

# Storia dell'Ingegneria Informatica presso l'Università degli Studi di Brescia

a cura di Valeria De Antonellis, Daniela Fogli e Giovanni Guida

Marzo 2023

Questo documento riassume la storia dell'attività didattica e di ricerca nell'ambito dell'Ingegneria Informatica presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione (originariamente Dipartimento di Elettronica per l'Automazione), dell'Università degli Studi di Brescia.

## 1. Attività di ricerca

L'attività di ricerca si è principalmente rivolta a due settori dell'Ingegneria Informatica determinando la nascita di altrettanti gruppi di ricerca. Tali settori sono: "Intelligenza Artificiale, Interazione Uomo-Macchina e Robotica" e "Basi di Dati, Sistemi Informativi e Web".

### 1.1 Intelligenza Artificiale, Interazione Uomo-Macchina e Robotica

La nascita del settore di ricerca *Intelligenza Artificiale, Interazione Uomo-Macchina e Robotica* risale al 1990, quando il professor Giovanni Guida si trasferisce a Brescia dall'Università di Udine, dove ha precedentemente fondato e diretto per quasi dieci anni un gruppo di ricerca in Intelligenza Artificiale. Le prime attività del gruppo di ricerca bresciano si sono concentrate sui temi della diagnostica dei sistemi complessi e del trattamento delle conoscenze incerte. Nel corso degli anni seguenti il gruppo cresce rapidamente grazie al contributo di nuovi ricercatori e docenti. Con il trasferimento a Brescia del professor Riccardo Cassinis dall'Università di Udine (1991) e del professor Piero Mussio dall'Università di Roma Tor Vergata (1996) prendono l'avvio gli studi di Robotica e di Interazione Uomo-Macchina, rispettivamente. I temi di ricerca si espandono ulteriormente nell'ambito del ragionamento temporale, della pianificazione automatica, dell'argomentazione computazionale, della gestione della conoscenza, dei sistemi ad agenti.

**I primi risultati scientifici.** Fra i primi risultati scientifici di rilievo si citano alcuni lavori sulla diagnosi dei sistemi complessi, sul supporto operatore in ambiente industriale, sul ragionamento incerto, sull'argomentazione computazionale e sulla robotica autonoma. Nel 1998 il gruppo di ricerca ha partecipato – come componente dello *Azzurra Robot Team (ART)*, alla Seconda edizione della *RoboCup*, il campionato internazionale di calcio fra squadre di robot, presentando un innovativo robot portiere. Nel 1999 una nuova tecnica modulare per la diagnosi dei sistemi attivi a eventi discreti è stata pubblicata sulla più prestigiosa rivista scientifica del settore ed è stata per diversi anni un punto di riferimento per i ricercatori.

**Lo sviluppo del settore di ricerca.** A partire dagli anni Duemila, le sinergie fra le diverse discipline del settore di ricerca permettono uno sviluppo organico del gruppo che raccoglie positivi riconoscimenti in ambito nazionale e internazionale.

Sono innanzi tutto proseguite le ricerche sulla diagnosi dei sistemi, con l'ottenimento di un risultato di rilievo nel campo del monitoraggio monotono di un sistema a eventi discreti basato su osservazioni incerte, per il quale agli autori viene assegnato nel 2011 il *best paper award* dalla *IEEE Systems, Man, and Cybernetics Society - Italy Section Chapter*. Successive ricerche nel campo dei sistemi a eventi discreti con struttura gerarchica, di particolare utilità in molteplici settori industriali, sono state oggetto di pubblicazione in una prestigiosa sede internazionale.

Nell'ambito dell'argomentazione computazionale, importanti lavori teorici sull'argomentazione astratta, pubblicati in sedi prestigiose, sono diventati un riferimento di fatto nella comunità internazionale. Il gruppo di ricerca ottiene il primo posto nella *Preferred Semantic Track* dell'edizione del 2017 della

*International Competition on Computational Models of Argumentation (ICCM4)*, la più importante competizione a livello mondiale di tecnologie argomentative; nel 2018 due membri del gruppo di ricerca appaiono nello editorial board del primo *Handbook of Formal Argumentation*.

