

Beslissingondersteuning met kennissystemen

Ing. E.W.A. van Leeuwen en Ir. J.J.C.R. Rutten,
Fysisch en Elektronisch Laboratorium TNO, 's-Gravenhage

1. INLEIDING

In de procesindustrie vindt men geautomatiseerde dump-, trip- en noodprocedures. De operator moet echter de meer complexe noodprocedures en de noodprocedures die erg afhankelijk zijn van de situatie op dat moment meestal handmatig uitvoeren. De ondersteuning voor dit soort procedures bestaat meestal alleen uit handboeken. In dat geval moet de operator beslissen welke specifieke procedure voldoet. In het geval van noodsituaties of zelfs calamiteiten kan de besluitvaardigheid van de operator door stress of paniek aanzienlijk verminderen. De kans op fouten is erg groot.

Beslissingondersteuning met behulp van kennissystemen biedt uitkomst in deze gevallen. Het kennissysteem gebruikt procesgegevens om de noodprocedure aan de situatie aan te passen (eventueel alternatieven), kan uitleggen waarom de keuze voldoet en helpt de operator bij het uitvoeren van het gekozen alternatief.

Een kennissysteem kan zelfs minder ervaren operators ondersteunen bij het bedwingen van calamiteiten. Ook kan het kennissysteem aangepast worden voor het trainen of valideren van noodprocedures.

In dit artikel wil ik u een indruk geven van wat kennissystemen zijn. Ook wil ik proberen u duidelijk te maken wat de toepassingsmogelijkheden van kennissystemen zijn, zodat u kunt bepalen waar in uw organisatie mogelijkheden zijn voor effectieve toepassing van kennissystemen.

In het laatste hoofdstuk zal ik ingaan op het systeem Damocles (Damage Monitoring and Control Expertsystem) dat de 'damage control'-officier aan boord van fregatten ondersteunt bij het bestrijden van calamiteiten.

2. KENNISSYSTEMEN

Een kennissysteem is een informatiesysteem, waarin kennis expliciet is opgeslagen in datastructuren.

Een kennissysteem is een informatiesysteem. Een kennissysteem is dus niet iets magisch. De meest effectieve toepassingen ontstaan juist als men technieken voor het ontwikkelen van kennissystemen gebruikt samen met de technieken die men al langer gebruikt bij de systeemontwikkeling van conventionele informatiesystemen. In wezen is het dus een uitbreiding van de mogelijke ontwikkeltechnieken.

In een kennissysteem zit kennis. In een boekhoudkundig programma zit ook kennis. Echter deze kennis is niet expliciet in een datastructuur opgeslagen, maar zit verwerkt in de programmatuur. Hierdoor is het niet mogelijk om de kennis eenvoudig aan te passen, te bewerken of op een andere manier te gebruiken, bijvoorbeeld voor training en opleiding.

In een kennissysteem is de kennis expliciet opgeslagen. In een database of gegevensbank zit ook kennis expliciet opgeslagen over de toestand en eventueel de historie van een bepaald domein. Een database kan bewerkingen uitvoeren op deze kennis. In deze zin is een kennissysteem dus ook niets meer dan de u bekende systemen. De kennis die in database is opgeslagen is echter meestal maar een vorm van kennis, terwijl er meerdere vormen van kennis zijn waar men gebruik van zou kunnen maken.

In de volgende hoofdstukken wil ik aangeven wat de meerwaarde is van kennissystemen en wat de extra gebruiksmogelijkheden zijn van kennissystemen, zodat u kunt bepalen wanneer het zinvol is om een conventioneel informatiesysteem te ontwikkelen en wanneer het zinvol is om een kennissysteem te ontwikkelen.

3. SOORTEN KENNIS

Er bestaan verschillende soorten kennis. Ik wil hier een aantal vormen van kennis behandelen. Het is niet de bedoeling om volledig te zijn, maar meer om u een indruk te geven van waaraan we moeten denken als we het over kennis hebben. De meeste vormen van kennis kunnen we echter wel in één of meerdere van de volgende categorieën indelen.

3.1 Kennis over eigenschappen

Eén vorm van kennis is kennis die eigenschappen van begrippen of objecten beschrijft. Dit is de meest voorkomende vorm van kennis die in gegevensbestanden wordt opgeslagen.

