

CowCow NAVIGATOR - DEEL I

Tamme van der Wal, Portolis geomatica advies
Henk Janssen, Alterra
Bert Ipema, Animal Sciences Group

De melkveehouderij wordt gekenmerkt door schaalvergroting en automatisering (robotisering). Dankzij mobiele sensoren kan de boer het welzijn en de gezondheid van de steeds groter wordende kudde monitoren. Satellietnavigatie biedt een extra vorm van diermonitoring. Door dieren individueel te volgen kunnen veranderingen in het gedrag opgemerkt worden. Deze gedragsveranderingen zijn indicaties voor bijvoorbeeld ziektes, lichamelijk ongemak (klauwen) of vruchtbaarheid. In dit artikel beschrijven we de aanpak en toepassing van satellietnavigatie voor welzijn- en gezondheidmonitoring bij koeien. In deel II (eind 2008/begin 2009) bespreken we de resultaten en conclusies van het onderzoek.

Context

Het gebruik van mobiele sensoren belooft een datarijke toekomst voor het gedragonderzoek. Ontwikkelingen in sensoren en wireless communicatie zorgen voor een afnemende prijs waardoor systemen voor steeds meer toepassingen in bereik komen. Ook in de melkveehouderij ontstaat er een keur aan mogelijkheden om diergedrag, welzijn en gezondheid te monitoren of af te leiden uit sensorwaarden. Op allerlei wijze wordt door automatisering het management van de boerderij ondersteund. Identificatie systemen zijn al jaren gemeengoed en helpen bij het herkennen van de koe bij melksysteem, voersysteem etc. Ook worden er steeds meer actieve sensoren ontwikkeld, bijvoorbeeld hartslagmeters, temperatuursensoren etc. die aan, op of in de koe meten. Deze sensoren helpen de boer bij het monitoren van dierwelzijn en -gezondheid en het detecteren van problemen. Door tijdig op bepaalde condities in te spelen is de boer beter in staat om zijn kudde in optimale conditie te houden.

Het opsporen van tochtigheid van de koe is reeds veel onderzocht. Voor een veehouder is inseminatie een belangrijk aspect van zijn bedrijfsvoering om de melkproductie op peil te houden. Daarom zijn indicatoren die het moment van inseminatie bepalen van groot belang. Eerdenburg (1996) beschreef de kenmerken die door een observator eenvoudig zijn te herkennen: het rusten van de kin, bespringen van andere dieren en het laten bespringen ("standing heat"). Echter automatische detectie hiervan is nog niet vanzelfsprekend en onderwerp van continu onderzoek. Ook zoekt men naar meer tijdige indicatoren voor het moment van insemineren. Roelofs (2005) geeft aan dat het detecteren van afwijkend loopgedrag een belangrijke tijdige indicator kan zijn.

Zowel de sociale interactie als het loopgedrag zijn belangrijke indicatoren voor diergezondheid. Loop-activiteit is er

tevens een die goed te meten is. Het gebruik van stappentellers is al commercieel ingevoerd. Het aantal stappen van een koe (afgemeten naar haar individuele gemiddelde waarde) is voor de boer een belangrijke welzijn- en gezondheidsindicator. Stappentellers worden meestal uitgelezen in het aantal stappen per tijdseenheid, meestal in uren. Alhoewel het een zeer aantrekkelijke meetmethode is (eenvoudig, herhaalbaar, robuust, automatiseerbaar) geeft een stappenteller nog te vaak een foutieve alert.

In het project CowCow Navigator onderzoeken we het gebruik van het *Global Satellite Navigation Systems* (GNSS) om activiteit en gedrag van koeien af te leiden. Met behulp van GNSS wordt een track van een koe vastgelegd en kan o.a. voor ieder tijdstip de locatie, bewegingsnelheid en -richting van een individueel dier worden bepaald. Deze tracks worden vertaald naar verschillende indicatoren voor activiteit (en mogelijk sociale interactie). Voor verdere operationalisatie is het van groot belang dat deze indicatoren op automatische wijze gemeten worden.

