RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 59

La *Roboethics Roadmap*

La *Mappa per la Roboetica* è un documento prodotto nell'ambito del progetto sulla roboetica patrocinato da *Euron* (*European Robotics Research Network*)[1], il cui scopo è quello di identificare, comunicare e discutere i principali temi etici implicati nella progettazione e nello sviluppo di robot. La *Mappa*, da intendere come un documento ancora in via di sviluppo, propone un interessante punto di vista interno su tali problemi, presentando le prospettive riguardanti l'etica da applicare allo sviluppo della robotica, che emergono tra coloro che di tale sviluppo effettivamente si occupano[2].

1. Introduzione

1.1. Etica e Robotica

L'importanza e l'urgenza della Roboetica sono state dimostrate dalla nostra storia recente. Tre ambiti di frontiera nelle scienze e nella tecnologia, e cioè Fisica Nucleare, Bioingegneria e Informatica, hanno già dovuto fronteggiare le conseguenze delle loro impostazioni etiche e delle applicazioni pratiche delle loro scoperte per le pressioni causate da eventi devastanti o per le preoccupazioni del grande pubblico. In molti paesi, l'opinione pubblica, scioccata da alcuni di questi effetti, ha imposto di sospendere l'intero ambito di ricerca-applicazione o, in alternativa, di controllarlo in maniera rigorosa.

La Robotica sta diventando rapidamente uno dei settori di punta nella ricerca scientifica e tecnologica: possiamo presagire che nel XXI secolo l'umanità coabiterà con la prima intelligenza aliena con cui saremo venuti in contatto, i robot. Si tratterà di un avvenimento gravido di problemi etici, sociali ed economici. La gente sta

[1] Per un'introduzione su che cosa è *Euron* si rinvia al sito ufficiale della comunità: *www.euron.org*.

[2] Per una presentazione del progetto sulla roboetica e della *Mappa* si rinvia al sito *www.roboethics.org*. Qui vengono riportati in traduzione italiana i capp. 1, 6 e 7 della *Roboethics Roadmap*.

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 60

già ponendo domande come: «Un robot può comportarsi "bene" e "male"?», «I robot potranno essere pericolosi per l'umanità?».

Proprio come la Fisica Nucleare, la chimica o le biotecnologie, in pochi anni, anche la robotica potrebbe essere posta sotto esame da un punto di vista etico da parte dell'opinione pubblica e delle Istituzioni (Governi, Comitati Etici, Istituzioni Sovranazionali).

Per tutte queste ragioni, gli scienziati europei della comunità robotica, hanno avvertito l'esigenza di una discussione sui principi etici che sovraintendano alle progettazioni, la costruzione e l'uso dei robot.

1.2. EURON (*European Robotics Research Network*, Rete Europea di Ricerca in Robotica)

Lo scopo di EURON è promuovere l'eccellenza in robotica creando risorse e condividendo le conoscenze già in nostro possesso con l'attenzione rivolta al futuro.

I mezzi per raggiungere questo obiettivo sono suddivisi in cinque categorie:

1. Ricerca coordinata
2. Programmi di ricerca condivisi (prospettive di progetti di ricerca, studi e ricerche tematici e *atelier* di ricerca).
3. Formazione e addestramento
4. Rapporti con le industrie
5. Diffusione

1.3. La roadmap della ricerca in robotica di EURON

Uno dei prodotti principali di EURON è una roadmap di ricerca in robotica disegnata per individuare chiaramente opportunità di sviluppo e impiego di tecnologie di robotica avanzata nei prossimi 20 anni. Il documento fornisce un esauriente disamina sullo stato dell'arte in robotica e identifica gli ostacoli più impegnativi al suo sviluppo.

Gli scopi principali dell'attività della roadmap sono l'individuazione delle attuali forze trainanti, obiettivi, colli di bottiglia e sfide chiave nella ricerca della robotica, in modo da sviluppare una linea guida e una proiezione dei tempi per la ricerca nei prossimi 20 anni.

L'atelier di Roboetica e l'attuale roadmap dovrebbero essere inclusi in questa cornice di riferimento.

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 61

1.4. L'Atelier di Roboetica

Nel 2005, EURON ha fondato il progetto *Euron Roboethics Atelier*, con lo scopo di tracciare la prima roadmap in roboetica.

Una volta che il profilo del progetto della roadmap è stato discusso ed è stata chiarita la sua struttura, ha avuto inizio la selezione dei partecipanti. Questa si è compiuta sulla base di:

- Partecipazione in precedenti attività in Tecno-Roboetica;
- Attitudini multi-disciplinari,
- Interesse in etica applicata.

L'ultimo stadio del processo ha implicato una serie di discussioni effettuate via e-mail che hanno condotto alla definizione del Programma. Ai partecipanti è stato chiesto di preparare un contributo principale sulla loro area di competenza e alcuni altri di minore entità su argomenti ritenuti interessanti, anche fuori dall'ambito delle loro competenze. Gli organizzatori hanno promosso i contributi multidisciplinari e transculturali.

Nel contesto dell'Atelier, è stato presentato il progetto parallelo Ethicbots (nel piano di azione Scienza e Società); i responsabili del Comitato Tecnico IEEE di Roboethics si sono incontrati durante le sessioni.

1.5. La *Roboethics Roadmap*

Il fine ultimo dell'Euron Roboethics Atelier e della Roadmap è fornire una trattazione sistematica sulle tematiche etiche implicate nella Robotics R&D; incrementare la comprensione dei problemi in questione e promuovere ulteriori studi e ricerche interdisciplinari.

La *Roboethics Roadmap* evidenzia i numerosi percorsi di ricerca e di esplorazione nel campo e indica possibili linee di sviluppo. La roadmap comprende i contributi di più di 50 scienziati e ingegneri appartenenti a numerosi ambiti di ricerca, dalle scienze alle discipline umanistiche.

Questo studio potrà auspicabilmente costituire un contributo nell'analisi delle differenze culturali, religiose ed etiche.

Questa roadmap dovrebbe essere considerata l'uscita numero 1, una tassonomia preliminare e non esaustiva dei problemi rilevanti nel settore.

Vediamo innanzitutto che cosa *non può essere* la Roboethics Roadmap.

– Non è una *presentazione delle posizioni* né uno *stato dell'arte* delle discipline implicate. Questa roadmap non punta a offrire un quadro esauriente dello stato dell'arte in robotica né principi etici in scienza e tecnologia. La ragione è che:

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 62

- La robotica è una scienza nuova, ancora nella fase definitoria. Si sta sviluppando, assumendo differenti percorsi di ricerca in base all'ambito scientifico dominante (Robotica, Ricerca su Umanoidi, Biorobotica e così via). Quasi ogni giorno ci confrontiamo con nuovi sviluppi, campi di applicazione e sinergie con altri settori.
- Associazioni pubbliche e private e network come l'IFR-International Federation of Robotics, l'IEEE Robotics and Automation Society, EUROP – european Robotics Platform, Star Publishing House, hanno intrapreso il progetto di mappare lo stato dell'arte in robotica.

– Non è una lista di *Domande & Risposte*. Non ci sono in realtà risposte semplici e le questioni complesse richiedono un attento approfondimento.
– Non può essere una Dichiarazione di Principi. L'EURON Atelier e la discussione annessa non possono essere considerati come comitati istituzionali di scienziati ed esperti qualificati per tracciare una Dichiarazione dei Principi di Roboetica.

