



# I LUNEDÌ SCIENTIFICI

*XII Edizione*

1993

## **LE NUOVE FRONTIERE DELLA COMUNICAZIONE: SIMULAZIONE E REALTÀ VIRTUALE**

MARCO SOMALVICO



CENTRO CULTURALE SAN CARLO

**Credito  
Valtellinese** 

## **NUOVE FRONTIERE DELLA COMUNICAZIONE:**

### **SIMULAZIONE E REALTA' VIRTUALE**

**Marco Somalvico**  
**Professore Ordinario di**  
**"Intelligenza Artificiale" e di "Robotica"**  
**Dipartimento di Elettronica e Informazione**  
**Politecnico di Milano**

#### **1. INFORMATICA, ROBOTICA, SIMULAZIONE E REALTA' VIRTUALE**

E' noto a tutti quanto importante sia oggi l'interazione tra la macchina e l'uomo.

La ricchezza del dialogo e della collaborazione esistente tra l'elaboratore e l'uomo, richiede l'impiego di sofisticate e moderne metodologie concettuali e di conseguenti tecnologie realizzative appartenenti a quell'area disciplinare, appartenente all'informatica, che è denominata intelligenza artificiale, nonché alle interazioni che questa area disciplinare ha con la scienza cognitiva.

Tali metodologie e tecnologie sono imperniate intorno ai tre seguenti approcci scientifici:

##### **A. La multimedialità.**

La multimedialità è la capacità di comunicare che si basa sulla possibilità di aumentare la portata di informazione, nell'interazione tra uomo ed elaboratore, mediante l'integrazione, insieme, di diversi canali di comunicazione (o media, da cui il termine "multimedia" cioè più di un "medium").

##### **B. La multiinterpretazione.**

La strategia della multiinterpretazione si basa sul fatto che il significato del contenuto di una comunicazione, monomediale o multimediale, è spesso legato all'intento di chi comunica, e, quindi, diversi contesti interpretativi possono essere utilizzati per estrarre informazioni, di variegato significato, da uno stesso contenuto della comunicazione.

In altri termini, in questa ottica strategica viene considerata, in modo ribaltato rispetto all'usuale, come fattore positivo l'esistenza di una potenziale ambiguità che è attribuibile a certi contenuti della comunicazione.

### C. La multielaborazione.

La multielaborazione e la strategia comunicativa che si pone nell'ottica di considerare l'informazione comunicata multimedialmente, non come un semplice "dato" ma come una "conoscenza".

Si ricorda che, in informatica, il termine tecnico, "dato", individua un tipo di informazione caratterizzato dalla proprietà di essere oggetto di un tipo di elaborazione, denominato "gestione", che consiste nella loro scrittura, memorizzazione, e lettura, tramite l'elaboratore.

Si ricorda, inoltre, che, in informatica, il termine tecnico "conoscenza" o l'equivalente termine tecnico "problema", individuano un altro tipo di informazione caratterizzato dalla proprietà di essere oggetto di un altro tipo di elaborazione, denominato "risoluzione" od "inferenza", che consiste nella risoluzione dei problemi descritti con questo tipo di informazione.

E' questo il motivo per cui l'interazione uomo - macchina coinvolge in modo essenziale quella branca dell'informatica, chiamata intelligenza artificiale, che si dedica allo studio delle metodologie e tecniche che permettono alla macchina, denominata "macchina inferenziale", di svolgere artificialmente l'attività di "risoluzione dei problemi".

Si noti, inoltre, che la problematica dell'interazione della macchina con l'uomo è di profonda importanza, non solo nell'ambito dell'informatica, ma anche nell'ambito della robotica.

Il motivo di ciò dipende dal fatto che l'informatica è legata alla macchina elaboratore e che la robotica è legata alla macchina robot e che, infine, ogni macchina (elaboratore e robot) è dotata della capacità di interagire con l'uomo.

Inoltre, come vedremo chiaramente ora, la profonda distinzione concettuale, che esiste tra elaboratore e robot, e, quindi, tra informatica e robotica, è legata alla differente

possibilità che le due macchine offrono nei confronti della loro interazione con la realtà fenomenologica (realtà cui appartiene anche la macchina stessa).

Come è noto l'informatica è la disciplina che studia i problemi connessi con l'esistenza dell'elaboratore, inteso come la macchina che è capace di elaborare l'informazione.

Inoltre la robotica è la disciplina che studia i problemi connessi con l'esistenza del robot, inteso come la macchina che è capace di elaborare l'informazione e di interagire con la realtà fenomenologica (comprendente anche il robot).

Apparirebbe quindi proponibile, anche se improbabile appare un suo effettivo impiego, la denominazione di "interelaboratore", al posto della denominazione di "robot".

Questa denominazione avrebbe il vantaggio di essere omologa alla denominazione di elaboratore, nell'individuare, attraverso il nome, la funzionalità tipica della macchina, ed, inoltre, essa sarebbe una denominazione appartenente alla lingua italiana.

Si ricordi, inoltre, che, tanto l'elaboratore, quanto il robot (l'interelaboratore), sono macchine capaci anche di interagire con l'uomo.

Da queste due definizioni si può osservare innanzitutto che la robotica contiene l'informatica.