GNSS en Veehouderij

GNSS is vooral bekend van routeplanners en een gestaag groeiend aantal *location based services*: adaptieve diensten die rekening houden met de plaats waar u zich bevindt (bijvoorbeeld de *BarFinder* geeft u een lijst van nabijgelegen cafés die voldoen aan uw zoek criteria, zo zijn er ook *HotelFinders* en *BuddyFinders*). Het Amerikaanse *Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System* (NAVSTAR-GPS of kortweg GPS) is het meest bekende GNSS en momenteel het enige met werelddekkende operationaliteit. Daarnaast heeft Rusland het GLONASS systeem (bijna werelddekkend) en werkt Europa aan GALILEO (2012?) en China aan Compass (20??). Binnen enkele jaren zijn er zo'n 100 GNSS satellieten operationeel en kunt u eenvoudig op elk tijdstip, op elke plek op aarde uw positie bepalen met een nauwkeurigheid van minder dan een meter (hogere nauwkeurigheid zoals vaak gebruikt in precisielandbouw vereist de combinatie met locale correctie systemen, iets dat momenteel nog een hoge investering of abonnement vereist). Submeter-nauwkeurigheid kunt u binnenkort verwachten met apparaten zoals uw telefoon, TomTom, laptop etc.

In de veehouderij wordt ook al enige tijd met GNSS gewerkt. In onderzoek wordt het onder andere ingezet voor grasgedrag (op extensieve bedrijven in Australië en Amerika), voor het terugvinden van dieren en voor het gedrag van dieren in natuurlijke omgevingen (naar analogie van zeehonden, otters en ganzen). Er zijn speciale *GPS-Collars* op de markt (> 2000/stuk) maar het gebruik en de inzet daarvan in de veehouderij wordt behalve door de prijs nog beperkt door de sterk verminderde ontvangst van satellietsignalen in

afgeschermd omgevings (stallen bijvoorbeeld) (FieldFact, 2007).

Een andere lijn van onderzoek kijkt naar het gebruik van GNSS voor *virtual fencing*; het geheel van sturen van dieren zonder fysieke hekken maar door middel van stimuli op basis van plaatsbepaling. Alhoewel heel aantrekkelijk, zijn ook virtual fencing toepassingen onderhevig aan de beperkingen van de technologie op dit moment, vooral de kosten om een kudde massaal mee uit te rusten en de relatief royale energieconsumptie wat een veel te korte operationele duur oplevert.

In het CowCow Navigator project willen we drie zaken bereiken:

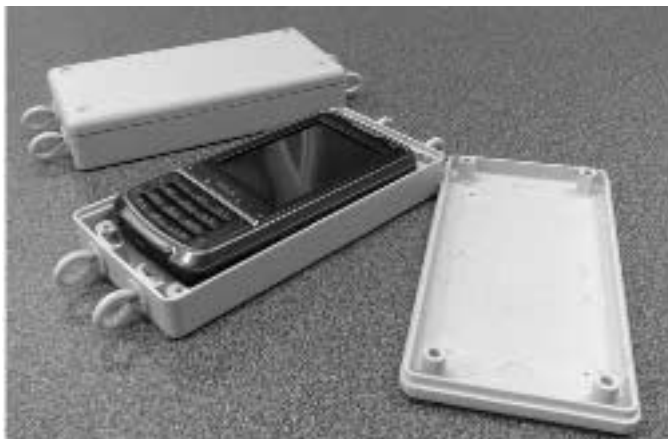
- inzicht krijgen in de kwaliteit van plaatsbepaling in relatie tot de toepasbaarheid voor veehouderij;
- inzicht krijgen in de mogelijkheid tot data reductie door middel van mining technieken;
- toepasbaarheid van GNSS in melkveehouderij voor gezondheidsmonitoring, met name tochtigheid,

Dankzij een samenwerking met de Animal Sciences Group van Wageningen UR zijn we ook in staat om wat eerste referentieproeven te ondernemen, waarbij we de GNSS data combineren en correleren aan andere sensoren zoals accelerometers en stappentellers.

Omdat in de melkveehouderij de dieren toch vaak binnen zijn, is er ook onderzoek naar indoor tracking systemen. Huhtala c.s. (2007) geven een uitgebreid overzicht van de mogelijkheden voor indoor tracking. De resultaten van CowCow Navigator kunnen waarschijnlijk ook toepasbaar zijn op indoor tracking systemen: het gaat om het feit dat de plaats en tijd vastgelegd worden en niet de techniek waarmee dat gebeurt.

