

Indringerdetectie met behulp van seismiek

Onderzoekers bij FEL-TNO in Den Haag zijn bezig een indringerdetector te ontwikkelen waarvan de werking is gebaseerd op de analyse van de door een indringer veroorzaakte seismische trillingen. De gebruikte sensor is passief, wordt in de grond ingegraven en is daardoor onzichtbaar. Door geavanceerde signaal-verwerking is het mogelijk een hoge kans op detectie en een lage kans op onnodig alarm te bereiken.

Ir. H.A.J.M. van Hoof *

Een man loopt rustig langs het raam van één van de laboratoria van het Fysisch en Elektronisch Laboratorium. Binnen geeft een PC aan dat er iemand in de buurt is: de voetstapdetector, geheel onzichtbaar voor de passerende persoon, heeft zijn werk gedaan. Het gaat hier niet om een gewoon alarmsysteem. In feite is het helemaal nog geen alarmsysteem. Maar het onderzoeksteam van FEL-TNO hoopt en verwacht dat dit onderzoek zal leiden tot een generatie indringerdetectie-sensoren met grote voordelen. Lopende personen veroorzaken seismische trillingen

die door een gefoon kunnen worden ontvangen en die omgezet worden in een elektrisch signaal. Een gefoon is een sensor die gewoonlijk door olie- en gasmaatschappijen gebruikt wordt voor bodemexploitatie. Onzichtbaar ingegraven in de bodem reageert de gefoon op trillingen in de bodem die echter door allerlei oorzaken kunnen zijn ontstaan.

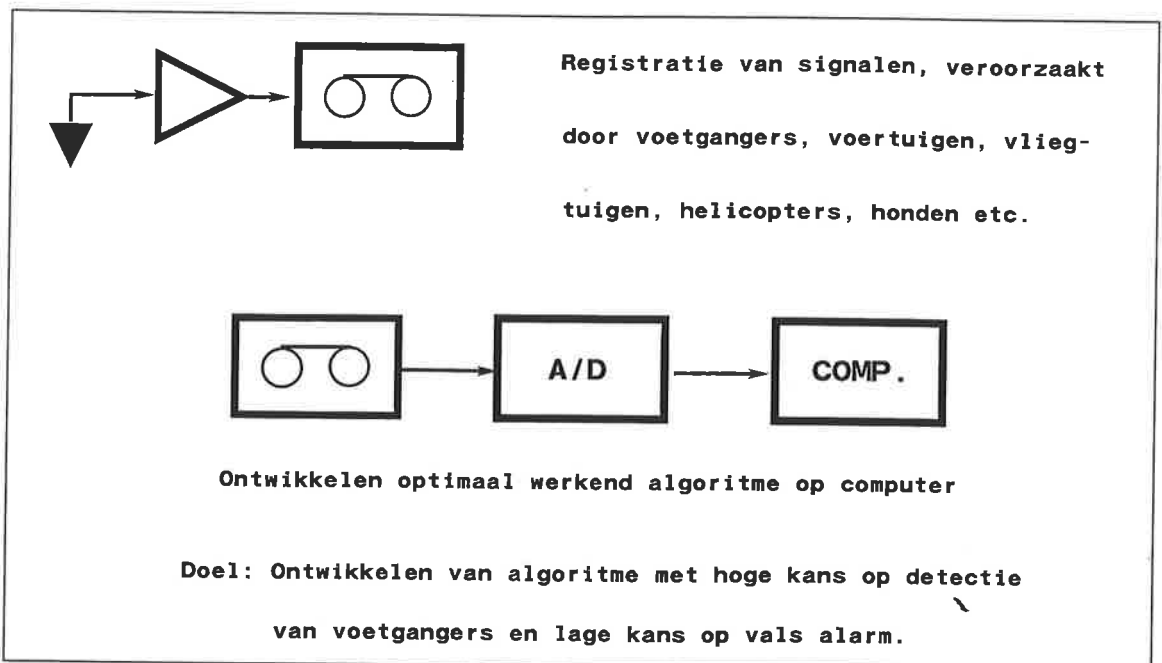
Ontwikkeling en proefnemingen

Tegelijk dienen trillingen, ontstaan door andere oorzaken, te worden herkend als zijnde niet afkomstig van een persoon (lage vals alarm kans). Om dit te verwezenlijken dienen de signalen goed te worden geanalyseerd en op bepaalde kenmerken te worden geselecteerd.

Het doel van het onderzoek is na te gaan of de trillingen, veroorzaakt door een langslappend persoon, met een hoge betrouwbaarheid kunnen worden herkend.

De onderzoekers van het FEL-TNO, werkzaam op het gebied van grondsensoren en bewakingssystemen in de researchgroep 'Bijzondere onderwerpen', heeft op

Schematische weergave van de werkzaamheden.



dit terrein een brede ervaring; al geruime tijd wordt in het kader van opdrachten van het Ministerie van Defensie gewerkt aan het seismisch en akoestisch detecteren van voertuigen en helicopters (zie bijvoorbeeld [1] en [2]).