3.2 Structurele kennis

Kennis die relaties tussen objecten en begrippen legt noemen we structurele kennis. Voorbeelden zijn structurele relaties, tijdrelaties, afhankelijkheden, enzovoort. Ook deze vorm van kennis wordt opgeslagen in gegevensbestanden, echter in veel beperktere mate, onder andere omdat deze kennis minder aan verandering onderhevig is en daardoor de behoefte aan geautomatiseerd beheer veel kleiner. Deze vorm van kennis maakt het redeneren met kennis mogelijk.

Een voorbeeld: we weten dat een gebeurtenis A heeft plaatsgevonden voor een gebeurtenis B en dat gebeurtenis B heeft plaatsgevonden voor gebeurtenis C. Uit deze gegevens kunnen we afleiden dat gebeurtenis A voor gebeurtenis C heeft plaats gevonden. Bij deze afleiding is gebruik gemaakt van een relatie die de volgorde tussen gebeurtenissen aangeeft.

Een ander voorbeeld: een product heeft een te lange productietijd. Het productieproces bestaat uit een aantal processtappen. Nu is het zo dat in één of meerdere van deze productiestappen de procestijd te lang is en kunnen we door het opvragen van gegevens bepalen welke processtap of welke processtappen de 'bottleneck' in het proces vormen. Dit is een voorbeeld van redeneren met structurele relaties. Er is hier gebruik gemaakt van misschien wel de meest gebruikte structuurrelatie: 'bestaat uit'. Dit voorbeeld is ook een voorbeeld van diagnose of foutzoeken. Diagnose vindt meestal plaats op grond van structurele en afhankelijkheids-relaties.

3.3 Modellen

Kennis kan ook een meer ingewikkelde verschijningsvorm hebben: een model van een proces of dynamisch systeem. Een model beschrijft de structuur, het gedrag en toestanden van het proces. Deze beschrijving kan kwantitatief zijn in de vorm van numerieke modellen of kwalitatief zijn in de vorm van logische afhankelijkheden.

Een procesmodel heeft verschillende toepassingen. Zoals u weet kan men een model gebruiken om voorspellingen te doen. Deze kennis over de waarschijnlijke toekomst kan men gebruiken om het proces te sturen.

Ook kan men een model voeden met meetgegevens over het gemodelleerde proces om gegevens van het proces te bepalen die niet direct meetbaar zijn. We kunnen bijvoorbeeld een aantal drukmetingen in het model invoeren en daarmee dan de druk op andere plaatsen bepalen.

Twee andere mogelijkheden van modellen krijgt men als men het model synchroon laat draaien met het werkelijke proces, men voedt het model met gemeten waarden. We kunnen er bijvoorbeeld van uitgaan dat het proces correct functioneert: dan kunnen we in de loop van de tijd het model van het proces bijschaven (eventueel deels geautomatiseerd) tot het binnen bepaalde grenzen onvereenkomt met het werkelijke proces. Dit is dus een vorm van modelleren of leergedrag. Een tweede toepassing krijgt men als we ervan uitgaan dat het model correct is. Dan kunnen we door gegevens van het model te vergelijken met gegevens van het werkelijke proces bepalen waar er fouten of problemen binnen het proces of systeem zitten.

3.4 Procedurele kennis

Een andere vorm van kennis is kennis die procedures vastlegt: procedurele kennis. In feite legt deze vorm van kennis tijdsrelaties of afhankelijkheidsrelaties vast tussen acties van procedures. Men kan bijvoorbeeld denken aan het vastleggen van nood- en dumpprocedures. In het volgende hoofdstuk zullen we hier een aantal toepassingen van zien.

3.5 Ervaringskennis

Een bekende vorm van kennis is ervaringskennis. Deze vorm van kennis komt voor in wat men noemt expertsystemen. Experts leggen binnen hun expertisegebied relaties tussen problemen en oplossingen zonder daar diep over na te denken. Deze vorm van kennis is vaak eenvoudig op te slaan, maar juist zeer moeizaam te verkrijgen en te modelleren, omdat de gedachtensprongen zeer groot kunnen zijn en daardoor onbegrijpelijk voor de leek.

