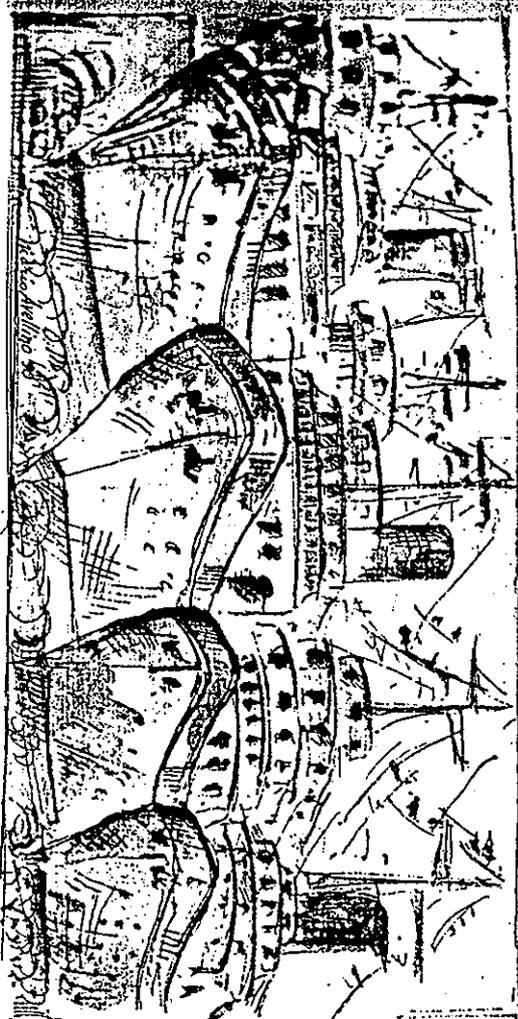


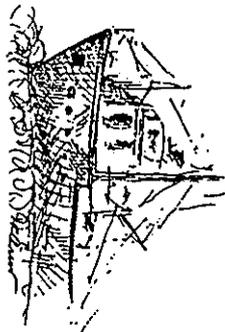
MINISTERO DELLA PUBBLICA ISTRUZIONE
ROMA

ISTITUTO TECNICO NAUTICO STATALE
TORRE DEL GRECO



LA NAVIGAZIONE NEGLI ANNI '90

CORSO DI AGGIORNAMENTO RESIDENZIALE



MINISTERO DELLA PUBBLICA ISTRUZIONE
Direzione Generale Istruzione Tecnica - Div. II - Sez. I
ROMA

ISTITUTO TECNICO NAUTICO STATALE
TORRE DEL GRECO

LA NAVIGAZIONE NEGLI ANNI '90

Corso di aggiornamento residenziale diretto ai docenti di
navigazione ed esercitazioni degli I. T. N. d'Italia - cl. c. LXXXI

D. M. 28 - 11 - 88
prot. n. 665 del 9 - 2 - 89

Hotel Sakura
Torre del Greco, 11 - 15 Aprile 1989

Giovedì 13 aprile 1989

SESSIONE ANTIMERIDIANA

Presidente: Prof. dott. Pasquale Russo
Ispettore Tecnico Periferico - Sovrintendenza Scolastica
Regionale Campania - Napoli

Considerazioni fondamentali per la sicurezza della nave

Relatore: prof. Roberto Balestrieri *
Associato di arte navale - I.U.N. - Napoli

Impiego didattico di sistemi esperti ed intelligenza artificiale
nell'addestramento alla condotta della nave

Relatori: prof. R. Balestrieri Associato di arte navale - I.U.N. - Napoli
prof. M. Capocchi I.T.N. - Napoli
prof. S. Mauro Laureato discipline nautiche
prof. A. Troia IPSIAM - Napoli

Procedura ARES

Relatori: prof. Agostino Aversa Preside I.T.N. - Torre del Greco
prof. Nicola Petronzi
Ordinario I.T.N. - I.P.A.M. - Torre del Greco

L'impiego della oleodinamica nelle competenze della coperta
Relatore: ing. Corradino Ciampa *

Ispettore tecnico periferico - Campania - Molise - Abruzzo *

Diattico

SESSIONE POMERIDIANA

Presidente: Prof. ing. Corradino Ciampa
Ispettore Tecnico Periferico - Sovrintendenza Scolastica
Regionale Campania - Napoli

Aspetti sulla conduzione delle navi a tecnologia avanzata. Elabo-
razione, rappresentazione ed impiego dei dati a bordo

Relatori: prof. Salvatore De Martinis - Luigi D'Auria - Oreste
Lauretta
Ordinari di navigazione - I.T.N. Torre del Greco

Lavori di gruppi di studio

* Si rimanda il lettore ai testi specifici che il suddicato relatore ha
pubblicato e che illustrano ampiamente i temi proposti nel corso di
aggiornamento.

IMPIEGO DIDATTICO DI SISTEMI ESPERTI
ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE
NELL'ADDESTRAMENTO
ALLA CONDOTTA DELLA NAVE

R. Balestrieri* - C. G. Biancardi* - M. Capecechi**
S. Mauro*** - A. Troiano****

Sommario

Questo articolo si propone di presentare le possibili applicazioni della scienza dell'intelligenza artificiale alle operazioni marittime. Dove per operazioni marittime si intendono le operazioni di bordo, la navigazione, il maneggio del carico a terra ed a bordo, la manutenzione della nave ed altri aspetti anche legati all'industria offshore.

