



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni

Progettazione e sviluppo di un servizio terminologico basato su FHIR per l'accesso univoco a risorse terminologiche sanitarie

Angelo Esposito, Mario Sicuranza, Mario Ciampi

RT-ICAR-NA-2017-06

novembre 2017



Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni (ICAR) – Sede di Napoli, Via P. Castellino 111, I-80131 Napoli, Tel: +39-0816139508, Fax: +39-0816139531, e-mail: napoli@icar.cnr.it, URL: www.na.icar.cnr.it



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni

Progettazione e sviluppo di un servizio terminologico basato su FHIR per l'accesso univoco a risorse terminologiche sanitarie

Angelo Esposito, Mario Sicuranza, Mario Ciampi

Rapporto Tecnico N: RT-ICAR-NA-2017-06

Data: novembre 2017

I rapporti tecnici dell'ICAR-CNR sono pubblicati dall'Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Tali rapporti, approntati sotto l'esclusiva responsabilità scientifica degli autori, descrivono attività di ricerca del personale e dei collaboratori dell'ICAR, in alcuni casi in un formato preliminare prima della pubblicazione definitiva in altra sede.

Progettazione e sviluppo di un servizio terminologico basato su FHIR per l'accesso univoco a risorse terminologiche sanitarie

Angelo Esposito, Mario Sicuranza, Mario Ciampi

Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni, Consiglio Nazionale delle Ricerche
Via Pietro Castellino, 111 – 80131 Napoli, Italia

E-mail: {angelo.esposito, mario.sicuranza, mario.ciampi}@icar.cnr.it

Abstract

Le terminologie utilizzate nell'ambito dei processi sanitari devono essere condivise e semanticamente comprensibili allo scopo di ottimizzare i processi sanitari ed evitare errori dovuti alla mancanza di comprensione da parte degli attori che partecipano al processo sanitario. Gli strumenti tecnologici maggiormente utilizzati per la condivisione delle risorse terminologiche sono i servizi terminologici. Questi servizi offrono un insieme di funzionalità per l'accesso e la manutenzione di tali risorse, formalizzate in vocabolari, sia controllati che non controllati, includendo termini, concetti e relazioni. Nel contesto sanitario sono utilizzati una moltitudine di vocabolari in funzione dello specifico contesto clinico, come ad esempio LOINC per le osservazioni di laboratorio, SNOMED CT per l'anatomia patologica, ICD9-CM per la classificazione delle malattie e dei problemi correlati, ecc. In questo scenario, HL7 International, un'associazione internazionale per lo sviluppo di standard nel settore dell'informatica sanitaria, ha elaborato le specifiche tecniche per lo sviluppo di un servizio terminologico denominato "FHIR Terminology Service", che consente alle applicazioni sanitarie, mediante un'unica interfaccia di tipo RESTful, di utilizzare facilmente codici e insiemi di valori. Questo rapporto tecnico fornisce i dettagli tecnici relativi al servizio terminologico utilizzato in maniera conforme alle specifiche HL7 FHIR, descrivendo le funzionalità e i vocabolari utilizzati, allo scopo di favorire l'accesso semplice ed omogeneo a risorse terminologiche eterogenee nell'ambito del progetto "eHealthNet". Al fine di valutare il servizio software sviluppato, sono state sviluppate interfacce utente grafiche user friendly per consentire ad un utente di accedere in modo semplice e intuitivo alle diverse funzionalità del servizio terminologico, quali ricerca, espansione e validazione di codifiche.

Keywords: FHIR, terminology service, interoperability, e-health.

1 Introduzione

Le modalità di gestione, diffusione ed utilizzo dell'informazione nel settore sanitario stanno cambiando piuttosto rapidamente. Il crescente utilizzo di Internet ha sicuramente influenzato i processi di trattamento dell'informazione, in quanto da tale utilizzo è derivato un ampliamento del bacino di utenza dell'informazione ed è, inoltre, aumentata l'esigenza di multilinguismo. In particolare, le informazioni da gestire provengono da sistemi differenti ed eterogenei. Nasce, da un lato, l'esigenza di fornire un mezzo che favorisca lo scambio di messaggi tra i diversi sistemi e, dall'altro, la necessità di garantire l'integrazione dei dati provenienti dagli stessi. In dettaglio, per rispondere a tali esigenze, bisogna garantire che tra tali sistemi non omogenei siano soddisfatti requisiti di interoperabilità. Obiettivo dell'interoperabilità è di offrire ad un sistema la capacità di interagire con altri sistemi, garantendo lo scambio ed il riutilizzo delle informazioni.

In letteratura, esiste una classificazione per definire i diversi livelli di interoperabilità esistenti tra due o più sistemi eterogenei, che devono interagire tra loro. Tali livelli sono di seguito elencati.

- **Interoperabilità sintattica:** riguarda la possibilità di rappresentare i dati secondo una particolare sintassi, al fine di renderli machine-readable, ovvero interpretabili da un computer.
- **Interoperabilità strutturale:** è riferita alla modalità di rappresentazione dei concetti, appartenenti ad un particolare dominio di interesse, al fine di modellare la conoscenza.
- **Interoperabilità semantica:** rappresenta l'abilità dei sistemi di scambiare messaggi strutturati, contenenti dati e risorse terminologiche, codificati e standardizzati, attraverso l'utilizzo di vocabolari e standard terminologici.

Al fine di ottimizzare le operazioni di interscambio dei dati, occorre affrontare, quindi, le problematiche legate all'interoperabilità. Nella letteratura scientifica ci sono numerosi lavori che affrontano i vari aspetti relativi l'interoperabilità proponendo modelli, architettura e framework allo scopo di rendere i sistemi informativi sanitari locali interoperabili tra loro [1,2,3,4,5]. Tali problematiche, nel contesto terminologico, si manifestano e vanno affrontate sia a livello semantico che tecnologico. In primo luogo, è necessario un miglioramento della comprensibilità semantica del dato. Nel dettaglio, per garantire l'interoperabilità semantica, bisogna applicare un vocabolario controllato e condiviso, basandosi, inoltre, sull'utilizzo di opportune terminologie. Queste necessitano di essere standardizzate, al fine di garantire l'interoperabilità. I modelli terminologici sono costruiti per soddisfare le esigenze specifiche di uno specifico dominio, dove la loro natura è strutturata da vocabolari.

