

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITA DI BOLOGNA

SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

Dipartimento di Informatica - Scienza e Ingegneria - DISI
Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Informatica

TESI DI LAUREA

in

LABORATORIO DI AMMINISTRAZIONE DI SISTEMI

**Analisi e sviluppo di un gestore di dati
personali secondo il modello MyData**

CANDIDATO

Giada Martina Stivala

RELATORE

Chiar.mo Prof. Marco Prandini

CORRELATORE

Dott. Andrea Melis

**Anno Accademico 2016/17
Sessione II**

eventuale dedica

Indice

1	Introduzione	9
1.1	MyData, Big Data	10
1.2	Breve descrizione del lavoro	11
1.3	Struttura della tesi	11
2	Smart Mobility	13
2.1	Mobility As A Service	13
2.1.1	Mobility Profile e Journey Planner	14
2.2	Smart Mobility For All	14
3	Architettura MyData	17
3.1	Entità Fondamentali	17
3.2	Service Registry, Service Linking	17
3.2.1	OAuth 2.0	18
3.3	Autorizzazioni e Consent	18
3.3.1	Kantara Consent & Information Sharing Work Group	19
3.3.2	User Managed Access	19
3.4	Personal Data Storage	19
4	Analisi e Design	21
4.1	Accounting e servizi	21
4.2	Operatore MyData	22
4.3	Service Registry, Service Linking	23
4.4	Consent	23
4.5	Personal Data Storage	24
4.6	Rappresentazione di dati non noti a priori	24
5	Progettazione	27
5.1	Flusso del programma	27
5.2	Accounting	27
5.2.1	IUser, MyDataUser	28

5.2.2	IAccount, Account	29
5.3	SecurityManager	30
5.4	IMyData, MyData	30
5.5	Autorizzazioni e Consent	30
5.5.1	ConsentManager, ConsentStatus	30
5.5.2	ServiceConsent, DataConsent	30
5.6	PersonalDataVault	31
5.7	Metadata, DataSet	31
5.8	IService, AbstractService, MostLikelyNextTrip	31
5.9	ServiceRegistry	31
5.10	Uso delle eccezioni	31
Bibliografia		37

Capitolo 1

Introduzione

Negli ultimi anni, con la diffusione degli smartphone e l'aumento dell'accesso a Internet, la tecnologia è diventata sempre più legata all'utente dietro lo schermo, con esempi che possono spaziare dai social network ai dispositivi di monitoraggio della salute e dell'attività fisica. La quantità di informazioni raccolte tramite questi servizi non si limita a ciò che l'utente sceglie di condividere (foto, email, transazioni online), ma comprende anche dati osservati (abitudini di navigazione, dati di geolocalizzazione) e deduzioni (*targeted advertising*, previsioni sul flusso del traffico). (Source: Information Accountability Foundation, World Economic Forum, Marc E. Davis)

L'importanza dei dati personali è diventata tale da richiedere l'esistenza di leggi che ne regolamentassero l'utilizzo, come il regolamento generale sulla protezione dei dati (GDPR, *General Data Protection Regulation- Regolamento UE 2016/679*). http://static.ow.ly/docs/Regulation_consolidated_text_EN_47uW.pdf

In questo contesto si sviluppa il modello *MyData*, fondato sull'idea secondo cui ogni utente ha il controllo sui propri dati personali, ed è a conoscenza dell'utilizzo che ne viene fatto, in modo trasparente. D'altra parte, l'architettura *MyData* vuole offrire al mercato e alle imprese un contesto di sviluppo di applicazioni software in cui vengono rispettate le leggi in materia di protezione dei dati sensibili, favorendo l'interoperabilità fra di esse.

L'approccio *MyData*, seppur innovativo, non è senza precedenti. Molti dei suoi concetti fondamentali sono anche alla base dei *personal cloud*, come ad esempio la possibilità di contenere in modo sicuro i dati personali dell'utente e offrire interoperabilità fra diversi servizi, utilizzando concretamente i dati memorizzati.

Questa tesi si propone di studiare i concetti fondamentali alla base del modello *MyData*, e implementare un prototipo di gestore di dati personali che ne rispetti le specifiche. A titolo di esempio, si è scelto di utilizzare come servizio "consumatore" di dati personali un sistema di previsione del viaggio più probabile.

