

CIPRODS : UN SISTEMA DI SUPPORTO ALLE DECISIONI NELLE EMERGENZE INDUSTRIALI

G. Di Costanzo, A.M. Gadomski

ENEA C.R. Casaccia

Via Anguillarese 301- 00060 Roma

<http://tispi.casaccia.enea.it/projects/ciprods/>

Sommario

Questo lavoro presenta alcuni risultati nell'area dello sviluppo dei sistemi di supporto alle decisioni per la gestione di emergenze territoriali (EDSS Environmental/Emergency Decision Support System). Il progetto CIPRODS (Civil Italian PROtection Overview and Decision Support System) ha avuto come obiettivo quello di realizzare un prototipo di uno strumento di supporto alle decisioni, da usare nel corso di emergenze nel settore industriale.

Il progetto è stato parzialmente finanziato dal Programma di Ricerca del CNR del Gruppo Nazionale di Ricerca per la Difesa dai Rischi Chimico-Industriali ed Ecologici, per gli anni 1995 e 1996. Per migliorare l'intervento real-time dei decisori è stato usato un approccio che integra nuove tecnologie informatiche come il ragionamento su base di casi (CBR), gli Agenti Intelligenti e tecnologie GIS (Geographic Information System). L'architettura del sistema completo è stato diviso in 3 moduli funzionali: Diagnostico, Predittivo e Decisionale.

Parole chiavi : Sistemi di Supporto alle Decisioni, Gestione dell'Emergenza, Agenti Intelligenti, Ragionamento su Basi di Casi, Valutazione del rischio.

1. INTRODUZIONE

Negli ultimi anni si è assistito ad un enorme progresso nel campo delle tecnologie informatiche e nelle telecomunicazioni. Di conseguenza le possibilità di fronteggiare le emergenze territoriali, facendo uso in modo efficiente di tali tecnologie è aumentato continuamente. D'altra parte però il compito di gestire le emergenze industriali diventa sempre più difficile per l'aumento di complessità dei sistemi industriali moderni, che diventano cause ipotetiche di rischio, come possibili sorgenti di catastrofi prodotte dall'uomo. La società, già soggetto alle catastrofi naturali, diventa così più vulnerabile.

In questi anni abbiamo anche assistito a un crescente interesse nelle collaborazioni internazionali tra i vari attori coinvolti in ricerche in questo campo. Tra le varie attività portate avanti negli ultimi anni, possiamo citare il progetto GEMINI (Global Emergency Management Information Network Initiative [1], le conferenze annuali del TIEMS (The International Emergency Management Society) e altre organizzazioni mondiali come la SCS (Society for Computer Simulation), che includono anche la sessione "Mission Earth", tra le altre organizzate annualmente, e il recente workshop europeo sui EDSS (Emergency Decision Support System), tenuto presso l'ENEA. Tutte queste iniziative testimoniano un crescente interesse nella gestione dell'emergenza e rappresentano un'ottima opportunità per lo scambio di esperienze e per la presentazione di nuove soluzioni tecnologiche e nuove idee relative alla costruzione di sistemi informativi territoriali e strumenti di supporto alle decisioni.

2. I SISTEMI DI SUPPORTO DECISIONALE NELLE EMERGENZE (EDSS)

Come conseguenza dell'aumentata complessità degli impianti industriali, l'ammontare dell'informazione necessaria per la gestione è così alta, che la probabilità di errore umano durante un'emergenza non è trascurabile [2]. D'altra parte il trovarsi di fronte a situazioni inaspettate richiede, da parte dei managers, elaborazioni mentali e applicazioni immediate di complesse conoscenze professionali, che, se non usate appropriatamente, possono causare decisioni sbagliate. Così decisioni incorrette o intempestive, prese dai manager dell'emergenza, possono far aumentare le perdite umane, economiche, culturali, invece di mitigarle. Quindi, durante la mitigazione dei disastri, l'importanza della qualità dei managers è sempre maggiore. L'attuale crescita esplosiva dei metodi e componenti dell'*information technology* [4], conduce non solo alla maggiore disponibilità di sofisticati strumenti di reperimento informazioni, ma anche al miglioramento qualitativo del supporto decisionale dei managers dell'emergenza.

Lo scopo del nostro lavoro è di dare un contributo concreto allo sviluppo di un sistema che, integrando nuove tecnologie informatiche come gli Agenti Intelligenti [5][8][12][15][16], il Ragionamento su Basi di Casi[7][13] e sistemi GIS [6][11], e applicando tali tecnologie alla progettazione e sviluppo di un sistema di Supporto Decisionale che sia usabile durante incidenti industriali su vasta scala territoriale.

La prevenzione e la gestione di una situazione di crisi è assicurata dalla cooperazione di un set di attori specializzati (protezione civile, autorità locali e regionali), distribuiti geograficamente in un dato territorio, e che devono comunicare e collaborare durante la crisi.

La linea di ricerca degli EDSS si propone di fornire uno strumento per rendere ai decisori più facile il compito di risolvere il problema a cui si trovano di fronte durante l'emergenza. Il mondo degli EDSS negli ultimi anni si è venuto arricchendo di centinaia di prodotti software che forniscono ai potenziali utilizzatori una varietà di informazioni e servizi nei diversi settori di attività riguardanti la gestione delle crisi (gestione di databases, monitoraggio, sistemi di allarmi, previsioni, , etc.) Il problema è che questi sistemi sono di ausilio per l'utilizzatore per cui sono stati costruiti, ma difficilmente si prestano al riuso in contesti differenti e all'integrazione con altri EDSS. Per cercare di valorizzare questa grossa base di strumenti ad alto contenuto tecnologico si è tenuto a Roma presso la sede dell'ENEA il workshop europeo sugli EDSS, promosso sulla scia del Progetto europeo NOW (Not Only Wildfires). Quello che si pensa di fare in futuro è di creare una base comune di prodotti riutilizzabili e un *working group* che faccia da tramite tra gli sviluppatori e i potenziali utenti di EDSS.

