

Gare di Robot come strumento per la formazione tecnico-scientifica

Gli aspetti significativi, le valenze e le gare più rappresentative di un fenomeno in crescita.

■ **Andrea Bonarini**, Dipartimento di Elettronica e di Informazione
Politecnico di Milano
bonarini@elet.polimi.it

INTRODUZIONE

Le gare di robotica sono state introdotte fin dagli anni '80 nella comunità scientifica, con lo scopo di confrontare i risultati ottenuti da diversi ricercatori su un terreno comune e condiviso. Nelle gare è richiesto che i robot svolgano le attività definite dalle regole della gara e si misura la qualità delle prestazioni in modo obiettivo e/o condiviso. Tra gli aspetti interessanti di questo tipo di confronto scientifico vogliamo porne in evidenza alcuni, di rilevanza anche per le gare utilizzate a fini didattici:

- la necessità di essere in grado di affrontare la competizione nei tempi stabiliti, cioè al momento della gara, il che richiede di raggiungere livelli di affidabilità notevoli nelle macchine, e di portare a termine con successo un piano di lavoro definito;
- l'obiettività concettuale della valutazione in un confronto su compiti comuni, sia che questa sia ottenuta con misure oggettive, sia che venga dalla valutazione da parte di una giuria;
- la necessità di focalizzare lo sviluppo su aspetti specifici e ben specificati nelle regole della competizione, che richiede di identificare gli obiettivi da raggiungere e le modalità per raggiungerli.

Dato il fascino intrinseco della competizione e la crescente diffusione della cultura tecnico-scientifica e dei mezzi per coltivarla, le gare si sono diffuse anche tra il pubblico generico di amatori. Per esempio le trasmissioni televisive tipo RoboWars, manifestazioni come le Olimpiadi della Robotica, Robocup e molte altre che attraggono pubblico e media attorno alle competizioni robotiche.

Da qualche anno, per gli stessi motivi, è possibile utilizzare gare di robot come strumento su cui focalizzare gli sforzi di formazione ed educazione. Vediamone gli aspetti più significativi e le valenze.

ASPETTI SIGNIFICATIVI DAL PUNTO DI VISTA FORMATIVO

Partecipare ad una gara di robot ha diverse valenze dal punto di vista formativo. Innanzitutto, come citato sopra, occorre giungere al momento della gara avendo preparato tutto il necessario per una partecipazione onorevole. In generale, i partecipanti hanno l'obiettivo di vincere ed è essenziale impostare il lavoro per poter giungere al momento della gara al massimo delle possibilità. Questo richiede diverse competenze, che vanno formate e raffinate nel corso dell'attività formativa. All'inizio occorre identificare gli obiettivi che si vuole raggiungere e formulare un piano delle attività che tenga conto delle risorse e delle competenze a disposizione - o acquisibili - per raggiungere gli obiettivi nei tempi stabiliti. Il piano va poi seguito, puntualmente verificato ed eventualmente revisionato. Tutto questo richiede una buona organizzazione del lavoro.

La complessità della realizzazione e programmazione di un robot richiede un'attività di gruppo coordinata, che permette di sviluppare le capacità di interazione all'interno di dinamiche di gruppo, in un ambiente dove la cooperazione e l'organizzazione giocano ruoli essenziali. Spesso un team di successo non è semplicemente composto da persone con elevate competenze e risorse, ma è quello che è riuscito ad orga-

nizzarsi al meglio per giungere in tempo al raggiungimento degli obiettivi.

Il fatto che le gare siano definite in termini di regole permette di sviluppare le capacità di analisi delle stesse, analisi che è basata sulla comprensione e l'interpretazione del testo scritto, ma che può essere portata ben oltre, verso l'identificazione di possibili punti deboli delle regole stesse o di elementi che possono permettere di trarre vantaggi rispetto ad altri team che non sono riusciti a rilevarli. A volte si può pensare addirittura di progettare le gare a scopo didattico, inserendo queste ambiguità nelle regole allo scopo di stimolare questa particolare attività di analisi critica e valutazione.