Questa Roadmap ha un orizzonte definito e un obiettivo preciso.

1.5.1. Orizzonte: l'urgenza del futuro prossimo

Per quanto riguarda l'orizzonte, abbiamo preso in considerazione – dal punto di vista delle istanze etiche connesse alla robotica – un arco temporale di una decade, durante il quale dovremmo essere in grado di collocare e individuare – sulla base dell'attuale stato dell'arte in robotica – alcuni sviluppi futuri del settore.

Per questa ragione, consideriamo prematuri – e abbiamo solo fatto alcuni accenni – i problemi inerenti alla possibile emergenza di funzioni umane nei robot: coscienza, libero arbitrio, auto-coscienza, senso della dignità, emozioni e così via. Conseguentemente, questa è la ragione per cui non abbiamo esaminato problematiche, esaminate in letteratura, quali il bisogno di non considerare i robot come schiavi o la necessità di garantire loro lo stesso rispetto, diritti e dignità che riserviamo agli esseri umani.

1.5.2. Obiettivo: un'etica centrata sull'uomo

In maniera analoga, l'obiettivo di questa Roadmap non è il robot né la sua etica artificiale ma l'etica degli uomini che progettano, costruiscono e utilizzano robot.

Benché siamo informati circa le tesi presentate in alcuni saggi sulla necessità e opportunità di attribuire valore morale alle decisioni dei robot e sulla possibilità che in futuro i robot possano essere entità morali come, se non addirittura più, degli

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 63

esseri umani, abbiamo deciso, nella versione 1.0 della Roadmap, di esaminare le problematiche etiche degli esseri umani coinvolti nella progettazione, costruzione e uso dei robot.

Abbiamo pensato che problemi come quelli connessi all'applicazione di robot in campo militare e al possibile utilizzo di robot militari contro popolazioni non provviste di una tecnologia simile, quelli riguardanti i rapporti tra terrorismo e robotica, quelli, infine, concernenti la biorobotica, impianti e potenziamenti, fossero sufficientemente seri e pressanti da meritare un trattamento specifico e una ricerca confezionata su misura.

È assolutamente chiaro che senza un profondo radicamento sociale della roboetica, mancheranno le premesse per l'implementazione di un'etica artificiale nei sistemi di controllo dei robot.

1.5.3. Metodologia: cantiere aperto

La Roadmap è un cantiere aperto, un indice di problemi e argomenti, suscettibile di ulteriori sviluppi che verranno definiti dagli eventi del futuro tecno-scientifico ed etico. Siamo convinti che le differenti componenti della società che lavorano nel campo della robotica insieme con coloro che sono interessati agli sviluppo della robotica debbano intervenire nel processo di costruzione della Roadmap, come in un classico esempio di pratica scientifica:

– I Parlamenti
– Le istituzioni Accademiche
– I laboratori di ricerca
– I comitati di etica pubblica
– Gli ordini professionali
– L'industria
– I sistemi di formazione
– I mass-media.

1.6. Preistoria

Argomenti riguardanti la tecnoetica e la roboetica sono stati introdotti durante alcuni eventi quali:

– 2001, Workshop Italo-Giapponese "Humanoids: a Techno-Ontological approach" che si è tenuto a Tokyo;
– 2002, il Workshop di apertura a ICRA 2002, con una tesi di José Maria Galván

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 64

intitolata "Techno-Ethics", pubblicata nel Dicembre 2003 RAM Issue (José Maria Galván, *On Techoethics*, in IEEE-RAS Magazine [2003/4] 58-63);
– 2004, *First International Symposium on Roboethics*, Sanremo, Italia, organizzato dalla School of Robotics, dove la parola *roboetica* fu utilizzata per la prima volta;
– 2004, IEEE-RAS ha fondato un Comitato Tecnico sulla Roboetica:
– 2004, *Fukuoka World Robot Declaration*, il 25 febbraio a Fukuoka, Giappone: «*Sicuri del futuro sviluppo della tecnologia dei robot e dei numerosi contributi che i robot offriranno all'Umanità, questa Dichiarazione Mondiale sui Robot prevede per la prossima generazione di robot che: a) i robot di prossima generazione saranno partner che coesisteranno con gli esseri umani; b) i robot di prossima generazione assisteranno gli esseri umani sia fisicamente che psicologicamente; c) i robot di prossima generazione contribuiranno alla realizzazione di una società serena e pacifica*».
– 2005, ICRA (International Conference on Robotics and Automation), Barcelona: l'IEEE RAS TC sulla roboetica ha organizzato un Workshop.
– 2006, BioRob2006 (la prima IEEE / RAS-EMBS International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics), Pisa, Italia: Minisimposio sulla Roboetica.

1.7. Documentazione e materiale di base

La documentazione sui problemi relativi alla robotica e all'etica è l'esito di:

1) una settimana di dibattito nel corso dell'Euron Roboethics Atelier svoltosi a Genova, e dibattiti e contributi emersi nelle seguenti sedi:
   • First International Symposium on Roboethics, Sanremo, 2004
   • Fukuoka Fair, Giappone, 2004
   • IEEE Workshop, ICRA 2005
   • Robocasa Conference, Giappone 2005
   • Biorob, Pisa, 2006.
2) Abbiamo, inoltre, raccolto documentazione da:
   • Ricerche di robotica
   • Studi di applicazione
   • Laboratori di robotica
   • Testimonianze di scienziati
   • Documenti e discussioni con scienziati e studiosi di discipline umanistiche attraverso il Web.

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 65

2. Robotica ed etica

La robotica è una nuova scienza o è una branca o un campo dell'applicazione dell'Ingegneria? In effetti la robotica è una disciplina nata da:

- Meccanica
- Fisica / Matematica
- Automazione e controllo
- Elettronica
- Informatica
- Cibernetica
- Intelligenza Artificiale.

Questo mostra che la robotica è un'unica combinazione di molte discipline scientifiche, i cui campi di applicazione si stanno espandendo sempre più in base alle conquiste scientifiche e tecnologiche.

2.1. Specificità della robotica

È la prima volta nella storia che l'umanità si sta avvicinando alla soglia di replicare un'entità intelligente e autonoma. Tutto ciò spinge la comunità scientifica a esaminare da vicino il concetto stesso di intelligenza – negli umani, negli animali e nelle macchine – da un punto di vista cibernetico.

Infatti, concetti complessi come autonomia, apprendimento, coscienza, valutazione, libero arbitrio, libertà, emozioni, deliberazioni e molti altri saranno analizzati, tenendo conto che lo stesso concetto non avrà, negli umani, animali e macchine, lo stesso significato.

Da questa prospettiva, può essere considerato come naturale e necessario che la robotica spazi in parecchie discipline:

- Logica / Linguistica
- Neuroscienze / Psicologia
- Biologia / Fisiologia
- Filosofia / Letteratura
- Storia Naturale / Antropologia
- Arte / Design.

La robotica *de facto* unifica le cosiddette *due culture*, i saperi scientifici e i saperi umanistici.

Il tentativo di costituire la Roboetica dovrebbe rendere l'unità di queste due culture un'assunzione primaria. Questo significa che gli esperti considereranno la

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 66

robotica come un tutto – nonostante lo stadio appena trascorso che ricorda un po' un *melting pot* – in modo da prefigurarsi *un'immagine* della futura robotica.