3.6 Meta-kennis

De laatste vorm van kennis die ik hier wil behandelen is meta-kennis. Dit is een wel zeer abstracte kreet voor kennis over kennis, bijvoorbeeld kennis over bepaalde eigenschappen van kennis en kennis over het toepassen van kennis. Een voorbeeld van het eerste is de uitspraak dat er voor elke noodsituatie een procedure moet zijn, maar dat een procedure bij meerdere noodsituaties kan horen. Een voorbeeld van het tweede is dat er in bekende probleemsituaties met ervaringskennis een oplossing moet worden gezocht en in onbekende situaties met structuurkennis een oplossing moet worden gezocht.

4. HET GEBRUIK VAN KENNIS

Als kennis expliciet is opgeslagen kan men er op verschillende manieren gebruik van maken.

4.1 Kennisbanksysteem

Allereerst kan men een kennissysteem puur als een opslagsysteem beschouwen. Op deze manier vergroot men de toegankelijkheid en onderhoudbaarheid. Men kan deze kennisbank (knowledgebase) dan vergelijken met een handleiding waarin alle kennis is opgeslagen. Het aanpassen van het bestand en het distribueren van de veranderingen gaat echter veel gemakkelijker dan met handleidingen (drukkosten en gewicht).

4.2 Probleemoplossers en expertsystemen

Ten tweede kan men een systeem realiseren dat redeneert met de opgeslagen kennis. Op deze wijze kan men systemen realiseren met een probleemoplossend gedrag. Men kan bijvoorbeeld denken aan systemen voor foutzoeken en planning. Als een systeem gebruik maakt van ervaringskennis of expertkennis, dan noemen we dat systeem een expertstelsel.

4.3 Presentatie van kennis

Om kennis te kunnen overdragen moet een kennissysteem kennis kunnen presenteren. Vaak gebeurt dat in tekstuele vorm, maar als het om grote hoeveelheden gaat of om complexe materie is het vaak beter om de kennis grafisch weer te geven. Het grafisch weergeven kan de begrijpelijkheid vooral vergroten als de presentatie aansluit bij de belevingswereld van de gebruiker. Een kennissysteem zou zowel de kennis waarmee het redeneert als de beredeneerde kennis kunnen presenteren.

4.4 Uitleg van kennis

Voor toepassingen in opleidingen en trainingen moet een kennissysteem in staat zijn om uitleg te geven bij zijn manier van werken. Het moet uitleggen welke kennis het gebruik heeft, waarom en misschien ook nog wat achtergrondinformatie.

4.5 Opleidingssystemen

Het is ook mogelijk om opleidingssystemen te bouwen. Een opleidingssysteem bestaat eigenlijk uit twee kennissystemen: een expert in opleidingen en een expert in het te onderrichten domein. De leraar geeft uitleg en maakt een opgave voor de leerling. De leraar vergelijkt de antwoorden van de leerling met die van de expert. Op grond van de resultaten stelt de leraar zijn opleidingsplan bij. Zo kan hij nog dieper op de stof ingaan, stukken stof overslaan of als de leerling het echt niet begrepen heeft, elk onderdeel van de gegeven opgave apart behandelen.

4.6 Validatie van procedures

Kennissystemen kunnen ook behulpzaam zijn bij het ontwikkelen van systemen en procedures. Als men een complete beschrijving van een systeem of procedure heeft kan een kennissysteem dit systeem of deze procedure simuleren en beoordelen. Ook zou een kennissysteem statische analyses kunnen uitvoeren. Als men een beschrijving heeft van de mogelijke sensorsignalen kan men evalueren of een noodprocedure een oplossing biedt voor elke noodsituatie.

Door analyse is het ook mogelijk om bijvoorbeeld bestaande foutzoekprocedures te optimaliseren, eventueel door bijstelling door in de praktijk opgedane ervaringen.

Ik wil nog even voor de duidelijkheid vermelden dat een willekeurig kennissysteem niet alle bovengenoemde functies in zicht hoeft te hebben. Meestal is het zo dat een kennissysteem een aantal van deze functies in zich heeft om in de bedoelde situatie optimaal te kunnen functioneren.

5. TOEPASSINGEN

In dit hoofdstuk wil ik ingaan op toepassingen van kennissystemen die mogelijk in de procesindustrie ingang kunnen vinden.