Peraltro, di regola, in informatica si studiano solo quelle attività di elaborazione dell'informazione, che non prevedono dunque una concomitante attività di interazione della macchina (l'elaboratore, cui tali attività di interazione sono precluse) con la realtà fenomenologica.

Invece, di regola, in robotica si studiano solo quelle attività di elaborazione dell'informazione che prevedono dunque una concomitante attività di interazione della macchina (il robot (l'interelaboratore), cui tali attività sono permesse) con la realtà fenomenologica, ed, inoltre, in robotica si studiano le attività di interazione della macchina (il robot (l'interelaboratore)) con la realtà fenomenologica.

Pertanto, di regola, la robotica viene considerata non come una disciplina contenente l'informatica come sua

sottodisciplina, ma come una disciplina, distinta dall'informatica.

Peraltro, in linea di principio, tutte le attività di elaborazione dell'informazione, che nell'ambito dell'informatica sono considerate come disponibili all'elaboratore, possono, nell'ambito della robotica, essere considerate come disponibili al robot in modo integrato con le altre attività di interazione con la realtà fenomenologica, peculiari della robotica.

Accanto alla macchina che denominiamo robot (od interelaboratore), esiste oggi, anche un peculiare metodo di impiego dell'altra macchina, l'elaboratore, che viene denominato con il termine "realtà virtuale", termine che, peraltro, significa esattamente "simulazione della realtà nell'elaboratore".

Dunque tutte le volte che si parla di realtà virtuale si parla, in effetti, dell'impiego particolare dell'elaboratore come sede nella quale viene esplicitata l'attività di simulazione, secondo certi modelli.

E' pertanto di grande interesse esaminare, sia i modelli che permettono di fornire una "realistica" simulazione della realtà, all'interno dell'elaboratore (che è la macchina nel nostro caso), sia le tecniche di interazione uomo - macchina (che permettono all'uomo di interagire con questa realtà simulata nella macchina, denominata, appunto, realtà virtuale).

Prima di esaminare tali problematiche è peraltro importante effettuare una sorprendente considerazione: esiste una dualità tra il concepire il robot, all'interno della robotica, e concepire l'elaboratore che simula il reale, all'interno dell'informatica che studia come ottenere la realtà virtuale.

Se infatti consideriamo, in modo astratto, l'intero scenario del reale, in esso possiamo distinguere tre entità in ciò che chiameremo, per comodità, il diagramma tripolare del reale.

I tre poli individuano le tre entità rappresentate dall'uomo (prima parte del reale, appartenente al "reale naturale"), dalla realtà fenomenologica ESTERNA all'uomo (seconda parte del reale, appartenente al "reale naturale") e dalla macchina (terza parte del reale, appartenente al "reale artificiale").

Ebbene con la robotica, l'uomo concepisce la realizzazione di una macchina, il robot, che simula, rozzamente, l'uomo, nel senso che l'uomo (primo polo), progettando il robot (terzo polo), decide di sostituire se stesso (primo polo) con il robot (terzo polo) nell'interagire con la realtà fenomenologica (secondo polo).

In sintesi diremo che con la robotica l'uomo realizza una simulazione del primo polo con il terzo polo per sostituire l'interazione primo polo - secondo polo con l'interazione terzo polo - secondo polo.

Diceversa con lo studio della realtà virtuale, l'uomo concepisce la realizzazione di una macchina, l'elaboratore, sede della simulazione della realtà fenomenologica, nel senso che l'uomo (primo polo), progettando l'elaboratore che simula la realtà fenomenologica (terzo polo), decide di sostituire la realtà fenomenologica (secondo polo) nell'interazione con se stesso (primo polo).

In sintesi diremo che con lo studio della realtà virtuale, l'uomo realizza una simulazione del secondo polo con il terzo polo per sostituire l'interazione primo polo - secondo polo con l'interazione primo polo - terzo polo.

Robotica e informatica diretta a simulare la realtà fenomenologica, cioè lo studio della realtà virtuale, sono pertanto due attività scientifiche e tecniche, di concezione di due macchine con ruoli che sono l'uno il duale dell'altro, nel senso che l'una o l'altra macchina si sostituiscono ad una od all'altra delle due parti della realtà naturale, cioè l'uomo e la realtà fenomenologica, tra di loro interagenti.

E' infine concepibile una terza possibilità con la quale l'uomo può concepire la macchina che simula.

Questa possibilità si ha quando progetta un'elaboratore come sede, tanto della simulazione di un robot, che è già un rozzo simulatore dell'uomo, quanto della simulazione della realtà fenomenologica.

Anche in questo caso, più generale, di simulazione del reale, si utilizza il termine realtà virtuale, che ora individua la simulazione di entrambe le due parti del reale naturale, l'uomo e la realtà fenomenologica.

Si noti, infine, che in tutti i tre casi di simulazione, e cioè la simulazione, rozza, dell'uomo (robot), la simulazione della realtà fenomenologica (elaboratore che simula la realtà fenomenologica), e la simulazione dell'uomo e della realtà fenomenologica, l'uomo, che progetta la macchina che simula, può interagire con la macchina.

Nel primo caso, l'uomo può telecomandare il robot, nel secondo caso, l'uomo può modificare, nell'elaboratore, la simulazione della realtà fenomenologica, nel terzo caso, l'uomo può, sia modificare, nell'elaboratore, la simulazione della realtà fenomenologica, sia modificare, nell'elaboratore, la simulazione del robot (cioè la simulazione del simulatore dell'uomo).