2.2. Sulla roboetica

Nel 1942, il romanziere Isaac Asimov formulò nel racconto *Runaround* (tradotto come *Circolo vizioso*, NdT) le tre leggi della robotica:

1) *Un robot non può recare danno a un essere umano, né può permettere che, a causa del suo mancato intervento, un essere umano riceva danno.*
2) *Un robot deve obbedire agli ordini impartiti dagli esseri umani, purché tali ordini non contrastino con la Prima Legge.*
3) *Un robot deve proteggere la propria esistenza, purché questa autodifesa con contrasti con la Prima o la Seconda legge.*

In seguito, Asimov aggiunse una quarta legge (conosciuta come Legge Zero)

4) *Un robot non può recare danno all'umanità né può permettere che, a causa del suo mancato intervento l'umanità riceva danno.*

Il tema della relazione tra umanità e macchine autonome – o automi – apparve molto presto nella letteratura mondiale, sviluppato prima attraverso miti e leggende e più recentemente analizzato in saggi a carattere scientifico ed etico.

Il *locus* letterario delle ribellioni degli automi è ricorrente nella letteratura europea classica, come anche l'uso errato o malvagio del prodotto dell'ingenuità. Non è così in tutte le culture del mondo: per esempio, la mitologia giapponese non include questo paradigma. Al contrario, le macchine (e, in generale, tutti i prodotti umani) sono sempre benefici e amichevoli nei confronti degli esseri umani.

Tali differenze culturali negli atteggiamenti verso le macchine sono un aspetto della Roadmap che dovrebbe essere tenuto in considerazione ed analizzato.

Domande:

- Benché siano in qualche modo presagite, le tre Leggi di Asimov potrebbero un giorno diventare realmente l'*etica dei robot*?
- La Roboetica è l'etica dei robot o l'etica degli scienziati di robotica?
- Quanto lontano possiamo spingerci nell'inserire principi etici in un robot? E quale tipo di etica è quella corretta per un robot?
- Quanto è in conflitto, da un lato, il tentativo di impiantare la roboetica nei robot e, dall'altro, lo sviluppo dell'autonomia dei robot?
- È giusto che i robot possano esibire una "personalità"?
- È giusto che i robot possano esprimere "emozioni"?

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 67

2.3. Che cos'è un robot?

Gli scienziati di robotica, i ricercatori e l'opinione pubblica hanno differenti punti di vista sui robot che dovrebbero essere tenuti in considerazione nella Roadmap.

2.3.1. I robot non sono nient'altro che macchine

Molti considerano i robot come semplici macchine – molto sofisticate e utili – ma sempre macchine. Secondo questa teoria, i robot non possiedono alcuna caratteristica gerarchicamente superiore né saranno dotati di coscienza, libero arbitrio o di un livello di autonomia superiore di quello programmato dal costruttore. In tale contesto, la roboetica può essere comparata a un'etica applicata all'ingegneria.

2.3.2. I robot hanno dimensioni etiche

Secondo questa teoria, una dimensione etica è intrinseca nei robot. Questo deriva da una concezione secondo la quale la tecnologia *non è un'aggiunta all'uomo ma è, invece, uno dei modi in cui l'umanità distingue se stessa dagli animali*. Così, come il linguaggio e i computer, ma ancora di più, i robot umanoidi sono dispositivi simbolici progettati dall'umanità per estendere, aumentare e migliorare le nostre capacità innate e per agire secondo buone intenzioni. (*J.M. Galván*)

2.3.3. Robot come agenti morali

Gli agenti artificiali (in particolare, ma non solo quelli presenti nel Cyberspazio) estendono la classe delle entità che possono essere coinvolte in situazioni morali. Essi possono, infatti, essere intesi come soggetti morali passivi (come entità sulle quali si può agire bene o male) e anche come agenti morali (non necessariamente esibendo libero arbitrio, stati mentali o responsabili, ma come entità che possono compiere azioni, ancora una volta, buone o cattive).

Questo complementa l'approccio più tradizionale, che si può far risalire almeno fino a Montaigne e a Descartes, che si interroga se gli agenti (artificiali) abbiano o meno stati mentali, emozioni, sentimenti e così via. Riferendosi direttamente a una "moralità senza mente" siamo in grado di evitare questo problema e molti altri riguardanti l'Intelligenza Artificiale. (*L. Floridi*)

2.3.4. Robot, evoluzione di una specie

Secondo questo punto di vista, non solo le nostre macchine robotiche avranno autonomia e coscienza, ma l'umanità creerà macchine *che ci supereranno nella dimensione etica così come in quella intellettuale*. I robot, con la loro mente raziona-

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 68

le e la loro morale irreprensibile, saranno la nuova specie: le nostre macchine saranno meglio di noi e noi saremo migliori per averle create. (*J. Storrs Hall*)

2.4. Le principali posizioni in Roboetica

Dal primo Simposio Internazionale sulla Roboetica, sono emerse tre principali posizioni etiche nella comunità dei robotisti. (*D. Cerqui*)

2.4.1. Non interessati all'etica

Questo è l'atteggiamento di coloro che considerano le loro azioni strettamente tecniche e che non pensano di avere una responsabilità sociale o morale connessa al loro lavoro.

2.4.2. Interessati a questioni etiche a breve termine

È l'atteggiamento di coloro che esprimono la loro preoccupazione etica nei termini di "bene" o "male" e che si riferiscono ad alcuni valori culturali e a qualche convenzione sociale. Questa posizione include il rispetto e l'aiuto degli esseri umani in diversi contesti, come le leggi sull'implementazione o l'ausilio per le persone anziane.

2.4.3. Interessati a questioni etiche a lungo termine

Questo è l'approccio di coloro che esprimono il loro interesse etico in termini questioni globali e a lungo termine: per esempio, la "Frontiera Digitale" tra il Sud e il Nord; o tra i giovani e gli anziani. Sono consapevoli del *gap* tra paesi industrializzati e paesi poveri e si chiedono se i primi non debbano modificare il loro modo di sviluppare la robotica al fine di risultare più utile per i secondi.

2.5. Circa la denominazione

Il nome roboetica (coniato nel 2002 da G. Veruggio) fu ufficialmente proposto durante il primo simposio internazionale di roboetica (Sanremo, gennaio/febbraio 2004) e mostrò rapidamente la sua fecondità. Le ragioni sono molteplici:

- Nominare le cose – secondo il principio di Composizione – conferisce loro realtà (*Nomina sunt consequentia rerum*);
- Le persone prestano più attenzione a un concetto che è connesso alla "natura inerente del materiale";
- Ricorda la nota parola *bioetica*;

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 69

Da allora la parola Roboetica è stata ampiamente usata in e da:

- Pubblicazioni e progetti ufficiali,
- Centri di ricerca e università,
- Associazioni professionali (vedi IEEE-RAS Robotics and Automation Society, AAAI American Association for Artificial Intelligence, WHO World Health Organisation),
- Papers e pubblicazioni
- Mass-media
- Internet.

2.6. Discipline implicate nella Roboetica

Il progetto della Roboetica richiederà l'impegno combinato di esperi di parecchie discipline che, lavorando in commissioni, progetti e comitati internazionali, dovranno modificare le leggi e i regolamenti in relazione ai problemi risultanti dai progressi scientifici e tecnologici della Robotica.

In tutta probabilità, saremo testimoni della nascita di nuovi *curricula studiorum* e di nuove specializzazioni, necessari per gestire un ambito così complesso, proprio come è successo per la medicina forense.

