

GILDA BOZZI (GILDA.BOZZI@UNIMIB.IT)

CORSO DI FORMAZIONE SUGLI USI DIDATTICI DEI ROBOT

ATTIVITÀ DIDATTICHE E DI FORMAZIONE

- ▶ In collaborazione con l'**Associazione Yunik**, laboratori didattici e ludico-didattici in contesti scolastici ed extra-scolastici
- ▶ Collaborazione con scuole su progetti legati alle competenze digitali, pari opportunità, inclusione sociale, STEM ...
- ▶ **Corsi di formazione per insegnanti** sulle metodologie di uso didattico dei robot



RobotiCSS Lab

Laboratorio di Robotica per le Scienze Cognitive e Sociali

Dipartimenti di Scienze Umane per la Formazione, Università degli Studi Milano-Bicocca

- ▶ Laboratorio di ricerca multidisciplinare dedicato all'analisi delle **applicazioni sociali e scientifiche delle tecnologie robotiche** e dei loro effetti **psicologici e sociali**
 - ▶ Robot come strumenti per la **ricerca psicologica**: metodologie e implicazioni
 - ▶ Robot come strumenti **facilitatori dell'apprendimento** in contesti scolastici ed extra-scolastici: metodologie e implicazioni





RobotiCSS Lab

Laboratorio di Robotica per le Scienze Cognitive e Sociali

Dipartimenti di Scienze Umane per la Formazione, Università degli Studi Milano-Bicocca

- ▶ **“Officina”** per la progettazione di attività di ricerca e di intervento sul territorio utilizzato da ricercatori dell’Ateneo in collaborazione con le scuole ed enti del territorio
 - ▶ Strumenti per la **progettazione elettronica e robotica**
 - ▶ **Robot** per uso didattico e applicazioni sociali
 - ▶ Strumentazione per effettuare **ricerche sul campo**
- ▶ Molte competenze e discipline coinvolte: filosofia della scienza, psicologia, pedagogia, informatica, elettronica, robotica
- ▶ Sviluppo del robot **CoderBot**

OBIETTIVI DEL CORSO DI FORMAZIONE

- ▶ Acquisizione di alcune conoscenze di base sulla struttura dei sistemi robotici e sui principali linguaggi di programmazione.
- ▶ Acquisizione di alcune capacità di programmazione robotica.
 - ▶ Capacità di descrivere, attraverso linguaggi intermedi **parzialmente formalizzati**, la struttura di programmi adatti a produrre semplici forme di comportamento senso-motorio in robot didattici.
 - ▶ Capacità di convertire tali descrizioni in programmi formulati attraverso particolari linguaggi di programmazione.
 - ▶ Capacità di formulare ipotesi sugli aspetti del programma che producono comportamenti indesiderati ("debugging") e di apportare le adeguate modifiche.
 - ▶ Capacità di descrivere attraverso linguaggi intermedi parzialmente formalizzati la struttura dei programmi che riproducono comportamenti di robot programmati da altri.
- ▶ Acquisizione di alcune capacità relative alla formulazione di progetti didattici per scuole dell'infanzia
 - ▶ Capacità di identificare, e formulare in modo chiaro e preciso, obiettivi di apprendimento (corredati dai relativi strumenti di osservazione/documentazione/valutazione) che si prestino a essere raggiunti attraverso l'uso didattico di robot
 - ▶ Capacità di identificare percorsi di attività funzionali al raggiungimento di tali obiettivi.

CHE COS'È UN ROBOT?

- ▶ Una macchina che si può programmare
- ▶ Un oggetto che esegue i comandi
- ▶ Uno strumento nelle mani di una persona
- ▶ Uno strumento che agisce in autonomia totale
- ▶ Qualcosa che fa qualcosa che io non ho voglia di fare [aspirapolvere]
- ▶ Un aiuto per l'uomo
- ▶ Un qualcosa che si può utilizzare anche a distanza
- ▶ Strumento per svolgere lavori di precisione
- ▶ Un'intelligenza artificiale al servizio dell'uomo
- ▶ Qualcosa di stupido

CHE COS'È UN ROBOT? LA PAROLA AGLI ESPERTI

I robot sono **sistemi autonomi** che fanno parte del mondo fisico, che possono **percepire** aspetti del proprio ambiente, e che possono **agire** in esso per raggiungere particolari obiettivi.

