



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	102007901534388
Data Deposito	21/06/2007
Data Pubblicazione	21/12/2008

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	25	J		

Titolo

METODO E SISTEMA PER LA INTERAZIONE E COOPERAZIONE DI SENSORI, ATTUATORI E ROBOT

Descrizione dell'invenzione industriale dal titolo:

“Metodo e sistema per la interazione e cooperazione di sensori, attuatori e robot”

A nome SPACE SOFTWARE ITALIA S.P.A.

Con sede in Viale del Lavoro 101 – 74100 TARANTO

Inventori: Carlo GIANCASPRO, Francesco FEDI, Rocco DE MATTEIS,
Sante CANDIA

* * * * *

Campo dell'invenzione

La presente invenzione si riferisce a un metodo e ad un sistema per la interazione e cooperazione di sensori, attuatori e robot utilizzabile in particolare in missioni che siano caratterizzate dalla stretta cooperazione tra agenti autonomi che sono ospitati da sensori, attuatori o automi mobili.

Stato della Tecnica

Sono noti robot e sistemi per la gestione di robot per l'esecuzione di operazioni rischiose per l'uomo.

Detti sistemi prevedono metodi per il controllo di singoli nodi, ciascuno formato da almeno un sensore od attuttore sino ad essere formati da insiemi di sensori ed attuatori privi di intelligenza propria e scarsamente interconnessi. In altri termini, sia i sensori che gli attuatori fanno capo a uno o più operatori umani i quali supervisionano costantemente lo stato dell'ambiente tramite i sensori facenti capo al medesimo od ad altri nodi e comandano uno o più attuatori facenti capo ad uno o più nodi per impartire modifiche all'ambiente circostante.

In altri casi, il sistema prevede che i robot siano dotati di intelligenza, ma il flusso di dati riveniente dalla sensoristica fissa transita ed è veicolato da una stazione centrale che, di solito, fa parte della postazione operatore.

Tale interazione mediata dalla stazione centrale comporta vari svantaggi. Il primo attiene la scarsa scalabilità del sistema, poiché al crescere del numero dei nodi di sensori/attuatori si richiedono risorse sempre maggiori alla stazione centrale.

Un altro svantaggio attiene alla scarsa affidabilità del sistema, poiché per la sua natura gerarchica il sistema ha un ben determinato punto critico, rappresentato dalla stazione centrale, che spesso coincide con quella dell'operatore, il quale è chiamato a supervisionare singoli robot del tutto indipendenti tra loro.

Un ulteriore problema discende dalla difficile adattatività a scenari dinamici; questa è una diretta conseguenza dei punti precedenti, in quanto in un sistema dinamico e non predicibile è altamente probabile che si possano presentare condizioni di carico e/o di operatività inattese con conseguente degrado delle prestazioni del sistema o impossibilità di esecuzione delle stesse per via del sovraccarico del singolo punto di smistamento delle informazioni, la postazione centrale/operatore.

Da ciò, deriva una maggiore vulnerabilità a guasti ed errori per l'alta complessità di funzioni concentrata su un singolo nodo del sistema.

In ultimo, un ulteriore problema consiste nella scarsa manutenibilità: l'elevata concentrazione in numero e complessità delle funzioni affidate al nodo centrale comporta anche un aggravio di manutenibilità sia cor-

rettiva che evolutiva del nodo e quindi dell'intero sistema che su di esso si basa.

Da quanto esposto appare chiaro che, sebbene la tecnica nota offra sistemi dotati di nodi intelligenti, questi soffrono di ben specifiche criticità per via della natura gerarchica che li caratterizza e che mira a concentrare in pochi nodi la quasi totalità delle funzioni vitali del sistema.

Sommario dell'invenzione

Scopo della presente invenzione è quello di indicare un metodo e sistema per la interazione e cooperazione di sensori, attuatori e robot, che determini un sostanziale alleggerimento del carico di lavoro della postazione centrale, offrendo una maggiore robustezza dell'intero sistema.

Un altro scopo della presente invenzione è quello di rendere maggiormente flessibile ed autonomo il comportamento dei singoli nodi, consentendo di operare in condizioni ambientali ed operative mutevoli o impreviste.

Un ulteriore scopo della presente invenzione è quello di fornire un metodo che guidi ciascun nodo intelligente a scegliere la successione di azioni migliore in relazione al contesto.

Secondo un primo aspetto dell'invenzione pertanto, ci si propone di raggiungere gli scopi suddetti, realizzando un sistema di interazione e cooperazione di sensori, di attuatori e di robot che, conformemente alla rivendicazione 1, comprende nodi incorporanti detti sensori, attuatori e/o insiemi di questi, definenti robot, detti nodi essendo muniti di una interfaccia di comunicazione, mezzi di distribuzione dati per una distribuzione selettiva di informazioni, atti a fornire le funzionalità per la gestione e

l'uso di servizi di distribuzione dati, basati su un paradigma "Publisher/Subscriber" in architettura paritaria peer-to-peer così da consentire la diffusione selettiva delle informazioni e da offrire una fornitura di servizi a qualità garantita; mezzi di interfacciamento atti a consentire una interazione trasparente tra detti mezzi di distribuzione dati e sottosistemi di sensori e/o attuatori, in modo che ciascuno di detti nodi sia sede di ricezione e generazione di dati risultando integrato in una rete di detti nodi; in cui detti robot sono dotati di mezzi propri di elaborazione di dati atti alla gestione e controllo di se stessi nell'ambiente.

Secondo un altro aspetto dell'invenzione ciascuno di detti nodi intelligenti è munito di mezzi secondo cui definire le caratteristiche essenziali e le fasi di una missione operativa, interpretare quanto definito e operare la scelta comportamentale più corretta in relazione al contesto, rendendosi autonomo rispetto all'uomo, seppur limitatamente ad un set di comportamenti, predefinito da un operatore in relazione alle caratteristiche hardware/software del nodo medesimo, al suo ruolo ed alla tipologia di missione.

