

# COMPUTER-ONDERSTEUNDE GEDRAGSREGISTRATIE

## *Toepassingen in landbouwkundig onderzoek*

L.P.J.J. Noldus & R.P.J. Potting

*Gedragsonderzoek aan dieren door middel van directe observaties vereist een geschikte methode voor het vastleggen van series gebeurtenissen en het moment waarop deze optreden (ook wel 'protocolleren' genoemd). Van oudsher gebeurt dit met een combinatie van pen, papier en stopwatch. Indien directe registratie niet mogelijk is spreekt men gedragscodes vaak eerst in op audiotape, zodat de tijdsbasis later kan worden toegevoegd. De computer rukt echter ook in het gedragsonderzoek op en elektronische event recorders worden steeds meer gebruikt. Met dergelijke apparaten hoeven gegevens niet meer te worden overgeschreven, hetgeen leidt tot een enorme tijdsbesparing en geringere kans op fouten. Daarnaast kunnen complexere registraties worden gemaakt (met betrekking tot aantal verschillende gebeurtenissen en/of individuen) op een nauwkeuriger tijdsbasis (Noldus et al., 1989).*

### **Computers in gedragsonderzoek**

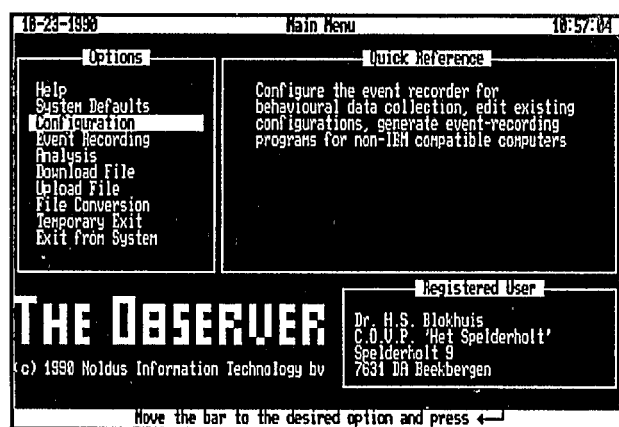
De afgelopen decennia zijn diverse typen event recorders voor gedragsonderzoek ontwikkeld. Deze bestaan gewoonlijk uit een speciaal ontworpen toetsenbord met een aantal drukknoppen en/of schakelaars, waarvan de stand intern met zeer korte tijdsintervallen wordt gescand. De oudste modellen schreven observatiecodes weg naar magneetband voor latere opslag en analyse op een mini- of mainframe computer. Daarop volgden event recorders met elektronisch geheugen die los van een permanent data-opslagmedium kunnen worden gebruikt, hetgeen de draagbaarheid verhoogt. Een voorbeeld hiervan is de bekende OS-3 Event Recorder. Deze apparaten hebben echter duidelijke beperkingen. Ten eerste kunnen ze alleen maar voor event recording worden gebruikt. Daarnaast zijn de in de handel verkrijgbare modellen nogal prijzig. Tenslotte zijn ze bijzonder inflexibel vanwege hun gespecialiseerde toetsenborden en software in de vorm van machinecode, die voor de gebruiker ontoegankelijk is. Met de komst van microcomputers is er een nieuw tijdperk aangebroken voor computer-ondersteunde gedragsregistratie. De ruime beschikbaarheid van vrij programmeerbare hardware maakt een flexibele softwarematige benadering mogelijk. Bij het gebruik van een computer als event recorder worden de toetsen gedefinieerd als 'events', zodat geobserveerde gebeurtenissen rechtstreeks kunnen worden ingevoerd, waarbij het programma de tijdsbasis voor zijn rekening neemt. Speciale toetsenborden worden hiermee dus overbodig. Door middel van het scherm is visuele terugkoppeling tijdens het gebruik mogelijk, hetgeen belangrijk is voor het corrigeren van fouten. Het helpt tevens om de angst voor de 'onzichtbaarheid' van met de computer verzamelde gegevens ten opzichte van geschreven notities weg te nemen.

