

Il servizio sperimentale di ricerca ICD9CM per i Pronto Soccorsi

daniilo.montesi@gmail.com

21/07/2016

[Proposta](#)

[Il motore di ricerca](#)

[Caratteristiche principali](#)

[Autoapprendimento](#)

[Caratteristiche qualitative](#)

[Casi limite di funzionamento](#)

[Servizio](#)

[Web Service](#)

[Caratteristiche qualitative](#)

[Integrazione nei software preesistenti](#)

[Requisiti \(connessione, firewall etc.\)](#)

[Costi e tempi](#)

[Risorse umane](#)

[Integrazione](#)

[Server e infrastrutture di rete](#)

[Piano delle attività](#)

[Conclusioni](#)

1. Introduzione

La classificazione ICD9CM è uno standard di codifica per le diagnosi mediche, importante per fini statistici, di contabilità e per garantire l'interoperabilità dei sistemi informativi.

La codifica ICD9CM, resa obbligatoria a livello nazionale dal D.M. 380/00, se adeguatamente effettuata garantisce uniformità e correttezza nella classificazione delle diagnosi.

Il processo di codifica in ICD9CM è tuttavia un'attività complessa, tediosa e soggetta ad errori, e rappresenta tuttora un ostacolo nelle pratiche ospedaliere e ambulatoriali. A causa della sua complessità, l'attività di codifica spesso non viene svolta oppure è svolta in modo approssimativo, anche a causa dei rudimentali strumenti informatici disponibili che consentono

soltanto la ricerca testuale tra più di 14 mila codici del dizionario ICD9CM¹. Il problema si acuisce nei contesti di medicina di emergenza ed urgenza, situazioni in cui le prestazioni sono brevi e molto numerose ed è di fondamentale importanza garantire un servizio qualitativamente elevato.

In tale contesto si propongono la realizzazione e l'erogazione di un servizio sperimentale centralizzato per assistere il medico nella codifica ICD9CM, garantendogli una codifica accurata ed uniforme, permettendo un notevole risparmio di tempo. Il servizio utilizza uno specifico motore di ricerca, facendo uso di tecniche e tecnologie allo stato dell'arte per l'analisi semantica del testo e la classificazione testuale automatica. Il motore è capace di:

1. proporre automaticamente i codici più rilevanti, data una descrizione testuale di una diagnosi in linguaggio naturale;
2. apprendere ad ogni selezione effettuata dall'utente (autoapprendimento), migliorando in tale modo la capacità futura di codifica automatica.

Il servizio, basato sul motore di ricerca, sarà installato su un server remoto centrale e sarà accessibile attraverso rete Internet da software di terze parti (tipicamente i software dei Pronto Soccorsi), in modo da fornire la funzionalità di ricerca ICD9CM nei sistemi esistenti con un processo di integrazione minimo. Il piano del progetto prevede che chi fornisce attualmente i software dei Pronto Soccorsi integrino la funzionalità di ricerca mediante chiamate programmatiche al servizio.

Il servizio sperimentale sarà sviluppato ed erogato per una durata massima di 2 anni, a un numero massimo di n. 5 Pronto Soccorsi, per un totale di accessi stimati inferiori a 800,000 annui. Il costo complessivo per i 2 anni è pari a 129,000 euro (+IVA di legge se dovuta). A tale importo dovrà essere applicata una ricarica di ateneo del 12% sui costi non riferibili al personale.

2. Il motore di ricerca

Il motore di ricerca ICD9CM è un servizio di assistenza per la codifica delle diagnosi mediche in Pronto Soccorso. Data una diagnosi medica testuale, il motore genera una lista di codici ICD9CM ordinata per rilevanza.

Facendo uso di tecniche all'avanguardia per l'elaborazione del linguaggio naturale, il motore di ricerca ICD9CM rende possibile un processo di codifica uniforme, veloce ed accurato.

