

WOW!

La rivista tecnica per i giovani e per coloro che lo sono ancora

TechnoScope

1/14
by SATW

ALLA FINE DEL 2012 IN TUTTO IL MONDO ERANO IMPIEGATI CIRCA 1,5 MILIONI DI ROBOT INDUSTRIALI.

LA MAGGIOR PARTE DEI ROBOT INDUSTRIALI È OGGI IMPIEGATA NEL SETTORE AUTOMOBILISTICO.

LA COREA DEL SUD HA LA MAGGIORE DENSITÀ DI ROBOT AL MONDO. OGNI 10000 LAVORATORI CI SONO 396 ROBOT INDUSTRIALI (IN GIAPPONE 332; IN GERMANIA 273).

NEL 2012 SONO STATI VENDUTI 1053 ROBOT PER IL SUPPORTO DURANTE GLI INTERVENTI CHIRURGICI. ROBOT DI QUESTO TIPO HANNO UN PREZZO DI CA. 1,5 MILIONI DI DOLLARI.

OGNI ANNO SONO VENDUTI CIRCA TRE MILIONI DI ROBOT PER USO DOMESTICO: ROBOT PER LA PULIZIA, PER LA STIRATURA ED EDUCATIVI.

IL THINK THANK «TECHCAST» PREVEDE CHE ENTRO IL 2022 IL 30% DI TUTTE LE CASE E ORGANIZZAZIONI UTILizzerà ROBOT INTELLIGENTI.

ENTRO IL 2015 UN TERZO DELLE FORZE DI COMBATTIMENTO STATUNITENSI SARÀ COSTITUITO DA ROBOT. DAL 2035 SARANNO USATI PER LA PRIMA VOLTA ROBOT SOLDATO AUTONOMI.

SECONDO IL LIBRO DEL GUINNESS DEI PRIMATI, IL PIÙ PICCOLO ROBOT PER USO MEDICO AL MONDO È STATO PRODOTTO DA UN LABORATORIO DELL'ETH DI ZURIGO. È LUNGO 60 MICROMETRI E LARGO 5, CIRCA UN CENTESIMO DELLO SPESSORE DI UN CAPELLO.



SATW

Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften
Académie suisse des sciences techniques
Accademia svizzera delle scienze tecniche
Swiss Academy of Engineering Sciences

Robotica



Continuare il volo dopo una collisione

Copiando la natura

Un aiuto per le squadre di soccorso

Con un concorso

► Con un comando, i robot modulari si trasformano in un mobile. I ricercatori dell'EPFL stanno lavorando a questo progetto.



▲ I Roombots sono completati da elementi passivi e perciò più leggeri. I mobili saranno così meno pesanti.



Gimball, il robot volante che non teme gli urti

Il robot volante Gimball urta contro gli ostacoli e da questi viene deviato, anziché evitarli a tutti i costi. La sfera con diametro di 34 cm si fa strada sui terreni più difficili, senza necessità di sensori pesanti e fragili. Questa robustezza indistruttibile, ispirata dal mondo degli insetti, rende il concetto davvero interessante. Il Gimball è protetto in una gabbia sferica, in grado di assorbire i colpi, e in caso di urto può scattare all'indietro. Il corpo rimane in equilibrio grazie ad un sistema di stabilizzazione giroscopico. La sfera è stata testata nei boschi sopra Losanna e ha superato la prova brillantemente.

Il robot, dotato di due propulsori e comandato da alette, mantiene la direzione nonostante gli urti. Una sfida per Adrien Briod, dottorando dell'EPFL: «Nostro intento è che il corpo rimanga sempre in equilibrio, anche in caso di collisione contro un ostacolo, riuscendo tuttavia a mantenere la traiettoria di volo». «Dopo un urto il suo predecessore sprovvisto di stabilizzatore tendeva a volare in tutte le direzioni». Insieme al suo collega Przemyslaw Mariusz Kornatowski ha progettato il sistema di stabilizzazione giroscopico. Il Gimball trae origine da una lunga serie di robot resistenti agli urti, sviluppati in laboratorio da Dario Floreano presso il politecnico di Losanna.