Het ontwikkelen van noodprocedures (tripfuncties, ESD's, logics, dump- en alarmprocedures) is een zeer complexe zaak. Vaak is het ook nog zo dat men regelmatig een fabriek aanpast. De ontwikkelde noodprocedures zijn dan vaak weer achterhaald. Het beheer van deze noodprocedures zou men kunnen overlaten aan een kennissysteem. Dan beschikt men over een centrale opslag van waaruit het beheer en de distributie kan plaatsvinden. Het systeem kan ook na aanpassing van de procedures een audit of validatie van deze procedures uitvoeren. Het systeem

kan de procedures beoordelen op reikwijdte (is er in elke noodsituatie een beschikbare procedure), op efficiëntie en op doeltreffendheid.

Het is mogelijk om kennissystemen te ontwikkelen die bedoeld zijn voor ondersteuning bij het handmatig uitvoeren van procedures (als voorbeeld weer de noodprocedures). Als het systeem met sensorwaarden wordt gevoed kan het systeem de procedure uit het boekje 'voorkoken' voor de op dat moment geldende situatie. Een kennissysteem heeft geen last van bijvoorbeeld stress of maandagochtend-ziekte, zodat men een bepaalde kwaliteit kan garanderen door bepaalde menselijke hebbelijkheden uit te schakelen. Ook is het mogelijk een bepaald oplosgedrag in het systeem toe te voegen. Het kan bijvoorbeeld zo zijn dat een bepaalde stap in een procedure op meer dan één wijze kan worden uitgevoerd. Het systeem kan een aantal alternatieven genereren met een prioriteitsvolgorde plus een uitleg waarom de ene oplossing beter zou zijn dan de andere. De gebruiker kan op grond van deze gepresenteerde kennis een beslissing nemen. Het systeem op zijn beurt kan weer ondersteuning bieden bij het uitvoeren van het gekozen alternatief.

Als een procesbesturing geautomatiseerd is, gebeurt dit meestal op basis van wiskundige modellen. Vaak is er echter bij de operators van de fabriek veel kwalitatieve kennis voorhanden: als daar de temperatuur te hoog wordt, moet ik daar de flow groter maken, en als dan de temperatuur begint te zakken kan ik de flow weer iets terugschroeven. Met een kennissysteem is het mogelijk deze vage kennis toch te gebruiken bij de procesbesturing, ondanks dat de 'theorie' achter deze regeling niet helemaal uitgezocht is.

Men kan kennissystemen ontwikkelen die bepaalde problemen kunnen oplossen. Bekende voorbeelden van kennissystemen zijn diagnose-systemen, systemen voor foutzoeken. Als ervaren rotten-in-het-vak verloren dreigen te gaan, bijvoorbeeld door pensioen, wil men nog wel eens grijpen naar de mogelijkheid van kennissystemen om de expertise voor het bedrijf te behouden. Ook is het mogelijk systemen te ontwikkelen die gebruikt kunnen worden als hulpmiddel bij het opzetten van bijvoorbeeld productieplanningen.

Intelligente opleidingssystemen kan men gebruiken om mensen wegwijs te maken in een fabriek waar ze net gestationeerd zijn en om inzicht bij te brengen over de werking van de fabriek. Grafische presentaties kunnen hier uitkomst bieden. Ook kan men dit soort systemen gebruiken om mensen een bepaald oplosgedrag bij te brengen. Op deze wijze kan men de kennis van één expert of de samengevoegde kennis van meerdere experts overdragen op een 'leerling'.

6. DAMOCLES

In dit hoofdstuk wil ik ingaan op een systeem dat ondersteuning biedt bij het beheer van technische systemen en ondersteuning biedt bij calamiteitenbestrijding ('damage control').

In opdracht van de Koninklijke Marine werkt het Fysisch en Elektronisch Laboratorium TNO aan de ontwikkeling van Damocles, een Damage Monitoring and Control Expert System. Damocles is een kunstmatig-intelligent beslissingsondersteunend systeem voor de 'damage control'-organisatie op een Standaard-fregat, dat in het bijzonder de 'damage control'-officier (D-officier) ondersteunt. Het biedt de D-officier een geïntegreerde verzameling hulpmiddelen gericht op brandbestrijding, averijbestrijding en het oplossen van stabiliteitsproblemen. De ontwikkeling en introductie van het systeem heeft tot doel bij calamiteiten beslissingen betreffende inzet van middelen, het (her-)configureren van technische systemen, alsmede de handhaving van stabiliteit sneller en beter tot stand te brengen.

