

- Conclusie: Het belangrijkste gebied om te trachten het aantal aanvaringen te doen verminderen, ligt bij de menselijke factoren. Op dat gebied is nog weinig bekend, evenmin als van de te nemen maatregelen en hun effectiviteit.

Toepassingen van het scenariomodel (Coast Guard Report CG-D-15-75), dat functioneert met behulp van een programma in FORTRAN, leverden resultaten t.a.v. analyses van de gevoeligheid - met verwachte baten en lasten die ontstaan bij wijziging van één of meer parameters van het basismodel.

Demonstratie

De gevoeligheidsanalyse van het scenariomodel kent twee toepassingsgebieden:

- 1e) De problemen van de verkeersdiensten, waarbij in bepaalde gebieden hulp nodig kan zijn van COPT's (Captains of the port) en van de 'headquarters'.
- 2e) Problemen rond de controleerbaarheid van het schip.

Scheepvaartverkeer: Hypothetisch voorbeeld waarbij de Hudson River tussen Manhattan Island en New Jersey in een opwaartse en een neerwaartse vaargeul wordt opgedeeld, met daartussen een vrijblijvende middenstrook. Het scenariomodel berekent de verminderde kans op aanvaringen ten gevolge van deze maatregel.

Daarbij wordt rekening gehouden met:

- de manoeuvreerbaarheid van de verschillende scheepstypes
- het gebruik van de vrije middenstrook door brugbewakingspersoneel dat een aanvaring ziet aankomen (preventie).

Er is nog niet gekeken naar:

- het effect van kruisend verkeer
 - het effect van het hebben van minder ruimte bij inhaalmanoeuvres
- e.a. factoren.

Een uitgewerkt voorbeeld geeft het gemodelleerd effect te zien op de aanvaringskansen bij de verschillende snelheden tijdens het afnemen van de vaarsnelheid.

Oorzaken van morsingen zijn:

- | | |
|---|-----|
| - Scheepsongevallen | 30% |
| - Natuurinvloeden op installaties die niet verbonden zijn met de vervoersector | 23% |
| - Materiaal-, constructie- of uitrustingsfouten van installaties die met de vervoersector te maken hebben | 13% |

De grootste bijdrage aan de watervervuiling ontstaat door aanvaringen, rammen en vastlopen van tankschepen en -boten. De daarop volgende belangrijke bron zijn materiaal-, constructie- of uitrustingsfouten van installaties die met de vervoersector te maken hebben.

De meeste van de gemelde morsingen hebben te maken met incidenten die relatief gering in omvang zijn. Bijna de helft betreft morsingen van minder dan 20 gallon. Bijna 95% betreffen morsingen van minder dan 1.000 gallons. Zeer kleine morsingen vallen niet onder de jurisdictie van de Coast Guard. Maar de ecologische effecten van cumulerende kleinere morsingen kunnen een significante betekenis krijgen, zodat het onderhavige rapport concludeert dat hier een groot manco in de bevoegdheden van de Coast Guard werd aangetroffen.

SCENARIOMODEL

Het scenariomodel is een dynamische computersimulatie van de aanvaring van twee schepen.

De methodologie is gebaseerd op het concept 'aanvaringsgebied'. Een schip bevindt zich in een 'aanvaringsgebied' als het verkeert in een potentiële aanvaringssituatie, zonder dat er voldoende mogelijkheden zijn tot vrij manoeuvreren om die aanvaring te voorkomen.

De afmetingen van het aanvaringsgebied worden bepaald door een aantal parameters, waaronder de afmetingen van beide schepen, hun snelheden ten opzichte van elkaar en hun koers, hun mogelijkheid om te reageren op de situatie vertaald in manoeuvre-karakteristieken en de tijdsduur die nodig is om de vermijdende handelingen te gaan verrichten (menselijke en mechanische factoren).

Het model is naderhand geschikt gemaakt voor de volgende scenario's: ontmoeting, inhalen, lange kruisende wegen, plotseling verschijnen. (Geen bochten).

Aanvaring-vermijdende manoeuvres omvatten: versnellen, vertragen, keren. Combinaties daarvan zijn mogelijk, evenals veranderingen in de snelheden.

Hieronder wordt het oorspronkelijke model vergeleken met de latere ontwikkeling:

OORSPRONKELIJK MODEL

- o Kleine hoek benaderingen voor het berekenen van de positie van het schip.
- o Schepen volgen een cirkelvormige beweging bij het keren.
- o Schepen bewaren een constante snelheid bij het keren.
- o Schepen worden wiskundig als punt beschouwd.
- o Combinatie van waarneming en mechanische vertraging voor antwoordparameter (ALPHA)

NIEUW MODEL

- o Exacte berekeningen.
- o Er werd een meer precieze spiraalbeweging bepaald.
- o 'Trekende' effecten van het laten afnemen van de snelheid.
- o Schepen hebben lengte, breedte, draaipunt. Er wordt rekening gehouden met hellen bij keren.
- o Scheiding van antwoordtijden
 - menselijke perceptie (α_1)
 - systeem van het schip (α_2)

Voor het Coast Guard personeel werd een FORTRAN-programma ontwikkeld. De uitkomsten van het model worden gepresenteerd als gevoeligheidsanalyses 'sensitivity analyses', die de verwachte baten en lasten weergeven die ontstaan bij gewijzigde parameters.

Demonstratie

De gevoeligheidsanalyses, die door het scenariomodel worden geleverd hebben twee belangrijke toepassingsgebieden.

De eerste geldt het probleem van de diensten voor het scheepvaartverkeer, wanneer er hulp nodig is, in bepaalde gebieden, bij Captains of the Port (COTP) en bij autoriteiten die te maken hebben met de regelgeving en het hoofdbureau.

De tweede betreft de problemen van het controleren van de schepen en is vooral van belang voor de hoofdbureaus.

Scheepvaartverkeer

Om de manier te illustreren waarin het scenariomodel toegepast kan worden bij problemen van het scheepvaartverkeer, wordt een hypothetische situatie geschetst en het gebruik van het model uitgelegd. De resultaten die kunnen worden verwacht worden gegeven.

Voorbeeld: De belangrijkste vaargeul van de Hudson rivier tussen Manhattan Island en New Jersey is ongeveer één mijl (6.000 voet) breed. Er wordt voorgesteld om deze vaargeul in twee vaargeulen te verdelen, één voor het verkeer naar het noorden en de andere voor het zuiden. Deze twee vaargeulen moeten worden gescheiden door middel van een middenstrook van 1.000 voet breed. Deze scheiding wordt verkregen door het plaatsen van twee boeien-lijnen, die de grenzen van de middenstrook markeren. Er wordt verondersteld dat het gewone verkeer, gemiddeld, de neiging heeft om in de buurt van het midden van de oost- en westzijden van de vaargeul te varen (i.c. 1.500 voet van zowel de oost als de west boeien-lijnen) en dat, na de toevoeging van de twee extra nieuwe boeien-lijnen, het verkeer ertoe neigt om weg te blijven van de centra van zowel de noordelijke als de zuidelijke vaargeulen. Als deze veronderstellingen juist zijn, hebben we de gemiddelde verkeersscheiding in de rivier vermeerderd van 3.000 voet tot 3.500 voet. Hoe groot is de kans dat de veranderde situatie de kans op aanvaringen in dit deel van de haven van New York vermindert?

Door de manoeuvreerbaarheid te schatten van verschillende soorten schepen, die ons voornamelijk interesseren (bijvoorbeeld van de boven- en ondergrenzen van de stralen van bewegingen bij keren, vooruitgaan e.d.), kunnen we het scenariomodel gebruiken om boven- en ondergrenzen te bepalen van de afname van de kans op aanvaringen. Dit is natuurlijk geen compleet antwoord. Het scheidingsgebied kan ook hulp bieden aan brugpersoneel om vroegtijdig een dreigende aanvaring waar te nemen (bijvoorbeeld als een schip in het middengebied komt). Dit effect kan eveneens uitgetest worden door het scenariomodel. Hier werden niet de gevallen in beschouwing genomen waarbij er kruisend of inhalend verkeer is (kan ook worden getest), of dat er andere factoren zijn.

Controleren van schepen

Om het gebruik van het scenariomodel te illustreren ten aanzien van een probleem dat samenhangt met het controleren van een schip, wordt een grafiek gebruikt, dat de kans aangeeft op verandering in de kans op aanvaringen.

Stel dat, bij het ontwerpen van een nieuwe LNG tanker, de Coast Guard na wil gaan wat de verandering is in de kans op aanvaringen door het vermogen om de snelheid te verminderen te veranderen. Wanneer de grafiek de juiste karakteristieken van het ontwerp aangeeft, kunnen we zien dat het huidige vermogen om de snelheid te verminderen $0,05 \text{ voet/sec}^2$ bedraagt. Hierbij is buiten beschouwing gelaten hoe verandering kan plaatsvinden. Maar als we het vermogen tot snelheidsvermindering kunnen vergroten tot $0,08 \text{ voet/sec}^2$, dan kunnen we de waarschijnlijkheid op aanvaringen verminderen van 30% tot 40%, zonder dat de koers verandert. Als we het strandingsgevaar kunnen aanvaarden doordat de vaargeul verlaten wordt door een ruk aan stuurboord, kunnen we deze afname vergroten tot 50%. Als we er zeker van zijn dat het andere schip niet te beïnvloeden is en geen kans heeft om zijn koers te wijzigen, zodat die de LNG-tanker kruist, kunnen we naar bakboord sturen en de kans op aanvaring verder verminderen tot tussen de 60% en 70%. In het voorbeeld van de grafiek, werd geen rekening gehouden met verandering in draai-kenmerken of andere parameters die ontstaan als gevolg van het veranderde vermogen tot het verlagen van de snelheid. Bij een studie over een reële situatie moeten deze effecten in ogenschouw worden genomen.

WHITE, W.D.

Spill risk analysis program. Methodology development and demonstration. Volume II. Final report. / W.D. White, L.A. Stoehr.
- Washington D.C.: Department of Transportation, 1977

Elke gebeurtenis waarbij morsingen plaatsvinden wordt nog niet direct opgenomen in de statistieken. Het is bekend dat, ondanks de meldingsplicht, lang niet elke morsing wordt geregistreerd.

Op basis van gegevens die geregistreerd werden bij de Pollution Incident Reporting System (PIRS) werd geconstateerd:

- * 29% van de ongevallen waarbij morsingen plaatsvinden, hebben te maken met scheepsongevallen (d.i. 15% van het volume);
- * 18% van de ongevallen heeft te maken met overslag (d.i. 14% van het volume);
- * De resterende 53% komt van andere installaties (aan en voor de kust) (voor 71% van het volume).

Op basis van statistieken over morsingen, werd nagegaan of de aandacht van de Coast Guard voor de kleinere morsingen, om redenen van kosten-effectiviteit, niet beter gevestigd kon worden op preventie van grotere morsingen (vanaf 1000 vaten) in plaats van op de kleinere (gemiddeld 200 vaten). Deze grotere morsingen zijn ook in hun totaliteit verantwoordelijk voor de grootste verontreiniging, vergeleken met de totale verontreiniging door de kleinere morsingen.

Als tankers de belangrijkste bronnen voor morsingen zijn, waar moet men dan het meest op letten?