L'obiettivo è quello di realizzare un sistema che permetta all'utente di monitorare l'utilizzo dei suoi dati personali in tempo reale ed in modo trasparente, attraverso l'implementazione di una politica di controllo degli accessi. Inoltre, il gestore opera in un contesto in cui il rispetto delle politiche di sicurezza è fondamentale: anche se la realizzazione di un sistema sicuro non rientra negli obiettivi del lavoro di tesi, sono presenti alcuni accorgimenti che puntano in questa direzione.

1.1 MyData, Big Data

Il progetto *MyData* nasce in Finlandia, all'università di Aalto, partendo dall'idea di rafforzare i diritti digitali dell'individuo. All'interno del contesto vi è anche la stringente legislazione europea sulla protezione dei dati personali, e la volontà di offrire alle aziende un nuovo modo di approcciarsi al cliente, basato non su incomprensibili "Termini e Condizioni" ma sulla reciproca fiducia.

Attualmente, grandi quantità di dati vengono continuamente raccolti senza utilizzarne pienamente la ricchezza dell'informazione. Il loro percorso e le operazioni di processamento a cui vengono sottoposti sono sempre più numerose e cresce la difficoltà nel conservarne le tracce. Inoltre, l'utilizzo di software proprietari limita la possibilità di analisi dei dati a causa della scarsa interoperabilità fra le soluzioni adottate. Infine, va anche considerato l'impatto che tale *modus operandi* ha sugli utilizzatori finali: secondo un sondaggio riportato dal World Economic Forum, "Fully 78% of consumers think it is hard to trust companies when it comes to use of their personal data" (Orange, The Future of Digital Trust, 2014). www3.weforum.org/docs/WEF_RethinkingPersonalData_ANewLens_Report_2014.pdf

MyData cerca di trovare una risposta a questi temi attraverso un cambio di paradigma che ponga l'utente al centro, attribuendogli la capacità di gestire i propri dati personali e di comprendere l'uso che ne viene fatto. Allo stesso tempo, la qualità dei suggerimenti ricevuti in base ai dati raccolti aumenterebbe grazie alla maggiore disponibilità degli stessi. L'elaborazione dei dati potrebbe favorire anche conoscenze più approfondite del proprio comportamento da utenti (*self tracking*), anche attraverso la ricezione di un compenso per il processamento dei propri dati (*data monetization*). <https://www.lvm.fi/documents/20181/859937/MyData-nordic-model/2e9b4eb0-68d7-463b-9460-821493449a63?version=1.0>

L'approccio a livello infrastrutturale permetterebbe l'indipendenza da specifici settori (sanità e salute, finanza, ecc.), favorendo una completa portabilità dei dati. Il rispetto e l'aderenza alle leggi verrebbe realizzato dall'infrastruttura stessa, consentendo alle aziende di sviluppare i software in maniera meno vincolata, acquisendo al contempo la fiducia del cliente grazie alla trasparenza e all'affidabilità garantite da *MyData*. Nel complesso, il paradigma *MyData* si contrappone

all'attuale standard, Big Data, proponendo nuove soluzioni che non trascurino la realtà del mercato in cui il software viene usato.

1.2 Breve descrizione del lavoro

La seconda parte deve essere una esplosione della prima e deve quindi mostrare in maniera più esplicita l'area dove si svolge il lavoro, le fonti bibliografiche più importanti su cui si fonda il lavoro in maniera sintetica (una pagina) evidenziando i lavori in letteratura che presentano attinenza con il lavoro affrontato in modo da mostrare da dove e perché è sorta la tematica di studio. Poi si mostrano esplicitamente le realizzazioni, le direttive future di ricerca, quali sono i problemi aperti e quali quelli affrontati e si ripete lo scopo della tesi. Questa parte deve essere piena (ma non grondante come la sezione due) di citazioni bibliografiche e deve essere lunga circa 4 facciate.

1.3 Struttura della tesi

La terza parte contiene la descrizione della struttura della tesi ed è organizzata nel modo seguente. “La tesi è strutturata nel modo seguente.

Nella sezione due si mostra ...

Nella sez. tre si illustra ...

Nella sez. quattro si descrive ...

Nelle conclusioni si riassumono gli scopi, le valutazioni di questi e le prospettive future ...

Nell'appendice A si riporta ... (Dopo ogni sezione o appendice ci vuole un punto).”