Secondo un altro aspetto dell'invenzione, i suddetti scopi sono raggiunti mediante un metodo di interazione e cooperazione di sensori, attuatori e robot, implementabile mediante un sistema comprendente nodi incorporanti detti sensori, attuatori e/o insiemi di questi, definenti robot, detti nodi essendo muniti di

- una interfaccia di comunicazione,
- mezzi di distribuzione dati per una distribuzione selettiva di informazioni, atti a fornire le funzionalità per la gestione e l'uso di servizi di distribu-

zione dati, basati su un paradigma "Publisher/Subscriber" in architettura paritaria peer-to-peer così da consentire una diffusione selettiva delle informazioni e da offrire una fornitura di servizi a qualità garantita;

- mezzi di interfacciamento atti a consentire una interazione trasparente tra detti mezzi di distribuzione dati e sotto-sistemi di sensori e/o attuatori, in modo che ciascuno di detti nodi sia sede di ricezione e generazione di dati risultando integrato in una rete di detti nodi;

ed in cui detti robot sono dotati di mezzi propri di elaborazione di dati atti alla gestione e controllo di se stessi nell'ambiente e sono atti ad implementare almeno uno dei seguenti:

- mezzi logici di definizione attraverso cui un operatore sia messo in grado di definire:

- a) almeno una politica o regola operativa da rispettarsi durante l'espletamento di compiti;

- b) una missione operativa intesa come una successione logica di attività da svolgere;

- c) l'inter-dipendenza tra dette attività e detta almeno una politica da rispettare durante l'esecuzione di esse;

- mezzi logici di interpretazione, attraverso cui interpretare comandi definiti mediante detti mezzi logici di definizione per lo svolgimento della missione;

- mezzi di memorizzazione di procedure comportamentali, che formano l'insieme di tutti i possibili comportamenti che può adottare il singolo nodo, intesi come successioni di azioni e attività;

detto metodo comprendente, conformemente alla rivendicazione 7, le seguenti fasi:

- a) definizione di politiche e regole operative fondamentali;
- b) definizione di una missione in termini di successioni di azioni da intraprendere nel rispetto di dette politiche;
- c) definizione ed assegnazione di ruoli a ciascun nodo, in relazione alle sue caratteristiche hardware/software;
- d) caricamento o attivazione, in relazione al ruolo assegnato ad un robot, di un set di comportamenti in una libreria di comportamenti, in modo che ciascun robot sia in grado di operare autonomamente;
- e) esecuzione da parte del robot di azioni in relazione alle condizioni ambientali, comandi impartiti e interpretati, politiche definite e al set di comportamenti attivi nella libreria dei comportamenti.

Grazie a tali caratteristiche i vantaggi offerti dall'invenzione sono un elevato grado di autonomia dei nodi che cooperano al compimento della missione operativa, modificando in tempo reale il proprio comportamento per adattarsi dinamicamente alle mutevoli condizioni ambientali, operative ed al comportamento degli altri nodi che formano il sistema.

Il sistema oggetto della presente invenzione, denominata di seguito per brevità SAM (Sistema Adattativo Multifunzione), prevede quattro tipologie di nodi, che in relazione alle loro caratteristiche hardware/software implementano almeno uno dei seguenti mezzi:

1) mezzi logici di definizione 1.1, definiti editor dei comandi, attraverso cui un operatore sia messo in grado di definire:

- le politiche da rispettarsi durante l'espletamento dei compiti;

- la missione operativa intesa come una successione logica di attività da svolgere;
- l'inter-dipendenza tra dette attività e le politiche da rispettare durante l'esecuzione di esse, ad esempio politiche di sicurezza e riservatezza;

2) mezzi logici di interpretazione 1.2, definiti esecutore dei comandi, attraverso cui interpretare i comandi definiti grazie all'editor dei comandi per lo svolgimento della missione;

3) mezzi per la memorizzazione di procedure comportamentali 1.3, definiti libreria dei comportamenti, che formano l'insieme di tutti i possibili comportamenti che può adottare il singolo nodo, in particolare una libreria è specifica per ciascun nodo realizzando una sorta di specializzazione per ciascuno di essi, oppure in relazione al bilanciamento della distribuzione delle attività sul numero dei nodi;

4) mezzi per la distribuzione selettiva delle informazioni 1.4, definiti sistema di distribuzione dati, atti a fornire le funzionalità per la gestione e l'uso di servizi di distribuzione dati basati sul paradigma "Publisher/Subscriber" in architettura paritaria, detta anche in inglese peer-to-peer, consentendo la diffusione selettiva delle informazioni e offrendo, se possibile e necessario, la fornitura di servizi a qualità garantita;

5) mezzi per l'interfacciamento e l'adattamento di piattaforma 1.5, atti a consentire l'interazione trasparente tra detto Sistema di distribuzione dati e la piattaforma che lo ospita, ad es. i driver di un sensore/attuatore, od un complesso di sensori/attuatori;

Tutti i nodi implementano sia mezzi per la distribuzione selettiva dei dati 1.4 in modo da poter relazionarsi con la restante rete di nodi, che gli adattatori di piattaforma 1.5 in modo da poter correttamente operare sulla piattaforma HW/SW che li ospita.

In particolare, si definisce qui di seguito micro-SAM un nodo che ha il compito di asservire un generico sensore/attuatore ad un nodo intelligente, tipicamente SAM-Client, descritto in seguito. Il micro-SAM fornisce ad un sensore/attuatore “stupido” l’intelligenza necessaria per poter essere connesso ad un nodo SAM-Client.

