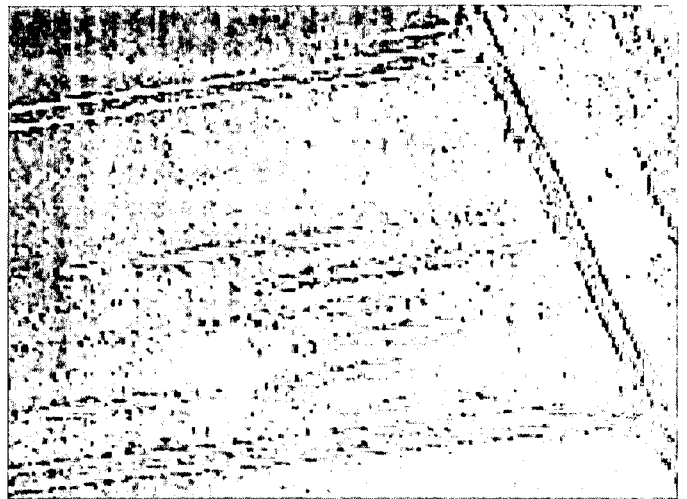
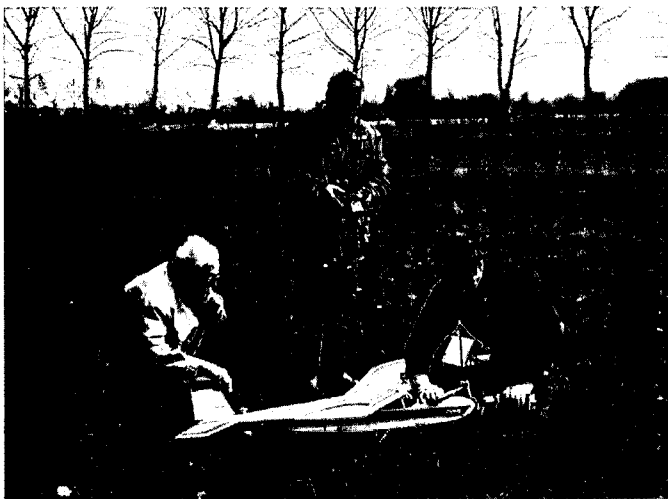
In het voorgaande stukje zijn een aantal technische ontwikkelingen beschreven maar waar komen die nu bij elkaar. Een van de plekken waar diverse nieuwe technieken en snuffjes bij elkaar komen is in de precisielandbouw en in het natuurbeheer. Precisielandbouw is over komen waaien uit de Verenigde Staten en Canada. In deze landen wordt precisielandbouw voornamelijk gebruikt om gewasopbrengst te verhogen. In Nederland daarentegen wordt precisielandbouw gebruikt om een overmatig gebruik van meststoffen en pesticiden tegen te gaan en zo het grondwater en het bodemlichaam te beschermen tegen vervuiling. Het onderzoek naar precisielandbouw in Wageningen richt zich op:

1. het koppelen van weersgegevens aan gewasgroeimodellen: hoe moet het gewas zich ontwikkelen onder gegeven instraling, neerslag, bodemcondities etc.;
2. het koppelen van een oogstmachine aan een GPS geduren-



Figuur 3: Spectrum van een gezonde en vergeelde plant. De huidige beeldvormende spectrometers kunnen deze spectra vanuit een satelliet of vliegtuig direct meten.

echter niet bij. Doordat de sensoren (CCDs, LCDs) steeds gevoeliger worden, wordt niet alleen de pixelgrootte steeds kleiner, maar ook de bandbreedte waarmee gereflecteerd licht wordt opgenomen. Was de bandbreedte bij SPOT en Landsat TM sensoren nog tussen de 80 en 240 nm breed, de huidige systemen nemen het hele zonnenspectrum op met een spectrale bandbreedte van ongeveer 10 nm. Dit soort systemen noemen we beeldvormende spectrometers. De reden dat we dat soort waarnemingen willen doen, is dat allerlei objecten aan het aardoppervlak smalle absorptiebanden vertonen in hun reflectiespectra. Met behulp van deze absorptiebanden kunnen we die objecten herkennen of eigenschappen afleiden. Kleimineralen in een bodem zoals illiet of kaolinit hebben bijvoorbeeld kenmerkende absorptiebanden. We kunnen die mineralen dus herkennen in een remote sensingbeeld zonder dat we ooit op die plek in het veld geweest zijn. Maar ook vegetatie heeft typische absorptiebanden bijvoorbeeld de chlorofyl absorptiebanden in het rode licht. Uit het steile stuk tussen de chlorofyl absorptie en de sterke nabij infrarood reflectie van een gewas, kunnen we afleiden of een gewas goed gezond is of dat het gewas minder 'happy' is. Wederom valt uit de spectrale informatie niet af te leiden wat de oorzaak is voor een eventuele slechte conditie van het gewas. Een veldbezoek of andere gegevens blijven noodzakelijk bij de interpretatie.



Figuur 4: Het radiobestuurde modelvliegtuig in actie en rechts een van zijn infrarood opnamen van een perceel waar het gewas niet op alle plekken naar behoren groeit.