2.1. Caratteristiche principali

Il motore di ricerca realizza un sistema di classificazione semiautomatica: data una diagnosi testuale in italiano il motore produce una lista di codici ICD9CM ordinata per rilevanza. Questo permette una supervisione dell'utente sull'associazione tra diagnosi e codici, garantendo così un controllo finale sulla codifica automatica.

¹ http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?id=1277&area=ricoveriOspedalieri&menu=classificazione

Il motore di ricerca basa le sue scelte su conoscenze pregresse di vario tipo (Dizionario ICD9CM², diagnosi reali già annotate da esperti, pagine Wikipedia verificate), combinando al meglio le diverse fonti per ottenere una qualità di codifica superiore.

2.2. Autoapprendimento

Una vantaggiosa caratteristica del motore di ricerca proposto è la sua capacità di auto apprendere ad ogni utilizzo. Infatti, ogni volta che un medico sceglie uno o più codici tra quelli proposti dal motore di ricerca, il motore “apprende” l'associazione tra diagnosi e codici ICD9CM, proponendo delle associazioni sempre più accurate man mano che il sistema viene utilizzato. La funzionalità di autoapprendimento, oltre che migliorare l'accuratezza del motore di ricerca e quindi della codifica finale, predispone il terreno per una codifica più uniforme tra le varie unità.

2.3. Caratteristiche qualitative

Il motore di ricerca rappresenta già nel suo stato prototipale una tecnologia di classificazione di testi medici equivalente ed in alcuni casi superiore allo stato dell'arte. Attraverso un processo di apprendimento automatico dalle diagnosi classificate da medici esperti in ICD9CM, e dal testing con esperimenti sulle più recenti tecnologie di autoapprendimento, si prevede un miglioramento graduale nelle codifiche suggerite dal servizio.

2.4. Casi limite di funzionamento

Nei casi limite si tengono in considerazione i seguenti scenari, per i quali descriviamo il comportamento del motore e gli effetti sul servizio:

- 1) il primo caso riguarda l'immissione di un **testo totalmente scorrelato**, non indicativo di nessuna diagnosi, dovuto a un eventuale errore dell'utente. In questo caso il motore di ricerca non è in grado di rilevare l'eventuale errore e tenderà comunque di proporre dei codici semanticamente correlati ai termini immessi;
- 2) il secondo caso riguarda l'**autoapprendimento**. Nell'autoapprendimento il sistema impara a codificare in base alle scelte degli utenti. Il principio dell'autoapprendimento si basa sull'assunzione che le scelte dell'utente siano corrette. Non potendo sempre assumere che le scelte dell'utente siano corrette, esiste la possibilità che il motore apprenda associazioni sbagliate. Prevedendo questa possibilità, una combinazione statistica di pesi fa sì che l'effetto negativo delle codifiche errate degli utenti sia meno significative rispetto alle restanti codifiche, ammesso che le codifiche corrette siano in maggioranza rispetto alle codifiche errate;
- 3) il terzo caso riguarda l'assenza temporanea di connessione internet dell'unità di Pronto Soccorso. Per questo scenario si prevede l'introduzione di un tempo di timeout nell'interfaccia utente per la codifica. Qualora il sistema non ottenga una risposta dal

² http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pagineAree_1277_listaFile_itemName_0_file.zip

servizio remoto entro un tempo prestabilito, l'interfaccia terminerà l'attesa bloccante, permettendo la continuità delle attività di codifica manuale.

3. Servizio

Il servizio è centralizzato e disponibile via rete Internet. Una porzione di interfaccia utente dei sistemi attualmente in uso sarà collegata al servizio web del motore di ricerca, come mostrato in Figura 2.

Descriviamo di seguito i dettagli di funzionamento del servizio, le caratteristiche qualitative, i processi necessari all'integrazione del servizio nei Pronto Soccorsi ed i requisiti di infrastruttura.