3. OBIETTIVI DEL PROGETTO

L'obiettivo del progetto è stato quello di realizzare un prototipo di uno strumento di supporto alle decisioni, da usare nel corso di emergenze nel settore industriale. E' stata presa come riferimento l'attività della Protezione Civile, che riguarda il monitoraggio continuo, tramite la sala operativa che riceve informazioni notizie e richieste, delle condizioni di anormalità. Il suo primo compito è il riconoscimento di una situazione di pericolo che potrebbe avere ripercussioni sul territorio e sulla popolazione circostante, e che sia tale da richiedere un intervento per il ripristino della situazione di normalità. A fronte di questo riconoscimento è necessario, nel più breve tempo possibile, da una parte predisporre e attuare tutte le procedure più idonee volte a fronteggiare la situazione di pericolo in atto, e dall'altra avere informazioni precise sulle possibili conseguenze e sviluppi dell'evento incidentale. Il progetto è stato parzialmente finanziato dal Programma di Ricerca del CNR del Gruppo Nazionale di Ricerca per la Difesa dai Rischi Chimico-Industriali ed Ecologici, per gli anni 1995 e 1996.

Nella prima fase del progetto è stata definita l'architettura completa del sistema e sono stati sviluppati i moduli diagnostico e predittivo. Nella seconda fase sono state incluse nuove funzionalità del sistema GIS, ampliando le informazioni in esso contenute a tutte le regioni d'Italia, ed è stata realizzata l'architettura del modulo decisionale.

4. L'ARCHITETTURA DEL SISTEMA DI SUPPORTO ALLE DECISIONI

L'architettura del sistema completo di supporto alle decisioni è stato diviso in 3 sottosistemi o moduli (figura1) : Diagnostico, Predittivo e Decisionale.

Il modulo **Diagnostico** riguarda il riconoscimento dell'evento incidentale, a partire dall'introduzione dei sintomi, utilizzando la metodologia del "Case Base Reasoning", che attraverso un ragionamento su una base di casi predefinita sulla base dell'esperienza, offre delle soluzioni a dei cosiddetti *ill defined problems*, cioè a situazioni in cui, per la scarsità di informazioni a disposizione del *decision-maker* è necessario fornire possibili soluzioni anche per condizioni al contorno non chiaramente definite.

E' stata utilizzata una banca dati relativa a informazioni sulle principali industrie a rischio, fornita dalla P.C., ricavata da "INDAGINE TERRITORIALE SUGLI IMPIANTI INDUSTRIALI SOGGETTI A NOTIFICA", promossa dalla P.C. ad aggiornata al mese di luglio 1993. Il database comprende circa 200 industrie soggette alla legge 175/88 (con obbligo di notifica) e contiene informazioni riguardanti l'industria e il territorio circostante l'impianto.

Un'altra importante fonte di informazioni sono le banche dati delle sostanze chimiche pericolose che potrebbero cioè essere oggetto di incidenti con conseguenze per la popolazione. Poter disporre immediatamente di dati sugli effetti tossici di queste sostanze e sui possibili rimedi è un vantaggio nello stabilire misure di salvaguardia. Esistono in commercio e sono facilmente reperibili differenti banche dati di questo tipo. Nel prototipo sviluppato dall'ENEA sono state considerate tutte le sostanze pericolose previste dal DM 555/87 e dal DPR 175/88, unicamente con le frasi di rischio e i consigli di prudenza associati a ciascuna di esse.

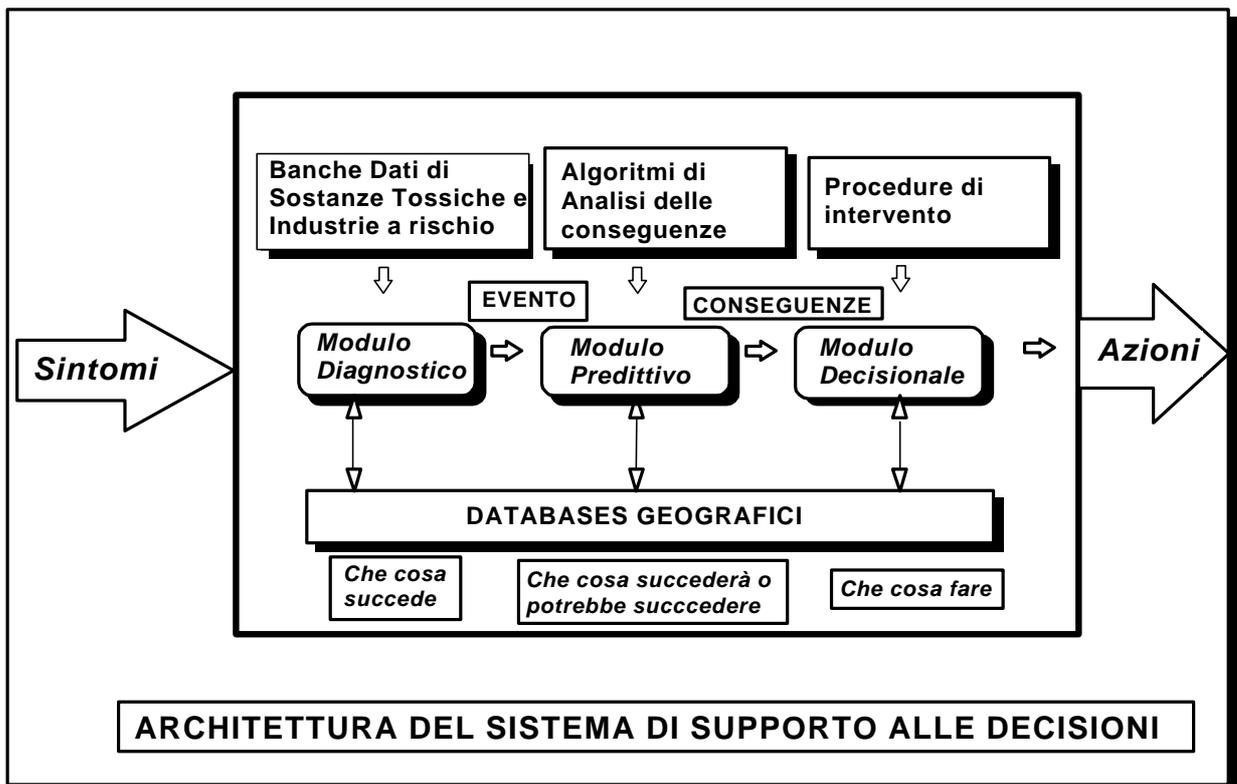


Figura 1

Il modulo **Predittivo**, il cui compito è quello di descrivere i possibili scenari evolutivi per gli eventi incidentali ipotizzati dal sistema diagnostico. Mediante l'utilizzo di algoritmi e di metodologie di analisi delle conseguenze sarà fornita l'area di impatto nella zona circostante l'industria; verrà, cioè considerato l'effetto sulla popolazione residente, l'ambiente e altre infrastrutture che si vogliono salvaguardare.

