L'Istituto Dalle Molle e l'intelligenza artificiale

Carlo Lepori, membro di direzione dell'IDSIA

Temi di ricerca

"Intelligenza" artificiale

Il tema dell'intelligenza artificiale suscita spesso incomprensione o timori: c'è chi scrive articoli e libri per dimostrare che computer "intelligenti" sono impossibili e c'è chi scrive libri o realizza film di fantascienza con i computer impazziti che distruggono il (nostro) mondo. Lasciamo questo dilemma a un eventuale futuro: le macchine di oggi non sono sicuramente intelligenti nel senso umano del termine e per fortuna non sono neanche in grado di controllare il mondo.

Oggi, nella nostra società ad alta tecnologia, sistemi informatizzati che controllano apparecchi, processi di produzione, impianti industriali, centrali energetiche e la loro sicurezza sono sempre più diffusi e sempre più "responsabili" del loro buon funzionamento.

Direzione collegiale:
Carlo Lepori
Luca M. Gambardella
Jürgen Schmidhuber

Una ventina di collaboratori (dottorandi, ricercatori *post-doc*, informatici, ecc.)

Tredici progetti di ricerca in corso per un finanziamento complessivo (FNSRS, CTI, EU, ecc.) di più di 2 milioni di franchi.

Finanziamento annuo 2001 su progetti per circa 750.000 franchi.

www.idsia.ch

L'apprendimento automatico

Quando i problemi da risolvere o i processi da gestire diventano complessi, il lavoro viene passato volentieri al computer, ma è difficile programmarlo prevedendo in anticipo tutto quello che potrebbe capitare. Gli esseri umani hanno un grande vantaggio: possono imparare praticamente o teoricamente un'attività e i migliori sono quelli che sanno affrontare nuove situazioni in modo corretto grazie alla loro esperienza e alla loro intuizione. Lo sviluppo di sistemi informativi intelligenti è possibile permettendo ai computer di imparare a risolvere i problemi. Come per uno scolaro, imparare significa dapprima conoscere alcuni casi tipici, controllare la capacità di risolverli con dei test e affrontare poi, generalizzando, la realtà delle situazioni impreviste.

Per fare questo l'informatica si ispira spesso alla realtà biologica. Un esempio sono le reti neuronali artificiali, che simulano semplici circuiti di neuroni come si trovano, in una rete molto più complessa, nel nostro cervello. Queste reti possono essere addestrate su problemi di cui è nota la soluzione e il programma modifica i propri parametri i modo da avvicinarsi alla soluzione corretta; la difficoltà, come con gli scolari, è fare in modo che non si raggiungano buoni risultati solo sui problemi già visti, ma anche in situazioni nuove.

In altri casi non si dispone di esempi con la soluzione corretta e il sistema deve apprendere basandosi sulla risposta che la sua soluzione provoca nell'ambiente in cui si trova: una manovra che provoca un urto contro un ostacolo, un percorso troppo lungo che esaurisce la batteria del robot senza per-

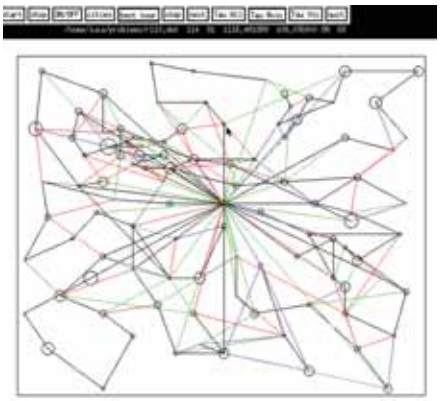
mettergli di ricaricarla, una pianificazione che impiega più tempo di una già calcolata, ecc. È il metodo "del bastone e della carota", detto "apprendimento con rinforzo": premio e punizione si alternano, per indicare la via da seguire.

Tra gli obiettivi di questo tema di ricerca troviamo il riconoscimento del linguaggio parlato, dei testi scritti a mano, di immagini, ecc.; un altro è la capacità di prevedere lo sviluppo futuro di certe sequenze di dati, conoscendo la loro storia, per esempio la previsione del consumo di energia nel prossimo futuro, dell'andamento di corsi finanziari o dell'evoluzione climatica.

