

La digital transformation della medicina

Come si organizza una grande università per proporre soluzioni "intelligenti" e far incontrare l'innovazione tecnologica con la medicina

Innovazione e medicina, progresso tecnologico e sanità sono espressioni che oggi ritroviamo sempre più frequentemente nei media e servono a illustrare un settore in grande espansione ed evoluzione che promette maggiore disponibilità di risorse e di investimenti. La Sapienza università di Roma guarda a questo settore con grande attenzione e con programmi ben definiti che abbracciano diversi ambiti della tecnologia dell'informazione, tra cui l'intelligenza artificiale e la robotica.



Sebastiano Filetti

Preside della Facoltà di medicina e odontoiatria

Sapienza università di Roma

L'intelligenza artificiale e in particolare le tecniche di apprendimento automatico sono oggi al centro di un interesse accademico, industriale e mediatico senza precedenti. Parte di questa attenzione è dovuta al ruolo primario che questi approcci *data-driven* assumono in molte delle tecnologie più innovative e importanti degli ultimi cinque anni: dalle automobili che si guidano da sole, ai droni con navigazione autonoma, ai sistemi di traduzione e riconoscimento del linguaggio in tempo reale. Questo "grande salto" si è reso possibile grazie alla potenza di calcolo che abbiamo oggi a disposizione e – soprattutto – all'ingente quantità di dati portata dall'uso sempre più pervasivo dei dispositivi mobili, così come delle reti sociali e delle nuove tecnologie di acquisizione dati a basso costo. Progettare nuove tecniche che siano in grado di apprendere senza (o con poca) supervisione umana è, pertanto, uno

dei maggiori obiettivi dell'apprendimento automatico.

L'incontro della medicina con l'intelligenza artificiale e più in generale con l'innovazione tecnologica non può essere casuale. Richiede necessariamente una profonda sinergia d'intenti e di programmi e linguaggi comuni e interscambiabili per svolgersi in modo strutturale. Un'università generalista come la Sapienza di Roma ha il notevole vantaggio di avere al proprio interno molteplici competenze specialistiche; e la stretta collaborazione tra dipartimenti d'informatica, ingegneria informatica, fisica, matematica e di medicina crea quella massa critica oggi necessaria per rendere concreti progetti di largo respiro in grado di abbracciare una vasta gamma di tecnologie dell'informazione (network medicine, big data, realtà virtuale, intelligenza artificiale, robotica) e di proporre soluzioni innovative e competitive in campo sanitario.

All'interno dell'ateneo della Sapienza si sta quindi sviluppando una piattaforma di information technology in grado di percorrere tutte le tappe di un percorso di innovazione tecnologica applicato alla sanità in virtù di un ambiente particolarmente fertile, con un forte potenziale sinergico tra aree tematiche diverse ma con interessi e obiettivi scientifici condivisi come ben si evince dai progetti che i dipar-

timenti coinvolti stanno condividendo. Questa complementarietà di competenze è una risorsa indispensabile nell'ambito dell'intelligenza artificiale, poiché porta direttamente a contatto gli esperti di dominio, loro stessi parte integrante della realtà accademica. La partecipazione della facoltà di medicina – con il suo ampio spettro di competenze unitamente a una visione moderna della sanità sia nella sua componente applicativa che organizzativa – consente di indirizzare nei processi decisionali i progetti in aree di *unmet medical or social need* ed è in grado di disegnare e organizzare quelle prove di efficacia e di analisi costo/beneficio necessarie per dimostrare il reale vantaggio di un'innovazione tecnologica rispetto all'approccio tradizionale.