La necessità di soddisfare un insieme di regole porta comunque ad educare a questo tipo di attività, aspetto importante soprattutto in alcune fasce d'età. In una gara, la norma non è più soltanto qualcosa imposto dall'altro, che si può cercare di aggirare o contro la quale si può pensare di lottare. Nel contesto ludico, la norma diventa "regola del gioco" e deve essere accettata da tutti per poter giocare, altrimenti il gioco stesso perde la sua essenza. Questo fa sì che i giocatori tendano a rispettare le regole, per definizione, nel momento in cui accettano di partecipare al gioco. Questo aspetto è molto rilevante e richiede in coloro che formulano le regole, particolare attenzione ad evitare situazioni che possano dare luogo a discussioni o ad ambiguità non risolvibili andando alla lettera della norma. Proprio perché i giocatori sono emotivamente coinvolti nel seguire le regole, una regola "sbagliata", o non chiara, ha ricadute negative sull'accettazione emotiva della partecipazione al gioco, e può portare a far perdere la fiducia non solo nei confronti dell'attività, ma anche delle sue potenziali valenze formative.

Un altro aspetto importante della gara è il confronto diretto con altri che hanno affrontato lo stesso problema. Le diverse soluzioni danno diversi risultati ed il momento della gara è quello della verifica della bontà del proprio lavoro, ma anche del confronto con il lavoro degli altri che può portare a una revisione critica di quanto fatto e ad un'ulteriore fase di apprendimento, ancora una volta caricata emotivamente e, pertanto, con una maggiore possibilità di fissare i contenuti.

La realizzazione di un oggetto che deve funzionare come previsto, richiede una serie di attività, tra cui è essenziale la manipolazione degli oggetti stessi. Una gara di robotica è diversa da una gara di matematica.

Qui non si tratta "semplicemente" di dimostrare di aver appreso al meglio dei concetti teorici, ma di riuscire a metterli in pratica tramite la realizzazione di un oggetto funzionante. Se l'oggetto non funziona, la teoria appresa non riuscirà ad esprimersi ed è evidente che occorrerà andare oltre, aggiungere quanto serve per arrivare alla "creazione". Creare un oggetto che funziona ha una valenza emotiva fortissima già di per sé, indipendentemente dalla partecipazione alla gara, che in questo caso rappresenta solo la spinta motivante per intraprendere l'attività e finalizzarla. Il desiderio di creare un oggetto funzionante è un ottimo motore per impegnarsi ad acquisire informazioni e competenze necessarie allo scopo. Da un lato, la realizzazione dell'oggetto funzionante è il modo per dimostrare che quanto si è appreso effettivamente ha un ruolo efficace (tra l'altro carico emotivamente della necessità di successo nella gara), dall'altro lato, per ottenere l'oggetto funzionante non è sufficiente acquisire competenze teoriche, ma occorre "fare". E per "fare" occorre "saper fare", e quindi acquisire competenze diverse dal solo "sapere", competenze che sono sempre meno presenti nelle giovani generazioni dei paesi sviluppati, a causa del sempre maggiore allontanamento dal fare indotto dagli stimoli tecnologici della società moderna. Questa necessità di integrare fare e sapere dà una diversa dimensione all'apprendimento e contribuisce a motivarlo e a svilupparne il desiderio, altro aspetto tipicamente critico nell'apprendimento tradizionale.

Lo stimolo della partecipazione alla gara tende a caricare emotivamente l'attività di formazione e a fissare ancora di più le competenze apprese nel percorso, giungendo a rimuovere o ad aggirare i blocchi che diversi studenti possono avere formato nei confronti dell'apprendimento di contenuti ormai spesso classificati come ostici, contenuti che alla fine si rivelano semplici strumenti per giungere ad un obiettivo che non è più l'apprendimento per sé (a volte giudicato come inutile), ma l'affermazione in una competizione che, tra l'altro, è spesso giocata all'esterno della situazione e dell'istituzione scolastica.

DISPONIBILITÀ DI STRUMENTI

L'accessibilità per un vasto pubblico a gare di robotica è facilitata dall'ormai diffusa disponibilità di strumenti a diversi livelli, sia di carattere conoscitivo, sia di carattere strumentale.

Sono da anni a disposizione kit di sviluppo di robot, appositamente studiati per diverse fasce d'età e corredati da istruzioni e strumenti che rendono facilmente possibile lo sviluppo autonomo di robot in grado di operare anche in ambienti relativamente complessi.

