
Expertsystemen voor de generatie van beslissingen in gevechtssimulaties

drs. P.A. B. van Schagen, FEL-TNO.

Inleiding

Het Fysisch en Elektronisch Laboratorium TNO (FEL-TNO) heeft als belangrijkste opdrachtgever de Nederlandse Krijgsmacht. De researchgroep 'Beleids- en wapensysteemstudies Land', die deel uitmaakt van de Divisie 'Operationele Research', doet onderzoek naar kwantitatieve en kwalitatieve behoeften bij de Koninklijke Landmacht (KL), nodig voor het kunnen uitvoeren van de haar opgedragen defensieve taak. Met name de planningsafdeling van de KL wordt ondersteund in haar besluitvorming.

Bij het uitvoeren van de studies dienen zowel de kwantitatieve als de kwalitatieve invloeden van bepaalde (nieuwe) wapensystemen op een gevecht in groter verband te worden onderzocht.

Gevechtssimulaties

Een van de middelen die ons bij het uitvoeren van de studies ter beschikking staat is de gevechtssimulatie. In een gevechtssimulatie worden zaken als het terrein, de (gevechts)eenheden, rivieren en mijnenvelden gerepresenteerd. Bovendien is in het model vastgelegd hoe de interacties tussen gevechtseenheden verlopen.

Voor het uitvoeren van een gevechtssimulatie wordt door de Koninklijke Landmacht een zogenaamd gevechtsscenario ontwikkeld. In een scenario staat beschreven in welk terrein het gevecht plaats vindt, welke voertuigen en in welke hoeveelheden de voertuigen van zowel de eigen als de vijandelijke partij aan het gevecht deelnemen alsmede op welke wijze er precies door de aanvaller en door de verdediger wordt opgetreden.

Een simulatie kan op twee manieren kunnen worden uitgevoerd:

1 On-line.

De militairen zijn aanwezig als het model de gevechtsresultaten levert. De militair neemt on-line zijn beslissingen en voert deze in in het simulatiemodel (WARGAME), dat dan weer een nieuwe situatie berekent.

2 Off-line.

De te nemen beslissingen gedurende het gevecht zijn van te

voren in het model gestopt. Hiertoe is het model uitgerust met een 'scenario-taal' waarmee aan de eenheden in het model (conditionele) opdrachten gegeven kunnen worden.

Beide opties hebben hun voor en nadelen.

Voordelen

Voordeel van een on-line simulatie is dat direct op onverwachte situaties kan worden gereageerd.

De off-line simulatie heeft als voordeel dat deze minder personeelintensief is dan de on-line simulatie.

Nadelen

Een on-line simulatie is zeer personeelsintensief. Aangezien het voor een onderzoek altijd noodzakelijk is om meerdere opties door te rekenen zal de militaire commandant veel tijd in het uitvoeren van de simulaties moeten stoppen. Bovendien is het noodzakelijk om herhalingen van een simulatie te maken teneinde toevalligheden in een gevecht te elimineren. Uit ervaringscijfers uit Groot-Brittannië blijkt dat een militaire delegatie van 8-10 man circa 3 maanden bezig is om zes uur gevecht (zeer nauwgezet) door te spelen. Het FEL heeft wel real-time wargames die de benodigde tijd aanzienlijk zouden verkorten, maar deze zijn niet gericht op analyse maar meer op opleiding en training.

Aangezien in een off-line simulatie de gevechtssituaties slechts impliciet zijn beschreven, gaat het er hier juist om de beslissing op het juiste tijdstip te nemen. Alle (mogelijk) te nemen beslissingen alsmede de timing van de beslissing dienen middels de reeds eerder genoemde scenario taal in het gevechtssimulatiemodel te worden ingevoerd. Het creëren van een dergelijk scenario, natuurlijk ook met behulp van militaire assistentie, vereist circa 6 maanden. Met behulp van het dan verkregen scenario kunnen dan wel alle opties worden doorgerekend.

Aangezien de on-line simulatie, met name bij het werken met verschillende opties en herhalingen, teveel tijd van de militairen zou vergen is door het FEL gekozen voor het werken met een off-line model.

Problemen

In de praktijk blijkt dat 6 maanden ontwikkeltijd voor een off-line scenario voor de opdrachtgever feitelijk te lang is. Het is namelijk wenselijk dat binnen enkele maanden gereageerd kan worden op

de vraagstelling die voorligt. Aan het onderzoek worden de laatste jaren complexere vragen gesteld, waarbij er vergelijkingen worden gevraagd tussen systemen die schijnbaar onvergelijkbaar zijn. In de militaire hiërarchie komen deze systemen pas op een hoog bevelsniveau samen. Dit brengt met zich mee dat het gevecht ook op een hoger bevelsniveau dient te worden gesimuleerd. Het oplossend vermogen van het model (peloton of enkel wapensysteem) kan daarbij echter niet worden gemist. Dit alles resulteert in een zeer grote, complexe en divergente beslisboom waarbij het onmogelijk is om alle situaties die gedurende een gevecht kunnen optreden te voorzien, hetgeen het ontwikkelen van een scenario bemoeilijkt.