I titoli delle sezioni da 2 a M-1 sono indicativi, ma bisogna cercare di mantenere un significato equipollente nel caso si vogliano cambiare. Queste sezioni possono contenere eventuali sottosezioni.

Capitolo 2

Smart Mobility

<http://mydata2016.org/>

2.1 Mobility As A Service

MyData, grazie al coinvolgimento del Ministero dei Trasporti, ha avuto un primo banco di prova all'interno del concetto di Mobility As A Service. Il progetto finlandese ha ricevuto un notevole slancio grazie al lavoro di tesi svolto da Sonja Heikkilä, nella quale l'autrice propone un nuovo concetto di mobilità per la città di Helsinki per rispondere alle sfide sempre più frequenti poste al settore dei trasporti. Le principali difficoltà risiedono nell'inaffidabilità dei mezzi pubblici, unico modo per raggiungere determinate mete, comparata con la difficoltà ad usare l'auto di proprietà, causa mancanza parcheggi o rischio di ingorghi durante il viaggio. https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/13133/master_Heikkil%C3%A4_Sonja_2016.pdf

Il paradigma MaaS descrive un nuovo utilizzo delle tecnologie applicato ai mezzi di trasporto, che propone il passaggio dall'auto di proprietà a mezzi di trasporto condivisi. Non si tratta solo di una migliore gestione dei mezzi pubblici, che proponga ad esempio soluzioni di pagamento online o potenziamento delle corse in base alla richiesta: Mobility As A Service si applica anche ai taxi, biciclette o sistemi di car sharing.

Questo cambiamento consentirebbe di aumentare l'efficienza nell'uso dei mezzi di trasporto, eliminando gli sprechi che inevitabilmente derivano dal possesso di un autoveicolo e dal suo inutilizzo. L'accesso del privato ai mezzi di trasporto avverrebbe, in questa nuova ottica, attraverso un software in grado di calcolare una ottimizzazione per i mezzi condivisi, ad esempio raggruppando gli utenti per fasce orarie, tratte comuni e generiche preferenze. Grazie inoltre ad una gestione comune dei mezzi di trasporto diversificati fra loro, la pianificazione del viaggio

può comprendere tratte percorse in modalità diverse (ad esempio automobile e bicicletta).

Da questa proposta è nata MaaS Global, una startup (?) finlandese che, durante l'autunno 2016, rilascerà l'app per smartphone "Whim", con la quale sarà possibile muoversi all'interno della città di Helsinki secondo il paradigma Mobility As A Service. Inizialmente, si potrà fare uso di mezzi di trasporto quali il trasporto pubblico urbano, i taxi e le auto a noleggio, ma saranno presto integrati anche i servizi di bike e car sharing. <http://maas.global/>

2.1.1 Mobility Profile e Journey Planner

Come proof of concept, sono state realizzate dall'università di Aalto due applicazioni, rilasciate su piattaforma Android e iOS, Mobility Profile e Journey Planner. <https://github.com/mobility-profile/Mobility-Profile> <https://github.com/mobility-profile/Mobility-Profile-API>

Mobility Profile raccoglie i dati personali dell'utente, li mantiene in un database relazionale e svolge le operazioni di calcolo del prossimo viaggio più probabile. Questa applicazione funziona come base di appoggio per Journey Planner, che riceve i suggerimenti calcolati e restituisce un feedback al processo sottostante, in modo da migliorarne l'accuratezza. Le API di comunicazione fra le due sono: `requestSuggestions()`, `requestTransportModePreferences()`, e `sendSearchedRoute(Place startLocation, Place destination)`.

In questo esempio, Mobility Profile non rispetta pienamente le specifiche dettate per *MyData*, ma è comunque possibile riconoscerne alcune caratteristiche all'interno del progetto. Ne sono esempio la richiesta esplicita di un permesso (revocabile in ogni momento) per l'utilizzo di dati personali, come gli impegni del calendario e lo storico delle posizioni GPS, e anche lo sviluppo di una applicazione separata per l'utilizzo dei risultati (Journey Planner) rispetto a quella che raccoglie i dati e li processa.