Meetsysteem

Alhoewel er verschillende commerciële kant-en-klaar systemen zijn om koeien met GNSS te volgen hebben we gekozen voor een goedkoop en eenvoudig instrument. De kant-en-klaar systemen bieden weinig mogelijkheden tot beïnvloeding van het systeem en het tappen van additionele data. Wij hebben gekozen voor een device wat zowel GPS en GPRS heeft zodat we naast plaatsbepaling de data ook direct kunnen



figuur 1: robuuste behuizing voor de bi-directionele GPS-GPRS module. De robuuste behuizing kan eenvoudig aan het kophalster bevestigd worden.



figuur 2: Koe met sensoren aan de poot en de nek, en een bi-directionele GPS module aan het kophalster.

verzenden naar een database. Na enig vergelijk tussen de mogelijkheden zijn we uitgekomen op de ASUS, een mobiele telefoon met Windows mobile, ingebouwde GPS en GPRS. De GPRS zorgt voor twee-weg verkeer (bi-directionele communicatie) tussen server en device. Tijdens het onderzoek kunnen we commando's naar de bi-directionele GNSS-GPRS module opsturen (bijvoorbeeld om de meetfrequentie aan te passen) en de data kunnen direct hiervan uitgelezen, verwerkt en bewaard worden. Figuur 1 toont de CowCow Navigator bi-directionele GNSS-GPRS module, en de robuuste behuizing die het apparaat moet beschermen.

Figuur 2 toont hoe de CowCow Navigator aan de koe bevestigd wordt. Het device wordt aan het hoofdhalster bevestigd.

GNSS en Sensor netwerken

Door de Animal Sciences Group van Wageningen UR (ASG) wordt een draadloos sensornetwerk ontwikkeld en getest dat zowel in de stal als buiten in de wei on-line informatie verzamelt over het gedrag van individuele koeien. Daarbij worden per koe, twee sensor nodes bevestigd. Eén aan de kop en de andere aan één van de poten van de koe. De sensor nodes zijn voorzien van een accelerometer die de oriëntatie van de kop of van de poot van de koe kan meten. Deze meetwaarden worden verpakt in een bericht dat met mobiele communicatie technologie (in dit geval een netwerk van repeaters) naar een database verzonden worden. Naast het doorgeven van berichten met meetwaarden meten de *repeaters* ook de signaalsterkte waarmee de messages worden ontvangen. Deze signaalsterktes kunnen worden gebruikt voor een ruwe locatiebepaling. Het sensor netwerk levert additionele informatie over het gedrag van de koeien. Hiermee kunnen de uit de GNSS afgeleide indicatoren worden gevalideerd. In dit project heeft de samenwerking met ASG ook geleid tot een gezamenlijke data portal waar zowel de gegevens van het sensor netwerk als de bi-directionele GNSS-GPRS module in weer gegeven worden. Met behulp van gecoördineerde grafieken is zowel de plaatsbepaling (en track) en de uitlezing van sensoren in één oogopslag duidelijk. Dit kan als prototype voor een management applicatie dienen.

Toepassingen

De trend in de ontwikkeling van grotere veehouderijbedrijven zal zich naar verwachting verder doorzetten. Deze toenemende schaalgrootte van de primaire bedrijven zal niet mogen leiden tot minder aandacht voor de gezondheid en het welzijn van de dieren. Bovendien nemen de eisen die vanuit de samenleving worden gesteld aan de veiligheid en de kwaliteit van product en productie omgeving steeds verder toe. Ontwikkelingen rondom draadloze sensortechnologie maken het mogelijk dat steeds meer informatie over de productieomgeving (klimaat, weer, huisvesting) en de productiefactoren (dieren, voer, grasland) real time kan worden vastgelegd.

Plaatsbepaling en tracking van individuele dieren heeft veel informatie in zich die nu vaak door verschillende sensoren gemeten worden. Voorbeelden hiervan zijn:

- route informatie (voorkeursroutes etc.);
- sociale interactie (follow-the-leader, elkaar opzoeken / mijden, afzondering, rangorde);
- bezoek informatie (frequentie en duur van het bezoeken van interessante plekken (melkrobot, voerstation, randen van het weiland etc.);
- activiteit (km /uur, totaal afgelegde weg, mate van doelgerichtheid etc.).