Mataric



CHE COS'È UN ROBOT? LA PAROLA AGLI ESPERTI

I robot sono **sistemi autonomi** che fanno parte del mondo fisico, che possono **percepire** aspetti del proprio ambiente, e che possono **agire** in esso per raggiungere particolari obiettivi.

Mataric

Il termostato

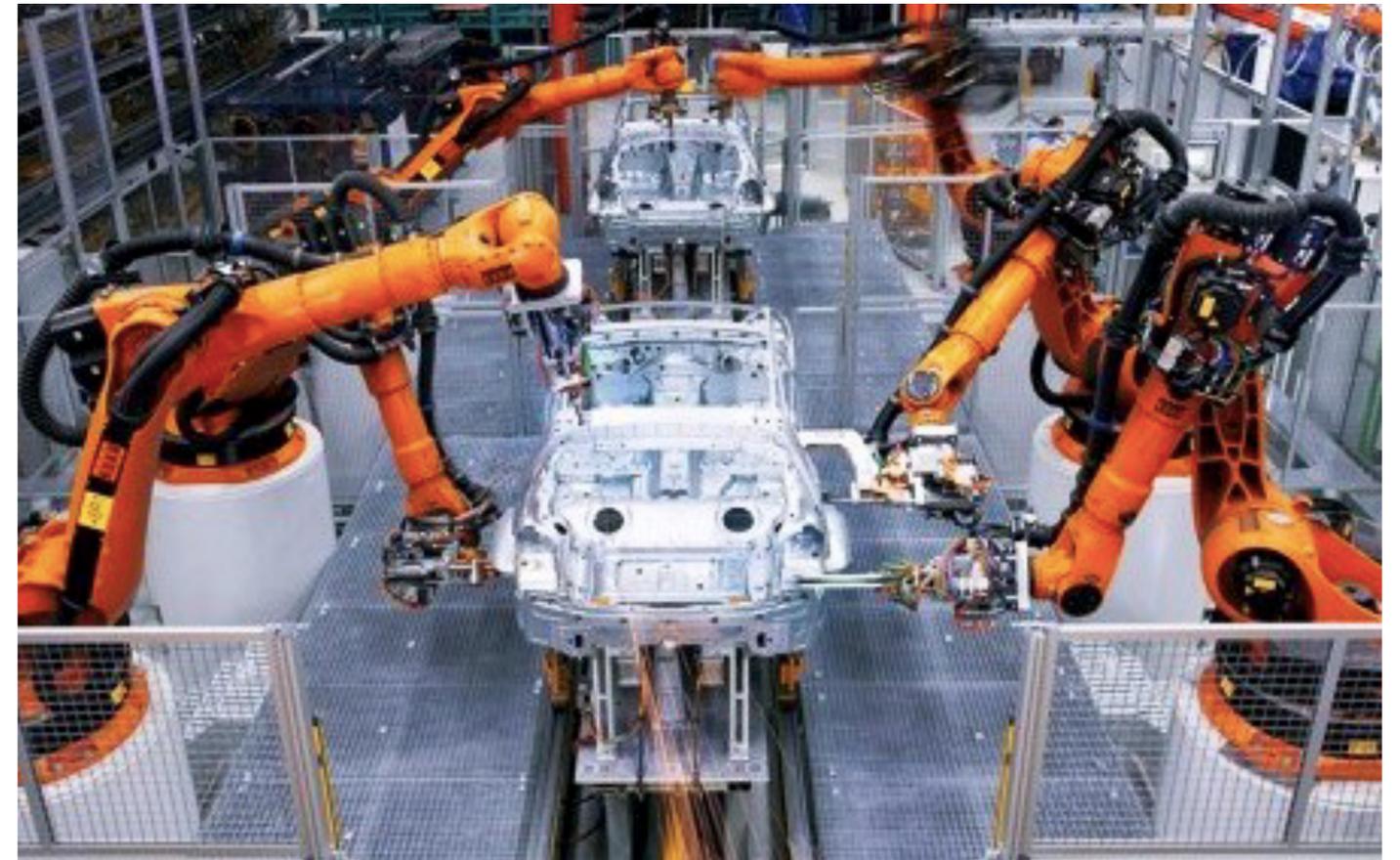
- ▶ Esiste nel mondo fisico
- ▶ Percepisce aspetti del proprio ambiente (temperature)
- ▶ Agisce in esso per raggiungere particolari obiettivi (regolazione di temperatura)



CHE COS'È UN ROBOT? LA PAROLA AGLI ESPERTI

Un **manipolatore riprogrammabile** progettato per muovere materiali, parti, strumenti o dispositivi speciali attraverso particolari traiettorie **pre-programmate** in vista dell'esecuzione di particolari compiti.