L'ottimizzazione

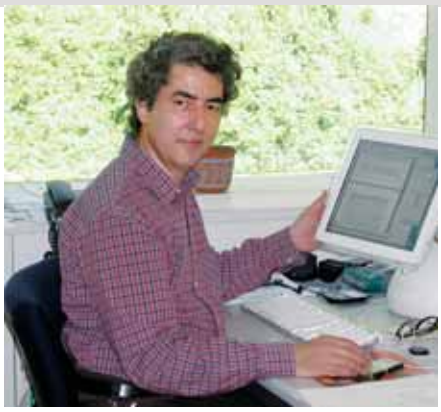
Un altro esempio di ispirazione alla biologia sono le idee "rubate" agli insetti sociali, dette "euristica dei formicai": benché le singole formiche non siano dotate di intelligenza particolarmente elevata, il sistema-formicaio mostra comportamenti molto interessanti. La sua organizzazione gli permette di custodire le uova, allevare le larve, cercare il cibo, costruire il nido, tenerlo pulito, difenderlo, ecc. Il "trucco" è la capacità di collaborare tra loro delle singole formiche, grazie a una forma di comunicazione molto semplice, basata sugli odori di sostanze lasciate nell'ambiente. Per quanto riguarda l'ottimizzazione di percorsi si pensi alle singole formiche mentre si spostano dal nido alla fonte di cibo con percorsi diversi. La traccia che lasciano lentamente evapora: questo fa sì che i percorsi più brevi abbiano una traccia più intensa e siano quindi preferiti da altre formiche, così che la traccia si rinforza ancora di più. Le formiche sono cosi in grado di risolvere problemi di ottimizzazione dei percorsi molto complessi. Se un ramo caduto a terra blocca il percorso delle formiche, lo stesso meccanismo permette loro di ritrovare rapidamente il percorso ottimale!

Queste idee, applicate a problemi come l'organizzazione di flotte di autocarri per la distribuzione di merci, hanno dato ottimi risultati: le formiche virtuali lasciano tracce numeriche sui loro percorsi, permettendo al programma di identificare il percorso ottimale o almeno uno tra i migliori. Più tecnicamente possiamo dire che l'Istituto Dalle Molle di studi sull'intelligenza artificiale (IDSIA) si



occupa dell'ottimizzazione in problemi complessi.

L'applicazione di queste idee a problemi molto concreti è stata sviluppata all'IDSIA e all'Università libera di Bruxelles: la cosiddetta "Ant colony optimization" ("ottimizzazione da formicaio") è ormai una tecnica di successo applicata anche ad altri ambiti, come l'ottimizzazione del flusso di dati su una rete



Carlo Lepori
membro di direzione, IDSIA

internet. Il settimanale tedesco "Der Spiegel" ha dedicato ultimamente un articolo proprio a questi aspetti, citando il ruolo dell'IDSIA e la sua attività in questo campo.

L'esperienza dell'IDSIA nel campo dell'ottimizzazione è stata applicata ai sistemi di trasporto con particolare attenzione al trasporto intermodale e all'istradamento di veicoli. Un distributore di merci per esempio deve trovare ogni giorno il percorso ottimale per i camion della sua flotta, tenendo conto delle quantità da consegnare e da ritirare, degli orari in cui ciò è possibile, delle dimensioni degli autocarri a disposizione, e di tanti altri fattori: la soluzione cercata proporrà una serie di percorsi, che minimizzano il costo, il tempo impiegato o il numero di veicoli necessari a seconda delle richieste del cliente.

L'IDSIA ha anche esperienza nella progettazione e nell'implementazione di modelli di simulazione a eventi discreti che sono stati usati per dimostrare la robustezza delle strategie di gestione ottenute tramite algoritmi di ottimizzazione. Lo scopo è di fornire ai dirigenti strumenti di supporto alle decisioni che migliorino la qualità della loro gestione.

Un po' di storia

L'IDSIA è stato creato a Lugano nel 1988 dalla Fondazione Dalle Molle per la qualità della vita. Angelo Dalle Molle, filantropo italiano recentemente scomparso, perseguiva l'idea di un mondo in cui il progresso tecnico non fosse in opposizione con lo sviluppo umano, ma di sostegno a una migliore qualità di vita nel lavoro e nella vita quotidiana: nel giardino della sua villa presso Padova aveva costruito una fabbrica di auto elettriche. Con la sua Fondazione intendeva creare in Svizzera istituti di ricerca creativi nell'ambito scientifico e liberi dalle pastoie burocratiche delle amministrazioni universitarie. In Ticino questo avveniva in un momento in cui l'idea di un centro universitario incontrava ancora molte difficoltà. Ora i tre istituti della Fondazione (oltre all'IDSIA, l'IDIAP di Martigny e l'ISSCO di Ginevra) sono integrati nelle loro realtà locali.

Nella sua breve storia l'istituto si è dedicato a vari aspetti della ricerca informatica: dalla linguistica computazionale ai metodi di insegnamento dell'intelligenza artificiale, dai computer che imparano (apprendimento artificiale) alle tecniche di ottimizzazione.

Con la nascita dell'Università e della Scuola universitaria professionale, l'IDSIA ha trovato una sua sistemazione come *istituto ponte*, affiliato a entrambe le istituzioni universitarie, integrato amministrativamente nella SUPSI. Già da tempo, per prepararsi a questo ruolo, aveva iniziato ad ampliare i suoi campi di ricerca, estendendo i suoi interessi da temi più accademici ad altri più vicini ai problemi del mondo reale.