È opportuno che più fonti terminologiche siano a disposizione di una comunità, in modo da favorire e garantire la coerenza tra i dati e le informazioni scambiate. Inoltre, la capacità di fornire rappresentazioni coerenti e la possibilità di avere accesso ad una vasta gamma di terminologie, permette di accelerare il processo di interoperabilità.

All'interno dei processi clinici, la terminologia medica ricopre un ruolo molto importante. Infatti, essa rappresenta un servizio centrale per la fornitura dell'interoperabilità semantica tra diversi sistemi ed applicazioni. In particolare, una opportuna terminologia può essere utilizzata per rappresentare: informazioni contenute in database clinici, dati risultanti dalle osservazioni prodotte da personale qualificato in uno specifico dominio, osservazioni derivanti da incontri con i pazienti; oltre a linee guida sanitarie, sistemi esperti, e la conoscenza medica. Infatti, le terminologie forniscono un mezzo per organizzare informazioni e servono a definire la semantica di queste ultime, utilizzando meccanismi coerenti e computabili da una macchina. Inoltre, esse sono estensibili, ovvero i dati descritti da una particolare collezione di termini possono, a loro volta, collezionare in maniera incrementale ulteriori termini, che saranno poi riclassificati e re-indicizzati.

Riassumendo, quindi, i principali scopi per cui è necessario utilizzare terminologie standard riguardano:

- la possibilità di fornire un significato consistente;
- l'esigenza di promuovere una comprensione condivisa;
- la capacità di facilitare la comunicazione con gli umani;
- la necessità di abilitare confronti ed integrazioni di dati;
- la possibilità di garantire la portabilità e la condivisione dei Electronic Health Record (EHR).

Per quanto riguarda le loro principali applicazioni, ritroviamo sicuramente la capacità di aggregazione delle informazioni, il supporto alle decisioni cliniche, la riduzione degli errori medici, ed il loro utilizzo nelle linee guida sanitarie. In realtà, le terminologie considerate singolarmente non risolvono completamente i problemi esposti in precedenza, ma hanno bisogno di essere associate a dei servizi. Solo in questo modo, possono

essere utilizzate per garantire l'effettiva interoperabilità semantica tra sistemi eterogenei. Tali servizi sono chiamati servizi terminologici. Nel dettaglio, i servizi terminologici costituiscono un insieme di servizi che presentano ed applicano vocabolari, sia controllati che non controllati, includendo termini, concetti e relazioni. Le principali funzionalità che un servizio terminologico deve offrire sono elencate di seguito:

- ricerca di concetti e descrizioni, presenti all'interno di vocabolari controllati;
- recupero di un singolo concetto, attraverso un proprio identificatore univoco;
- esplorazione ed analisi delle relazioni tra i concetti, incluse relazioni di equivalenza, gerarchiche ed associative;
- traduzione da un codice, appartenente ad un vocabolario, ad un altro codice, rappresentato all'interno di un altro vocabolario differente;
- mappatura tra codici differenti;
- classificazione di concetti.

Per quanto riguarda i vocabolari associati ai servizi terminologici, essi possono essere di due tipologie: controllati e non controllati. I vocabolari controllati si dividono in tre macro categorie: lista dei termini, classificazione e categorie, e liste di relazioni. Ognuna di queste macro categorie comprende una serie di elementi che descrivono e modellano la realtà di interesse. Tra i principali elementi ritroviamo:

- **Tesauro:** è una lista di termini che si riferiscono a concetti di un particolare dominio di interesse, all'interno del quale i termini sono ordinati, ad esempio alfabeticamente, e comprende una serie di concetti che possono descrivere uno o più sinonimi di tali termini.
- **Vocabolario o glossario:** è un tesauro accompagnato anche dalla definizione dei termini in esso contenuti.
- **Nomenclatura:** è un sistema di termini composti, in accordo a delle regole di composizione prestabilite.
- **Classificazione:** è una disposizione di oggetti o concetti basati sulle loro caratteristiche essenziali in gruppi di concetti, chiamati classi, per i quali è definita una relazione di tipo *è membro di*.
- **Tassonomia:** è una disposizione di classi in accordo alla relazione *è un*, da una classe figlia ad una classe padre.

In generale, i servizi terminologici possono avere diverse caratteristiche: essere model2model o interattivi, essere orientati agli utenti e, infine, possono essere applicati a tutte le fasi di un processo di recupero di metadati. Gli elementi che costituiscono un servizio terminologico sono:

- **Concetti:** rappresentano le idee univoche, individuate all'interno di un particolare dominio di interesse;
- **Codici:** identificano univocamente un concetto, ed appartengono a determinati sistemi di codice;
- **Termini:** si riferiscono ai concetti, sono come delle etichette.

In questo rapporto tecnico, allo scopo di favorire l'accesso semplice ed omogeneo a risorse terminologiche eterogenee è stato definito, nell'ambito del progetto di ricerca "eHealthNet", un servizio terminologico sperimentale aderente al modello "FHIR Terminology Service" di HL7. Inoltre, per valutare il servizio terminologico sono state realizzate delle interfacce user friendly per consentire all'utente di accedere in modo semplice e intuitivo alle diverse funzionalità del servizio terminologico.

Il documento è strutturato come segue: i) il capitolo 2 è dedicato alla descrizione delle funzionalità del

servizio terminologico basato sul modello “FHIR Terminology Service”, ii) il capitolo 3 è dedicato alla descrizione dell’architettura predisposta per l’erogazione/fruizione del servizio terminologico, iii) il capitolo 4 è dedicato alla descrizione dei casi d’uso di fruizione delle funzionalità del servizio mediante le interfacce progettate e sviluppate, iv) l’ultimo capitolo è dedicato alle conclusioni.