Questo progetto fa parte dell'NCCR Robotics: www.nccr-robotics.ch

Mobili che si montano da soli

Il principio dei sistemi modulari di costruzione si applica anche ai robot. Questi robot modulari potrebbero essere usati per esempio come pezzi per tavoli e sedie; in tal modo i mobili sarebbero capaci di montarsi da soli e di cambiare forma in maniera autonoma.

Un tavolo, una sedia, un letto - come sarebbe se, invece di dover acquistare singolarmente questi mobili, ci fosse la possibilità di avere un set di moduli a casa, dai quali poter «costruire» in qualsiasi momento il mobile desiderato? E senza fatica: con il comando giusto questi moduli si monterebbero completamente da soli.

Robot di casa – Roombots

Stéphane Bonardi e Massimo Vespignani del Biorobotics Laboratory EPFL studiano e sviluppano moduli di questo genere. Si chiamano Roombots, cioè robot per la casa. Un modulo è composto da due cubi con lato di 11 centimetri. I moduli possono fare uscire degli «artigli» sulla loro superficie e con questi agganciarsi tra di loro o fissarsi ad una griglia.

Anche se dall'esterno la struttura sembra semplice, all'interno ci sono un bel po' di cose. Con i loro 1,4 kg, i moduli sono piuttosto pesanti. Questo a causa delle batterie, ma anche di

tutta la meccanica e delle schede elettroniche. «Io sono responsabile dell'integrazione dei Roombots», dice Massimo Vespignani, «Una sfida non da poco, perché in un Roombots non c'è molto spazio».

«Diventa un tavolo, per favore»

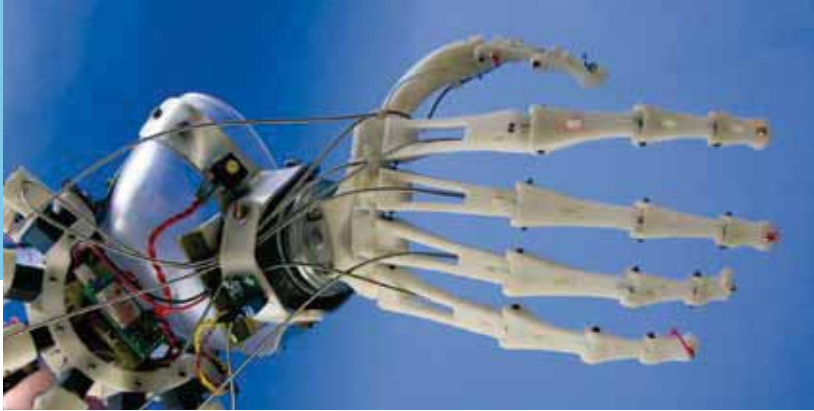
Come possiamo interagire con i Roombots? Di questo si occupa Stéphane Bonardi. «Attualmente programmino i Roombots al computer e impartiamo loro i comandi via Bluetooth». Il sistema, afferma Bonardi, è ancora troppo poco intuitivo. «Nostro intento è che in futuro ai Roombots possano essere impartiti comandi vocali o tramite gesti delle mani. Deve essere tutto intuitivo, altrimenti la gente farà fatica ad accettare questi robot». Manifestazioni come il Festival della robotica, che si svolge ogni primavera all'EPFL, sono perciò molto importanti. Chiediamo ai visitatori quali scenari d'uso potrebbero desiderare per i Roombots, ed a volte immaginano cose alle quali noi non avevamo nemmeno pensato.

Dove possono essere impiegati i Roombots? Sono già venute alcune idee, lavorando insieme ad una scuola di design, come vasi per le piante che si spostano durante il corso della giornata o per un'illuminazione e una diffusione audio in bar o sale per concerti.

Per persone su sedia a rotelle

I ricercatori vedono un altro campo di applicazione nel supporto di persone con mobilità limitata. Se attraverso l'aiuto di robot potessero allestire la loro abitazione senza aiuto esterno, avrebbero molta più autonomia e con ciò una migliore qualità della vita.

