

Linnaeus II is interactief. Dit betekent dat heel gemakkelijk van het ene naar het andere programma-onderdeel kan worden gegaan. Alle tekst is bijvoorbeeld 'hyperlinked': muisklikken op een onbekende term opent een woordenboek waarin de term wordt verklaard. Eventueel kan zo een illustratie of videofragment worden bekeken.

Interactieve multimedia software en expertsystemen

Identificatie van veerresten per computer

In Amsterdam bouwen het Expertise centrum voor Taxonomische Identificatie (ETI) en de vogelafdeling van het Zoologisch Museum van de Universiteit van Amsterdam aan een interactief multimediaal informatiesysteem voor de identificatie van vogelresten aan de hand van donsveerkenmerken. Het ontwikkelde 'expert systeem' zal op CD-ROM worden verspreid.

Identificatie van vogelresten is van groot belang voor prooi-onderzoek, handhaving van (invoer)wetten, verzekeringzaken en luchtvaart. Vliegtuigen ondervinden geregeld schade van aanvaringen met vogels. Hoewel een aanvaring meestal goed afloopt, is toch vaak sprake van schade en bedreiging van de veiligheid. Door identificatie van de resten kunnen risico's in kaart worden gebracht zodat actie kan worden ondernomen, zoals het vermijden van migratieroutes in de trektijd, of het voor Kievitten onaantrekkelijk maken van de gebieden rond start- en landingsbanen door daar het gras niet te maaien.

Identificatie niet eenvoudig

Het identificeren van vogelresten is niet eenvoudig omdat er na botsing met een vliegtuig meestal weinig terug te vinden is van de vogel. In enkele gevallen is er nog een met het oog herkenbaar deel in de motor te vinden; meestal gaat het om zeer kleine resten die van het vliegtuig geschaapt moeten worden.

Een belangrijke identificatiemethode is determinatie met een lichtmicroscop. Bijna altijd zijn er nog stukjes donsveer te vinden. Op basis van donsveerkenmerken is het mogelijk tot op familie te determineren en soms zelfs tot op soort. Dit is een zeer gespecialiseerde aangelegenheid. Op het Zoologisch Museum in Amsterdam is als een van de weinige

instituten ter wereld de expertise aanwezig om deze determinaties uit te voeren. Met steun van de Luchtmacht is dit jaar een project gestart voor een gecomputeriseerd veeridentificatie-systeem. Op basis van door het Expertise centrum voor Taxonomische Identificatie (ETI) ontwikkelde interactieve multimedia software en expertsystemen wordt een gebruikersvriendelijk identificatie-systeem voor donsveerkenmerken gemaakt. Uitgave op CD-ROM zal de verspreiding van deze zo belangrijke expertise mogelijk maken. Op deze manier kunnen de mensen op vliegvelden snel toegang hebben tot de expertise en zelf een deel van het identificatieproces uitvoeren.

Veertjes, veertjes, veertjes.