6.1 Damage Control

De D-officier maakt aan boord van marineschepen deel uit van de organisatie voor nucleaire, biologische en chemische beveiliging en 'damage control' (NBCD). Het doel van deze organisatie is de operationele inzetbaarheid van het schip zoveel mogelijk te handhaven door het schip en zijn opvarenden te beveiligen tegen de gevolgen van zowel strijdmiddelen als van andere calamiteiten, zoals brand, aanvaring, aan de grond lopen en storm.

Tijdens een calamiteit heeft de D-officier zijn plaats in de technische centrale, te vergelijken met een controleruimte in een chemische fabriek, waar hij de leiding heeft over de uit te voeren tegenmaatregelen.

Zo kunnen na de inslag van een projectiel verschillende systemen schade hebben opgelopen. De D-officier moet nu in korte tijd diverse beslissingen nemen, bijvoorbeeld over het zeewater-brandblussysteem. Hoe moet dit leidingsysteem geconfigureerd worden om tegelijkertijd lekken te isoleren, kritieke systemen (sproei, hulpkoeling) onder druk te houden, instromend water af te kunnen voeren met eductoren en één of meer ploegen een brand te laten blussen? Een meer algemene vraag is: Hoe moeten de prioriteiten liggen tussen brandbestrijding, het vloeiden van compartimenten en het afvoeren van instromend water? Elk van deze problemen afzonderlijk kan betrekkelijk eenvoudig worden opgelost; echter, wanneer meerdere problemen zich gelijktijdig

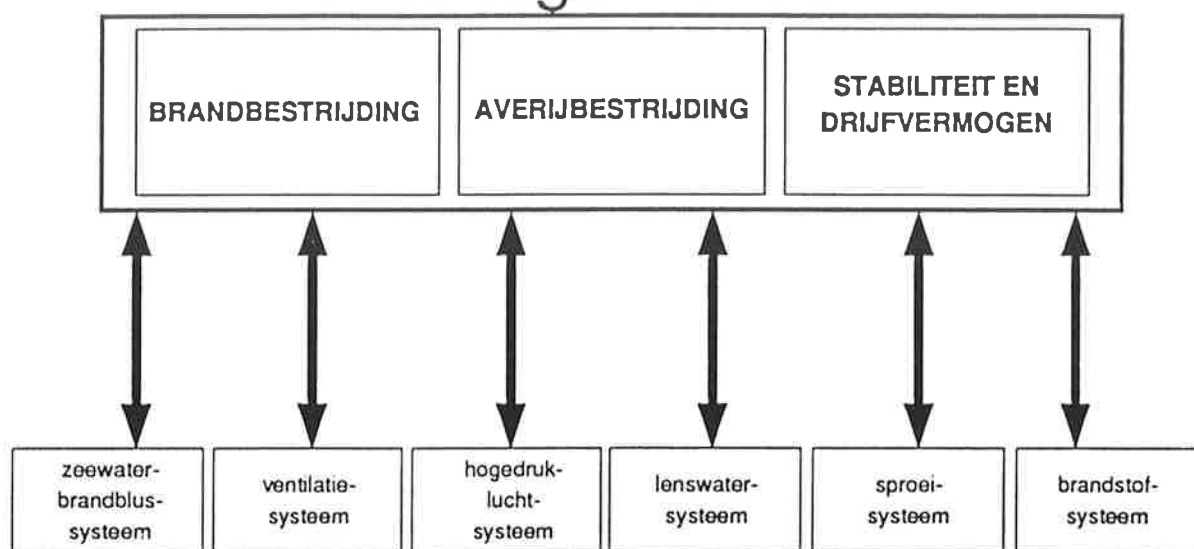
voordoen, moet de D-officier een afweging maken op welke manier mensen en middelen ingezet worden.

Bij de uitvoering van zijn taak ondervindt de D-officier verschillende problemen:

- complexiteit van technische systemen:
de systemen aan boord zijn, ondanks uitgebreide documentatie, niet overzichtelijk;
- incomplete informatie:
de communicatie aan boord van een schip verloopt vaak onder moeilijke omstandigheden (lawaai, rook, water, chaos) en is hierdoor niet altijd optimaal (juiste informatie kan verloren gaan, onjuiste of redundante informatie kan ontstaan);
- stress:
de tijddruk is groot, omdat in relatief korte tijd veel beslissingen (soms met grote gevolgen) moeten worden genomen;
- gebrek aan ervaring:
voor de goede uitoefening van zijn taak, dient de D-officier niet alleen een grote hoeveelheid basiskennis van het schip en procedures te hebben, maar zeker ook ervaringskennis.