### **Keuze van de hardware**

Indien een microcomputer als event recorder gebruikt gaat worden hangt de keus van de hardware af van diverse aspecten van het onderzoek, zoals het type waarnemingen (methode van gedragsbemonstering, aantal verschillende gedragingen, snelheid waarmee gebeurtenissen op elkaar volgen) en de lokatie (binnen/buiten, weersomstandigheden, hoeveelheid ruimte). Wat betreft permanente opslag en analyse van gegevens is de keus minder kritiek; de huidige generatie personal computers is krachtig genoeg met betrekking tot geheugen, opslagruimte en verwerkingssnelheid, om de meeste taken te verrichten waarvoor men nog geen tien jaar geleden een minicomputer nodig had. Soms zal dus één en hetzelfde type computer gebruikt kunnen worden voor zowel gedragsregistratie als analyse. Vaak zal er echter geen directe hardware-compatibiliteit bestaan tussen het apparaat waarmee de gegevens zijn verzameld en dat waarop ze worden geanalyseerd. In die gevallen is er ook een datacommunicatiemedium nodig. Zo zijn de huidige draagbare PC's nog vrij zwaar en niet in staat om langer dan enkele uren op batterijen te werken, hetgeen ze ongeschikt maakt voor veldwerk. Vandaag de dag kan de onderzoeker kiezen uit een scala van hardware voor gedragsobservaties, uiteenlopend van vederlichte handpalmcomputers tot krachtige bureau-PC's.

### **Software voor gedragsregistratie**

Om als een event recorder te worden gebruikt dient een computer te worden geprogrammeerd, en hier beginnen de problemen voor de meeste gedragsonderzoekers. Allereerst is het schrijven van een efficiënt protocolleringprogramma geen sinecure, hetgeen een belangrijke barrière kan zijn voor veel potentiële gebruikers. Een dergelijk programma dient aangepast te zijn aan de machine waarop het dient te draaien, en het moet bij voorkeur meer doen dan eenvoudigweg reageren op een toetsaanslag met het wegschrijven van een code en een tijd. Een goed registratieprogramma beschikt over foutdetectie en -correctie, onderscheid tussen wederzijds uitsluitende en niet-uitsluitende gebeurtenissen, vastleggen van onafhankelijke variabelen, etc. Wil men zulke functies in een programma dan zal men moeten kiezen tussen twee mogelijke benaderingen: of men maakt ze een vast onderdeel van het programma, zodat het programma toegespitst wordt op een bepaalde toepassing, of men bouwt een soort installatiemodule in waarmee de gebruiker het programma kan configureren. De eerste methode heeft tot gevolg dat elke verandering in onderzoeksopzet een verandering in het computerprogramma met zich mee brengt, zodat dit moet worden herschreven. 'All-round' programma's volgens methode twee kunnen echter snel ongeschikt worden om nog te draaien op compacte draagbare computers met beperkte verwerkingssnelheid en geheugen. Hoe groter het



Figuur 1: Hoofdmenu van The Observer

programma, inherent aan de flexibiliteit, des te minder ruimte blijft er over voor gegevensopslag tijdens het gebruik. En hoe meer er na een toetsaanslag door het programma moet worden geëvalueerd, des te trager het wordt. Indien men tenslotte van type computer wil veranderen (bijvoorbeeld indien men zowel laboratorium- als veldwaarnemingen verricht, of indien een bepaald model computer uit de handel raakt) is er weer een nieuw gedragsregistratieprogramma nodig. Dat betekent helemaal opnieuw beginnen, of een bestaand programma aanpassen, wat weer tot incompatibiliteit van databestanden met oudere gegevens kan leiden. De hierboven geschetste problemen vormden de aanzet tot de ontwikkeling van een geïntegreerd softwarepakket voor gedragsregistratie en -analyse. De ontwikkeling van dit pakket, genaamd The Observer, is gestart in 1986 aan de vakgroep Entomologie van de Landbouwniversiteit (Noldus, 1989). Sinds 1 november 1989 wordt de ontwikkeling en productie voortgezet vanuit het universitair bedrijfstechnologisch centrum te Wageningen (Noldus, 1990a,b). De hierna volgende bespreking is gebaseerd op versie 2.0 van het systeem.