In particolare, menzioniamo le seguenti aree come le più importanti da includere nella roboetica:

- Robotica
- Informatica
- Intelligenza Artificiale
- Filosofia
- Etica
- Teologia
- Biologia / Fisiologia
- Scienze cognitive
- Neuroscienze
- Legge
- Sociologia
- Psicologia
- Disegno industriale.

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 70

3. Tassonomia della roboetica

Nell'arco di un anno, l'Euron Atelier di Roboetica avrà messo a punto una panoramica sui vari ambiti della robotica: una visione d'insieme dello stato dell'arte in robotica e dei principali temi etici, ottenuta in base agli ultimi sviluppi tecnoscientifici, cui possiamo solo accennare.

Una tassonomia della robotica non è un compito agevole, semplicemente per il fatto che il campo è in piena evoluzione.

Una classificazione in robotica è un lavoro in continuo mutamento, compiuto simultaneamente con lo sviluppo della disciplina stessa.

Consapevoli delle classificazioni prodotte dalle principali organizzazioni di robotica che si differenziano in base all'approccio – tecnologico/applicativo –, abbiamo preferito, nel caso della Roadmap, organizzare i vari campi della robotica da un punto di vista tipologico, in base a una serie di problemi condivisi nel relazionarsi con la società. Al posto di un approccio a carattere enciclopedico, abbiamo seguito – con qualche modifica – la classificazione di *EURON Robotics Research Roadmap*.

In ogni area, abbiamo cercato di analizzare quello che già esiste piuttosto che congetturare sul possibile. Pertanto abbiamo deciso di dare priorità a tematiche di etica applicata al posto di questioni teoriche più generali.

Bisogna ricordare che la griglia presentata non è esaustiva; è la versione 1.0 della Roadmap, soggetta a correzioni e miglioramenti. I seguenti capitoli sono la classificazione delle principali tipologie dei problemi etici in robotica, come sono emersi dal contributo dei partecipanti all'Atelier e da un ampio corredo di documentazione.

Bisognerebbe anche notare che la robotica, a differenza delle altre scienze, non è ancora stata coinvolta in questioni etiche pratiche né ha avuto a che fare con situazioni drammatiche.

3.1. Umanoidi

Uno dei sogni più ambiziosi della robotica è progettare un robot autonomo che possa eguagliare – e anche sorpassare – l'intelligenza e le capacità umane in ambienti parzialmente sconosciuti, mutevoli e imprevedibili.

«Essenzialmente, ci si aspetta che un robot fornisca assistenza nei lavori di casa alle persone anziane, contribuisca alla serenità della vita e dell'ambiente umano. Un tipo di robot umano, un umanoide dovrebbe lavorare insieme a esseri umani nel nostro ambiente, condividere lo stesso spazio di lavoro e fare esperienza delle

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 71

medesime strutture di pensiero e di comportamento di un essere umano. Il robot integrerà l'informazione dai sensori e compirà azioni coordinate che permetteranno un alto livello di comunicazione con un essere umano senza particolare addestramento utilizzando dispositivi multimediali quali la voce, l'espressione facciale e il movimento del corpo» (*fonte, Waseda Humanoid Robotic Institute*).

3.1.1. Mente artificiale

Introdurremo qui, in breve, il concetto di intelligenza. In questa Roadmap, ci limiteremo a definire l'intelligenza da un punto di vista ingegneristico, cioè, come un'intelligenza operazionale – benché siamo perfettamente consci del fatto che la nostra terminologia riguardante le funzioni dei robot è spesso assunta dal linguggio usato per gli esseri umani.

Secondo la Teoria computazionale della mente (H. Putnam, 1961) la mente umana è strutturata su un insieme di abilità rappresentazionali gerarchizzate che permette agli esseri umani di comprendere le credenze, gli scopi e i desideri degli altri, sulla base del loro modello interno e in un contesto intenzionalmente direzionato.

L'intelligenza artificiale sarà in grado di condurre il robot a eseguire i compiti richiesti dall'utente finale. Per ottenere questo risultato, in anni recenti, gli scienziati hanno lavorato su tecniche di IA in molti campi. Tra gli altri:

a) Visione artificiale
b) Percezione e analisi dell'ambiente
c) Processo del linguaggio naturale
d) Interazione umana
e) Sistemi cognitivi
f) Apprendimento e comportamento della macchina
g) Reti neurali.

Dal nostro punto di vista, uno degli aspetti fondamentali dei robot è la loro capacità di imparare: imparare le caratteristiche dell'ambiente circostante, cioè, a) l'ambiente fisico ma anche b) gli esseri viventi che lo abitano. Ciò significa che i robot che lavorano in un determinato ambiente devono essere in grado di riconoscere gli esseri umani dagli altri *oggetti*.

In aggiunta all'apprendimento circa l'ambiente, i robot devono conoscere il loro comportamento attraverso un processo di auto-riflessione. Devono imparare dall'esperienza, replicando in qualche modo i processi naturali dell'evoluzione dell'intel-

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 72

ligenza negli esseri viventi (procedure di sintesi, prova-ed-errore, apprendimento fattivo e così via).

È praticamente inevitabile che i progettisti umani siano inclini a replicare la loro personale concezione dell'intelligenza nell'intelligenza dei robot. A sua volta, i primi saranno incorporati negli algoritmi di controllo dei robot. L'intelligenza dei robot è un'intelligenza appresa, nutrita dai modelli del mondo caricati dai programmatori. È, anche, un'intelligenza auto-sviluppata, evoluta attraverso l'esperienza che i robot hanno accumulato e attraverso la considerazione degli effetti delle loro azioni. L'intelligenza robotica comprende anche l'abilità di valutare e di attribuire un giudizio alle azioni commesse.

Tutti questi processi implementati in un robot producono un tipo di macchina intelligente dotata della capacità di esprimere un certo grado di autonomia. Ne segue che un robot si può comportare, in alcune situazioni, in un modo che non è prevedibile dai progettisti umani.

In generale, l'aumento dell'autonomia dei robot potrebbe dare origine a comportamenti non prevedibili.

Così, senza immaginare alcuno scenario fantascientifico dove i robot sono forniti di coscienza, libertà ed emozioni, nel giro di pochi anni coabiteremo con robot provvisti di auto-coscienza ed autonomia, nel significato ingegneristico di questi termini.

3.1.2. Corpo artificiale

Gli umanoidi sono robot la cui struttura corporea assomiglia a quella umana. Essi rispondono a un vecchio sogno dell'umanità e, sicuramente, non nascono solo per motivazioni di carattere razionale o ingegneristiche ma anche per esigenze psico-antropologiche.

Gli umanoidi sono l'espressione di una delle costanti della cultura europea, cioè che l'umanità fosse in grado di creare un qualche essere meccanico di forma umana. Nella cultura giapponese l'approccio è quello di replicare la natura in tutte le sue forme.

Si tratta di un'impresa davvero difficile e impegnativa, un progetto simile a quello della conquista della Luna. Ma proprio perché si tratta di un sogno dell'umanità, gli investimenti sono cospicui e la velocità dei progressi è alta.

È stato previsto che sarà possibile, in determinate situazioni, confondere un umano con un robot umanoide. Gli umanoidi assisteranno gli operatori umani in ambienti antropici, sostituiranno gli esseri umani e coopereranno con loro in molti modi.