Si osservi, peraltro, che quest'ultima attività di modificazione, cioè la modificazione, nell'elaboratore, della simulazione del robot, può avvenire secondo due distinte sottomodalità.

La prima sottomodalità consiste nel simulare anche il telecomandare il robot simulato (in tal caso parleremo di animazione del robot simulato).

La seconda sottomodalità consiste nel modificare le caratteristiche del robot, che viene simulato nell'elaboratore (cioè nel modificare il simulatore, rozzo, dell'uomo, che viene simulato nell'elaboratore).

Informatica e robotica si integrano pertanto a vicenda, nella realizzazione ed utilizzazione della realtà virtuale.

In particolare, sia l'uomo che interagisce con l'elaboratore, sede della simulazione della realtà naturale intera (tanto il robot, simulatore dell'uomo, quanto la realtà fenomenologica), sia l'uomo che interagisce con il robot (simulatore dell'uomo), possono utilizzare un sistema artificiale indirizzato a facilitare tale interazione uomo - macchina.

Questo sistema artificiale viene indossato sul proprio corpo ed è chiamato esoscheletro.

L'esoscheletro permette, dunque, sia di animare e di percepire, nell'impiego della realtà virtuale, la simulazione del robot, sia di telecomandare e di percepire, nell'impiego del robot, il robot stesso.

Un noto esempio di esoscheletro consiste nell'indossare dei guanti ed un casco che realizzano l'attuazione delle modificazioni, e degli occhiali che inglobano due video miniaturizzati realizzano la percezione delle modificazioni.

Il movimento delle dita e del palmo della mano, da un lato, e della testa, da un altro lato, viene misurato dai sensori, posti nei guanti e nel caschetto.

Questi sensori sono responsabili della conseguente attuazione delle corrispondenti modifiche che avvengono nella realtà virtuale (nel caso dell'animazione) o nel robot (nel caso del telecomando).

Inoltre gli occhiali presentano l'attuazione ottica della simulazione, e delle conseguenti sue modificazioni.

Pertanto nell'esoscheletro esistono attuatori e sensori, cui corrispondono, reciprocamente, sensori ed attuatori nel robot o nel suo animatore.

Ai sensori dell'esoscheletro corrispondono gli attuatori nel robot o nel suo animatore, mentre agli attuatori dell'esoscheletro corrispondono i sensori nel robot o nel suo animatore.

A conclusione di ciò si può quindi affermare che esoscheletro, da un lato, e simulatore del robot (nel primo caso, dell'animazione), o robot (nel secondo caso, del telecomando), sono due sistemi artificiali, uno il duale dell'altro.

## 2. INFORMATICA, ROBOTICA ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Approfondiamo ora, sia pur brevemente, i concetti relativi all'inquadrimento delle discipline dell'informatica e della robotica, come premessa indispensabile per bene cogliere le potenzialità offerte dalla macchina nel suo ruolo di simulatore o dell'uomo (il robot (l'interelaboratore)), o della realtà fenomenologica (l'elaboratore), o del robot e della realtà fenomenologica insieme (l'elaboratore), simulazione, quest'ultima, che realizza la realtà virtuale.

**Inoltre, inquadrando, in riferimento all'informatica ed alla robotica, la natura e le potenzialità offerte dall'intelligenza artificiale.**

**Esaminiamo, dapprima, la natura dell'elaborazione dell'informazione, sia nell'elaboratore, sia nel robot (nell'interelaboratore).**

**Si osservi, innanzitutto, che per informazione, intesa come oggetto dell'attività di elaborazione, esplicitata dall'elaboratore e dal robot, si intende una classe di modelli del reale.**

**Di regola, l'informazione viene distinta in tre tipi (corrispondenti dunque a tre sottoclassi di modelli), al fine di distinguere utilmente tre corrispondenti diversi tipi di elaborazione dell'informazione.**

**I tre tipi di informazione sono:**

- 1. l'algoritmo;**
- 2. i dati;**
- 3. il problema (si noti che quando, in informatica, si utilizza il termine tecnico "informazione", per indicare solamente il modello di un problema, allora si utilizza anche il più specifico termine tecnico "conoscenza").**

**I tre corrispondenti tipi di elaborazione dell'informazione sono:**

- 1. l'esecuzione di algoritmi (si parla in tal caso di elaboratore esecutorio e di informatica esecutoria);**
- 2. la gestione (termine composito che include la scrittura, la memorizzazione, la modifica e la lettura) di dati (si parla in tal caso di elaboratore gestionale e di informatica gestionale).**
- 3. la risoluzione di problemi (si parla in tal caso di elaboratore risolutorio e di informatica risolutoria); una dizione, equivalente a "risoluzione di problemi", è quella di "inferenza sulla conoscenza" (si parla in tal caso di elaboratore inferenziale e di informatica inferenziale).**

Esaminiamo ora la natura dell'interazione con la realtà fenomenologica, esplicita esclusivamente dal robot (dall'interelaboratore).

L'attività di interazione può essere di due tipi:

1. Produzione di fenomeni conformi con un loro opportuno modello (l'informazione) posseduto dal robot che esplica tale attività tramite il sistema degli attuatori (cioè un interfaccia di uscita dal robot verso la realtà fenomenologica).
2. Percezione di fenomeni descritti da un loro opportuno modello (l'informazione) formulato dal robot che esplica tale attività tramite il sistema dei sensori (cioè un interfaccia di entrata nel robot dalla realtà fenomenologica).