## The Observer

### Ondersteunde hardware

The Observer draait op IBM PC's of compatibele computers met minimaal 384 Kb vrij werkgeheugen en DOS 2.0 of hoger. Naast de PC ondersteunt The Observer een

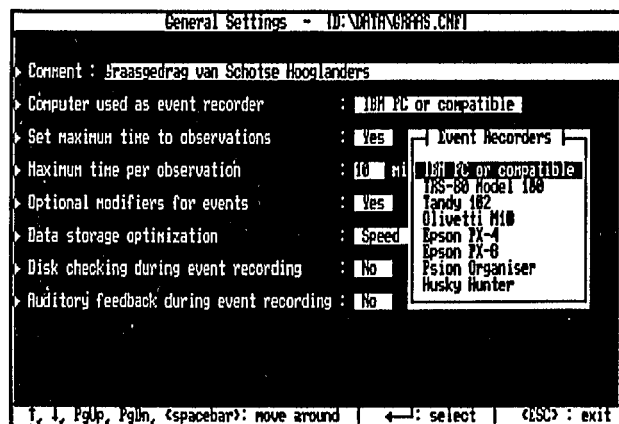
aantal draagbare (niet-IBM-compatibele) computers als event recorder. Momenteel omvat de lijst zeven modellen: TRS-80 Model 100, Tandy 102, Olivetti M10, Epson PX-4, Epson PX-8, Psion Organiser en Husky Hunter. De eerste vijf zijn typische 'kladblok-computers': goedkope, compacte, draagbare apparaten (A4-formaat), met een achteregeel scherm, hetgeen menugestuurde programma's mogelijk maakt. De Psion Organiser is een echte handpalmcomputer, met een omvang van slechts 8 x 14 x 3 cm en een gewicht van amper 250 g. Dit maakt hem bijzonder geschikt voor toepassingen waarbij de waarnemer mobiel moet zijn. De Husky Hunter tenslotte is een uiterst robuuste waterdichte en schokbestendige computer van A5-formaat, ideaal voor waarnemingen onder extreme weersomstandigheden. Alle modellen hebben een RS-232 poort voor datatransport en een batterij-gevoed werkgeheugen (dat gegevens bewaart nadat het apparaat is uitgeschakeld). Ze werken zowel op batterijen als op het lichtnet, waardoor ze kunnen worden gebruikt op plaatsen waar een normale PC niet kan komen.

### Gebruikersinterface

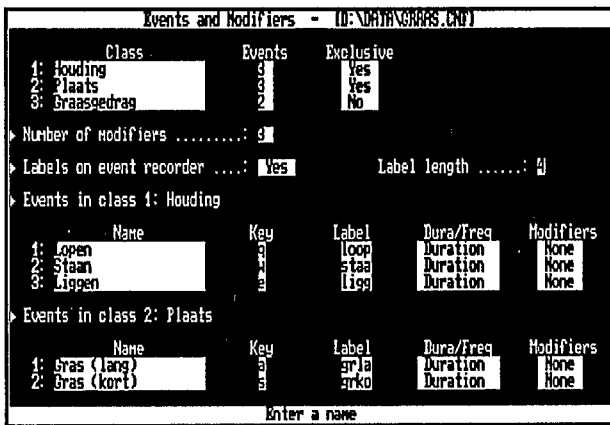
The Observer is geheel menugestuurd; het programma werkt vanuit een hoofdmenu van waaruit men toegang krijgt tot de verschillende modules. Er is getracht om het programma zowel voor beginnende als ervaren gebruikers zo vriendelijk mogelijk te maken. Zo kan de beginner in menu's gebruik maken van verklarende tekst in een 'quick reference' venster, terwijl de ervaren gebruiker via 'shortcut' toetsen direct keuzes kan maken (figuur 1). Verder kan men in invulschermen opties zowel uit een pop-up venstertje kiezen als rechtstreeks selecteren door de eerste letter van de gewenste optie in te typen (figuur 2, 3). Elk bestand dat met het programma wordt gemaakt kan van commentaar worden voorzien, zodat men bestanden gemakkelijk kan herkennen (figuur 4). Behalve uitvoerige gedrukte documentatie bevat het programma een context-gevoelige 'on-line' handleiding. Nagenoeg alle fouten van de gebruiker worden gedetecteerd en resulteren in een relevante foutmelding. Verder kan elke invoer of beslissing teniet worden gedaan met behulp van de 'Escape'-toets.