2.2 Smart Mobility For All

Rimanendo sul filone della mobilità intelligente, il progetto Smart Mobility for All si sviluppa in modo indipendente da MaaS. <https://github.com/small-dev/SMALL.Wiki>

L'idea centrale su cui si fonda la piattaforma SMALL è la costruzione di un insieme di servizi di mobilità, potenzialmente anche per mezzi di trasporto molto diversi fra loro, che gestisca l'intero ciclo di vita di un viaggio, dalla prenotazione all'effettivo spostamento e all'arrivo a destinazione. Si tratta di Smart Mobility poiché attraverso la raccolta e l'analisi dei dati di un utente è possibile fare infe-

renze sugli spostamenti futuri, proponendo anche l'acquisto dei titoli di viaggio più adatti alle abitudini e alle necessità dell'individuo.

Ancora in via di sviluppo, si basa sul concetto di modularità che punta a fare di ogni servizio un modulo separato e indipendente. In questo modo si applica efficacemente il principio di suddivisione delle responsabilità e migliora la manutenibilità sia del sistema nel complesso che dei singoli servizi.

All'interno dei vari componenti dell'infrastruttura si potrebbe prevedere un gestore di dati personali del quale si porta, in questa tesi, un esempio semplificato. In questo contesto risulta evidente l'importanza della gestione dei dati personali, non solo in termini di protezione della privacy ma anche con uno sguardo all'interoperabilità e al corretto funzionamento di un insieme di servizi eterogenei.

Capitolo 3

Architettura MyData

Al fine di comprendere appieno le scelte effettuate all'interno del progetto, si evidenziano brevemente le componenti e la struttura del modello *MyData*. <https://github.com/HIIT/mydata-stack> <https://docs.google.com/document/d/1iUVRssJ6TmxzNZbw8XuMJ1A5oXetgthcHFGHYfCpPhw/e> (broken?)

3.1 Entità Fondamentali

L'architettura di *MyData* si costruisce su quattro componenti base: l'utente finale, detto anche Account Owner, l'operatore *MyData*, o Operator, e due generiche entità che, da una parte, “producono” dati, e, dall'altra, li “consumano”. Esse sono definite rispettivamente Source e Sink. Mentre i ruoli di Account Owner e di Operator sono generalmente statici, quelli di Source e Sink sono fortemente variabili nel tempo e si possono applicare anche ad entità molto diverse fra loro, poiché definiti con un alto livello di astrazione. Convenzionalmente, si può identificare un servizio come “consumatore” di dati, mentre l'account dell'utente può essere un “produttore” di dati personali. In *MyData*, è possibile altresì che un servizio occupi entrambi i ruoli, o anche che l'Operator stesso rientri in questa classificazione quando si trova a compiere operazioni sui dati.

Il ruolo di Operator comprende operazioni di vario genere fra i quali vi sono la gestione degli utenti, dei servizi e delle interazioni che avvengono fra le due parti. Esso si occupa anche di gestire l'Audit Log di tutte le operazioni che coinvolgono tali interazioni.

3.2 Service Registry, Service Linking

Con Service Registry viene indicata quella parte dell'Operator che contiene un database di tutti i servizi registrati presso quell'operatore. Esso contiene anche

la funzionalità di Service Discovery, utilizzata dagli utenti per trovare nuovi servizi da utilizzare. In particolare, gli utenti possono venire a conoscenza di un nuovo servizio tramite un suggerimento, calcolato in base a corrispondenze fra caratteristiche dell'utente e del servizio, oppure tramite ricerca diretta.

Ogni nuovo servizio che vuole essere utilizzabile all'interno dell'architettura *MyData* deve quindi sottoporsi ad una procedura di registrazione al termine della quale, in caso di successo, viene inserito all'interno del Registry.

Durante questa procedura, il servizio deve fornire almeno una descrizione del suo comportamento in formato machine-readable e human-readable: la prima permette a procedure automatiche una elaborazione corretta di suggerimenti, la seconda è rivolta direttamente all'utente finale.

L'iscrizione di un utente presso un servizio avviene tramite un processo chiamato Service Linking, in cui l'Operatore *MyData* si occupa di realizzare una identificazione mutua delle parti. Tutti i token e le firme digitali scambiate durante il procedimento sono espresse in notazione JSON.

Al termine del Service Linking viene prodotto un Service Link Record, necessario per ogni futura interazione fra l'utente ed il servizio.