Il progetto è in corso dal 2007. Da allora sono stati realizzati i primi moduli e sono state studiate tecniche per il movimento e la cooperazione tra moduli; poi sono stati realizzati i primi moduli; ora invece si sta pensando al miglioramento della produzione e a rendere più intuitiva l'interfaccia utente. I ricercatori ritengono che ci vorranno ancora almeno cinque anni prima di avere una nuova generazione di moduli Roombots.



Robot intelligenti, copiando la natura

All'università di Zurigo gli ingegneri della robotica imparano dalla natura, trovando semplici soluzioni a problemi ingegneristici complessi. Per esempio lo sviluppo di protesi intelligenti per le mani.

L'«Artificial Intelligence Lab» (AI Lab) dell'università di Zurigo deve essere un paradiso per ogni appassionato di modellismo. Su scrivanie e banchi da lavoro ci sono saldatori e cacciaviti, pistole per colla a caldo, legno leggero, microchip e joystick; sul pavimento ceste piene di cavi elettrici colorati. «Costruiamo da soli tutti i nostri robot, ecco perché c'è tutto questo caos», spiega Konstantinos Dermitzakis, dottorando presso l'AI Lab. Oltre, evidentemente, ai materiali necessari per la costruzione dei robot, nel laboratorio ci sono anche alcuni oggetti piuttosto insoliti. Tra questi un grande acquario e uno scheletro umano di plastica. «La nostra ricerca è spesso ispirata dalla natura», continua Dermitzakis. Per esempio uno dei suoi colleghi ha osservato i polpi. Ha poi creato un tentacolo in silicone, inserendovi dodici piccoli sensori. Con un computer ha così potuto analizzare in modo dettagliato la sua mobilità. Questo è interessante per un ingegnere della robotica, perché il polpo è un artista del movimento: muove i tentacoli pressoché in ogni direzione e perciò ha una libertà di scelta di movimenti praticamente illimitata.

Da uno studio è nato un robot in grado di muoversi in acqua con la stessa eleganza e senza sforzo come il modello animale.

Meccanica anziché programmazione

Molte sfide che affrontano gli ingegneri robotici sono già state vinte dalla Natura in milioni di anni d'evoluzione. Dermitzakis prende in mano il robot di un collega. «Stumpy» è una struttura a T con svariate barre di alluminio, molle d'acciaio, pulegge di plastica, fili di nylon e due piccoli motori. Il movimento verso l'alto e verso il basso di una barra verticale permette al robot di camminare lentamente, in modo quasi naturale, lungo il corridoio. Gli arti sono controllati in modo passivo e meccanico. Molle di trazione e fili di nylon, che girano con piccole pulegge, imitano i tendini e i muscoli umani. Il movimento è fluido, l'andatura dinamica e «umana». «Stumpy» è un cambio paradigmatico in robotica: di solito ogni singolo movimento di un robot è controllato da un computer centrale. Per questo sono necessari potenze di calcolo elevate e molti motori. «Volevamo semplificare in modo radicale i sistemi,

◀ «Stumpy», grazie al movimento avanti e indietro di una barra verticale è in grado di camminare lungo il corridoio in modo relativamente naturale.

◀◀ Grazie all'attrito, la mano robotica richiede un motore meno potente, risultando così più leggera delle protesi tradizionali.

dice Dermitzakis. Per questo lui e i suoi colleghi portano l'intelligenza nelle parti periferiche dei robot. Anche uomini e animali non muovono tutti i muscoli e i tendini tramite comandi dal cervello: diversi movimenti avvengono in modo involontario e completamente meccanico. «Altrimenti come faremmo anche a pensare?» conclude ridendo Dermitzakis.