### Configuratie van de event recorder

Dit deel van het programma bevat een aantal schermen waarin de gebruiker informatie invoert zodat de event recorder nauwkeurig kan worden geïnstalleerd voor een proefopzet. Alle informatie wordt tenslotte op schijf opgeslagen in een configuratiebestand dat door het programma wordt gebruikt aan het begin van een observatiesessie op de PC alsmede bij de data analyse (figuur 5). Een volledige configuratie bevat elementen als: type event recorder, maximum observatieduur, aantal klassen van events, namen van events, voor elke event de toets waarmee de event wordt aangeduid en een beschrijvend label, onafhankelijke variabelen, etc. Vanwege het praktisch onbeperkt aantal combinaties van klassen, events, modifiers en onafhankelijke variabelen kan de gebruiker de event recorder nauwkeurig afstemmen op de experimentele opzet. Zodoende wordt ook optimaal gebruik gemaakt van de gekozen



Figuur 2: Voorbeeld van een instelscherm

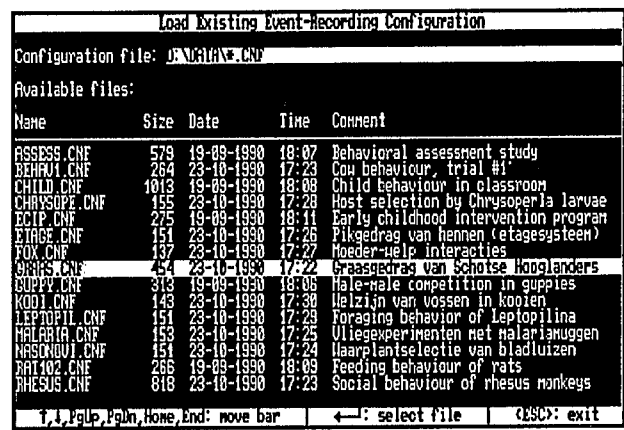


Figuur 3: Instelscherm met definities van events

hardware, wat met name van belang is bij het gebruik van de niet-IBM-compatibele apparaten.