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 73

Dato l'alto costo e la fragilità degli umanoidi, essi verranno probabilmente impegnati in compiti e in ambienti in cui la forma umana sia effettivamente necessaria, cioè, in tutte quelle situazioni dove l'interazione uomo-robot è primaria, comparata con altre: interazioni uomo-robot nell'ambito sanitario; assistenza a bambini/disabili/anziani; baby sitter; commessi; guide di musei; intrattenitori; robot sessuali e così via. Oppure saranno impiegati come testimoni pubblicitari per prodotti commerciali.

Nel contesto di questa Roadmap non c'è bisogno di esaminare dettagliatamente gli aspetti tecnologici degli umanoidi (attuatori, muscoli artificiali; robot che scelgono percorsi, aspetti visuali e la realizzazione di emozioni in robot umanoidi; espressioni di informazione verbale e non verbale nei robot; ambiente e riconoscimento di volti umani; interfaccia di comunicazione uomo-macchina e così via). Molte di queste tecnologie provengono dalla biorobotica; e molte altre, nate nei laboratori per robot umanoidi, sono e saranno applicate alla biorobotica.

3.1.3. Benefici

- Macchine intelligenti possono assistere gli umani nell'eseguire compiti difficili e comportarsi come compagni veri e affidabili.
- Gli umanoidi sono robot così adattabili e flessibili che saranno rapidamente usati in molte situazioni e circostanze.
- Il loro aspetto, e la sofisticata interazione uomo-robot, sarà molto utile per quelle situazioni in cui è necessaria una forma umana.
- Di fronte a un problema di invecchiamento della società, il Giappone prefigura robot umanoidi come un mezzo per permettere alle persone di continuare a condurre una vita attiva e produttiva in età avanzata, senza costituire un peso per altre persone.
- Le ricerche condotte nei laboratori per robot umanoidi avranno l'effetto collaterale di sviluppare le piattaforme per studiare il corpo umano, per allenamento, test legati alla percezione tattile con straordinari risultati in ambito sanitario, educativo, di intrattenimento e così via.

3.1.4. Problemi

- Affidabilità dei sistemi di valutazione interna dei robot
- Imprevedibilità del comportamento dei robot
- Tracciabilità delle procedure di azione/valutazione
- Identificazione dei robot

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 74

- Tutela. Azioni errate possono portare a situazioni pericolose per gli esseri viventi e per l'ambiente.
- Sicurezza. Casi in cui l'autonomia dei robot è controllata da persone male intenzionate che potrebbero modificare il comportamento del robot in modo pericoloso e illegale.

Dal momento che gli umanoidi incorporano quasi tutte le caratteristiche dell'intero spettro dei robot, il loro uso implica l'emergenza di praticamente tutti i problemi che noi esamineremo di seguito. In particolare la loro introduzione in ambienti umani, luoghi di lavoro, case, scuole, ospedali, luoghi pubblici, uffici e così via, cambierà profondamente e drammaticamente la nostra società.

Abbiamo previsto problemi connessi a:

- Sostituzione di esseri umani (problemi economici; disoccupazione; affidabilità; dipendenza; e così via)
- Problemi psicologici (deviazione delle emozioni umane, problemi di attaccamento, disorganizzazione nei bambini, paure, panico, confusione tra reale e artificiale, sentimento di subordinazione nei confronti dei robot).
- Prima di evolversi e diventare agenti coscienti, gli umanoidi possono essere uno straordinario strumento per controllare gli esseri umani.

3.1.5. Raccomandazioni

Attivazione di gruppi di lavoro all'interno dei comitati standard per studiare la possibilità di definire regole internazionali tecnico/legali per robot commerciali riguardanti:

- Tutela. Dovremmo fornire sistemi per il controllo dell'autonomia dei robot. Gli operatori dovranno essere in grado di limitare la loro autonomia quando il corretto comportamento del robot non è garantito.
- Sicurezza. Chiavi *hardware* e *software* per evitare un uso inappropriato o illegale del robot.
- Tracciabilità: come nel caso di sistemi sensibili, dovremmo provvedere a sistemi come la scatola nera degli aerei in grado di registrare e documentare il comportamento del robot.
- Identificabilità: come le auto e gli altri veicoli, anche i robot dovrebbero avere numeri seriali di identificazioni.
- Privacy: *hardware* e *software* sistemi di crittografia e protezione con password dei dati necessari al robot per eseguire i suoi compiti o acquistarli durante la sua attività.

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 75

Promozione di aggiornamenti trans-culturali per gli studiosi di ingegneria in modo da consentire loro di monitorare gli effetti a medio e lungo termine delle tecnologie robotiche applicate.

Promozione, presso gli scienziati che si occupano di robotica, dello spirito della Dichiarazione Mondiale di Robotica di Fukuoka (2004):

a) i robot di prossima generazione saranno partner che coesisteranno con gli esseri umani;
b) i robot di prossima generazione assisteranno gli esseri umani sia fisicamente che psicologicamente;
c) i robot di prossima generazione contribuiranno alla realizzazione di una società serena e pacifica.

3.2. Sistemi di produzione avanzata

3.2.1. Robotica industriale

Un robot industriale è ufficialmente definito da ISO come un manipolatore controllato automaticamente, ri-programmabile e multifunzione.

La complessità può variare da un singolo, semplice robot a sistemi di multi robot molto complessi:

- Braccia robotiche
- Unità di lavoro robotiche
- Linee di assemblaggio

Le tipiche applicazioni dei robot industriali includono saldature, pittura, stiratura, assemblaggio, posizionamento, spostamento con pale meccaniche, ispezione di prodotto, controllo, operazioni eseguite con velocità e precisione.

L'industria robotica è il più importante campo di ricerca, applicabilità e produzione. «Nel 2004, fu venduto il 17% in più di robot [...] Si attende un notevole incremento delle installazioni robotizzate in tutto il mondo tra il 2005 e il 2008» (*fonte* IFR/Unece 2004).

3.2.2. Benefici

- Incremento della produttività (velocità, tempo)
- Incremento della qualità (precisione, pulizia, tempo)
- Possibilità di dispositivi altamente miniaturizzati
- Sostituzione degli esseri umani in lavori pericolosi, faticosi e alienanti.

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 76

3.2.3. Problemi

- Mancanza di posti di lavoro
- Dipendenza dalla tecnologia.

3.2.4. Raccomandazioni

- Politiche sociali per facilitare la riconversione dei lavoratori
- Programmi di formazione per creare nuove competenze.

3.3. Robot maggiordomi e case intelligenti

3.3.1. Robot per il servizio interno

Si tratta di robot di differenti forme e grandezze (su ruote, su gambe, umanoidi), equipaggiati con vari tipi di sistemi sensoriali (visione artificiale, ultrasuoni, onde radio) e di manipolazione (pinze, mani, strumenti, bisturi). I robot di servizio si relazionano e aiutano gli esseri umani

- Robot per la pulizia e la cura della casa: veloci, precisi e mai stanchi;
- Baby sitter: pazienti, cordiali, capaci di moltissimi giochi, sia fisici che intellettuali;
- Assistenti agli anziani: sempre disponibili, affidabili, pensati per offrire un supporto anche fisico;
- Pulitori: veloci e precisi, mai stanchi;
- Riparatori: capaci di risolvere molti problemi tecnici.

3.3.2. Robotica ubiqua

Consideriamo la robotica ubiqua come un estensione della domotica.