2 Funzionalità del servizio terminologico basato su FHIR Terminology Service

Il servizio terminologico progettato e sviluppato prevede le seguenti funzionalità:

- **Espansione dell’insieme dei codici:** questa funzionalità fa riferimento alla possibilità di fare richiesta di espansione di un insieme di codici, ovvero restituire una lista con tutti i codici di un particolare dizionario terminologico con relative descrizioni.
- **Ricerca di concetti:** questa funzionalità fa riferimento alla ricerca di un particolare concetto attraverso una combinazione di codice e sistema a cui il codice appartiene, restituendo una descrizione leggibile dei codici ricercati.
- **Validazione di un insieme di codici:** questa funzionalità consente la validazione, ovvero di determinare se un codice appartiene o meno ad un determinato insieme di codici; il sistema risponde con vero o falso, ovvero con un valore booleano che indichi la presenza o meno del codice.
- **Processo di traduzione:** questa funzionalità fa riferimento alla possibilità di tradurre, o mappare, un concetto da un insieme ad un altro; tipicamente, è usato per tradurre un codice, appartenente ad un insieme di codici, in un altro codice, appartenente ad un altro insieme.
- **Processo di query:** questa funzionalità consente l’interrogazione di un insieme di codici, tramite la descrizione di un codice; in particolare, dato un concetto o una sua descrizione, il processo restituisce una lista di codici che soddisfano i criteri di ricerca.

Come standard per la definizione del servizio terminologico e per la modellazione del dominio di interesse, si è scelto di utilizzare lo standard FHIR [1] e il modello “Terminology Service” [20] di HL7. Tale standard combina le migliori caratteristiche dei precedenti standard realizzati da HL7, ovvero v2 [2], v3 [3] e CDA [4]. FHIR è stato implementato per consentire lo scambio di informazioni sanitarie attraverso sistemi informativi. Tra i diversi standard a disposizione, è stato scelto di basare il servizio terminologico su FHIR per una serie di motivi. In primo luogo, esso è specifico per il dominio sanitario e modella i concetti medici attraverso l’utilizzo di semplici “risorse”. Inoltre, soddisfa i requisiti di interoperabilità semantica ed è semplice da usare, anche grazie alle librerie software disponibili. Un’ulteriore motivazione che ha condotto a tale scelta, riguarda l’architettura su cui FHIR si basa: è, infatti, basato su un’architettura RESTful e fa riferimento ad API REST [5]. Questa soluzione lo rende facile e veloce, per quanto riguarda lo scambio di informazioni; inoltre, permette di rappresentare le risorse mediante due formati di rappresentazione molto diffusi, XML [6] e JSON [7].

Prima di descrivere il servizio terminologico e le interfacce user friendly, di seguito sono descritti tre concetti chiave, associati a tre differenti risorse FHIR, fondamentali nell’ambito della terminologia:

- **Code System:** definisce un set di codici con uno specifico significato. Tali insiemi di codici possono costituire una enumerazione, una terminologia, una classificazione, e/o una ontologia. Tale risorsa definisce i possibili codici esistenti ed il loro significato. Permette, quindi, di descrivere un code system esistente, includendo le sue principali proprietà: URL, versione, descrizione, copyright, data di pubblicazione, sicurezza, filtri applicabili, grammatica, e proprietà. Grazie a tale risorsa, è possibile rappresentare le proprietà dei concetti contenuti in un code system, mediante tre elementi fondamentali: code, display, e definition, in grado di fornire un codice identificativo del concetto, un

testo descrittivo da mostrare all'utente, e una definizione formale, rispettivamente. L'utilità di tale risorsa sta nella possibilità di descrivere i code system utilizzati e richiamati in ambiente FHIR. La risorsa code system possiede tre identificatori:

- **Id:** è l'identificatore locale definito sul sistema sul quale si trova, viene modificato se cambia il server ospitante;
 - **Url:** è l'identificatore principale, che non cambia mai per un dato code system;
 - **Identifier:** è una coppia system/value che è usato per identificare la risorsa in contesti diversi da FHIR.
- **Value Set:** tale risorsa seleziona un insieme di codici definiti all'interno di uno o più code system, in modo da specificare quali codici debbano essere utilizzati in uno specifico contesto. Una risorsa value set può essere costruita in due modi: le si può associare un ridotto code system esistente oppure può essere composta da codici definiti in diversi code system opportunamente selezionati. Tale risorsa può essere espansa e possiede tre identificatori:
 - **Id:** è l'identificatore locale sul sistema sul quale si trova, infatti se viene cambiato il server ospitante, cambia anche il suo id;
 - **Url:** è l'identificatore principale che non cambia mai, è lo stesso in ogni copia;
 - **Identifier:** è una coppia system/value che è usato per identificare il value set in altri contesti.
 - **Concept Map:** la risorsa concept map definisce le relazioni tra diversi insiemi di concetti, sia tra code system che tra elementi dati. Più nel dettaglio, essa definisce una mappatura tra un concetto, definito in un sistema, ed uno o più concetti, definiti in altri sistemi di codifica. Le mappature definite sono unidirezionali, da sorgente a destinazione. Inoltre, esse sono specifiche per un dato contesto di applicazione e vengono definite per uno specifico contesto costituito da un value set sorgente ed una destinazione. Nel dettaglio, per ogni mapping di un concetto tra una sorgente ed un target, viene definita una proprietà di equivalenza, per specificare quanto sia valido il mapping.

In sintesi, i code system di FHIR definiscono quali codici, simboli o espressioni esistono ed il significato ad essi associato; i value set selezionano un insieme di codici da uno o più code system, per specificare quali codici possono essere utilizzati in un particolare contesto; le concept map, infine, definiscono dei mapping unidirezionali tra concetti espressi in differenti code system.

Più precisamente, i value set in FHIR possono essere realizzati secondo due modalità:

- Possono contenere un code system inline oppure un code system esterno;
- Possono essere composti da codici definiti in altri code system, sia elencando i codici sia fornendo una serie di criteri di selezione.

FHIR consente di utilizzare e definire dei dizionari terminologici esterni, individuati e definiti attraverso un namespace. Per implementare il servizio terminologico, si è scelto di utilizzare dizionari LOINC e UMLS.

Nel seguito è descritta l'architettura e le componenti del servizio terminologico con evidenza delle interazioni tra le componenti software e le interfacce utente progettate e sviluppate.

3 Architettura del servizio terminologico

Nel contesto del progetto di ricerca “eHealthNet”, il servizio terminologico è stato reso disponibile mediante una infrastruttura capace di offrire contenuti relativi al campo sanitario, in maniera standardizzata e codificata, secondo gli standard e i sistemi di codifica più diffusi, quali SNOMED-CT [8] e LOINC [9].

L’architettura predisposta per l’erogazione/fruizione del servizio terminologico è mostrata in Figura 1.