Le ricerche sulla pianificazione automatica sono state centrate sullo sviluppo di algoritmi e sistemi di pianificazione guidati da ricerca euristica; i risultati, pubblicati sulle più prestigiose riviste scientifiche del settore, hanno ottenuto diversi riconoscimenti internazionali e hanno influenzato lo sviluppo della ricerca negli anni successivi, come testimoniato dallo *influential paper award* ricevuto nel 2019 dalla *International Conference on Automated Planning and Scheduling (ICAPS)*.

Più recentemente il gruppo ha inoltre conseguito significativi risultati nel settore dell'apprendimento automatico e della elaborazione del linguaggio con applicazioni nel settore biomedico. In collaborazione con il Dipartimento di Specialità Medico-Chirurgiche, Scienze Radiologiche e Sanità Pubblica dell'Università di Brescia e con l'Unità di II Radiologia degli Spedali Civili di Brescia, sono stati svolti due progetti di ricerca sull'analisi dei referti di TAC al torace e sulla stima personalizzata della prognosi di pazienti COVID-19.

Nel campo dell'Interazione Uomo-Macchina, il gruppo partecipa negli anni 2002-2003 alla *European Network of Excellence on End-User Development (EUD-Net)* e contribuisce a creare l'*International Symposium on End-User Development*, che rappresenta la conferenza di riferimento sul tema dello End-User Development (EUD), un innovativo paradigma di progettazione dei sistemi interattivi.

Nel settore della Robotica, un progetto iniziato nel 2015 in collaborazione con il Dipartimento di Specialità Medico-Chirurgiche, Scienze Radiologiche e Sanità Pubblica dell'Università di Brescia e con le Unità di Otorinolaringoiatria e di Neurochirurgia degli Spedali Civili di Brescia mette a punto un braccio robotizzato per la chirurgia endoscopica naso-sinusale e della base cranica. Sulla base dei positivi risultati raggiunti, il progetto viene quindi esteso in collaborazione con l'Unità di Neurochirurgia con l'obiettivo di mettere in grado il robot di gestire autonomamente l'inserimento dell'endoscopio nella scatola cranica e di monitorarne attivamente i movimenti mentre è manovrato dal chirurgo.

La crescente visibilità nazionale e internazionale del gruppo è testimoniata anche dall'organizzazione di eventi scientifici. Nel 2010 il gruppo di ricerca organizza a Brescia il Convegno della *Associazione Italiana per l'Intelligenza Artificiale (AIxIA)* e a Desenzano del Garda la *3rd International Conference on Computational Models of Argument (COMMA-2010)*. Nel 2017 viene ospitato a Brescia il *28th International Workshop on Principles of Diagnosis (DX'17)*.

Attualmente il gruppo di ricerca ha al proprio attivo numerosi progetti di ricerca finanziati a livello nazionale ed europeo e numerose collaborazioni internazionali. Il gruppo di ricerca è inoltre associato ai Laboratori Nazionali del Consorzio Interuniversitario Italiano per l'Informatica (CINI) sui temi *Artificial Intelligence and Intelligent Systems (AIIS)*, *Assistive Technologies (AsTech)* e *Cybersecurity National Laboratory (CNL)*, ed è partner della COST Action *European Network for Argumentation and Public Policy Analysis (APPLY)*.

## 1.2 Basi di Dati, Sistemi Informativi e Web

Il gruppo di ricerca DBWIS (Data Bases and Web Information Systems) viene fondato presso l'Università di Brescia da Valeria De Antonellis che, già docente del Politecnico di Milano e dal 1994 professore straordinario e Direttore dell'Istituto di Informatica dell'Università degli Studi di Ancona, nel 1996 viene chiamata per la cattedra di Sistemi Informativi nel Dipartimento di Elettronica per l'Automazione (attuale Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, DII). Nella comunità scientifica Valeria De Antonellis si è affermata per aver coordinato a livello nazionale il Sottoprogetto 6 del Progetto finalizzato di ricerca CNR che ha prodotto la metodologia DATAID per la progettazione di basi di dati, ed è entrata nella storia internazionale della progettazione concettuale<sup>1</sup>. In particolare, è nota per aver promosso la modellazione concettuale congiunta di dati e processi per tener conto dei requisiti statici e dinamici dei sistemi da progettare, anticipando contenuti delle metodologie orientate ad oggetti<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> "People Behind Informatics: The history of Conceptual Modeling", <http://cs-exhibitions.uni-klu.ac.at/index.php?id=441>