Il robot (l'interelaboratore), può dunque essere contrapposto all'elaboratore, per la sua distintiva capacità di interagire con la realtà fenomenologica, tramite il sistema dei sensori, atto a percepire fenomeni, definiti in base ad un loro modello (interfaccia di ingresso nel robot dalla realtà fenomenologica), e tramite il sistema degli attuatori, atto a produrre fenomeni, determinati in base ad un loro modello (interfaccia in uscita dal robot nella realtà fenomenologica).

Pertanto è anche opportuno classificare il robot (l'interelaboratore), nelle tre seguenti distinte categorie.

1. Robot nero (perchè privo di percezione, così come i ciechi sono privi di percezione visiva), sprovvisto di sistema dei sensori e provvisto di sistema degli attuatori (interazione monodirezionale in uscita).
2. Robot blu (perchè svolge le attività di produzione, tipiche del secondario, dell'operaio in tuta blu), provvisto di sistema dei sensori e provvisto di sistema degli attuatori (interazione bidirezionale in entrata ed in uscita).
3. Robot bianco (perchè svolge le attività di servizio, tipiche del terziario, dell'impiegato in colletto bianco), provvisto di sistema dei sensori e sprovvisto di sistema degli attuatori (interazione monodirezionale in entrata).

Si osservi ora che, tanto l'elaboratore (macchina che esegue algoritmi, che gestisce dati, e che risolve problemi), quanto il robot o interelaboratore (macchina che esegue algoritmi, che gestisce dati, che risolve problemi, che percepisce fenomeni, e che produce fenomeni), si presenta alla nostra considerazione come una macchina, come un sistema artificiale.

Diremo perciò, come si può dire per ogni "MACCHINA", che, tanto l'elaboratore quanto il robot o interelaboratore "E' UNA MACCHINA FATTA DALL'UOMO E ALLA QUALE L'UOMO FA FARE" talune attività, denominate:

1. attività di elaborazione dell'informazione, nel caso dell'elaboratore: queste attività sono TALUNE delle attività che "L'UOMO SA FARE" con il proprio cervello, ma in modo quantitativamente meno efficace;
2. attività di elaborazione dell'informazione e di interazione con la realtà fenomenologica (queste due attività possono essere riassunte con la dizione di "attività di interelaborazione"), nel caso del robot o interelaboratore: queste attività sono TALUNE delle attività che "L'UOMO SA FARE" con il proprio cervello e con il proprio sistema sensorio-motorio, ma in modo quantitativamente meno efficace.

E' importante, a questo punto, soffermarci su due punti molto importanti di quanto enunciato nel capoverso che precede, e precisamente sulla nozione di MACCHINA, e sulla limitazione contenuta nella dizione "TALUNE".

Si ricordi che l'uomo, nella storia del suo sviluppo scientifico, tecnico e tecnologico, ha sviluppato macchine di diversa natura (macchine aeronautiche, elettriche, meccaniche, idrauliche, termiche) che rappresentano una particolare categoria di sistemi artificiali.

Innanzitutto, la nozione di "sistema artificiale" (cioè di sistema "arte factum" (cioè, "fatto ad arte")) configura un'entità, il sistema artificiale, che viene fatto (o, meglio, che viene "progettato" e "costruito", cioè, in sintesi, che viene "fabbricato" o "prodotto") dall'uomo "ad arte", cioè dall'uomo che esplica capacità intellettive ed interattive di tipo creativo, oltre che fabbricativo, durante il percorso delle varie fasi del ciclo progettuale e costruttivo del sistema artificiale.

Ogni sistema artificiale, inteso come sistema, fatto ad arte dall'uomo, è progettato e costruito dall'uomo al fine di fornire un complesso di funzionalità.

Il sistema artificiale è, di solito, di natura generalmente "composita", cioè è costituito da una sua "architettura" interna nella quale diversi "componenti", che possono essere:

1. "sottosistemi artificiali", non necessariamente della stessa finalità funzionale del sistema artificiale, ma sempre "artificiali" ed a loro volta di natura generalmente composita,
2. "elemento materiale", inteso come un costituente primitivo che troviamo direttamente in natura,

vengono forniti, come "ingresso", al processo progettuale, architettonico, costruttivo e sperimentale, che porta ad ottenere, come "uscita", un nuovo "sistema artificiale", denominato "il sistema composito", tramite l'impiego di molti "elementi materiali" e, se è il caso, di molti altri "sottosistemi artificiali", già ottenuti, come sistemi artificiali, in precedenza, denominati "gli elementi ed i sottosistemi componenti".

Le MACCHINE, a differenza di altre categorie di sistemi artificiali, quali, ad esempio, i vestiti, gli alimenti, i materiali compositi, sono dei sistemi artificiali che "REIFICANO" i modelli che l'uomo propone a se stesso ed agli altri al fine di interpretare il reale ed i fenomeni della realtà.

Ad esempio il frigorifero è una macchina che reifica il modello che l'uomo ha creativamente inventato per interpretare i fenomeni fisici connessi con il "freddo", con la "formazione del ghiaccio", con la conservazione nel tempo di taluni alimenti.