The Robot institute of America



CHE COS'È UN ROBOT? LA PAROLA AGLI ESPERTI

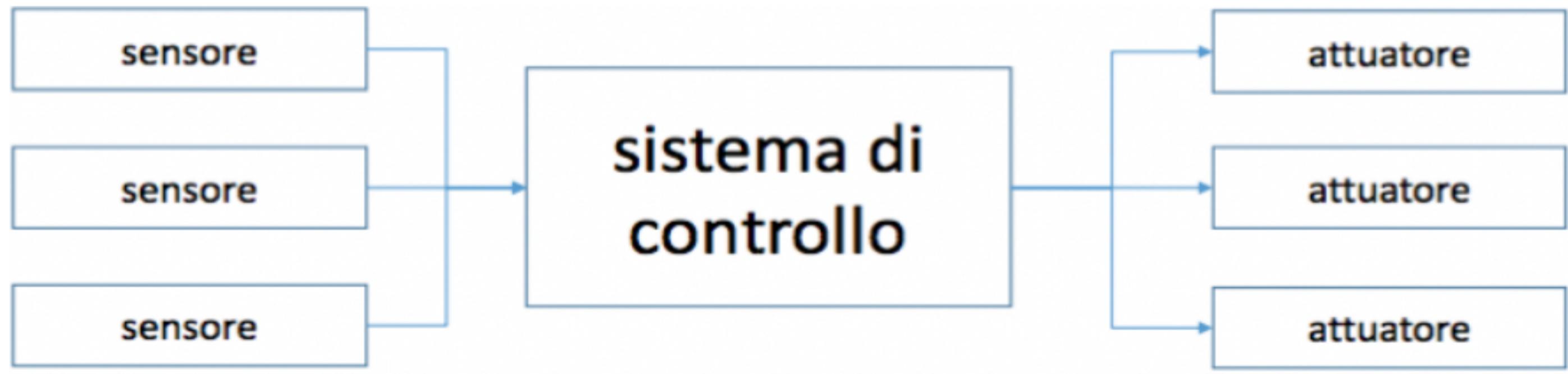
Una macchina che **somiglia a un essere umano** ed esegue azioni complesse di vario genere (come camminare o parlare) tipiche degli esseri umani.

Merriam-Webster



I COMPONENTI ESSENZIALI DI UN ROBOT

- ▶ **Sensori** (luce, colore, distanza, suono, contatto, temperatura ...)
- ▶ **Attuatori** (ruote, bracci meccanici, manipolatori ...)
- ▶ **Sistema di controllo** (che determina il comportamento degli attuatori, anche in funzione delle letture sensoriali)



COS'È UN PROGRAMMA?

- ▶ Un algoritmo scritto in linguaggio
- ▶ Un tipo di linguaggio comprensibile alla macchina utilizzata
- ▶ Un'idea di progetto
- ▶ Ha un inizio e una fine
- ▶ Una successione di comandi per una finalità
- ▶ Un codice che utilizza il sistema binario

GLI ALGORITMI

- ▶ Insieme di comandi (direttive, istruzioni) che vengono eseguite da un particolare sistema
- ▶ Caratteristiche essenziali degli algoritmi (nei sistemi cosiddetti sequenziali):
 - ▶ **Finitezza.** L'insieme dei comandi è finito (=non infinito)
 - ▶ **Non parallelismo (sequenzialità).** Il sistema non può eseguire più di un comando nello stesso momento.
 - ▶ Ne segue che, durante l'esecuzione di una istruzione, il sistema non può avviare l'esecuzione di un'altra istruzione; potrà farlo soltanto quando l'istruzione precedente sarà conclusa.
 - ▶ **Determinismo.** A ogni passo dell'esecuzione, l'insieme dei comandi fornisce indicazioni per capire quale comando dovrà essere eseguito al passo successivo. Vi potrà essere al massimo un comando da eseguire.