Gelet op bovenstaande problemen is door het FEL besloten om, tijdens de ontwikkeling van een nieuw gevechtssimulatiemodel, na te gaan in hoeverre Expert Systemen de beslissingen op de lagere bevelsniveaus kunnen overnemen (in het model!).

Keuze van een shell

Het eerste beslispunt dat optreedt als besloten is gebruik te maken van Expert Systemen is de keuze van de shell. Het blijkt dat er vele shells zijn met allerlei verschillende specificaties en in de meest uiteenlopende prijsklassen. Iedere shell heeft bij een gegeven probleemdomain zijn eigen voor- en nadelen. Pas wanneer de regels bekend zijn is goed te bepalen welk type shell het meest geschikt is voor de applicatie. Echter, hoe verkrijg je regels als je nog geen shell hebt? Vandaar dat door ons is besloten is om een public domain shell aan te schaffen om kennis en ervaring op te bouwen met betrekking tot de te stellen eisen aan de shell. Met behulp van deze test shell is FEL-TNO gestart om de beslissingen van de twee laagste bevelsniveaus tot een Expert Systeem te implementeren.

Ontwikkeling van de regels op teamniveau

Algemeen bekend is dat voor het verkrijgen van de regels in een Expert Systeem de hulp van experts op het gebied van het te representeren kennisdomain onontbeerlijk is. Naar mijn mening is het voor de goede voortgang onontbeerlijk dat daarnaast de bouwer van de regels zich het kennisdomain eigen maakt. Voor het verkrijgen van de (in dit geval militaire) kennis was ons een speciale projectofficier vanuit de Landmacht toegewezen.

Bij de ontwikkeling van het Expert Systeem op het teamniveau is eerst een inventarisatie gemaakt van alle mogelijke beslissingen die op dit niveau genomen kunnen worden. Hierbij geldt vanzelfsprekend dat alleen naar die beslissingen is gekeken die ook invloed hebben op de gevechtssimulatie. De beslissingen van een teamcommandant resulteren in

opdrachten aan de onder bevel staande pelotons. Ook kan de teamcommandant bepaalde verzoeken (bijvoorbeeld om versterking) indienen bij de bataljonscommandant.

Als representatie voor het gevechtveld op teamniveau is het corridormodel opgezet. Een corridor is gedefinieerd als een mogelijke aanvalsroute van een vijandelijke eenheid. Pelotons (behorende tot het team) kunnen precies 1 corridor afdekken. Als de terreinomstandigheden het toelaten kunnen pelotons hun 'vuursector' verleggen naar een andere corridor. Ook is het mogelijk dat een peloton een andere opstelling inneemt, zodat een andere corridor wordt afgedekt. Het doel van beide acties is het versterken van die corridors waarin de vijand daadwerkelijk aanvalt. De teamcommandant beslist of een peloton zijn vuursector wijzigt danwel dat een andere positie wordt ingenomen. Het corridorconcept is weergegeven in de appendix.

Tenslotte geeft de planningshorizon van een teamcommandant de tijd aan dat het team zijn positie vast moet kunnen houden.

Het team expert systeem schat voor iedere corridor de tijd die de vijand nodig heeft om de voorste lijn eigen troepen (VLET) te bereiken (de RESTTIJD). Dit schat algoritme is bepaald aan de hand van de op het FEL voorhanden zijnde SOLTAU wargame. In deze schatting worden onder andere de afstand tussen vijandelijke en eigen troepen, het aanwezig zijn van hindernissen (mijnevelden of rivieren) en de gevechtskrachtverhouding meegenomen. De corridor met de laagste resttijd heet de kritische corridor. Als de resttijd in de kritische corridor kleiner is dan de planningshorizon van de commandant, dan zal het expert systeem trachten deze resttijd te verbeteren door hetzij een van zijn pelotons de vuursector te laten verleggen danwel een andere positie in te laten nemen. Als op deze wijze onvoldoende verbetering kan worden gebracht in de situatie zal bovendien een melding met betrekking tot de ongewilde situatie uitgaan naar de bataljonscommandant.

Ontwikkeling van de regels op bataljonsniveau

Als vervolg op het team expert systeem is een bataljons expert systeem ontwikkeld. Bij de opzet van dit Expert Systeem zijn de bataljonsvoorschriften bestudeerd. Echter, in deze handleidingen ontbreken kwantitatieve standaards voor het nemen van de beslissingen. Derhalve dienden de kwantitatieve relaties tussen de gevechtssituatie en de te nemen beslissingen met behulp van interviews te worden vastgesteld.

De beslissingen die werden onderzocht zijn:

- 1 Versterking van een of meer teams met een of meer pelotons van een bepaald type (bv tanks of infanterie) in de eerste strook en

2 terugtrekken van de eerste strook naar de tweede strook.