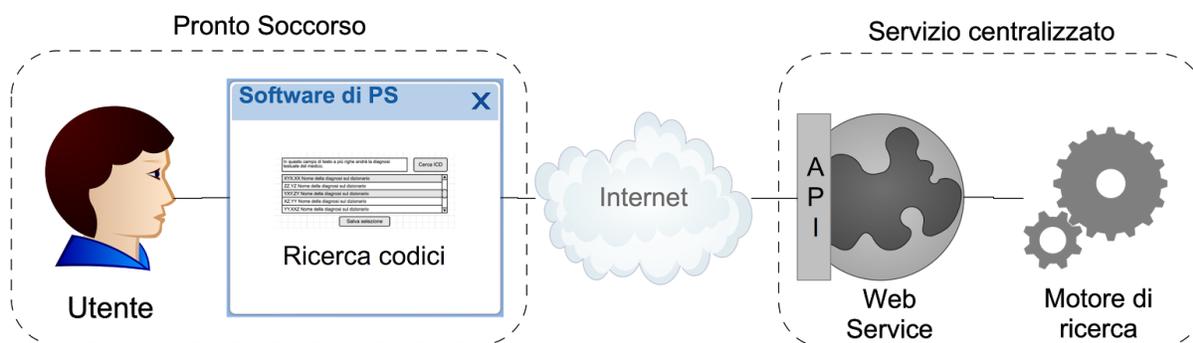


Figura 1. Diagramma complessivo per l'architettura del servizio.

3.1. Web Service

L'erogazione del servizio avverrà per mezzo di un web service con protocolli standard, facilitando l'integrazione con software già esistenti nei Pronto Soccorsi. Questa interfaccia permette interrogazioni HTTP programmatiche da remoto. Le interrogazioni HTTP riceveranno una risposta dal servizio in formato JSON (RFC 4627). I criteri d'implementazione utilizzati rendono l'API (application programming interface) esposta un connettore universale.

3.2. Caratteristiche qualitative

La qualità del servizio, erogato tramite richieste e risposte HTTP, verrà costantemente monitorata al fine di garantire una reattività elevata. I tempi di risposta, escludendo la latenza di ping (tempo necessario all'informazione per andare dal Pronto Soccorso al server centrale e tornare), saranno garantiti complessivamente **sotto ai 200ms**. Un tempo di risposta minore o uguale a 200ms è considerato **ideale** secondo gli standard di reattività attuali più esigenti³.

³ <https://developers.google.com/speed/docs/insights/mobile>

3.3. Integrazione nei software preesistenti

L'integrazione nei software ospedalieri preesistenti richiede un'attività di modifica software da parte degli attuali fornitori dei software dei Pronto Soccorsi.

Nello specifico, sarà necessario realizzare:

1. l'introduzione di alcuni elementi di interfaccia utente per immissione di campo di testo e visualizzazione dei risultati;
2. l'introduzione delle seguenti procedure:
 - a. codifica del testo di diagnosi in formato richiesta HTTP (JSON);
 - b. chiamata HTTP verso il Web Service del motore di ricerca e visualizzazione dei dati ricevuti, con impostazione di un timeout per eventuali malfunzionamenti indipendenti dal servizio;
 - c. chiamata HTTP dei codici scelti dall'utente ai fini dell'autoapprendimento del motore.

Le specifiche dell'interfaccia API del Web Service saranno rese disponibili agli attuali fornitori dei software dei Pronto Soccorsi insieme con un "access token" univoco per l'interrogazione sicura del servizio.

L'interfaccia utente per l'immissione della diagnosi e la visualizzazione dei risultati è mostrata in Figura 2.