Voor het ontwikkelen van het voetstap-algoritme werd eerst een aantal voetstapsignalen verzameld, aanvankelijk geregistreerd in de nabije omgeving van het laboratorium. Het is echter een bekend fenomeen dat het medium, de bodem, de signaalvorm sterk kan beïnvloeden. Daarom werden ook op andere locaties en met behulp van diverse proefpersonen voetstapsignalen opgenomen. Op deze wijze werd inzicht verkregen in de grote verscheidenheid aan signaalvormen. De manier van lopen, het soort schoeisel zijn enige van de belangrijkste oorzaken hiervan.

De huidige bevindingen zijn zodanig dat het FEL-TNO van plan is door te gaan en een prototype wil ontwikkelen.

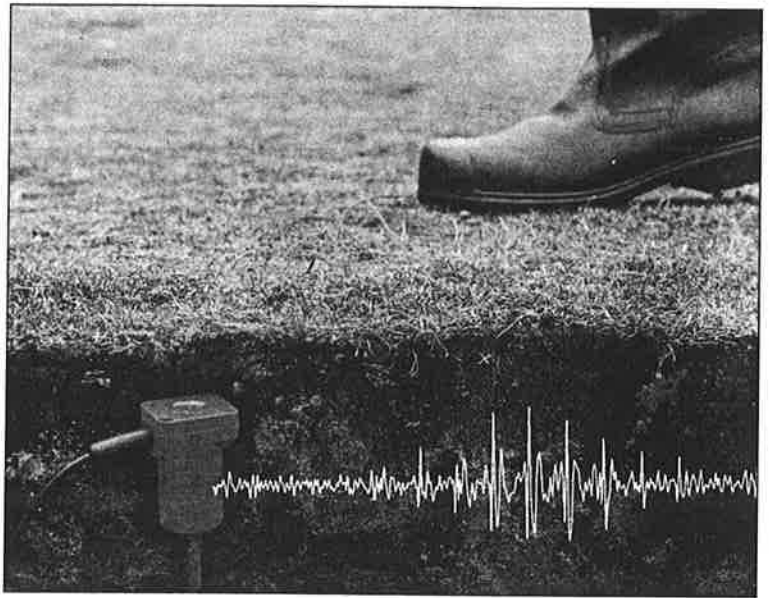
Het algoritme dat op basis van deze verzameling signalen werd ontwikkeld, moest tevens in staat zijn om andere signalen (bijvoorbeeld veroorzaakt door passerende voertuigen, vliegtuigen of helicopters) te herkennen als niet-voetstap-signalen. Hiervoor werd gebruik gemaakt van een zeer uitgebreid signalenbestand dat grotendeels reeds op het laboratorium aanwezig was.

Huisdieren

Omdat ook huisdieren vaak oorzaak zijn van onnodig alarm, werd bovendien een verzameling signalen opgenomen, afkomstig van passages van honden. Hiervoor verleende 'Westvliet Bewaking' medewerking; voor drie verschillende (gedresseerde) honden, zowel lopend als rennend, werden gefoon-responsies geregistreerd. De werkwijze is schematisch in afbeelding 1 weergegeven.

Omdat ook huisdieren vaak oorzaak zijn van onnodig alarm, werd bovendien een verzameling signalen opgenomen, afkomstig van passages van honden.

Een gefoon is een robuuste signaalomzetter die, eenmaal in de grond geplaatst, onzichtbaar is. Omdat de gefoon bovendien zelf geen energie uitzendt (passieve sensor) is deze ook moeilijk detecteerbaar. In combinatie met intelligente signaalverwerking is een uitstekende indringerdetector te realiseren; het principe is in de fotomontage van afbeelding 2 weergegeven.



Fotomontage van de principewerking.

Aanvankelijk is het algoritme op een Vax-werkstation ontwikkeld. Hiervoor werd gebruik gemaakt van reeds bestaande en speciaal voor dit doel aangepaste programmatuur. De meest gevoelige parameters van het algoritme werden hiermee geoptimaliseerd. Het algoritme bleek voor de gebruikte signaalbestanden dusdanig goed te werken dat besloten werd om het algoritme ook op een PC te implementeren.

“Wat ons het meest gefraspeerd heeft, is de combinatie van hoge detectiekans en lage kans op onnodig alarm”, aldus het team. De reden hiervoor heeft ongetwijfeld te maken met het feit dat de sensorsignalen een geavanceerde verwerking ondergaan zodat intelligente beslissingen mogelijk worden.

De huidige bevindingen zijn zodanig dat het FEL-TNO van plan is door te gaan en een prototype wil ontwikkelen. Het hart van de voetstapprocessor - nu nog een PC - kan in een prototype wellicht vervangen worden door een paar chips.

Ook zal worden onderzocht of het algoritme, eventueel in aangepaste vorm, even goed functioneert als niet een gefoon, maar een seismische lijn als transducent dienst doet; dit opent perspectief voor een geavanceerd perimeter-detectiesysteem. ◀

* werkzaam bij de groep Bijzondere
Onderwerpen van het Fysisch en Elektronisch
Laboratorium TNO

Literatuur

- [1] Militaire Spectator 7, 1988 (pp 320-325): 'Onbemande grondsensors'.
[2] Militaire Spectator 5, 1989 (pp 226-230): 'Helikopterdetectie met akoestische middelen'.