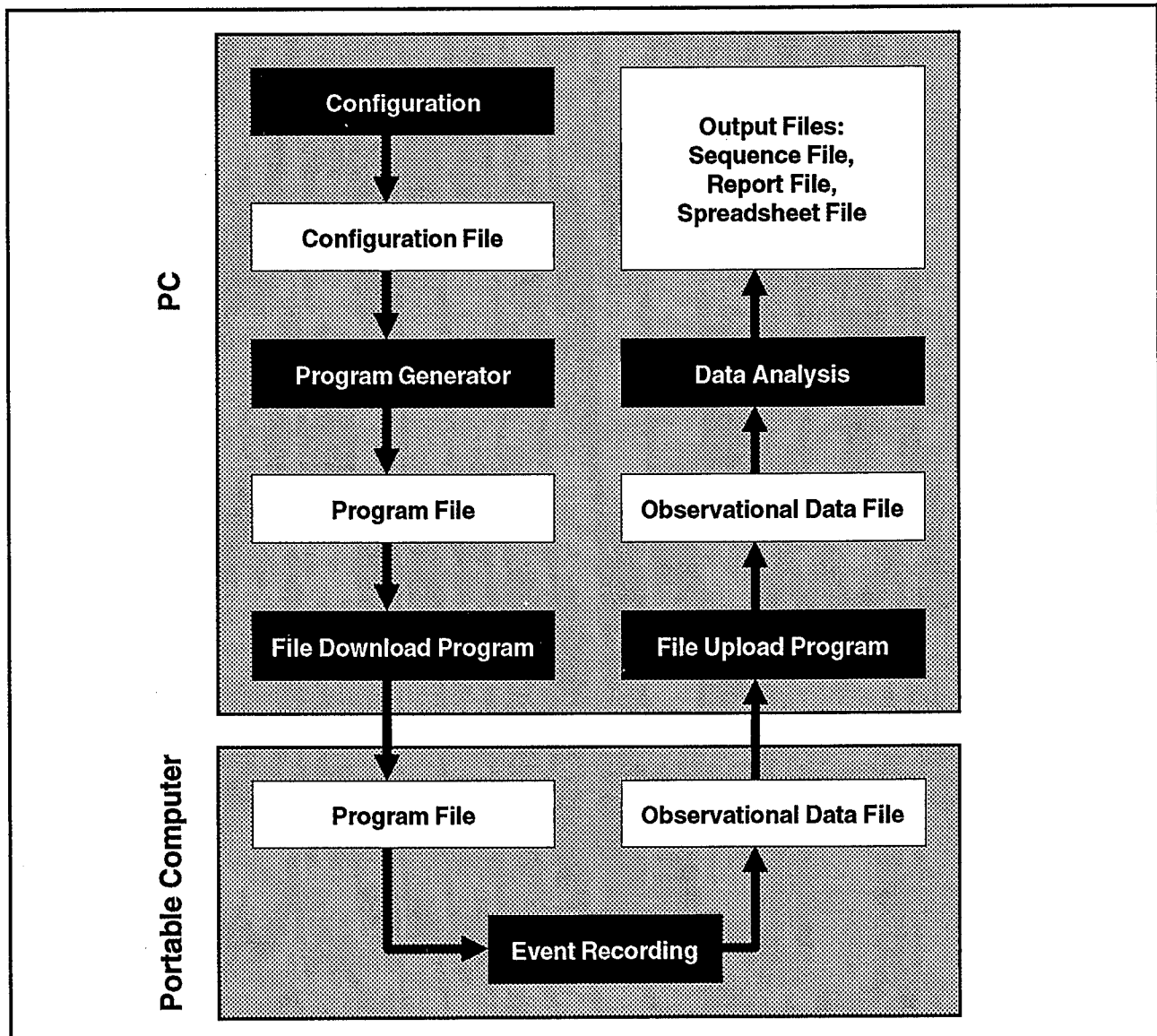
**The Observer als programmagenerator**

Het configuratiebestand bevat alle informatie ingevoerd door de gebruiker, zoals het hierboven beschreven,

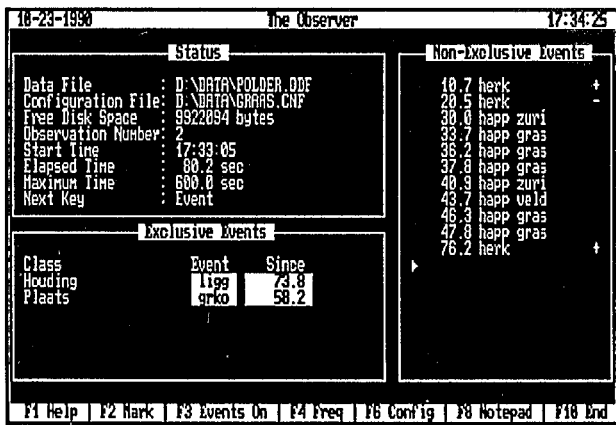


Figuur 4: Lijst met beschikbare configuratiebestanden

in gecodeerde vorm. Dit bestand is voldoende om de PC zelf als event recorder te laten fungeren. De niet-IBM-compatibele computers vereisen echter een speciaal registratie-programma. Indien de gebruiker één van de genoemde apparaten als event recorder wenst te gebruiken genereert The Observer een event recorder programma



Figuur 5: Hoofdcomponenten van The Observer



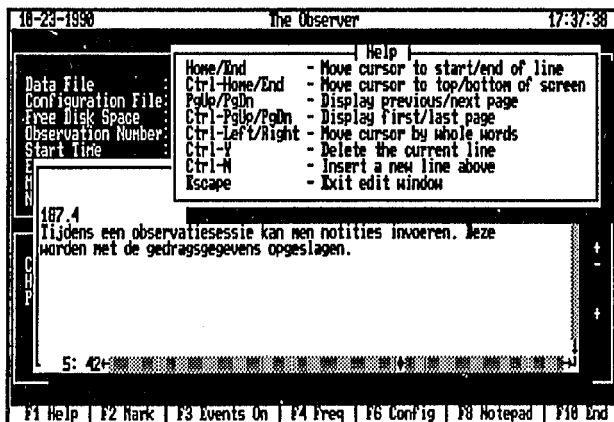
Figuur 6: Scherm van de PC tijdens een observatiesessie

voor de gekozen computer, op basis van de door de gebruiker ingevoerde configuratie. Deze programma's worden door The Observer geschreven in de taal die door de gekozen draagbare computer wordt begrepen, namelijk OPL (een soort Pascal, voor de Psion Organiser) of BASIC (voor alle andere modellen). De BASIC-dialecten verschillen echter nogal: programma's geschreven voor een Tandy computer draaien niet op een Epson en vice versa.