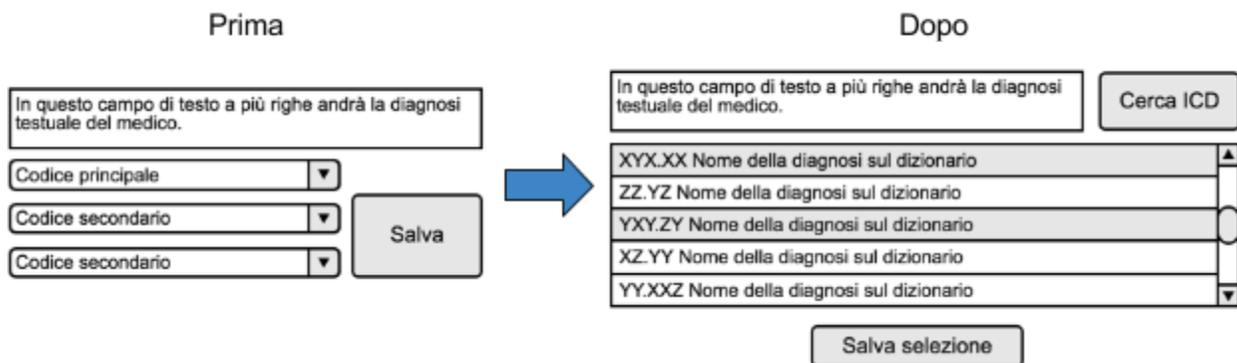


Figura 2. Ipotesi di template per l'interfaccia utente dei software dei Pronto Soccorso prima dell'integrazione e dopo l'integrazione del servizio di codifica.

3.4. Requisiti (connessione, firewall etc.)

Il servizio di assistenza alla codifica dell'unità di Pronto Soccorso necessita che siano presenti i seguenti requisiti tecnici:

- connessione Internet: la presenza di connessione Internet è indispensabile per la fruizione del servizio. Dalla qualità della connessione dipende inoltre la reattività della codifica, tempi di latenza alti possono peggiorare l'esperienza di utilizzo e sono purtroppo indipendenti dal servizio;

- firewall e politiche di sicurezza: il servizio centralizzato deve poter essere raggiungibile, dall'interno della rete del Pronto Soccorso, sulla porta HTTP standard (80). L'indirizzo di rete del servizio sarà reso noto agli attuali fornitori del software dei Pronto Soccorsi, insieme con il resto delle specifiche tecniche;
- al fine di garantire un'esperienza di utilizzo soddisfacente, si richiede un tempo di latenza di rete (tempo necessario all'informazione per raggiungere il server) inferiore ai 100ms.

4. Costi e tempi

Il costo complessivo per la realizzazione del servizio e l'erogazione per un periodo di 2 anni è stimato in 129,000€ (+IVA di legge se dovuta). A tale importo dovrà essere applicata una ricarica di ateneo del 12% sui costi non riferibili al personale. I costi di integrazione con i software dei Pronto Soccorsi non sono inclusi essendo dipendenti dallo specifico software e da accordi presistenti con i fornitori. Alla conclusione dei due anni il servizio termina. Forniamo di seguito i dettagli per il calcolo dei costi.

4.1. Risorse umane

Il progetto richiede complessivamente 2 figure professionali specializzate in sistemi informativi, la prima con ruolo di ingegnerizzazione, sviluppo e monitoraggio del servizio, la seconda con ruolo di modellazione e validazione del motore di ricerca/classificazione.

Le attività richieste alle due figure professionali sono da configurare nella durata di due anni:

- 1 persona per ingegnerizzazione, sviluppo e monitoraggio del servizio
- 1 persona per modellazione e validazione del motore di ricerca/classificazione.

Il costo complessivo stimato per le due persone per 2 anni è pari a 120,000€.

4.2. Integrazione

L'integrazione del servizio proposto sarà effettuata dagli attuali fornitori del software di Pronto Soccorso, dello specifico Pronto Soccorso.

Considerando i materiali e gli strumenti del progetto che saranno forniti agli attuali fornitori del software dei Pronto Soccorsi, nello specifico:

1. template grafico dell'interfaccia;
2. modello di interazione dell'utente con l'interfaccia;
3. specifiche tecniche per le chiamate programmatiche al servizio.