1. Introduzione

L'industria marittima è impegnata in una riorganizzazione delle sue strutture. Essa sta introducendo tecniche di gestione e tecniche operazionali basate sul diffuso uso di computer e di nuove tecnologie di informazione, in alcuni casi sacrificando anche metodi ed abitudini consolidate nella tradizione.

La nota dominante nella gestione della nave è stata sempre l'isolamento a cui era costretto l'uomo che governava la nave. Da ciò derivava un concetto di autonomia nell'apprezzamento della situazione e nella decisione del comportamento e di un'au-

* I.U.N., Napoli
** I.T.N., Napoli.
*** Laurea Discipline Nautiche.
**** I.P.S.I.A.A.M., Napoli.

tosufficienza dei mezzi e degli impianti di bordo necessari ad espletare tutte le operazioni tecniche e commerciali. Oggi non è azzardato affermare che, a causa delle mutate possibilità dell'uomo, si può e si deve rivedere il criterio di condotta e di gestione della nave e della navigazione (Balestrieri et al., 1985). Invero, l'introduzione delle comunicazioni radio ha trasformato navi e marinai in meri elementi di un grande sistema di trasporto che viene gestito sulla base del continuo scambio di informazioni.

E' quindi ovvio aspettarsi che l'insieme delle esperienze, che costituivano un tempo la cultura marinara, diverrà inevitabilmente patrimonio di pochi. Poiché la nave è diventata un sistema complesso di gestione ed un sistema molto complesso di monitoraggio e controllo, gli ufficiali di bordo hanno bisogno di un lungo tirocinio di addestramento e di navigazione prima di sviluppare l'esperienza necessaria per affrontare la responsabilità del compito a loro oggi proposto (Balestrieri et al., 1985).

In circostanze dove i limiti delle capacità normalmente attribuibili ad uomini sono insufficienti bisogna ricorrere ad appropriate apparecchiature. La rivoluzione nell'industria marittima è stata essenzialmente, sino ad oggi, la sostituzione braccio umano con automatismi. Oggi si può affermare che stiamo vivendo una seconda rivoluzione industriale caratterizzata dallo sviluppo di mezzi che imitano la mente umana. Questi mezzi appartengono al dominio scientifico dell'Intelligenza Artificiale (IA) (Rota, 1985), e sono impiegati per soddisfare le maggiori esigenze di capacità, conoscenze ed esperienze richieste a piloti e comandanti.

«Catturare» l'esperienza umana sviluppata in diversi anni di attività e renderla disponibile alle persone con carenza di esperienza in un determinato settore è l'obiettivo del Sistema Esperto (SE). Il SE contribuirà, oltre che alla conservazione dell'esperienza, al trasferimento di essa in altri soggetti che potranno così acquisire e sviluppare capacità e competenze del settore a cui è mirato l'addestramento.

La IA è fatta di assunzioni, metodi, tecniche e risultati legati a considerazioni filosofiche ed associata con le scienze non esatte e sociali.

2. Storia dell'intelligenza artificiale

L'Intelligenza Artificiale (IA) pur essendo diventata attuale solo negli ultimi anni, ha iniziato il suo sviluppo durante la seconda guerra mondiale sotto forma della psicologia della logica formale e della cognizione, sebbene, in tale forma l'IA non diventò applicabile fino alla realizzazione delle macchine di calcolo.

Il primo linguaggio completamente IA fu sviluppato durante gli anni cinquanta quando ormai l'uso dei computer era molto diffuso. L'Information Processing Language IPL-1 diventò uno se non il più importante. Contemporaneamente, negli anni cinquanta, un gruppo di ricercatori iniziò ad interessarsi con serietà alla ricerca IA proponendo seminari di diffusione tra i quali resta nella storia dell'IA il Dartmouth Summer Seminar nel 1956 negli Stati Uniti.

Più tardi nei rivoluzionari anni sessanta l'attenzione della ricerca sulla IA si spostò, abbandonando i processi informativi e psicologici, per entrare nel campo della ricerca dei solutori di problemi di carattere generale. I ricercatori diventarono interessati alla robotica, alle tecniche di soluzione di problemi umani e alla realizzazione dei famosi programmi di scacchi. Fu proprio durante questo periodo che il LISP (List Processing Language) fu sviluppato.

Fu solo nella metà degli anni settanta che i ricercatori svilupparono programmi con la capacità rivoluzionaria di manipolazioni simboliche. In quegli anni fu realizzato il prototipo del sistema MACSYMA, sviluppato al MIT (Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, USA). Questo sistema elabora calcoli matematici simbolici ed è il precursore degli attuali sistemi di conoscenza di base. Gli anni settanta furono anche l'era di una forte specializzazione nel settore dell'IA. Tre settori dominanti dell'IA emersero durante questi anni. Uno si preoccupa essenzialmente della costruzione di programmi capaci di usare e capire i linguaggi naturali. Un secondo si preoccupa della costruzione di robot intelligenti. Il terzo si preoccupa della simulazione della esperienza umana.