<sup>2</sup> "Modelling Events in Data Base Application Design", International Conference on Very large Data Bases, VLDB 1981

**I primi risultati scientifici.** Alla fine degli anni '90, gli sviluppi delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione hanno reso possibile l'accesso ad un numero sempre più elevato di sorgenti informative strutturate e semi-strutturate, create in tempi diversi, su sistemi diversi e con criteri e scelte organizzative diverse. È emersa quindi la necessità di fornire metodi e strumenti per l'integrazione di sorgenti eterogenee di dati. Primi risultati del nascente gruppo di ricerca hanno visto, quindi, lo sviluppo di tecniche originali di matching ed integrazione semantica di schemi di dati e la realizzazione dello strumento ARTEMIS, scelto dal prestigioso gruppo di ricerca MICROSOFT Database Group come riferimento per lo sviluppo di nuovi strumenti di schema matching.

**Lo sviluppo del settore di ricerca.** Il gruppo DBWIS si è inserito da subito nella comunità nazionale delle basi di dati raccolta annualmente nella conferenza Sistemi Evoluti per Basi di Dati (SEBD). Con gruppi di ricerca di altri atenei, DBWIS ha partecipato nel tempo a diversi progetti di ricerca nazionali ed europei su temi di ricerca emergenti. Negli anni 2000 l'avvento dei servizi Web, delle nuove tecnologie di rete e dei nuovi dispositivi hanno creato nuove opportunità e fissato nuovi requisiti per la progettazione e la realizzazione di sistemi informativi adattabili in base alla disponibilità di servizi Web. Nell'ambito del gruppo DBWIS si sono, quindi, affrontate problematiche nell'area del Semantic Web, proponendo tecniche innovative, basate sull'utilizzo di ontologie, per la ricerca, l'analisi e la composizione di servizi disponibili su web. Per la progettazione di sistemi informativi su web si sono studiati modelli e metodi a partire dai dati che li sottendono.

Attualmente, lo scenario evolutivo dei sistemi informativi richiede la gestione di dati che, oltre ad essere sempre più caratterizzati da un'elevata eterogeneità, presentano volumi e velocità di acquisizione ed utilizzo mai visti prima, derivanti dall'enorme diffusione delle tecnologie per l'Internet of Things (IoT) e l'acquisizione delle informazioni tramite dispositivi mobili e indossabili. Queste caratteristiche, note come le 3 V dei Big Data (Volume, Velocità e Varietà), hanno un impatto sempre più marcato sullo sviluppo di soluzioni per la gestione e l'analisi dei dati. È in questo contesto che si sviluppano le recenti attività di ricerca del gruppo DBWIS per lo sviluppo di nuovi modelli, metodi e strumenti per gestione dei Big Data come tecnologie abilitanti per l'Industry 4.0 e le Smart City. Presso il DII si sono creati due nodi locali, rispettivamente, del *Laboratorio Nazionale Big Data* e del *Laboratorio Nazionale Smart Cities* del CINL.

Ad oggi, il settore di ricerca è formato da docenti e ricercatori impegnati nella didattica dell'area ingegneristica di UniBs, nella ricerca scientifica con collaborazioni nazionali ed internazionali, e nel trasferimento tecnologico con progetti industriali e percorsi formativi mirati. Nel territorio, sono nati progetti con realtà aziendali lombarde, grazie ai rapporti instaurati con AIB, Fondazione AIB ed AFIL, ed è in corso una collaborazione con il Competence Center MADE, su temi legati a Industry 4.0.

## **2. Attività didattica**

### **2.1 La nascita dei corsi nell'ambito dell'Ingegneria Informatica**

Il 14 agosto 1982 la legge 590/82 istitutiva l'Università degli Studi di Brescia, con le Facoltà di Medicina e chirurgia (con due corsi di Laurea in Medicina e Chirurgia e in Odontoiatria e protesi dentaria), di Ingegneria (con il corso di Laurea in Ingegneria meccanica) e di Economia e Commercio (con il corrispondente corso di Laurea).