Le attività di ricerca di carattere accademico, di solito finanziate dal Fondo nazionale per la ricerca, sono svolte collaborando con università svizzere ed estere: si tratta di migliorare i metodi di apprendimento e di ottimizzazione citati sopra. In molti campi e per molti problemi standard l'IDSIA ha sviluppato metodi di successo o ha raggiunto risultati tra i migliori al mondo.

Le ricerche di tipo applicativo, di solito finanziate dalla Commissione tecnologia e innovazione, sono svolte con partner privati, collaborando con i dipartimenti della SUPSI e altre istituzioni interessate. Molto simili sono pure i progetti finanziati dalla Unione europea, a cui partecipano obbligatoriamente partner privati e istituti di ricerca di altri paesi europei.

Con questi progetti l'IDSIA dà lavoro a giovani ricercatori che, per conseguire un dottorato di ricerca presso la loro università, svolgono il loro lavoro all'Istituto, e a ricercatori già dottorati che vogliono realizzare nuove esperienze prima di intraprendere una carriera professionale o accademica. Più della metà dei ricercatori che hanno terminato un lavoro *post-doc* all'IDSIA sono diventati professori universitari.

L'IDSIA collabora strettamente con il Dipartimento di informatica ed elettronica della SUPSI: non solo con progetti di ricerca, ma anche contribuendo all'insegnamento di base con corsi, esercitazioni e progetti di semestre e di diploma e alla formazione continua con moduli specialistici.

Il progetto di nuova facoltà di scienze informatiche dell'USI rappresenta un momento importante per lo sviluppo dell'Istituto: migliorando il suo contributo all'attività accademica, l'IDSIA potrà realizzare pienamente il suo ruolo di istituto ponte.

Il fondatore Angelo Dalle Molle

USI/SUPSI
Istituto Dalle Molle di studi sull'intelligenza artificiale
IDSIA

La pianificazione di processi

In un processo industriale è fondamentale la pianificazione (*scheduling*) delle varie fasi di lavorazione su differenti macchine, tenendo conto della successione di tali interventi e della disponibilità di macchine dalle caratteristiche anche diverse. Gli algoritmi sviluppati all'IDSIA sono tra i più efficienti. Questo confronto è basato su problemi tipo, i cui dati sono disponibili a tutti i ricercatori: le soluzioni di questi problemi sono quindi facilmente confrontabili, sia rispetto al risultato ottenuto, che può essere migliore o meno di altri gia noti, sia rispetto al tempo di calcolo per ottenerlo.

Il *Data Mining*

I computer hanno invaso molte sfere della nostra vita: ogni nostra azione quotidiana è probabilmente gestita da un computer, dall'acquisto del pane o di un biglietto per il cinema all'abbonamento a una rivista o all'organizzazione di una vacanza. Per sua natura il calcolatore manipola quindi enormi quantità di dati che vengono poi archiviati. La quantità di tali dati ha ormai superato ogni immaginazione e nessun essere umano può illudersi di esaminarli. Il calcolatore è invece in grado di riesaminare i dati archiviati dai suoi colleghi per estrarne informazioni supplementari.

Questo processo pone naturalmente anche problemi di carattere etico e sociale, legati al diritto alla *privacy* e alla protezione dei dati personali, specialmente se tendono all'estrazione di profili di comportamento, di

Progetti

Una metodologia per la previsione del flusso di container e la loro movimentazione in un terminale intermodale

Questo progetto è stato sviluppato in collaborazione con il Gruppo Contship che gestisce i terminali intermodali di La Spezia e Gioia Tauro. Il progetto è stato finanziato dalla CTI.

Il terminale di La Spezia è un porto a traffico elevato, nel Mediterraneo del nord, caratterizzato da una superficie limitata del piazzale di lavoro. Per questa ragione, il miglioramento dell'efficienza delle operazioni di movimentazione è un compito strettamente legato a svariati aspetti dell'operatività del terminale, dalla gestione del piazzale, all'allocazione delle risorse, sino al movimento del singolo container. L'IDSIA ha analizzato i flussi di container, calibrando e validando modelli predittivi. Il problema di allocazione delle risorse è stato formulato e risolto con successo tramite programmazione mista lineare intera. Infine, l'ottimizzazione delle operazioni delle gru è stata affrontata come un problema di *flexible job-shop*, ottenendo ottimi risultati.

È stato inoltre realizzato un modello del terminale, usando il linguaggio di simulazione MO-DSIM III. Con questo modello sono state confrontate le tradizionali politiche di gestione del porto con quelle ottimizzate, evidenziando la migliore performance e la maggiore robustezza di queste ultime di fronte a variazioni delle condizioni di lavoro.

Tecniche
- Analisi di serie temporali
- Programmazione mista lineare intera
- Schedulazione di tipo *Flexible Job-Shop*
- Simulazione a eventi discreti

Istradamento *online* di veicoli per la distribuzione di carburante a uso domestico

Questo progetto è sviluppato in collaborazione con la ditta Pina Petroli SA di Grancia-Lugano. Il progetto è finanziato dalla CTI.