Vivremo in un mondo dove molti oggetti saranno connessi l'un l'altro in rete e un robot ci assisterà interagendo con ogni dispositivo attraverso la rete. I computer saranno accessibili ovunque e in qualsiasi momento; e macchine intelligenti ubique forniranno i servizi richiesti in ogni situazione particolare.

Lo spazio in cui viviamo sarà popolato da un crescente numero di dispositivi intelligenti e di robot mobili connessi. Nel futuro prossimo, gli spazi saranno completamente computerizzati, con computer e sensori distribuiti nell'ambiente.

Tra gli scenari possibili, il robot di casa sarà un unico robot distribuito, in grado di percepire ogni aspetto dell'ambiente e degli esseri viventi al suo interno, compiendo tutti i compiti richiesti.

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 77

Lo scopo è lo sviluppo di palazzi e case intelligenti che, autonomamente, si prendano cura di:

- Riscaldamento e ventilazione
- Pulizia
- Sicurezza
- Preparazione e conservazione del cibo
- Lavanderia
- Comunicazioni
- Intrattenimento
- Salute
- Persone anziane
- Persone disabili.

3.3.3. Benefici

- Migliore qualità della vita
- Incremento della sicurezza.

3.3.4. Problemi:

- Dipendenza dalla tecnologia
- Sicurezza e privacy
- Imprevedibilità del comportamento di macchine che apprendono
- Assegnamento di responsabilità per comportamenti errati o crimini
- Esseri umani in contesti completamente robotizzati potrebbero avere problemi psicologici
- Dipendenza.

3.3.5. Raccomandazioni

- Aggiornare gli standard di sicurezza
- La legislazione in materia di privacy deve tener conto degli ambienti intelligenti
- Necessità di monitorare la salute mentale di persone sole assistite da ambienti artificiali.

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 78

3.4. Network Robotica

3.4.1. Internet robotica

Tutti i robot saranno connessi al web, attraverso uno o più accessi wireless. Questo permetterà l'interazione uomo/robot a distanza per tele-operazioni e tele-presenza. Faciliterà, inoltre, la comunicazione robot/robot per la condivisione dei dati, la cooperazione nel lavoro e nell'apprendimento. Quando la velocità del Web sarà paragonabile a quella della LAN interna del robot, la macchina si espanderà in una serie di sistemi specializzati connessi in rete.

Saranno sviluppati sistemi robotici complessi, costituiti da squadre di agenti/componenti robotici che cooperano connessi attraverso tecnologie ICT e GRID:

- Sistemi multi-agente costituiti da robot individuali identici
- Sistemi multi-agente costituiti da robot specializzati
- Sistemi intelligenti connessi in rete
- Sistemi di conoscenza connessi in rete.

*3.4.2. Ecologia robotica (***Robot Ecology***)*

L'ecologia robotica indica l'ambito di ricerca e sviluppo di squadre robot che si auto-organizzano e caratterizzate da un grande numero di membri eterogenei. L'organizzazione delle squadre di robot è necessaria per eseguire compiti specifici che richiedono una distribuzione e una coordinazione a livello locale e globale; si pensi ai casi in cui un controllo centralizzato è impossibile a causa delle grandi distanze, alla mancanza di informazione disponibile localmente e al tempo impiegato dal segnale per viaggiare.

Un robot ecologico di grande scala risulterà preziosissimo in un gran numero di applicazioni come la sicurezza, la sorveglianza, il monitoraggio, il giardinaggio e l'industria farmaceutica. In aggiunta, la coordinazione di squadre eterogenee di robot avrà valore per la progettazione, l'organizzazione e l'uso di sistemi di produzione avanzati.

3.4.3. Benefici

- Incremento dell'efficienza nell'esecuzione di compiti complessi
- Capacità di governare applicazioni di grande scala
- Abbondanza e sostituibilità di agenti intercambiabili

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 79

- Affidabilità dal momento che il gruppo può lavorare anche dopo aver perso la maggior parte dei suoi elementi.

3.4.4. Problemi:

- Dipendenza dei servizi primari da sistemi complessi
- Imprevedibilità del comportamento della squadra di robot
- Assegnamento di responsabilità per comportamenti errati o crimini
- Vulnerabilità da attacchi hacker
- Privacy.

3.4.5. Raccomandazioni

Aggiornare gli standard internazionali di tolleranza degli errori per prendere in considerazione la complessità degli effetti incrociati.

3.5. Robotica esterna

Robot per esplorare, sviluppare, rendere sicuri e colonizzare il nostro mondo e i mondi vicini.

3.5.1. Suolo

- Miniere (camion automatici carico-trasporto-scarico, robot con dispositivo di trapanatura e demolizione)
- Gestione delle merci (gru e altre tecnologie automatiche per il carico / scarico delle merci)
- Agricoltura (trattori automatici, seminatrici e trebbiatrici, applicatori di fertilizzanti e pesticidi)
- Veicoli da strada (veicoli automatici per il trasporto di merci e persone)
- Robot per soccorso (robot che supportano le prime unità di crisi nelle missioni di salvataggio)
- Sminamento (robot per scovare, localizzare e neutralizzare le mine)
- Protezione ambientale (robot per abbattere l'inquinamento e smantellare impianti pericolosi).

3.5.2. Mare

- Ricerca (Robot marini per oceanografia, biologia marina, geologia)
- Operazioni al largo (robot sottomarini per ispezione, mantenimento, riparazio-

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 80

ne e monitoraggio di piattaforme petrolifere e per gas in acque profonde e ultraprofonde)
- Ricerca e salvataggio (robot sottomarini per la prima risposta a incidenti marini, come l'incagliamento di un sottomarino).

3.5.3. Aria

UAV (Aeroplani automatici per le previsioni meteo, il monitoraggio ambientale, il controllo del traffico stradale, il pattugliamento e la sorveglianza di grandi distese di territorio).

3.5.4. Spazio

- Esplorazione spaziale (veicoli per lo spazio profondo, moduli di atterraggio, rover)
- Stazioni spaziali (laboratori automatici, dispositivi di controllo e comunicazione)
- Operazioni a distanza (braccia e dispositivi di manipolazione performanti automatici o con supervisione).

3.5.5. Benefici

- I robot potrebbero essere impiegati in operazioni pericolose (maneggiare esplosivi, muoversi sottoterra dopo un'esplosione per stabilizzare un campo minato, scavare in aree dove è impossibile per gli umani lavorare o addirittura sopravvivere)
- Specialmente i robot mobili possono essere strumenti preziosi per missioni di salvataggio in zone urbane dopo eventi catastrofici quali terremoti, esplosioni di bombe, fughe di gas o incidenti più comuni come incendi e incidenti stradali che coinvolgono materiali pericolosi. I robot possono essere utilizzati per ispezionare edifici crollati, per stabilizzare la struttura e per localizzare le vittime
- Uno sfruttamento più efficiente delle risorse naturali
- Fronteggiare il problema della produzione di cibo per la crescente popolazione terrestre
- Aumentare la conoscenza dello spazio e della terra.

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 81

3.5.6. Problemi

- Eccessivo sfruttamento e antropizzazione del pianeta
- Minaccia per le altre forme di vita del pianeta
- Dipendenza dalla tecnologia
- Tecnologia a doppio-uso: possibile riconversione di robot civili per scopi militari o criminali (terrorismo, inquinamento).