Gli anni ottanta sono l'era dell'applicazione nella quale i primi sviluppi commerciali di tecnologia IA hanno guidato la

rivoluzione dell'industria della microelettronica. Questa rivoluzione ha prodotto una nuova generazione di computer più veloci, più potenti e relativamente più economici. Molte società imprenditoriali sono nate per sfruttare il nuovo hardware. Inference e Intellicoop, negli Stati Uniti, sono l'esempio di compagnia intenzionalmente attive nel campo dei sistemi esperti. In particolare, Intellicoop è la prima società di knowledge engineering mai realizzata, è nata nel 1980 con il preciso scopo di commercializzare software di ingegneria genetica.

La fine degli anni ottanta è caratterizzata dalla realizzazione di sistemi esperti applicati a tutti i tipi di servizi ed industrie. Il settore marittimo sta vivendo anche se lentamente una graduale introduzione e realizzazione di sistemi esperti.

3. Intelligenza artificiale e sistemi esperti

E' utile suddividere l'intera area dell'IA in due rami di studio. Uno di questi può essere semplicemente chiamato l'« Approccio Ingegnistico » e l'altro l'« Approccio Modellistico ». Nel primo caso, la ricerca vuole creare un sistema che sia capace di trattare compiti di lavoro intellettuale, senza considerare il fatto che i metodi utilizzati nella realizzazione dei SE siano simili o identici a quelli usati dagli esseri umani. L'unico obiettivo è la realizzazione di un mezzo che sia non costoso, efficiente e facilmente utilizzabile, senza tener conto di altri fattori. Esempi di questo approccio sono alcuni compiti di riconoscimento di scritte (come riconoscere i caratteri stampati in uno speciale formato sugli assegni bancari), di traduzione di testi da una lingua ad un'altra, di composizione di musica per mezzo del computer, di ottimizzazione della localizzazione di catene di negozi ecc... L'approccio modellistico, che è in pratica la ricerca di base dell'IA, ha come obiettivo il tentativo di aumentare la conoscenza dei meccanismi interni di un sistema vivente reale e di comprendere e predire il suo comportamento. Si possono considerare in questa categoria, per esempio, quei progetti che simulano i processi secondo cui l'uomo apprende, sceglie, decide, ed adotta un comportamento.

Per una visione globale, è interessante riassumere tre motivazioni della ricerca IA:

- a) Sostituire l'intelligenza umana perché quest'ultima è costosa, limitata e spesso non facilmente applicabile.
- b) Stabilire teorie sulla struttura dell'intelligenza umana per realizzarne modelli di simulazione.
- c) Unire le capacità del software e degli hardware attualmente disponibili e stabilire le linee di sviluppo per futuri linguaggi e sistemi di computer.

Un sistema esperto è un software costruito per simulare l'esperienza di uno specialista umano. I suoi componenti principali sono « la base di conoscenza » e « la macchina di inferenza ». La base di conoscenza è composta di « fatti e postulati » e di euristica. Quello euristico non è un procedimento matematicamente rigoroso, ma tale da consentire egualmente il raggiungimento di un risultato che sottoposto a verifica, può risultare utile ai fini pratici. L'operazione euristica ed il metodo omonimo consistono rispettivamente nella raccolta e nella elaborazione di documenti, notizie, esperienze, informazioni, ecc che possono consentire di scoprire o chiarire un fatto, una verità, una sequenza comportamentale, ecc.. L'euristica è scienza tipica degli storici, utilizzata anche in campi molto diversi. La conoscenza dei fatti è un'informazione nota a tutti gli esperti di un particolare settore ed è considerata per un sistema esperto esatta, è chiamata anche « il libro della conoscenza ». La conoscenza euristica è invece considerata inesatta. E' composta di regole sconosciute e private che governano il pensiero che caratterizza la decisione di uno specialista in un particolare settore.

Il modo di rappresentazione della conoscenza è di estrema importanza per il disegno della base di conoscenza. I sistemi di produzione fanno uso di affermazioni condizionali del tipo « SE-ALLORA » per rappresentare la conoscenza. L'uso di questo tipo di regole può essere fatto risalire al 650 a. c., quando i babilonesi prepararono un gruppo di regole per facilitare le diagnosi mediche.

Esistono anche altre strategie impiegate come le reti di semantica, le triplette oggetto-attributo-valore, le espressioni logiche e di cornice.

RIQUADRO RIASSUNTIVO DEGLI ELEMENTI FONDAMENTALI DI UN SISTEMA ESPERTO (vedi fig. 1)

Un sistema esperto è composto dai seguenti elementi:

- a) la **BASE DI CONOSCENZA** (raggruppa i fatti accertati e dimostrabili e l'euristica);
- b) la **MACCHINA D'INFERENZA** (elabora e controlla, secondo un programma prestabilito, le informazioni provenienti dalla **BASE DI CONOSCENZA** fornendo in uscita le « risposte » cercate dall'utilizzatore);
- c) l'**INTERFACCIA OPERATIVA** (realizza il dialogo tra l'utilizzatore e il sistema);
- d) il **SOTTOSISTEMA DI ACQUISIZIONE** (consente l'introduzione delle informazioni e gli eventuali aggiornamenti);
- e) lo **SPAZIO OPERATIVO** (è l'area del sistema preposta all'analisi e descrizione del problema).