Si osservi ora, con considerazione di imponente implicazione epistemologica e gnoseologica, che, nel passato, la scienza (modellizzazione dei fenomeni), l'ingegneria (reificazione dei modelli nelle macchine concepite e progettate) e la tecnologia (economico, produttivo, ed utile impiego delle funzionalità offerte dalle macchine al servizio dell'uomo) sono state dall'uomo (scienziato, ingegnere e tecnologo) orientate al contemplare la realtà ESTERNA all'uomo, inteso come soggetto spirituale e materiale dell'attività contemplativa.

Più recentemente, invece, a partire (tranne qualche anticipazione curiosa che interessa la storia della cultura umana) dai primi decenni del ventesimo secolo, l'uomo si è dedicato allo sviluppo di una categoria di NUOVE MACCHINE, denominate METAMACCHINE o MACCHINE DELL'INFORMAZIONE, che sono basate sulla reificazione di modelli (o meglio di metamodelli) che l'uomo creativamente inventa nel contemplare la REALTA' DI SE STESSO, INTERNA A SE STESSO, intendendo con la denominazione "se stesso" l'ente, chiamato uomo, costituito da un corpo e da una mente, ed inteso come soggetto esplicante attività di tipo intellettuale ed interattivo, anche se, durante questa contemplazione, l'uomo soggetto è visto come uomo oggetto della contemplazione riflessiva che l'uomo soggetto contemplante rivolge verso se stesso.

Con un'ardita parabola, è come se noi contemplantissimo l'uomo esploratore e modellizzatore del reale che, essendosi stancato di osservare la realtà ESTERNA a se, si fosse abbandonato con il proprio corpo, preso dalla stanchezza, ad una postura di riposo, con il mento appoggiato al proprio petto, e si fosse pertanto sentito spinto a contemplare la realtà INTERNA a se.

Dunque i metamodelli risultanti da questa riflessiva contemplazione creativa, rozzamente descrivono i fenomeni intellettivi ed interattivi che avvengono nell'uomo stesso.

Si rifletta infatti sul fatto che ogni modello del reale sia dotato, al tempo stesso, delle antagoniste caratteristiche di lucentezza e di rozzezza.

Infatti ogni modello del reale è, al tempo stesso, oggettivo e sperimentabile, da un lato, ma limitato ed approssimante, da un altro lato, se si considera la classica posizione filosofica dualista che vede contrapposti il modello del reale con il fenomeno del reale.

La caratteristica di ineffabilità che è posseduta dal fenomeno del reale illustra, di riflesso, l'incapacità del modello del reale nel cercare di racchiudere "in toto", all'interno dei finiti e rigidi, anche se comprensibili e chiari, schemi linguistici entro cui il modello stesso è circoscritto, per quanto complesso e raffinato esso sia.

Ebbene i metamodelli, interpretano lucidamente ma rozzamente, le attività che l'uomo esplica nella sfera intellettuale ed interattiva.

Queste attività hanno, intese come operatori, un'espressione funzionale

Si noti con cura che si parla di TALUNE e non di TUTTE le attività che l'uomo sa fare.

Infatti vi sono attività, come quelle di natura inventiva, che L'UOMO SA FARE MA NON SA FAR FARE ALL'ELABORATORE.

Anzi, in modo più forte, sulla base di considerazioni, sia epistemologiche, sia gnoseologiche, possiamo dire che tali attività inventive L'UOMO NON PUO' FARLE FARE ALL'ELABORATORE.

Il filosofo Bergson considera tali attività intellettuali come tipiche dell'"HOMO CREATOR", dove appunto qui creatività, da non confondere con la creazione, facoltà esclusiva di Dio, si intende come la capacità dell'uomo di inventare modelli innovativi nell'evolvere del suo conoscere la realtà.

Una macchina, in generale, ed un elaboratore, in particolare, è essa stessa stata progettata e costruita come risultato della precedente invenzione creativa, fatta dall'uomo (il progettista), di un modello fissato.

Pertanto, per ovvi motivi gnoseologici, essa, la macchina, non è in grado di operare nelle attività di INVENZIONE di modelli nuovi, cioè non implicati dal modello di cui essa è il risultato progettuale.

Invece le altre attività intellettuali, che Bergson considera come tipiche dell' "HOMO FABER", sono quelle attività che l'uomo sviluppa, DOPO ED ALL'INTERNO di un modello da lui inventato.

Pertanto, sempre per motivi gnoseologici, la macchina è in grado di operare, quando l'uomo la delega, nelle attività di FABBRICAZIONE di verità appartenenti allo stesso modello da cui l'uomo parte.

Queste attività intellettuali, che sono delegabili dall'uomo all'elaboratore, costituiscono le consistono

Queste attività intellettuali consistono nei cosiddetti processi inferenziali, sia deduttivi (discesa dal generale al particolare), sia induttivi (ascesa dal particolare al generale).

Esse sono state studiate, a partire da Aristotele, all'interno di una particolare branca della gnoseologia, denominata logica, in modo di fornire una metodologia descrittiva della loro esplicazione dall'uomo.

Esse sono potenzialmente accessibili alla macchina cui L'UOMO PUO' FARLE FARE.