Een niet goed sluitende klep, bijvoorbeeld, kan niet verantwoordelijk zijn voor een grote morsing. Daarentegen zijn maatregelen die het kapseizen van een schip zouden kunnen voorkomen veel doeltreffender.

In verband met de gestelde vraag werd een rangschikking gemaakt van de maatregelen die het meeste effect zouden kunnen sorteren. Deze betreffen volgens de rangschikking (nr.: 1 meeste effect, lager nr: minder effect):

- 1 Kapseizen van tanker (zeetanker, binnenvaarttanker)
- 2 Brand, explosie of andere ramp van een tanker (id.)
- 3 Aanvaring van een tanker (id.)
- 4 Stranden van een tanker (id.)
- 5 Aanvaring van een ander vaartuig
- 6 Scheepvaartvoorziening aan land - schade aan de tank
- 7 Tanker (zeetanker of binnenvaarttanker) - opzettelijke lozing
- 8 Scheepvaartvoorziening aan - andere materiaal, uitrusting- of constructiefout
- 9 Pijpleiding op het land - schade aan de pijpleider, of de leiding
- 10 Ander vaartuig - brand, explosie of andere ramp
- 11 Tanker (zee/binnenvaart) - ander materiaal, uitrusting of constructiefout
- 12 Scheepvaartvoorziening aan land - schade aan leiding, pijpen e.d.
- 13 Scheepvaartvoorziening aan land - directe menselijke fout

- 14 Voertuig - directe menselijke fout
- 15 Tanker (zee/binnenvaart) - directe menselijke fout
- 16 Tanker (zee/binnenvaart) - schade aan de pijpleider, slang e.d.
- 17 Tanker (zee/binnenvaart) - schade aan de tank
- 18 Ander vaartuig - directe menselijke fout
- 19 Offshore pijpleiding - schade aan de pijpleider, de leiding, e.d.
- 20 Tanker (zee/binnenvaart) - defecte pomp of klep
- 21 Ander vaartuig - ander materiaal-, uitrusting- of constructiefout
- 22 Ander voertuig - opzettelijke lozing

Als de bestrijding van elk punt evenveel zou kosten, dan zou men maatregelen kunnen nemen volgens bovenstaande prioriteiten. Maar dat is duidelijk niet het geval. Daarom beveelt het rapport aan om een diepgaande studie van de kosten en methoden te maken.

Omdat het aandeel in de verontreiniging van de ongevallen van schepen zo groot is, werd nagegaan welke oorzaken en welke scheepstypen daar verantwoordelijk voor zijn.

Hieronder volgen tabellen voor de verontreiniging naar scheepstypen (S) en soorten ongevallen.

1 = Zeetankers; 2 = Binnenvaarttankers; 3 = Bulk zeeschepen; 4 = Bulk binnenvaartschepen; 5 = Duw/trekboten; 6 = andere vaartuigen.

3
A SCHEEPSONGEVALLEN: AANDEEL(%) IN DE VERONTREINIGINGEN 1971-1973

	Aanvaring 1/	Stranding	Kapseizen	Brand/ explosie	Zinken/ vergaan	Andere ongevallen	
1	24,8	9,3	... ^{2/}	...	...	...	34,1
2	16,3	8,2	15,5	...	12,9	...	53,0
3	...	...	...	...	...	...	...
4	...	...	...	3,0	...	0,5	3,6
5	4,1	...	...	...	...	...	4,2
6	<u>2,7</u>	<u>...</u>	<u>...</u>	<u>...</u>	<u>2,0</u>	<u>...</u>	<u>5,1</u>
T	17,8	17,9	15,6	3,1	15,2	0,5	100,0 ³

^{1/} betreft de aanvaringen met vaste objecten en met varende schepen

^{2/} geeft minder dan ½ % aan

^{3/} 100 % = 13.067.000 gemorste vaten bij scheepsongevallen die door de PIRS werden geregistreerd

B SCHEEPSONGEVALLEN: AANTALLEN MORSINGEN VOOR 1971-1973 (%)

	Aanvaring 1/	Stranding	Kapseizen	Brand/ explosie	Zinken/ vergaan	Andere ongevallen	Totaal
1	4,0	7,5	... ^{2/}	0,5	0,5	1,1	13,4
2	16,3	8,2	15,5	...	12,9	...	53,0
3	...	...	...	...	...	...	...
4	...	...	...	3,0	...	0,5	3,6
5	4,1	...	...	...	...	...	4,2
6	<u>2,7</u>	<u>...</u>	<u>...</u>	<u>...</u>	<u>2,0</u>	<u>...</u>	<u>5,1</u>
T	17,8	17,9	15,6	3,1	15,2	0,5	100,0 ³

^{1/} betreft de aanvaringen met vaste objecten en met varende schepen

^{2/} geeft minder dan ½ % aan

^{3/} 100 % = 655 door de PIRS geregistreerde scheepsongevallen

C SCHEEPSONGEVALLEN: GEMIDDELDE VERMORSTE HOEVEELHEID PER ONGEVAL
(per 1000 vaten)

	Aanvaring 1/	Stranding	Kapseizen	Brand/ explosie	Zinken/ vergaan	Andere ongevallen	Totaal
1	179,7	48,6	onbek.**	0,1	0,1	0,3	80,9
2	24,4	23,9	506,3	0,1	168,8	0,5	43,8
3	0,6	0,7	onbek.	0,1	3,0	0,1	0,5
4	4,0	onbek.	0,3	199,0	5,6	60,0	59,2
5	105,7	1,5	onbek.	0,1	0,4	0,1	12,5
6	<u>13,6</u>	<u>2,0</u>	<u>1,0</u>	<u>0,7</u>	<u>2,7</u>	<u>0,1</u>	<u>4,2</u>
G	44,3	24,1	145,2	17,6	13,8	2,9	29,6

G = Totaalgemiddelde voor alle oorzaken

** onbek.: er werd geen ongeval gemeld

MORSINGEN DOOR BEDRIJVEN

De methodologieën, die ontwikkeld werden voor de analyse van morsingen door scheepsongevallen, zijn een scenario-model en een quasi-experimenteel model.

Het scenario-model - een dynamische simulatie van aanvaringen - is niet direct toever te dragen op het terrein van de vaste scheepvaartvoorzieningen. Dat wil niet zeggen dat er niet een vergelijkbaar model ontwikkeld kan worden om de ongevallen bij de bedrijven te simuleren. Maar door de verscheidenheid aan materiaal dat defect kan raken, is het realiseren van een simulatie van eenzelfde kwaliteit als het scenariomodel voor de schepen, twijfelachtig.

Met het overdragen van het quasi-experimentele model (QEM) ligt de zaak anders. QEM biedt een semi-quantitatieve methode om waardeoordelen buiten de rapportage te houden. De methode, die verder bouwt op het werk van Campbell en Stanley, wordt beschreven in een ander rapport (ORI report CG-D-15-75).

De Coast Guard onderzoekt enkele toepassingsmogelijkheden. Een probleem daarbij is, dat de registratie van ongevallen bij bedrijven niet op dezelfde manier gebeurt als bij de scheepsongevallen. QEM kan worden toegepast op ongevallen bij bedrijven door sequentie diagrammen die lijken op die van de aanvaringen, die eerder werden ontwikkeld. Ook de analyse (Safety Analysis Logic Tree, SALT) kan op dezelfde manier als voor de schepen worden verricht. Tenslotte kan eveneens een standaard ongevallenanalyse (Casualty Analysis Gauge, CAG) worden ontwikkeld.

HUFFNER, J.R.

Pilotage in confined waterways of the United States : a preliminary study of pilot decision making / J.R. Huffner. Interim report. - Washington, D.C.: Department of Transportation, 1975

De belangrijkste doelstelling van deze voorlopige studie naar de handelingen van de loodsen aan boord van V.S. schepen, die Amerikaanse havens binnenvaren, was de haalbaarheid na te gaan van het verkrijgen van gegevens die kunnen bijdragen tot het bepalen van de herkomst van informatie van loodsen, het bestuderen van de manier waarop deze informatie wordt verwerkt, en het bepalen hoe deze informatie en de verwerking ervan samenhangt met de aanwijzingen van de loods.

Dertien tochten (meer dan 85 uur op de brug), werden gemaakt in vijf verschillende havens en waterwegen om de gegevens te verzamelen. Daarbij waren twaalf loodsen betrokken, waarvan er tien ruime ervaring hadden. Eén had een beperkte bevoegdheid en een ander was stagiaire.

De gegevens werden op twee manieren verzameld. De eerste hield een niet-gestructureerde enquête van de loods in, terwijl hij het schip loodste. Bij de tweede methode werd de loods verzocht om tijdens het loodsen hardop te denken. Audio- en video-opnames werden opgenomen tijdens het varen. Hiërbij werd gedetailleerde informatie over het werken van loodsen en de problemen waarmee zij te maken hebben, verkregen.

Opmerkelijk is de gedetailleerde en uitgebreide kennis van de loodsen van de omgeving, die in het geheugen van getrainde loodsen is opgeslagen. Hierdoor kan de volle aandacht van de loods gericht zijn op de primaire taak met betrekking tot de veiligheid. Ondersteunende handelingen, die door minder ervaren loodsen nodig zouden zijn geweest, zoals het raadplegen van kaarten e.d., worden daardoor tot een minimum teruggebracht en de loods wordt niet afgeleid van zijn primaire taak om het schip te loodsen. Ervaren loodsen reageren niet alleen op een visueel signaal, maar ook op elke actuele verandering in het beeld van de bekende omgeving.

Conclusies

Voor veel nuttige informatie ging een ervaren loods af op lange termijn geheugen (LTG). Zijn kennis van het gebied is waarschijnlijk te vergelijken met de nauwkeurigheid en de details van een navigatiekaart.

Ook op ander gebied wordt van lange termijn herinnering gebruik gemaakt: o.m. wat betreft de scheepsbewegingen, getijden, stroming, manoeuvre-procedures.

Wat betreft de scheepsbewegingen, bleek dat loodsen zich min of meer op dezelfde manier voorbereiden als luchtvaartpiloten vóór de vlucht.

Vóórdat hij aan boord komt, raadpleegt de loods een verscheidenheid aan informatiebronnen, om het verkeer, de getijden, stroming, en weersomstandigheden, waar hij mee te maken zal krijgen.

Met deze informatie is hij vaak in staat om een problematische situatie te anticiperen en juist in te schatten.

Zo kon een loods zelfs bij slecht zicht een bepaald schip onderkennen, dat drie mijl verwijderd was.

Door de getijdentabellen kan hij op deze manier ook gemakkelijker de getijden en stromingen herkennen. De basisinformatie (tabellen) is een ondersteuning bij observatie en interpretatie van de werkelijke omstandigheden.

-o-o-o-o-o-o-

Op basis van verschillende waarnemingen van loodsen tijdens het onderzoek, kan geconcludeerd worden dat het belangrijkste informatiemiddel van een ervaren loods opgeslagen ligt in het lange termijn geheugen.

Door deze uitgebreide informatie is hij in staat zijn volle aandacht te schenken aan de taak om het schip te loodsen. Een minder ervaren man moet waarschijnlijk meer aandacht schenken aan het raadplegen van kaarten e.d., zodat er meer geïnvesteerd wordt aan de ondersteunende functies dan aan de primaire taak.