Le operazioni di integrazione della funzionalità e l'eventuale refactoring dell'interfaccia utente si stimano in un costo relativo di un mese uomo.

4.3. Server e infrastrutture di rete

Saranno necessarie le seguenti unità hardware ai fini delle attività di sviluppo e testing:

- 1 Unmanaged server per lo **sviluppo e il testing** del servizio con i seguenti requisiti minimi e caratteristiche:
 - CPU 4 core
 - 32GB RAM
 - Connessione dedicata 100 Mbit/s
 - HD 80GB SSD
 - 1 Load Balancer
 - Servizio garantito per 99.95% al mese
 - Costo Amazon AWS (totale 2 anni pagamento anticipato): **3,948€**
- 1 Unmanaged server per l'**erogazione del servizio**
 - CPU 4 core
 - 32 GB RAM
 - Connessione dedicata 100 Mbit/s
 - HD 80GB SSD
 - Servizio garantito per il 99.95% al mese
 - Costo Amazon AWS (totale 2 anni pagamento anticipato): **3,808€**
- **Storage sicuro condiviso**
 - 512GB SSD EBS
 - Costo Amazon AWS (totale 2 anni): **1,244€**

Il costo complessivo per la durata del progetto (2 anni) ammonta a **129,000€**.

5. Piano delle attività

Il piano delle attività, da svolgersi nell'arco di 24 mesi, consta delle seguenti fasi:

1. **primo ciclo di progettazione** del motore di ricerca (prima versione del servizio) **[3m]**: questo periodo prevede lo sviluppo di un sistema scalabile che soddisfi sia i requisiti funzionali descritti che le caratteristiche qualitative del servizio;
2. **messa in servizio** del sistema **[1m]**: in questa fase di deployment il servizio sarà installato e attivato su una macchina server, insieme con un sistema di monitoraggio delle performance di accuratezza e reattività;
3. **integrazione del sistema [3m]**: si prevedono:
 - a. due incontri e con ciascun fornitori del software per ogni Pronto Soccorso;
 - b. l'attività di integrazione della funzionalità nei software preesistenti.

Non è previsto il coordinamento di tali attività. Questa fase rappresenta la realizzazione del collegamento tra servizio di codifica ed i Pronto Soccorsi. **Al termine di questa fase il servizio sarà disponibile**, in modo sperimentale, **in tutti i Pronto Soccorsi coinvolti**;

4. **testing dell'integrazione** del servizio [2m]: il modulo di interfaccia grafica e chiamata al web service sarà testato sul campo, risolvendo eventuali problematiche tecniche, qualora di nostra responsabilità ovvero relative al servizio e non all'integrazione con i sistemi in uso, al fine di garantire il corretto funzionamento in tutte le unità coinvolte;
5. **monitoraggio, validazione e raffinamento** del servizio [6m]: creazione di un dataset classificato oggettivamente a partire dal quale sarà possibile portare a termine due attività: la misura dell'accuratezza del sistema e il miglioramento della capacità di codifica. In questa fase saranno inoltre monitorate le performance di funzionamento al fine di garantire degli alti standard di reattività;
6. **cicli successivi di progettazione e sviluppo del motore di ricerca** (seconda versione del servizio) [9m]: il motore di ricerca e il relativo servizio saranno raffinati utilizzando i nuovi dati a disposizione. Le attività di monitoraggio e manutenzione proseguiranno parallelamente allo sviluppo delle nuove versioni del servizio.

Si veda la Figura 3 per la collocazione temporale delle attività sopra descritte.