3.5.7. Raccomandazioni

- Le organizzazioni ambientali dovrebbero promuovere ricerche sull'impatto delle nuove tecnologie robotiche sulla natura
- Gli scienziati dovrebbero monitorare l'impatto delle loro tecnologie.

3.6. Salute e qualità della vita

3.6.1. Robot chirurgici

La chirurgia sta entrando in una fase di grande cambiamento, spronata dalle recenti conquiste in campo medico e informatico. Strumenti diagnostici controllati da computer sono stati usati per anni nelle sale operatorie per fornire informazioni vitali attraverso l'impiego di ultrasuoni, tomografie assiali computerizzate (TAC) e altre tecnologie di visualizzazione. Recentemente sistemi robotizzati hanno fatto il loro ingresso nelle sale operatorie in qualità di assistenti chirurgici in grado di aumentare la precisione degli interventi; sono la risposta alle richieste dei chirurghi di superare le limitazioni della poco invasiva chirurgia laparoscopica, una tecnica sviluppata negli anni Ottanta. L'11 luglio del 2000, la FDA ha approvato il primo dispositivo chirurgico completamente robotizzato.

- Le applicazioni tipiche sono:
- Stazioni di tele-chirurgia robotizzate
- Dispositivi di chirurgia endoluminale
- Sistemi robotici diagnostici (TAC, RMN, PET, …)
- Robot per terapie (trattamento al laser per gli occhi, terapia nucleare mirata, chirurgia a ultrasuoni, …)
- Ambienti virtuali per esercitazioni e miglioramento
- Interfacce tattili per esercitazione chirurgica / fisioterapica.

3.6.2. Bio-robotica

La progettazione e la fabbricazione di nuovi, performanti sistemi e macchine

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 82

ispirati alla biologia, per molte applicazioni possibili; lo sviluppo di dispositivi (nano, micro, macro) che sono in grado di sostituire, integrare e assistere gli esseri umani in attività di diagnosi, chirurgia, nella preparazione di protesi, nella riabilitazione e nell'assistenza personale.

Protesi biomeccaniche umane per la locomozione, la manipolazione, la visione, la percezione in generale e altre funzioni:

- Arti artificiali (braccia, gambe, …)
- Organi interni artificiali (cuore, reni, …)
- Sensi artificiali (vista, udito, …)
- Potenziamento umano (esoscheletro, …).

Quest'ambito ha una particolare relazione con le neuroscienze, circa lo sviluppo di interfacce e sistemi di coordinazione senso-motoria per l'integrazione dei dispositivi bionici con il corpo/cervello umano.

3.6.3. Tecnologia di assistenza

- Robot personali che in strutture ospedaliere o a casa si prendono cura di:
- Pazienti
- Anziani
- Handicappati.

3.6.4. Robotica nella biologia computazionale

Micro/nano tecnologie e robot impiegati in medicina e biologia.

3.6.5. Benefici

- La chirurgia minimamente invasiva riduce i tempi di ricovero del paziente
- Miglioramento dell'accuratezza e della precisione
- I sistemi robotizzati aumentano la precisione della micro-chirurgia
- La robotica incrementa le prestazioni delle terapie complesse
- La bio-robotica può migliorare le condizioni di vita dopo incidenti e disastri
- La tecnologia di assistenza aiuterà molte persone a condurre una vita più indipendente
- I robot chirurgici possono riabilitare l'abilità del chirurgo stesso.

3.6.6. Problemi

- Costo dei sistemi robotici
- Dipendenza

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 83

- Riduzione di abilità, di posti di lavoro e di dati sensoriali per il chirurgo
- Il blocco di sistemi di robot chirurgici potrebbe causare problemi fatali
- Questioni legate ai costi, alle dimensioni e alla funzionalità.

3.6.7. Raccomandazioni

- Creare comitati interdisciplinari con esperti di bioetica
- Porre l'attenzione su un alto grado di sicurezza e affidabilità.

3.7. Robotica militare

3.7.1. Armi intelligenti

In questo campo sono compresi tutti i dispositivi che si ottengono dallo sviluppo di sistemi tradizionali usando tecnologia robotica (automazione, intelligenza artificiale e così via)

- Sistemi di Difesa Integrata: sistemi di intelligenza artificiale che sorvegliano la situazione strategica, controllano armi e il raggio d'azione degli aerei.
- Carri armati automatici: veicoli armati che trasportano armi e/o ordigni tattici
- Bombe e missili intelligenti
- UAV (Unmanned Aerial Vehicles, Veicoli aerei non pilotati): aeroplani spia senza pilota e bombardieri comandati a distanza.
- AUV (Autonomous Underwater Vehicles, Veicoli automatici sottomarini): siluri intelligenti e sottomarini automatizzati.

3.7.2. Soldati robot

Gli umanoidi saranno impiegati come sostituti degli esseri umani nell'attuazione di compiti "sensibili" e in missioni in ambiente popolato da esseri umani. Le ragioni principali a favore dell'utilizzo di umanoidi è permettere una sostituzione uno a uno senza modificare l'ambiente, l'interazione umano/umano o le regole di ingaggio. Questo potrebbe essere richiesto in contesti dove la salvaguardia della vita umana è considerata una priorità.

- Guerriglia urbana
- Operazioni di security all'interno di edifici
- Pattugliamento
- Sorveglianza.

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 84

3.7.3. Superumani

Ci sono molti progetti per sviluppare un soldato superumano. Attualmente, il corpo umano non può svolgere compiti con la forza, la velocità e la resistenza alla fatica delle macchine. *L'incremento* renderà possibile l'estensione delle capacità umane esistenti, attraverso esoscheletri indossabili, ottenendo forza, velocità e resistenza sovrumane.

- Sistemi di sensori artificiali
- Potenziamento della realtà
- Esoscheletri.

3.7.4. Benefici

- Superiore capacità tattico/operativa
- Comportamento a-emotivo, potenzialmente più etico di quello umano.
- Limitato numero di perdite di vite umane negli eserciti robotizzati
- Migliori risultati dei superumani in confronto ai soldati umani.

3.7.5. Problemi

- Incapacità di gestire la complessità non strutturata di uno scenario ostile
- Imprevedibilità del comportamento delle macchine in base al loro apprendimento
- Assegnamento di responsabilità per usi erronei o criminali
- Esseri umani nelle squadre miste potrebbero avere a che fare con problemi psicologici
- Problemi pratici e psicologici nella distinzione tra umani e robot
- Stress eccessivo e disumanizzazione dei soldati superumani.

3.7.6. Raccomandazioni

- Promuovere il dibattito pubblico sulle dinamiche e sui problemi cui le democrazie fanno fronte
- Promuovere un atteggiamento critico e una consapevolezza tra gli scienziati di robotica che lavorano in programmi di ricerca militare, al fine di migliorare il controllo di potenziali minacce all'umanità.
- Creare gruppi di lavoro all'interno delle organizzazioni esistenti per adattarsi ai regolamenti internazionali.

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 85

3.8. *Edutainment* (Edu-divertimento, intrattenimento educativo, ecc. [NdT])

3.8.1. Kit di robot educazionali

Le applicazioni positive della robotica nella formazione sono conosciute e documentate. Nell'era dell'elettronica, dei computer e delle reti, è necessario modernizzare non solo il contenuto e gli strumenti, ma anche i metodi educativi delle scuole tradizionali. È anche importante considerare che lo stile di vita delle giovani generazioni è cambiato esattamente come sono cambiati i mezzi di comunicazione che usano nel loro tempo libero. Oggi, i giovani comunicano via Internet e con telefoni cellulari utilizzando e-mail, sms e chat, che permettono loro di essere sempre collegati con una comunità globale senza limiti di tempo e spazio.