Si definisce qui di seguito mini-SAM un nodo che, in modo del tutto autonomo, consente l’interazione di più sensori/attuatori “intelligenti” con gli altri nodi del sistema tipicamente SAM-Server e SAM-Client.

Inoltre, si definisce SAM-Client un nodo che implementa l’esecutore dei comandi 1.2, la libreria dei comportamenti 1.3. Detto nodo è in grado di prendere decisioni autonome acquisendo informazioni sulle condizioni ambientali, tramite quanto rilevato dai sensori ad esso connessi direttamente o meno, oppure sullo stato della rete di nodi. In particolare, l’esecutore dei comandi 1.2 interpreta i comandi impartiti, ad esempio dal nodo SAM-Server, ed in accordo alle regole operative che vagliano le condizioni ambientali ed operative correnti individua il comportamento più idoneo del nodo. In altre parole, al verificarsi di un evento, l’interprete dei comandi accede alla libreria dei comportamenti, e seleziona quello più idoneo tenendo conto di fattori quali:

- l’attività corrente;
- le politiche o regole operative;

- le condizione ambientale;
- lo stato degli altri nodi con cui sta cooperando.

E' opportuno evidenziare che il generico evento può essere scatenato sia da mutate condizioni ambientali, sia dal comportamento di uno qualunque dei nodi, sia da nuove direttive impartite al nodo.

Nello specifico l'esecutore dei comandi 1.2 si basa sul paradigma denominato Evento-Condizione-Azione (ECA), il quale verifica costantemente la coerenza delle attività svolte con le condizioni ambientali al fine di porre in atto le eventuali azioni correttive.

In particolare, un SAM-Client, è tipicamente un robot ospitato su di una piattaforma munita di sensori e/o attuatori ed in grado di spostarsi nell'ambiente, scegliendo i comportamenti e le azioni da intraprendere sulla base delle direttive impartitegli, le politiche operative e le condizioni ambientali acquisite da sensori, eventualmente interfacciati tramite uno o più micro-SAM.

Un SAM-Server è un nodo intelligente che implementa l'editor dei comandi 1.1, l'esecutore dei comandi, 1.2, la libreria dei comportamenti 1.3, ed in più implementa mezzi per l'interazione uomo/macchina ed, eventualmente, una o più interfacce per la memorizzazione di dati su supporti esterni, ad es. Data Base.

In particolare, un SAM-Server consente all'operatore di definire la missione che viene memorizzata nel Data Base e distribuita attraverso l'infrastruttura di telecomunicazione ai vari nodi del sistema fornendo a ciascuno le idonee direttive. Esso consente, inoltre, all'operatore di su-

pervisionare le attività dei vari nodi, lo stato ed i risultati raggiunti da ciascuno attraverso una medesima infrastruttura di comunicazione.

Tutte le suddette categorie di nodi sono dotati di mezzi di comunicazione, preferibilmente wireless.

Il metodo oggetto della presente invenzione comprende le seguenti fasi:

- a) definizione di politiche o regole operative del sistema;
- b) definizione della missione in termini di successioni di azioni da intraprendere del rispetto di dette politiche;
- c) definizione dei ruoli di ciascun nodo;
- d) memorizzazione, in ciascun nodo intelligente, del set di comportamenti nella rispettiva libreria, in relazione al ruolo assegnato al nodo nella missione da compiere, tale ruolo di solito dipende dalle caratteristiche costruttive dello stesso, oppure dai sensori/attuatori ad esso connessi, ad esempio un nodo scandagliatore è munito di sensori/attuatori diversi da un nodo escavatore e dunque possiede un diverso set di comportamenti;
- e) esecuzione dei comandi in relazione alle condizioni ambientali, azioni da compiere, politiche definite e comportamenti pre-caricati nella libreria dei comportamenti 1.3.

Risulta chiaro che la definizione di detti mezzi rende possibile implementare architetture di nodi estremamente flessibili, modulari e adattative.

Breve descrizione delle figure

Ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'invenzione risulteranno maggiormente evidenti alla luce della descrizione dettagliata di una forma di

realizzazione preferita ma non esclusiva di un sistema di interazione e cooperazione di sensori, di attuatori e di robot, illustrato a titolo esemplificativo e non limitativo con l'ausilio delle unite tavole di disegno in cui:

la figura 1 rappresenta uno schema relazionale del flusso di informazioni e dei mezzi necessari alla definizione di un'architettura di un sistema in grado di porre in atto il metodo sopra descritto;

la figura 2 rappresenta la relazione tra le diverse tipologie di nodi costituenti il sistema oggetto della presente invenzione ed il loro ruolo nel sistema;

la figura 3 rappresenta uno scenario operativo relativo ad una specifica implementazione del SAM per le missioni di sminamento tramite squadre di robot cooperanti, come di seguito descritto.

Descrizione di una forma di realizzazione preferita dell'invenzione

Secondo una forma di realizzazione preferita il sistema SAM viene impiegato nell'ambito di una missione di bonifica di terreni da ordigni esplosivi e mine.

Nell'ambito di dette attività il SAM viene impiegato nelle seguenti fasi:

- Pianificazione della Missione di Bonifica dell'Area, in cui l'operatore, a mezzo di un SAM-Server definisce l'area da bonificare, la strategia di bonifica, e le risorse allocate a tale attività;
- Scandagliamento dell' Area da Bonificare, in cui l'area oggetto di bonifica viene scandagliata da parte di robot facenti parte del sistema SAM al fine di individuare e segnalare la presenza di ordigni esplosivi;
- Securizzazione dell'Area da parte di ulteriori robot facenti parte del sistema SAM, in cui gli ordigni individuati sono resi innocui o tramite

esplosione di una carica esplosiva, o tramite separazione del detonatore dal materiale esplosivo.