La macchina di inferenza è la struttura di controllo del sistema. In ambienti di produzione la macchina di inferenza è utilizzata per cercare la base di conoscenza ed identificare un gruppo di regole che possono o confermare o condurre a delle conclusioni particolari. Una struttura di controllo che disegna una conclusione da una sequenza di regole è detta che impiega un concatenamento in avanti ed è spesso chiamata « meccanismo diretto ai dati ». Una struttura di controllo che cerca di costruire una catena di regole convalidata da una decisione data utilizza un concatenamento all'indietro ed è diretta all'obiettivo. Esistono comunque altre strategie riferite in (Barr and Feigenbaum, 1981; Clancey, 1984a, 1984b; Cooper et al., 1987;

CONFIGURAZIONE GENERALE DEL SISTEMA CONSULTIVO DI PILOTAGGIO

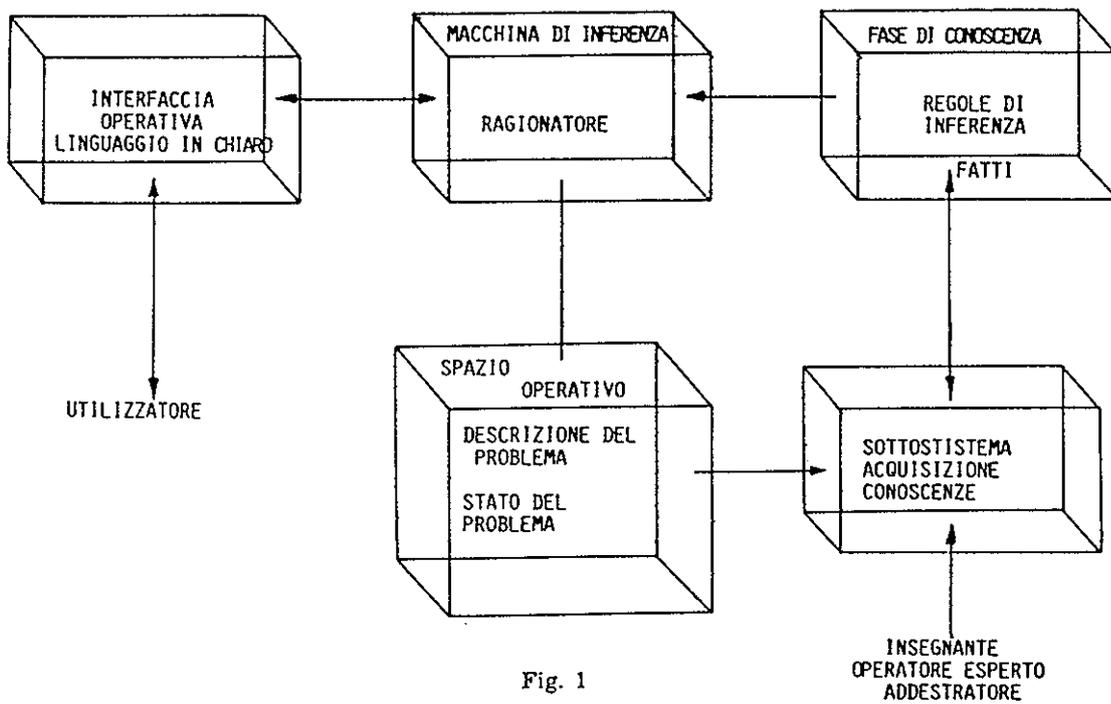


Fig. 1

Dillingham and Perakis, 1987; Harmon and King, 1985; Levine et al., 1986; Simons, 1985; Waterman, 1986).

Oltre alla base di conoscenza e della macchina di inferenza, l'architettura di un sistema esperto include un sottosistema di acquisizione della conoscenza, un sottosistema di spiegazione ed un'interfaccia per l'utilizzatore. Questi sottosistemi vengono realizzati in modo da facilitare l'interazione con l'utilizzatore facilitando eventuali modifiche della base di conoscenza e dando al sistema l'abilità di spiegare i suoi passi di ragionamento e giustificare le sue conclusioni. I sistemi esperti di grandi dimensioni sono equipaggiati con migliaia di regole e richiedono un grande contributo di lavoro e tempo (prevedibile in anni) per essere sviluppati.

4. Esempi di sistemi esperti per l'industria marittima

Si possono enunciare alcune aree di applicazione di IA o SE nell'industria marittima:

- a) Navigazione;
- a) Anticollisione;
- c) Manovra;
- d) Controllo della zavorra;
- e) Movimento del carico;
- f) Controllo strutturale;
- g) Archiviazione dati;
- h) Decisioni per investimenti;
- i) Pianificazione della manutenzione;
- l) Inventarior;
- m) Addestramento e simulazione;
- n) Ormeaggio (progetto, disegno, controllo)
- o) Monitoraggio di bordo.

Alcuni di questi punti sono decisioni di carattere economico, affari che hanno un impatto diretto sulle operazioni marittime. Altri legati ad aspetti tecnici quotidiani ed hanno un'influenza diretta sull'aumento della sicurezza.

5. Applicazione della tecnologia I. A. al pilotaggio di una nave

Da quanto esposto precedentemente emergono chiaramente potenzialità dei S. E. che possono essere così sintetizzate:

- a) automatizzazione dei processi in cui una componente essenziale è l'intuizione dell'esperto e la sua capacità di adeguare il proprio comportamento e la propria strategia di decisione alle caratteristiche del caso in esame.
- b) garantire la stessa qualità di intervento in tutti i casi.

Il punto a) differenza sostanzialmente un S. E. da sistema altamente automatizzato.