Per le situazioni in cui sia possibile realizzare robot partendo da componenti molo basilari, ma di qualità industriale, è anche divenuto molto accessibile il mercato della relativa componentistica meccanica ed elettronica, grazie alla possibilità di acquistare in Internet componenti di cui la stessa rete fornisce caratteristiche dettagliate. In questi casi, in cui nel contesto formativo è presente (o si vuole e si può creare) un minimo di esperienza tecnologica, abbiamo a disposizione un vasto campionario di componenti e strumenti, anche a costo relativamente contenuto, con cui realizzare il prodotto finale.

In particolare, proprio grazie al sempre maggiore interesse di un pubblico sempre più vasto, il mercato mette anche a disposizione delle basi robotiche a basso costo che possono essere utilizzate in tutti i casi in cui gli obiettivi formativi non siano focalizzati sugli aspetti tecnologici meccanici ed elettronici, ma si voglia porre l'accento maggiormente sui compiti che il robot può realizzare e sul modo di ottenerli. In questo caso, con investimenti alla portata anche delle scuole italiane, è possibile dotarsi di oggetti già funzionanti, che occorre programmare. Inoltre, la programmazione e lo sviluppo sono spesso supportati da strumenti messi a disposizione dai fornitori stessi per permettere a un largo pubblico di focalizzarsi sull'applicazione.

La diffusione della cultura informatica e della rete favorisce anche la formazione di comunità virtuali che possono fornire supporto allo sviluppo di robot. Esistono sia le comunità collegate direttamente alle varie gare, nel caso la realtà della gara sia strutturata e portata avanti negli anni, sia comunità di persone interessate allo sviluppo di robot, che si scambiano esperienze e volentieri forniscono supporto per risolvere i problemi che vengono presentati. Un limite all'uso di questo strumento può essere dato dalla lingua, visto che è molto comune che queste comunità si sviluppino in ambito internazionale e quindi interagiscano in lingua inglese. Tuttavia, anche in Italia si stanno formando queste aggregazioni con gli evidenti vantaggi, oltre che di lingua, anche di riferimenti locali sia per l'acquisizione di ma-

teriali, sia per la potenzialità di scambi più diretti¹.

Tutta questa disponibilità ha reso possibile l'accesso allo sviluppo tecnologico degli strumenti necessari per partecipare a gare robotiche, anche a un vasto pubblico, ed in particolare alle istituzioni scolastiche quali quelle della realtà italiana. È ormai comune che classi e scuole partecipino e organizzino gare, in contesti più o meno ampi, e che queste, come vedremo, costituiscano esperienze interessanti dal punto di vista formativo.

TIPOLOGIE DI GARE

Il concetto di gara prevede, in generale, che ci sia una competizione che porti a definire uno o più vincitori. Una gara in cui tutti vincono, o nessuno vince, non è stimolante quanto una gara in cui si giunge ad una valutazione di merito. Anche se spesso vengono premiati tutti i partecipanti, a riconoscimento dell'impegno profuso, un riconoscimento all'eccellenza è necessario come stimolo a lavorare con impegno.

Le gare possono richiedere l'impegno di singoli partecipanti, o di squadre di partecipanti. La complessità del lavoro spinge a favorire team di lavoro piuttosto che singoli, e questo aiuta a sviluppare capacità di lavoro di gruppo, oltre che a distribuire il carico emotivo del lavoro, che potrebbe diventare eccessivo.

La competizione può prevedere singoli robot (magari realizzati in team) o gruppi di robot per ogni squadra. In entrambi i casi, è importante che l'organizzazione del lavoro preveda che eventuali attività svolte singolarmente dai membri del gruppo vengano integrate considerando le responsabilità di ognuno nel contribuire al lavoro globale.

Le gare possono prevedere competizioni dirette (ad es., calcio robotico) o prove singole che vengono valutate le une indipendentemente dalle altre. Nel primo caso, l'aspetto competitivo è più evidente e tutto quanto è legato all'emotività ha un ruolo importante, inclusi eventuali rapporti emotivi con i diretti avversari. Nel secondo caso, il momento della gara è meno emotivo e la preparazione della stessa può essere condotta in maniera più o meno metodica e la prestazione dipenderà da fattori esterni non controllabili. In questo caso, la percezione motivante è quella di fare il meglio possibile ed è più facile capire che la prestazione dipende solo dal gruppo di lavoro.