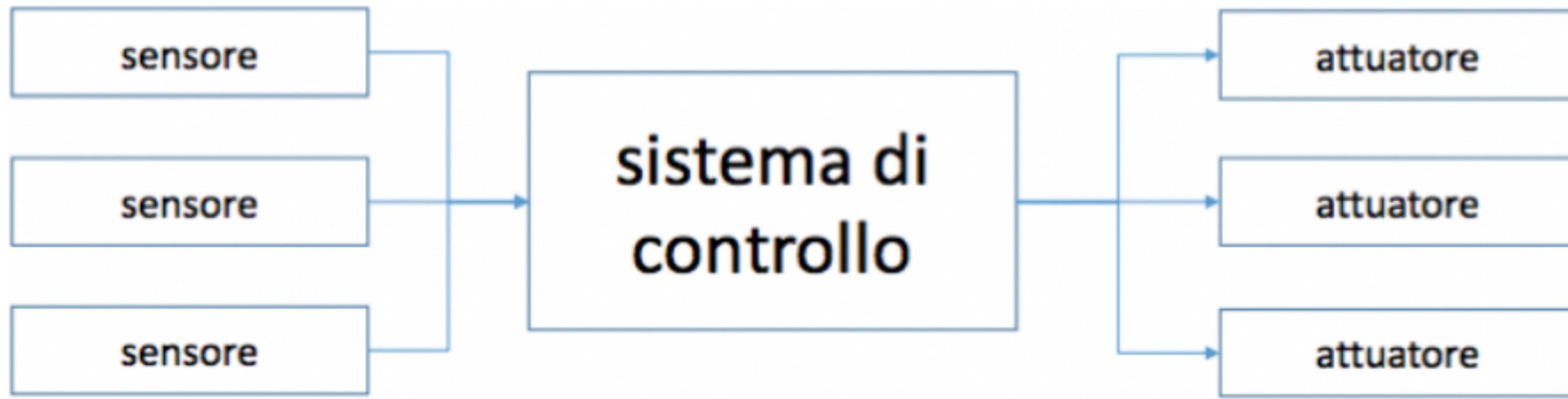
ALGORITMI E PROGRAMMI

- ▶ I programmi sono algoritmi espressi in un particolare linguaggio artificiale, detto **linguaggio di programmazione**
- ▶ Linguaggio artificiale dotato di una **struttura sintattica** precisa e ben definita: se il programma non rispetta le regole sintattiche del linguaggio, il calcolatore si "rifiuterà" di eseguirlo
- ▶ Il linguaggio prevede un insieme di **azioni** e di **comandi di controllo**
- ▶ **AZIONE**
- ▶ **COMANDO DI CONTROLLO**, che si applica a un certo numero di istruzioni (che possono essere a loro volta azioni o comandi di controllo).
 - ▶ Determina l'esecuzione degli elementi a cui si riferisce in una particolare ordine o in particolari circostanze



PROGRAMMI E ROBOT

Quando il **sistema di controllo** di un robot è costituito da un calcolatore digitale, è necessario **programmare** tale sistema di controllo perché "colleghi" sensori ed attuatori in modo tale da ottenere il comportamento desiderato