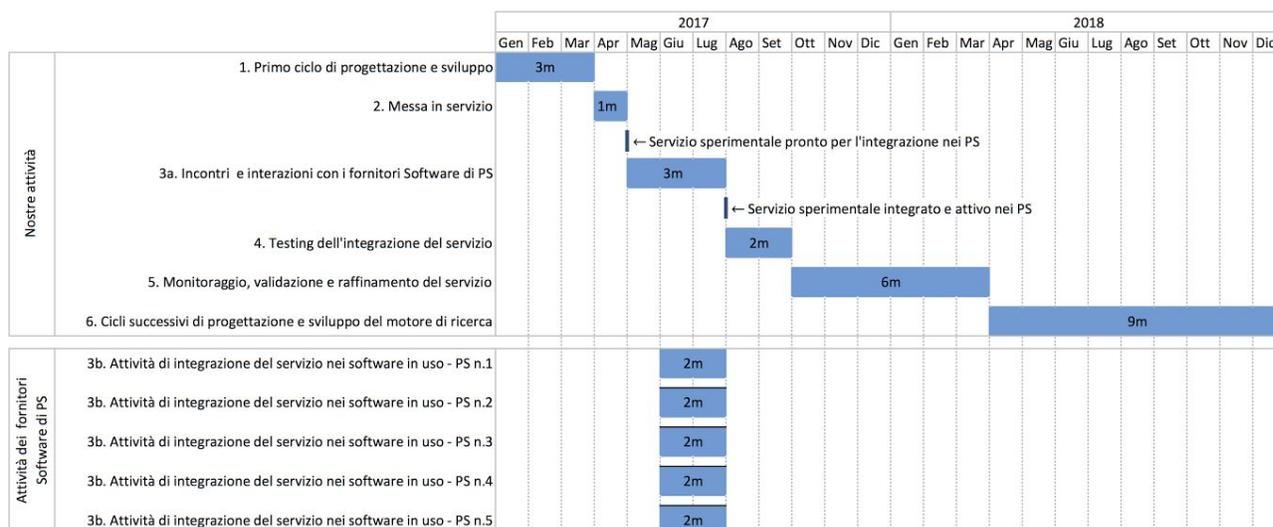


Figura 3. Piano delle attività.

6. Condizioni di erogazione del servizio

Per il servizio di codifica ICD9CM e per le attività descritte riguardanti la definizione e l'erogazione del servizio si definiscono le seguenti condizioni:

- le caratteristiche del servizio e il costo delle attività di sviluppo ed erogazione dello stesso sono state definite per una fruizione da parte di massimo n. 5 unità di Pronto Soccorso sul territorio della Regione Emilia Romagna, per un numero totale di accessi inferiore a 800,000/anno;
- la fase di integrazione del servizio nei software dei Pronto Soccorsi attualmente usati sarà a carico degli attuali fornitori del software dei Pronto Soccorsi. L'eventuale costo dell'integrazione del software non è incluso in questa proposta;

- nella fase di interazione con gli attuali fornitori del software dei Pronto Soccorsi, e nella fase di integrazione del software dei Pronto Soccorsi, non è previsto coordinamento da parte nostra;
- la durata delle attività totale è di 24 mesi. Al termine dei primi 4 mesi, e per la durata di 20 mesi, sarà reso disponibile il servizio sperimentale per l'integrazione e l'utilizzo;
- quanto non implicitamente incluso nella presente proposta è escluso. Non ci sono aspetti di proprietà intellettuale coinvolti nel servizio.

7. Licenze utilizzate

Il servizio di codifica ICD9CM utilizza librerie software e applicativi basati su licenza Apache 2.0. E' possibile ottenere una copia della licenza Apache 2.0 all'indirizzo:

<http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0>

8. Conclusioni

Il servizio proposto, basato su un motore di ricerca testuale con autoapprendimento, sarà sviluppato ed erogato per la durata di 2 anni in massimo 5 Pronto Soccorsi della Regione Emilia Romagna per un numero totale massimo di 800,000 accessi/anno. Il servizio, integrato a cura degli attuali fornitori di software dei Pronto Soccorsi, permetterà una codifica delle diagnosi in ICD9CM più veloce, uniforme ed accurata,