

Interfacce Utente Grafiche Intelligenti per Imaging Diagnostico

Orazio Gambino¹, Leonardo Rundo², Roberto Pirrone¹, Salvatore Vitabile³, Edoardo Ardizzone¹

¹Università degli Studi di Palermo – Dip. di Ingegneria, Viale delle Scienze, Edificio 6, 90128 Palermo

² University of Cambridge – Dept. of Radiology, CB2 0QQ Cambridge, United Kingdom

³Università degli Studi di Palermo – Dip. di Biomedicina, Neuroscienze e Diagnostica Avanzata, Via del Vespro 129, 90127 Palermo

{orazio.gambino,roberto.pirrone,salvatore.vitabile,edoardo.ardizzone}@unipa.it, lr495@cam.ac.uk

Abstract

Il software di visualizzazione di immagini diagnostiche, come tutte le applicazioni in cui l'interfaccia utente offre numerose opzioni tra le quali l'utente può scegliere, soffre di un problema denominato "tool clutter". Esso consiste in un eccessivo affollamento di widget e controlli sullo schermo, i quali non sono sempre tutti necessari o utili per il compito che l'utente deve effettuare in un certo momento. Viene proposto un framework basato su tecniche di Knowledge Management per la realizzazione di Interfacce Utente Grafiche Utente (GUI) auto-configuranti per affrontare questo problema nel caso del Medical Imaging.

1 Introduzione

Le GUI permettono all'utente di selezionare e attivare le funzionalità messe a disposizione da un applicativo possono divenire talmente complesse da considerarsi un vero e proprio linguaggio visivo. Una cattiva progettazione della GUI provoca un sovraccarico cognitivo per l'utente. Infatti, una GUI ricca di toolbar, oltre che diminuire l'area utile di lavoro sullo schermo, ha come effetto collaterale la ricezione da parte dell'utente di molte informazioni che potrebbero compromettere la corretta identificazione degli strumenti di cui ha realmente bisogno, costringendolo a riconfigurare la GUI e, quindi, distogliendolo dalla sua normale attività professionale [Sweller, 1988]. Al contrario, una GUI apparentemente meno ricca di opzioni, perché menu e sotto-menu sono organizzati in numerosi livelli di annidamento, costringe l'utente a navigare all'interno degli stessi, il che comporta una tediosa operazione di ricerca, compromettendo l'usabilità complessiva del sistema software nella cosiddetta "regola dei 3 click" [Zeldman, 2001]. Tutto questo vale anche a maggior ragione per gli applicativi di Medical Imaging dove il sovraccarico cognitivo e l'affaticamento visivo determinano una degradazione della capacità di individuare una patologia da parte del medico, sia questi il radiologo o lo specialista di medicina nucleare che sta effettuando la prima diagnosi ovvero lo specialista della patologia che sta svolgendo un'attività di consulto o di *second opinion*. In letteratura, si trovano pochi lavori riguardanti lo studio delle GUI nel software medicale e neppure lo standard DICOM (Digital Imaging and COmmunications in

Medicine), che norma i più svariati ambiti delle infrastrutture tecnologiche e dell'organizzazione dei dati in campo medico, ha dedicato una sezione a questo argomento. Attualmente, nessun lavoro affronta la valutazione dell'usabilità dei sistemi di imaging diagnostico, concentrandosi principalmente su sistemi EMR (Electronic Medical Record) o applicazioni simili [Kopanitsa *et al.*, 2013]. In [Liao *et al.*, 2008] è stata eseguita un'analisi sulla funzionalità e sull'usabilità di 21 software DICOM non orientati alla diagnostica medica. Le misure oggettive sono state utilizzate per valutare le capacità di importazione dei dati, la visualizzazione dell'intestazione, la visualizzazione 2D e 3D, la documentazione, la portabilità e la facilità d'uso. Sono state utilizzate sensazioni soggettive per analizzare l'usabilità, valutando: intuitività, velocità di risposta e qualità di presentazione. Per quanto riguarda le piattaforme e le soluzioni PACS (Picture Archiving and Communication System), in [Jorritsma *et al.*, 2014] è confrontata l'usabilità di quattro diverse piattaforme, rilevando che i requisiti funzionali dovrebbero essere combinati con una valutazione dell'implementazione effettiva e delle prestazioni dell'interazione. Inoltre, una revisione della letteratura sul valore clinico degli sviluppi dei PACS è stata recentemente presentata in [Alhajeri *et al.*, 2017] ed è incentrata principalmente sull'accettazione da parte degli utenti e sull'influenza sui flussi di lavoro clinici.