Un siffatto sistema potrà supportare sia il lavoro di un operatore «esperto» sia di uno «meno qualificato»:

- l'operatore esperto potrà focalizzare la propria analisi su un'attività di verifica e approfondimento;
- l'operatore meno qualificato potrà usufruire del supporto analitico del «programma esperto» equiparabile a quello di operatore esperto.

Per rispondere a tali esigenze bisogna:

- a) creare lo standard: individuare un minimo di conoscenze di notevole qualità;
- b) formare gli operatori sullo stesso standard;
- c) rendere «esperti» tutti gli operatori.

Questi sistemi si prestano quindi molto bene per applicazioni navali ed in particolare per tutto ciò che concerne la condotta della nave. I tre punti precedenti potrebbero essere così individuati:

- a) disposizioni IMO e Convenzioni;
- b) Scuola e Corsi;
- c) utilizzazione programmi esperti.

Come applicazione si è pensato ad un «Sistema Consultivo per il pilotaggio in sicurezza di una nave». In questo caso il S. E.

si comporta da « ASSISTENTE INTELLIGENTE » o « SISTEMA CONOSCITIVO ».

In questa prima fase ci si è posto i seguenti obiettivi:

- identificare le tecniche di soluzione;
- codificare le tecniche

relativi ai seguenti argomenti:

- 1) Regolamento (figg. 2 e 3);
- 2) Stabilità;
- 3) Manovrabilità (figg. 4, 5 e 6);
- 4) Navigazione in condizione meteo avverse (fig. 7).

Sono stati individuati i seguenti fatti:

- Regolamento per prevenire gli abbordi in mare;
- Elementi geometrici e meccanici delle carene;
- Calcolo istantaneo di G.E.C.;
- Indici di manovrabilità;
- Dinamica della nave nelle diverse condizioni di carico e nelle diverse condizioni meteo-marine.

Pertanto al sistema saranno fornite:

- Le equazioni del moto di una nave di superficie;
- Le equazioni delle forze idrodinamiche sulla carena;
- Azione delle forze aerodinamiche sull'opera morta;
- Azione dei mezzi di manovra (timone, elica/che, ecc.);
- Regole del regolamento;
- Informazioni riguardanti aree congestionate e schemi di separazione del traffico;
- Il fix istantaneo e sua ottimizzazione mediante l'acquisizione dei dati disponibili dalla strumentazione di bordo;
- Informazioni meteo;
- Risposta della nave agli agenti esterni;
- Situazione radar.

6. Conclusioni

Esiste ampia evidenza per prevedere che l'ITA porterà dei cambiamenti significanti nell'industria marittima. I programmi

accademici e scolastici dovranno necessariamente riflettere, prima o poi, tali cambiamenti per mantenere le loro posizioni di leader nella educazione marittima. Non dovranno solamente essere ristudiati i curriculum di studio ma sarà necessario impiegare addestratori intelligenti computerizzati e simulatori.

Gli studi degli allievi nautici dovrebbero beneficiare di una maggiore esposizione alle computazioni numeriche e simboliche. Al momento il PASCAL ed il BASIC sono i soli linguaggi ampiamente diffusi nei curriculum di studio scolastici. Almeno uno dei seguenti altri linguaggi dovrebbe essere insegnato tra i seguenti: LISP, C, PROLOG, o FORTRAN. E' evidente che gli attuali curriculum di studio mancano totalmente di fornire significanti informazioni nel campo dell'intelligenza artificiale. L'uso di sistemi esperti potrebbe migliorare l'addestramento degli allievi nelle operazioni antincendio, manutenzione ed operazione dei motori marini, maneggio di carichi pericolosi e l'aprendimento ed uso delle leggi e dei regolamenti internazionali. Cominciando oggi noi potremmo preservare l'esperienza acquisita e sviluppare sistemi che potrebbero rimanere utili per anni se periodicamente revisionati. Ciò potrebbe contribuire non solo ad un miglioramento dell'istruzione permanente del personale marittimo. Oggi, non è più accettabile perdere l'esperienza di una vita di personale professionale nel momento in cui vanno in pensione.

Attraverso questa discussione si vuole mostrare una via di sviluppo del settore marittimo. Si vuole cioè dimostrare che a questo settore, per le sue peculiari caratteristiche, per il fatto che la preparazione degli operatori si realizza soprattutto con l'esperienza, per la interdisciplinarietà dei problemi trattati, per il fatto che non sono ancora ben note le leggi matematiche che regolano e predicono alcuni fenomeni che interessano la tecnica e l'economia del settore navale, applicabile la tecnica dell'ITA. Inoltre, è prevedibile che siano proprio queste applicazioni a stimolare la ricerca sull'ITA ed a migliorarne il livello riportando il settore marittimo a posizioni leader nelle innovazioni tecnologiche.

SONO UN SISTEMA ESPERTO IN GRADO DI RICONOSCERE
UNA IMBARCAZIONE IN BASE A SISTEMI DI IDENTI-
FICAZIONE DIURNI E NOTTURNI.

N.B. Le mie indicazioni sono valide solo per imbarcazioni com-
pletamente visibili dall'operatore.

PREMI UN TASTO PER INIZIARE LA CONSULTAZIONE

Cosa vedi?
SEGNALI FANALI

Qual è il tipo di Segnale?

bic 2 coni per base	cono a vertice giù	bic 2 coni ai vert
cesta	Pallone nero	Cilindro
3 Palloni neri	Palloni neri	

Qual è la sua posizione?