Il modulo **Decisionale**, attraverso l'implementazione di un modello di decision-making, rende possibile suggerire all'operatore l'azione più opportuna rispetto ad una particolare situazione di emergenza. Questo modulo dovrà avere come input sia i dati relativi alle conseguenze dell'incidente identificato nelle fasi precedenti, sia le procedure di intervento applicabili in tutte le situazioni di emergenza che si possono in qualche modo prevedere. L'output del sistema consisterà in azioni o gruppi di azioni che il sistema suggerirà di effettuare come risposta agli eventi incidentali.

I 3 sottosistemi utilizzano una comune base di dati cartografici, che consente, attraverso una rapida localizzazione, una identificazione precisa dello scenario incidentale sul territorio competente, con la visualizzazione completa del contesto. Nella base dati di tipo geografica è contenuto il layout della penisola italiana in termini di regioni, province, capoluoghi di provincia, e sono riportati anche i confini comunali, i fiumi e i laghi. Su questo layout è possibile visualizzare circa 200 industrie a rischio presenti sul territorio associate a tutte le loro informazioni caratteristiche.

5. IL MODULO DIAGNOSTICO

5.1 La situazione di allarme e di emergenza.

In genere una situazione di allarme è spesso preceduta da uno o più sintomi caratteristici dell'evento che devono essere valutati nel contesto in cui si presentano. I risultati di tale valutazione possono o far trasformare una condizione di preallarme in una di vera e propria emergenza o far rientrare l'allarme stesso in quanto l'evento viene giudicato non sufficientemente pericoloso o comunque facilmente gestibile. La valutazione dei sintomi deve essere quindi il più rapida possibile, in quanto, nel caso si debba intervenire, qualsiasi ritardo potrebbe contribuire ad un incremento dei danni a persone o cose. La difficoltà di valutazione dei sintomi si presenta particolarmente difficile per questa serie di motivazioni:

- in genere nelle prime fasi non si ha un quadro completo di tutti i dati che caratterizzano l'evento o contribuiscono a renderlo pericoloso;
- vi può essere difficoltà a reperire, in tempi brevi, gli esperti in grado di valutare in modo attendibile i sintomi;
- i sintomi da valutare rappresentano o possono comunque rappresentare una situazione nuova e non ben conosciuta.

Per queste ragioni si ritiene che un supporto informatico, che in questa fase aiuti nella valutazione e diagnosi del caso sia di estrema utilità per il gestore dell'emergenza.

Di seguito viene illustrato come la metodologia "Case Base Reasoning", cioè *Ragionamento su una Base di Casi* possa essere applicata in questa fase.

5.2 La Base dei Casi.

Una Base di Casi può essere concepita come un Data Base contenente tutte le informazioni associate a *situazioni caratteristiche* e tipiche relative a incidenti e/o eventi che possono condurre a situazioni di emergenza.

Ogni evento viene in essa rappresentato come un *caso*. La rappresentazione del caso è *object oriented*. Ciò significa che un singolo caso viene rappresentato come un oggetto che possiede una serie di attributi, i cui contenuti o valori rappresentano le caratteristiche (*features*) del caso stesso.

Avendo i casi una struttura ad oggetto, essi possono essere *classificati*, ovverosia raggruppati in diversi contenitori, chiamati *classi*, al cui interno verranno suddivisi in base alla loro *somiglianza*; in altre parole tutti i casi relativi ad un certo tipo di incidente provocato per esempio da rilasci tossici in aria apparterranno ad una certa classe, mentre quelli relativi, per esempio, a inquinamento di falde acquifere apparterranno ad un'altra classe e così via.

5.3 Ragionamento su una Base di Casi

Il ragionamento sulla Base di Casi si attua nel momento in cui è necessario trattare un nuovo caso, che può presentarsi inizialmente come una serie di sintomi, e che, in primo luogo, deve *essere valutato*.

Un nuovo caso è in genere caratterizzato da una incompletezza dell'informazione ad esso associata. Questo significa che non tutte le caratteristiche che definiscono in modo preciso il caso sono generalmente conosciute subito nel momento in cui esso si presenta. Ciò è vero nei casi di incidenti industriali, per i quali spesso il gestore dell'impianto può non voler fornire o non essere in grado di fornire tutti gli elementi caratterizzanti, ma è vero anche nei casi di calamità meteorologica per i quali la previsione futura non è sempre sicura e attendibile.

Il nuovo caso è in altre parole caratterizzato solo da una serie limitata di informazioni ad esso associata (più o meno precisa), che rappresenta un *insieme di sintomi* attraverso cui deve essere fatta una valutazione di tipo *diagnostico*.

Una ricerca *intelligente* nella Base dei Casi può essere molto utile al fine di valutare il nuovo caso. Detta ricerca consiste in un *confronto intelligente* fra le caratteristiche del caso nuovo e quelle dell'insieme dei casi presenti nella Base di Casi al fine di estrarre da essa i casi che risultano più simili a quello attuale. L'analisi e la valutazione dei casi selezionati può essere di grande supporto per la valutazione del caso attuale

Come è visualizzato in fig. 2 il metodo non si riferisce a una Base di Conoscenza ma a una Base di Casi. Il singolo caso è rappresentato con i seguenti attributi :

1. Il titolo del problema che il caso rappresenta;
2. La descrizione del problema, in linguaggio naturale, che rappresenta le principali caratteristiche del caso;
3. Un set di attributi che rappresentano variabili o parametri del caso stesso. Tali attributi possono essere associati al caso come un set di domande che descrivono l'attributo stesso, e le cui risposte forniscono un valore all'attributo in relazione con il problema descritto dal caso. Gli attributi possono essere numerici o simbolici;
4. Un set di suggerimenti o azioni da eseguire per risolvere il caso.