De ervaren loods heeft bovendien het voordeel dat hij in staat is om bepaalde situaties te anticiperen vóórdat ze kritiek worden. Om met verschillende loodsen te spreken: "Anticiperen is de sleutel tot succesvol loodsen".

Externe informatie van de omgeving en de brug komt via zintuiglijke perceptie. Maar ook hier is het vooral de 'opgeslagen' informatie uit het lange termijn geheugen dat aan de zintuiglijke informatie betekenis en zinvolheid geeft.

Blijkbaar tast de loods bij herhaling de informatiebronnen af (scannen). Hoewel gegevens van dit voorlopig onderzoek te gering zijn om hier zekerheid over te hebben, lijkt het er sterk op dat de aandacht van de loods van de ene informatiecategorie overgaat naar de andere (bijvoorbeeld van objecten in de vaargeul, de stroming, weersomstandigheden, objecten buiten de vaargeul, de positie van het schip enz.), zodat hij zijn gegevens bijstelt en 'up-to-date' houdt. Daarna begint het scannen opnieuw.

De tijdsduur, die gebruikt wordt om de informatie van een bepaalde categorie vast te leggen, hangt af van het belang dat op dat moment aan die bepaalde informatie wordt gehecht.

De studie geeft een aantal protocollen over hoe de loods te werk ging, maar beoogde geen analyse te geven van de waarnemingen. "It is our belief that their value (van de protocollen) lies mainly in the insights they can provide the reader on a variety of piloting practices and procedures as these are employed in the four ports included in the study".

SIMULATORS

CASHIN, M.R.
 MARSIM 78 - first international conference on marine safety /
 M.R. Cashin
 In: The naval architect. - Nr. 6 (1978) ; p. 210-211

De eerste internationale conferentie over simulatie in de zeevaart werd geopend door H.H. Bell, waarbij hij een aantal vragen stelde, die in de nabeschuwing als positief werden beantwoord door de conferentie, het kostenaspect buiten beschouwing gelaten.

Deze vragen betroffen onder andere het verbeteren van het functioneren van zeelieden, training, research, afnemen van examens.

Een simulator is een elektronisch apparaat dat een realistisch beeld geeft van de omgeving, waarin zeelieden hun beroep uit moeten oefenen. Het kan worden toegepast voor technische, bouw-technische en navigatiefuncties. Men spreekt dan ook van brugsimulators.

Brugsimulators kent men onder twee categorieën: voor 's nachts en voor bij daglicht. Beide types bestaan uit een brugmodel voorzien van alle normale navigatie-instrumenten en -uitrustingen. Deze instrumenten (inclusief de radarinstallatie in sommige gevallen) worden computer-gestuurd en geven realistisch de situatie van een schip op zee weer. Verfijningen kunnen het geluid van de machinekamer, radio-communicatie, enz. omvatten, en in sommige gevallen wordt er een tweede brug gesimuleerd voor gelijktijdige training.

Nacht brugsimulators kunnen werken met behulp van een TV projectiesysteem, een serie televisieschermen of een set computergestuurde projectoren voor lichtpunten en afzonderlijke projectoren voor de achtergrond van het schip.

Dag simulators en dag/nacht simulators zijn kostbaarder, door de eis om de omgeving bij daglicht realistisch weer te geven. Voor zicht over een kleine hoek zijn televisieschermen voldoende, maar voor brede hoeken, zeg tot 315, is er een aantal interface projecties nodig.

In de loop van de conferentie werd duidelijk dat de sleutel voor **kosten-effectief** gebruik van simulators is om deze uitsluitend te ontwerpen voor de bestemde taken.

Om na te gaan aan welke eigenschappen ze moeten voldoen, wordt sterk geadviseerd om de voor- en nadelen van elk systeem, zoals beschreven in de conferentie-papers, te bestuderen.

Dit wat betreft de hardware.

Wat betreft de input blijkt dat iedereen enthousiast was, behalve wat betreft de kosten.

Toepassing van simulators leek mogelijk voor:

- (1) Training in:
 - (a) Vermijden van aanvaringen: ze zijn uitstekend geschikt, vooropgesteld dat er voldoende objecten zijn (een nacht simulator is waarschijnlijk voldoende voor de meeste doeleinden)
 - (b) Navigatie langs de kust (inclusief het trainen van het brugpersoneel): zeer goed, maar de beperkte tijd dat het gemiddelde team waarschijnlijk beschikbaar zal hebben is een ernstig beperkende factor. Ideaal is nacht/daglicht maar beide typen zijn bruikbaar.
 - (c) Manoeuvres - nog weinig in gebruik (anno 1978).

Research in het ontwerpen van rompen vereist zowel modellen als testen op ware grootte, maar simulators kunnen grote mogelijkheden bieden bij het ontwerpen van zowel bruggen als uitrusting, inclusief ergonomische beginselen en een beperkte toepassing wat betreft het naderen van de haven en de kustverlichting.

Aan mogelijkheden voor de opleiding (examens) werd nog weinig aandacht geschonken, maar het is een mogelijkheid. Daarbij wordt ook vooral aan ontwikkelingslanden gedacht.

Proceedings of the first international conference on marine simulation : MARSIM '78. - [Rotterdam : MARIN, 1979]

JONES, K.D.

Construction and reduction of scenarios / K.D. Jones

Paper presented at the first International Conference on marine simulation, MARSIM '78. - P.39-44

Scenario's voor onderwijs, onderzoek, enz., worden ontworpen om inzicht te krijgen in een probleemgebied. Daar zijn meestal meerdere scenario's voor nodig, waarbij er op essentiële punten wijzigingen worden aangebracht om verschillende moeilijkheidsgraden te krijgen. Dit klinkt weliswaar heel eenvoudig, maar is in de praktijk niet zo simpel, al is het alleen al omdat mensen op verschillende wijzen reageren in dezelfde situatie.

In eerste instantie wordt vaak aangenomen dat de moeilijkheidsgraad veranderd kan worden door wijziging van het aantal schepen die bij een bepaalde situatie zijn betrokken, of door de snelheid van het eigen schip e.d. te veranderen. Inderdaad kunnen dergelijke factoren van belang zijn, maar de praktijk heeft aangetoond dat er andere zijn die soms een groter gewicht in de schaal leggen. Het toekennen van een gewicht aan elk bijdragend element vormt het uiteindelijke probleem.

Het is, bijvoorbeeld, opmerkelijk dat de meest ernstige situatie waarbij een aanvaring dreigt, zelden 'moeilijk' wordt genoemd, als men een zeeman naar zijn subjectieve mening over dat gevaar vraagt. Dat heeft mogelijk te maken met het feit dat de beslissingsfase, waarin men zich afvraagt of men al dan niet zal ingrijpen, wegvalt. Het is duidelijk dat het in een dergelijk geval noodzakelijk is om te manoeuvreren. De enige vraag die overblijft is: hoe?

Bij het ontwerpen van een scenario is het dus van belang om factoren in te bouwen, die bepalen of men al dan niet zal ingrijpen.

Geometrische voorwaarden

- 1) Men is meer onzeker bij het passeren van twee schepen aan de rood-licht kant, dan aan de groen-licht kant.
- 2) Een ontmoeting bij grotere snelheid ervaart men als gevaarlijker.
- 3) Men ervaart kruisen van schepen als gevaarlijker dan het ingehaald worden.
- 4) Het naderen van een schip aan bakboordzijde is moeilijker dan aan stuurboordzijde; bedreigingen achter het breedste gedeelte van het schip worden gevaarlijker geacht als die vóór het schip.

Deze subjectieve (on)veiligheid is alleen van belang op korte afstand. Voorbij een bepaalde afstand (ca. 2 mijl) lijkt men bij al deze situaties de neiging te krijgen om te gaan manoeuvreren. Deze afstand staat niet vast en er is geen vaste grens aan te geven tussen een veilige en een onveilige afstand. Dat verschilt van individu tot individu.

Aanwezige sensors

Desalniettemin is het in het licht van deze context dat de betekenis van de sensorbetrouwbaarheid moet worden gezien. Wanneer het inschatten van gevaar niet meer met het menselijk oog gebeurt, maar door middel van radar, dan is het waarnemingsvermogen van de sensor niet alleen veel grover, maar vereist ook extrapolatie van de gegevens, die in discrete tijdsintervallen geregistreerd worden. Vaak lijken objecten op veilige afstand een bedreiging te vormen, waardoor onnodige manoeuvres worden opgeroepen. Omgekeerd zijn er ook situaties die als veilig worden ingeschat, en waarbij op korte afstand ineens op het laatste moet worden ingegrepen.

Wettelijke en economische beperkingen

Uit ervaring blijkt dat de belangrijkste variabele die de moeilijkheidsgraad van een situatie bepaalt, gevormd wordt door de reglementaire eisen waaraan de betrokken schepen moeten voldoen en de ervaring van de persoon die ze toepast.

Het aantal beslissingen bij het kruisen van een schip dat uit moet wijken, als de ruimte niet onbeperkt is, is groot. De eerste hangt samen met het inschatten wanneer het voorrang verlenende schip zal gaan uitwijken. De volgende heeft te maken met de vraag of men zelf al dan niet zal gaan uitwijken, als het andere schip blijft doorvaren. Tenslotte, als een uitwijkmanoeuvre niet tot het gewenste resultaat leidt, moet er besloten worden welke manoeuvre op het laatste moment verricht zal worden. Geen van deze beslissingen valt gemakkelijk te nemen. Daarbij komt nog, dat het uitwijkende schip ervan mag uitgaan dat het op koers blijvende schip geen andere manoeuvres zal gaan verrichten.

Congestie en economische beperkingen (?)

Als de ruimte om te manoeuvreren afneemt, neemt ook de vrijheid van handelen af, ongeacht of dit door een toenemend verkeer komt of door geografische implicaties.

Bij intensief verkeer ontstaat er een probleem door het feit dat de reglementen slechts duidelijk zijn voor gevallen die te maken hebben met een paar schepen. Hoewel er een ontsnappingsclausule is (regel 2) waarin staat dat een koershoudend schip een uitwijkend schip kan worden, als andere eisen of reglementen tot tegenstrijdigheden leiden.

In veel gevallen gaat het niet om een momentopname, maar om de richting waarin een bepaalde situatie zich in afzienbare tijd zal gaan ontwikkelen.

Bij het opstellen van scenario's, die naar moeilijkheidsgraad moeten worden ingedeeld, moet men met het bovenstaande rekening houden.

Bovendien is het van belang om gemeenschappelijke regels voor vergelijkbare scenario's op te stellen.

Eén van die regels zou moeten zijn dat er altijd een ontsnappingsmogelijkheid aanwezig is, onder de gepresenteerde gegevens, die een intelligent persoon zou kunnen hanteren. (Het is niet moeilijk om met een geavanceerde simulator steeds meer objecten op te voeren om ontsnappingsmogelijkheden te blokkeren, totdat uiteindelijk de enige handeling die nog mogelijk is voor het eigen schip, is om de buitenboordkranen open te draaien...)