Nessuna	sovrapposti	A croce
con a pentagono		

Dalle caratteristiche, la nave è intenta alla pesca ed ha una
lunghezza minore di 20m.

1Help 2Go 3WhatIf 4Variable 5Rule 6Set 7Quit
Help the user

Fig. 2

SALVE!
SONO UN SISTEMA ESPERTO IN GRADO DI RICONOSCERE
UNA IMBARCAZIONE IN BASE A SISTEMI DI IDENTI-
FICAZIONE DIURNI E NOTTURNI.

N.B. Le mie indicazioni sono valide solo per imbarcazioni com-
pletamente visibili dall'operatore.

PREMI UN TASTO PER INIZIARE LA CONSULTAZIONE

Cosa vedi?
SEGNALI FANALI

Qual è il tipo di Segnale?

bic 2 coni per base	cono a vertice giù	bic 2 coni ai vert
cesta	Pallone nero	Cilindro
3 Palloni neri	Palloni neri	

Qual è la sua posizione?

Nessuna	sovrapposti	A croce
con a pentagono		

Dalle caratteristiche, la nave è a vela con motore.

1Help 2Go 3WhatIf 4Variable 5Rule 6Set 7Quit
Help the user

Fig. 2

LATERALI : LUCE VERDE (a dritta), ROSSA
a sinistra - SETTORE 112.5

A LUCI COMBinate: come LATERALI per $L < 20m$ - POSIZIONE nel piano longitudinale

DI POPPA : LUCE BIANCA - POSIZIONE a poppa

DI RIMORCHIO : LUCE GIALLA - POSIZIONE a poppa (sopra fanali di poppa) SETTORE 135

VISIBILE PER TUTTO L'ORIZZONTE: COLORE VARIABILE SETTORE 360

INTERMITTENTE : LUCE GIALLA SETTORE 360-120 lampi al minuto

2 in testa albero in testa albero laterale
laterali a luci combinate di poppa
di rimorchio visibile tutto or intermittente

Seleziona i colori dei faali visibili per tutto l'orizzonte

verde rosso bianco

Dalle caratteristiche, la nave è intenta alla pesca a strascico ed ed è vista di giardinetto.

1Help 2Go 3WhatIf 4Variable 5Rule 6Set 7Quit
Help the user

Fig. 3

DI POPPA : LUCE BIANCA - POSIZIONE a poppa

DI RIMORCHIO : LUCE GIALLA - POSIZIONE a poppa (sopra fanali di poppa) SETTORE 135

INTERMITTENTE : LUCE GIALLA SETTORE 360-120 lampi al minuto

VISIBILE PER TUTTO L'ORIZZONTE: COLORE VARIABILE SETTORE 360

2 in testa albero in testa albero laterale
laterali a luci combinate di poppa
di rimorchio visibile tutto or intermittente

Seleziona i colori dei faali visibili per tutto l'orizzonte

verde rosso bianco

Al fine dell'identificazione è necessario conoscere il numero dei faali visibili per tutto l'orizzonte.

2 3 4
3 4

Dalle caratteristiche, la nave non può governare ed è vista di giardinetto.