Door The Observer geschreven event-recorder-programma's zijn speciaal aangepast aan de door de gebruiker gespecificeerde hardware en proefopzet. Ze bevatten alleen de essentiële programmacode, zijn dus zo compact mogelijk en beslaan zo weinig mogelijk geheugen in de draagbare computer. Indien men een bepaalde optie niet kiest wordt er geen overbodige code gegenereerd die het programma alleen maar groter en trager maakt. Door The Observer gegenereerde programma's worden via de RS-232 poort naar de draagbare computer getransporteerd.

### Een observatiesessie

Op de PC vindt het feitelijke event recording plaats in de programmaomgeving en begint met het laden van een configuratiebestand. Op de niet-IBM-compatibele computers zijn registratie-programma's specifiek, dat wil zeggen gegenereerd voor een bepaalde toepassing. Afgezien van dit verschil is de bediening van de event recorder voor de gebruiker in wezen gelijk voor de verschillende typen



Figuur 7: De kladblokkfunctie tijdens een observatiesessie

hardware. Voorafgaand aan de eerste observatie kan men commentaar invoeren en kunnen de aanvangswaarden van de onafhankelijke variabelen worden ingesteld. Daarna begint de eerste observatie, hetgeen eenvoudig gezegd inhoudt dat het programma bij elke toetsaanslag de tijd sinds de start van de observatie berekent (tot op 0.1 s) en deze wegschrijft plus het event-label dat bij de toets hoort. Nadat de observatiesessie is beëindigd heeft de gebruiker toegang tot de verzamelde gegevens. Indien een niet-IBM-compatibele computer als event recorder is gebruikt worden de databestanden door The Observer naar de PC getransporteerd via de RS-232 poort.

Figuur 6 toont het scherm van een PC tijdens een observatiesessie. Via de functietoetsen heeft men toegang tot een aantal functies zoals on-line hulp, een elektronische kladblok (een soort minitextstverwerker waarin zonder dat de tijdsregistratie wordt verstoord tekst kan worden ingevoerd die tezamen met de tijd waarop de toets werd ingedrukt wordt opgeslagen met de data), een overzicht van alle duurevents die op dat moment aanstaan of van alle events die zijn opgetreden met bijbehorende frequentie.

### Data-analyse

Er bestaan vele uitstekende pakketten voor statistische analyse op de PC. Derhalve biedt The Observer de gebruiker een analyse tot op het niveau van standaardstatistieken (wat voor veel gebruikers voldoende kan zijn), en met outputbestanden in een formaat geschikt voor transport naar een spreadsheet (bijvoorbeeld Lotus 1-2-3) of meer specifieke statistische software. Event recorder databestanden bevatten de naam van een bijbehorend configuratiebestand. Dit bestand wordt tijdens de analyse aan het databestand 'gekoppeld'. Zodoende kan The Observer elk databestand correct interpreteren zolang het juiste configuratiebestand maar beschikbaar is. Nadat een databestand is geladen kan de gebruiker het type analyse en soorten outputbestanden selecteren. The Observer berekent frequentie van voorkomen en duur (totaal, gemiddelde en standaarddeviatie van het gemiddelde), voor klassen van events, individuele events of combinaties van events.

### Toepassingen in landbouwkundig onderzoek

The Observer wordt inmiddels gebruikt op een kleine 150 universiteiten en onderzoeksinstituten, verspreid over 20 landen. De meeste gebruikers zijn ethologen, gedragsocologen en psychologen. Daarnaast vindt het programma ook toepassing in farmacologisch en toxicologisch onderzoek. Diverse onderzoeksprojecten waarin The Observer wordt ingezet vallen onder de noemer landbouwkundig onderzoek. Ter illustratie van de diversiteit van toepassingen van een computer-ondersteund gedragsregistratie- en analysesysteem worden enkele van deze projecten hieronder kort toegelicht.

### Waardplantselektie- en zoekgedrag van insecten

Aan de vakgroep Entomologie van de Landbouwniversiteit houden diverse onderzoeksgroepen zich bezig met het gedrag van plaaginsecten en hun natuurlijke vijanden. Een belangrijke vraag voor entomologen is waarom bepaalde soorten of variëteiten van cultuurgewassen resis-

tent zijn tegen bepaalde insectesoorten en andere niet. Om dit te achterhalen onderzoekt men onder meer de relatie tussen biochemische karakteristieken van gewassen als sla en kool en het waardplantselectiegedrag van bladluizen (van Boxtel, 1989).