IL PIÙ SEMPLICE COMANDO DI CONTROLLO: SEQUENZA

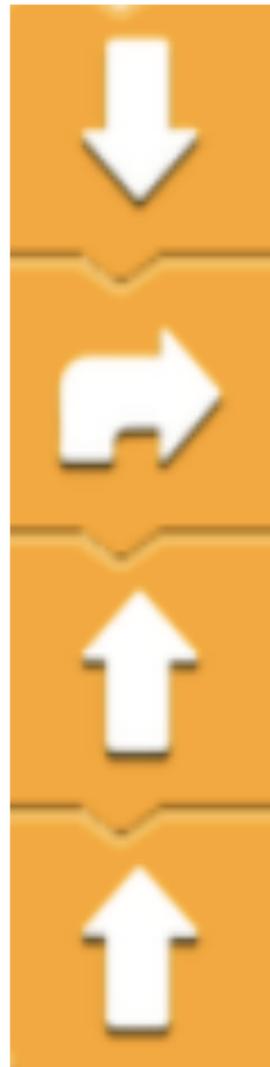
- ▶ **Comando di controllo sequenza** applicato a
 - ▶ Azioni
 - ▶ Comandi controllo, che a loro volta possono essere applicati ad azioni o comandi di controllo (ricorsività)
- ▶ L'esecuzione del programma determina l'esecuzione, in sequenza, uno dopo l'altro, delle varie istruzioni
- ▶ Rispettate le caratteristiche fondamentali degli algoritmi
 - ▶ **Finitezza** dell'insieme di possibili istruzioni o comandi di controllo
 - ▶ **Non parallelismo**. Il sistema non può eseguire più di una istruzione/comando nello stesso momento. Ne segue che, durante l'esecuzione di una istruzione, il sistema non può avviare l'esecuzione di un'altra istruzione; potrà farlo soltanto quando l'istruzione precedente sarà conclusa.
 - ▶ **Determinismo**. A ogni passo dell'esecuzione, l'insieme dei comandi fornisce indicazioni per capire quale comando dovrà essere eseguito al passo successivo. Vi potrà essere al massimo un comando da eseguire (non più di uno).



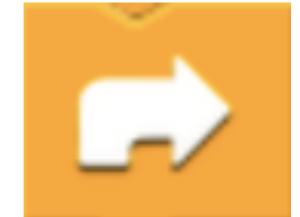
COME SI PROGRAMMA UN ROBOT?

- ▶ Generalmente si utilizza un programma, detto **“ambiente di programmazione”**, che ci permette di creare **programmi** utilizzando particolari linguaggi detti **“linguaggi di programmazione”**
 - ▶ Ambiente di programmazione
 - ▶ Linguaggio di programmazione
 - ▶ Programma (di controllo del robot)
- ▶ L'ambiente di programmazione può essere:
 - ▶ Memorizzato e fatto “girare” in parte della memoria del sistema di controllo, oppure
 - ▶ Memorizzato e fatto “girare” in altri dispositivi: il programma di controllo viene poi memorizzato in qualche forma del sistema di controllo, per l'esecuzione.

I PROGRAMMI E LA LORO ESECUZIONE



- ▶ Il comando di controllo è **sequenza**
 - ▶ Il comando eseguirà prima l'istruzione
 - ▶ ... poi quando avrà finito di eseguirla, eseguirà
 - ▶ ... poi quando avrà finito di eseguirla, eseguirà
 - ▶ ... poi quando avrà finito di eseguirla, eseguirà
 - ▶ ... e poi si fermerà (non essendovi null'altro da fare)



In questo caso, la sequenza delle istruzioni del programma riflette la sequenza delle azioni che il sistema compie

SAPER PROGRAMMARE

CAPACITÀ DI PROGRAMMARE

La capacità di scrivere un programma per robot in grado di produrre una certa forma di comportamento presuppone le seguenti capacità:

- ▶ Saper descrivere con precisione il comportamento che si vuole realizzare
- ▶ Saper decidere se il comportamento che si vuole realizzare può essere prodotto, date le caratteristiche del robot e le risorse informatiche a disposizione
- ▶ Saper immaginare e descrivere la struttura astratta di un programma
- ▶ Saper realizzare, attraverso un particolare linguaggio di programmazione, la struttura desiderata
- ▶ Saper prevedere il comportamento del robot a partire dal programma.
- ▶ Saper rintracciare le cause di un comportamento indesiderato all'interno del programma.

PRIME PROVE SUL TABELLONE: UN GIOCO COMPETITIVO

OBIETTIVO: A partire dalla casella 1, le due ruote anteriori del CoderBot devono entrambe trovarsi nella casella 10 senza mai passare sopra la casella 7 né dalla casella 8 né uscire dal tabellone.

Regole:

- ▶ A partire dal momento in cui inizia il gioco, non saranno più ammesse richieste di spiegazione o dimostrazione del modo in cui il robot reagisce ai comandi
- ▶ A ogni turno, le squadre hanno 5 minuti per scrivere la sequenza di comandi con cui programmare il robot
- ▶ Al termine dei 5 minuti, le squadre consegnano i fogli al conduttore che inserisce, uno dopo l'altro i programmi
- ▶ Prima dell'esecuzione del programma, la squadra giustifica i principali cambiamenti rispetto al programma precedente.