Nell'anno accademico 1990-91 veniva istituito il Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica nell'ambito del quale era compreso un orientamento in Tecnologie Informatiche.

In seguito all'entrata in vigore del decreto 509 del 3 novembre 1999, nell'anno accademico 2001/2002 veniva attivato il Corso di Laurea Triennale in Ingegneria dell'Informazione organizzato nei curricula di Elettronica e Dispositivi per l'Automazione, Informatica e Sistemi di telecomunicazione.

A completamento dell'applicazione del decreto 509/99, a partire dall'anno accademico 2002/2003, veniva istituito il Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Informatica.

A seguito dell'entrata in vigore del decreto 270 del 22 ottobre 2004, nel 2009/2010 nasceva il Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Informatica e nel 2010/2011 il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica.

## **2.2 La didattica ai giorni nostri**

### *2.2.1 Il Corso di Laurea in Ingegneria Informatica*

Il Corso di Laurea in Ingegneria Informatica, presso l'Università di Brescia, si pone l'obiettivo di formare ingegneri professionisti, con una preparazione ingegneristica ad ampio spettro e con solide capacità metodologiche ed operative, in grado di operare in attività di analisi, progettazione, sviluppo ed esercizio di sistemi e applicazioni informatiche nell'area specifica dell'ingegneria informatica e in ogni altro ambito in cui le tecnologie informatiche rivestano un ruolo rilevante.

Il percorso formativo prevede una solida preparazione nelle materie di base (matematica, fisica, e ricerca operativa) e nelle discipline dell'ingegneria, specifiche conoscenze informatiche, e un'adeguata attività pratica. Le conoscenze informatiche coprono i principi fondazionali e le problematiche relative alla progettazione, alla realizzazione e all'integrazione di sistemi hardware e software nei moderni sistemi di elaborazione dell'informazione, con conoscenza approfondita di sistemi operativi, linguaggi di programmazione e impianti informatici, modelli, tecniche e metodi dell'ingegneria del software, principi e tecnologie per la modellazione, progettazione e gestione dei dati e delle informazioni.

Le conoscenze informatiche sono integrate da approfondite conoscenze interdisciplinari riguardanti altri ambiti caratterizzanti previsti per l'Ingegneria dell'Informazione, quali automatica, elettronica e telecomunicazioni, da elementi di cultura aziendale e da conoscenze di lingua straniera.

Per fornire un'adeguata esperienza nell'uso degli strumenti informatici, sono previste attività di laboratorio. Sono inoltre possibili attività di stage, progetto o tirocinio di formazione e orientamento rispetto all'inserimento nel mondo del lavoro.

### *2.2.2 Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica*

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica forma figure professionali altamente qualificate, in grado di operare nei diversi campi dell'informatica e nei suoi numerosi settori applicativi secondo un approccio interdisciplinare volto all'innovazione.

Il corso prevede un solido percorso formativo culturale e metodologico sul quale si possono innestare percorsi individuali che permettono una formazione orientata all'immissione nel mondo del lavoro oltre che alla possibile prosecuzione degli studi in master universitari di II livello e/o in dottorati di ricerca.

Il percorso formativo è organizzato con (i) un primo anno dedicato al consolidamento della formazione ingegneristica sulle aree tematiche di base acquisita dallo studente nella laurea triennale; (ii) un secondo anno, dedicato all'acquisizione di conoscenze avanzate nelle principali aree tematiche d'avanguardia dell'ingegneria informatica. È inoltre riservato un adeguato spazio per l'acquisizione di contenuti avanzati in discipline affini, che possono essere oggetto di scelte personali da parte dello studente. In sintesi, alla formazione di base sono affiancati contenuti avanzati di natura professionalizzante specialistica, sviluppati in insegnamenti di valenza applicativa, anche attraverso attività di progettazione e/o di ricerca. In particolare, per quello che riguarda i settori caratterizzanti, vengono approfondite le conoscenze relative all'amministrazione di sistema, alle basi di dati, e alla interazione uomo-macchina. Le conoscenze avanzate nel settore dell'ingegneria informatica riguardano tematiche quali i sistemi informativi in rete, l'innovazione digitale, l'intelligenza artificiale e la robotica. Con riferimento ai settori integrativi e affini vengono offerti insegnamenti avanzati nell'area delle telecomunicazioni, della ricerca operativa e dell'analisi numerica.