Kortom: het vergt de nodige ervaring om in korte tijd, op basis van incomplete informatie, beslissingen te nemen over complexe systemen.

Damage Control



Architectuur van Damocles.

Bij het bouwen van het systeem zijn twee soorten eisen onderscheiden, de functionele en de operationele eisen. De functionele eisen leggen vast wat het systeem zou moeten kunnen, de operationele eisen specificeren waaraan het systeem zou moeten voldoen bij een operationele inzet. Bij de ontwikkeling van Damocles is, ten aanzien van de functionele eisen, de nadruk gelegd op:

- geven van adviezen voor brandbestrijding, averijbestrijding en het handhaven van de scheepsstabiliteit,
- simuleren van technische systemen en
- stellen van vragen aan een intelligente gegevensbank.

6.2 Damocles

Damocles is opgebouwd uit drie lagen. De onderste laag bestaat uit een representatie van de technische systemen, waarin kennis van de structuur en de werking is opgenomen. Voorbeelden van deze systemen zijn het zeewaterbrandblussysteem en het ventilatiesysteem. Op de bovenste laag bevindt zich de representatie van de kennis betreffende brandbestrijding, averijbestrijding en problemen met stabiliteit en drijfvermogen.

Op de middelste laag zijn verbanden gelegd tussen de technische systemen. Dit kan zowel heel elementair gebeuren (wanneer met een ventilator rook afgevoerd moet worden, is er spanning nodig), maar ook op een hoger niveau (beschikbaarheid van het zeewaterbrandblussysteem en het ventilatiesysteem is essentieel voor brandbestrijding).

De gebruiker heeft de beschikking over een aantal technische systemen, die elkaar onderling beïnvloeden. Met behulp van een gedetailleerde grafische 3D-representatie van de ruimtelijke structuur van het schip en 2D-weergave van leidingnetwerken, kan on-line gemanipuleerd worden om gevolgen te simuleren van bepaalde beslissingen. Momenteel worden deze beslissingen genomen met behulp van gedetailleerde layout-schema's en diagrammen, die aangeven waar leidingen lopen, hoe deze onderling verbonden zijn, etc.

In Damocles worden de eerdergenoemde technische systemen gesimuleerd en geeft het systeem concrete oplossingen voor bepaalde problemen. Dit gebeurt door middel van redeneren op basis van structurele en functionele gegevens over de systeemcomponenten. Damocles gaat echter verder dan het geautomatiseerd weergeven van de technische systemen. Het systeem biedt ondersteuning bij problemen waarvoor de ervaring van de D-officier vereist is.

Het systeem beschikt daartoe over kennis van:

- de structuur van het schip,
- de toestand waarin het schip zich bevindt,
- de te volgen procedures en
- ervaringen opgedaan door D-officieren.

De architectuur van Damocles komt overeen met die van tweede-generatie-expertsystemen. Deze kunnen niet alleen met behulp van heuristieken tot een oplossing komen, maar juist ook op fundamentele kennis terugvallen.

6.3 Gebruikte methoden en technieken

De kennis in Damocles is op drie niveaus beschreven. Op het domeinniveau zijn de basiselementen en hun onderlinge relaties weergegeven. Het inferentieniveau bevat de gevolgtrekkingen en redeneringen die op basis van het domeinniveau mogelijk zijn. Met Nijssens informatieanalysemethode (NIAM) en een uitgebreide versie hiervan (ExtendedNIAM), is de kennis op zowel het domein- als het inferentieniveau gespecificeerd, waardoor de kwaliteit van de

omvangrijke gegevens- en kennisbanken beter is gegarandeerd. Het resultaat van de beschrijving in (E)NIAM is neergelegd in een relationele gegevensstructuur. Het taakniveau, waarop processtructuren en taken zijn beschreven, is met behulp van "Knowledge Acquisition and Structuring" (KADS) vastgelegd.