SCELTE DI PROGETTAZIONE

OBIETTIVO: sollecitare la capacità di

- ▶ Giustificare le proprie micro-scelte di programmazione
 - ▶ perchè ho deciso di inserire il comando X e non il comando Y in questo particolare punto del programma?
- ▶ Esplicitare le proprio macro-strategie di programmazione
 - ▶ quali processi di ragionamento mi hanno portato a produrre questo programma e non un altro?
- ▶ Identificare la "causa" dei proprio "errori" di programmazione
 - ▶ quale punto del programma ha determinato un comportamento indesiderato da parte del robot?

STRATEGIA DIDATTICA: separare la fase di progettazione del programma dalla fase di implementazione/esecuzione

- ▶ Imporre un tempo fisso e comune di progettazione permette di poter discutere collettivamente i vari programmi
- ▶ Dà al conduttore l'opportunità di porre richieste di giustificazione e stimoli metacognitivi:
 - ▶ Perché hai programmato così e non così?
 - ▶ Identificazione e discussione di strategie di programmazione
- ▶ L'implementazione è affidata al conduttore del gioco per evitare che i giocatori (o il "leader" alla tastiera) modifichino in tempo reale il programma, senza esplicitare né condividere i motivi
- ▶ Il foglio è organizzato in modo da rendere visibili anche la programmazioni precedenti, per facilitare il confronto

LE DECISIONI

“Vai in camera e spegni la luce, se è accesa”

“Se non sono ancora arrivato, avverti che ritardo”

“Vai in edicola e compra la Repubblica, se disponibile; altrimenti compra il Corriere”

“Mi dia un bicchiere di Negroamaro, se c'è; altrimenti mi dia un Vermentino”

“Ha il permesso di entrare? Altrimenti deve parcheggiare fuori”

- ▶ Queste direttive hanno una struttura comune?

LA STRUTTURA LOGICA DELLE ISTRUZIONI CONDIZIONALI UNARIE SEMPLICI

Se (TEST=Vero), allora (AZIONE 1). Altrimenti (AZIONE 2)

dove TEST indica un'affermazione che può essere vera o falsa (e implica un controllo)

Se (la luce è accesa = vero) **allora** (spegni la luce). **Altrimenti** (non fare nulla)

Se (la Repubblica è disponibile = vero) **allora** (compra la Repubblica). **Altrimenti** (compra il Corriere)

IDENTIFICAZIONE DEL TEST

Se (**TEST**), allora (AZIONE 1). Altrimenti (AZIONE 2)

LINGUAGGIO NATURALE	TEST
Vai in camera e spegni la luce, se è accesa. Sennò lasciala spenta	Se la luce è accesa
Se non sono ancora arrivato avverti che ritardo e cominciate	Se non sono ancora arrivato
Mi dia un bicchiere di Negroamaro, se c'è; altrimenti mi dia un Vermentino	Se c'è il bicchiere di Negroamaro
Prendi i soldi dal mio portafogli, se non bastano per fare la spesa	Se non bastano i soldi

IDENTIFICAZIONE DI AZIONE 1

Se (TEST), allora (**AZIONE 1**). Altrimenti (AZIONE 2)

LINGUAGGIO NATURALE	AZIONE 1
Vai in camera e spegni la luce, se è accesa. Sennò lasciala spenta	Allora spegni la luce
Se non sono ancora arrivato avverti che ritardo e cominciate	Allora avverti e cominciate
Mi dia un bicchiere di Negroamaro, se c'è; altrimenti mi dia un Vermentino	Allora mi dia un bicchiere di Negroamaro
Prendi i soldi dal mio portafogli, se non bastano per fare la spesa	Allora prendi i soldi dal mio portafogli

IDENTIFICAZIONE DEL TEST

Se (TEST), allora (AZIONE 1). Altrimenti (**AZIONE 2**)

LINGUAGGIO NATURALE	AZIONE 2
Vai in camera e spegni la luce, se è accesa. Sennò lasciala spenta	Altrimenti non fare niente
Se non sono ancora arrivato avverti che ritardo e cominciate	Altrimenti non fare niente
Mi dia un bicchiere di Negroamaro, se c'è; altrimenti mi dia un Vermentino	Altrimenti mi dia un Vermentino
Prendi i soldi dal mio portafogli, se non bastano per fare la spesa	Altrimenti non fare niente

NEGAZIONI

Se la luce è spenta, accendila. Altrimenti, lasciala accesa

Se (**la luce non è spenta**) allora (Non fare niente). Altrimenti (Accendila)

DECISIONI: ALGORITMI E PASSI DI ESECUZIONE

Se (la luce è accesa) allora (spegni la luce). Altrimenti (non fare nulla).