Protesi più leggere grazie all'attrito naturale

Dermitzakis stesso negli ultimi quattro anni ha costruito una protesi robotica della mano utilizzabile in futuro in caso di amputazioni dell'avambraccio. «Le protesi attuali costano fino a 50'000 CHF, sono pesanti e non possono fare molto», spiega il ricercatore. Voleva cambiare e ha cominciato a studiare la mano umana. Si è procurato un dito umano da sezionare nella clinica universitaria, per comprenderne meglio la funzionalità e ha notato che nelle dita ci sono piccoli canali in cui scivolano i tendini. L'attrito così creato ci aiuta a tenere la mano chiusa, con un dispendio minimo di energie. Dermitzakis ha trasferito questo principio su una mano robotica di plastica, le cui

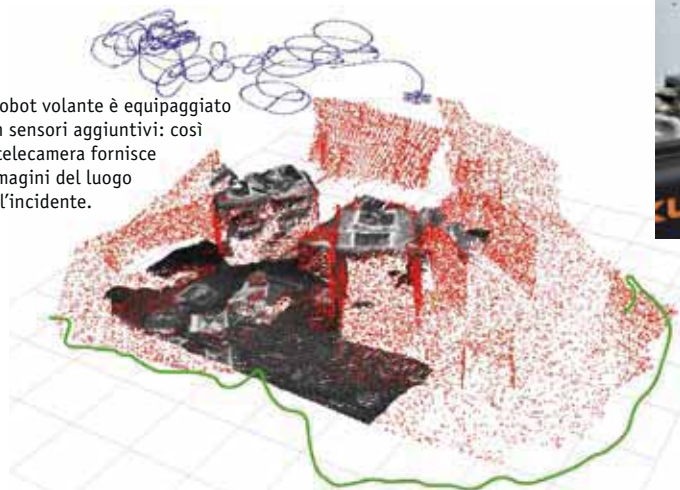
Meno carico di lavoro grazie ai robot industriali

44 milioni di lavoratori nella UE soffrono di malattie muscolari e scheletriche legate al lavoro, spesso a causa del sollevamento di pesi. Un polo di ricerca di sette paesi intende quindi sviluppare un cosiddetto esoscheletro. Si tratta di un robot da indossare, in grado di aiutare il lavoratore a sollevare oggetti pesanti. È controllato dai movimenti naturali di chi lo indossa. Con l'esoscheletro i lavoratori, per esempio del settore automobilistico, potranno sollevare fino a 35 kg, senza troppe sollecitazioni. Il progetto triennale è guidato dall'Istituto per sistemi meccatronici (Institut für Mechatronische Systeme) dell'Università di Scienze Applicate di Zurigo (ZHAW).

dita sono mosse da tendini artificiali e da un motore. Così per afferrare serve meno potenza del motore, quindi la nuova mano sarà più leggera delle protesi tradizionali.

Un'altra innovazione riguarda il comando: ora i pazienti controllano la loro protesi tramite impulsi nelle fibre muscolari rimaste nel braccio. Questo è faticoso, poco affidabile e con rischio di frustrazione per i pazienti. La mano robotica di Dermitzakis è comandata tramite i movimenti del moncone. Per afferrare un bicchiere, basta piegare leggermente la parte superiore del braccio e la protesi dà l'impulso per la presa. Dermitzakis ha testato in laboratorio già 22 movimenti, con un'affidabilità del 98%. In futuro sarà introdotto un meccanismo di feedback, in modo che il paziente possa sentire cosa sta afferrando. Dermitzakis dovrà dedicare ancora molte ore alla sua protesi, sempre «copiando» il modello di Madre Natura.

Il robot volante è equipaggiato con sensori aggiuntivi: così la telecamera fornisce immagini del luogo dell'incidente.



Lavoro in team durante azioni di soccorso: il robot che si sposta a terra può portare via carichi e liberarsi quindi il percorso, il robot volante invece assicura la vista generale dall'alto.



Dall'alto si vede di più: questo elicottero senza pilota viene usato per svariate misurazioni.

Una coppia imbattibile

I robot possono essere molto utili in caso di catastrofi. Comandare i dispositivi attuali è però molto difficile. Una coppia autonoma di robot dell'università di Zurigo può ora alleviare il lavoro delle squadre di soccorso.

In caso di terremoto o di incendio le squadre di soccorso si trovano sempre più con le mani legate. Entrare in una casa danneggiata senza sapere se poi crollerà è troppo rischioso, perché si potrebbe mettere in gioco la vita dei soccorritori. Anche nel caso del disastro nucleare di Fukushima, nel 2011, la situazione era così critica che all'inizio i soccorritori non poterono far altro che aspettare.

