

SISTEMA PER L'ANNOTAZIONE DI DATASET DI ECOGRAFIE: riassunto

Luca Galli - Matr. Nr. 941656

Termine dello stage: 29/09/2022

1 Ente presso cui è stato svolto il lavoro di stage

Il lavoro di stage è stato svolto presso *EveryWare Lab* dell'*Università degli Studi di Milano*. Si è trattato di un tirocinio interno, svolto principalmente da remoto. Il progetto ha visto la collaborazione del *Policlinico di Milano*.

2 Contesto iniziale

Nel 2021 è stata progettata la prima versione di *Apollo* [1], un sistema di annotazione di immagini e video, specializzato nell'annotazione di ecografie di articolazioni di pazienti emofilici, in particolare del ginocchio. Lo scopo del sistema è ottimizzare il processo di costruzione di un dataset di immagini e video ecografici, fornendo ai *medici* un'interfaccia per svolgere la diagnosi di *distensioni*, conseguenze del rilascio di liquido infiammatorio da parte dei tessuti circostanti all'articolazione. La costruzione di un dataset richiede l'annotazione di una grande mole di media, per questo viene introdotta la figura dell'*operatore*, a cui vengono delegate tutte le fasi di annotazione che non richiedono la qualifica di medico specializzato per essere svolte, come il riconoscimento dell'articolazione immortalata. In particolare, la tipologia di annotazione svolta dall'operatore è detta *annotazione oggettiva* e consiste nel riconoscimento dell'articolazione e della *vista*, ovvero l'angolazione da cui è stata immortalata l'ecografia. Una volta completata, al medico spetta l'*annotazione soggettiva*, che consiste nell'indicare se l'ecografia è idonea e se è presente una distensione. Il media viene poi reso disponibile nel dataset.

3 Obiettivi del lavoro

Il lavoro è consistito nella realizzazione ex-novo della web app, del database e delle API. In prima analisi, visti i limiti del precedente sistema, sono stati prefissati i seguenti obiettivi:

- Implementazione della *multiutenza*, ovvero dell’annotazione di uno stesso media da parte di più medici e l’eventuale risoluzione dei conflitti generati. La multiutenza è fondamentale in questo ambito per ottenere un dataset con una buona *accuracy* e *trustworthiness* [2]. Nel sistema precedente, i media conflittuali venivano scartati
- Supporto delle articolazioni ginocchio, gomito e caviglia, che sono le più soggette a versamenti di sangue (*emartri*) nei pazienti emofilici
- Implementazione dell’Object Detection utilizzando *bounding boxes* (rettangoli) per individuare le strutture anatomiche nell’ecografia. Un algoritmo di machine learning allenato a riconoscerne le posizioni può essere utilizzato per permettere ai pazienti di svolgere ecografie guidate in autonomia, tramite ecografi portatili

4 Descrizione del lavoro svolto

Per risolvere i problemi riportati in prima fase di analisi è stata costruita una nuova web app basata su *React.js*. Lato server è stato utilizzato *Node.js* per strutturare delle API che interrogassero il nuovo database, costruito su *PostgreSQL*. Sono stati anche realizzati alcuni script *Python*. Nella realizzazione sono stati raggiunti tutti gli obiettivi prefissati in Sezione 3, e sono state implementate ulteriori funzionalità.

La prima funzionalità aggiuntiva implementata è stata quella dell’annotazione per *object detection*, in cui gli operatori annotano la posizione delle strutture anatomiche rilevanti con delle bounding boxes. Per garantire la correttezza di queste annotazioni, ai medici viene chiesto periodicamente di revisionarne alcune, apportando eventualmente delle correzioni. È stata ricostruita anche l’annotazione soggettiva, nella quale non viene più indicata solamente la presenza di una *distensione*, bensì la sua entità, utilizzando i tre livelli proposti dal sistema HEAD-US [2]: *Absent/Minimum*, *Mild/Moderate*, *Severe*, e viene richiesta la *diagnosticabilità* e la *presenza* o *assenza* di versamenti di sangue. Essendo queste informazioni non sempre riportabili con certezza, viene richiesta la *confidenza* delle risposte date, che può essere *bassa*, *media* o *alta*. Nel caso di ecografie video, viene data la possibilità di annotare porzioni di video singolarmente.

Dunque il medico svolge sia il compito di annotazione soggettiva che quello di revisione dell’annotazione di strutture anatomiche, che costituisce una nuova funzionalità del sistema.

Presentare compiti in unità incentiva a completare le intere unità per via dello *unit bias*: su questa idea, per i medici è stato implementato il concetto di *mission*, ovvero la presentazione di compiti di annotazione in blocchi. Grazie alla struttura della mission, la scelta di quali compiti svolgere non viene più delegata al medico ma all’amministratore, che conosce lo stato di bilanciamento del dataset, e può decidere di intervenire dando priorità a un certo compito o una certa articolazione. L’amministratore può verificare il bilanciamento del

dataset da una schermata di statistiche in tempo reale, che riporta informazioni sul numero di annotazioni svolte e sulla distribuzione delle annotazioni sulle varie articolazioni e viste.

Operatori e medici possono consultare lo storico delle annotazioni svolte. Al medico vengono mostrate eventuali annotazioni soggettive in conflitto con le proprie, con la possibilità di correggerle per risolvere i conflitti più importanti. Conflitti di minore entità verranno invece risolti automaticamente in fase di estrazione del dataset, mediante i metodi di *scoring* menzionati in letteratura [3, 4], che da più annotazioni differenti possono trarre un esito univoco che metta d'accordo i medici in conflitto. Infine, viene aggiunta la possibilità, da parte del medico, di consultare tutte le ecografie di un determinato paziente, ordinate e filtrabili per articolazione, in modo da monitorare l'evoluzione di una condizione nel tempo.

Il sistema è stato messo in funzione su un server del Policlinico di Milano. Sono state svolte delle prime fasi di testing funzionale e di usabilità in collaborazione con un medico specializzato. Il medico ha ritenuto il sistema semplice e user-friendly, e ha riportato la necessità di accedere alle date in cui sono state scattate le ecografie. Inoltre ha chiesto di rendere più visibili i pulsanti dai quali accedere allo storico e alla lista di ecografie per paziente. Queste richieste sono state risolte modificando il sistema.

References

- [1] Andrea Narcisi. Sistema di raccolta e annotazione di immagini mediche e video a supporto di tecniche per l'apprendimento automatico. *Università degli Studi di Milano*.
- [2] Carlo Martinoli, Ornella Della Casa Alberighi, Giovanni Di Minno, Ermelinda Graziano, Angelo Claudio Molinari, Gianluigi Pasta, Giuseppe Russo, Elena Santagostino, Annarita Tagliaferri, Alberto Tagliafico, et al. Development and definition of a simplified scanning procedure and scoring method for haemophilia early arthropathy detection with ultrasound (headus). *Thrombosis and haemostasis*, 109(06):1170–1179, 2013.
- [3] Andrea Campagner, Davide Ciucci, Carl-Magnus Svensson, Marc Thilo Figge, and Federico Cabitza. Ground truthing from multi-rater labeling with three-way decision and possibility theory. *Information Sciences*, 545:771–790, 2021.
- [4] Axel Seuser, Claudia Djambas Khayat, Claude Negrier, Adly Sabbour, and Lily Heijnen. Evaluation of early musculoskeletal disease in patients with haemophilia: results from an expert consensus. *Blood Coagulation & Fibrinolysis*, 29(6):509, 2018.