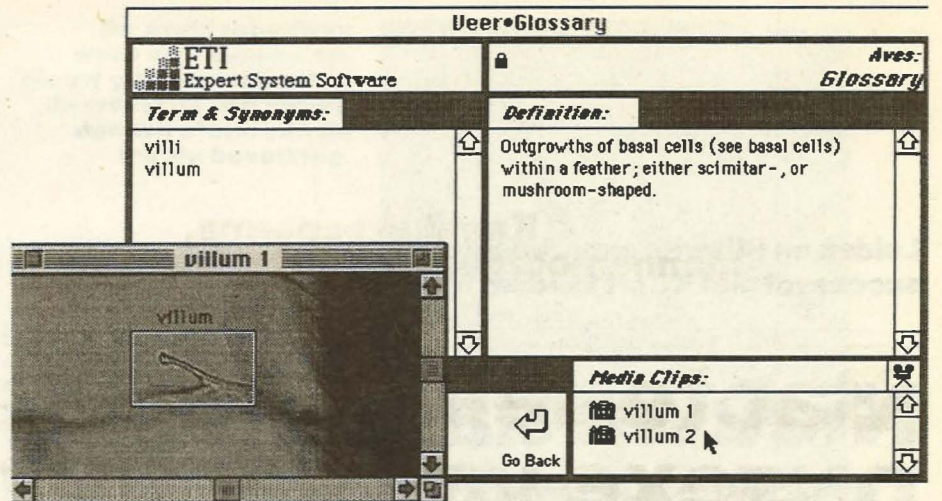
Het Zoologisch Museum bezit een uitgebreide collectie donsveerpreparaten. Dit 'archief' betreft ca 6500 preparaten van 350 vogelsoorten. Tussen de veren van de verschillende lichaamsdelen van een vogel bestaat de uiteraad variatie. Desondanks vertonen de donsveren binnen één familie of zelfs binnen één soort genoeg overeenkomsten voor identificatie. Dit maakt het mogelijk om met behulp van een microscoop, donsveren te herkennen zonder dat bekend is van welk lichaamsdeel de veer afkomstig is.

Een veer is opgebouwd uit een as (de rachis) met zijtakken (baarden). Vaak heeft een veer

ook nog een bijveer of achterschacht. Het dons van een veer bevindt zich onder andere aan het proximale gedeelte van de veer. De baarden van dons zijn opgebouwd uit een ramus met daarop zijtakjes, de barbules. Deze barbules bestaan uit een enkele streng van cellen. Op de plek waar de ene cel aan de andere grenst, zijn vaak verdikkingen (nodes) te vinden, of puntige uitsteeksel, prongs. Identificatiekenmerken kunnen bijvoorbeeld zijn: de lengte van de barbules, de aanwezigheid van nodes of prongs, de vorm hiervan, het aantal nodes per mm, of de locatie van nodes.

Expertsysteem

Het door ETI ontwikkelde interactieve computerprogramma Linnaeus II biedt de mogelijkheid om alle informatie over soorten in te voeren, niet alleen in de vorm van tekst, maar ook in de vorm van tekeningen, foto's, film, en geluid. Het programma bestaat uit verschillende delen, o.a. een multimediale database en een identificatieprogramma. De verendatabase bevat naast taxonomische beschrijvingen en algemene gegevens van de vogel gedetailleerde informatie over de (variatie in) veerkenmerken en een groot aantal foto's van donsveren. Vergrotingen kunnen direct op de computer worden opgeroepen, zodat een vergelijking met bekende soorten kan worden gemaakt zonder dat eerst pre-



paraten hoeven worden opgezocht. De algemene informatie van de soort heeft betrekking op een uitgebreide tekstuele beschrijving, habitus-tekening in kleur, specifiek geluid, verspreidingskaart en eieren. Het identificatieprogramma geeft de gebruiker bij elk kenmerk de keuze tussen verschillende mogelijkheden. Na selectie van een aantal kenmerken, biedt het programma een lijst van in aanmerking komende soorten inclusief een waarschijnlijkheid van de determinatie. Vanuit het identificatieprogramma kan op ieder moment worden teruggegrepen naar de soort- en verendatabase en andersom.

Flexibiliteit

Het project concentreert zich op ten minste één vertegenwoordiger van elke Europese vogelfamilie en op de 75 meest voorkomende 'aanvarings'-soorten. Om de onderlinge verschillen tussen de soorten te bepalen, worden zoveel mogelijk kenmerken bestudeerd en opgenomen. Alle kenmerken die nodig zijn voor identificatie, worden in het zoekstelsel meegenomen. Dit betekent dat wanneer de gebruiker één foutje maakt, niet meteen het hele zoekproces fout gaat. De gezochte soort zal nog steeds op basis van de andere kenmerken een hoog percentage van overeenkomst met de basisgegevens in de database vertonen. Een ander voordeel is dat de gebruiker met het Linnaeus II-systeem kan beginnen met de meest in het oog springende kenmerken, terwijl bij een dichotome sleutel altijd sprake is van een vast startpunt.