2 Descrizione del sistema

Gli autori hanno recentemente proposto in [Gambino *et al.*, 2018] un framework per la generazione automatica della GUI mirato ad affrontare il problema del tool clutter e basato su un sistema di Knowledge Management che fa uso dei metadati presenti nell'intestazione di un file DICOM (fig. 1). È stato sviluppato anche un prototipo che usa il ben noto visualizzatore OsiriX come front-end. Il framework proposto è web based ed utilizza il modello architetturale Three-tier per ragioni di scalabilità dell'implementazione che è orientata in prospettiva ad interagire con la rete PACS di un reparto ospedaliero, ma soprattutto per disaccoppiare il livello di presentazione che può essere un'applicazione mobile, il visualizzatore desktop del PACS oppure uno di terze parti. Il medico richiede al PACS i dati da analizzare, ottenendo indietro anche il file DICOMDIR contenente l'organizzazione dei dati DICOM (studio/serie/immagine); il file DICOMDIR viene utilizzato per definire il contesto operati-

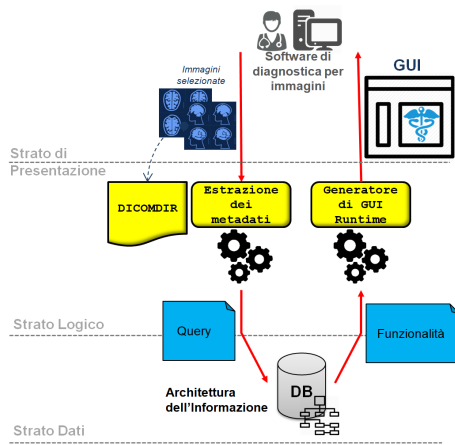


Figura 1: Il processo di generazione dell'interfaccia data-driven fornita dal framework proposto.

vo, estraendo i meta-dati <Modality> (ad es. TAC, RM, PET, etc.) e <BodyPartExamined>. Questi ultimi, insieme alla <ReasonForStudy> (malattie sospette o già rilevate), reperibili da un EMR o dal RIS (Radiology Information System) e <Object> che è la tipologia dell'algoritmo da usare (segmentazione, rimozione del rumore, etc.), vengono forniti in ingresso al modulo di gestione dell'Architettura dell'Informazione. Esso consiste in un componente di Knowledge Management, basato su web facets e implementato con Flamenco, il quale indicizza tutte le funzionalità offerte dallo strato di presentazione ovvero i possibili plugin che in esso possono essere sviluppati utilizzando *foci* corrispondenti alle meta-informazioni descritte in precedenza. Infine, il generatore di GUI crea a runtime l'interfaccia contenente solo i widget individuati attraverso il modulo di Architettura dell'Informazione.

3 Gestione della Conoscenza del Sistema

Attualmente, nessuna ontologia medica [and the NCBO team *et al.*, 2011] descrive il dominio del imaging diagnostico evidenziando esplicitamente le relazioni tra modalità diagnostica, la parte del corpo investigata, la malattia e il tipo di elaborazione algoritmica richiesta. L'uso di una *facet classification* è particolarmente indicato per l'approccio proposto poiché non c'è la necessità di una strutturazione della conoscenza, ma esplicitamente di una classificazione multidimensionale che consentisse un reperimento efficiente dell'informazione [Hearst, 2006]. Si è ritenuto che il miglior supporto a questa classificazione fosse l'analisi di un appropriato corpus documentale della letteratura scientifica recente relativa agli algoritmi di elaborazione, analisi e visualizzazione di immagini mediche. Ci si è concentrati sulla letteratura di analisi di immagini biomediche con il fine esplicito di creare un'architettura dell'informazione altamente specializzata per il nostro obiettivo. Sono stati analizzati manualmente 860 articoli pubblicati su riviste catalogate nel quartile Q1 del Scimago Journal Rank. Il modulo di Architettura dell'Informazione svolge quindi compiti di retrieval sulla base di faccette corrispondenti ai metadati summenzionati. Il framework proposto

si basa su una filosofia *data-driven* in cui l'organizzazione e gestione della conoscenza su dominio del imaging è agnostica rispetto ai flussi di lavoro dei presidi ospedalieri o degli studi specialistici in cui si svolge attività di second opinion. La modularità del progetto e dell'implementazione software proposta garantisce però anche la possibilità di sviluppare dei verticali molto più *user-centered* in cui vengano codificate le prassi diagnostiche di reparto o persino del singolo specialista attraverso l'uso di ontologie strutturate OWL che vengano navigate in modo da dedurre le aggregazioni di componenti dell'interfaccia utente necessarie per affrontare ogni passo del flusso di lavoro. Lo sviluppo esplicito di questo scenario è oggetto dell'attività di ricerca corrente degli autori. Una base di conoscenza siffatta codificherà esplicitamente le singole fasi del processo diagnostico, ciascuna correlata con l'indagine da svolgere sul dato pittorico. Essa continuerà comunque a interagire con l'attuale Architettura dell'Informazione che rimane comunque valida per catalogare le funzionalità offerte dall'interfaccia e può anche offrire all'utente un ventaglio di scelte algoritmiche alternative corrispondenti ad una data fase del processo diagnostico.