Unire le forze

Proprio in questi casi i robot possono fornire servizi utili, per esempio esplorando gli interni degli edifici danneggiati. Un grande svantaggio di questi apparecchi è che possono essere comandati solo da specialisti. Questo rende il loro uso molto costoso. Flavio Fontana, dottorando nel gruppo di ricerca di Davide Scaramuzza presso l'università di Zurigo, sta lavorando ad un sistema che possa ovviare a questo svantaggio. Il sistema è costituito da due robot, uno terrestre e uno volante, in grado di

svolgere incarichi insieme e in modo autonomo, per esempio dando una prima occhiata in un edificio.

Il robot volante funge da occhio. Dall'alto comunica all'apparecchio a terra dove dirigersi e dove eventualmente vi sono oggetti da rimuovere. «Uniamo le forze di due apparecchi», spiega Fontana. «Il robot volante è agile e ha una buona visuale, quello a terra, dal canto suo, può trasportare carichi»

Fontana lavora attualmente al comando del sistema. «I due apparecchi devono comunicare al meglio tra loro», afferma Fontana. Ma questa non è la sfida più difficile. Il problema principale è l'orientamento. Purtroppo non basta dotare il robot volante di un ricevitore GPS. «La determinazione della posizione del GPS non è precisa», spiega Fontana. «Inoltre, i robot devono operare anche all'interno degli edifici, dove non c'è ricezione». I ricercatori hanno

quindi dotato il robot volante di sensori supplementari: una videocamera fornisce immagini del luogo della disgrazia, un accelerometro indica in quale direzione si muove l'apparecchio e un giroscopio (una sorta di livella elettronica) mostra se l'apparecchio sta volando in modo stabile.

Interesse nella pratica

Gli scienziati hanno già testato con successo un sistema dimostrativo. Ora intendono sviluppare una soluzione che trovi applicazione nella pratica. «Abbiamo presentato la nostra idea ai pompieri professionisti di Zurigo», dice il dottorando. «I professionisti del salvataggio hanno mostrato molto interesse». Prima che la coppia di robot possa essere usata nella pratica, ci vorrà ancora molto lavoro. «Il sistema dovrà essere talmente semplice e sicuro da poter essere usato anche da profani», spiega Fontana. «Solo così, in caso di emergenza, sarà possibile aiutare le squadre di soccorso».

Un versatile soccorritore volante

I velivoli senza pilota, chiamati anche droni, hanno avuto un vero e proprio boom negli ultimi anni. Oltre che per scopi militari, sono usati sempre più spesso anche per finalità civili. Sono usati diversi apparecchi, da semplici elicotteri a quattro pale da 200 grammi fino a elicotteri da 45 kg, in grado di trasportare carichi relativamente pesanti.

Un utilizzatore di questi pesanti velivoli è Christoph Eck, docente presso la scuola universitaria professionale di Lucerna. Utilizza i suoi velivoli senza equipaggio di diversi metri per esempio per analizzare il sottosuolo dal cielo tramite misurazioni geofisiche oppure per controllare in modo rapido e sicuro i tralicci dell'alta tensione. Eck vede possibili applicazioni anche in altri settori, come in agricoltura, per rilevare lo stato delle colture o per trasmissioni televisive dal vivo.



«Faccio sempre fare esercizi concreti ai venditori, per rinfrescare le loro nozioni tecniche di base».



▲ Il rover «Opportunity» è dotato di motori provenienti da Sachseln.



«Non solo mi piace insegnare, ma amo anche lavorare con altre persone».

◀ Urs Kafader lavora da 18 anni con molto piacere come direttore della formazione.

«I nostri prodotti necessitano di un'assidua consulenza»

Urs Kafader è spesso in viaggio. In veste di direttore della formazione dell'azienda Maxon Motor di Sachseln deve garantire che i venditori siano sempre aggiornati e che i clienti ricevano un'adeguata consulenza.