De afstand tot bedreigende schepen moet voldoende groot zijn om de nodige tijd te bieden voor het bepalen van de richting waarin de situatie zich zal gaan ontwikkelen, zonder dat men tot ondoordachte handelingen gedwongen wordt.

Daarom is het nodig om het verschil aan te geven tussen een simulator van het eigen schip en simulators met meerdere eigen schepen. De laatste zijn ingewikkelder. In bepaalde gevallen kan de hele doelstelling van een oefening de mist ingaan, als er een verkeerde of irrationele handeling van één van de betrokken schepen plaatsvindt.

In alle gevallen is het zelden mogelijk om een zinvolle voorspelling te doen over de manier waarop een scenario zich zal gaan ontwikkelen nadat de eerste stap is gezet.

Enkele 'eigen schip'-simulators zijn in dit verband gemakkelijk te hanteren, aangezien de objecten gerobotiseerd worden. In onderwijssituaties kunnen ze opzettelijk door de docent worden gehanteerd om gewenste ontwikkelingen te doen ontstaan.

Dat geldt niet voor onderzoeksdoeleinden. Hier heeft men te maken met het probleem dat men in het scenario-ontwerp met name de ontmoetingen van meerdere schepen moet inbouwen, aangezien elke handeling (stilstaan of manoeuvreren) voor elk object apart moet worden geprogrammeerd. de gekozen handeling moet zo realistisch mogelijk worden weergegeven, welke deze ook mag zijn.

Onderwijs en het scenario-ontwerp - meetproblemen

Als er geen maat te vinden is waarin de moeilijkheidsgraad van een bepaalde situatie kan worden uitgedrukt, dan is er ook geen maat om aan te geven hoe goed een gevonden oplossing is.

De binaire mogelijkheid om óf een misser óf een treffer te registreren, is vrij grof om de kwaliteit van een prestatie weer te geven.

Bij afwezigheid van een aanvaarde maat, is het gebruikelijk om de afstand van de dichtstbij komende nadering en de tijd van deze nadering als veiligheidscriteria te hanteren. Gemiddelden of standaarddeviaties die op een dergelijke manier worden verkregen, hebben weliswaar enig nut als indicators van trends, maar er moet een vraagteken geplaatst worden bij de vraag of een gemiddelde waarde van 1,1 mijl in het ene scenario 'veiliger' is dan 0,9 mijl bij een ander. Bij nadere bestudering van de parameters zou zelfs gevonden kunnen worden dat de 0,9 mijl-situatie een veel veiliger prestatie was! Zelfs als hetzelfde scenario door verschillende

mensen wordt gebruikt, kan de gemiddelde dichtstbij zijnde benadering veel minder significant zijn dan de resultaten in de spreiding.

Een alternatieve benadering om het succes te meten van het gedrag in een bepaalde situatie, in het geval van gerobotiseerde schepen, is door het bepalen van het maximum van de efficiency-kromme. Deze benadering eist dat de snelheid langs het traject voor standaard tijdsintervallen wordt berekend.

Een nog andere methode wordt nog ontwikkeld, waarbij het gedrag van het schip wordt geanalyseerd in relatie tot veranderingen in de (geometrische) kans op aanvaringen.

SCHUFFEL, H.

An evaluation of bridge-layout by means of dynamic simulation /
H. Schuffel and A. Lazet

Paper presented at the first International Conference on marine
simulation, MARSIM '78. - Proceedigs: P.161-177. - Discussions ;
P. 69- 71

Onderzocht werd of de inrichting van een scheepsbrug en de daarin
horende instrumenten, invloed heeft op het navigatiegedrag van
gezagsvoerders en stuurlieden.

Bij een eerder onderzoek werden namelijk vier inrichtingen, die
onderling niet veel verschilden, ter beoordeling gegeven aan een
aantal gezagsvoerders en stuurlieden. Er bleken toen grote
verschillen in de voorkeuren die men had ten aanzien van de
ruimtelijke indeling van de brug en de plaatsen van consoles en
instrumenten daarin.

Persoonlijke voorkeuren voor een bepaalde inrichting en werk-
omstandigheden wezen in dezelfde richting. In sommige gevallen
bleken er geen significante voorkeuren, door een grote
verscheidenheid in de onderlinge opvattingen. De resultaten van
fig.5 geeft de algemene trend aan van de opvattingen:

- er bestaat een voorkeur voor een inrichting die gebaseerd is op
een zekere logika die samenhangt met de instrumenten en over de
ruimte gespreide stuurconsoles
- de bestaat een voorkeur voor een inrichting die gebaseerd is op
een zekere logika met betrekking tot de instrumenten en een con-
centratie van stuurconsoles in een centrale positie.

Om na te gaan hoe deze subjectieve voorkeuren de uitvoering van een
taak kunnen beïnvloeden, werd een simulatie uitgevoerd met een
tweetal brug-inrichtingen, die gekozen werden op basis van het
eerdere onderzoek, en waarbij de bovenstaande twee voorkeuren
onderling konden worden vergeleken. (Zie fig.5)

De verschillen tussen de twee inrichtingen waren:	
Inrichting I	Inrichting II
Consoles zijn geconcentreerd bij het voorste waterdichte schot	Consoles zijn over de ruimte verspreid
Console van de roerganger staat tegenover andere consoles bij het voorste waterdichte schot	Console van de roerganger staat in het midden van de brug op de middellijn
Radar staat tegenover andere consoles bij het voorste waterdichte schot	Radar staat in het middelste compartiment van de brug aan bakboordzijde
De console van de kapitein is geplaatst aan het voorste waterdichte schot	De console van de kapitein staat apart

De simulatie werd twee keer uitgevoerd door een gezagsdrager en twee keer door een gezagsdrager die geassisteerd werd door een stuurman. In totaal werkten er 16 gezagsdragers en 16 stuurlieden mee aan het experiment.

Inrichting I kreeg enige voorkeur.

Uit de discussie na de lezing blijkt dat de ervaringen met betrekking tot de subjectieve wenselijkheid van de plaats van de kapiteinsconsole en die van de roerganger, behoorlijk verschillen.

Proceedings of the second international conference on marine simulation : MARSIM '81. - [Rotterdam : MARIN, 1982]

AMDAHL, J.S.

Application of the maneuvering simulator, SAILSIM, to the analysis of a grounding incident / J. Amdahl and K.H. Drager
Paper presented at the second International Conference on marine simulation, MARSIM '81. - Vol. II, p. A4-1 - A4-20

De simulator, SAILSIM, is ontwikkeld om de manoeuvreerbaarheid van schepen en andere drijvende objecten te bestuderen, die onder invloed kunnen staan van golfbeweging, wind, stromingen en beperkte vaariepte.

Het systeem is geschikt voor interactieve simulatie en voor automatische besturing volgens een bepaald algoritme ("follow close to the predefined track").

Het simulatieproces levert informatie op vier kleuren-TV-schermen, in de vorm van overzichtskaarten, en op instrumenten-panelen.

De simulatie werd getoetst aan de tanker "ESSO-Osaka"; de resultaten waren redelijk.

Het systeem werd toegepast op de risico-analyse van een (gesimuleerd) strandingsongeval voor de Noorse kust van een schip van 25.000 ton waterverplaatsing. Daarbij werd de waarschijnlijke koers van de tanker bepaald, vlak vóórdat de stranding plaatsvond.

Het navigatievermogen van de tanker op de waterweg, die o.a. bestaat uit een nauw kanaal, werd bestudeerd bij systematisch gewijzigde omgevingsfactoren (stroming, wind). Een sturings-procedure door het kanaal wordt voorgesteld.

Ondanks enige zwakke punten ten opzichte van de mens-machine communicatie, wordt geconcludeerd dat de simulator de mogelijkheid biedt om een sterk model te zijn voor de risico-analyse van scheepsmanoeuvres.

-o-o-o-o-o-o-

Informatie die door het simulatiesysteem opgeleverd moet kunnen worden, betreft:

Nautische informatie:

- kustlijnen
- waterdiepten
- waterstromingen
- nautische signalen (lichten, boeien, e.d.)
- offshore installaties.

Weersomstandigheden:

- windrichting en -kracht
- hoogte en richting van de golven

Bovendien moet het mogelijk zijn om de gegevens in te voeren van:

- de eigenschappen van het betreffende schip
- de aanvangspositie, koers en snelheid
- de wijze van besturing (handmatig of automatisch).

Handmatig:

Voor interactieve handelingen wordt voorzien in een drukknop-systeem (menu-gestuurd).

Tot vier schepen kunnen tegelijkertijd worden gesimuleerd.

Een deel van de process console wordt gereserveerd voor het weergegeven van het eigen schip. een aantal drukknoppen staat voor de verbinding met de machinekamer, het sturen van het roer en het gebruik van de 'bow thruster' (bow=boeg; thruster= vooruitdringen, jagen, indringen...)

Het resterende deel van de process console is gereserveerd voor het weergegeven van de andere schepen. Slechts één van de vier schepen kan weergegeven worden met een handmatige besturing, de andere moeten automatisch worden bestuurd.

Automatisch:

De automatische besturing wordt weergegeven door een auto-matische piloot algoritme ("follow close to the defined track") of een set met gegeven opdrachten.

WEERGAVE VAN DE SIMULATIE

De simulatie wordt weergegeven op vier schermen.

Scherf 1: overzicht van het beschouwde gebied

- kustlijnen
- gebieden met ondiep water

Scherf 2: waterstromingen
kracht en richting van de stromingen op een bepaalde plaats worden weergegeven door een vector en een rode kleur

Scherf 3: gereserveerd voor een paneel voor het instrumentarium voor handmatige besturing van het schip
bij de bediening van de simulator ontvangt men functionele informatie, die gewoonlijk van de brug van een schip verkrijgbaar is:

- tijdstip
- koers van het schip
- snelheid van het schip
- richting van het roer
- propeller omwentelingen per minuut
- "rate of turn"

bovendien is weergave mogelijk van:

- "bow thruster" kracht
- sleepkracht

De omgevingsfactoren van de plaats waar het schip zich bevindt, worden eveneens op het scherm zichtbaar:

- diepte
- wind
- stroming
- golven.

Scherf 4: Het is mogelijk om meer gedetailleerde informatie van scherm 1 te krijgen, door een stuk daaruit op grotere schaal op scherm 4 op te roepen en daarin het schip te sturen.

-o-o-o-o-o-o-

De veiligheidsmarges bij het manoeuvreren hebben te maken met parameters behorend bij de reissnelheid, de afmetingen van het schip, omgevingsfactoren, enz.

De risico-analyse werd uitgevoerd voor een licht geladen tanker van 25.000 t waterverplaatsing, bij verschillende omstandigheden.

De evaluatie leidde ertoe veranderingen aan te brengen door de digitale weergave van de 'rudder angle' en de 'rate of turn' te vervangen door een analoge vorm. De 'rate of turn', bijvoorbeeld, zou aangeduid kunnen worden door een vector die in overeenstemming is met de waarde van het moment.

Twee lichtpunten op variabele afstanden, die de projectie zijn van navigatiepunten aan de horizon, zouden van dienst kunnen zijn bij het sturen van het schip op drukke waterwegen.