Come mostrato in fig.2 il metodo di soluzione del problema diagnostico inizia con il processo di

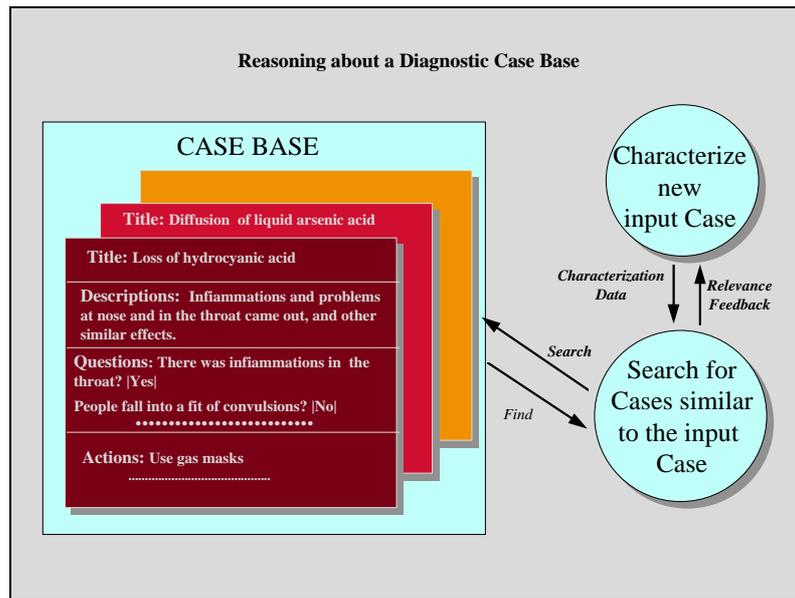


Figura 2

caratterizzazione di un nuovo caso. Il caso è caratterizzato introducendo una descrizione generale (usando il linguaggio naturale) del problema e definendo i valori degli attributi (rispondendo alle domande), che sono conosciuti all'utente del sistema. Usando questi dati di input il sistema cerca nella base di casi, ordinando i casi differenti in termini di maggiore o minore similarità con il caso configurato.

Il metodo "Case Base Reasoning" attua il confronto fra caratteristiche dei casi nei modi seguenti:

- confronto di tipo testuale fra alcune caratteristiche dei casi stessi. Il confronto non prevede di norma un match perfetto tra il testo di riferimento e quello da confrontare. Mediante tecniche di imperfect matching è possibile associare diversi gradi di somiglianza ai confronti.
- confronto di tipo *numerico* fra altre caratteristiche. Questo confronto può essere effettuato per parametri caratteristici quali livelli di concentrazione di inquinanti, caratteristiche meteorologiche etc. Anche in questo caso si possono utilizzare tecniche di match imperfetto utilizzando logiche di tipo *fuzzy*.

Un aspetto molto importante per questo tipo di confronto risulta essere la definizione dei *gradi di importanza o pesi*, delle diverse caratteristiche dei casi in relazione al tipo di incidente da trattare. E' evidente che la presenza sul territorio coinvolto di industrie di produzione di una certa sostanza tossica ha un alto grado di importanza in relazione ad un caso di rilasci di inquinamenti. Questi pesi rappresentano la cosiddetta *memoria associativa*, che arriva a un massimo quando, sulla base delle esperienze passate, un valore di un certo attributo è considerato determinante per il caso in esame.

Il metodo di tipo "Case Base Reasoning" assegna a tutti i casi presenti nella Base dei Casi, sulla base dei sopracitati confronti, un punteggio che risulta tanto maggiore quanto maggiore è la somiglianza con il nuovo caso.

5.4 Aggiungere nuovi Casi alla Base dei Casi.

Il processo di inserzione di nuovi casi nella Base dei Casi è un processo molto importante al fine di incrementare l'efficienza del sistema. Un sistema basato sul "Case Base Reasoning" infatti, può dare risposte anche utilizzando una base di casi ridotta. In questo caso però le risposte del sistema non possono che risultare inefficienti in quanto difficilmente esso riuscirà a trovare casi abbastanza simili a quello attuale.

Inserire nuovi casi nella base di casi significa inserire *ulteriore conoscenza* che il sistema potrà utilizzare. Un sistema di questo tipo quindi è un sistema che *apprende* proprio attraverso i nuovi casi che vengono inseriti nella base.

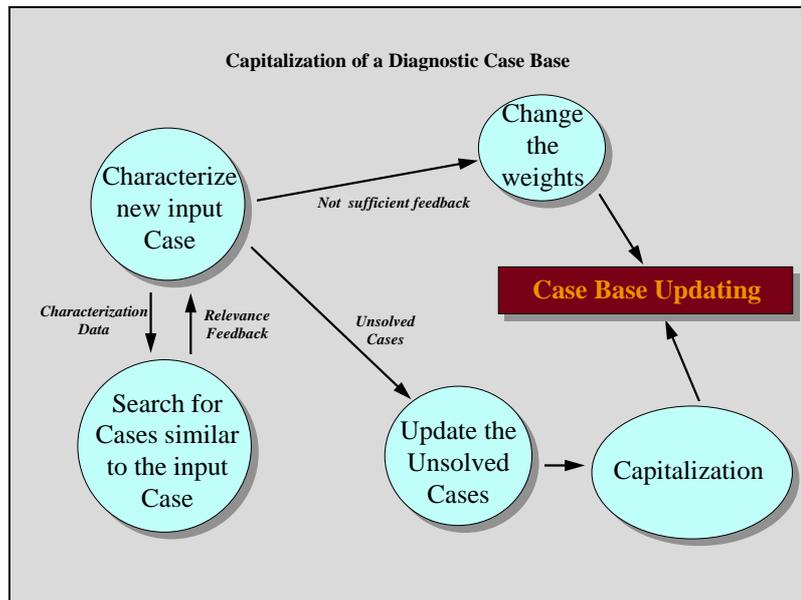


Figura 3

Come è visualizzato in fig.3, dopo la ricerca di casi simili, usando il processo di rilevanza in feedback, l'esperto del problema può valutare il grado di bontà della conclusione raggiunta assegnando agli attributi un set di valori. Se invece il risultato non rientra nelle aspettative dell'esperto, ci sono due possibilità:

- 1) Il caso trovato non rientra tra le aspettative per una non corretta definizione del set di pesi associati ai relativi attributi. Si aggiornano quindi i pesi.
- 2) Il caso trovato non rientra tra le aspettative perché nella base di casi c'è una mancanza di conoscenza relativa al caso considerato. In questa situazione il caso in esame viene considerato un caso non-risolto.

Nella seconda ipotesi il caso in esame viene *capitalizzato*, cioè introdotto nella base di casi e preso in considerazione per successive analisi. E' necessario considerare che casi non-risolti possono essere generati anche per introduzione di dati di input contenenti errori o contraddizioni, cosa che non si presenta in casi reali.

6. IL MODULO PREDITTIVO

Il modulo di simulazione predittiva può essere concepito come "strumento di supporto al ragionamento" del generico agente che deve gestire una emergenza [3].

Esso deve sostenere l'analisi WHAT IF che un responsabile della gestione delle emergenze deve svolgere sulle conseguenze che un intervento può provocare, in ragione della sua localizzazione nel dominio di applicazione e della sua natura.

