

# Intelligenza Artificiale in Medicina presso l'Università del Piemonte Orientale

Margherita Benzi<sup>1</sup>, Alessio Bottrighi<sup>2</sup>, Massimo Canonico<sup>2</sup>, Francesco Della Corte<sup>3</sup>, Giorgio Leonardi<sup>2</sup>, Stefania Montani<sup>2</sup>, Luca Piovesan<sup>2</sup>, Luigi Portinale<sup>2</sup>, Manuel Striani<sup>2</sup>, Paolo Terenziani<sup>2</sup>, Daniele Theseider Dupre<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Giurisprudenza e Scienze Politiche, Economiche e Sociali (DIGSPES),

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze e di Innovazione Tecnologica (DISIT),

<sup>3</sup>Dipartimento di Medicina Traslazionale (DIMET),

Università del Piemonte Orientale

{margherita.benzi, alessio.bottrighi, massimo.canonico, francesco.dellacorte, giorgio.leonardi, stefania.montani, luca.piovesan, luigi.portinale, paolo.terenziani, dtd}@uniupo.it

## Abstract

Il documento fornisce una sintesi di alcune delle principali attività di ricerca in Intelligenza Artificiale in medicina sviluppate presso il Dipartimento di Scienze ed Innovazione Tecnologica (DISIT) dell'Università del Piemonte Orientale.

## 1 Introduzione

La ricerca in Intelligenza Artificiale in ambito medico\salute e' ben consolidata nel DISIT, e si avvale di un nutrito numero di ricercatori informatici, nonche' della collaborazione di ricercatori in altri settori scientifici nell'Ateneo del Piemonte Orientale. Nel seguito, verranno delineate alcune delle principali linee di ricerca, indicandone i referenti, i principali obiettivi, le ricadute applicative, e le metodologie di AI utilizzate. Nella sezione conclusiva, verranno inoltre menzionate ulteriori tematiche, includendo interessi di ricerca futuri, od appena iniziati.

## 2 Il progetto GLARE

GLARE (Guideline Acquisition, Representation and Execution) e' un progetto per lo sviluppo di supporti informatici alla decisione medica, basato sulle linee guida cliniche (LG), che costituiscono uno dei principali strumenti medici per garantire la qualita' e la standardizzazione nella cura dei pazienti. Il progetto e' iniziato nel 1997, in una collaborazione fra il Prof. Paolo Terenziani ed i medici del Centro di Informatica Medica dell'Azienda San Giovanni Battista di Torino, guidati dal Prof. Gianpaolo Molino. GLARE e' indipendente dal dominio, ed e' stato applicato per acquisire e gestire LG in molti ambiti, dall'ictus ischemico al politrauma, dalla gestione di alcolisti cronici al reflusso gastroesofageo. Il progetto GLARE e' parte di Openclinical, un piu' vasto progetto internazionale per lo sviluppo e la diffusione dell'informatica medica, ed ha conseguito numerose pubblicazioni su riviste e congressi internazionali (piu' di 60), ed importanti riconoscimenti (es. "best paper", "invited

talk"). GLARE e' caratterizzato dall'applicazione di metodologie AI avanzate, e dallo sviluppo di metodologie di AI innovative per il trattamento di problematiche complesse, quali quelle menzionate nel seguito.

### 2.1 Supporto alla decisione

Supporto alla decisione medica, ad esempio tramite analisi "what-if", o analisi costi-benefici (nel caso di decisioni di tipo terapeutico). Utilizzo di sistemi basati su precedenti (case-based reasoning) per cura del diabete e per pazienti dializzati.

**Principali partecipanti:** Alessio Bottrighi, Giorgio Leonardi, Stefania Montani, Luca Piovesan, Luigi Portinale, Paolo Terenziani

**Metodologie di AI:** analisi "what-if" basata sulla conoscenza, decision theory, ragionamento basato sui casi

### 2.2 Analisi e gestione degli aspetti temporali

Informazioni e vincoli temporali sono parte integrante di molte LG e sono essenziali, ad esempio, per poter suggerire al medico quando (in quale finestra temporale) una certa azione delle linee guida dovrebbe essere eseguita.

**Principali partecipanti:** Luca Anselma, Alessio Bottrighi, Stefania Montani, Luca Piovesan, Paolo Terenziani

**Metodologie di AI:** ragionamento temporale basato sulla propagazione di vincoli (anche probabilistici \ preferenziali).

### 2.3 Verifica

Le LG sono costituite spesso da centinaia di azioni e di cammini alternativi, ed e' per questo quasi impossibile verificare "manualmente" che soddisfino le proprieta' e caratteristiche per le quali sono state definite. La definizione di supporti automatizzati alla verifica di proprieta' risulta quindi cruciale per supportare i medici.

**Principali partecipanti:** Laura Giordano, Paolo Terenziani

**Metodologie di AI:** verifica "model-based", logiche temporali.

## 2.4 Analisi di conformità

E' importante fornire supporti per la valutazione, a posteriori, di se e quanto le attività effettivamente svolte su di un paziente corrispondano a quelle che la conoscenza medica in generale, e la specifica LG in particolare, avrebbero raccomandato per il paziente stesso.