Internationaal centrum

Naast veerkenmerken en de 'gewone' determinatiekenmerken kunnen ook andere gegevens, zoals DNA, radarbeelden en gegevens over trekgedrag in de verschillende seizoenen worden opgenomen. Daarnaast zal dit systeem ook in andere situaties van nut zijn. Hierbij kan worden gedacht aan ecologisch prooi-onderzoek, soortsbepaling van gesmokkelde vogels of vogelresten, of archeologisch onderzoek. Een demonstratiemodel is getoond op het Internationaal Ornithologisch Congres in Wenen in augustus 1994 en oogste daar veel belangstelling van de aanwezigen. Er zijn plannen om een wereldwijd netwerk van experts op te zetten, die allen hun gegevens in dit systeem zullen invoeren. Zodoende zal in Nederland een internationaal centrum van deze expertise kunnen worden opgezet. Regelmatig door ETI uitgebrachte CD-ROMs zullen de experts van de meest recente gegevens voorzien, zodat de nieuwe kennis in brede kring benut kan worden.

W. Prast, C.S. Roselaar, P.H. Schalk, J. Wattel
Expertisecentrum voor Taxonomische Identificatie (ETI)

DNA-sequentie-analyse

Naast de identificatie aan de hand van veerresten is de DNA-sequentie-analyse een relatief nieuwe techniek, die zelfs bij zeer kleine hoeveelheden gedegradieerd materiaal determinatie tot op soortniveau toelaat. Het benodigde materiaal kan bestaan uit een schraapsel van weefsel of bloed of uit veerresten. Een onderzoek naar het perfectie van deze techniek voor deze specifieke toepassing wordt uitgevoerd in het Instituut voor Systematiek en Populatiebiologie van de Universiteit van Amsterdam in nauwe samenwerking met het vogelveerresten project. Doel is om tot een totaalpakket van moderne breed toepasbare identificatiemiddelen te komen.

De methode is gebaseerd op bepaling van de volgorde van ongeveer 300 baseparen van het cytochroom-b gen uit het mitochondriaal DNA dat uit het monster geïsoleerd kan worden. De gevonden sequentie wordt vergeleken met sequenties die opgeslagen zijn in een wereldwijd beschikbare database, aangevuld met binnen dit project bepaalde sequenties van een aantal soorten met hoog aanvaringsrisico. Het blijkt dat dit gedeelte van het mtDNA voldoende soortspecifieke substituties bevat om de identiteit van het monster te kunnen bepalen. Deze techniek is pas bruikbaar geworden na de ontwikkeling van de PCR-techniek voor het amplificeren van kleine hoeveelheden DNA, niet alleen uit op een vliegtuig aangetroffen resten, maar ook uit geconserveerd vogelmateriaal in de collectie van het Zoologisch Museum Amsterdam. Het aantal soorten dat potentieel voor vergelijking beschikbaar is, is daardoor onbeperkt. De hoeveelheid DNA in de resten is uiteraard te klein voor directe bepaling. De onbekende soort wordt met behulp van het computer programma DNA-Star vergeleken met bekende sequenties. De meest-voorkomende aanvaringslactoffers zijn door ons werk nu in de grote DNA databases aanwezig. Gegevens over vele minder vaak geregisteerde soorten moeten door toekomstige toepassing van de beschreven methode aan de database worden toegevoegd om dit instrument volledig in te kunnen zetten ten dienste van de aanvaringsstatistiek.