Un modulo di questo tipo dovrebbe disporre di una base di conoscenza sul dominio di applicazione, di un modello per ogni situazione di interesse e di un algoritmo di simulazione. La simulazione è la capacità di un modello matematico, implementato in un computer, di generare un comportamento del sistema che si vuole simulare, il più possibile simile a quello reale. Il loro uso consente di poter effettuare valutazioni di situazioni di emergenza e del loro possibile evolversi prima che si verifichino, e quindi di poter prendere i provvedimenti più opportuni in tempo utile. A tale riguardo particolarmente utili si presentano i supercalcolatori, che sono in grado di svolgere le complesse computazioni (tanto più quanto più il modello è raffinato) in tempi molto brevi. Oltre ai simulatori numerici è possibile impiegare altri metodi qualitativi di analisi delle conseguenze, ad esempio metodi empirici per la valutazione rapida di elementi critici in emergenza, come l'area di impatto per un dato rilascio incidentale

Collegata con un sistema informativo territoriale è la possibilità di usare uno o più simulatori predittivi per la valutazione della gravità della situazione in istanti successivi. Ad esempio, avendo a disposizione dati

meteorologici è possibile calcolare con sufficiente approssimazione e in tempi rapidi (in particolare usando calcolatori molto veloci come quelli ad elaborazione parallela), l'andamento delle concentrazioni di sostanze tossiche in aree estese.

I simulatori possono essere molto utili nel campo della gestione dell'emergenza, in particolare se integrati in sistemi esperti. In questo caso è il sistema esperto stesso che, sulla base della particolare situazione di pericolo in atto, decide quale simulatore usare, fornisce i dati di input (tra quelli disponibili), e alla fine della simulazione interpreta i risultati ottenuti, in base agli scopi che si vogliono raggiungere. Facendo un esempio schematico, si può pensare al solito rilascio accidentale di sostanze pericolose in aria. I dati di input sono il tempo e la quantità di sostanza rilasciata, i dati meteorologici, etc.. Il simulatore calcola le dosi assorbite dalle popolazioni circostanti, e il sistema esperto, in base a questi risultati, genera delle raccomandazioni da seguire (evacuare, restare al chiuso o altri rimedi). I simulatori che è possibile usare nel campo della gestione delle emergenze industriali sono i più svariati; in particolare possiamo citare:

- simulatore del fuoco e della sua propagazione;
- simulatori della diffusione di inquinanti in aria e in acqua;
- simulatore di evacuazione di persone;
- simulatore di esplosioni.

Questi o altri simulatori potranno essere inclusi nel sistema di supporto alle decisioni anche in tempi successivi a quello del suo rilascio, in quanto l'architettura è di tipo aperto, cioè si è lasciata la possibilità di inserire altri componenti, in particolare altri simulatori nel momento in cui si rendano disponibili.

6.1 Il metodo speditivo

Il metodo speditivo consente la determinazione della cosiddetta "area di impatto", definita come la zona di pianificazione di emergenza esterna, sulla base di specifiche assunzioni sulle ipotesi incidentali che riflettono criteri generali di vulnerabilità. I dati di input del metodo riguardano le caratteristiche e la quantità di sostanza oggetto dell'incidente e il tipo di attività ad essa associata (modalità di stoccaggio, di trasporto o altro). Come output si ottiene la forma dell'area di impatto (circolare, semicircolare o settore circolare; in questi 2 ultimi casi l'orientamento segue quello della direzione del vento), e la sua estensione superficiale.

Il metodo viene utilizzato in pratica dal dipartimento P.C.. Nella applicazione realizzata viene fornita graficamente la visualizzazione dell'area di impatto, nel contesto territoriale dell'area incidentata, sovrapponendola allo strato che rappresenta la distribuzione di popolazione. In questo modo è possibile anche determinare il numero delle persone coinvolte nell'area di impatto. Nel sistema sono state riportate le tabelle di utilizzo pratico contenute nelle linee guida del documento "PIANIFICAZIONE DI EMERGENZA ESTERNA PER IMPIANTI INDUSTRIALI A RISCHIO DI INCIDENTE RILEVANTE", emesso dal Dip. P.C., ed è stato seguito lo stesso metodo in esso descritto.

7. IL MODULO DECISIONALE

Con questo modulo viene suggerita l'azione da eseguire nella situazione particolare in cui ci troviamo. Ogni possibile azione dovrà essere stata preventivamente definita in corrispondenza di ogni situazione ipotizzata. Un sistema di menu attivi (goal oriented) guiderà l'operatore a selezionare l'operazione più adatta, secondo priorità e criteri stabiliti in precedenza e indicati esplicitamente al sistema. Normalmente, nei processi decisionali umani questi criteri sono impliciti, nel senso che operiamo sempre avendo bene in mente una scala di preferenze personali. Per poter implementare un processo decisionale su computer, è necessario definire chiaramente questi criteri e preferenze relative all'agente dell'emergenza che deve operare delle scelte. Nell'esempio classico della sostanza inquinante diffusa in aria, l'operatore dovrà decidere se è più importante avvisare la popolazione consigliando dei rimedi oppure cercare di bloccare subito la causa che produce il danno, o altro ancora. A seconda di questi criteri di preferenza il sistema opererà delle scelte di priorità sulle azioni possibili. Una volta presa una decisione, si sarà avviata una certa attività; tutte le attività relative ad una situazione di emergenza saranno tenute sotto controllo e aggiornate quando necessario.

7.1 Gli Agenti Intelligenti

Per definizione un agente intelligente è un componente software che agisce per realizzare i compiti che il proprio utente gli chiede. I compiti che possono essere richiesti ad un agente sono tutti quelli che un programma software è in grado di eseguire. Nell'eseguire compiti ripetitivi di tutti i giorni, la gente spende molto tempo nel cercare, filtrare, e processare informazioni. Delegare alcuni processi di informazione agli agenti intelligenti potrebbe aumentare la produttività e ridurre il carico di lavoro. A tale scopo, ricerche recenti hanno prodotto agenti per il filtraggio di posta elettronica, gestione di meeting e filtraggio di notizie dalla rete. Tale compiti coinvolgono un solo utente con un solo agente software. Esistono compiti, comunque, che richiedono più complessi requisiti software e possibili interazioni tra molti utenti. A tale scopo è necessaria una architettura di distribuiti multi-agents come collezione di Agenti intelligenti.

Agli agenti possono essere associate le caratteristiche umane del suo utente, come desideri, abitudini, intenzioni; inoltre sono in grado di percepire il comportamento dell'utente e di adattarvisi.