Pina Petroli SA è una ditta con sede nel Canton Ticino che si occupa principalmente di distribuzione di combustibile su richiesta diretta del cliente finale. Il servizio viene realizzato con una flotta non omogenea di veicoli, cioè mezzi di trasporto diversi in ter-

Tecniche
- Metaeuristiche
- Colonie di formiche
- Ricerca Locale
- Previsione
- Pianificazione *on-line*

mini di dimensione, peso, lunghezza dei tubi, accessibilità alle strade e altro. Il progetto è rivolto all'applicazione di tecniche di ottimizzazione, simulazione e previsione per l'istradamento e lo smistamento di veicoli in un ambiente reale. Il sistema include modelli stocastici e dinamici, e considera un insieme di vincoli aggiuntivi: la gestione dinamica di nuovi clienti, il trattamento di richieste di servizio e di tempi di percorrenza stocastici, le urgenze, la schedulazione su giorni multipli, finestre temporali multiple e restrizioni di accessibilità. Inoltre, sono proposti metodi di previsione per la stima delle richieste di futuri clienti e modelli di simulazione per valutare obiettivi multipli e scenari diversi.

Tecniche
- Simulazione a eventi discreti
- Agenti autonomi

Platform: Piattaforme intermodali controllate da computer per un sistema di trasporto ferroviario pianificato

Questo progetto è stato finanziato dall'Unione europea (DGVII) ed è stato sviluppato dal Consorzio Platform, un gruppo di istituti di ricerca e di industrie attive nel miglioramento dell'efficienza del trasporto combinato rotaia-strada.

Il progetto Platform implementa un ambiente di simulazione integrato rotaia-strada per la valutazione degli impatti dovuti all'uso di differenti tecnologie e strategie di gestione allo scopo di migliorare le prestazioni dei terminali nel trasporto intermodale [Rizzoli 1996b]. L'ambiente di simulazione è usato per analizzare come rendere competitivo il trasporto combinato per distanze lunghe ed anche medie, portando così a una riduzione del trasporto solo su strada.

L'analisi delle esigenze dell'utente, raccolte da un approfondito esame della letteratura specifica e delle interviste fatte in Europa a operatori del settore, ha messo in evidenza la necessità di studiare i seguenti processi:
- carico e scarico delle unità intermodali di trasporto (UIT) rispetto al treno;
- immagazzinamento delle UIT sul piazzale;
- arrivi e partenze delle UIT su camion.

Questi processi sono simulati con differenti configurazioni del terminal (per es. il numero dei binari ferroviari e delle gru riservate). I criteri di valutazione e la descrizione delle caratteristiche di diversi scenari di simulazione per la calibrazione e la validazione del simulatore sono stati determinati in stretta collaborazione con gli operatori intermodali.

Il simulatore del terminale Platform è stato sviluppato in MOD-SIM III, un linguaggio di simulazione orientato ai processi, disponibile commercialmente.

Nuovi progetti europei

Progetti finanziati dall'Unione europea e dall'UFES, realizzati nell'ambito di consorzi internazionali di università e aziende private

"**MOSCA**, *Decision Support System For Integrated Door-To-Door Delivery: Planning and Control in Logistic Chains*".

L'obiettivo del progetto è di definire un insieme di strumenti e metodologie per migliorare il trasporto merci porta-a-porta in ambito urbano.

L'idea è di far collaborare tramite una piattaforma informatica le autorità pubbliche responsabili della gestione del traffico e i trasportatori delle merci. I trasportatori potranno disporre di informazioni preferenziali sulle previsioni di traffico e sulla percorribilità delle strade per i giorni successivi, mentre le autorità potranno accedere ai dati aggiornati sugli spostamenti delle merci all'interno delle città.

I trasportatori sfrutteranno queste informazioni per pianificare in maniera più efficiente i loro percorsi grazie ad algoritmi messi a disposizione dall'IDSIA, mentre le autorità potranno valutare l'impatto di nuove politiche di gestione del traffico anche dal punto di vista della sostenibilità.

Il progetto coinvolge partner tedeschi, italiani e inglesi oltre alla Commissione regionale dei trasporti del Luganese (Piano dei trasporti del Luganese), CRTL-PTL. La presenza di CTRL-PTL permetterà di utilizzare la zona del Luganese come *test-site*.

Il finanziamento totale per IDSIA è di Fr. 521.353; il costo totale del progetto è di Fr. 2.850.000, di cui Fr. 1.450.000 versati dall'UE.

"**SIRTAKI**: *Safety Improvement in Road&rail Tunnels using Advanced ICT and Knowledge Intensive Decision Support Systems*"

Il progetto ha come obiettivo lo studio di sistemi di supporto alle decisioni (dss) per gestire le emergenze all'interno dei tunnel ferroviari e stradali. Lo scopo principale è di prevenire situazioni di pericolo tramite l'utilizzo di appositi sensori e di appositi algoritmi.