4 Altre Attività di Medical Imaging

Ulteriori linee di ricerca riguardano lo sviluppo di Sistemi di Supporto alle Decisioni operanti in ambito medico per facilitare la diagnosi e le terapie di particolari patologie di interesse scientifico. Le soluzioni sviluppate combinano metodi di Machine Learning e algoritmi avanzati di Image Processing and Analysis e sono stati applicati all'analisi voxel-based della morfologia cerebrale [Ardizzone *et al.*, 2016], all'individuazione di tumori nel cervello e nel distretto testa-collo [Stefano *et al.*, 2017] [Stefano *et al.*, 2016].

Riferimenti bibliografici

- [Alhajeri *et al.*, 2017] Mona Alhajeri, Hanan Aldosari, e Bakheet Aldosari. Evaluating latest developments in PACS and their impact on radiology practices: A systematic literature review. *Inform. Med. Unlocked*, 9:181–190, 2017.
- [and the NCBO team *et al.*, 2011] and the NCBO team, Natalya F Noy, Nigam H Shah, Patricia L Whetzel, Mark A Musen, Christopher G Chute, Margaret-Anne Story, e Barry Smith. The National Center for Biomedical Ontology. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 19(2):190–195, 11 2011.
- [Ardizzone *et al.*, 2016] Edoardo Ardizzone, Salvatore Vitabile, Luca Agnello, e Albert Comelli. Unsupervised tissue classification of brain mr images for voxel-based morphometry analysis. *International Journal of Imaging Systems and Technology*, 26:136–150, 2016.
- [Gambino *et al.*, 2018] Orazio Gambino, Leonardo Rundo, Vincenzo Cannella, Salvatore Vitabile, e Roberto Pirrone. A framework for data-driven adaptive gui generation based on DICOM. *J. Biomed. Inform.*, 88:37 – 52, 2018.
- [Hearst, 2006] Marti A. Hearst. Clustering versus faceted categories for information exploration. *Commun. ACM*, 49(4):59–61, April 2006.
- [Jorritsma *et al.*, 2014] Wiard Jorritsma, Fokje Cnossen, e Peter MA van Ooijen. Merits of usability testing for PACS selection. *Int. J. Med. Inform.*, 83(1):27–36, 2014.
- [Kopanitsa *et al.*, 2013] G. Kopanitsa, C. Hildebrand, J. Stausberg, e K.H. Englmeier. Visualization of medical data based on ehr standards. *Methods Inf. Med.*, 52:43–50, 2013.
- [Liao *et al.*, 2008] W. Liao, T.M. Deserno, e K. Spitzer. Evaluation of free non-diagnostic DICOM software tools. In *Proc. Medical Imaging 2008: PACS and Imaging Informatics*, volume 6919, pages 691903–691903. SPIE, 2008.
- [Stefano *et al.*, 2016] Alessandro Stefano, Salvatore Vitabile, Giorgio Russo, Massimo Ippolito, Franco Marletta, Corrado D'urso, Orazio Gambino, Roberto Pirrone, Edoardo Ardizzone, e Maria Carla Gilardi. A fully automatic method for biological target volume segmentation of brain metastases. *Int. J. Imaging Syst. Technol.*, 26(1):29–37, March 2016.
- [Stefano *et al.*, 2017] Alessandro Stefano, Salvatore Vitabile, Giorgio Russo, Massimo Ippolito, Maria Gabriella Sabini, Daniele Sardina, Orazio Gambino, Roberto Pirrone, Edoardo Ardizzone, e Maria Carla Gilardi. An enhanced random walk algorithm for delineation of head and neck cancers in pet studies. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 55(6):897–908, Jun 2017.
- [Sweller, 1988] J. Sweller. Cognitive load during problem solving: effects on learning. *Cogn. Sci.*, 12(2):257–285, 1988.
- [Zeldman, 2001] Jeffery Zeldman. *Taking Your Talent to the Web: Making the Transition from Graphic Design to Web Design*. New Riders, 2001.