Vengono distinti due nozioni di agente. La nozione di agente 'debole' considera associate all'agente le proprietà di :

- autonomia : l'agente opera anche senza l'intervento diretto dell'uomo;
- abilità sociale : gli agenti interagiscono tra di loro;
- reattività . l'agente percepisce il suo ambiente e reagisce a cambiamenti in esso;
- "pro-activeness" : l'agente ha la capacità di prendere l'iniziativa per raggiungere i suoi obiettivi.

La nozione di agente 'forte' include oltre alla capacità di learning anche attitudini specificamente umane come razionalità, veridicità, adattabilità, desideri, etc.

Il concetto di agente è impiegato nei sistemi che gestiscono automaticamente la posta elettronica in base agli interessi dell'utente, per lo scheduling di meeting, in cui sono gli agenti dei singoli partecipanti a fissare gli orari per gli appuntamenti, per tutti quei problemi di filtraggio di informazioni da sorgenti distribuite, e per la notifica di eventi di particolare interesse per l'utente.

Rimangono aperte alcune questioni fondamentali come la definizione di un ambiente standard per lo sviluppo di agenti, che consenta anche di risolvere alcuni grossi problemi come quello della comunicazione tra i diversi agenti, o quello della risoluzione di conflitti durante il processo di negoziazione. Nonostante ciò esistono già numerosi tentativi di definizione di architetture hw/sw che soddisfino le specifiche dei concetti teorici di agente, e anche linguaggi di cui esistono alcuni esempi, con cui gli sperimentatori cercano di implementare alcune caratteristiche dell'agente.

La costruzione del modello da noi proposto di agente intelligente è basato su relazioni tra i seguenti concetti base:

informazioni	i	: come è la situazione (prima, ora, in futuro)
conoscenza,	k	: come la situazione può essere classificata
preferenze,	p	: che cosa è più importante?
goal,	g	: che cosa bisogna ottenere?



Figura 4

nuove informazioni provenienti dal dominio di attività.

Tutti i concetti menzionati si riferiscono a un predefinito dominio di attività, che può essere reale o astratto. Lo stato del dominio di attività (d-d-a) è rappresentato dall'informazione.

Il dominio di attività dell'agente è il dominio di riferimento del suo sistema di conoscenza.

Informazione : rappresenta lo stato del d-d-a, come lo stato di un mondo di oggetti, che sono simbolicamente rappresentati nel d-d-a.

Il sistema di preferenza PS è il meccanismo di base che ogni agente usa per generare il proprio intervention-goal. E' attivato da

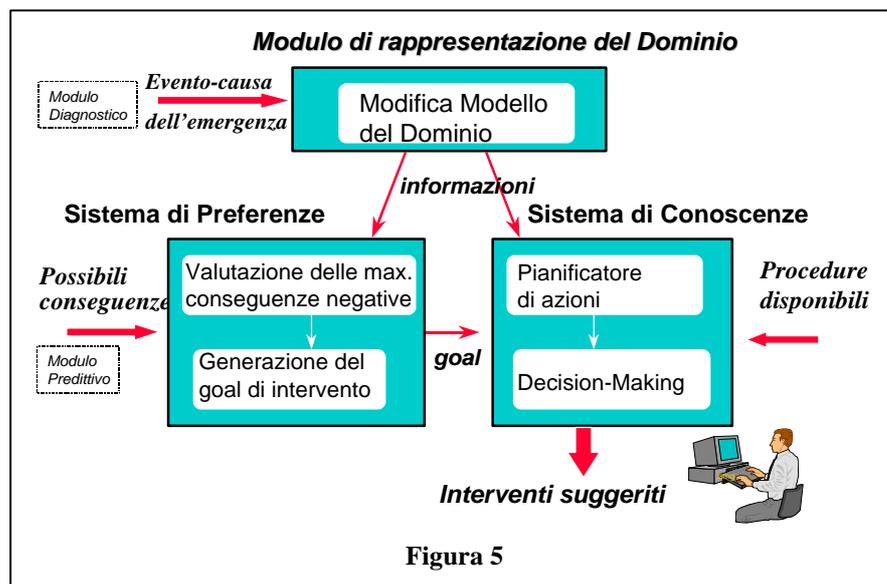
Il sistema di conoscenza è il meccanismo che ogni agente usa per generare azioni volte alla modifica del dominio di attività, in accordo all'intervention-goal corrente.

Questi processi sono implementati tramite il cosiddetto *abstract simple agent* (ASA). La sua architettura è definita come un triangolo composto da (fig.4) : **ADS**, **PS**, and **KS**.

ASA ha conoscenza e preferenze fisse, ma la scelta del goal dipende dalle informazioni correnti.

7.2 Gli agenti intelligenti nella gestione delle emergenze

Presentando un caso nel campo della gestione delle emergenze, e riferendosi alla fig.5, possiamo definire il dominio di attività dell'operatore dell'emergenza, come quello contenente tutti gli oggetti di sua competenza. Nel caso di un evento che produce un'emergenza, questo produce una modifica nel dominio di attività, che farà attivare il sistema di preferenze. Questo, anche sulla base delle informazioni provenienti dal modulo predittivo, genererà il goal di intervento. Il sistema di conoscenza sulla base di questo goal e delle informazioni contenute nel dominio di attività, produrrà la o le procedure più idonee a risolvere la situazione di emergenza e a riportarla in condizione di normalità.



8. IL PROTOTIPO SVILUPPATO

8.1 Base dei casi relativa ai sintomi

Una base di casi relativa ai sintomi è progettata in maniera tale che l'utente possa risalire a tutte le sostanze che provochino un dato sintomo alle persone, agli animali e all'ambiente. La caratteristica principale di questa base di casi è che l'utente può inserire le informazioni in suo possesso in linguaggio naturale e, tali informazioni, possono anche essere incomplete.

La base di casi dei sintomi è stata strutturata in modo che l'utente possa trovare le sostanze tossiche, che siano state causa dei sintomi per una certa parte consistente della popolazione, o anche per animali o per l'ambiente. L'utente di tale sistema inserisce i dati che egli conosce (uno o più sintomi), e il sistema, sulla base di tali informazioni, visualizza una lista di sostanze probabili cause di tali sintomi, ciascuna con una certa probabilità di affidabilità.