J. Hermans en J. Wattel

Radar en F-16 bemonsteren luchtruim op vogels

De Koninklijke Luchtmacht hecht veel waarde aan zo zorgvuldig mogelijke identificatie van vogelresten. Vogelgewicht, snelheid van de kist en schadepatroon geven tezamen een indruk van de kwetsbaarheid van de frontale delen van het vliegtuig. Uit de zeer nauwkeurige Nederlandse vogelaanvaringsstatistiek is gebleken dat er reden is om de luchtwaardigheidseisen per vliegtuigtype aan te scherpen en te detailleren.

Dat moet bovendien in internationaal verband gebeuren omdat de Nederlandse luchtmacht als klant te klein is om de vliegtuigindustrie tot betere ontwerpen te verleiden. Daarom nam de Luchtmachtstaf in Den Haag het initiatief een database met aanvaringsgegevens van alle Europese NATO-luchtmachten op te zetten. Daarin zijn inmiddels meer dan 25.000 aanvaringen gedocumenteerd.

Reeds 30 jaar detecteert de luchtmacht met behulp van radar grootschalige vogelverplaatsingen. Door de invloed van weer en wind trekken vogels vaak in massale golven. Daardoor is het mogelijk met een beperkt aantal vliegrestricties de meeste 'en route' aanvaringen te voorkomen zonder de operatiën al te zeer te frustreren. Werden de radarbeelden aanvankelijk via polaroid tijdfoto's geïnterpreteerd, inmiddels geschiedt dat met het ROBIN-systeem, een speciaal voor dit doel samen met het Fysisch en Elektronisch Laboratorium TNO ontworpen hard- en software configuratie. De eerste versie van dit systeem maakt het sinds 1989 mogelijk elektronische tijdfoto's en detailbeelden via een datalijn naar Den Haag te halen. De steekproeven worden aan de hand van grove overzichtsbepalingen (vogelbeereik 150 km) handmatig gecontroleerd, gekwantificeerd en ruimtelijk geïnterpreteerd.

Het is inmiddels gelukt automatisch de vliegsporen van individuele vogelecho's uit reeksjes ruw radarbeeld te extraheren, zelfs bij zeer hoge dichtheden (zie voorbeeld). De uitdaging is nu om via deze patroonherkenningsstechniek tot een automatische bemonstering van het totale radarbeeld te komen. Daarbij moeten echokarakteristiek en bewegingsparameters helpen om de vogelstromen te klassificeren.

Eén vink op 65 km

De gebruikte radar combineert een grote gevoeligheid (één vink in zijaanzicht tot 65 km) met een hoge resolutie (in afstand 30 meter). Er kunnen dus vele tienduizenden vogels tegelijkertijd in beeld zijn, maar aan de echo's hangt geen naamkaartje. Eerst moeten de beelden ruimtelijk worden geïnterpreteerd: met toenemende afstand halen steeds minder vogels de detectiedrempel en bevindt zich een steeds kleinere fractie boven de ra-

darhorizon. Vervolgens dienen de verschillende cohorten vogelecho's biologisch te worden begrepen. Via vergelijkingen met gegevens uit de literatuur en uit het veld wordt gepoogd te komen tot een typologie van vogeltrekpatronen in hogere luchtlagen. Met de miljoenen vogelecho's kan men tot in het oneindige stoeien. Het meerdere is hier echter al gauw de vijand van het goede. Het vliegveiligheidsrendement van vogeltrekwaarschuwingen (liefst uitgebreid met voorspellingen) is daarom maatgevend voor de investeringen. Dus is vergelijking van de vogeldetectie met de feitelijke vogelaanvaringen boven West-Europa noodzakelijk en vormt de identificatie van zoveel mogelijk vogelresten een absolute must.

drs Luit S. Buurma
hoofd sectie natuurlijk milieu,
luchtmachtstaf, Den Haag

Vogelverplaatsingen rond Vlieland (dikke lijn) op 15-10-'91 om 20.00 GMT geëxtraheerd uit 100 seconden radarbeeld m.b.v. ROBIN. Grootte stip: grootte van individuele of groep vogels; streepje: vliegrichting (evt. snelheid).