Quello secondario è di assistere il responsabile della gestione delle emergenze in situazioni critiche, grazie al suggerimento della sequenza ottimale di operazioni da coordinare per minimizzare le conseguenze dell'incidente.

Il progetto coinvolge un consorzio molto ampio che comprende università, operatori di trasporti pubblici e aziende di tutta Europa. Il finanziamento totale per IDSIA è di Fr. 74.000; il costo totale del progetto è di Fr. 4.500.000, di cui Fr. 2.200.000 versati dall'UE.

"**SWARM-BOTS**, *Swarm of Self Assembly Artifacts*"

L'obiettivo scientifico del progetto è di studiare una nuova metodologia per definire, implementare, valutare e usare robot di nuova generazione in grado si auto-assemblarsi e auto-organizzarsi. Questi robot sono costituiti di unità molto semplici e facilmente sostituibili, in grado di compiere operazioni complesse come il trasporto di oggetti, l'esplorazione e la sorveglianza di ambienti, cooperando fra di loro. Il risultato complessivo del sistema è generalmente superiore alle capacità del singolo componente.

Per realizzare questi sistemi ci si ispira al comportamento di colonie/sciami di insetti (api, formiche, termiti) che mostrano in maniera naturale queste capacità di auto-organizzazione. L'obiettivo pratico è la realizzazione *hardware* di almeno 35 unità robotiche.

Il progetto coinvolge oltre all'IDSIA, l'Université Libre de Bruxelles, l'EPFL di Losanna e l'Università di Roma. Il finanziamento totale per IDSIA è di Fr. 736.950; il costo totale del progetto è di Fr. 3.300.000, di cui Fr. 1.500.000 versati dall'UE.

La direzione dell'IDSIA: Jürgen Schmidhuber, Luca M. Gambardella, Carlo Lepori

acquisto, ecc. In altri casi l'esame di banche dati ha risvolti più seri, come la valutazione dell'affidabilità di un cliente, in caso di prestiti, o la diagnosi di malattie in base a esami clinici.

La statistica, per sua natura, si occupa da tempo di questi problemi; con il termine *Data Mining* si intende oggi un approccio più ampio, basato su differenti tecnologie per affrontare il problema sotto vari aspetti. Nel caso della diagnosi medica, per esempio, questi sistemi possono arrivare a classificare un paziente, in base ai risultati dei suoi esami, fornendo la diagnosi corretta in un alto numero di casi. Non potendo garantire il successo in ogni caso, il ruolo del medico sarà quindi sempre fondamentale per la diagnosi definitiva. Nuovi tipi di classificatore sono però in grado di rinunciare a esprimere una diagnosi nei casi poco chiari: un onesto "non so" rende il sistema più sicuro e diminuisce la diffidenza del medico.

Dalla ricerca di base allo *spin off*

L'IDSIA affronta i temi appena visti prima di tutto con contributi di tipo accademico, tesi cioè a sviluppare nuovi algoritmi e ad approfondire gli aspetti teorici: il metro di questa produzione è l'accettazione da parte della comunità scientifica, che approva la pubblicazione di articoli in riviste scientifiche o in conferenze internazionali di prestigio; come visto sopra, si tratta spesso di problemi o insiemi di dati standardizzati.

In secondo luogo, non per importanza, ma perché si tratta di una conseguenza, l'IDSIA è interessato all'applicazione dei suoi risultati a problemi concreti, che presentano spesso vincoli e particolarità che rendono impossibile una semplice trasposizione dei risultati teorici. In questi progetti di ricerca hanno quindi un ruolo fondamentale le aziende che vogliono realizzare nuove soluzioni ai loro problemi e cercano la collaborazione con istituti come il nostro.

I terzo tassello è la creazione di una nuova azienda, che si occupa della realizzazione e commercializzazione di prodotti e servizi *software*: un gruppo di ricercatori dell'IDSIA, insieme con altre persone, ha recentemente costituito la ditta AntOptima (http://www.antoptima.com) che ha gia iniziato la sua attività, realizzano per esempio la gestione della distribuzione di merci delle cooperative Migros a partire dal nuovo centro logistico di Suhr.

Una dinamo di inizio secolo tra due mini robot semoventi

Facoltà di Scienze informatiche all'USI

Master di informatica – Corsi in *Problem Solving Oriented Computing*

In vista della creazione della nuova facoltà di scienza dell'informazione, l'IDSIA intende proporre per l'insegnamento nel biennio di master i temi denominati qui *Problem Solving Oriented Computer Science (PSO) o Strategic Computer Science (SCS)*. Si tratta di direzioni di ricerca in informatica attualmente in forte crescita ed espansione, caratterizzate dal loro utilizzo per la soluzione di problemi a diversi livelli di astrazione e di complessità, e il supporto a decisioni per la gestione di questi sistemi, per mezzo di modellizzazione, simulazione, ottimizzazione, apprendimento e adattamento a situazioni dinamiche e imprevedibili; la ricerca si concentra su *adaptive problem solving*, teoria delle decisioni, apprendimento automatico, *data mining*, simulazione, ottimizzazione, *adaptive forecasting* e ragionamento probabilistico con incertezza.