E' stata realizzata, utilizzando il tool CBR Express come dimostrazione una base di casi contenente una ventina di sostanze tossiche diverse con i relativi sintomi. Ad ogni caso che corrisponde a una sostanza sono state poi associate delle domande. In fig.6 è mostrato il titolo, descrizione, domande ed eventuali azioni relative alla coppia di sostanze *toluene e diisocianato di toluene*, che presentano sintomi simili. Il sistema

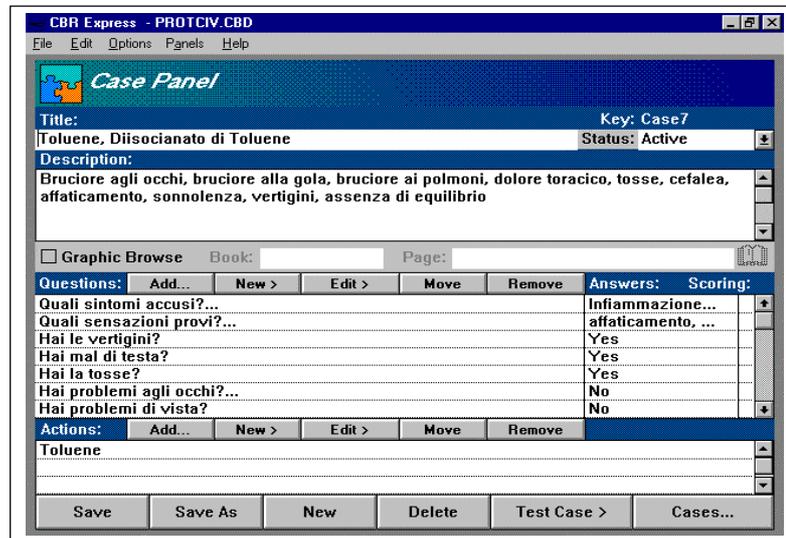


Figura 6

può anche formulare delle domande e quindi fornire ulteriori indicazioni sulle informazioni che l'utente dovrà reperire per poter ulteriormente discriminare la base dei casi.

Una base di casi così strutturata appare molto efficace nell'aiutare l'operatore in una ricerca che sarebbe altrimenti molto lunga e complicata. Si vuole comunque sottolineare che un tale sistema fornisce all'utente delle indicazioni lasciandogli comunque ampia libertà di scelta e decisione finale.

Il Sistema Diagnostico fornisce in output le industrie, ordinate in base alle distanze (fig.7). La distanza delle industrie dal punto in cui si sono verificati i sintomi può dare una idea della probabilità che

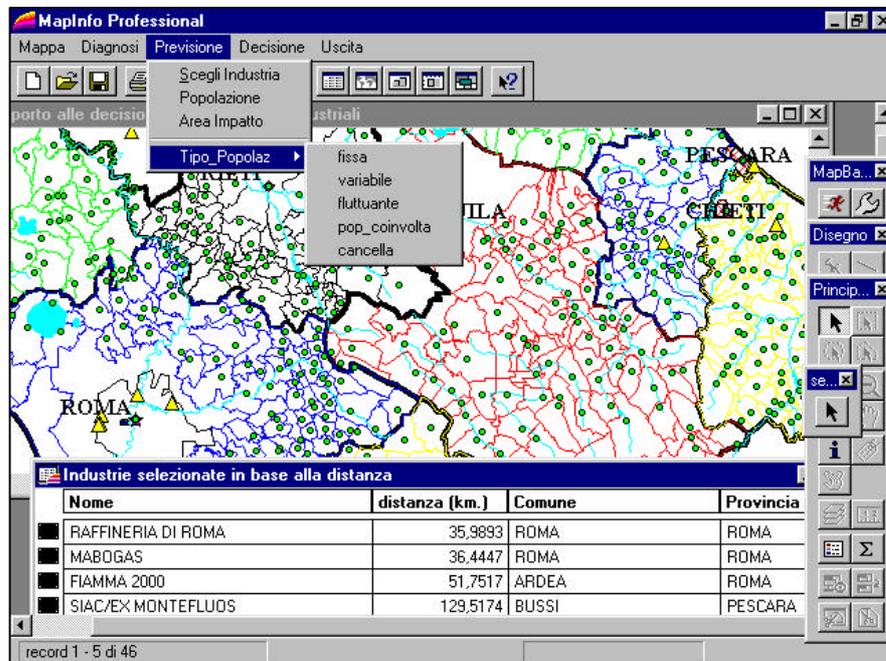


Figura 7

l'incidente sia avvenuto proprio in quelle industrie più vicine alla zona colpita. E' possibile visualizzare anche le singole informazioni riguardanti ciascuna delle singole industrie, come pure il territorio circostante. Con delle verifiche fatte in loco o con telefonate ai responsabili di stabilimento ci si potrà accertare della situazione di incidente reale in una delle industrie così selezionate.

Utilizzando il metodo speditivo è poi possibile visualizzare graficamente l'area di impatto per il tipo di incidente identificato. L'estensione e la forma di tale area dipende dal tipo e dalla quantità della sostanza coinvolta, e dalla sua modalità di stoccaggio. Inoltre sovrapponendo l'area di impatto allo strato della popolazione si ricava il numero delle persone coinvolte, che sono quelle che ricadono entro i limiti dell'area stessa.

Un'altra possibilità è quella di sovrapporre una mappa cartografica relativa alla zona. Tale mappa deve essere prima convertita in forma digitale (cioè di tipo raster) e poi introdotta nel sistema cartografico Mapinfo (fig.8). In questo modo è possibile visualizzare tutti i particolari della zona contenuti nella mappa stessa (strada, reti, ecc.).