Een heel ander type entomologisch onderzoek waarbij gedragsobservaties een rol spelen is dat naar het zoekgedrag en gastheerselectiegedrag van parasitaire wespen. Dit soort onderzoek wordt met name gedaan in het kader van de selectie van de meest effectieve natuurlijke vijand die kan worden ingezet bij de biologische bestrijding van insecteplagen (Dicke *et al.*, 1990; Noldus *et al.*, 1990; Pak *et al.*, 1990). Vergelijkbaar gedragsonderzoek aan parasitaire of predatoire insecten, waarin men The Observer als gereedschap hanteert, wordt uitgevoerd op diverse instituten in het buitenland, zoals het Institute of Zoology van de universiteit van Aarhus in Denemarken (Axelsen, 1990), het Laboratoire de Neurobiologie Comparée des Invertébrés te Parijs (Kaiser *et al.*, 1989), en diverse laboratoria in de Verenigde Staten (Lewis & Tumlinson, 1988; Nordlund & Morrison, 1990). Veelal wordt een PC rechtstreeks als event recorder gebruikt, of werkt men met een TRS-80 Model 100, Tandy 102 of Epson PX-8 shootcomputer, die in een laboratoriumopstelling minder plaats inneemt.

#### **Welzijn van vossen en pluimvee**

Dr. B.O. Braastad (Department of Animal Science, Agricultural University of Norway, As-NLH, Noorwegen) doet onderzoek naar het welzijn van vossen in commerciële fokkerijen. Zijn onderzoeksgroep is met name geïnteresseerd in het effect van diverse typen kooien op de reproductie en het gedrag van vrouwelijke vossen ten opzichte van hun jongen (Braastad, 1987). Hiertoe onderzoekt men het gedrag van moeder-vossen vanaf de dag voor het werpen tot en met 3-5 dagen daarna. Gedurende deze periode wordt de vos met behulp van een infrarood videocamera geobserveerd. De opnames worden vervolgens geanalyseerd met behulp van The Observer, waarbij met intervallen van 5 minuten de gedragscategoriën als puntgebeurtenissen worden geregistreerd. Daarnaast worden geselecteerde tijdsintervallen middels continue observatie in detail gecodeerd.

De groep van Dr. Braastad doet overigens ook onderzoek aan pluimvee, onder meer in samenwerking met het Centrum voor Onderzoek en Voorlichting voor de Pluimveehouderij "Het Spelderholt" te Beekbergen. Daar gebruikt men The Observer bij gedragsobservaties aan kippen in verschillende soorten legsystemen. Omdat de mobiliteit van de waarnemer hierbij van groot belang is, heeft men gekozen voor het gebruik van de Psion Organiser als event recorder.

#### **Graasgedrag van runderen**

Aan de vakgroep Natuurbeheer van de Landbouwwuniversiteit te Wageningen verricht men onderzoek naar de mogelijkheden om extensieve begrazing door runderen te gebruiken bij het beheer van natuurreservaten. Ter bepaling van de geschiktheid van verschillende landschapstypen voor continue begrazing, onderzoekt Michiel Wallis de Vries het graasgedrag en de dieetselectie van rundvee.

Hij gebruikt hiertoe een Tandy 102 draagbare computer die door The Observer als event recorder wordt geprogrammeerd. Gedurende periodes van 10 minuten observeert hij het graasgedrag en registreert aantallen happen per plantecategorie en aantallen stappen per hap in diverse vegetatietypes. Hap- en stapnelheden worden gebruikt als een maat voor voedselselectie, opnamesnelheid en fouragegedrag. Na iedere waarneming worden lokatie en gedrag van elk dier in de groep met behulp van het programma vastgelegd. Zodra na 3-5 waarnemingsperiodes het interne geheugen van de Tandy 102 vol is, worden de data met behulp van een draagbare disk drive naar diskette gekopieerd. De apparatuur werkt op oplaadbare penlight batterijen; een set is doorgaans goed voor een uur of 10 continue registratie (bij temperaturen tussen -8 en +30 °C). Ter bescherming van de computer tegen regen en modder wordt deze tijdens de registratie in een transparante plastic zak ingepakt, waardoorheen het toetsenbord wordt bediend. Recentelijk is The Observer ook in gebruik genomen door Rijkswaterstaat voor begrazingsonderzoek in de IJsselmeerpolders en de Lauwersmeerpolder. In plaats van de Tandy 102 gebruikt men daar echter voor data-invoer de Husky Hunter 2, die vanwege zijn robuustheid geen enkele extra beveiliging nodig heeft.