Applicazioni importanti di successo comprendono:

- applicazioni finanziarie: previsioni, ottimizzazione di portafoglio, minimizzazione di rischio, valutazione di credito sono ampiamente usati nell'economia; ogni giorno miliardi di dollari vengono spostati in base a previsioni basate su metodi PSO, usati anche da grandi banche per il controllo delle carte di credito, la generazione di portafogli, ecc.;
- logistica, gestione di processi industriali e *job scheduling* sono ampiamente usati nell'industria, dove i problemi logistici, per l'interazione di numerosi sottoprocessi, diventano sempre più complessi;
- ottimizzazione di flusso: *vehicle routing, internet routing*, gestione del traffico;
- bioinformatica, *life sciences*: diagnosi mediche, previsione di dati biologici, genetica, predizione di sequenze di geni, proteomica (analisi funzionale delle proteine), sintesi di molecole, ecc.;

foto Ti-press / Francesca Agosta

- *pattern recognition*: linguaggio parlato, visione, riconoscimento di caratteri manoscritti, riconoscimento di prodotti difettosi;
- robotica autonoma, controllo adattativo.

Obiettivo

Si vuole promuovere la formazione di informatici con competenze approfondite nel campo dell'informatica *Problem solving oriented*.

L'obiettivo di formazione è duplice: da una parte l'informatico che grazie alle sue competenze può affrontare lo sviluppo di nuovi *tool* di simulazione e ottimizzazione e la ricerca nel campo dell'algoritmica e dei fondamenti teorici dell'apprendimento automatico; dall'altra l'informatico che, grazie alle sue conoscenze in questo campo, è in grado di far uso in modo professionale e critico dei *tool* di ottimizzazione e di supporto alle decisioni. Questi obiettivi sono integrati dalla formazione a gestire progetti e a lavorare in *team*.

Contenuti

I corsi in *Problem Solving Oriented Computing* comprendono i temi di modellizzazione, simulazione, ottimizzazione, *scheduling* di pro-

cessi, analisi e previsione di dati, già citati, appresi attraverso l'analisi di problemi e l'uso di *tool state-of-the-art*.

Non si esclude a priori la possibilità di corsi e altre attività formative specializzati in tematiche specifiche, come la gestione del traffico e l'ottimizzazione dei trasporti oppure l'ottimizzazione del controllo di processi industriali, o ancora la gestione e l'analisi di grandi quantità di dati con *data mining* e previsioni ecc.

Alcuni corsi, progetti di gruppo, seminari, ecc. potranno interagire con altri programmi di master, per esempio su temi legati alla gestione e all'ottimizzazione di reti di *grid computing*, su temi di analisi e di previsione di dati finanziari, per la preparazione tecnica di studenti orientati a *business informatics*, ecc.

Ambiti professionali di riferimento

L'informatico specializzato nel campo dell'Informatica *Problem Solving Oriented*, in grado di analizzare *tool* sofisticati di simulazione e ottimizzazione, di affrontare problemi concreti di modellizzazione, *scheduling*, previsione, *pattern matching*, e di gestire sistemi di supporto alle decisioni è una figura ricercata nell'economia pubblica e privata, dove questi problemi si presentano in modo sempre più pervasivo per esempio in chimica, nel controllo di processi industriali, in ambito finanziario, nella gestione del traffico, ecc.

Allo studente più dotato per gli aspetti informatici, i corsi in Informatica *Problem Solving Oriented* aprono la carriera dello studio dottorale, dove potrà approfondire questi temi e affrontare nuovi problemi a livello di ricerca personale.

Un aspetto non trascurabile è l'attrattiva di questi temi per gli studenti: in molte università statunitensi ed europee i temi legati all'Informatica *Problem Solving Oriented* sono tra i preferiti dagli studenti.

Pubblicazioni IDSIA (2001-2002)

http://www.idsia.ch/publications.html

L. Bianchi, "2-p-opt local search in the Probabilistic Traveling Salesman Problem (PTSP)", technical report IDSIA-08-01, may 15, 2001.

N. Casagrande, L.M. Gambardella and A. E. Rizzoli, "Solving the vehicle routing problem for heating oil distribution using Ant-Colony Optimisation",, ECCO XIV, Conference of the European Chapter on Combinatorial Optimisation, May 31-June 2 2001, Bonn, Germany.