6.4 Hulpmiddelen

Het Fysisch en Elektronisch Laboratorium TNO heeft ten behoeve van het Damocles-project een geïntegreerde ontwikkelomgeving samengesteld waarin Oracle (een relationeel database-management-systeem), Quintus Prolog, ProWindows (een pakket voor het maken van grafische interfaces) en het CASE-hulpmiddel ProNiam gebruikt worden. Het Damocles-systeem draait op een Sun-werkstation.

6.5 Toepassingen

Bij de ontwikkeling is speciale aandacht besteed aan het feit dat niet alleen een uitbreiding op het bestaande systeem, maar ook een compleet andere omgeving op zo eenvoudig mogelijke wijze moet worden ingepast. De overstap naar de civiele scheepvaart, bijvoorbeeld containerschepen, zal door de modulaire opbouw van Damocles geen onoverkomelijke problemen geven. Dit geldt ook voor toepassingen in de chemische procesindustrie en bij nutsbedrijven. Verdere toepassingsmogelijkheden zijn er ten behoeve van het beheer van communicatienetwerken.

6.6 Voordelen van Damocles

- Snellere en betere beslissingen bij calamiteiten.
- Modulaire opbouw vergemakkelijkt overzetting naar andere scheepstypen (M-fregat, GW-fregat).
- Optimale portabiliteit naar andere computertypen door de gebruikte hulpmiddelen (Oracle, Prolog).
- Niet alleen te gebruiken als operationeel hulpmiddel, maar ook als computerondersteund-onderwijsstelsel.

7. FEL-TNO

Het Fysisch en Elektronisch Laboratorium TNO (FEL-TNO) in Den Haag is één van de drie instituten die behoren tot de Hoofdgroep Defensie-Onderzoek van TNO (HDO-TNO). Met bijna

600 medewerkers is het Fysisch en Elektronisch Laboratorium het grootste TNO-instituut. Hoewel het onderzoek in hoofdzaak voor het Ministerie van Defensie plaatsvindt, worden ook opdrachten uitgevoerd voor andere ministeries, instellingen en bedrijven. Het werkterrein is verdeeld over vier onderzoeksdivisies en één divisie voor technische ontwikkeling. De vijf divisies zijn:

- 1 Operationele Research;
- 2 Systeemontwikkeling en Informatietechnologie;
- 3 Radar en Communicatie;
- 4 Fysica en Akoestiek;
- 5 Technische Ontwikkeling.

Divisie 2 Systeemontwikkeling en Informatietechnologie

Informatietechnologie richt zich op de vergaring, verwerking en presentatie van informatie met behulp van computers. Nieuwe methoden en hulpmiddelen, bijvoorbeeld op het gebied van expertsystemen, worden onderzocht op hun toepasbaarheid in militaire systemen. Dit gebeurt vaak door het ontwikkelen van prototypes. Informatietechnologie wordt in vele gevallen toegepast in combinatie met andere technologieën, bijv. radar en sonar.

Enkele deelgebieden zijn:

- command & control informatiesystemen,
- kunstmatige intelligentie en kennissystemen,
- trainers en simulatoren,
- beeldverwerking,
- computergrafiek,
- sensordata-verwerking en
- computerconfiguraties en systeemsoftware.

Gegevens spreker:

Ing. E.W.A. van Leeuwen

Werkzaam bij:

Fysisch en Elektronisch Laboratorium TNO (FEL-TNO),
divisie Informatietechnologie,
groep Commandovoeringssystemen.
FEL-TNO is onderdeel van TNO-Defensieonderzoek.

Voor verdere informatie:

Fysisch en Elektronisch Laboratorium TNO

Ir. J. Bruin

Divisie Informatietechnologie

Oude Waalsdorperweg 63
2597 AK 's-Gravenhage

Postbus 96864

2509 JG 's-Gravenhage

tel.: 070 - 3 26 42 21

fax.: 070 - 3 28 09 61



Koninklijk Instituut
van Ingenieurs



Nederlandse Ingenieursvereniging

Donderdag
21 februari 1991

SYLLABUS

**Studiedag
'INSTRUMENTELE
PROCES-
BEVEILIGING'**

MRBT, Meet-, Regel- en
Besturingstechnologie
van KIVI en NIRIA
NPT, Nederlandse
Procestechnologen van
KIVI, KNCV en NIRIA

Contactadres:
NIRIA-congresbureau
Postbus 84220
2508 AE Den Haag
Telefoon (070) 352 21 41
Fax (070) 352 12 21