Vi è inoltre una fase di propedeutica alle fasi operative e che consta delle seguenti attività principali svolte preferibilmente, ma non necessariamente, nell'ordine riportato:

1. Predisposizione e configurazione della infrastruttura di comunicazione su cui si innesteranno i nodi SAM del sistema;
2. Predisposizione e configurazione dei componenti SAM-Server e loro collegamento ad eventuali sistemi di controllo gerarchico più elevato;
3. Predisposizione e configurazione dei componenti SAM-Client e loro collegamento alla infrastruttura di comunicazione;
4. Predisposizione e configurazione dei componenti micro-SAM e loro collegamento (i) ai sensori/attuatori che essi servono ed (ii) al SAM-Client di supporto;
5. Predisposizione e configurazione dei componenti mini-SAM e loro collegamento (i) ai sensori/attuatori che essi servono ed (ii) alla infrastruttura di comunicazione;
6. Predisposizione e configurazione dell'infrastruttura di sicurezza a protezione del sistema e dei nodi SAM che lo compongono.

Pianificazione della Bonifica

In questa fase l'Operatore, a mezzo di un SAM-Server pianifica la missione di Bonifica per una o più aree da bonificare. Tale fase si articola nelle seguenti procedure operative:

- Definizione dell'Area da Bonificare, che mira alla caratterizzazione dell'Area da bonificare definendone (i) le caratteristiche planimetriche quali, ad esempio confini, eventuali zone a rischio e/o ostacoli non facilmente individuabili autonomamente dai veicoli, aree di vegetazione;
- Definizione delle Politiche, al fine di indicare: (i) la strategia per lo scandagliamento, certificazione, securizzazione nonché le mutue dipendenze tra le diverse fasi, (ii) le unità di lavorazione quali la composizione dei team, cioè il quanto minimo di lavorazione, il lotto base di terreno attribuito al singolo robot;
- Composizione dei team di automi, in termini di numero di nodi e relative specializzazioni, (ii) risorse di comunicazione in termini di banda ad essi riservata, (iii) risorse di calcolo, (iv) squadra di operatori umani ed artificieri.

Scandagliamento dell'Area da Bonificare

Questa è la prima fase esecutiva della bonifica, essa mira ad individuare tutti gli ordigni esplosivi presenti sull'area e segnalarne con precisione la loro posizione. Tale fase si articola nelle seguenti procedure operative:

- Scandagliamento Tattile dell'area, che mira ad identificare gli ordigni esplosivi tramite opportuni sensori tattili di cui sono equipaggiati i Robot Esploratore. Tale scandagliamento è la prima, e spesso unica, indagine volta ad individuare ed identificare l'eventuale ordigno sepolto.
- Scandagliamento complementare di un oggetto, che viene eseguito automaticamente nel caso in cui i risultati forniti dal sensore

tattile non soddisfano i requisiti minimi di confidenza. Tale scandagliamento per tal motivo risulta essere complementare a quello tattile ed è eseguita da un robot munito di sensore che si basa su tecniche di rilevazioni differenti da quello tattile, ad es. un Ground Penetration Radar.

- Certificazione dell'area, che mira a verificare in modo certo che non vi siano ordigni non rilevati dalle procedure di scandagliamento precedente.

Securizzazione dell'Area da Bonificare

Questa fase serve ad eliminare gli ordigni esplosivi individuati nella fase di scandagliamento. Alla fine di questa fase l'area risulta essere bonificata e le attività si considerano terminate. Di seguito sono elencate le sue procedure operative:

- Predisposizione dell'Area alla sua Securizzazione, che mira a predisporre l'area ad essere liberata dagli ordigni esplosivi.
- Neutralizzazione degli Ordigni, che mira a rendere gli ordigni innocui, o facendoli brillare tramite le Cariche Esplosive Teleoperate azionate da un comando a distanza eseguito dalla Postazione di Controllo di Missione.

Di seguito vengono riportati i ruoli ricoperti dai diversi nodi.

Un nodo di tipo SAM-Server rappresenta il pianificatore della missione, per mezzo del quale un operatore è posto in grado di definire la missione a mezzo dell'editor dei comandi 1.1, per es. in termini di area o territorio da bonificare o ripulire, nodi partecipanti etc., e la distribuisce

all'intera rete di nodi per mezzo del sistema di distribuzione dati 1.4 e degli adattatori di piattaforma 1.5.

Un altro nodo di tipo SAM-Server rappresenta il supervisore della missione. Questo implementa l'editor dei comandi 1.1 per consentire all'operatore di poter intervenire sul singolo nodo e teleguidarlo nel caso non sia in grado di risolvere autonomamente la problematica in atto. Detto supervisore implementa anche l'esecutore dei comandi 1.2 e dunque la libreria dei comportamenti 1.3 per interpretare le politiche precedentemente definite dal pianificatore della missione in modo da consentire la formulazione di nuove direttive nel rispetto di dette politiche. Detto nodo implementa anche l'adattatore di piattaforma 1.5 ed il sistema di distribuzione dei dati 1.4.

Un ulteriore nodo di tipo SAM-Server è implementato su una postazione mobile e rappresenta il team leader, che consente all'operatore di muoversi con esso nell'ambiente operativo per controllare un ben definito numero di robot; questo nodo implementa l'editor dei comandi 1.1, l'esecutore dei comandi 1.2 e, dunque la libreria dei comportamenti 1.3, oltre che l'adattatore di piattaforma 1.5 ed il sistema di distribuzione dei dati 1.4; di fatto il SAM-Server con funzione di team leader replica, seppur in subordine, il ruolo del Supervisore di missione, limitando la propria azione ad una ben definita porzione dell'intera squadra di nodi.