Proceedings of the third international conference on marine simulation : MARSIM '84. - [Rotterdam : MARIN, 1985]

A comparative look at the performance of simulator mathematical models and future considerations / J.S. Case, J.B. van den Brug, J.J. Puglisi
 Paper presented at the third International Conference on marine simulation, MARSIM '84. - P. 399-412

Er zijn verschillende typen simulatoren van scheepsbewegingen, gebaseerd op mathematische modellen.

Het International Marine Simulator Forum (IMSF) heeft een vergelijkende studie en evaluatie gemaakt van de diverse voorzieningen onder de IMSF-leden. Het is gewenst dat de simulatoren van op elkaar lijkende scheepstypen op elkaar lijken. Helaas zijn er veel onderlinge verschillen, die waarschijnlijk samenhangen met de gebruikte mathematische modellen, die de bewegingen van het schip beschrijven.

Dit artikel onderzoekt deze model-afhankelijke verschillen, de daarmee samenhangende problemen en de richting waarin gezocht kan worden voor eventuele maatregelen die er aan tegemoet kunnen komen.

Achtergrond

De bestaande simulators variëren tussen heel eenvoudige, die de scheepsbewegingen onder beperkte condities beschrijven, tot meer geavanceerde systemen, die een realistischer beeld kunnen geven, waarbij rekening wordt gehouden met diepte, stroming, wind, oever en vaargeul-effecten, effecten van schepen die men tegenkomt of die men voorbij vaart, gebruik van en interactie met sleepboten, scheepsbewegingen die worden veroorzaakt door golven, enz. De betrouwbaarheid van de gesimuleerde manoeuvre is afhankelijk van de toegepaste research en kennis. De verkregen resultaten hangen af van de karakteristieken van de toegepaste mathematische modellen en de coëfficiënten.

Verschillende soorten mathematische modellen worden gebruikt, afhankelijk van de doelstelling die men met de simulator heeft, de fabrikant, en de hydrodynamica-deskundigen die bij de ontwikkeling werden betrokken.

De modellen verschillen naar soort en aantal termen in de vergelijkingen, en naar de waarde van hun coëfficiënten. Eenvoudige modellen kunnen goedkoper op een schip worden ingevoerd, terwijl zeer geavanceerde modellen meer zullen vergen.

Aangezien er verschillende soorten modellen zijn, is het nodig om na te gaan aan welke eisen ze moeten voldoen voor bepaalde research- en trainingsdoeleinden.

Over het algemeen vereisen research-doeleinden een hogere betrouwbaarheid dan trainingsdoeleinden.

Eenvoudiger modellen zijn voldoende voor het trainen van verkeersregels, navigatie, noodtoestanden en samenwerking bij bruggen. Research toepassingen die ook geschikt zijn voor training e.d., kunnen eveneens volstaan met ongecompliceerde modellen voor eenvoudige proeven op open zee.

Meer geavanceerde modellen zijn nodig voor het oefenen van bepaalde manoeuvres, aanleggen, dokken, enz. Deze toepassingen kunnen ook mathematische modellen vereisen die realistische bewegingen met lage snelheid mogelijk maken.

Zeer realistische modellen zijn nodig voor research waarbij karakteristieken van de manoeuvres van het schip, die gekoppeld zijn aan menselijke factoren, leiden tot resultaten die te maken hebben met het dreggen en verwijderen van de vaargeul, het aanbrengen van navigatie-hulpmiddelen, het stellen van grenzen en regels aan het binnenvaartverkeer, havenontwikkelingen.

Deze toepassingen hebben in het bijzonder een grote betekenis voor de veiligheid en de kosten die samenhangen met projecten betreffende de vaarweg en de haven. Kosten (dreggen) lopen gewoonlijk tot in de miljoenen dollars en elke afwijking van de werkelijkheid kan een uitermate schadelijk effect op het project hebben.

De kosten die samenhangen met de ontwikkeling van coëfficiënten van een mathematisch model en het invoeren van een nieuw type schip in de simulator, hangen in zeer hoge mate af van het mathematisch model-type en het vereiste betrouwbaarheidsniveau.

Als een lage betrouwbaarheid voor een bepaald trainingsprogramma voldoende is, is het natuurlijk gewenst dat een eenvoudig model, dat weinig moeite kost voor het operationaliseren van een nieuw schip, wordt gebruikt.

Aangezien de meeste simulatoren een set modellen gebruiken, die slechts één betrouwbaarheidsniveau hebben, moeten de randvoorwaarden voor research en training goed overwogen worden.

De gebruikte modellen zijn gewoonlijk gebaseerd op de toepassingen van de simulator die men bij de fabricage op het oog had. Sommige fabrikanten leveren modellen bij het systeem die ze met hulp van geraadpleegde hydrodynamica-deskundigen ontwikkelden. Sommige simulator-eigenaars hebben de betrouwbaarheid van een model vergroot zodat ze kunnen voldoen aan toepassingen die hogere eisen stellen.

Bepalen van de coëfficiënten

Het bepalen van coëfficiënten is afhankelijk van het betreffende modeltype (aard en aantal termen).

Men kan verschillende methoden voor het bepalen van de coëfficiënten onderscheiden, al naar gelang de nauwkeurigheid van de modellen.

Voorbeelden zijn:

- schatten op basis van reeds beschikbare algemene gegevens
- berekenen m.b.v. een hydrodynamische theorie
- 'captive' model-experimenten in een zeer grote tank
- systeem op basis van resultaten van 'free running model tests' manoeuvres op reële schaalgrootte.

Vaak ontbreken er gegevens om de bewegingen van een schip volledig te beschrijven. Extrapolatie op basis van scheepsbewegingen van andere schepen is vaak nodig.

Het verfijnen van de coëfficiënten kan soms plaatsvinden door subjectieve terugkoppeling van zeer ervaren loodsen en kapiteins, gebaseerd op praktijkervaring. Maar door de daarbij voorkomende problemen moet dat zo min mogelijk gebeuren. Deze problemen hebben te maken a) met het feit dat de simulatie een grotere operationele reikwijdte heeft dan men in werkelijkheid kent: schepen komen zelden zó dicht bij de wal en schepen komen in de praktijk niet zo dicht bij elkaar als in een simulatie-programma voor research en/of training wordt vereist.

De United States Maritime Administration heeft, in samenwerking met de Joint International Manoeuvring Program (JIMP), een Marine Coëfficiënt Identification System (MARCIS) ontwikkeld. Dit is een 'draagbaar' systeem, bevattende: sensoren, gegevensopslag, en gegevensverwerkende elementen voor het verkrijgen van gegevens over de scheepsbewegingen. Het systeem functioneert ook op basis van methoden die hydrodynamische coëfficiënten schatten voor de scheepvaartomstandigheden.

Het systeem wordt getest met een schip, Kings Pointer, van de U.S. Merchant Marine Academy.

Valideren

Het valideren van een simulator gebeurt zowel door objectieve als door subjectieve evaluatie.

Objectieve validatie van een bepaald scheepstype gebeurt aan de hand van concrete cirkelbewegingen in diep water en zig-zag-bewegingen bij proefvaarten, en speciale proeven bij laag water. Voor het functioneren bij laag water zijn er maar weinig model-gegevens en gegevens op ware schaalgrootte beschikbaar. Voor sommige scheepstypen ontbreken de gegevens. Complete manoeuvreproeven met de VLCC ESSO OSAKA in de Golf van Mexico leveren de meest uitgebreide bron voor manoeuvre-gegevens bij diep en laag water. Voor de gevallen waarbij laag-water-gegevens ontbreken, worden de OSAKA-gegevens omgerekend. Alle manoeuvres worden door de simulator uitgevoerd met het doel om de trajecten zo nauwkeurig mogelijk weer te geven. Voor het valideren worden de simulatiebewegingen en de bewegingen op ware grootte onderling vergeleken.

Als complete manoeuvreproeven moeten worden uitgevoerd, voor een bepaald scheepstype dat analoog is aan het type dat in de simulator is ingevoerd, dan is de meest belangrijke parameter die ingevoerd moet worden de positie van het schip versus de tijd. Andere gegevens die eveneens versus de tijd moeten worden ingevoerd zijn: de richting (hoek) van het roer, de commando's naar het roer,

versnelling, de commando's naar de machinekamer, snelheid, vóór/na doppler snelheid, de verhouding tussen het op koers liggen en het gieren. De gegevens moeten om de tien seconden of minder worden gemeten.

Het weergeven van de hoek van het roer op een videoband is van belang voor het verkrijgen van voldoende betrouwbare gegevens tijdens de manoeuvres, zodat een maximum aan afwijkingen van het roerblad kan worden geregistreerd.

Als gegevens nodig zijn voor ontmoetingen tussen schepen, is het gebruik van een optische afstandsmeter en een draagbare doppler snelheidsmeter handig.

Het is ook belangrijk dat gegevens over weers- en stromingsomstandigheden worden vastgelegd, zodat de scheepsbewegingen hiervoor kunnen worden gecorrigeerd. Soms wordt er met de wind mee en tegen de wind in gevaren om de milieu-omstandigheden zo exact mogelijk te corrigeren.

Voor de subjectieve validatie van de werking van een simulator is het nodig dat verscheidene ervaren loodsen en/of kapiteins met de simulator het schip manoeuvreren en hun bevindingen in relatie tot de reële situatie te kennen geven.

Daarbij moet men rekening houden dat de loodsen het onderling vaak niet eens zijn over de validiteit van de karakteristieken van de scheepsbewegingen en de effecten die veroorzaakt worden door de wal of een naderend schip, zoals blijkt bij de subjectieve analyse op de simulator.

De validiteit van verschillende subjectieve meningen over het gedrag van het schip op de simulator moet dus met de nodige zorgvuldigheid worden bekeken bij het bepalen van de mate waarin hierdoor de coëfficiënten worden bijgesteld.

Werking van de simulator

In 1980 besloten leden van de International Marine Simulator Forum, IMSF, tot een studie om de werking na te gaan van simulators bij vergelijkbare scheepstypen.

Daarbij werden vijf scheepstypen bestudeerd: VLCC (Very Large Crude Carrier), LNG-schepen, containers, vrachtschepen, erts/olie-schepen.

Vijf testen werden afgenomen m.b.t.:

- stop bij aanvaring
- omkeren/cirkelbeweging
- zig-zag beweging
- spiraalbeweging
- versnelde draai.

De conclusie was dat er inderdaad verschillen in werking kunnen voorkomen tussen verschillende mathematische modellen en de bijbehorende coëfficiënten van op elkaar lijkende schepen. Het is zeker gewenst dat op elkaar lijkende schepen op verschillende simulators op elkaar lijkend gedrag vertonen.

Toekomstverwachtingen

Fabrikanten van simulators leveren vaak op verzoek van de gebruiker de coëfficiënten voor nieuwe scheepstypes. Bij sommige voorzieningen wordt de ontwikkeling ervan direct door de eigen staf verricht, in samenwerking met experts op het gebied van de hydrodynamica. Soms zijn de mathematische modellen vertrouwelijk en wordt het daarbij horende werk alleen door eigen personeel verricht.

Er is behoefte aan betere modellen van de scheepsmanoeuvres en het is gewenst dat voor simulators gestandaardiseerde modellen ontwikkeld worden. Daartoe is de ontwikkeling van een 'ideaal' model nodig.