Un aspetto fortemente positivo di una presenza attiva e propositiva della Facoltà di medicina nell'information technology è dato dal celere trasferimento dell'innovazione tecnologica nei corsi di laurea in medicina e nei corsi di studio professionalizzanti. Intelligenza artificiale, realtà virtuale e/o aumentata, network medicine, robotica, applicativi per smartphone stanno profondamente già modificando la medicina contemporanea e diventa, pertanto, indispensabile che oggi gli studenti dei nostri corsi di laurea prendano confidenza con le tecnologie che daranno forma alla loro pratica medica nei prossimi anni. ▣

La piattaforma IT della Sapienza per la sanità

Grazie alla capacità di estrarre e associare le informazioni rendendole rapidamente fruibili le tecniche informatiche moderne trovano numerose applicazioni in tutte le branche della medicina moderna, soprattutto nella diagnostica, in particolare in quella radiologica, e anche nel settore organizzativo-gestionale sanitario. Proprio in questa direzione si sta muovendo la piattaforma IT che vede coinvolti più dipartimenti della Sapienza di Roma da quelli di medicina interna e di scienze radiologiche, oncologiche e anatomo-patologiche, a quelli di ingegneria informatica automatica e gestionale e di informatica di ingegneria aeronautica, elettrica ed energetica. La progettualità è arricchita dalle collaborazioni con enti di ricerca rinomati nello scenario internazionale, quali il Brigham and Women's hospital della Harvard Medical School e l'MD Anderson di Houston.

Le architetture dei dati geometrici.

Il professor Emanuele Rodolà del Dipartimento di informatica della Sapienza suggerisce che il limite inerente in molte delle tecniche correnti (quali le cosiddette reti neurali convoluzionali) risiede nell'assunzione che i dati geometrici su cui basare l'apprendimento siano in un certo senso "piatti": un esempio sono le classiche fotografie digitalizzate come griglie planari di pixel o i dati di diagnostica per immagini disposti su griglie tridimensionali orga-

nizzate in sezioni. Al contrario, in molte applicazioni emergenti il dominio di esistenza dei dati non è planare e non ha una geometria rigida o regolare. Un esempio è costituito dalle reti sociali o di sensori, o ancora dalle reti di mappatura funzionale del cervello, o dalle superfici tridimensionali. Dati geometrici di questo tipo tendono a essere abbondanti e complessi (nel caso delle reti sociali, siamo sulla scala dei miliardi di nodi) e costituiscono un obiettivo naturale per le tecniche di apprendimento.

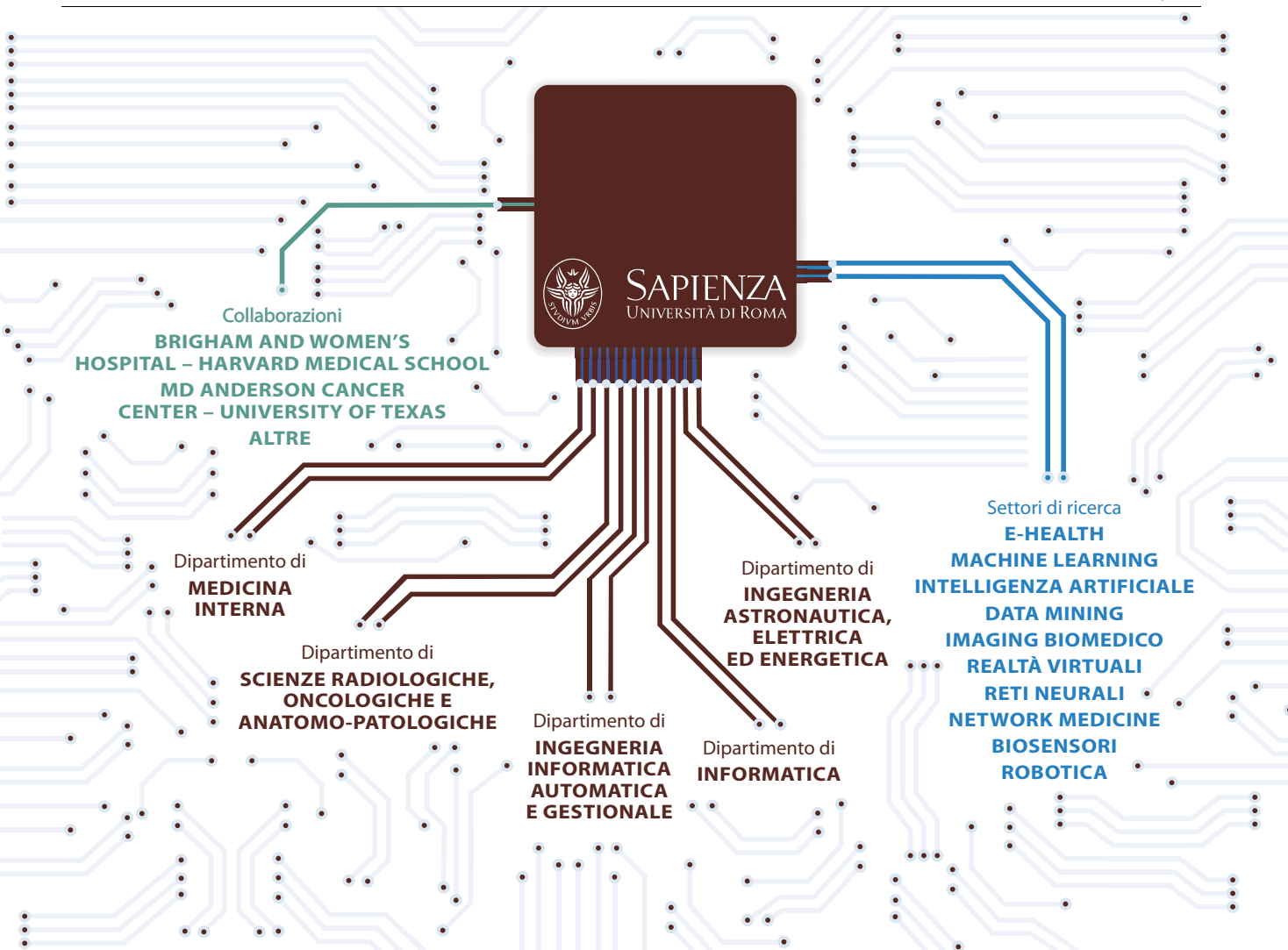
Tuttavia, ci sono ostacoli matematici che impediscono l'applicazione diretta delle tecniche di apprendimento esistenti a dati geometrici di questo tipo e che sono tra gli argomenti più discussi nelle comunità di machine learning. All'interno della Sapienza, il Dipartimento di informatica sta concentrando i propri sforzi e le proprie progettualità in questa direzione approfondendo, in particolare, lo studio di reti sociali e di sensori, l'elaborazione del linguaggio naturale, la modellazione semantica, la visione artificiale e l'elaborazione geometrica.