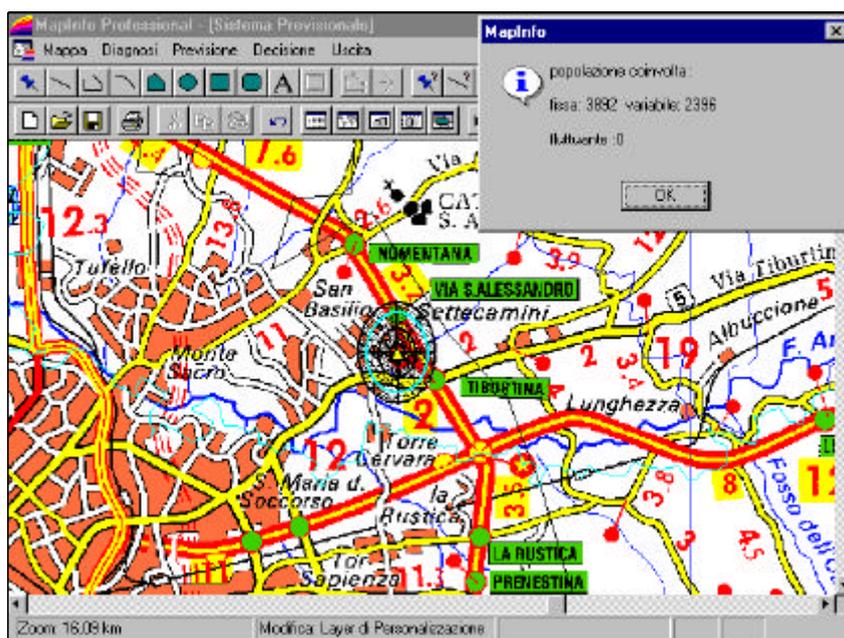


Figura 8

9. CONCLUSIONI

Lo scopo del prototipo realizzato è stato di dimostrare la validità dei sistemi di supporto alle decisioni nel campo della gestione delle emergenze. Per poter passare dalla fase di prototipizzazione a quella della realizzazione di un sistema di supporto pienamente efficiente, occorre chiaramente superare le limitazioni poste nella fase prototipale.

In sintesi il sistema proposto rappresenta un tentativo di modellare l'attività di gestione dell'emergenza attraverso l'utilizzo di tecnologie avanzate dell'Intelligenza Artificiale e delle nuove discipline informatiche. Le funzionalità tipiche del gestore dell'emergenza sono state individuate nelle tre distinte fasi di diagnosi, predizione e decisione, che corrispondono ai tre momenti cruciali di una emergenza. Tali funzionalità sono state poi implementate e integrate attraverso la applicazione di tre differenti metodologie (CBR, Agenti Intelligenti e GIS). I risultati ottenuti suggeriscono un ulteriore approfondimento dei metodi e delle tecnologie applicate.

Per quanto riguarda gli aspetti implementativi, per il database delle industrie ad alto rischio, occorre aggiungere alle circa 200 industrie presenti, un numero sensibilmente maggiore e occorre avere dati più precisi riguardo le varie sostanze impiegate e le quantità in gioco. Per quanto riguarda la base di casi relativa alle sostanze tossiche e ai loro sintomi usati nel CBR Express, occorre riportare in essa tutte le sostanze presenti nel database delle industrie, ed occorre validare con l'aiuto di un esperto la sintomatologia associata a ciascuna sostanza. Per rendere maggiormente rappresentativa l'area visualizzata nell'intorno dell'incidente, è utile avere anche l'indicazione delle strade che passano nelle vicinanze di ciascun'industria, per poter avere anche informazioni sulla raggiungibilità del luogo dell'incidente e sulla possibilità di sgomberare l'area pericolosa. Infine per poter usare appieno le potenzialità del sistema decisionale, occorre inserire per ogni

situazione di emergenza, le procedure più opportune per la salvaguardia dell'uomo e dell'ambiente; a tale fase è necessaria la partecipazione di un esperto di tali procedure.

10. REFERENZE

- [1] Information about **GEMINI** project and the ENEA contribution at:
<http://www.werg.casaccia.enea.it/ing/tispi/gadomski/gad-gemi.htm>
- [2] V. Andersen, S. Bologna, G. Di Costanzo. ISEM Information Technology Support for Emergency Management. *Proceedings of the SRA-Europe Fourth Conference*, Rome, Oct., 1993.
- [3] C. Balducelli, S. Bologna, G. Vicoli. Computer Simulation of Emergency Scenarios for Multi-Agents Cooperative Work, *Proceedings of the SCS Simulation Multi- conference*, La Jolla, California, April, 1994.
- [4] A.M. Gadomski, J.M. Zytkow. Abstract Intelligent Agent: Basic Concepts and Problem.. *In the Preprints of the Second International Round-Table on Abstract Intelligent Agent: Situation Assessment*, Rome, A.M. Gadomski (editor). ENEA, Feb., 1994
- [5] A.M. Gadomski,, S.Bologna, G.Di Costanzo, G. Intelligent Decision Support for Cooperating Emergency Managers: The TOGA Based Conceptualization Framework. *Proceedings of the TIEMEC conference*, Nice, May 9-12,1995.
- [6] C. Balducelli, S. Bologna, G. Di Costanzo, A.M. Gadomski, G. Vicoli. Computer Aided Training for Cooperating Emergency Managers: Some Results of MUSTER Project. *Proceedings of "MEMbrain Conference on International Aspects of Emergency Management and Environmental Technology"*, Oslo, June, 1995.
- [7] C. Balducelli, S. Bologna, G. Di Costanzo, A. M. Gadomski, G. Vicoli. Case Base Reasoning Approach in industrial accident assessment and management. *Proceedings of TIEMEC'96: The International Emergency Management and Engineering Conference*, Montreal, May 28-31, 1996.
- [8] A. M. Gadomski, G. Di Costanzo. Intelligent Decision Support System for Industrial Accident Management : Abstract Intelligent Agent Based Modeling. *Proceedings of European Simulation Symposium*, Genoa, October 24-26 1996.
- [9] G. Di Costanzo, A.M.Gadomski. A Prototype of an Active Decision Support System, based on an Abstract Intelligent Agent Architecture. *Proceedings of "TIEMEC 1997: The International Emergency Management and Engineering Conference"*, Copenhagen, June 10-13, 1997.
- [10] A. M. Gadomski, C. Balducelli, S. Bologna and G. DiCostanzo. Integrated Parallel Bottom-up and Top-down Approach to the Development of Agent-based Intelligent DSSs for Emergency Management. *Proceedings of TIEMS98 The Annual Conference of The International Emergency Management Society*, Washington, D.C. , May 19-22, 1998.
- [11] G. Di Costanzo and A. M.Gadomski Active DSS for industrial emergency management based on GIS I International Conference and Exhibition on Geographic Information. Lisbon, September 7-11, 1998.
- [12] Y. Shoham Agent-oriented programming. *Artificial Intelligence* 60 51-92,1993.
- [13] Case Base Reasoning, a special publication of *The Knowledge Engineering Review*, Vol. 9, N. 4, December 1994.
- [14] *Communication of the ACM J.*(1994) Special Issue: Intelligent Agents, vol.37, n.7 .
- [15] Ch. Guilfoyle, E. Warner. Intelligent Agents: the New Revolution in Software. *The Ovum Report*, May, 1994.
- [16] M.J. Wooldridge and N.R. Jennings. *Intelligent Agents*. Springer Verlag. 1995.