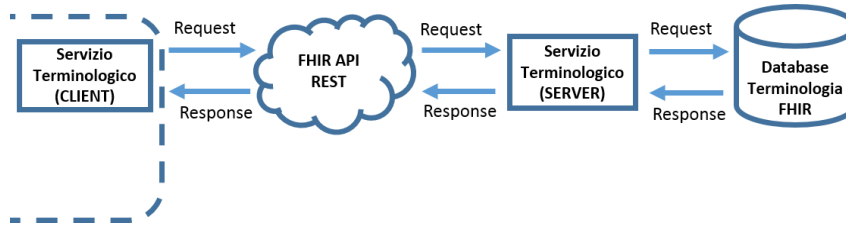


Figura 1 - Architettura Servizio Terminologico

Come si può osservare, l’architettura prevede una componente client e una componente server, che interagiscono attraverso il protocollo HTTP/S [10] e sfruttando le API REST offerte dal server. In particolare l’utente compone la richiesta con il modulo client, generando le richieste per le diverse funzionalità, le quali vengono strutturate in maniera conforme alle API FHIR. Il server che espone il servizio terminologico riceve la richiesta, la elabora, accede al database terminologico, e risponde al client. Il client riceve la risposta, la interpreta e mostra i risultati all’utente finale mediante le interfacce progettate e sviluppate.

3.1 Componente SERVER

La componente server integra un database di tipo Microsoft SQL Server nella versione 2012, e supporta tutti i tipi di risorse con tutte le operazioni previste per il servizio terminologico conforme allo standard FHIR, con la sintassi per le risorse sia in XML che in JSON. L’endpoint utilizzato dal server terminologico per la sua interrogazione mediante API REST è “http://[base server address]/open”.

3.2 Componente CLIENT

La componente client è in grado di offrire una interfaccia semplice e intuitiva, che è in grado di interagire con la componente server utilizzando il framework AngularJS v1.3.15 sviluppato da Google Inc. e rilasciato con licenza MIT. I linguaggi di programmazione utilizzati per la sua realizzazione sono HTML5 [11], JavaScript [12] e CSS3 [13]. Questa componente è utilizzabile mediante un qualsiasi browser collegandosi all’indirizzo relativo alla homepage, dalla quale poi è possibile collegarsi a tutti i servizi.

L’adozione del framework AngularJS consente il rispetto dei requisiti di un classico pattern MVC (Model-View-Controller) [14]: nella fattispecie, sono state realizzate le pagine relative alle viste utente, la parte di controllo relativa alle funzionalità, e gli aspetti relativi al modello dei dati in maniera separata.

Le funzionalità del servizio terminologico possono essere fruite dall’utente mediante l’utilizzo delle interfacce di interazione, che sono descritte di seguito.

3.3 Funzionalità Value Set Expansion

Un value set contiene un insieme di regole relative ai codici e ai concetti in esso contenuti: con “espansione” del value set si vuole chiedere al servizio terminologico di restituire una lista dettagliata di tutti i codici alfanumerici presenti in quel momento all’interno del value set, e che identificano i concetti del dominio di interesse. Il client passa al servizio terminologico i seguenti parametri:

- il value set (la sua URL o il suo identificatore logico) o direttamente come parametro alla chiamata;
- un filtro testuale di ricerca (opzionale);
- quale pagina recuperare, ossia si chiede al servizio di dividere l'espansione in una serie di pezzi (opzionale);

Il servizio restituisce un value set che contiene la lista dei codici che soddisfano i criteri di ricerca (o un OperationOutcome contenente un errore e la descrizione dell'errore che si è verificato).