I nodi di tipo SAM-client assumono i seguenti ruoli in relazione alle caratteristiche costruttive:

- robot scandagliatori a cui è affidato il compito di compiere uno scandagliamento pervasivo della zona da bonificare al fine di rile-

vare gli oggetti immersi nel terreno e più in generale in materiale incoerente e definirne la forma;

- robot specializzati per approfondire l'indagine su oggetti che il robot scandagliatore non sia riuscito ad identificare con un sufficiente grado di confidenza;
- robot attuatori equipaggiati con utensili specifici per le attività quali la ripulitura di una zona dalla vegetazione o da residui che possono intralciare le operazioni;
- robot artificieri a cui è affidato il compito di deporre cariche teleoperate atte all'esplosione controllata degli ordigni individuati;
- robot certificatori atti a garantire l'assoluta assenza di "Falsi Negativi", ovvero ordigni non individuati, e quindi, ad abilitare il passaggio dell'uomo sull'area.

Su ciascuno dei SAM-client vengono caricati i set comportamentali, oppure se ne possono abilitare alcuni set e disabilitarne altri a seconda della specifica situazione operativa e del ruolo ricoperto dal nodo.

Di seguito vengono riassunte le principali fasi cui si compone una missione di sminamento completa:

- a) definizione di un'area da bonificare;
- b) definizione di politiche operative;
- c) composizione di un team di robot;
- d) scandagliamento del terreno da parte di almeno un primo robot facente parte del team avente un ruolo prescritto;

- e) scandagliamento del terreno da parte di almeno un robot facente parte del team avente un ruolo prescritto dotato di ulteriori mezzi più sofisticati laddove un oggetto non viene identificato con certezza;
- f) predisposizione dell'aria alla securizzazione a mezzo della deposizione di esplosivo da parte di un robot avente un ruolo prescritto, quando un ordigno è stato rilevato;
- g) certificazione di un'area in modo da avere la certezza che non contenga ordigni esplosivi non identificati nella fase di scandagliamento;
- h) eliminazione della vegetazione, da parte di almeno un robot avente un ruolo prescritto quando viene impedita l'esecuzione di una delle precedenti attività.

Compare una ulteriore fase attinente all'eliminazione della vegetazione e/o ostacoli. E' evidente che una missione tipica comprende l'esecuzione di diverse azioni che non hanno un ordine cronologico, quanto logico, ad esempio, non è possibile scandagliare se prima non si è diserbato, oppure non si può certificare l'assenza di ordigni se prima non si è almeno scandagliato. Queste interdipendenze vengono definite nella precedente fase b), già riportata come seconda fase del metodo oggetto della presente invenzione: definizione della missione in termini di successioni di azioni da intraprendere nel rispetto di dette politiche.

Risulta chiaro che il sistema garantisce un alto grado di autonomia dei nodi che possono operare parallelamente e senza intralciarsi nelle attività singolarmente assegnateli.

Detto metodo, inoltre, consente di porre in relazione il ruolo assegnato ad un dato nodo con i sensori e/o gli attuatori, di cui vengono equipag-

giate i robot che li ospitano. Lo specifico comportamento poi è in relazione sia con il ruolo del nodo che con la percezione che esso ha dell'ambiente in cui opera.

La presente invenzione può essere vantaggiosamente realizzata tramite un programma per computer che comprende mezzi di codifica per la realizzazione dell'editor dei comandi 1.1, l'esecutore dei comandi, 1.2, la libreria dei comportamenti 1.3, il sistema di distribuzione dati 1.4 e l'adattatore di piattaforma 1.5 su esposti.

In particolare, la semantica relativa al formalismo con cui le istruzioni vengono codificate e decodificate può essere vantaggiosamente realizzato in XML e C++ o linguaggi simili. Mentre l'editor dei comandi, l'esecutore e i sistemi di controllo di più basso livelli possono essere vantaggiosamente realizzati in linguaggio procedurale quale ad esempio C o C++ o Java.

Pertanto si intende che l'invenzione si estende a detto programma per computer ed inoltre a mezzi leggibili da computer che comprendono un messaggio registrato, detti mezzi leggibili da computer comprendendo mezzi di codifica di programma per la realizzazione di uno o più passi del metodo, quando detto programma è fatto girare su di un computer.

Sono possibili varianti realizzative all'esempio non limitativo descritto, senza per altro uscire dall'ambito di protezione della presente invenzione, comprendendo tutte le realizzazioni equivalenti per un tecnico del ramo.

RIVENDICAZIONI

1. Sistema di interazione e cooperazione di sensori, di attuatori e di robot, comprendente

nodi incorporanti detti sensori, attuatori e/o insiemi di questi, definenti robot, detti nodi essendo muniti di

- una interfaccia di comunicazione,
 - mezzi di distribuzione dati (1.4) per una distribuzione selettiva di informazioni, atti a fornire le funzionalità per la gestione e l'uso di servizi di distribuzione dati, basati su un paradigma "Publisher/Subscriber" in architettura paritaria peer-to-peer così da consentire la diffusione selettiva delle informazioni e da offrire una fornitura di servizi a qualità garantita;
 - mezzi di interfacciamento (1.5) atti a consentire una interazione trasparente tra detti mezzi di distribuzione dati (1.4) e sotto-sistemi di sensori e/o attuatori, in modo che ciascuno di detti nodi sia sede di ricezione e generazione di dati risultando integrato in una rete di detti nodi;
- in cui detti robot sono dotati di mezzi propri di elaborazione di dati atti alla gestione e controllo di se stessi nell'ambiente.

2. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui detti robot sono atti ad implementare almeno uno dei seguenti:

- mezzi logici di definizione (1.1) attraverso cui un operatore sia messo in grado di definire:

- a) almeno una politica o regola operativa da rispettarsi durante l'espletamento di compiti;
- b) una missione operativa intesa come una successione logica di attività da svolgere;

- c) l'inter-dipendenza tra dette attività e detta almeno una politica operativa da rispettare durante l'esecuzione di esse;
- mezzi logici di interpretazione (1.2), attraverso cui interpretare comandi definiti mediante detti mezzi logici di definizione (1.1) per lo svolgimento della missione;
 - mezzi di memorizzazione di procedure comportamentali (1.3), che formano l'insieme di tutti i possibili comportamenti che può adottare il singolo nodo, intesi come successioni di azioni e attività.
3. Sistema secondo la rivendicazione 2, in cui quando i robot sono atti ad implementare detti mezzi logici di definizione (1.1) comprendono mezzi di interazione con l'uomo, quali tastiere, mouse e monitor.
4. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui detti sotto-sistemi comprendono driver di uno o più sensori/attuatori, in modo da potersi interfacciare con essi.
5. Sistema secondo la rivendicazione 3, in cui detti robot atti ad implementare detti mezzi logici di definizione (1.1) comprendono mezzi per la memorizzare della almeno una politica definita, di una missione, di una evoluzione dello stato dell'intera rete e di eventuali direttive correttive dettate da un nodo che implementa un editor.
6. Sistema secondo la rivendicazione 2, in cui quando uno di detti robot è atto ad implementare detti mezzi logici di interpretazione (1.2) e detti mezzi di memorizzazione di procedure comportamentali (1.3), è munito di sotto-sistema di mobilità che gli consente di operare attivamente nell'ambiente in autonomia.

7. Metodo di interazione e cooperazione di sensori, attuatori e robot, implementabile mediante un sistema comprendente

nodi incorporanti detti sensori, attuatori e/o insiemi di questi, definenti robot, detti nodi essendo muniti di

- una interfaccia di comunicazione,

- mezzi di distribuzione dati (1.4) per una distribuzione selettiva di informazioni, atti a fornire le funzionalità per la gestione e l'uso di servizi di distribuzione dati, basati su un paradigma "Publisher/Subscriber" in architettura paritaria peer-to-peer così da consentire una diffusione selettiva delle informazioni e da offrire una fornitura di servizi a qualità garantita;

- mezzi di interfacciamento (1.5) atti a consentire una interazione trasparente tra detti mezzi di distribuzione dati (1.4) e sotto-sistemi di sensori e/o attuatori, in modo che ciascuno di detti nodi sia sede di ricezione e generazione di dati risultando integrato in una rete di detti nodi;

ed in cui detti robot sono dotati di mezzi propri di elaborazione di dati atti alla gestione e controllo di se stessi nell'ambiente e sono atti ad implementare almeno uno dei seguenti:

- mezzi logici di definizione (1.1) attraverso cui un operatore sia messo in grado di definire:

- a) almeno una politica o regola operativa da rispettarsi durante l'espletamento di compiti;

- b) una missione operativa intesa come una successione logica di attività da svolgere;

- c) l'inter-dipendenza tra dette attività e detta almeno una politica da rispettare durante l'esecuzione di esse;
- mezzi logici di interpretazione (1.2), attraverso cui interpretare comandi definiti mediante detti mezzi logici di definizione (1.1) per lo svolgimento della missione;
 - mezzi di memorizzazione di procedure comportamentali (1.3), che formano l'insieme di tutti i possibili comportamenti che può adottare il singolo nodo, intesi come successioni di azioni e attività;
- detto metodo comprendente le seguenti fasi:
- a) definizione di politiche e regole operative fondamentali;
 - b) definizione di una missione in termini di successioni di azioni da intraprendere nel rispetto di dette politiche;
 - c) definizione ed assegnazione di ruoli a ciascun nodo, in relazione alle sue caratteristiche hardware/software;
 - d) caricamento o attivazione, in relazione al ruolo assegnato ad un robot, di un set di comportamenti in una libreria di comportamenti, in modo che ciascun robot sia in grado di operare autonomamente;
 - e) esecuzione da parte del robot di azioni in relazione alle condizioni ambientali, comandi impartiti e interpretati, politiche definite e al set di comportamenti attivi nella libreria dei comportamenti.
8. Metodo secondo la rivendicazione 7, in cui l'azione ed il comportamento che il robot esegue viene scelto dal set di comportamenti caricato o attivato in una libreria.

9. Metodo secondo la rivendicazione 7, in cui nella fase di definizione delle politiche si definiscono le interdipendenze tra le azioni ed i comportamenti possibili attivati nelle librerie comportamentali.

10. Metodo per la bonifica di terreni per mezzo di nodi facenti parte di un sistema di interazione e cooperazione di sensori, di attuatori e di robot comprendente le seguenti fasi:

- a) definizione di un'area da bonificare;
 - b) definizione di politiche operative;
 - c) composizione di un team di robot;
 - d) scandagliamento del terreno da parte di almeno un primo robot facente parte del team avente un ruolo prescritto;
 - e) scandagliamento del terreno da parte di almeno un secondo robot facente parte del team avente un ruolo prescritto e dotato di ulteriori mezzi laddove un oggetto non viene identificato con certezza;
 - f) predisposizione dell'area alla securizzazione a mezzo della deposizione di esplosivo da parte di un robot avente un ruolo prescritto, quando un ordigno è stato rilevato;
 - g) certificazione di un'area in modo da avere la certezza che non contenga ordigni esplosivi non identificati nella fase di scandagliamento;
- essendo detti nodi muniti di:

- mezzi di distribuzione dati (1.4) per una distribuzione selettiva di informazioni, atti a fornire le funzionalità per la gestione e l'uso di servizi di distribuzione dati, basati su un paradigma "Publisher/Subscriber" in architettura paritaria peer-to-peer così da consentire una diffusione selettiva

va delle informazioni e da offrire una fornitura di servizi a qualità garantita;