Alcuni tipi di gare sono concettualmente orientate a prestazioni misurabili (un tempo di esecuzione, un punteggio, etc.). In gene-

1

Ad esempio
<http://www.scuoladirobotica.it/robot@scuola.php>
<http://www.amicorobot.net>



figura 1

Un momento della prima gara robot contro umani a Robocup 2007.

figura 2

Studentessa al lavoro sul suo robot a Robocup Junior 2007.

re, queste misure permettono di valutare il raggiungimento di qualità tecnologiche. In altri casi, invece, la valutazione è data da una giuria, che può valutare anche fattori estetici e qualità soggettive, unitamente ad aspetti più creativi.

ALCUNI CASI

Robocup: formazione universitaria

Dal 1997 si tiene in varie parti del mondo la manifestazione Robocup², introdotta con l'obiettivo finale di giungere nel 2050 ad ottenere una squadra di calcio composta da robot autonomi in grado di competere con i campioni (umani) del mondo. Al di là dell'obiettivo finale, ancora molto distante, in questi primi 10 anni, Robocup si è articolata in diverse leghe, diversificate per obiettivi, problematiche affrontate e tipi di robot utilizzati (in figura 1, la competizione del 2007). Annualmente, si tiene una competizione a livello mondiale, che vede la partecipazione di circa 2000 persone direttamente

coinvolte nelle gare, insieme con i loro circa 800 robot. Si tratta probabilmente della più grande concentrazione di robot autonomi che si realizza ogni anno, e si tratta, sicuramente, di una grande occasione di confronto, scambio e crescita. Qualche mese prima della competizione mondiale si tengono sempre delle selezioni regionali in Europa, USA, Giappone, Australia e Sud America. Una parte significativa delle persone coinvolte in Robocup è composta da studenti universitari che giungono a competere a livelli vicini alle frontiere della ricerca robotica. La competizione, in questo caso, è molto forte, e la carica emotiva è ulteriormente aumentata dal fatto che il confronto avviene a livello mondiale, e sono in gioco il prestigio dell'istituzione cui gli studenti appartengono e dei loro docenti responsabili. Tutti i meccanismi sopra citati sono attuati con la massima intensità e l'esperienza di una partecipazione a Robocup resta impressa negli anni, insieme ai risultati formativi ottenuti.

Robocup Junior: formazione di ragazzi (6-19 anni)

Robocup Junior³ è una parte importante di Robocup, dedicata a partecipanti in fasce d'età corrispondenti alle nostre elementari e medie. L'organizzazione è analoga a quella della competizione per partecipanti "senior", ma le competizioni sono studiate per poter essere affrontate alle età citate. In generale, è richiesto un livello tecnologico più basso e c'è un buon supporto da parte dell'organizzazione per superare le difficoltà comuni e facilitare la partecipazione di ragazzi che - con alta probabilità - sono neofiti. Tra le competizioni che sono ripetute ogni anno, abbiamo una versione semplificata del calcio robotico, su un campo piccolo, in cui le squadre sono composte di due robot soltanto. La gara, in questo caso, può essere affrontata sia con kit, sia sviluppando robot indipendentemente dal fatto che siano o meno presenti sul mercato. Storicamente, si vede che le squadre meglio organizzate e che hanno dedicato più sforzi allo sviluppo di macchine interessanti e innovative sono state premiate con posizioni alte nella classifica.

Un'altra gara che viene ripetuta ogni anno riguarda la danza, e prevede che i robot danzino su una musica scelta dalla squadra, da soli o in gruppo. Qui si dà molto spazio anche agli aspetti estetici e questo tipo di gara è spesso affrontato anche da squadre femminili. La tecnologia, e i robot in particolare, potrebbero sembrare ad uno sguardo superficiale di stretta competenza di un

pubblico maschile. Robocup e altre esperienze (alcune delle quali citate nel seguito) dimostrano che, se opportunamente veicolati, questi contenuti tecnologici sono affrontati con successo ed entusiasmo anche dalla popolazione femminile (figura 2).