**Principali partecipanti:** Luca Piovesan, Paolo Terenziani, Daniele Theseider Dupre'

**Metodologie di AI:** Answer Set Programming, Conformance Analysis

## 2.5 Trattamento di co-morbidità

Nel caso di pazienti affetti da molteplici malattie, e' importante fornire strumenti di supporto per (i) individuare eventuali interazioni pericolose fra i trattamenti delle LG, (ii) rimuovere tali interazioni, e (iii) riconciliare le LG.

**Principali partecipanti:** Luca Piovesan, Paolo Terenziani, **Metodologie di AI:** CSP, Ragionamento Temporale, Planning, Rappresentazione della conoscenza (ontologie).

## 3 Apprendimento e analisi di processi medici

Attualmente i sistemi informativi ospedalieri consentono di memorizzare la sequenza di azioni eseguite durante la cura di un paziente, indicandone i tempi di inizio e fine, ed altre proprietà, quali ad esempio il responsabile. L'insieme di queste sequenze, chiamate tracce, può essere fornito in input ad algoritmi che consentono di apprendere il modello di processo realmente implementato presso l'organizzazione ospedaliera (process mining). Tale modello reale potrà poi essere confrontato con il modello nominale (la linea guida), o con i modelli di altri ospedali, al fine di individuare criticità e migliorare la qualità del servizio offerto ai pazienti. Presso il DISIT, sono attivi gruppi di ricerca che lavorano principalmente all'analisi di tracce di processo e alla loro rappresentazione semplificata tramite astrazione semantica, ed alla definizione di nuovi algoritmi di process mining.

### 3.1 Astrazione semantica

Le tracce di processo memorizzano informazioni molto dettagliate, che rendono difficile un confronto tra pazienti diversi e, se fornite in input a tecniche di process mining, portano all'apprendimento di modelli complessi e di difficile lettura e analisi. Una tecnica di astrazione semantica, che consenta di convertire sottosequenze di azioni in "macro-azioni" che condividono lo stesso scopo, definito sulla base della conoscenza del dominio, consente di semplificare notevolmente la loro analisi.

**Principali partecipanti:** Giorgio Leonardi, Stefania Montani, Manuel Striani

**Metodologie di AI:** astrazione basata sulla conoscenza, definizione di metriche per il confronto semantico tra tracce e tra modelli di processo.

### 3.2 Process Mining

L'utilizzo della conoscenza del dominio e lo sviluppo di una procedura interattiva che coinvolga l'esperto medico nella fase di "mining" favoriscono l'apprendimento di modelli più

leggibili e più giustificabili rispetto all'uso di tecniche standard.

**Principali partecipanti:** Alessio Bottrighi, Giorgio Leonardi, Stefania Montani, Paolo Terenziani

**Metodologie di AI:** "Mining" di processi, Process Model Discovery, astrazione basata sulla conoscenza.

## 4 Altre attività ed applicazioni

### 4.1 Sviluppo di App per il trasporto di neonati in emergenza

Monitorare i neonati in condizione di emergenza già durante il trasporto in ambulanza, inviare i dati al centro di destinazione e fornire un quadro della loro situazione tramite l'analisi di tali dati già prima del loro arrivo, ottimizza la loro successiva gestione, e può migliorare l'outcome terapeutico riducendo i costi. Presso il DISIT abbiamo sviluppato alcune App che rendono semplice l'invio dati, e alcune tecniche di visualizzazione ed analisi dei dati stessi.

**Principali partecipanti:** Massimo Canonico, Stefania Montani, Manuel Striani

**Metodologie di AI:** tecniche di analisi dati, analisi di serie temporali.

### 4.2 Gestione dei clinical trials

Il processo di definizione dei dati e delle loro procedure di raccolta e' un aspetto cruciale dei *clinical trials*, e può essere facilitato da strumenti di acquisizione "intelligenti" simili a quelli utilizzati per le linee guida.

**Principali partecipanti:** Luca Piovesan

**Metodologie di AI:** acquisizione e rappresentazione della conoscenza

### 4.3 AI per l'education in medicina

Le linee guida in GLARE possono essere utilizzate come uno strumento simulativo, per insegnare agli studenti come applicare le "best practices" mediche a pazienti (simulati).

**Principali partecipanti:** Alessio Bottrighi, Francesco Della Corte, Luca Piovesan, Paolo Terenziani

**Metodologie di AI:** supporto alla decisione, simulazione

### 4.4 Fondamenti filosofici del ragionamento causale e probabilistico in ambito medico

Il trattamento dei pazienti richiede la gestione di un certo margine di incertezza, ed un bilanciamento fra l'uso di "principi generali" e la considerazione delle peculiarità dello specifico paziente. Cio' involve l'integrazione di differenti forme di ragionamento (tipicamente affrontate in AI), da quello causale a quello probabilistico, da quello analogico basato sui casi, a quello non-monotono. Una analisi approfondita di tali aspetti ' portare ad avanzamenti molto significativi dello stato dell'arte nel settore.

**Principali partecipanti:** Margherita Benzi, Luigi Portinale, Paolo Terenziani