I giovani spendono molto tempo giocando ai videogiochi, con i cellulari o "scaricando" files da internet. Queste attività li mettono a contatto con esperienze di livello pari a quello dei sistemi più tecnologicamente avanzati. Tutto ciò ha accelerato il ritmo di vita, cosicchè molte delle esperienze umane diventano oggi sia reali che virtuali. In effetti, stiamo entrando nell'era del ciberspazio, che non sostituirà le relazioni della vita normale ma certamente altererà le loro caratteristiche.

In un simile contesto, dobbiamo considerare che l'insegnamento tradizionale e i classici strumenti di supporto (libri, documenti e così via) stanno rischiando di diventare inutilizzabili se comparati alle possibilità attuali offerte ai giovani dal mondo dei nuovi mass-media. È quindi necessario iniziare a progettare nuovi modi di trasmettere conoscenza che sfrutti a fondo le possibilità delle tecnologie recenti.

La robotica è davvero un ottimo strumento attraverso cui insegnare la tecnologia (e molte altre materie) rimanendo, al contempo, sempre ben ancorati alla realtà. In effetti, i robot sono oggetti tridimensionali che si muovono nello spazio e nel tempo e che possono emulare il comportamento umano e animale ma, a differenza dei videogiochi, sono macchine reali, oggetti veri e gli studenti apprendono molto di più e più rapidamente se possono interagire con entità concrete e non semplicemente con formule e idee astratte.

3.8.2. Robot giocattoli

Aibo è un vivace cagnolino robot della Sony con un software che controlla la personalità e le capacità. Il robot giocattolo, che costa circa 2000 $, danza, scodinzola, fa la guardia e gioca, sviluppando una personalità basata sulle interazioni con i suoi proprietari. La Sony ha venduto oltre 150.000 Aibo da quando ha lanciato il prodotto, nel maggio del 1999.

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 86

Fonti ufficiali dell'azienda hanno detto che è stato compiuto un notevole sforzo per rendere i movimenti di Aibo più simili a quelli di un cane; i progettisti hanno studiato il modo in cui i cani si muovono. Gli sviluppatori hanno rimpiazzato il sistema di movimento della testa (ottenuto con un motore) che non sembrava così simile a quello di un cane con una sorta di movimento avanti-e-in-basso.

3.8.3. Divertimento

I robot ci permetteranno di costruire ambienti reali che possono essere la copia perfetta (o in scala) di ambienti esistenti o la ricostruzione di scenari vecchi di secoli o millenni, che noi possiamo ripopolare con animali reali o immaginari.

I robot e la robotica renderanno possibile ricreare fenomeni naturali e processi biologici, anche drammatici, senza mettere a rischio vite umane.

In questi scenari, gli spettatori/utenti possono vivere esperienze interattive che sono *reali*, non solo *virtuali*.

Come straordinarie macchine teatrali, i robot svilupperanno effetti speciali sempre più *reali*. I robot per il divertimento sono già usati per pubblicizzare marchi, prodotti e come attrazioni in eventi pubblici. Sono strumenti di marketing che i costruttori esibiscono nelle occasioni speciali. Ultimo, ma non ultimo, i robot saranno impiegati come partner sessuali in molti campi, dalla terapia alla prostituzione.

3.8.4. Arte robotica

Il ruolo della robotica nell'arte contemporanea, insieme ad altre espressioni artistiche interattive (telecomunicazioni e installazioni interattive), sta guadagnando importanza e successo. Gli artisti stanno utilizzando tecnologie avanzate per creare ambienti e opere d'arte, servendosi di attuatori e sensori come interfaccia con i visitatori.

L'arte robotica si diffonderà per i seguenti motivi:

- Ricorda (ed è ispirata da) le tradizioni mitiche di varie culture. Queste tradizioni hanno prodotto creature fantastiche sintetiche;
- I robot esercitano ovunque un fascino speciale sulle persone
- I robot possono essere usati come strumenti in arte e permettere la costruzione di lavori artistici in tempi più brevi, aumentando così la creatività umana
- I robot possono anche recitare ruoli da attore e prendere parte a rappresentazioni teatrali.

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 87

3.8.5. Benefici

- Apprendere con la robotica è importante non solo per gli studenti che desiderano diventare ingegneri o scienziati, ma per tutti, dal momento che fornisce una potente metodologia di ragionamento e strumenti utili per comprendere il mondo
- La robotica colleziona tutte le competenze necessarie per progettare e costruire macchine (meccanica, elettrotecnica, elettronica), computer, programmi software, sistemi di comunicazione e reti.
- Le caratteristiche particolari della robotica potenziano la creatività dello studente, le sue capacità di comunicazione, la cooperazione e il lavoro di gruppo.
- L'apprendimento con la robotica promuove l'interesse dello studente nei confronti delle discipline scientifiche di base (matematica, fisica, disegno tecnico)
- I kit di robot da costruire, combinando la fattura fisica di artefatti con la loro programmazione, sono in grado di suscitare nuovi modi di pensare che portino a riflettere sulle relazioni tra:
  - Vita e tecnologia;
  - Scienza e il suo corredo di esperimenti;
  - Progettazione di robot, valori e identità.
- I robot giocattolo possono essere giocattoli intelligenti: saranno specificatamente progettati per stimolare la creatività dei bambini e lo sviluppo delle loro facoltà intellettuali;
- I robot giocattolo possono essere usati nell'assistenza pedagogica di bambini autistici.
- I robot sessuali potrebbero diminuire lo sfruttamento a scopo sessuale di donne e bambini.

3.8.6. Problemi

- I robot giocattolo possono causare problemi psicologici:
  - Perdita di contatto con il mondo reale
  - Confusione tra naturale e artificiale
  - Confusione tra reale e immaginario
  - Dipendenza dalla tecnologia
- I robot sessuali possono suscitare problemi all'intimità e alla vita affettiva.
- Problemi riguardanti la sicurezza
- Diffusione di cattiva informazione
- La tecnologia può prevalere sulla creatività.

RTLu_1_2008.qxd 21-04-2008 18:59 Pagina 88

3.8.7. Raccomandazioni

- I sistemi formativi dovrebbero includere la robotica nei loro programmi
- I sistemi formativi dovrebbero monitorare gli effetti della robotica nell'apprendimento degli studenti
- Gli psicologi dovrebbero monitorare gli effetti dei robot giocattolo sui bambini
- Le organizzazioni di consumatori dovrebbero monitorare la sicurezza dei prodotti (affidabilità e privacy).

3.9. Raccomandazioni finali

Infine, suggeriamo i seguenti punti:

- Inserire le tematiche di roboetica negli ambiti di ricerca del Gruppo Europeo di Etica
- Promuovere una comunità transdisciplinare e multiculturale di Roboetica, sulla falsariga dei comitati di bioetica
- Dare vita a Gruppo Dedicato alla Roboetica all'interno di EURON – European Robotics Research Network
- Promuovere dibattiti pubblici su tematiche di roboetica per aumentare la consapevolezza comune.

(Traduzione di Ciro De Florio)