Specificaties voor de structuur van het model en de wijze waarop het schip gemanoeuvreed wordt, moeten bepaald worden vóórdat de structuur zelf gedefinieerd wordt. Een modulaire structuur van het model is gewenst, zodat de karakteristieken van de gekozen componenten, zoals de romp of de schroeven, veranderd kunnen worden zonder de karakteristieken van andere componenten te beïnvloeden.

Een benadering, die te overwegen valt, is om het geheel te verdelen in elementaire scheepscomponenten en componenten die te maken hebben met externe invloeden.

De scheepscomponenten betreffen de romp (variable ladingsvulling, trim, diepgang vóór of achter, translaties van het zwaartepunt door golfslag e.d.), bovenbouw, roer(en), stuurmachines, voortstuwingsmachines (turbines, dieselmotoren), enz.

Externe componenten beïnvloeden de bewegingen van het schip in dwarsscheepse, langsscheepse, roterende en verticale richtingen (slingeren, gieren, stampen, enz.). Deze ontstaan o.a. door wind en stroming die in kracht en richting variëren, door diepte van het water, wallen, interactie met andere schepen en sleepboten.

Naast de specificaties voor het model zijn er ook verschillende specificaties nodig voor opleiding en research. Er moet bepaald worden welke variabelen door een leerling gewijzigd moeten kunnen worden, welke parameter-voorwaarden veranderd moeten kunnen worden door een instructeur/docent, welke scheepsparameters in een programma moeten kunnen worden veranderd door een programmeur.

Daarnaast zijn nodig:

- * overeenstemming betreffende de terminologie
- * beschrijving van het gehele systeem in blok-diagrammen
- * verdeling van het systeem in modulen die afzonderlijk t.b.v. de modellen worden ontwikkeld
- * ontwikkeling van mathematische modellen van de structuur van het gehele systeem

* ontwikkeling van de mathematische modellen van de modulen en de interactie tussen de modulen

* bepaling van de in- en outputs

Problemen die te maken hebben met het ontwikkelen van de structuur van een 'ideaal' model zijn o.a.:

- * de enorme inspanning, die men zich moet getroosten, om het model te ontwikkelen. Men weet pas globaal wat het kost, als de functies zijn gedefinieerd. Specificaties m.b.t. de functies, de structuur van het model, de operationele grenzen, het aantal dimensies (3 versus 6), de nauwkeurigheid, enz., hebben een grote invloed op de ontwikkelingskosten.
- * Het is onduidelijk waar de (gecoördineerde) financiering vandaan moet komen. Aangezien het in de bedoeling ligt om de resultaten op verzoek van éénieder ter beschikking te stellen, is het waarschijnlijk moeilijk om hiervoor investeringen te verkrijgen.
- * Collectief samenwerken van hydrodynamica specialisten over de hele wereld zal moeilijk zijn. Daarom zal het moeilijk zijn om de specialisten op één lijn te krijgen wat betreft de functionele specificaties en de gewenste details van het model.
- * Problemen ontstaan ook bij het bepalen wie verantwoordelijk is voor het project, de uitvoering ervan en het verkrijgen van de nodige inputs opdat de modellen beantwoorden aan de vraag en geaccepteerd zullen worden door gebruikers en fabrikanten.
- * Aangezien de aldus verkregen programma's gemakkelijk in de systemen van de gebruikers in te voeren moeten zijn, moeten de programmatalen van dat niveau zijn (bijv. Fortran, Algol).
- * Validatie van modellen zal veel inspanning vergen. Men moet zeker kunnen zijn van de eisen die gesteld worden aan het functioneren en van de nauwkeurigheid waarmee de realiteit wordt nagebootst, zodat de potentiële gebruiker vertrouwen kan hebben in de simulatieresultaten.
- * Acceptatie van de modellen door de potentiële gebruikers en de hydrodynamica specialisten kan een probleem vormen. Kennis omtrent de modellen en hun betrouwbaarheid is nodig vóórdat men op de simulatieresultaten zal gaan vertrouwen.
- * Men moet niet aan het project beginnen, tenzij er adequate belangstelling voor bestaat en er een voldoende aantal potentiële gebruikers voor bekend is. Maar het kan moeilijk zijn hier een juist beeld van te krijgen als rechtvaardiging voor een dergelijk project.

Conclusies

Een simulator van de manoeuvres van een schip wordt gestuurd door het gebruik van een mathematisch model, dat het gedrag van het schip beschrijft.

Er bestaat weinig onderlinge overeenkomst van dergelijke modellen. Sommige systemen hebben modellen met een 'high fidelity' weergave. Andere gebruiken eenvoudige modellen die alleen basisfuncties leveren en zijn niet geschikt voor trainings- of researchdoeleinden.

Uit een onderzoek van het International Marine Simulator Forum, IMSF, blijkt dat het wenselijk is om een nieuw 'high fidelity' model te ontwikkelen dat voldoende universeel is om op de meeste systemen te worden ingevoerd. Mocht dit gerealiseerd worden, dan zou de gehele maritieme wereld kunnen profiteren van betere simulatie-resultaten wat betreft de kwaliteit en de consistentie.

Het uitvoeren van een dergelijk project vereist enorme krachtsinspanningen en budgetten. Op het ogenblik is het nog niet duidelijk of er voldoende belangstelling voor bestaat om de uitvoering van een dergelijk project te rechtvaardigen. Daartoe is een evaluatie van de potentiële gebruikers, fabrikanten en hydrodynamica specialisten vereist.

Aanbevelingen zijn nodig om de nodige fondsen te verkrijgen voor het opstellen van de functie-specificaties en -grenzen en voor het ontwikkelen van modellen die acceptabel zullen zijn voor de industrie en die zullen beantwoorden aan de gestelde doeleinden op wereldschaal.

PUGLISI, J.J.

The use of simulation at CAORF in determining criteria for increased throughput of ship traffic in the Panama canal / J.J.

Puglisi, A. d'Amico, G. van Hoorde

Paper presented at the third International Conference on marine simulation, MARSIM '84. - P. 239-247

Gezocht wordt naar de optimale afmetingen van het Panama-kanaal (met name bij de 'Gaillard Cut') voor een betere doorvaart, rekening houdend met de kosten, veiligheidsaspecten en het milieu.

Darbij werd gebruik gemaakt van CAORF (Computer Aided Operations Research Facilities) van de U.S. Maritime Administration.

Het onderzoek was ten tijde van de publicatie van het artikel nog niet afgerond.

Het project bestaat uit vijf fasen.

1 Ontwikkeling

In de ontwikkelingsfase worden alle voor het onderzoek benodigde hulpmiddelen ontwikkeld. Daaronder horen de ontwikkeling van modellen van schepen, gegevensbestanden, een mathematisch model van een (menselijke) navigator dat gebruikt gaat worden voor een automatische piloot voor een versnelde simulatie, meet-apparatuur voor het inschatten van veiligheidsmarges (steering quality index).

2 Validering

In deze fase worden de eerder ontwikkelde hulpmiddelen (fase 1) getoetst wat betreft de mate waarin ze de werkelijkheid weergeven.

3 Veiligheidsmarge

In dit stadium worden veiligheidsmarges voor het passeren van schepen ingebouwd. Men gebruikt daartoe zgn. Panamax scheepsmodellen. Hiermee worden de minimaal aanvaardbare veiligheids-criteria van de verschillende kanaalontwerpen getoetst.

De Panama Canal Commission, PCC, koos als definitie voor 'veiligheid': "de mate waarin een loods bij machte is om een schip te besturen".

Voor het toetsen van de mate waarin de werkelijkheid wordt nagebootst, zijn ontmoetingen van zgn. 'valideringsschepen' in het bestaande Gaillard Cut nodig.

4 Snelle tijd evaluatie

Er zijn zeven bochten in de Gaillard Cut die een bijzonder kanaal-ontwerp zouden kunnen vereisen. Het aantal combinaties van kanaal-variabelen (bijvoorbeeld: stralingskromme, breedte, diepte) en werkomstandigheden (bijvoorbeeld: snelheidsmeting, locatie) in relatie tot elke afzonderlijke bocht, is zó groot dat de PCC koos voor een snelle tijd evaluatie, om systematisch de alternatieve oplossingen te kunnen evakueren. De versnelde simulaties zullen worden gebruikt om onaanvaardbare oplossingen er uit te lichten en om het aantal kandidaten voor de beste oplossing te verkleinen.

5 Ware tijd simulatie

Na de snelle tijd analyse, zal de PCC de lijst met oplossingskandidaten onderzoeken, met het oog op de kosten van de graafwerkzaamheden en de onderhoudskosten, zoals die door geotechnisch onderzoek werden bepaald. Één of meer van de potentiële beste oplossingen worden dan gekozen om in ware tijd in de CAORF simulator te worden gesimuleerd. PCC loodsen zullen worden verzocht om een Panamax-schip door de nieuw ontworpen Cut te leiden, terwijl andere Panamax-schepen worden gepasseerd. De uitvoering van deze scenario's wordt vergeleken met de 'steering quality' veiligheidsmarge in ware tijd.

Voor het onderzoek moeten worden ontwikkeld:

- modellen voor een Panamax-schip
- modellen voor klasse serie 60 schepen, voor de validatie
- gegevens voor de Gaillard Cut (onder andere gegevens een betreffende geaccidenteerde bodem)
- 'steering quality index' om de beheersing van een schip door de loods te kunnen meten. Daartoe moeten worden ingevoerd:
 - de hoeveelheid aanwezige kracht
 - absolute en relatieve maten van het schip en de vrije ruimte
 - het hervinden van de koers na een verstoring ervan
 - subjectieve waarden
- automatische piloot: voor snelle tijd simulatie van verschillende tracé's.

ELZINGA, Th.

A simulator study for LNG transport by gas carriers to Eemshaven, the Netherlands / Th. Elzinga, M.P. Bogaerts

Paper presented at the third International Conference on marine simulation, MARSIM '84. - P. 249-258

Met het oog op een veilig vervoer van LNG door vloeibaar gas tankers van 125.000 m³ naar de Eemshaven, werden er door MARIN studies verricht met behulp van een simulator.

Het doel ervan was:

- a) om de horizontale dimensies te bepalen van de aanlooproute, de vaargeulen en de havenmond;
- b) randvoorwaarden bepalen, t.a.v. weersomstandigheden als wind en stroming.

Mathematische modellen

Voor het verkrijgen van een realistische simulatie, werd een aantal studies verricht.

1e: Mathematisch model van de manoeuvres van een LNG-tanker, bij rustige weersomstandigheden en verschillende waterdiepten.

Daar werd aan toegevoegd:

- de effecten van een duw- of sleepboot
- de effecten van banken en omgevingsfactoren.

2e: Stroming (relatief bewegingsconcept).

Correctie voor de getijden door middel van in-situ metingen langs de aanlooproute en in de buurt van de havens.

Daarna werden deze gegevens in het juiste format omgezet.

3e: Door TNO werden met windtunnels testen verricht om de coëfficiënten voor de windkracht te bepalen, die LNG-tankers ondergaan. Daarbij werd rekening gehouden met de effecten van plotse windvlagen.

De gesimuleerde winden werden getoetst aan de reële situaties.

Vóórdat er begonnen werd met de simulatie-studies, werd het mathematisch model getest en goedgekeurd door zeevaartdeskundigen.