3.2.1 OAuth 2.0

//Da completare <https://oauth.net/2/> <http://tutorials.jenkov.com/oauth2/authorization-code-request-response.html>

3.3 Autorizzazioni e Consent

Come specificato dal GDPR, ogni operazione svolta sui dati personali di un utente deve essere stata autorizzata dallo stesso tramite un permesso che acquista in questo contesto una valenza legale.

La funzione di un permesso, o Consent, è particolarmente rilevante: definisce quali dati possono essere utilizzati e in che modalità, e identifica le entità Source e Sink fra le quali avviene lo scambio. Il processo di Service Linking deve essere stato completato con successo affinché sia possibile fare richiesta di autorizzazione, e ciò viene verificato tramite ispezione del Service Link Record.

Il ruolo dell'Operator in questa situazione è quello di recuperare le informazioni corrispondenti al servizio presso il Service Registry: queste vengono presentate all'utente che decide se acconsentire o meno al processamento di un determinato insieme di dati da parte di un servizio specificato. È possibile per l'utente chiedere una ridefinizione delle richieste del servizio, ma non al di sotto del limite previsto per un corretto svolgimento del servizio stesso.

Nel caso la procedura di autorizzazione si concluda con successo, viene prodotto un Consent Record che contiene tutte le specifiche negoziate fra le parti insieme agli identificatori dell'utente e del servizio. Esso viene memorizzato all'interno dell'account, ma è possibile che il servizio o l'Operatore ne facciano richiesta successivamente.

Per dare la possibilità all'utente di ritirare il permesso accordato, un Consent ha tre stati possibili: Active, Disabled e Withdrawn. Il primo è lo stato standard di funzionamento, in cui l'accesso ai dati è consentito; si hanno poi gli stati "disabilitato" e "ritirato", in cui l'accesso è impedito. Nel caso in cui il permesso sia stato ritirato è necessario provvedere all'emissione di una nuova autorizzazione, mentre in caso di stato disabilitato, è possibile attuare un cambiamento di stato, riportandolo al valore attivo.

Questo protocollo di autorizzazione all'utilizzo dei dati rispetta quindi quanto affermato dal GDPR, poiché il permesso viene dato volontariamente e in modo chiaro. Non è ambiguo, è informato, grazie alla specifica delle risorse necessarie, ed è possibile ritirarlo in ogni momento.

3.3.1 Kantara Consent & Information Sharing Work Group

//Da completare

<http://kantarainitiative.org/confluence/display/infosharing/Consent+Receipt+Specification>

3.3.2 User Managed Access

<https://kantarainitiative.org/confluence/display/uma/Home>

3.4 Personal Data Storage

Nonostante non venga dato un peso rilevante a questa componente all'interno dei documenti di *MyData*, non è possibile prescindere dall'esistenza di un database che mantenga tutti i dati relativi ad un Account Owner. Non si tratta infatti solo di dati personali, ma di ogni dato utilizzato da un generico servizio o ad esempio inserito volontariamente dall'utente.

Non è specificato se il Personal Data Storage (spesso chiamato anche Personal Data Vault) faccia parte dell'ecosistema dell'operatore: ciò è possibile, ma non sono da escludere implementazioni alternative che prevedono il salvataggio delle informazioni presso il dispositivo dell'utente.

L'accesso ai dati contenuti all'interno del Personal Data Storage è possibile solo in presenza di un adeguato Consent Record, ma le modalità di accesso non vengono regolamentate in maniera dettagliata. Si parla infatti genericamente

di “Data API”, con le quali un Sink ottiene (in caso di richiesta legittima) un determinato Resource Set da un Source.

Capitolo 4

Analisi e Design

Il progetto del gestore di dati personali è cominciato con un'analisi delle specifiche *MyData* all'interno di uno studio di fattibilità. Le soluzioni adottate sono generalmente di portata “enterprise” e come tali inadatte ad un progetto di tesi. Per questo motivo ho cercato di seguire, durante il progetto, le stesse linee guida e i principi posti alla base di *MyData* preferendo, quando possibile, una implementazione più semplice e adatta al contesto.