Het gevecht start in de eerste strook. De voortteams kunnen worden versterkt met pelotons uit de bataljonsreserve. De beslissing om te versterken kan op basis van twee criteria worden genomen. Het eerste criterium is dat ieder voortteam een bepaalde minimale sterkte van verschillende typen pelotons moet hebben om haar taak uit te kunnen voeren. Het tweede criterium is de gevechtskrachtverhouding tussen de vijandelijke eenheden en de eigen eenheden. Als deze verhouding voor een team boven een bepaald maximum uitstijgt dan moet het bataljon dit team versterken.

Als het bataljon onvoldoende middelen heeft om te versterken dan zal het bataljon van de situatie melding maken bij de brigade. Als de brigadecommandant geen extra middelen aan het bataljon toewijst dan zal de bataljonscommandant besluiten terug te vallen op de tweede strook. Het bataljon dient tenslotte ook het gevecht in de tweede strook te kunnen voeren. Hiervoor is een bepaalde minimale bezetting van die strook noodzakelijk. Als deze minimale bezetting, als gevolg van verliezen in de eerste strook, in gevaar dreigt te komen zal het bataljon beslissen om versterking aan te vragen bij de brigade of terug te vallen op de tweede strook.

In het zojuist beschreven model zijn een aantal parameters gebruikt (bv de benodigde sterkte bij de voortteams). Om een zo flexibel mogelijk systeem te bouwen voor verschillende doctrines zijn deze parameters buiten het expert systeem gehouden en worden, met behulp van een parameter bestand, ingelezen in het expert systeem tijdens de initialisatie fase.

Het bataljons expert systeem is getoetst in de 'praktijk'. Toetsing is, vanwege het (gelukkig) niet voorhanden zijn van praktijkgegevens niet eenvoudig. Voor de toetsing is gekozen voor het opzetten van een aantal test sessies waarin een aantal militairen probleemsituaties kreeg voorgelegd waarna een beslissing moest worden genomen. Het 'persoonlijke' karakter van de militair was met behulp van de parameters in het expert systeem gebracht. Voor dezelfde situatie werd ook aan het Expert Systeem gevraagd wat zijn beslissing zou zijn. Afgesproken was, dat een beslissing genomen door het Expert systeem als 'goed' werd betiteld als de militairen de beslissing konden accepteren. De militaire expert behoefde dus niet zelf dezelfde beslissing te hebben genomen.

Het resultaat was dat in circa 80% van de gevallen het expert systeem een acceptabel antwoord geeft.

De stap die nu gezet moet worden is de integratie van het systeem in het gevechtssimulatiemodel. In technische zin betekent dit dat het Expert Systeem moet kunnen communiceren met de simulatie. Hiervoor dient een interface tussen het Expert Systeem (KES geschreven in de programmeertaal C) en het model (geschreven in de programmeertaal ADA) ontwikkeld te worden. Momenteel is door FEL-TNO een zogenaamde KES-ADA

interface ontwikkeld die het mogelijk maakt om vanuit ADA met KES te communiceren.

Middelen

Aanvankelijk is het Expert Systeem ontwikkeld met behulp van de shell OPS5 draaiend onder Portable Standard Lisp op een MicroVAX II computer. Vanwege de moeilijke onderhoudbaarheid, het trage karakter en de beperkte interfacing met ADA is in een later stadium overgegaan naar de shell KES, eveneens draaiend op een MicroVAX II computer. Het gevechtssimulatiemodel is ontwikkeld in de programmeertaal ADA. De speciaal voor dit project ontworpen KES-ADA interface is ontwikkeld in ADA/ASSEMBLER.

Bevindingen

Expert systemen zullen het denkproces van de mens nooit kunnen vervangen. Zeker op het door ons beschouwde vlak, waar de beslissings criteria niet hard zijn, zal een Expert Systeem een militaire commandant niet kunnen vervangen. Dit is ook niet de doelstelling van het onderzoek. Waar het Expert Systeem wel kan worden gebruikt is in een simulatie, waar enerzijds het om praktische redenen niet mogelijk is om een militaire commandant steeds de beslissing te laten nemen en anderzijds het effect van een verkeerde beslissing van het expert systeem geen rampzalige gevolgen heeft.

Bij het bouwen van de regels voor het Expert Systeem is veel spin off verkregen. Er wordt veel gediscussieerd over de doctrines en de (militaire) regelvorming. Dit geeft zowel de bouwer de regels voor het Expert Systeem alsmede de probleemeigenaar (in dit geval de militair) veel extra inzichten.

De gevolgde aanpak om eerst ervaring op te doen in het verkrijgen en bouwen van de regels voor een expert systeem, om pas daarna een definitieve beslissing te nemen met betrekking tot welke shell moet worden aangeschaft is goed bevallen. Vandaar de stelling: bezint eer ge begint. Doe geen overhaaste investeringen in dure hard- en software, maar probeer eerst gevoel te krijgen of:

- een probleem domein wel geschikt is om tot expert systeem te worden omgezet en
- voor de preciese eisen die U aan een shell wilt stellen.

Appendix