L'AI per l'imaging biomedico.

Nel campo della diagnostica per immagini sono in corso numerosi progetti che sfruttano le tecniche informatiche avanzate di intelligenza artificiale in grado di estrarre informazioni altrimenti difficilmente ottenibili dalla lettura delle sole immagini con l'occhio umano. Questi sistemi di intelligenza artificiale esaminano dei valori numerici prodotti dai dati digitali ottenuti

con le apparecchiature di diagnostica che vengono trasformati in immagini per l'analisi visiva. All'interno della piattaforma IT della Sapienza un progetto fa riferimento nello specifico all'analisi dell'elasticità e dello stress delle pareti delle arterie dopo acquisizione con risonanza magnetica di sequenze a "contrasto di fase" cardio-sincronizzate: per questa specifica applicazione viene acquisito un numero enorme di dati, con produzione di alcune migliaia di immagini, che successivamente devono essere analizzate. Obiettivo del progetto è lo sviluppo di un sistema per l'analisi dei dati e la successiva produzione di valori di elasticità e stress delle pareti arteriose in grado di predire, in pazienti con aneurismi o dissezioni aortiche, il rischio di complicanze e il successo dei trattamenti miniminvasivi (stenting aortico).

Il data mining per classificare la scoliosi senza raggi x. I gruppi di ricerca coordinati da Valter Santilli, del Dipartimento di scienze anatomiche, istologiche, medico legali e dell'apparato locomotore, e da Laura Palagi, del Dipartimento di ingegneria informatica automatica e gestionale, stanno studiando nuove tecniche di data mining e intelligenza artificiale basate sull'u-



so della rastereografia per la diagnosi della scoliosi idiopatica adolescenziale, una deformità tridimensionale della colonna vertebrale che si manifesta prevalentemente in età prepuberale. Attualmente la diagnosi della malattia si basa su una valutazione posturale intuitiva e la conferma si ottiene mediante un esame radiografico che consente di evidenziare la rotazione vertebrale necessaria per classificare il tipo di scoliosi. La valutazione posturale basata sull'analisi della postura "statica" senza l'ausilio di raggi x rappresenta una difficoltà rilevante nella pratica clinica dei medici coinvolti nella gestione delle malattie dorsali, in particolare quelle che colpiscono bambini e adolescenti per i quali è particolarmente importante effettuare una diagnosi precoce per i rischi di potenziali peggioramenti durante la fase di accrescimento rapido.