A. Castelletti, G. Corani, A.E. Rizzoli and R. Soncini-Sessa, E. Weber, "Reinforcement learning in the operational management of a water system", Proceedings IFAC Workshop Modelling and Control in Environmental Issues, 2001, August 22-23. Yokohama Japan.

D. De Rigo, A.E. Rizzoli, R. Soncini-Sessa, E. Weber and P. Zenesi, "Neuro-Dynamic Programming for the Efficient Management of Reservoir Networks", Proceedings "MODSIM 2001 International Congress on Modelling and Simulation, 10-13 December 2001, The Australian National University, Canberra, Australia.

D. Eck, "A positive-evidence model for rhythmical beat induction", *Journal of New Music Research*, **30**:2, 187--200, 2001.

D. Eck, "A network of relaxation oscillators that finds downbeats in rhythms", in Georg Dorffner, editor, Artificial Neural Networks – ICANN 2001 (Proceedings), pages 1239-1247, Berlin, 2001. Springer.

A. Fishkin, K. Jansen and M. Mastrolilli, "Grouping techniques for scheduling problems: simpler and faster", LNCS 2161, 206-217, 9th Annual European Symposium on Algorithms (ESA 2001).

N. Fornara and L.M. Gambardella, "An Autonomous Bidding Agent for Simultaneous Auctions", Proceedings of the Fifth International Workshop on Cooperative Information Agents (CIA-2001), Lecture Notes on Artificial Intelligence LNAI 2182, pp. 130-141.

L.M. Gambardella, M. Mastrolilli, A. Rizzoli and M. Zaffalon, "An optimization methodology for intermodal terminal management", *Journal of Intelligent Manufacturing*, **12**(5/6) (2001) 521-534.

F. A. Gers and J. Schmidhuber, "LSTM Recurrent Networks Learn Simple Context Free and Context Sensitive Languages", *IEEE Transactions on Neural Networks*, **12**(6):1333-1340, 2001.

F. Gers, D. Eck, J . Schmidhuber, "Applying LSTM to Time Series Predictable Through Time-Window Approaches", in G. Dorffner, H. Bischof, K. Hornik, eds., Proceedings of Int. Conf. on Artificial Neural Networks ICANN'01, Vienna, LNCS 2130, pages 669-676, Springer, 2001.

F. A. Gers, D. Eck, and J. Schmidhuber, "Applying LSTM to time series predictable through time-window approaches", in M. Marinaro and R. Tagliaferri, editors, Neural Nets, WIRN Vietri-2001, Proceedings 11th Workshop on Neural Nets, Vietri sul Mare, Italy, 2001. Springer Verlag, Berlin.

F. A. Gers, "Long Short-Term Memory in Recurrent Neural Networks", PhD thesis, Department of Computer Science, Swiss Federal Institute of Technology, Lausanne, EPFL, Switzerland, 2001.

S. Hochreiter, Y. Bengio, P. Frasconi, J. Schmidhuber, "Gradient flow in recurrent nets: the difficulty of learning long-term dependencies", in S. C. Kremer and J. F. Kolen, eds., *A Field Guide to Dynamical Recurrent Neural Networks*, IEEE press, 2001.

M. Hutter, "New Error Bounds for Solomonoff Prediction", *Journal of Computer and System Science*, **62**:4, 653-667, 2001.

M. Hutter, "General Loss Bounds for Universal Sequence Prediction", Proc. 18th Intl. Conf. on Machine Learning (ICML-2001), p. 210-217, 2001.

M. Hutter, "Towards a Universal Theory of Artificial Intelligence based on Algorithmic Probability and Sequential Decisions", Proc. 12th Eurpean Conf. on Machine Learning (ECML-2001), p. 226-238, 2001.

M. Hutter, "Convergence and Error Bounds for Universal Prediction of Nonbinary Sequences", Proceedings of the 12th Eurpean Conference on Machine Learning (ECML-2001) 239-250.

M. Hutter, "Distribution of Mutual Information", Proceedings of Advances in Neural Information Processing Systems 13 (NIPS'13), 2001.

M. Hutter, "Universal Sequential Decisions in Unknown Environments", Proceedings of the 5th European Workshop on Reinforcement Learning (EWRL-2001) 25-26, 2001.

A.J. Ijspeert, A. Martinoli, A. Billard and L.M. Gambardella, "Collaboration through the exploitation of local interactions in autonomous collective robotics: the stick pulling experiment", *Autonomous Robots*, Nr. **11** (2), pp 149-171, 2001.

K. Jansen, M. Mastrolilli and R. Solis-Oba, "Job Shop Scheduling Problems with Controllable Processing Times", Proceedings of the 7th Italian Conference on Theoretical Computer Science, pp. 107-122, LNCS 2202

M. Klapper-Rybicka, N. N. Schraudolph, J. Schmidhuber, "Unsupervised Learning in LSTM Recurrent Neural Networks", in G. Dorffner, H. Bischof, K. Hornik, eds., Proceedings of Int. Conf. on Artificial Neural Networks ICANN'01, Vienna, LNCS 2130, pages 684-691, Springer, 2001.