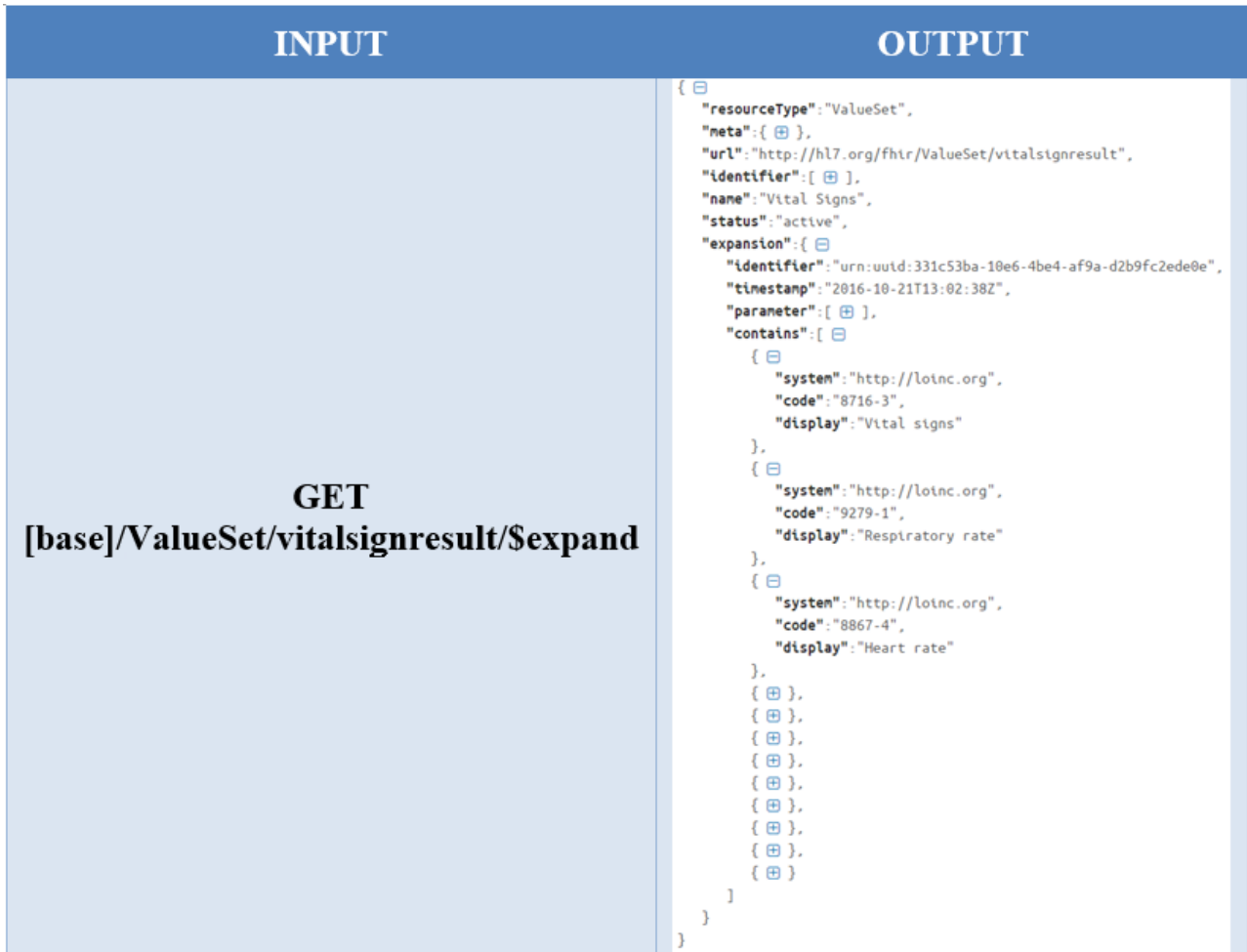


Figura 2 - Richiesta e risposta del servizio funzionalità Value Set Expansion

Nella Figura 2 è mostrata la richiesta inviata al servizio e la risposta in formato JSON sotto forma di input/output del servizio. Mentre nella Figura 3 è mostrata l'interfaccia utente che consente di esplorare i diversi insiemi di valori memorizzati sul database.

Alcuni esempi di utilizzo comune per un'operazione di espansione riguardano:

- ottenere una lista di codici da visualizzare in un'interfaccia utente;
- recuperare un elenco di codici da utilizzare quando si generano istruzioni di programmazione software;
- ottenere una lista di codici cosicché un software può controllare se un codice è valido o meno in un particolare contesto.

daf-observation-CCDAVitalSignResult	DAF Vital Sign Codes	This value set indicates the allowed vital sign result types. The vocabulary selected for this value set based on ONC 2015 Edition Common Clinical Data Set (CCDS) for vitals. Note the concept Blood pressure systolic and diastolic (55284-4) is used to group the related observations Systolic blood pressure (8480-6) and Diastolic blood pressure (8462-4). It SHALL NOT be used alone, but both 8480-6 and 8462-2 SHALL also be valued.
-------------------------------------	----------------------	--

CODICE	DESCRIZIONE	SISTEMA DI CODIFICA
8716-3	Vital signs	http://loinc.org
9279-1	Respiratory rate	http://loinc.org
8867-4	Heart rate	http://loinc.org
59408-5	Oxygen saturation in Arterial blood by Pulse oximetry	http://loinc.org
8310-5	Body temperature	http://loinc.org
8302-2	Body height	http://loinc.org
8306-3	Body height –lying	http://loinc.org
8287-5	Head Occipital-frontal circumference by Tape measure	http://loinc.org
29463-7	Body weight	http://loinc.org
39156-5	Body mass index (BMI) [Ratio]	http://loinc.org
55284-4	Blood pressure systolic and diastolic	http://loinc.org
8480-6	Systolic blood pressure	http://loinc.org
8462-4	Diastolic blood pressure	http://loinc.org

Figura 3 - Interfaccia utente per esplorare i diversi insiemi di valori memorizzati

3.4 Funzionalità Concept Lookup

Il servizio terminologico è in grado di offrire un servizio che restituisce un insieme di informazioni circa una particolare combinazione code system/code, ovvero un'operazione di lookup. Il servizio restituisce informazioni sia per scopi di elaborazione e sia per puri scopi di visualizzazione di informazioni.

Il client passa al servizio i seguenti parametri:

- il valore codice (sia un code+system o un data type di tipo Coding).

Il servizio restituisce le seguenti informazioni:

- una descrizione “human readable” del sistema;
- il “display” relativo a quel codice, ovvero una rappresentazione testuale del codice che il servizio terminologico raccomanda come scelta di default da visualizzare all'utente;
- se il codice è astratto oppure no;
- Altre meta informazioni relative al codice.

INPUT	OUTPUT
<p>GET [base]/CodeSystem/ \$lookup?system=http://loinc.org&code=26453-1</p>	<pre>{ "resourceType": "Parameters", "parameter": [{ "name": "name", "valueString": "LOINC" }, { "name": "version", "valueString": "2.56" }, { "name": "display", "valueString": "Erythrocytes [#/volume] in Blood" }, { "name": "property", "part": [{ "name": "code", "valueCode": "COMPONENT" }, { "name": "description", "valueString": "Erythrocytes" }] }] }, { "name": "designation", "part": [{ "name": "use", "valueCoding": { "system": "http://snomed.info/sct", "code": "446211000124102", "display": "Alias name" } }, { "name": "value", "valueString": "RBC # Bld" }] }]</pre>
<p>GET [base]/CodeSystem/ \$lookup?system=http://loinc.org&code=44453-1</p>	<pre>{ "resourceType": "OperationOutcome", "text": { "status": "generated", "div": "<div xmlns=\\"http://www.w3.org/1999/xhtml\\"><p>Unable to find code 46453-1 in http://loinc.org version 2.56</p></div>" }, "issue": [{ "severity": "error", "code": "code-invalid", "diagnostics": "Unable to find code 46453-1 in http://loinc.org version 2.56" }] }</pre>

Figura 4 - Esempi di richieste di input e di output per la funzionalità Concept Lookup

In Figura 4 sono mostrati due esempi di richieste di input e due di output per la funzionalità di Concept Lookup. Nella prima si richiede il lookup del codice 26453-1 contenuto nel code system LOINC, e il servizio risponde con le informazioni associate a quel codice, in particolare fa riferimento ad un dato di laboratorio. La seconda richiesta, invece, contiene un codice errato ed il servizio risponde con un “OperationOutcome” indicando che non è in grado di trovare quel codice in quel sistema di codifica. Nella Figura 5 è mostrata l’interfaccia utente realizzata che consente di effettuare il lookup dei concetti memorizzati sul database.