De belangrijkste studies betroffen de vaargeul, de haven en noodmanoeuvres.

De nood-manoeuvres waren:

- Vertrekmanoeuvres uit de haven
- Ankermanoeuvres bij een noodsituatie in de omgeving van de Eemshaven. In geval van nood moet een LNG-tanker onmiddellijk de Wilhelminahaven verlaten, ongeacht de wind- of stromingsomstandigheden. Ten Oosten van de ingangshaven werd een noodankerplaats gepland.
- Keer- en ankermanoeuvres bij het eiland Borkum. Hier werd nog een andere nood-ankerplaats gepland.

Navigatie hulpmiddelen en loodsen

De bestaande navigatie hulpmiddelen in de Eemshaven zijn: radar, boeien, enkele leidende lijnen.

Men onderzocht ook de effecten van een geavanceerd elektronisch positie-informatiesysteem op de controlemogelijkheden van schepen en de bevaarbaarheid van de veer-routes.

Uit vorige studies was afgeleid dat op de brug van een schip voortdurend de volgende informatie ter beschikking moet zijn:

- de afstand (transversaal) tot de as van de vaargeul aan bakboord- of stuurboordzijde;
- de afstand tot het eerstvolgende 'way point'
- de resulterende 'ground' snelheid
- de hoek tussen de resulterende 'ground'snelheid en de as van de vaargeul, aan bakboord- of stuurboordzijde.

Loodsen werden uitgerust met een ontvanger, waarvan men de bovenstaande informatie kan aflezen, die vanuit een station aan de wal wordt doorgeseind.

Resultaten

Resultaten van de simulatiestudies betreffen de vaargeul, de haven, alternatieve havenmondontwerpen en nood-manoevres.

De belangrijkste conclusie was dat veilige en voldoende toegankelijkheid van de Eemshaven voor LNG-tankers alleen bereikt kan worden door de havenmond te veranderen.

Ook bleek dat het gebruik van een geavanceerd elektronisch positie-informatiesysteem een betere controle op de LNG-tankers mogelijk maakt en een betere bevaarbaarheid van de haven oplevert.

Bij het bepalen van de vereiste breedten van de vaargeul werd gebruik gemaakt van veiligheidscriteria, gebaseerd op risico-analyses.

Het is wenselijk dat men komt tot een algemeen toepasbare methode, waardoor criteria kunnen worden bepaald met betrekking tot de bevaarbaarheid van havens en de controle op schepen. Daarbij zou het gebruik van risico-analyses nuttig kunnen zijn.

GRESS, R.K.

Simulation of the impact of channel design on the maneuverability of push-tows / R.K. Gress, L.L. Daggett

Paper presented at the third International Conference on marine simulation, MARSIM '84. - P. 321-329

Aangezien er plannen bestonden om op de Mississippi minder te gaan baggeren, vroeg men zich af of door de daardoor ontstane mindere vaardiepte, de veiligheid van de binnenvaart nadelig zou worden beïnvloed.

Hiernaar werd onderzoek verricht door de U.S. Army Corps of Engineers (COE) en de Coast Guard.

De rivieren in de Verenigde Staten, waar de duwbotten op varen, zijn vaak kronkelig, in tegenstelling tot de rechte vaargeulen en kanalen, waar de schepen op varen.

De COE ontwikkelde mathematische modellen technieken die een goede weergave bieden van stromingspatronen, in het bijzonder modellen, die het mogelijk maken om nauwkeurige, goedkopere weergaven te verkrijgen van meanders en slibbende oevers.

Voor het ontwikkelen van een simulator voor duwbotten, die de effecten weergeeft van de breedte van vaargeulen en -diepte op de manoeuvreerbaarheid en beheersbaarheid van de duwbotten, is informatie nodig over:

- 1) hydrodynamische coëfficiënten voor elk type binnenvaartschip en duweenheden
- 2) de invloed van lage waterstand
- 3) invloed van een oneffen golvende bodem
- 4) invloeden van zandbanken
- 5) de wisselwerking tussen de rivierdijken en de duwbotten/-eenheden.

Er werd nagegaan in hoeverre gegevens van zeevaartschepen toegepast konden worden in deze binnenvaartsituatie.

Daartoe werd een model op grote schaal gemaakt van een duwboot, die getoetst zou worden met de simulator. Vóór de test met de simulator werd deze gevalideerd door de hulp van zeer ervaren loodsen en daarna vond er nog een evaluatie plaats met een aantal meester-loodsen.

Hydrodynamische coëfficiënten

Door het grote verschil in vormgeving van de romp van een duwboot en een zeeschip, was weinig bekend over de hydrodynamische coëfficiënten. Bij diep water ging de onderlinge vergelijking nog goed op, maar bij laag water bleek er weinig overeenstemming.

Tabel 1 geeft de afwijkende resultaten voor een cirkelbeweging.
Tabel 2 geeft de afwijkende resultaten voor stop-afstanden.

TABLE 1

Turning Circle Data

Depth/Draft Depth (feet)	(tow lengths)	90 deg Heading Change Advance (tow lengths)	180 deg Heading Change Transfer (tow lengths)	Tactical Diameter (tow lengths)
Deep		2.20	.87	2.29
30.	3.33	2.20	.85	2.29
25.	2.78	2.21	.85	2.29
20.	2.22	2.15	.95	2.36
15.	1.67	2.11	1.25	2.74
13.	1.44	2.10	1.40	2.96
11.	1.22	2.01	1.42	2.90
10.5	1.17	1.92	1.35	2.73

TABLE 2

Stopping Distances
(3.6 knots Initial Speed)

Depth	Depth/ Draft	130 Astern RPM (tow lengths)	Coasting (to .5 knots) (tow lengths)
25.	2.78	1.06	
20.	2.22	1.09	6.25
15.	1.67	1.19	
13.	1.44	1.24	
11.	1.22	1.26	3.53
10.5	1.17	1.15	3.30

Onregelmatige bodem

Voor een golvende bodem, bleek de gemiddelde waterdiepte als parameter te voldoen. daarbij geldt wel dat de golflengte van de golving van de bodem kleiner moet zijn dan de lengte van het schip. Veranderingen in de gemiddelde waterdiepte werd in het model ingevoerd als een ('step')functie van de reële tijd van het varen.

Zandbanken

Zoals te verwachten viel, is de zuigkracht van zandbanken significant verschillend van de waarden die voor zeeschepen, met name olietankers, werden gemeten. De slingerkracht van een tanker, uitgedrukt als functie van zijn afmetingen, moet met een factor van ongeveer 30 worden verkleind. Analooog moet de moment-kracht met ongeveer een factor 3,5 worden vergroot.

Rivierdijken

Gedurende de testen met het duwbootmodel, werden de krachten gemeten die ontstonden door de interactie met de rivierdijken. Deze waren te gering om invoering in het model te rechtvaardigen.

SCHRYVER, J.C.

Generalized definitive maneuvers approach to piloted controllability / J.C. Schryver

Paper presented at the third International Conference on marine simulation, MARSIM '84. - P. 341-352

De klassieke benadering van de manoeuvreerbaarheid van een schip, berustte op vast omschreven manoeuvres, die onafhankelijk waren van de menselijke factor.

Nadere bestudering van de karakteristieken van 'closed loops' van het mens-omgeving systeem, toonde aan dat vooral de beheersbaarheid door loodsen (piloted controllability) van belang is bij de meeste toepassingen.

Veel daarbij gebruikte indices kunnen van kanttekeningen worden voorzien, omdat ze continu in de tijd zijn, ongevoelig voor de stijl van de loods en niet in overeenstemming met de reële situatie van manoeuvres in havens.

Er worden twee modellen voorgelegd van koersverandering. Deze modellen werden gevalideerd door de CAORF-simulator (zie ook de lezing van Puglesi), door het gewicht te veranderen dat toegekend werd aan de beheersmogelijkheden van de loodsen, op basis van gegevens die verkregen werden in het Panama-kanaal.

Beide modellen voldeden aan de verwachtingen en gaven betere resultaten dan die met de traditionele indices.

1) Het eerste model geeft een eenvoudige beschrijving van de optimale koersverandering, waarbij de mate van gieren als tijdafhankelijke continue overgang wordt gezien van drie fasen van een omkering.

De vergelijking luidt: $\dot{\psi}(t) = 1/[a + b(t-\gamma)^2]$

where $\dot{\psi}(t)$ is yaw rate as a function of time. In the three parameter model, $\sqrt{a/b}$ is the rate, $180/\sqrt{a/b}$ is the amount of course change, and γ is a shift parameter along the time axis.

2) Het tweede model geeft een meer theoretische weergave van de optimale koersverandering. De koersverandering bestaat uit vier fasen, waarbij de eerste en de laatste gekarakteriseerd worden als nul-verhouding van het gieren. Het schip is stabiel bij de oude of nieuwe koers.

Bij de aanvang van de omkering (t_0) wordt het roer onder een vaste hoek gehouden. Het schip begint te keren op een bepaald tijdstip (t_1) waarbij een constante 'counter-rudder' wordt toegepast, het gieren (yaw rate) wordt weer tot nul teruggebracht op het tijdstip dat het schip de gewenste koersverandering heeft volbracht (t_2).

De vorm van de vergelijking van het model is afgeleid van de lineaire differentiaalvergelijking van de eerste orde (Nomoto, 1960):

$$\dot{\psi}(t) = K(1 - e^{-t/T})$$

waarbij de tijd constante T en de winst K coëfficiënten zijn, die primair afhankelijk zijn van de vorm van de romp en de vormgeving van het roer. Deze vergelijking beschrijft het eenvoudige geval waarbij een roer-hoek bij t wordt vastgesteld en de mate van het gieren toeneemt met een vaste waarde van K . De mate waarbij het gieren een vaste waarde aanneemt hangt af van de afname van de factor $e^{-t/T}$ dat inherent is aan de kwaliteit van het schip.

De vergelijking van het model van de vier afzonderlijke fasen van de optimale koersverandering, gebaseerd op de vergelijking (2) is door het principe van superpositie:

$$\dot{\delta}(t) = \begin{cases} 0 & \text{if } t < t_0 \\ K\delta_1[1 - e^{-(t-t_0)/T}] & \text{if } t_0 \leq t \leq t_1 \\ K\delta_1[1 - e^{-(t-t_0)/T}] - K\delta_2[1 - e^{-(t-t_1)/T}] & \text{if } t_1 < t \leq t_2 \\ 0 & \text{if } t > t_2 \end{cases} \quad (3)$$

Model equation (3) contains seven parameters $\langle K, T, \delta_1, \delta_2, t_0, t_1, t_2 \rangle$. But the overdetermined system has no unique solution. Let $\omega_1 = K\delta_1$ and $\omega_2 = K\delta_2$. Now it can be easily shown that to meet the side condition $\dot{\delta}(t_2) = 0$, it must be the case that:

$$t_2 = T \cdot \ln[\omega_2 - \omega_1] / (\omega_2 e^{t_1/T} - \omega_1 e^{t_0/T}) \quad (4)$$

The new parameter vector has been reduced to order five. The vector is $\langle \omega_1, \omega_2, t_0, t_1, T \rangle$.