De combinatie van een plaatsbepaling en een bi-directioneel communicatie instrument biedt allerlei mogelijkheden voor toepassingen. Hier volgen wat voorbeelden die al in literatuur of toekomstvoorspellingen te vinden zijn:

Tochtigheidsdetectie

De detectie van tocht is van groot belang voor de productiviteit van een melkveehouderijbedrijf. De inseminatie periode is meestal niet meer dan enkele uren. Een melkveehouder die zijn koeien zelf twee maal daags melkt, zal ook tussendoor moeten waarnemen of het moment daar is. In onderzoek is aangetoond dat er een sterke correlatie bestaat tussen activiteit (lopen) en tochtigheid. Maar loopactiviteit alleen geeft nog een hoog aantal *false positive* meldingen. Dit kan onder andere te maken hebben met het feit dat de relatie tussen loopactiviteit en tochtigheid afneemt met het lactatienummer. Ook vindt de loopactiviteit vaak tot zo'n 16 uur vooraf plaats. Combinatie met andere kenmerken zoals verlaagde melkgift en verhoogde temperatuur levert vaak een betere melding op (De Mol et al., 1999). In een onderzoek naar weidegang heeft het CLM een enquête afgenomen bij veehouders. Een meerderheid antwoordde positief dat tochtigheid in de wei beter te detecteren is (van der Schans et al, 2006). En alleen stappen zijn daarbij niet genoeg: in de wei zijn de belangrijkste signalen: staande tocht (besprongen laten worden), andere dieren bespringen, snuffelen en likken en onrust/vechten (Eerdenburg 1996). Vooral deze vormen van sociale interactie kunnen juist met plaatsbepaling goed te meten zijn, naast andere indicatoren als stappentellers. Met plaatsbepaling kunnen afwijkingen van het normale interactiepatroon worden waargenomen.

Mobiele melkrobot

De maatschappelijke druk om weidegang van melkvee gecombineerd met de ontwikkelingen in de robotisering

voor automatische melk systemen hebben onder andere geleid tot de ontwikkeling van de mobiele melkrobot (o.a. werkgroep weiderobotmelken). De robot kan in de wei bij de koeien geplaatst worden. Nu is mobiel nog een synoniem voor verplaatsbaarheid. Maar het zal niet lang duren voor we kleinere robot eenheden hebben die de koe actief opzoeken en gaan melken. Net als vroeger de kalfjes deden. Behalve tast en zicht heeft zo'n robot baat bij plaatsbepalingsensoren om zijn koeien te vinden.

Mobiele KI robot

Het is natuurlijk maar een kleine stap om tochtigheidsdetectie, plaatsbepaling en robotisering te combineren in een mobiele KI robot. Zo'n apparaat kan de koe op het juiste moment vinden en benaderen en insemineren. De auteurs hebben zich nog geen voorstelling gemaakt hoe dat er in de praktijk precies aan toe moet gaan, maar de mogelijkheid om het te ontwikkelen vindt de roots in de CowCow Navigator.

Virtual Fencing

Het sturen van koeien zonder fysieke hekken of poorten. Een sterk in opkomst zijnde techniek, waarbij naast *rangeland* toepassingen (Anderson, 2007) ook steeds meer gedacht wordt aan toepassingen in de melkveehouderij. Het voordeel van een bidirectionele GNSS-GPRS module is dat we niet alleen weten waar de koe is, maar dat de koe gestuurd kan worden (bijvoorbeeld met geluid of elektrische prikkels) naar waar de boer wil dat de koe is. Zo kan hij zonder fysieke afgrenzingen te maken de koeien bepaalde stukken weide laten begrazen. Een bijkomend voordeel van individuele sturing is dat koeien individueel (dus een voor een) opgehaald kunnen worden.