- mezzi di interfacciamento (1.5) atti a consentire una interazione trasparente tra detti mezzi di distribuzione dati (1.4) e sotto-sistemi di sensori e/o attuatori, in modo che ciascuno di detti nodi sia sede di ricezione e generazione di dati risultando integrato in una rete di detti nodi;

ed in cui detti robot sono dotati di mezzi propri di elaborazione di dati atti alla gestione e controllo di se stessi nell'ambiente e sono atti ad implementare almeno uno dei seguenti:

- mezzi logici di definizione (1.1) attraverso cui un operatore sia messo in grado di definire:

a) almeno una politica o regola operativa da rispettarsi durante l'espletamento di compiti;

b) una missione operativa intesa come una successione logica di attività da svolgere;

c) l'inter-dipendenza tra dette attività e detta almeno una politica da rispettare durante l'esecuzione di esse;

- mezzi logici di interpretazione (1.2), attraverso cui interpretare comandi definiti mediante detti mezzi logici di definizione (1.1) per lo svolgimento della missione;

- mezzi di memorizzazione di procedure comportamentali (1.3), che formano l'insieme di tutti i possibili comportamenti che può adottare il singolo nodo, intesi come successioni di azioni e attività.

11. Metodo secondo la rivendicazione 10, in cui è prevista una eliminazione di vegetazione, da parte di un robot avente un ruolo prescritto quando viene impedita l'esecuzione di una delle fasi da d) ad f).

Roma, 20 Giugno 2007

p. SPACE SOFTWARE ITALIA S.P.A.

NOTARBARTOLO & GERVASI S.P.A.