## 2.3 I Corsi di Dottorato

I gruppi di ricerca di Ingegneria Informatica partecipano ai dottorati di ricerca in *Ingegneria dell'Informazione*, *Technology for Health*, e *Intelligenza Artificiale in Medicina e Innovazione nella Ricerca Clinica e Metodologica* presso l'Università degli Studi di Brescia, nonché al dottorato nazionale in *Intelligenza Artificiale*.

### 2.3.1 Dottorato di ricerca in *Ingegneria dell'Informazione*

L'ingegneria dell'informazione ha oggi giorno senza dubbio un carattere pervasivo nei più avanzati settori della ricerca scientifica e uno straordinario impatto sulla realtà produttiva, sociale ed economica sia a livello nazionale sia a livello internazionale. Uno degli aspetti peculiari del settore dell'ingegneria dell'informazione è legato alla varietà delle discipline che, entro un ambito culturale e scientifico comune, lo costituiscono. Il Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione ha l'obiettivo principale di offrire una qualificata e aggiornata formazione di terzo livello nell'ambito di aree di elevato e riconosciuto interesse e impatto scientifico in tutti i settori portanti dell'Ingegneria dell'Informazione, garantendo ai dottorandi la possibilità di svolgere una ricerca altamente competitiva, con forte valenza nazionale e internazionale, mirando ai livelli di eccellenza nelle rispettive discipline.

Il corso di dottorato è organizzato in quattro curricula:

- Ingegneria Elettronica, Sensori e Strumentazione
- Ingegneria Informatica e Automatica
- Ingegneria delle Telecomunicazioni
- Scienze Fisiche per l'Ingegneria

### 2.3.2 Dottorato di ricerca in *Technology for Health*

Il Dottorato di Ricerca in *Technology for Health* propone un programma interdisciplinare che unisce i settori dell'ingegneria e della medicina (e.g., bioinformatica, fisica, chimica, scienze della vita, biotecnologie, sistemi ICT, etc.) allo scopo di sviluppare soluzioni atte a prevenire e risolvere i problemi legati alla salute e al benessere dell'uomo, e a gestire sistemi complessi (e.g. stili di vita, ambiente, green energy, etc.) che hanno un impatto su di essi.

Lo studente è spinto a maturare una comprensione pratica della cura clinica e del ruolo che la tecnologia può assumere nel supporto alla salute e nella prevenzione di rischi sanitari di diversa origine. Attraverso possibili periodi di studio all'estero, lo studente ha l'opportunità di ampliare le proprie competenze in ambito internazionale e acquisire ulteriori capacità trasversali (i.e., soft skills) che gli consentano di lavorare in gruppi interdisciplinari, con possibili ruoli di leadership.

### 2.3.3 Dottorato di ricerca in *Intelligenza Artificiale in Medicina e Innovazione nella Ricerca Clinica e Metodologica*

Il Dottorato di Ricerca in *Intelligenza Artificiale in Medicina e Innovazione nella Ricerca Clinica e Metodologica* è un dottorato multidisciplinare finalizzato all'apprendimento teorico-pratico delle più avanzate tecnologie in campo bio-medico, bio-ingegneristico, bio-informatico e dell'intelligenza artificiale, per lo sviluppo applicativo di programmi di ricerca integrati in ambito medico-chirurgico, della medicina rigenerativa e terapia cellulare e della pianificazione e conduzione degli studi clinici sperimentali. Per le sue caratteristiche, il corso di dottorato ha come fine la formazione di medici, ingegneri, economisti in campo sanitario, biologi, fisici, bio-informatici, bio-statistici, infermieri, in grado di trasferire e integrare il know-how tecnologico in campo applicativo medico-chirurgico e, al contempo, di apprendere l'uso delle tecnologie avanzate per nuove strategie diagnostico-terapeutiche e di miglioramento della qualità di vita dei pazienti.

Il corso di dottorato è strutturato su tre curricula:

- Intelligenza Artificiale in Medicina
- Medicina Rigenerativa
- Innovazione nella Ricerca Clinica e Metodologica