1Help 2Go 3WhatIf 4Variable 5Rule 6Set 7Quit
Help the user

Fig. 3

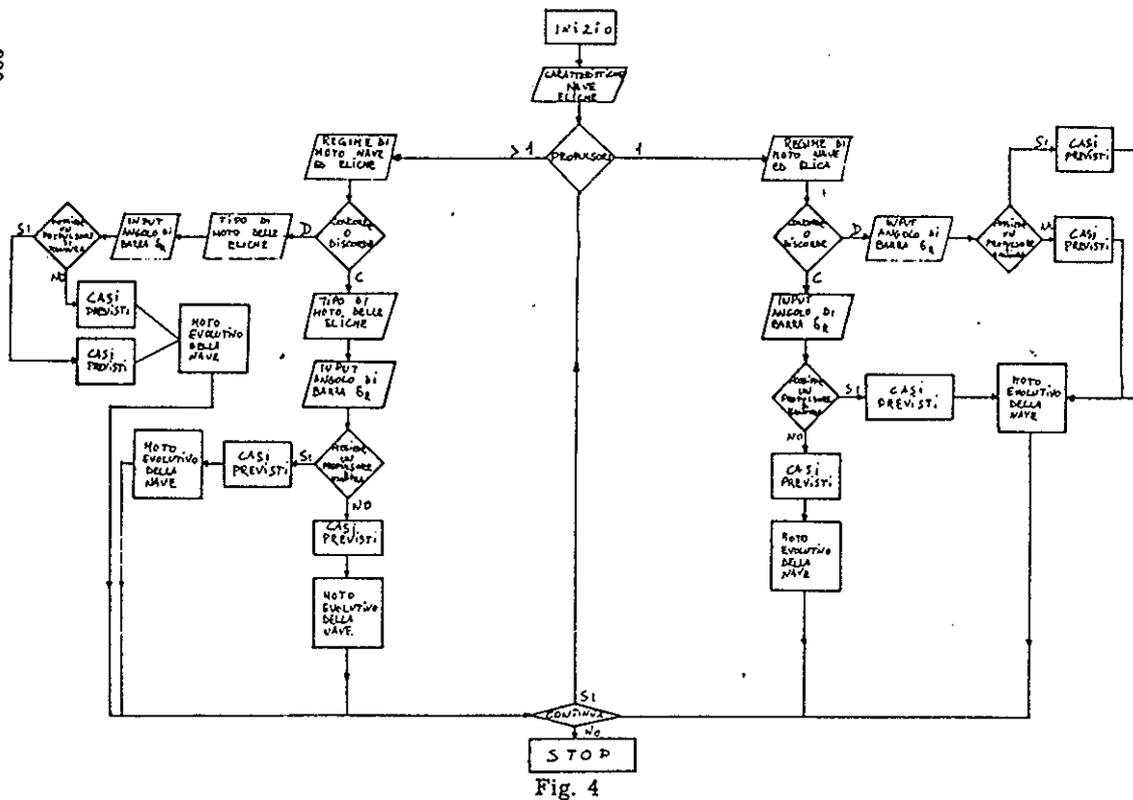


Fig. 4

I DATI DELLA NAVE E DELLA ELICA O PIU' ELICHE DA INSERIRE IN INPUT SONO:

- 1) Forma della carena;
- 2) Rapporto tra l'area del piano di deriva (AD) e l'area della superficie del timone (AR);
- 3) Tipo di elica di manovra e sua collocazione;
- 4) Caratteristiche del o dei propulsori;
- 5) Velocità della nave;
- 6) Condizione di carico;
- 7) Assetto.

REGIMI DI MOTO PREVISTI PER NAVE MONOELICA:

- 1) Elica in marcia avanti: nave ferma o con piccolo moto avanti;
- 2) Elica e nave in moto avanti a velocità normale;
- 3) Elica in marcia indietro: nave ferma o con piccolo moto indietro;
- 4) Elica e nave in moto indietro a velocità normale;
- 5) Nave avanti ed elica nella marcia indietro;
- 6) Nave indietro ed elica nella marcia avanti.

Fig. 5

BIBLIOGRAFIA

- ARNOLD W. R. and BOWIE J. S., 1986, Artificial Intelligence, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, USA.
- BALESTRIERI R., BIANCARDI C. G., 1988, Computational Hydrodynamics and Ship Maneuvering Characteristics, CADMO 88, Southampton, England.
- BALESTRIERI R., BIANCARDI C. G., 1988, The Onboard Maneuvering Simulator-Advisor, CADMO 88, Southampton, England.
- BALESTRIERI R., BIANCARDI C. G., 1986, L'addestramento degli ufficiali con simulatore di manovra a bordo - Shipofficers Training with Onboard Maneuvering Simulator (in Italian) - Bollettino dell'ALDN (Journal of Society of Doctors in Nautical Science - ALDN), No. 4, Napoli.
- BALESTRIERI R., BIANCARDI C. G., 1985, L'errore umano nella manovra della nave - The Human Errors in Maneuvering of Ships (in Italian) - Studi Marittimi, Anno VIII, No. 25, Giugno.
- BALESTRIERI R., BIANCARDI C. G., PETRONZI N., 1985, A Simplified Model of Human Errors in the Maneuvering of Ships. Annali Istituto Universitario Navale, Volume LIV, Napoli, Italy.
- BALESTRIERI R., BIANCARDI C. G., PETRONZI N., 1984, Ship Maneuverability Aspects and Human Factors, Contribution of the Society of Doctors in Nautical Science, in Proceedings of the International Conference « Organized Aids to Safe Maritime Traffic in Mediterranean Areas », Naples, Italy, October 18-20.
- BARON S. and FEHREER C., 1985, An Analysis of the Application of AI to the Development of Intelligent Aids for Flight Crew Tasks, Report prepared by Bolt Beranek and Newman, Inc., Cambridge, Massachusetts, USA, for NASA, Washington, DC, October, report No.: NASA-CR-3944, contract/grant: NAS1-17355.
- BARR A. and FEIGENBAUM E., 1981, « The Handbook of Artificial Intelligence », William Kaufman, Inc., Los Altos, California, USA.
- BIANCARDI C. G., 1988 « On a Simplified Model for an Onboard Maneuvering Simulator and Its Potential Applications to the Ships Control ». Proceedings of PACON 88, Honolulu, Hawaii, USA.
- BIANCARDI C. G., 1987, « Alcune considerazioni su futuri aspetti nell'addestramento e selezione degli equipaggi a bordo di navi - Considerations on the Future of Crew Selection and Training for Automated Ships (in Italian) - », Bollettino ALDN, No. 6, Napoli, Italia.
- BIANCARDI C. G. and DELLWO D. R., 1988, « Machine Management of Marine Operations », Marine Technology, Vol. 25, No. 1.
- BUCHANAN B. G. and Shortliffe E. H. (eds), « Rule-Based Expert Systems », Addison Wesley, New York.
- CHARNIK E. and McDERMOTT D., 1985, « An Introduction to Artificial Intelligence », Addison-Wesley Publishing Co., Reading, Massachusetts.
- CHIPMAN S. F., DAVIS C., SHAFTO M. G., 1986, Personnel and Training Research Program: Cognitive Science at ONR, « Naval Research Reviews », vol. XXXVIII, pp. 2-21.
- CLANCEY W. J., 1984a, Extensions to Rules for Explanation and Tutoring, in « Rule-Based Expert Systems », E. B. Buchanan and E. H. Shortliffe (eds), Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, pp. 531-560.
- COLLINS H. M., GREEN R. H., DRAPER R. C., 1985, Where's The Expertise?: Expert Systems As a Medium of Knowledge Transfer, in « Expert Systems 85 », Proceedings of the Fifth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, M. Merry (ed.), Cambridge University Press, N. Y., pp. 323-334.
- COSTAGUTTA U. F., 1981, Fondamenti di Itronautica, Hoepli, Milano, Italia.
- COX P. R., 1984, How We Built Micro Expert, in « Expert Systems », R. Forsyth (ed), Chapman and Hall, New York, pp. 112-132.
- DICKERSON D. J., 1986, Artificial Intelligence: A Layman's Tutorial, Conference paper, Fleet Management Technology Conference, Boston, Massachusetts, April 15-16.
- DILLINGHAM J. T. and PERAKIS A. N., 1987a, Application of Artificial Intelligence in the Marine Industry: Problem Definition and Analysis, Final Report, Vol. II, Technical Report to Maritime Administration U. S. Department of Transportation, No. MA-RD-770-87016.
- DILLINGHAM J. T. and PERAKIS A. N., 1986, Application of Artificial Intelligence in The Marine Industry; Fleet Management Technology Conference, Boston, Massachusetts, April 15-16.
- FORSYTH R., 1984, The Architecture of Expert Systems, in « Expert Systems », R. Forsyth (ed.), Chapman and Hall, New York, pp. 9-17.
- FEIGENBAUM E. A., 1983, Knowledge Engineering: The Applied Side, in « Intelligent Systems », J. E. Hayes and D. Michie (eds.), Ellis Harwood Limited, Chichester, England, pp. 37-55.