Proceedings of the fourth international conference on marine simulation : MARSIM '87. - [Rotterdam : MARIN, 1988]

GOUD, A.P.J.

Generating training specifications for designing a new marine simulator / A.P.J. Goud, B.W. Jaspers

Paper presented at the fourth International Conference on marine simulation, MARSIM '87. - P. 68-74

Bij TNO-IWECO werd onderzocht aan welke voorschriften een nieuwe simulator ten behoeve van de zeevaart moet voldoen voor trainingsdoeleinden.

Dit artikel gaat alleen over de beoordeling van de effectiviteit van de simulator voor onderricht.

Vroeger werden de specificaties waaraan een nautische simulator moest voldoen, alleen opgesteld door de technici en de computerdeskundigen. Vanuit die hoek dacht men dat de meest natuurgelouwe weergave van de werkelijkheid ook de beste was voor onderrichtsdoeleinden. Dat bleek niet het geval. Men constateerde soms zelfs negatieve effecten daarvan (Novitzky, 1980).

Tegenwoordig zijn er zoveel technieken (waaronder laser disc beelden), dat er ook voor het onderricht keuzemogelijkheden zijn. Aangezien elke eis gepaard gaat met een aanzienlijk kostenplaatje, is het zaak goed na te gaan aan welke eisen vanuit het onderwijs prioriteiten dienen te worden gesteld. Een takenanalyse was nodig.

Men ging uit van een zogenaamde 'integrated officer', waarbij gedacht werd aan het trainen van zowel nautische als technische vaardigheden. Vroeger waren er aparte simulatoren voor de machinekamer en de scheepsbrug. In de nieuwe simulator moesten beide kanten worden geïntegreerd.

De doelstellingen van een dergelijk onderricht worden vaak genoemd als "vertrouwd maken met het gebruik van een simulator" en "inzicht verdiepen van een aantal veiligheidsaspecten".

De doelstellingen moesten vertaald worden in specificaties voor de simulator. Deze moesten elementen omvatten als:

- specificaties van kennis en vaardigheden in termen van gedrag, die waarneming en/of meting mogelijk maken;
- specificaties van de uitvoeringscriteria, zoals snelheid en nauwkeurigheid, zowel voor een individuele leerling als voor een groep;
- specificaties omtrent de omstandigheden waaronder geoefend wordt, zoals het gebruik van instrumenten, naslagwerken enz.

Uitermate belangrijk is ook het invoeren van de vóórkennis, omdat in het onderwijs enerzijds voortgebouwd op reeds vergaarde kennis en/of vaardigheden en anderzijds het geleerde regelmatig opnieuw moet worden geactiveerd.

Een simulator die boven het niveau van de voorkennis is geprogrammeerd is te moeilijk en een simulator onder dat niveau is weinig interessant.

Nu bleek ook nog dat in de loop van een aantal jaren het niveau van de voorkennis bij studenten was teruggelopen.

Daarom werden er aanbevelingen gedaan omtrent:

- het verzamelen van pakketten voor studenten naar
 - moeilijkheidsgraad van de soorten oefening
 - het gebruikte studiemateriaal voor en gedurende elke trainingscursus
 - kwaliteit van het studiemateriaal voor elke soort oefening
 - instructie die de leraar per oefening geeft
- het vergaren van dergelijke gegevens direct na elke oefening
- het verspreiden van deze gegevens onder alle leerkrachten die verbonden zijn aan Nederlandse zeevaartscholen, met de bedoeling om hun commentaar te horen.

Evaluatie van de onderwijsmethode omvat aspecten betreffende:

- het soort onderricht dat door de docent wordt gegeven
- het niveau van de studenten
- opeenvolging van de verschillende instructie-pakketten
- omvang en tijdsduur van de verschillende instructie-pakketten.

Er werd geconstateerd dat een simulator-instructie, die gebaseerd is op een proefondervindelijke methode ('trial-and-error'), niet bepaald geschikt is voor machinekamer-onderwijs. De 'guided discovery' methode is daar geschikt voor.

Evaluatie

De scheepsbrugsimulator omvat een gestandaardiseerde evaluatie voor elke oefening. Gedurende elke oefening wordt daartoe de koers van het schip geregistreerd. Hiermee wordt de effectiviteit van de instructie door de docent geëvalueerd en de leerling krijgt er de nodige feed-back door.

In de geïntegreerde simulator zal deze mogelijkheid bewaard moeten blijven.

De voorgestelde methode bleek toepasbaar:

- de methode kan zowel voor de brug als de machinekamer worden toegepast;
- het gerapporteerde onderzoek duurde minder dan drie weken;
- er werd een lijst met manco's en pluspunten opgesteld;
- er werden aanbevelingen gedaan wat betreft trainings-specificaties, die op die manco's en pluspunten waren gebaseerd.

Andere specificaties moeten nog gevonden worden aan de hand van een nog uit te voeren taken-analyse van de 'integrated officer'.

MODELLEN

IABSE

IABSE colloquium, Copenhagen 1983, preliminary report. - Zürich:
IABSE, 1983. - (IABSE Reports ; vol. 42)

Modelling ship manoeuvres in arbitrary fluid domains / A.S. Arcilla

In: IABSE Reports. - Vol. 42 (1983) ; p. 59-64

De bewegingen van een schip in de buurt van een brug of een andere bouwwerk, worden weergegeven in een stromingsgebied met variabele geometrie. De numerieke simulatie van dit probleem vereist een verschillende ruimtelijke discretie naar de tijd. Om de berekeningen te vereenvoudigen wordt een gewijzigd versie van de hoofdvergelijkingen gepresenteerd. De wijze waarop deze vergelijkingen worden bepaald en hun voordelen worden besproken.

-o-o-o-o-o-o-o-

Simulation of bridge passage in high wind / K. Meurs and J.W. Oosterbaan

In: IABSE Reports. - Vol. 42 (1983) ; p. 73-80

De schepen die personenauto's vervoeren (breedte 32 m) en die de haven van Rotterdam binnenvaren, moeten, om naar de Brittaniëhaven te gaan om de auto's te laden en te lossen, de Calandbrug onderdoor, die een minimumbreedte heeft van 47.2 m. Door hun vorm zijn deze schepen erg gevoelig voor zijwind. Om na te gaan of de schepen bij sterke wind met minder risico's kunnen varen, werden verschillende types van manoeuvres bij verschillende windkrachten bestudeerd, met gebruikmaking van een simulator van scheepsmanoeuvres. De resultaten van deze studie geven aan dat het varen onder de brug bij sterke wind mogelijk is onder bepaalde voorwaarden. Deze zijn:

1. Andere vaargewoontes.
2. Het kiezen van een beperkt aantal loodsen met bijzondere vaardigheden ten aanzien van snelle manoeuvres.
3. Training van deze groep.

De Haven van Rotterdam heeft een werkgroep ingesteld die het probleem moet oplossen voor windkracht 7 tot 8 Bft. De resultaten daarvan waren ten tijde van het verschijnen van dit artikel nog niet bekend.

Publicaties bidoc V&W

In de serie "Publicaties bidoc VW" verschijnen de onregelmatig uitkomende publicaties van de afdeling Documentatie en Bibliotheek van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. In deze serie zijn tot nu toe de volgende titels verschenen:

- 1 Gebruikershandleiding V&W-LIS. (2e editie, september 1986)
- 2 De kanaaltunnel / samengest. door Th. Buurman. Een compilatie van artikelen uit dag- en opiniebladen en korte berichten uit vaktijdschriften; december 1985 - april 1986. - (mei 1986)
- 3 Verkeer en Waterstaat in verkiezingsprogramma's. - (april 1986)
- 4 Snelle treinen / samengest. door A.F.M. Litjens. Een compilatie van artikelen uit dag- en opiniebladen en korte berichten uit vaktijdschriften; november 1985 - mei 1986. - (juni 1986)
- 5 Milieu-abonnementen voor het openbaar vervoer / samengest. door Th. Buurman. Een compilatie van artikelen en korte berichten uit dag- en opiniebladen en vaktijdschriften. - (juni 1986)
- 6 OLAF / samengest. door A.J. Siersema. Een compilatie van artikelen uit de dagbladers; 7 juli t/m 20 augustus. - (augustus 1986)
- 7 Reacties op het rapport "Afrekenen met files" / samengest. door A.F.M. Litjens. Een compilatie van artikelen en korte berichten uit dag- en opiniebladen en vaktijdschriften; 22 april 1986 - 29 augustus 1986. - (september 1986)
- 8 Verdrongen mobiliteit en angst voor het verkeer: een literatuurrapport / I.H.G. Huibers-Hanewald. - (september 1986)
- 9 De verontreiniging van de Rijn door het chemische concern Sandoz / samengesteld door Th. Buurman. Een compilatie van artikelen uit dag- en opiniebladen; 1-11-1986 tot 6-12-1986
- 10 Regeringsvoornemens Verkeer en Waterstaat 1987-1990 / samengest. door J.M. Ireeuw. - (oktober 1986)
- 11 Tarifverbunde in West-Duitsland: Kenschets en tarieven / J.A. Tamis. - (januari 1987)
- 12 De ramp met de Britse veerboot "Herald of Free Enterprise" Een overzicht van krantenberichten over de periode 7 maart 1987 t/m 29 april 1987. samengest. door A. Siersema en A.v.d. Kooij. - (mei 1987)
- 13 Vervoersaspecten van de mestproblematiek: een literatuurrapport / J.A. Tamis. - (juli 1987)
- 14 De verontreiniging van de Rijn / samengest. door Th. Buurman. Een compilatie van artikelen uit dag- en opiniebladen; 4-12-1986 tot 4-9-1987
- 15 Geluidwerende voorzieningen in Frankrijk / I.H.G. Huibers-Hanewald. - (juni 1986)
- 16 Geluidwerende voorzieningen in de Bondsrepubliek Duitsland / I.H.G. Huibers-Hanewald. - (januari 1987)
- 17 Doorzetten fietspad over kruispunt : literatuurrapport / I.H.G. Huibers-Hanewald. - (november 1987)
- 18 De invloed van erfpacht op het vestigingsbeleid van bedrijven: een literatuurverkenning / E.A. van Deursen. - (febr. 1988)

- 19 Fileproblematiek bereikbaarheidsplan / samengest. door A.F.M. Litjens. Een compilatie van artikelen uit dag- en opiniebladen en korte berichten uit vaktijdschriften; 1-1-1987 tot 31-12-1987.
- 20 Objectief-10% : literatuurrapport / I.H.G. Huibers-Hanewald. - (maart 1988)
- 21 Verkeerslichtenregelingen en verkeers(on)veiligheid : literatuurrapport / I.H.G. Huibers-Hanewald. - (juni 1989; herz. december 1989)
- 22 Waarom kiezen we voor de auto? : literatuurrapport / I.H.G. Huibers-Hanewald. - (oktober 1989)
- 23 Reizigersinformatiesystemen : literatuurrapport / I.H.G. Huibers-Hanewald. - (april 1990)
- 24 Handel en vervoer van bulkgoederen tot 2000 : literatuurrapport / J.A. Tamis. - (juni 1990)
- 25 Effectiviteit van maatregelen ter bevordering van de veiligheid te water : literatuuronderzoek. - (october 1990)