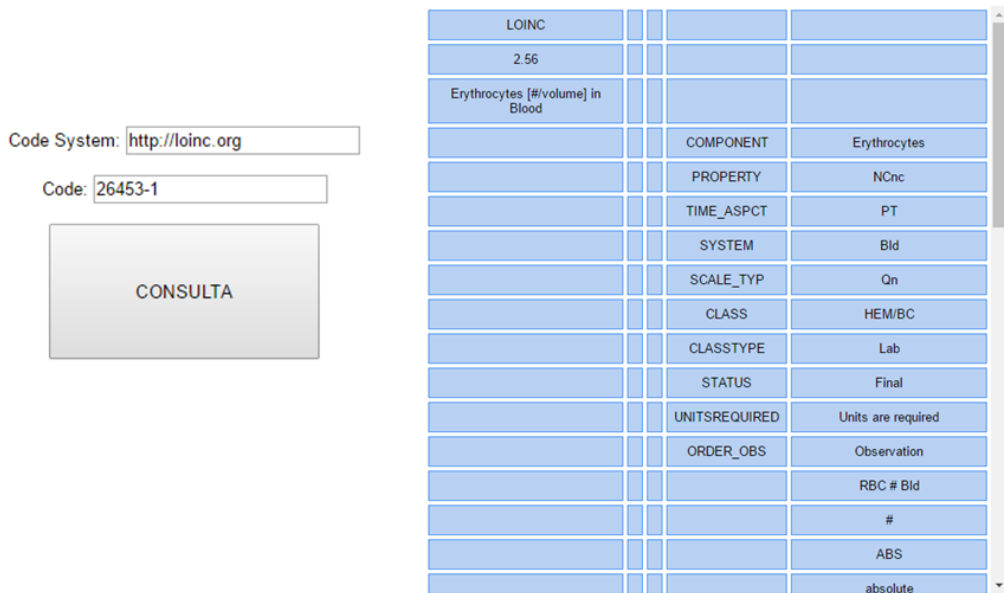


Figura 5 - Interfaccia utente realizzata per effettuare il lookup dei concetti memorizzati

3.5 Funzionalità Value Set Validation

Uno dei modi per determinare se un codice appartiene o meno ad un dato value set è quello di espanderlo, come visto in precedenza, e una volta ricevuta la lista contenente tutti i codici, verificare se è presente o meno. Questo modo non è efficiente, poiché la lista può contenere molti codici. Con questa operazione, invece, è possibile effettuare questa verifica in maniera più efficiente ed immediata: in particolare il client passa al servizio i seguenti parametri:

- il value set (la sua URL o il suo identificatore logico) o direttamente come parametro alla chiamata;
- il valore codice (sia un code+system, o un data type di tipo Coding).

INPUT	OUTPUT
<p>GET [base]/ ValueSet/age-units/ \$validate- code?system=http://unitsofmeasu re.org&code=min</p>	<pre>{ "resourceType": "Parameters", "parameter": [{ "name": "result", "valueBoolean": true }, { "name": "display", "valueString": "minute" }] }</pre>

**GET [base]/ ValueSet/age-units/
\$validate-
code?system=http://unitsofmeasu
re.org&code=max**

```

{
  "resourceType": "Parameters",
  "parameter": [
    {
      "name": "result",
      "valueBoolean": false
    },
    {
      "name": "message",
      "valueString": "The code \"max\" is not valid in the system http://unitsofmeasure.org"
    },
    {
      "name": "cause",
      "valueString": "invalid"
    },
    {
      "name": "message",
      "valueString": "The code provided (http://unitsofmeasure.org#max) is not valid in the value set AgeUnits"
    }
  ]
}

```

Figura 6 - Esempi di richieste di input e di output per la funzionalità Value Set Validation

Il servizio restituisce “true” o “false” indicando se il codice/concetto è valido, o una lista di errori e warning associati ad esso. Il servizio restituisce anche un valore testuale relativo al concetto, in modo da facilitare la comprensione. Nella Figura 7 è mostrata l’interfaccia utente che consente di effettuare la validazione dei codici memorizzati sul database.

Code System:

Code:

VALIDA

LISTA VALUE SET

- AgeUnits
- LOINC Imaging Document Codes
- AgeUnits
- HL7 BasicConfidentialityKind
- ReferralDocumentType
- TransferDocumentType
- HPDocumentType
- SurgicalOperationNoteDocumentTypeCode
- DischargeSummaryDocumentTypeCode
- ProcedureNoteDocumentTypeCodes
- ProgressNoteDocumentTypeCode
- ConsultDocumentType
- DIRSectionTypeCodes
- AgeUnits
- AbstractType
- AccountStatus
- PlanActionCardinalityBehavior

Risultato	Valore Testuale (Display)
true	minute

Figura 7 - Interfaccia utente per effettuare la validazione dei codici memorizzati

3.6 Funzionalità Translations

Un client può chiedere ad un servizio eventuali mapping / traduzioni di concetti rappresentati in value set differenti, ad esempio differenti modalità di rappresentazione di un codice in sistemi di codifica come UMLS e LOINC. Il client passa al servizio i seguenti parametri:

- un code+system, Coding o CodeableConcept;
- un Concept Map da usare per la traduzione;
- il value set per il contesto del sorgente;
- il value set per la destinazione.

INPUT	OUTPUT
<p>GET [base]/ConceptMap/cm-administrative-gender-v2/\$translate?system=http://hl7.org/fhir/administrative-gender&code=male&valueSet=administrative-gender</p>	<pre>{ "resourceType": "Parameters", "parameter": [{ "name": "result", "valueBoolean": true }, { "name": "outcome", "valueCoding": { "system": "http://hl7.org/fhir/v2/0001", "code": "M" } }, { "name": "equivalence", "valueCode": "equal" }] }</pre>
<p>GET [base]/ConceptMap/cm-administrative-gender-v2/\$translate?system=http://hl7.org/fhir/administrative-gender&code=mal&valueSet=administrative-gender</p>	<pre>{ "resourceType": "Parameters", "parameter": [{ "name": "result", "valueBoolean": false }, { "name": "message", "valueString": "Code mal in system http://hl7.org/fhir/administrative-gender not recognized" }] }</pre>

Figura 8 - Esempi di richieste di input e di output per la funzionalità Translations

Se viene trovato il Concept Map specificato, ed esiste una relazione tra i value set (source, target) con il relativo code, il servizio restituisce un codice equivalente presente nel value set specificato come target. Altrimenti restituisce un messaggio d'errore. In Figura 9 è riportata l'interfaccia utente che consente di fruire della funzionalità Translations.