FIRST: quando una fondazione aiuta

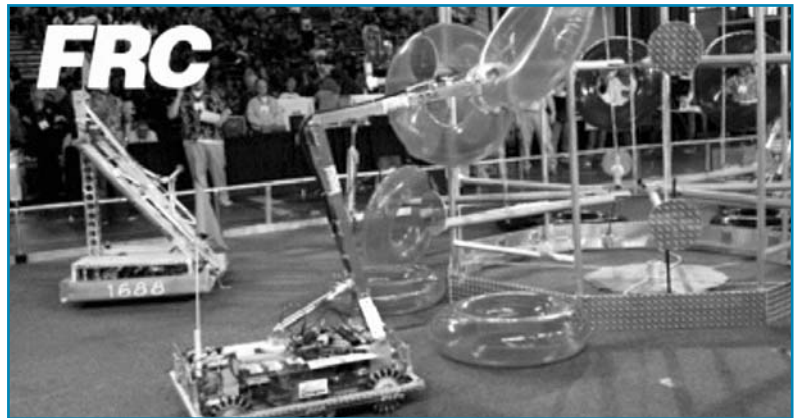
FIRST⁴ è una fondazione americana che ha lo scopo di diffondere la scienza e la tecnologia tra le nuove generazioni (figura 3). Per fare questo, da anni promuove competizioni di carattere robotico per tre fasce d'età: dai 6 ai 9 anni, dai 9 ai 14, e dai 14 ai 18. Le gare cambiano ogni anno e la diffusione dell'iniziativa è molto elevata: nel 2007, 32.500 studenti delle scuole superiori sono stati coinvolti in 1307 squadre e 37 competizioni regionali, 88.000 studenti della fascia dai 9 ai 14 anni hanno gareggiato in 37 competizioni.

L'organizzazione definisce le regole delle competizioni e si occupa degli aspetti logistici e di supporto, sia dal punto di vista conoscitivo, con tutorial e squadre di persone disponibili a rispondere a domande, sia dal punto di vista tecnologico, producendo e fornendo basi comuni robotiche, qualora si rendano necessarie.

La fondazione ha condotto anche delle valutazioni comparative in merito alle carriere degli studenti coinvolti in queste manifestazioni, rispetto alla popolazione studentesca generale. È risultato che ci sia una forte tendenza a proseguire gli studi in ambito tecnico-scientifico e che una percentuale significativamente superiore a quella della media della popolazione studentesca riesca a raggiungere i livelli di formazione del dottorato di ricerca e quindi a occupare poi posizioni di prestigio nel mondo del lavoro.

Scienza under 18, Amico Robot: esperienze italiane

Da parecchi anni, un gruppo di scuole lombarde⁵, in collaborazione con il Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo da Vinci di Milano, l'IRRE Lombardia, l'Istituto per le Tecnologie Didattiche del CNR di Genova, l'università di Milano-Bicocca e il Politecnico di Milano, ha dato vita ad una serie di attività didattiche che sfociano ogni anno in gare robotiche. I ragazzi coinvolti appartengono sia al primo sia al secondo ciclo scolastico ed hanno il compito di progettare e realizzare robot con dei kit e di programmarli per svolgere i compiti che di anno in anno sono previsti per le gare. L'esperienza di collaborazione è



andata anche oltre la dimensione del singolo gruppo coinvolto nella realizzazione di un robot ed ha visto la partecipazione di gruppi di scuole diverse e di ragazzi di età diverse che, via internet, hanno interagito per giungere a realizzare sistemi di robot cooperanti. Anche in questa esperienza, si è visto come la partecipazione femminile sia del tutto paragonabile a quella maschile per impegno e risultati. Il carico emotivo della gara porta a costituire gruppi che lavorano indipendentemente dal genere per ottenere il risultato finale da tutti sperato (figura 4).

CONCLUSIONI

La gara tra robot si presenta come uno strumento importante per coinvolgere studenti di diverso ordine e grado nella formazione tecnologica e scientifica e anche di valori e comportamenti essenziali per una persona matura. Il carico emotivo che una gara fornisce permette di motivare un percorso conoscitivo ed esperienziale di carattere diverso da quello tradizionale, con successi interessanti e duraturi. Il fenomeno si sta allargando anche sul territorio nazionale italiano⁶ e si estenderà sempre più nei prossimi anni, contribuendo a migliorare la diffusione della cultura scientifico-tecnologica e la formazione di persone migliori.

figura 3

Una delle competizioni FIRST: i robot devono prendere le ciambelle e infilarle in appositi sostegni.

figura 4

Un momento di una gara con kit robotici.

4

<http://www.usfirst.org>

5

Nella rete Amico Robot
<http://www.amicorobot.net/>

6

Ad esempio,
<http://www.sirius.pisa.it/fascetti/regole.htm>
http://www.gioventudigitale.net/it/progetti/p_ro_mecup2007.asp
<http://www.robito2009.org/>