- FOX M. E., 1984, Expert Systems for Education and Training: in «Expert Systems», J. Fox (ed.), Pergamon Intotech Limited, Maidenhead, Berkshire, England, pp. 35-48.
- GRABOWSKI M., 1987, The Piloting Expert System, Fleet Management Technology Conference, Baltimore, Maryland, USA, May 5-6.
- GRABOWSKI M. and WALLACE W. A., 1986, Decision Support to Masters, Pilots and Mates on Watch at Sea and in Close Waters: an Applications of Expert Systems Technology, Fleet Management Technology Conference, Boston, Massachusetts, Usa, April 15-16.
- HARMON P. and KING D., 1985, Expert Systems, John Wiley & Sons, New York.
- HAYES - ROTH F., WATERMAN D. A., LENAT D. B. (eds.), 1983, «Building Expert Systems», Addison-Wesley, London.
- Instituto Idrografico della Marina, 1984, Regolamento Internazionale per prevenire gli abbordi in mare, Genova, Italia.
- KING J., 1986, Expert System in Shipping - Applications and Implications; Fourth International Conference on Maritime Education and Training, Kotka, Finland, September 22-24.
- LEVINE R. I., DRANG D. E., EDELSON B., 1986, «AI and Expert Systems», McGraw-Hill, New York.
- LEWIS D. D., 1987, The Architecture of a Real-Time Expert System for Data Link Monitoring and Management; Naval Engineers Journal, Vol. 99, no. 3, pp. 90.
- MACCALLUM K. J., 1985, Expert Systems Tutorial; Proceedings of Computer Applications in the Automation of Shipyard Operation and Ship Design, 5th, Trieste, Italy, September 16-20, pp. 28.
- MORVILLO A., 1972, Allestimento Navale 3^a Parte, Dispense Studenti Ingegneria Navale, Università degli Studi di Napoli, Italia.
- MOTTE R., 1972, Weather Routing of Ships, Maritime Press, London, U. K.
- PETRONZI N. and VECCHIA FORMISANO A., 1984 La manovra delle navi, A. Vingiani, Torre del Greco, Italia.
- RAWSON K. J. and TUPPER E. C., 1979, Basic Ship Theory Vol. 2, Longman: New York, USA.
- ROBINSON J. A., 1983, «Logical Reasoning in Machines», in «Intelligent Systems», «J. E. Hayes and P. Michie (eds.), Ellis Harwood Limited, Chichester, England, pp. 19-36.

- SANNINO S., 1983, Meteorologia Nautica, Italtipi, Napoli, Italia.
- SHEPHERDON J. C., 1983, The Calculus of Reasoning, in Intelligent Systems, J. E. Hayes and P. Michie (eds.), Ellis Harwood Limited, Chichester, England, pp. 3-17.
- SORRENTINO G., 1960, Manovra Navale, CEDAM, Padova, Italia.
- SPINELLI E., 1964, «Calcoli dei movimenti e delle sollecitazioni di una nave in mare tempestoso per mezzo del metodo dello spettro di energia e della teoria della sovrapposizione», La Marina Italiana, No. 1, Genova, Italia.
- TELLIO E. R., 1987, What Progress Is Being Made in AI?, Dr. Dobb's Journal, pag. 108, Feb.
- YAZDANI M. and NARAYANAN A. (eds.), 1984, Artificial Intelligence, Ellis Harwood Limited, Chichester, England.
- WATERMAN D. A., 1986, A Guide to Expert Systems, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, USA.
- WINSTON P. H., 1977, «Artificial Intelligence», Addison-Wesley Publishing Co., Reading, Massachusetts, USA.