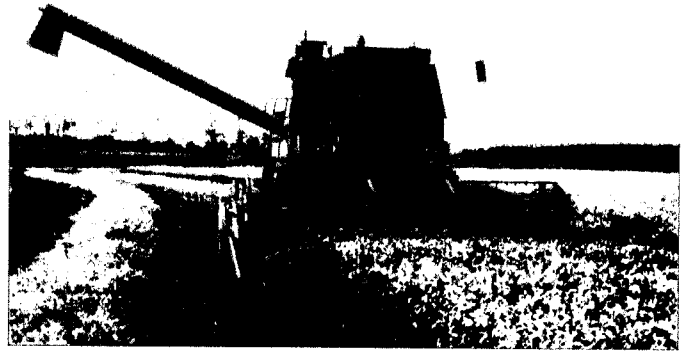
de meerdere jaren om voor ieder gebiedje van ongeveer 5 bij 5 meter op een perceel en tussen de percelen te bepalen hoeveel de gewasopbrengst is en dit vervolgens te vergelijken met de modeluitkomsten;

3. het koppelen van remote sensing gegevens aan het gewasgroei-model en aan de opbrengstgegevens zodat een overzicht gekregen wordt waar het gewas zich goed ontwikkeld en waar het gewas achterblijft gedurende het groeiseizoen. Per groeiseizoen zouden ongeveer 8 tot 10 remote sensing-beelden verzameld moeten worden om het gewas goed te kunnen volgen.

Het resultaat van deze koppeling, maar hiervoor is nog meer onderzoek nodig, zou moeten zijn dat uiteindelijk het gewas alleen daar en alleen op die tijdstippen meststoffen en pesticiden krijgt toegediend op die momenten dat het gewas daadwerkelijk behoefte heeft daaraan. De beslissing of het gewas de stoffen nodig heeft wordt bepaald uit het gewasgroei-model en op grond van de geschatte gewasontwikkeling met het remote sensingbeeld. Een dergelijk precisielandbouwsysteem maakt het toedienen van een surplus aan meststoffen en pesticiden overbodig en verandert dit in een behoeftegift waardoor de verontreiniging van bodem en grondwater wordt geminimaliseerd. Met behulp van de informatie verzameld door de oogstmachine kan men achteraf controleren of de gewasopbrengsten op het gewenste niveau blijven. Het hierboven beschreven precisielandbouw systeem bestaat echter nog niet in Nederland. Op verschillende punten moeten de technische mogelijkheden nog afgestemd worden op de methoden uit de praktijk. Bovendien kent de Nederlandse boer zijn relatief kleine percelen over het algemeen zo goed, dat de vraag is of het gebruik van precisielandbouw wel zo veel zal bijdragen aan het optimaliseren van de landbouw. Er is echter steeds meer technische mogelijkheden voor de agri-sector. In de Verenigde Staten en Canada, waar de landbouw percelen veel uitgestrekter zijn, worden precisielandbouwsystemen al wel operationeel ingezet (zie bijvoorbeeld internetpagina: <http://www.gfcc.msfc.nasa.gov/precisionag/>).

## Nationaal Programma Remote Sensing NRSP

Een van de financieringsbronnen die de ontwikkeling van deze 'gadgets' mogelijk heeft gemaakt is het Nationaal Programma Remote Sensing (NRSP). Gedurende 15 jaar hebben een aantal ministeries (LNV, OC&W, V&W, EZ en BZ) binnen het NRSP geld bij elkaar gelegd om toepassingen, onderzoek en onderwijs op aardobservatie gebied en aanverwante terreinen te stimuleren en te bekostigen. Op 30 november 2000 vond het slotsymposium plaats van 15 jaar stimulering. Een succesvol stimuleringsprogramma werd afgesloten op een zeer ongelegen ogenblik: de infrastructuur voor remote sensing ligt er, we hebben diverse satellieten rond de aarde draaien met een breed scala aan sensoren aan boord, echter er zijn nog zoveel



*Figuur 5: Oogstmachine soms uitgerust met GPS en oogstweeginstallaties.*

vragen rondom het praktische gebruik van de datasets dat een stimuleringsproject gericht op praktisch gebruik en fundamenteel onderzoek op zijn minst op zijn plaats zou zijn. De vraag die dan direct op komt is: was het geld op en geen nieuw geld beschikbaar? Daarop is het antwoord nee, want een aantal van de genoemde ministeries hadden budget gereserveerd voor een nieuw programma. Helaas was het departementoverleg van bovengenoemde ministeries niet in staat om het afgeronde succesvolle programma door te zetten in een wat andere vorm (een blamage). Het gevolg is dat een aantal ministeries nu op eigen houtje doorgaan met een aanzienlijk kleiner budget. Maar niet het ministerie van LNV. LNV heeft zich teruggetrokken en doet niet meer mee. De rol van LNV is opmerkelijk. Kijken we naar het verleden dan heeft LNV flink financieel bijgedragen aan het ontwikkelen en bouwen van een remote sensing infrastructuur (sensoren, satellieten, lanceringen etc). Nu die infrastructuur er is en LNV echt het gebruik van moderne technieken zoals aardobservatie, GPS en simulatie modellen in de landbouw en natuurbeheer in Nederland en in Europa kan gaan bevorderen, stopt LNV met zijn bijdragen. Raar, maar waar. Feitelijk viel er dus op 30 november niet veel te vieren want de afloop van een succesvol programma zonder continuering biedt weinig reden tot vreugde. Voor de onderzoekers en voor de welwillenden in de agri-sector is er toch hoop: het bedrijfsleven is ondanks de hoge investeringskosten bijzonder geïnteresseerd in deze 'gadgets' en zullen schreeuwen om financiering van onderzoek en toepassingen. Als de overheid dit niet financiert zullen de bedrijven er voor kiezen dit zelf te gaan financieren. De toekomst zal het leren. Zeker is dat Nederland het moeilijk zal krijgen om zijn leidinggevende positie in Europa op aardobservatiegebied te handhaven, te meer omdat de landen om ons heen, België en Duitsland, bezig zijn stimuleringsprogramma's te starten naar het goede voorbeeld van het voorbije Nederlandse NRSP.