«Quando dopo la maturità doveti decidere il tipo di studi da seguire, mi dissi: la cultura umanistica la posso acquisire da me, mentre lo know-how nel settore tecnico e scientifico no», ricorda Urs Kafader. «Per questo decisi di seguire un corso di fisica presso l'ETH di Zurigo». Si è rivelata una scelta azzeccata, anche se un corso di studi in ingegneria sarebbe anche stata un'ottima base per la sua attuale attività. «Nel corso di fisica si riceve un'ampia formazione. Tuttavia, a volte questa specializzazione è un po' fuori dalla realtà», spiega. «Se si deve risolvere un problema di movimento, in fisica è spesso accettato che si possa tralasciare l'attrito. Ma se nella pratica si deve trovare una soluzione idonea alla vita quotidiana, proprio l'attrito può rendere la vita difficile».

Da dieci anni su Marte

Dopo il diploma in fisica dei corpi solidi, Kafader passò prima all'Université de Haute Alsace di Mulhouse, dove scrisse la tesi di dottorato. Poi

tornò per tre anni all'ETH per il Postdoc. Qui si rese conto di non voler lavorare a lungo termine come scienziato. Si guardò intorno per trovare un posto di insegnante. Per combinazione scoprì che l'azienda Maxon Motor di Sachseln era alla ricerca di un direttore della formazione. «Poiché avevo l'impressione che un'attività nel settore industriale offrisse migliori prospettive, accettai quel posto».

Ormai sono già 18 anni che Kafader svolge questo lavoro, e si trova sempre meglio nel farlo. «Non solo mi piace insegnare, ma amo anche lavorare con altre persone». Maxon Motor è un'azienda attiva a livello internazionale, con clienti in tutto il mondo. È nota per i suoi motori molto piccoli e ad alta precisione, dei quali sono dotati anche i robot. Il più famoso apparecchio dotato di motori di Sachseln è «Opportunity», la sonda su Marte della Nasa. Sono dieci anni esatti che il veicolo esplora la superficie marziana e i motori funzionano sempre in modo impeccabile.

Molti clienti dell'azienda producono macchine speciali e perciò hanno richieste specifiche che devono essere soddisfatte dai prodotti di Sachseln. Per poter fornire la migliore consulenza a questi clienti, l'azienda ha creato una fitta rete di vendita. In tutto il mondo sono oltre cento i collaboratori attivi nel settore delle vendite e della consulenza. Per il loro lavoro hanno tutti bisogno di conoscenze tecniche approfondite: devono essere nella condizione di comprendere i problemi dei clienti e allo stesso tempo devono conoscere molto bene i prodotti.

Come si collega un regolatore

Il compito di Kafader come direttore della formazione è formare gli ingegneri della vendita dei singoli paesi. Se un nuovo venditore deve iniziare con il suo lavoro, deve innanzitutto seguire una formazione intensiva a Sachseln per una settimana. Successivamente dovrà seguire un corso di aggiornamento di qualche giorno,

una volta all'anno. Questo non avviene più in Svizzera, ma direttamente in sede. «È più semplice per me spostarmi nelle diverse sedi, anziché far venire in Svizzera decine di venditori», spiega Kafader.

Nei corsi di aggiornamento tratta di argomenti completamente diversi. «Illustro ai venditori quali nuovi prodotti abbiamo sviluppato e come questi vengono implementati. Inoltre, faccio sempre far loro esercizi concreti, per rinfrescare le loro nozioni tecniche di base. Per esempio discuto con loro di come si collega in modo corretto un regolatore ad un motore».

Kafader viaggia molto, ma gli piace e dunque lo fa volentieri. «Trovo sempre emozionante visitare un paese non solo come turista, ma anche per lavorarci», ci racconta. «Posso sempre dare uno sguardo interessante dietro le quinte e imparo a conoscere meglio le persone nei singoli paesi».

Ah, ecco!

Il robot HyQ dell'ETH di Zurigo non è solo in grado di camminare e passare sopra agli ostacoli, ma anche di correre e di trottare.



Come apprende un robot?

Per diversi compiti i robot sono superiori all'uomo, per esempio nel montaggio di auto nei capannoni industriali. Tutto cambia, però, se deve essere eseguito un compito non definito chiaramente. Questo accade per esempio se un robot viene a trovarsi in un ambiente sconosciuto. In tal caso viene superato dall'uomo, poiché questo dispone di una capacità che le macchine ancora in gran parte non hanno: gli uomini sono in grado di adattarsi ad una nuova situazione in base alle esperienze fatte in precedenza e di apprendere dalle nuove esperienze.