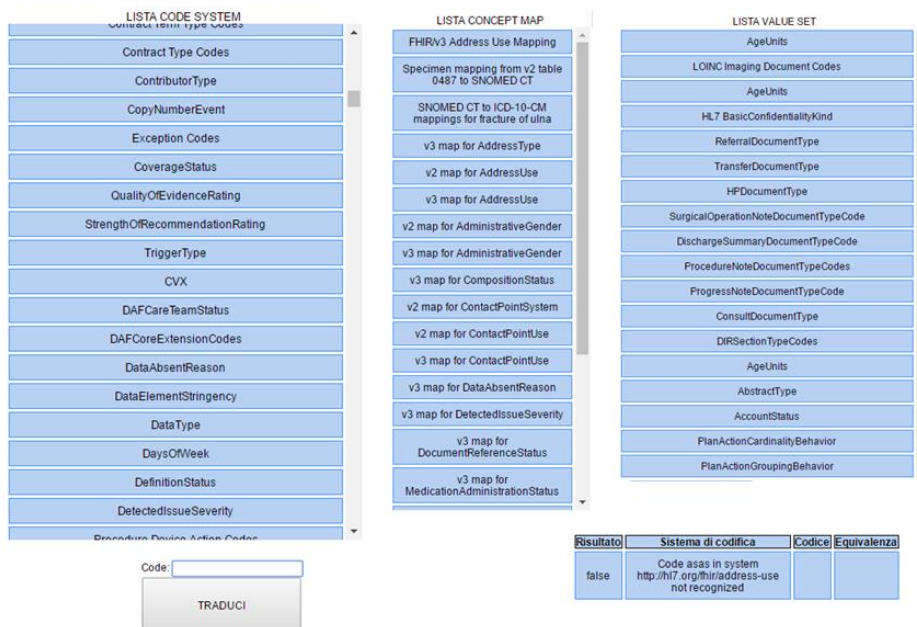


Figura 9 – Interfaccia utente per la fruizione della funzionalità Translations

3.7 Funzionalità Ricerca

Un client può interrogare il servizio formulando una query in modo da ricevere una serie di informazioni di interesse. Per fare ciò il client passa al servizio le seguenti informazioni:

- la tipologia di risorsa di cui vuole fare la ricerca, ad esempio Paziente, ecc.;
- un filtro testuale per specificare cosa si vuole ricercare, associato alla risorsa scelta in precedenza.

Se la ricerca ha avuto esito positivo, il servizio restituisce all'interno di un popup le informazioni ricercate e filtrate, sulla base dei parametri di ingresso ricevuti. In caso negativo comunica all'utente con un messaggio che non ci sono risultati di ricerca che soddisfano i criteri di ricerca indicati in input. I risultati della ricerca, nel caso in cui contengono informazioni che lo permettono, possono essere anche espanso (funzione expand).

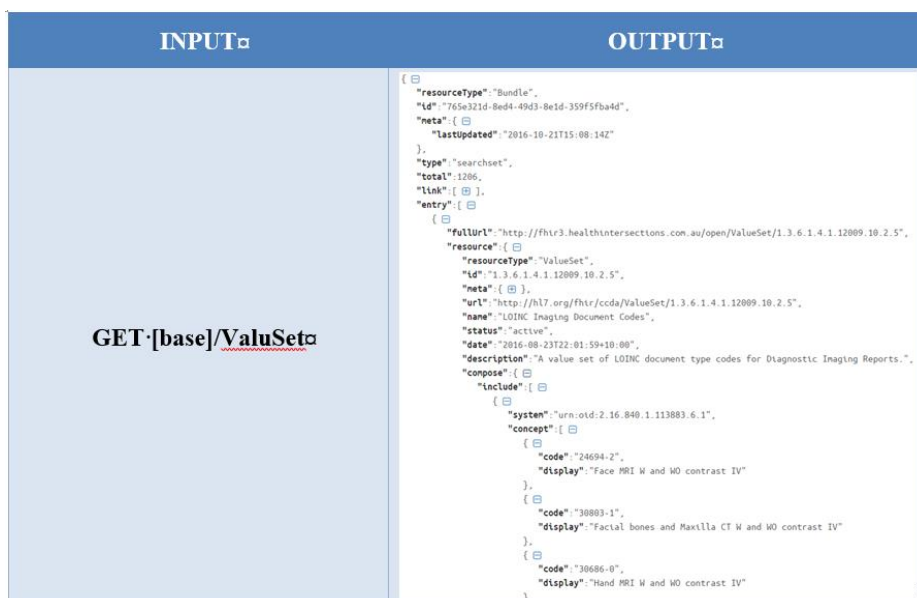


Figura 10 - Esempi di richieste di input e di output per la funzionalità Ricerca

Nel caso della ricerca, al servizio viene inviata una richiesta come mostrata in Figura 10, la quale fa sì che il servizio restituisca tutti i valori. Successivamente attraverso un algoritmo specifico, tutti i valori vengono filtrati in modo da avere solo le informazioni che soddisfano i criteri di ricerca.

The screenshot shows a search interface with the following elements:

- A search input field containing the text "Inserisci un filtro di ricerca" and a "Cerca" button.
- A vertical list of categories: Patient, Condition, Value Set, and Observation.
- A large table with three columns: CODICE, DESCRIZIONE, and SISTEMA DI CODIFICA. It lists various LOINC value sets such as "LOINC Imaging Document Codes", "AnimalBreeds", "Document Type Value Set", and "Practice Setting Code Value Set".
- A smaller table below the main one, also with columns CODICE and DESCRIZIONE, showing specific codes like "24754-4 Administration of vasodilator into catheter of Vein".

Figura 11 – Interfaccia utente per effettuare la ricerca di informazioni di interesse

4 Casi d’uso

In questo paragrafo, sono illustrati i casi d’uso definiti per testare le funzionalità del servizio terminologico, utilizzati nella sperimentazione realizzata nel progetto “eHealthNet”.