[Nell'ambiente del sistema la luce è accesa.]

Passi di esecuzione:

- 1) Test: Se la luce è accesa
- 2) Allora: Spegni la luce
- 3) Altrimenti: non fare niente
- 4) Decisione: Spegne la luce

DECISIONI: ALGORITMI E PASSI DI ESECUZIONE

Se (la luce è accesa) allora (spegni la luce). Altrimenti (non fare nulla).

[Nell'ambiente del sistema la luce è spenta.]

Passi di esecuzione:

- 1) Se: La luce è accesa
- 2) Allora: Spegni la luce
- 3) Altrimenti: non fare nulla
- 4) Decisione: non fare nulla

COMPORAMENTI DECISIONALI PIÙ ELABORATI

- 1 «Accendi il riscaldamento se la temperatura è scesa sotto i 18°»
- 2 «Se la temperatura scende sotto i 18° accendi il riscaldamento»

Il processo decisionale 2 è strutturalmente diverso dal processo decisionale 1 in un senso molto importante.

Quale?

COMPORAMENTI DECISIONALI PIÙ ELABORATI

Decisione semplice **UNARIA**

«Accendi il riscaldamento se la temperatura è scesa sotto i 18°»

se (temperatura < 18°) **allora** (accendi il riscaldamento). **Altrimenti** (non fare niente)

Decisione semplice **ITERATA**

«Se la temperatura scende sotto i 18° accendi il riscaldamento»

per sempre (**se** (temperatura < 18°) **allora** accendi il riscaldamento. **Altrimenti** non fare niente)

IL PROBLEMA DELL' " ITERAZIONE INVISIBILE "

Le direttive in linguaggio naturale spesso **nascondono** la presenza di un'iterazione che è ricavabile dal contesto

Per programmare bisogna **disambiguare il linguaggio naturale** e portare alla luce (livello dello pseudocodice) eventuali iterazioni

«Errore» tipico: **omettere l'iterazione**

L'IMPORTANZA DI SAPER DISTINGUERE ISTRUZIONI CONDIZIONALI UNARIE E ITERATE

Direttiva espressa nel linguaggio naturale:

«**Voglio che il robot vada avanti se premo il pulsante**»

Possibile traduzione:

Se (premo il pulsante) **allora** (vai avanti)

L'IMPORTANZA DI SAPER DISTINGUERE ISTRUZIONI CONDIZIONALI UNARIE E ITERATE

Se (**il pulsante è premuto**) allora (**vai avanti**)

Supponiamo di programmare il robot perché esegua questa istruzione condizionale.

Immaginiamo poi di far partire il programma mentre il robot è fermo su un tavolo.

Proviamo a descrivere con precisione cosa accadrà.

DECISIONI E SENSORI

Voglio che il robot indietreggi di due passi e svolti a destra ogniqualvolta davanti a sé percepisce un oggetto a distanza minore di 20 cm.

- Si tratta di una decisione semplice unaria o iterata?

Traduzione secondo la struttura

[Per sempre **SE** (rileva un oggetto a distanza minore di 20 cm) **ALLORA** (torna indietro di due passi e svolta a destra) **ALTRIMENTI** (non fare nulla)]

CHECKLIST

Gli obiettivi di apprendimento sono davvero obiettivi di apprendimento? (es: «Realizzare un robot che...» non è un obiettivo di apprendimento)	
Gli obiettivi di apprendimento corrispondono davvero a ciò che ci si aspetta – e si desidera – che le studentesse e gli studenti abbiano imparato al termine del percorso?	
Tutte le attività scelte sono funzionali al raggiungimento di tali obiettivi?	
Le attività scelte sono descritte in modo sufficientemente preciso da permettere a un lettore esterno di «raffigurarsi» ciò che l'insegnante/educatore vuole fare in classe?	
Se il percorso prevede dibattiti e focus group, le domande guida sono esplicitate e motivate?	
Sono previste modalità di documentazione dell'esperienza?	