È proprio questa capacità che gli scienziati vogliono fornire alle macchine. Così i ricercatori dell'ETH di Zurigo stanno sviluppando insieme ai partner dell'Istituto Italiano di Tecnologia un robot in grado di muoversi autonomamente in spazi aperti. Se si vuole costruire un robot in grado di apprendere, occorre tenere

a mente due cose. In primo luogo il robot necessita di una costruzione intelligente. Ciò significa, per esempio, che le gambe del robot devono essere dotate di speciali sensori di forza, in modo che le articolazioni possano essere regolate in base al terreno e all'andatura. In questo modo la macchina può essere mantenuta in posizione eretta con pochi comandi.

In secondo luogo un robot in grado di apprendere ha bisogno di un comando ingegnoso. Poiché gli ingegneri non possono prevedere tutte le possibili situazioni che il robot dovrà affrontare, dovranno programmare il comando in modo che questo si possa adattare di volta in volta. Il programma deve inoltre potersi modificare autonomamente in base alle esperienze fatte. Grazie a questo tipo di comando, il robot sarà in grado, nel corso del tempo, di adattarsi sempre meglio ad un ambiente sconosciuto.

www.satw.ch/concorso



Che cosa sai sulla robotica?

Come mobili, protesi o in caso di catastrofe, i robot possono essere impiegati negli ambiti più diversi, talvolta sorprendenti, per agevolare l'uomo nel proprio lavoro o per supportarlo nella quotidianità.

Vinci un Lego Mindstorms EV3

Metti alla prova le tue conoscenze sull'argomento e potrai vincere un kit robotico «Lego Mindstorms EV3»! In palio ci sono anche tre mini-robot «Desk Pets Tankbot». Il concorso è aperto fino al 14 settembre. www.satw.ch/concorso

Formazione

Diverse **scuole universitarie professionali** – la SUP bernese, la SUP della Svizzera orientale (Hochschule für Technik di Rapperswil) e la SUP zurighese – offrono corsi di studi nel settore della robotica. www.orientamento.ch > **Formazioni** > **Scuole universitarie professionali (SUP)**

In Ticino alla **SUPSI** Dipartimento tecnologie innovative non c'è un curriculum particolare per la robotica, ma la materia viene trattata nelle sezioni di ingegneria meccanica, elettronica e informatica. www.supsi.ch/dti

La **Scuola politecnica federale di Zurigo** offre un corso di studi master in «Robotics, Systems and Control».

Presupposto per questo corso di studi è una laurea, in particolare nei settori dell'ingegneria elettronica, della tecnologia dell'informazione, dell'informatica o dell'ingegneria meccanica, tutti corsi offerti dalle due scuole politecniche federali o dalle scuole universitarie professionali. www.ethz.ch > **Studium** > **Master** > **Studiengänge** > **Ingenieurwissenschaft**

Partecipa

Alle **RobOlympics** gareggeranno studenti delle scuole medie superiori, compreso l'anno di maturità, o apprendisti, compreso l'anno del certificato professionale, con robot costruiti da loro. Le dodicesime RobOlympics si svolgeranno **sabato 15 novembre 2014** presso la **Hochschule für Technik di Rapperswil**. www.robolympics.ch

Impressum

SATW Technoscope 1/14, aprile 2014
www.satw.ch/technoscope

Idea e redazione: Beatrice Huber
Collaboratori di redazione: Felix Würsten, Samuel Schläfli
Foto: SATW/Franz Meier, EPFL, Università Zurigo, Aeroscout, Fotolia, NASA/JPL-Solar System Visualization Team, ETH Zurigo
Foto del titolo: Przemyslaw Mariusz Kornatowski dell'EPFL con Gimball

Abbonamento gratuito e ordini supplementari
SATW, Gerbergasse 5, CH-8001 Zürich
technoscope@satw.ch
Tel +41 (0)44 226 50 11

Technoscope 2/14 uscirà a settembre 2014