La rastereografia è un metodo recentemente proposto per l'analisi tridimensionale che consente una ricostruzione delle curvature e deformità spinali per la valutazione delle asimmetrie strutturali e per lo studio della scoliosi. Questa tecnica diagnostica ha il vantaggio di non utilizzare radiazioni e può essere quindi impiegata senza rischi per analizzare e monitorare nel tempo le asimmetrie del tronco. Il mac-

chinario utilizzato, Formetric, si basa sulla misurazione stereofotogrammetrica della superficie della schiena e fornisce più di cento diversi parametri quantitativi relativi alla postura del soggetto per ogni singolo esame. Il problema principale dell'applicazione della rastereografia alla pratica clinica e al suo utilizzo sullo screening della scoliosi idiopatica adolescenziale è rappresentato dalla mancanza di un sistema codificato per analizzare e interpretare la grande quantità di parametri ottenuti da una singola acquisizione. La realizzazione di un tale sistema consentirebbe un importante supporto diagnostico e potrebbe essere utilizzato in progetti di screening da effettuare nelle scuole per identificare i soggetti a rischio da sottoporre a successivi controlli e visite mediche.

Il gruppo di ricerca della Sapienza sta utilizzando tecniche di data mining e intelligenza artificiale per superare le difficoltà sopra menzionate e individuare modelli basati sulle misurazioni della rastereografia in grado di supportare i medici nella distinzione tra soggetti con scoliosi idiopatica adolescenziale e quelli sani.

La radiomica "intelligente". Un altro progetto invece fa riferimento alla radio-

mica, ossia a quel campo della radiologia moderna, in grado di effettuare un'analisi quantitativa sempre maggiore e sempre più accurata partendo dalle immagini radiologiche, sfruttando le tecniche di intelligenza artificiale e data mining. In tal modo è possibile ottenere dagli esami radiologici tutte quelle informazioni che sfuggono all'occhio umano. Strettamente correlate alla radiomica è la radiogenomica, ossia quella tecnica in grado di correlare il fenotipo radiologico (ossia le caratteristiche radiologiche avanzate di una patologia) con il genotipo, in particolare in pazienti con patologie oncologiche. Sfruttando tecniche di intelligenza artificiale e deep learning nel Dipartimento di scienze radiologiche sono in corso numerosi studi al proposito, tra cui vanno menzionati quelli sulle neoplasie del retto, dell'apparato genitale e del polmone. Questi studi risultano essere estremamente importanti e avere un risvolto pratico per la definizione della prognosi del paziente, per la scelta della terapia e per la predizione della risposta alla terapia stessa.

ESR i-Guide come supporto decisionale in radiologia. Al Dipartimento di scienze radiologiche della Sapienza,

il gruppo di ricerca guidato dal dottor Nicola Galea partecipa allo sviluppo del sistema ESR i-Guide: la guida informatica dell'European society of radiology per la richiesta di esami radiologici che aiuterà i medici nella scelta dell'esame radiografico più appropriato. La guida si basa sul deep learning delle richieste di esami radiologici negli ultimi dieci anni provenienti dal Policlinico universitario Umberto I, da altri centri europei e dal Massachusetts general hospital di Boston, integrato a quello delle linee guida internazionali che vengono continuamente aggiornate. Questo sistema appena elaborato entrerà già in sperimentazione nel dipartimento della Sapienza e in alcuni centri in Europa.

Carlo Catalano, Dipartimento di scienze radiologiche, oncologiche e anatomico-patologiche
Alberto Marchetti Spaccamela, Dipartimento di ingegneria informatica automatica e gestionale

Alessandro Mei, Dipartimento di informatica
Maria Sabrina Sarto, Dipartimento di ingegneria astronautica, elettrica ed energetica
Sapienza università di Roma