- **Caso d’uso - Value Set Expansion:**
 - l’utente accede all’interfaccia grafica del servizio terminologico;
 - l’utente apre mediante il relativo pulsante la pagina della funzionalità di “espansione”;
 - l’utente seleziona le risorse di interesse per la ricerca dei concetti memorizzati sul database;
 - l’utente seleziona una riga della tabella per invocare la funzione di espansione;
 - l’utente visualizza tutti i codici e le descrizioni relative ad un determinato value set;
 - l’utente filtra, eventualmente i risultati, mediante l’apposito campo i risultati, in modo da raffinare la ricerca.
- **Caso d’uso - Concept Lookup:**
 - l’utente accede all’interfaccia grafica del servizio terminologico;
 - l’utente apre mediante il relativo pulsante la pagina relativa a questa funzionalità;

- L'utente inserisce il sistema di codifica ed un codice di cui vuole ricercare i concetti;
- Il servizio risponde con una serie di informazioni, proprietà e componenti relativi ai parametri di ingresso immessi.
- **Caso d'uso - Value Set Validation:**
 - L'utente accede all'interfaccia grafica del servizio terminologico;
 - L'utente apre mediante il relativo pulsante la pagina relativa a questa funzionalità;
 - L'utente seleziona dall'elenco un value set di interesse, inserisce nei campi testuali un sistema di codifica e un codice;
 - L'utente richiede la validazione;
 - Il servizio risponde con un messaggio contenente il risultato.
- **Caso d'uso - Translations:**
 - L'utente accede all'interfaccia grafica del servizio terminologico e apre mediante il relativo pulsante la pagina relativa a questa funzionalità;
 - L'utente seleziona dai tre elenchi forniti un sistema di codifica, un value set e un concept map;
 - L'utente inserisce il codice e invia la richiesta di traduzione al servizio;
 - il servizio risponde con un messaggio contenente il risultato.
- **Caso d'uso - Ricerca:**
 - L'utente accede all'interfaccia grafica del servizio terminologico e apre mediante il relativo pulsante la pagina relative alla funzionalità di "ricerca";
 - L'utente seleziona il concetto a cui deve fare riferimento la ricerca;
 - L'utente può utilizzare un campo testuale in modo da raffinare la ricerca inserendo un testo da ricercare;
 - il sistema mostra il risultato della ricerca tramite una finestra di popup;
 - L'utente, a partire dai risultati della ricerca, può effettuare una operazione di espansione (qualora l'elemento ne offra la possibilità).

5 Conclusioni

In questo rapporto tecnico è stato descritto il servizio terminologico aderente al “FHIR Terminology Service” di HL7 definito allo scopo di valutare, nell’ambito progettuale, la semplicità di applicazione e integrazione del modello di servizio terminologico proposto da HL7, in modo da favorire l’accesso semplice ed omogeneo a risorse terminologiche eterogenee. Inoltre, per effettuare tale valutazione è stata realizzata una componente client con interfacce user friendly che consente all’utente di accedere in modo semplice e intuitivo alle diverse funzionalità del servizio terminologico sviluppato in maniera conforme a FHIR Terminology Service. La componente client interagisce con il servizio terminologico grazie all’utilizzo del framework AngularJS v1.3.15 [21] sviluppato da Google Inc. e rilasciato con licenza MIT. I linguaggi di programmazione utilizzati per le interfacce utente sono HTML5 [11], JavaScript [12] e CSS3 [13].

Il servizio terminologico sviluppato offre all’utente finale le seguenti funzionalità: espansione dell’insieme dei codici, ricerca di concetti, validazione di un insieme di codici, traduzione di concetti. Nell’ambito del progetto eHealthNet, l’architettura progettata e realizzata è stata sperimentata con buoni risultati dimostrando la possibilità di effettuare una semplice integrazione del modello FHIR Terminology Service di HL7 per favorire l’accesso semplice ed omogeneo a risorse terminologiche eterogenee.

Riferimenti bibliografici

- [1] Chiaravalloti, M. T., Ciampi, M., Pasceri, E., Sicuranza, M., De Pietro, G., & Guarasci, R. (2015, January). A model for realizing interoperable EHR systems in Italy. In Proceedings of the 15th International HL7 Interoperability Conference (pp. 13-22).
- [2] Ciampi, M., De Pietro, G., Esposito, C., Sicuranza, M., & Donzelli, P. (2013). A federated interoperability architecture for health information systems. *International Journal of Internet Protocol Technology*, 7(4), 189-202.
- [4] Ciampi, M., Esposito, A., Guarasci, R., & De Pietro, G. (2016). Towards Interoperability of EHR Systems: The Case of Italy. In *ICT4AgeingWell* (pp. 133-138).
- [5] Ciampi, M., Sicuranza, M., Esposito, A., Guarasci, R., & De Pietro, G. (2016, April). A Technological Framework for EHR Interoperability: Experiences from Italy. In *International Conference on Information and Communication Technologies for Ageing Well and e-Health* (pp. 80-99). Springer, Cham.
- [6] Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR): <https://www.hl7.org/fhir/>
- [7] HL7 V2: http://www.hl7.org/implement/standards/product_brief.cfm?product_id=185
- [8] HL7 V3: https://www.hl7.org/implement/standards/product_brief.cfm?product_id=186
- [9] DOLIN, Robert H., et al. HL7 clinical document architecture, release 2. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 2006, 13.1: 30-39.
- [10] Fielding RT, Taylor RN. Architectural styles and the design of network-based software architectures. Doctoral dissertation: University of California, Irvine; 2000 Jun.
- [11] Extensible Markup Language (XML): <https://www.w3.org/TR/xml/>
- [12] JavaScript Object Notation (JSON): <https://json.org/>
- [13] Systematized Nomenclature of Medicine (SNOMED): <https://www.snomed.org/>
- [14] Logical Observation Identifiers Names and Codes (LOINC): <https://loinc.org/>
- [15] Fielding, R., Gettys, J., Mogul, J., Frystyk, H., Masinter, L., Leach, P. and Berners-Lee, T., 1999. Hypertext transfer protocol--HTTP/1.1 (No. RFC 2616).
- [16] HyperText Markup Language - v5 (HTML5): <https://www.w3.org/TR/html5/>
- [17] Flanagan, D., 2006. JavaScript: the definitive guide. "O'Reilly Media, Inc."
- [18] Cascading Style Sheets – v3 (CSS3): <https://www.w3.org/TR/CSS/>
- [19] Leff, A. and Rayfield, J.T., 2001. Web-application development using the model/view/controller design pattern. In *Enterprise Distributed Object Computing Conference, 2001. EDOC'01. Proceedings. Fifth IEEE International* (pp. 118-127). IEEE.
- [20] Terminology Service di HL7: <http://www.hl7.org/fhir/terminology-service.html>
- [21] AngularJS Documentation, disponibile al seguente link: <https://docs.angularjs.org/guide>