Il mandatario

Ing. Bruno Cinquantini

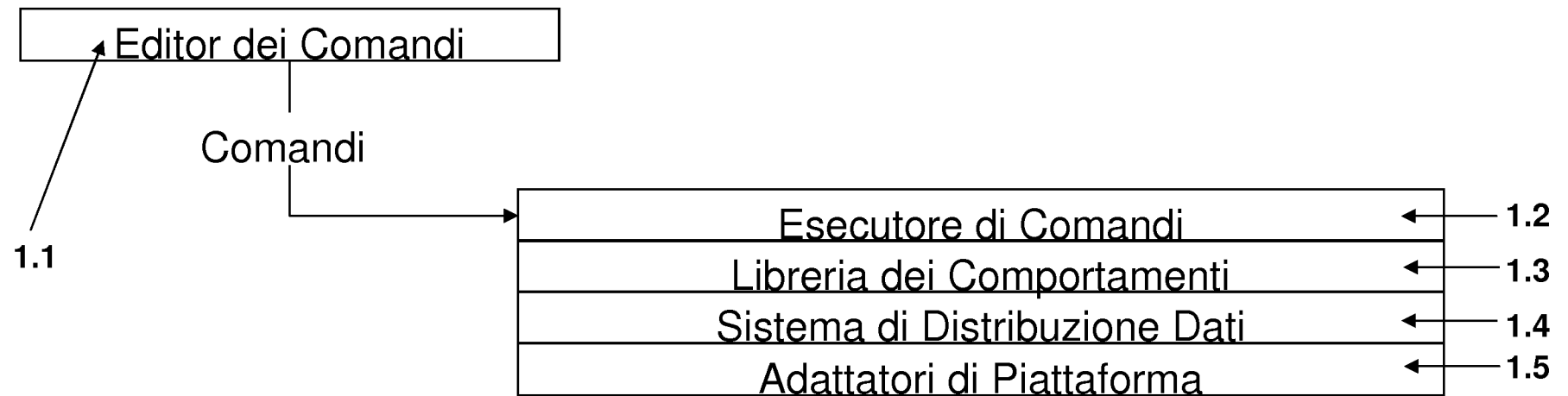


Fig. 1

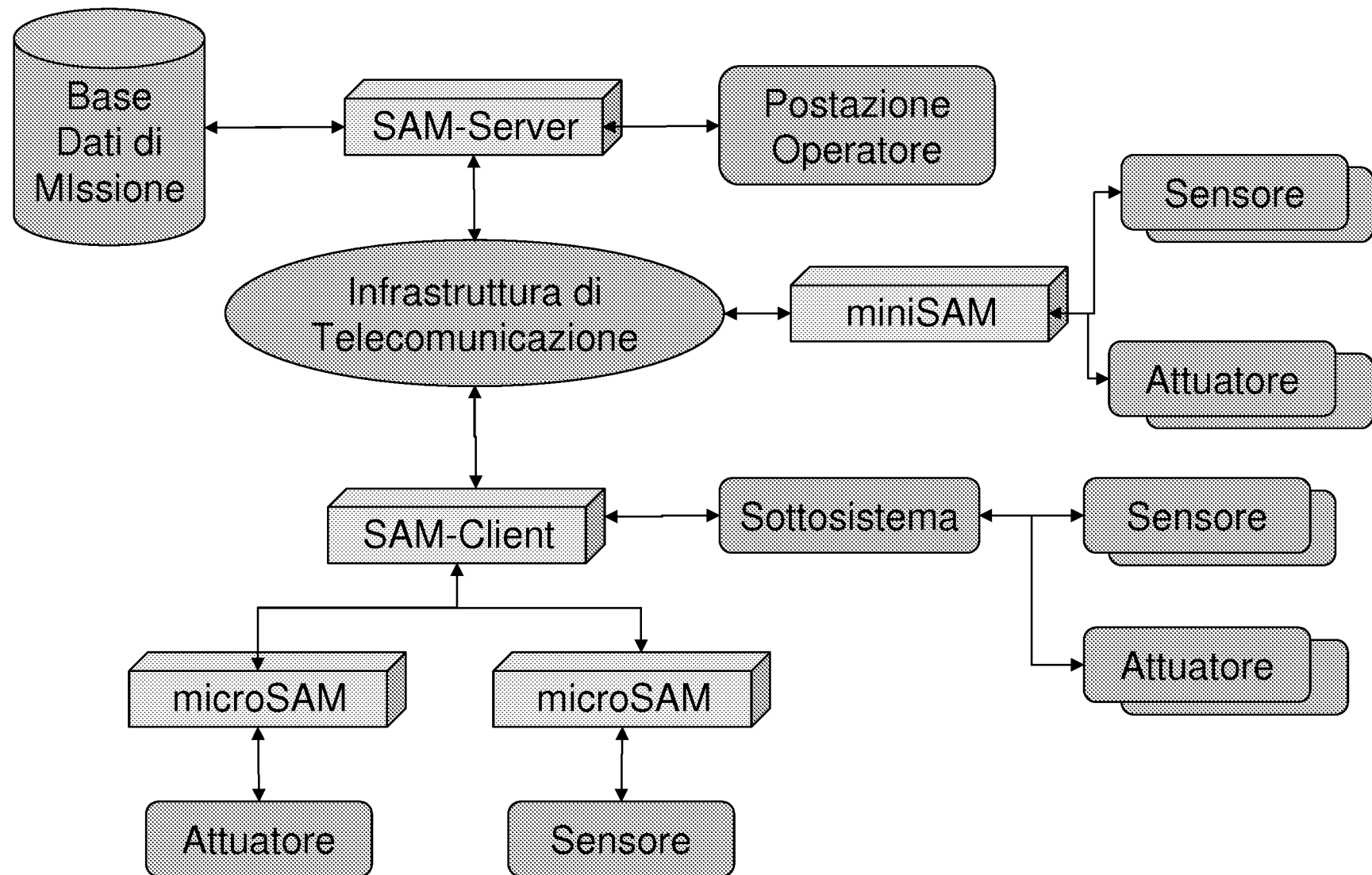


Fig. 2

-  Robot Scandagliatore
-  Robot Specializzato
-  Robot Certificatore
-  Robot Attuatore

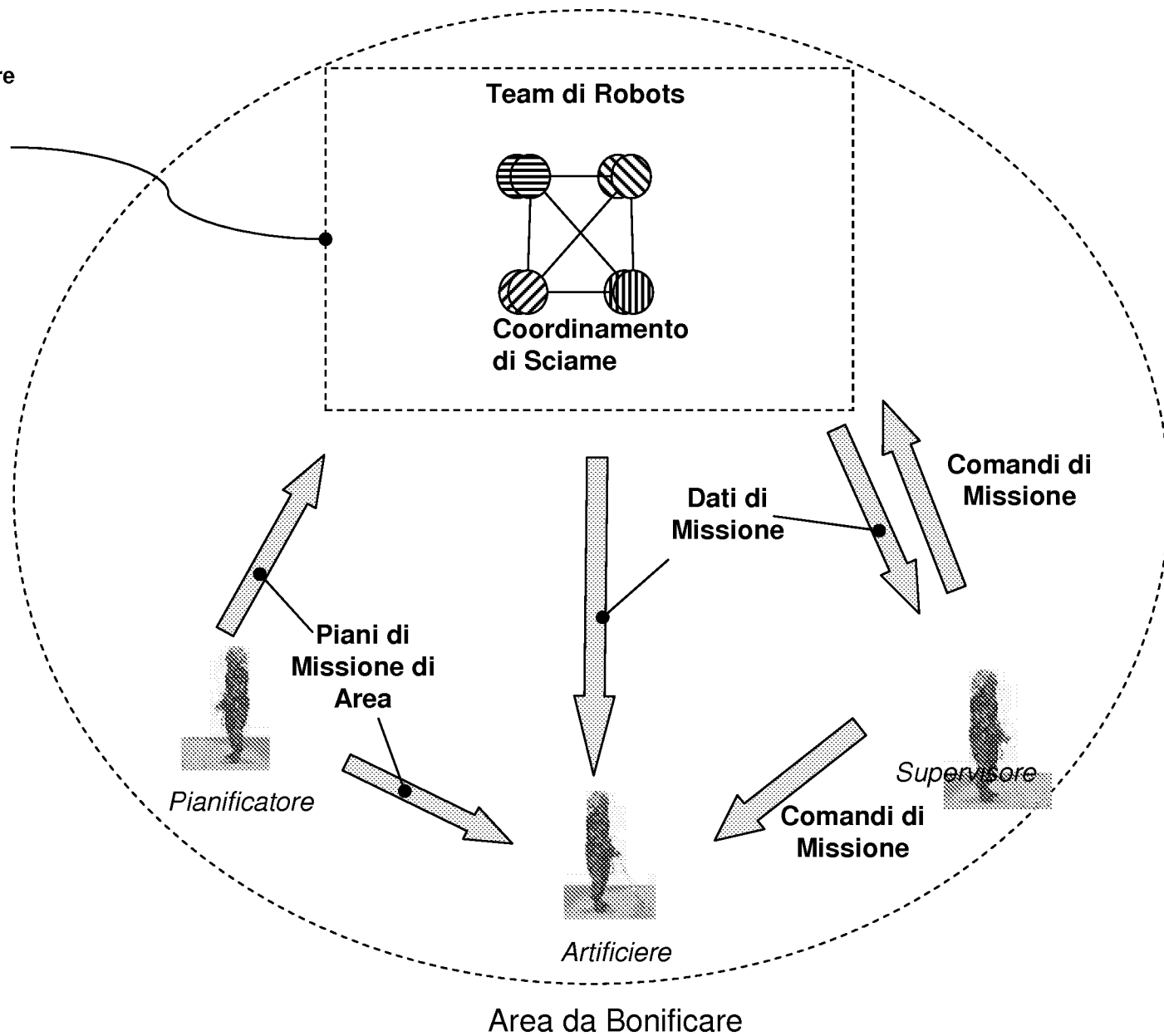


Fig. 3