I processi inferenziali (da in-ferre, portare entro il cerchio del vero, inizialmente contenente un vero iniziale, un conseguente e successivo vero secondario) individuano l'atto di fabbricare un nuovo vero da un vecchio vero; il vecchio vero (gli assiomi) sono il modello inventato dall'uomo e dato alla macchina, il nuovo vero (i teoremi) sono asserzioni di verità causate dal vecchio vero (sono dunque conseguenza del modello).

Ebbene esiste una DISCIPLINA, appartenente all'informatica, chiamata INTELLIGENZA ARTIFICIALE che si propone l'obiettivo di concepire e costruire delle macchine, elaboratori, capaci di svolgere in modo meccanico le attività inferenziali.

Questo obiettivo oggi è già stato raggiunto in taluni casi molto significativi anche se non c'è dubbio che molta ulteriore strada deve ancora essere percorsa dalla ricerca e dalla tecnologia che ne consegue.

L'intelligenza artificiale è anche definita come quella moderna disciplina che negli anni recenti, specialmente per merito dell'avvento dei sistemi esperti, ha fornito un importante influenza nel progresso dell'intera informatica.

Inoltre, l'intelligenza artificiale riveste un indubbio interesse per coloro che siano interessati ad una profonda valutazione delle potenzialità dell'informatica e degli effetti che il progresso di questa disciplina ha ed avrà nei confronti dell'uomo.

Anche le tecniche di comunicazione tra uomo e uomo, attraverso l'intelligenza artificiale e l'informatica saranno

molto rinnovate, come mezzi dediti alla realizzazione del compito superiore dello spirito umano.

L'intelligenza artificiale è la denominazione di una disciplina e, quindi, non va confusa con l'ipotetica connotazione della funzionalità complessa sviluppata in una macchina; si tratta invece della connotazione della disciplina che ha per oggetto del proprio studio il progettare e realizzare la macchina capace di fornire tale eventuale funzionalità complessa.

L'intelligenza artificiale è dunque la disciplina recente, appartenente all'informatica, che studia i fondamenti teorici, le metodologie e le tecniche che permettono di progettare sistemi digitali (hardware) e sistemi di programmi (software) capaci di fornire, all'elaboratore elettronico, delle prestazioni che, ad un osservatore comune, sembrerebbero essere di pertinenza esclusiva dell'intelligenza umana.

Obiettivo di questa disciplina non è quello di "simulare" l'intelligenza umana, obiettivo la cui ponibilità è, per taluni scienziati, addirittura non ammissibile, per motivi epistemologici che distinguono tra la verità e la realtà naturale e la verità e la realtà artificiale, se non altro, per una fede in una metafisica che coinvolge anche l'uomo.

L'intelligenza artificiale certamente si pone, peraltro, l'obiettivo di "emulare" l'intelligenza umana, in quanto non vi è alcun motivo a priori che impedisca che talune (ma non tutte!) prestazioni dell'intelligenza umana (ad esempio la capacità di risolvere problemi, risolubili con procedimenti inferenziali) possano anche essere fornite da una macchina.

Lo sviluppo dell'informatica è tale per cui oggi l'uomo fa fare alla macchina solo talune delle attività fabbricative, ma non c'è dubbio che nuove attività, limitatamente però alla sola categoria delle attività fabbricative, si aggiungono, di sviluppo in sviluppo, al corredo di quelle che l'uomo sempre maggiormente fa fare alla macchina.

Si noti pertanto che mentre le attività dell'invenzione sono esclusive dell'uomo, le attività della fabbricazione, ovvero i processi inferenziali, cioè l'insieme dell'induzione e della deduzione, può essere oggetto, o solo dell'uomo, o solo della macchina algoritmica, o della collaborazione interattiva dell'uomo con la macchina algoritmica.

Si osservi inoltre che oltre le attività di invenzione e di fabbricazione o inferenza (induzione-deduzione), esiste un'ulteriore attività, di livello superiore, sempre esclusiva dell'uomo.

Questa attività è quella di "critica" e consiste nella capacità dell'uomo di rivedere e di modificare un precedente "ciclo" di invenzione e fabbricazione, in un nuovo ciclo, analogo ma migliorativo rispetto al precedente ciclo.

Il miglioramento, di tipo evolutivo, consiste in una migliore conoscenza della realtà che si esplica in una più perfezionata e mirata invenzione e, di conseguenza, in una più efficace fabbricazione.

#### 4. COMUNICAZIONE, INFORMATICA, ROBOTICA: L'UOMO ED IL BIPOLO

Si noti ora che la società di uomini e macchine, integrati gli uni con le altre in una fruttuosa sinergia, tanto più efficace, quanto più spinte saranno le citate tecniche interattive, presenterà anche nuove modalità nell'interazione uomo uomo che spesso vedrà riapparire anche il ruolo ancillare dell'interazione uomo macchina.

Infatti ogni uomo, inteso come individuo, si baserà sempre più nel suo operare intellettualmente ed interattivamente sull'impiego della macchina alla quale egli delegherà alcune attività operative secondo lo schema gnoseologico di Henry Bergson che suddivide le attività intellettive ed interattive in due categorie: quelle creative (esplicate dalla "intelligenza creativa" od invenzione) che l'uomo adotta quando inventa un nuovo modello interpretativo del reale, e quelle fabbricative (esplicate dalla "intelligenza fabbricativa" od inferenza) che l'uomo impiega nel valutare le conseguenze inducibili e deducibili all'interno di un modello inventato.