Dierenartsen

De verdergaande schaalvergroting leidt ook tot grootschalige melkveehouderijen waarbij de boer of werknemer de individuele koeien niet allemaal meer kent. Automatisering is daarbij onontbeerlijk voor identificatie en sturing van voergiften etc. Het gebruik van sensoren voor welzijn- en gezondheidsmonitoring wordt juist in dit soort bedrijven heel erg verwelkomd zodat men tijdig en adequaat kan reageren. Het gebruik van plaatsbepaling van het individu in relatie tot dat van de groep kan een belangrijke bijdrage leveren aan die monitoring. Aspecten als afzondering, sociale rangorde, al dan niet opzoeken van andere koeien etc. zijn gedragingen die veranderen onder invloed van welzijn en gezondheid. Het voordeel van een bidirectionele GPS-GPRS module is dat dan bijvoorbeeld de veearts naar het te bezoeken dier gestuurd kan worden.

Discussie

Wat van groot belang is bij de discussie of, wat en hoe een bidirectionele GNSS-GPRS module voor de melkveehouderij toepasbaar wordt, is de vraag wat een (melk)veehouder wil besluiten, hoe (of op basis waarvan) hij dat besluiten wil en de informatiebehoefte die hij daarbij heeft. Dierenwelzijn, gezondheid en vruchtbaarheid zijn belangrijke aspecten van de bedrijfsvoering waar dit systeem een bijdrage aan kan leveren.

Het onderzoek maakt gebruik van GNSS, maar zal ook zeker aanknopingspunten bieden voor indoor toepassing. Overigens is het de verwachting dat door gebruik van modernere transmitters in de satellieten en gevoeliger ontvangers de kwaliteit van indoor GNSS ontvangst aanzienlijk zal toenemen.

De meeste uitdagingen liggen momenteel in de tochtigheidsdetectie, niet alleen voor GNSS-GPRS maar voor alle mobiele sensoren. Een belangrijk voordeel van een GNSS systeem is dat naast de activiteit van de koe mogelijk ook de sociale interactie met de rest van de kudde gemeten kan worden, door de tracks van meerdere dieren gelijktijdig af te beelden. Dit kan een brug vormen naar de meer visuele indicatoren voor tochtigheid.

Verder onderzoek richt zich naast de technische aspecten vooral ook op de verwerking van de gegevens met behulp van modellen waarmee afwijkingen in het diergedrag kunnen worden gesignaleerd, die wijzen op het optreden van tocht of op gezondheidsproblemen. Op grond van deze signaleringen besluit de veehouder een koe te insemineren of te laten behandelen door de dierenarts.

Verantwoording

CowCow Navigator is mede-gefinancierd door het onderzoeksprogramma Ruimte voor Geo Informatie (www.rgi.nl). Het onderzoek wordt uitgevoerd in samenwerking met de de Animal Sciences Group in het kader van een onderzoek dat mede gefinancierd is door het onderzoeksprogramma LOFAR (www.lofar.nl)

Literatuur

D. M. Anderson (2007), Virtual fencing – past, present and future, *The Rangeland Journal*, 2007, 29, 65–78;

F. Lopez-Gatius, P. Santolaria, I. Mundet, J.L. Yaniz (2005), Walking activity at estrus and subsequent fertility in dairy cows, *Theriogenology*, Volume 63, Issue 5, 15 March 2005, Pages 1419-1429;

F. van Eerdenburg (1996) Turen naar de tocht : tochtigheid van koeien: expressie en detectie, *Veeteelt : magazine van het Koninklijk Nederlands Rundvee Syndicaat NRS Nummer 13(1996)9*;

F. van der Schans, N. Oerlemans, E. van Well (2006), Nulmeting Koe & Wij, CLM onderzoek en advies BV, Culemborg, oktober 2006. CLM rapport 647 – 2006;

F
ieldFact (2007) Critical Analysis Report, The state and future of GNSS in Agriculture Europe 2007, version 1.1, May 2007. Reference FIELDFACT-WP2-EKO-DEL-2-1; www.fieldfact.com;

A. Huhtala, K. Suhonen, P. Mäkelä M. Hakojärvi J. Ahokas (2007), Evaluation of Instrumentation for Cow Positioning and Tracking Indoors, *Biosystems Engineering* (2007) 96 (3), 399– 405.

De Mol, R.M., Keen, A., Kroeze, G.H., Achten, J.M.F.H., 1999. Description of e detection model for oestrus and diseases in dairy cattle based on time series analysis combined with a Kalman filter. *Comput. Electron. Agric.* 22, 171–185.