#### **Overig gebruik in Nederlands landbouwkundig onderzoek**

Behalve op de hierboven genoemde instituten wordt The Observer op diverse andere instellingen voor landbouwkundig onderzoek in Nederland gebruikt. Om er enkele te noemen: Centraal Diergeneeskundig Instituut (Lelystad), Proefstation voor de Rundvee-, Schapen- en Paardenhouderij (Lelystad), Centrum voor Plantenveredelings Onderzoek (Wageningen), Hoofdgroep Maatschappelijke Technologie TNO (Delft), Vakgroep Plantenoecologie (Rijksuniversiteit Groningen), etc.

#### **Literatuur**

Axelsen, J., 1990, *The searching behaviour of Aphanogamus abdominalis, a parasitoid of the pod gall midge (Dasyneura brassicae)*, ingediend.

Blokhuis, H.S., 1989, *The effect of a sudden change in floor type on pecking behaviour in chicks*, Applied Animal Behaviour Science 22, p. 65-73.

Boxtel, J.H.J. van, 1989, *Voedingsgedrag en voedselopname van Nasonovia ribisnigri op sla*, Onderzoeksverslag L.U. Wageningen.

Braastad, B.O., 1987, *Abnormal behaviour in farmed silver fox vixens (Vulpes vulpes L.): tail-biting and infanticide*, Applied Animal Behaviour Science 17, p. 376-377.

Dicke, M.; van der Maas, K.J.; Takabayashi, J. & Vet, L.E.M., 1990, *Learning affects response to volatile allelochemicals by predatory mites*, Proceedings Netherlands Entomological Society 1, p. 31-36.

Kaiser, L.; Pham-Delègue, M.H.; Bakchine, E. & Masson, C., 1989, *Olfactory responses of Trichogramma maidis Pint. et Voeg.: effects of chemical cues and behavioral plasticity*, Journal of Insect Behavior 2, p. 701-712.

Lewis, W.J. & Tumlinson, J.H., 1988, *Host detection by chemically mediated associative learning in a parasitic wasp*, *Nature* 331, p. 257-259.

Noldus, L.P.J.J., 1989, *The Observer: integrated software for computer-aided event recording and data analysis*, Abstracts 21st International Ethological Conference (Utrecht, 9-17 August 1989), p. 126.

Noldus, L.P.J.J.; van de Loo, E.L.H.M. & Timmers, P.H.A., 1989, *Computers in behavioural research*, *Nature* 341, p. 767-768.

Noldus, L.P.J.J., 1990a, *The Observer: een flexibel softwarepakket voor registratie en analyse van gedragsgegevens*, *Convex Courier* 6 (1), p. 6-10.

Noldus, L.P.J.J., 1990b, *The Observer: a software package for collection and analysis of observational data on the IBM PC and non-IBM-compatible portable computers*, ingediend.

Noldus, L.P.J.J.; van Lenteren, J.C. & Lewis, W.J., 1990, *How Trichogramma egg parasitoids use host sex pheromones as kairomones: orientation behaviour in a wind tunnel*, *Physiological Entomology*, in druk.

Nordlund, D.A. & Morrison, R.K., 1990, *Handling time, prey preference, and functional response for Chrysoperla rufilabris in the laboratory*, ingediend.

Pak, G.A.; Kaskens, J.W.M. & de Jong, E.J., 1990, *Behavioural variations among strains of Trichogramma spp.: host-species selection*, *Entomologia experimentalis et applicata* 56, p. 91-102.

Wallis de Vries, M.F., 1990, *Selective grazing behaviour of steers in a patchy grassland vegetation*, *Proceedings 7th European Grazing Workshop (Wageningen, 8-11 October 1990)*. □

---

dr. L.P.J.J. Noldus en ir. R.P.J. Potting zijn werkzaam bij Noldus Information Technology b.v., Bedrijfstechnologisch Centrum "Agro-BTC", Vadaring 51, 6702 EA Wageningen, een bedrijf dat haar activiteiten onder meer richt op software ontwikkeling, advisering en training t.b.v. landbouwkundig onderzoek.