Dalla dualità gnoseologica tra intelligenza creativa ed intelligenza fabbricativa, e dalla dualità costituita dal rapporto e collaborazione tra l'uomo e la macchina (elaboratore o robot (interelaboratore)), macchina che "L'UOMO FA ED A CUI L'UOMO FA FARE", nasce la concezione dell'uomo come bipolo.

Naturalmente, questa concezione non altera l'unitarietà dell'uomo, come unico soggetto determinatore del proprio intellignere ed interagire, ma ne valuta potenzialità alla luce dell'impiego, da parte dell'uomo, di macchine, o meglio di metamacchine, quali sono l'elaboratore ed il robot (l'interelaboratore).

La nozione di uomo come bipolo si basa sull'osservare che l'uomo, intellignendo ed interagendo, si presenta sotto l'aspetto di un "bipolo informatico e robotico (interinformatico)", associato all'unitario "uomo-mente" (cioè l'uomo capace di intelligenza e di interazione), che si articola in due poli, un primo costituito dal polo "uomo-corpo", ed un secondo costituito dal polo "uomo-macchina".

Si faccia attenzione che qui la dizione, quasi provocatoria, "uomo-macchina", dizione che individua la macchina, cioè l'elaboratore, si propone di accentuare volutamente il fatto che la macchina non opera autonomamente, ma opera all'interno dei modelli progettuali che l'uomo, progettista della macchina (l'uomo che "fa" la macchina), ha inventato, ed opera secondo le funzionalità che l'uomo, programmatore della macchina (l'uomo che "fa fare" alla macchina), ha pianificato.

Si richiama cioè l'attenzione sulla profonda implicazione della frase "l'uomo fa e fa fare la macchina".

Si noti come nel bipolo informatico e robotico, l'uomo e la macchina (l'elaboratore) si ripartiscono tra di loro l'attività creativa, esclusivamente svolta nel polo "uomo-corpo", e l'attività fabbricativa, svolta in modo distribuito in entrambi i due poli, ma con tendenza ad uno spostamento sempre più massiccio nel polo "uomo-macchina".

Si noti, inoltre, come il bipolo informatico e robotico, costituito dai poli uomo-corpo ed uomo-macchina, vede ripartirsi, al proprio interno, sia l'attività creativa, propria dell' "homo creator", sia l'attività fabbricativa, propria dell' "homo faber".

Si osservi, inoltre, che, per quanto è stato detto in precedenza, l'attività creativa è esclusivamente svolta nel polo uomo-corpo, mentre l'attività fabbricativa è svolta, in modo distribuito e cooperante, sia nel polo uomo-corpo, sia nel polo uomo-macchina.

Esiste, peraltro, per effetto del progresso dell'intelligenza artificiale, una tendenza ad uno spostamento sempre più massiccio, nel polo uomo-macchina, dell'attività fabbricativa, mentre, corrispondentemente, esiste una tendenza ad un'occupazione sempre più prevalente, oltre che esclusiva, nel polo uomo-corpo, dell'attività creativa.

Ciò rappresenta, indubbiamente, un'opportunità sempre più crescente che l'uomo ha di concentrarsi, nel polo uomo-corpo, sulle più nobili attività intellettive ed interattive di tipo inventivo e creativo, mentre sempre più l'uomo, liberandosene DIRETTAMENTE nel polo uomo-corpo, fa fare, al polo uomo-macchina, facendole quindi sempre l'uomo, ma INDIRETTAMENTE, le meno nobili (proprio perchè non esclusive del solo polo uomo-corpo) e realizzabili artificialmente (cioè mediante artefatti) attività intellettive ed interattive di tipo fabbricativo ed inferenziale.

Concentrarsi sempre più sull'inventiva e sulla creatività è dunque una liberazione dell'uomo verso le alte attività del conoscere se stessi e del conoscere il mondo reale, del proporsi e riproporsi, cioè, i problemi più complessi e più fondamentali del proprio essere.

Questa tendenza, effetto buono dello sviluppo scientifico e tecnico, permette di formulare due concezioni unitarie, a due diversi livelli, della cultura umana.

#### A. Prima concezione unitaria della cultura umana.

Una prima concezione unitaria si rileva osservando che la tendenza, indotta dallo sviluppo scientifico e tecnico, porta a convergere il "vero" (fine della gnoseologia), il "buono" (fine dell'etica), ed il "bello" (fine dell'estetica), unificando dunque l'attività filosofica nell'uomo, inteso come bipolo informatico.

Infatti, innanzitutto i modelli della realtà sono destinati, per la loro finalità immediata, al conseguimento del "vero", poichè permettono di ottenere, in un modo fedele e sempre più perfettibile, la conoscenza del reale.

Inoltre, i modelli della realtà, sono finalizzati al conseguimento del "buono", poichè sono intesi come un mezzo progettuale che permette all'uomo, inteso come polo uomo-corpo, di inventare i criteri di ideazione e realizzazione della

macchina (l'elaboratore ed il robot), sede di esplicazione dell'attività fabbricativa, affidata al polo uomo-macchina, che è tanto migliore, quanto migliore è il modello che ha permesso di ottenere la concezione ed il funzionamento della macchina.