I. Kwee, M. Hutter, J. Schmidhuber, "Market-Based Reinforcement Learning in Partially Observable Worlds", in G. Dorffner, H. Bischof, K. Hornik, eds., Proceedings of Int. Conf. on Artificial Neural Networks ICANN'01, Vienna, LNCS 2130, pages 865-873, Springer, 2001.

I. Kwee, M. Hutter, and J. Schmidhuber, "Gradient-based Reinforcement Planning in Policy-Search Methods", Proceedings of the 5th European Workshop on Reinforcement Learning (EWRL-2001) 27-29, 2001.

M. Mastrolilli, "Combining Arithmetic and Geometric Rounding Techniques for Knapsack Problems", LNCS 2138, Proceedings of 1st International Workshop on Efficient Algorithms (WEA'01), pp. 525-534.

M. Mastrolilli, "Grouping Techniques for One Machine Scheduling Subject to Precedence Constraints", Proceedings of the 21st Foundations of Software Technology and Theoretical Computer Science, pp. 268-279, LNCS 2245.

M. Milano, J. Schmidhuber, P. Koumoutsakos, "Active Learning with Adaptive Grids", in G. Dorffner, H. Bischof, K. Hornik, eds., Proceedings of Int. Conf. on Artificial Neural Networks ICANN'01, Vienna, LNCS 2130, pages 436-442, Springer, 2001.

A.E. Rizzoli, R.M. Argent, M. Manglaviti and M. Mutti, "Encapsulating Environmental Models and Data: a Self-Consistent Approach", Proceedings MODSIM 2001 International Congress on Modelling and Simulation, 10-13 December 2001, The Australian National University, Canberra, Australia.

J. Schmidhuber, "Sequential decision making based on direct search", in R. Sun and C. L. Giles, eds., *Sequence Learning: Paradigms, Algorithms, and Applications*, Lecture Notes on AI 1828, p. 203-240, Springer, 2001.

J. Schmidhuber, S. Hochreiter, Y. Bengio, "Evaluating benchmark problems by random guessing, in S. C. Kremer and J. F. Kolen, eds., *A Field Guide to Dynamical Recurrent Neural Networks*, IEEE press, 2001.

J. Schmidhuber, "Exploring the Predictable", in Gosh, S. Tsutsui, eds., *Advances in Evolutionary Computing*, Springer, 2002.

N.N. Schraudolph, P. Dayan, and T.J. Sejnowski, "Learning to Evaluate Go Positions via Temporal Difference Methods", in N. Baba and L.C. Jain (eds.), *Computational Intelligence in Games*, Springer Verlag, Berlin 2001.

N.N. Schraudolph, "Fast Curvature Matrix-Vector Products for Second-Order Gradient Descent", Proc. Intl. Conf. Artificial Neural Networks, ICANN 2001, Springer Verlag, Berlin 2001.

R. Soncini-Sessa, A. Castelletti, A.E. Rizzoli and E. Weber, "New ideas in the design of reservoir management policies". Invited paper at IFAC Workshop Modelling and Control in Environmental Issues, 2001 August 22-23. Yokohama Japan.

E.D. Taillard, L.M. Gambardella, M. Gendreau and J.-Y. Potvin, "Adaptive memory programming: A unified view of metaheuristics", *European Journal of Operational Research*, Vol. **135**, Nr 1, pp. 1-16, 2001.

M. Wiering, R. Salustowicz, J. Schmidhuber, "Model-based reinforcement learning for evolving soccer strategies", in N. Baba and L.C. Jain (eds.), *Computational Intelligence in Games*, Springer Verlag, Berlin 2001.

M. Zaffalon, "Robust discovery of tree-dependency structures", in: de Cooman, G., Fine, T., Seidenfeld, T. (Eds), ISIPTA '01: Proceedings of the Second International Symposium on Imprecise Probabilities and Their Application (The Netherlands: Shaker Publishing, 2001) pp. 394-403.

M. Zaffalon, "Statistical inference of the naive credal classifier", in: de Cooman, G., Fine, T., Seidenfeld, T. (Eds), ISIPTA '01: Proceedings of the Second International Symposium on Imprecise Probabilities and Their Application (The Netherlands: Shaker Publishing, 2001) pp. 384-393.

M. Zaffalon, K. Wesnes and O. Petrini, "Credal classification for dementia screening", in: Quaglini, S., Barahona P., Andreassen, S. (Eds.), AIME '01: Proceedings of the Eighth European Conference on Artificial Intelligence in Medicine (Springer-Verlag: Lecture Notes in Computer Science, vol. 2101, 2001) 6776.

M. Zaffalon, K. Wesnes and O. Petrini, "The utility of credal classification in using cognitive data alone to identify and differentiate dementias", *Journal of Psychopharmacology*, **15** (Suppl.): A53 (2001).