In altri termini, ciò permette di ottenere le migliori attività informatiche che, compiute in sinergia, all'interno del bipolo, coinvolgendo il polo uomo-corpo ed il polo uomo-macchina, compiono, nel modo migliore, il ciclo inventivo-fabbricativo, del bipolo informatico, che ha come risultante l'espletamento, nel modo più perfezionato possibile, dell'attività dell'uomo inteso come bipolo.

Infine, i modelli della realtà, inventati dall'uomo, esclusivamente nel polo uomo-corpo, sono più efficaci, cioè sono dotati dell'attribuzione del "bello", quando conseguono, in modo sempre più vicino all'universale, la conoscenza del reale.

L'introduzione del valore del "bello" è qui giustificata, se si ricorda che il "bello" (si veda, ad esempio, la posizione critica del De Sanctis), è posta in relazione alla finalità perseguita dall'artista che è quell'uomo che sa esprimere il bello, poichè egli viene considerato possessore della qualità, tipicamente artistica, che è proprio la capacità di interpretare l'universale, mentre si descrive il proprio individuale.

A chiusura delle precedenti considerazioni, è bene ricordare che il termine modello, precedentemente utilizzato, con accezione filosofica, viene denominato con il termine "informazione" nell'ambito del linguaggio tecnico dell'informatica e dell'intelligenza artificiale.

## B. Seconda concezione unitaria della cultura umana.

Una seconda concezione unitaria si rileva osservando che la tendenza, indotta dallo sviluppo scientifico e tecnico, porta a convergere umanesimo ed arte con scienza e tecnica.

Infatti, da un lato, il meglio nella scienza e nella tecnica, cioè il migliore progetto ed impiego della macchina, inteso come polo uomo-macchina, progetto ispirato a criteri scientifici, esalta le capacità scientifiche dell'uomo, inteso come bipolo, che è il soggetto che fa la macchina e fa fare alla macchina.

Inoltre, da un altro lato, il migliore impegno umanistico dell'uomo, inteso come polo uomo-corpo, viene esaltato dall'ottimalità della sua sinergia con la cooperante attività della macchina, intesa come polo uomo-macchina, che, di fatto, rispecchia, in modo mediato ed indiretto, una serie di compiti che morfologicamente scientifici, diventano essenzialmente umanistici.

Si noti, infine, che anche l'economia e la sociologia del lavoro, nell'ambito delle attività creative e fabbricative espletate nel bipolo informatico, renderanno sempre più gratificante psicologicamente e, fatto eccezionale di sinergia, sempre più remunerativo economicamente, il lavoro che massimizzi, nel polo uomo-corpo la massima percentuale di lavoro inventivo, rispetto al totale del lavoro fatto direttamente nel polo uomo-corpo.

Ciò renderà sempre più auspicabile un progresso della scienza e della tecnica informatica, che, trasferendo sempre più lavoro fabbricativo nel polo uomo-macchina, depurerà sempre di più, appunto, nel polo uomo-corpo, il lavoro di tipo inventivo, massimizzandone la percentuale e, tendenzialmente, disoccupando sempre più, cioè liberando sempre più il polo uomo-corpo dal lavoro fabbricativo diretto che, sempre tendenzialmente, verrà sempre più a confluire nel lavoro fabbricativo indiretto, che l'uomo fa nel proprio polo uomo-macchina.

E' questo il quadro di riferimento che ci permette di affermare che l'uomo, inteso come bipolo, sarà un'argilla sempre più duttile agli effetti di una sua vita socializzante orientata ad affermare i valori di una armoniosa coesistenza di lavoro creativo, base della spiritualità, orientato alla scoperta dei valori fondamentali dell'uomo, del suo essere e del suo fine.

E' utile, ora, alla luce della concezione antropologica dell'uomo inteso come bipolo, esaminare i connotati importanti che la comunicazione nell'uomo ( comunicazione intesa, sia come comunicazione uomo - macchina, sia come comunicazione tra uomo (bipolo) ed uomo (bipolo)) fa riscontrare.

Si noti, dunque, come in una società bipolare esisteranno due tipi di comunicazione (od interazione).

Da un lato si avrà la comunicazione (interazione) "intrabipolare", cioè la comunicazione, all'interno di ogni bipolo

di un determinato bipolo), tra normodotati o no nel polo uomo-corpo, che, tramite le ulteriori potenzialità offerte dal loro polo uomo-macchina, possono spesso comunicare tra di loro in modo completo; si noti che tra i due bipoli si possono avere quattro specie di comunicazioni interbipolari, una "in presentia" (copresenza fisica dei due uomini bipolari, durante la comunicazione), e cioè la comunicazione esistente tra la coppia di poli uomo-corpo con uomo-corpo, e tre "in absentia" (non copresenza fisica dei due uomini bipolari, durante la comunicazione), e cioè la comunicazione esistente tra le coppie di poli uomo-corpo con uomo-macchina, uomo-macchina con uomo-corpo, uomo-macchina con uomo-macchina.

Infine, si noti come le stesse considerazioni, fatte ora, se vengono lette in modo rovesciato, possono portare a concludere che un uomo normodotato potrebbe diventare in un certo senso un disabile qualora non utilizzi opportunamente le potenzialità di abilità che la macchina gli offre, e, quindi, potrebbe trovarsi lui, uomo normodotato, ad essere disabile rispetto ad un uomo svantaggiato che, utilizzando compiutamente la macchina, si ritroverebbe ad essere più abile dell'uomo normodotato.