Da quanto emerso nei paragrafi precedenti, si rende necessaria la presenza dei componenti di alto livello per la realizzazione del gestore di dati personali. Questi sono:

- Un utente finale che disponga di un account presso l'Operatore *MyData* e di un account presso il servizio di calcolo del prossimo viaggio più probabile;
- Il servizio che realizzi la logica di business, ad esempio un servizio che calcola il prossimo viaggio più probabile (*Most Likely Next Trip*);
- L'Operatore *MyData*;
- Un *Service Registry*, presso cui il servizio è registrato;
- Un gestore dei permessi per l'utilizzo del servizio e l'accesso ai dati dell'utente;
- Un Personal Data Vault per la memorizzazione dei dati.

4.1 Accounting e servizi

<https://github.com/HIIT/mydata-sdk/tree/master/Account>

Al fine di gestire gli utenti all'interno del progetto, sono stati previsti due diversi tipi di account. Il primo si ottiene per mezzo dell'iscrizione dell'utente

finale al servizio *MyData*. Ciò richiede l’inserimento obbligatorio di alcuni dati anagrafici come nome, cognome e data di nascita, che è possibile tuttavia modificare e arricchire in seguito. Questo tipo di account permette di associare ad ogni utente un Personal Data Vault, e costituisce punto di riferimento per tutti i singoli account creati presso i servizi. Non è possibile creare account duplicati.

Il secondo tipo di account fa riferimento alla registrazione che avviene al primo utilizzo di un servizio. Nel caso considerato, ad esempio, l’utente creerà un account specifico per il servizio Most Likely Next Trip, associato al suo account presso *MyData*; pertanto, ogni utente potrà avere un numero di account specifici pari ai servizi presso cui si è registrato. Inoltre, viene mantenuto l’elenco di tutti i permessi che l’utente ha generato per il servizio corrispondente.

Per quanto riguarda il servizio Most Likely Next Trip, si è scelto di utilizzare un componente già pronto, sviluppato da Nicola Ferroni nel suo lavoro di tesi “Un sistema di previsione degli itinerari per applicazioni di smart mobility”. All’interno di questo progetto, si svilupperà un esempio di come sia possibile far interagire le due entità, regolando lo scambio di dati in modo quanto più possibile aderente al modello *MyData*.

4.2 Operatore MyData

https://github.com/HIIT/mydata-sdk/tree/master/Operator_Components La realizzazione di un completo *MyData* Operator comporta la costruzione di diversi componenti. Le funzioni dell’Operatore comprendono la gestione del *Service Registry*, degli account utente e del processo di *Service Linking*. L’Operatore deve inoltre occuparsi della reciproca identificazione fra le parti nel processo di autorizzazione del servizio, durante la firma dei *Consent*, e autorizzare il flusso di dati quando ne viene fatta richiesta.

In questo lavoro si è preferito suddividere le responsabilità corrispondenti a queste operazioni in una molteplicità di classi, invece che un’unica entità, in conformità a principi di semplicità come il rasoio di Occam o l’acronimo KISS (Keep It Simple, Stupid). Pertanto, si realizzeranno separatamente:

- Un gestore di *Consent*, che si occupi dell’emissione dei permessi e del cambio di stato degli stessi in caso di richiesta da parte dell’utente.
- Un *Service Registry* semplificato, dove ogni servizio si registra per poter essere accessibile all’interno di *MyData*.
- Un’entità che metta in comunicazione il Personal Data Storage con il servizio, recuperando i dati necessari (punto di *policy enforcement*).
- Un gestore per le operazioni di autenticazione fra utente e servizio.

Per questo motivo, si sceglie nel seguito del progetto di non citare più il concetto di Operator, facendo invece riferimento alle entità particolari.

4.3 Service Registry, Service Linking

Una implementazione proposta dal team di sviluppo finlandese può essere trovata all'indirizzo (<https://github.com/digitalhealthrevolution/serviceregistry>) [to fix].

Inizialmente non era stata prevista alcuna implementazione di *Service Registry*, principalmente a causa della complessità non solo della struttura del componente, ma anche delle operazioni di registrazione di un nuovo servizio e di *Service Discovery*.

Come verrà descritto meglio nella sezione dedicata alla Progettazione, questo componente si è rivelato indispensabile per il funzionamento del sistema, ma la sua complessità è stata notevolmente ridotta. Infatti, si è scelto di non includere nessuna delle due descrizioni del servizio menzionate nelle specifiche, ma solo una indicazione sui tipi di dato necessari al suo funzionamento.

Questa scelta ha avuto una ripercussione anche sul protocollo di *Service Linking*, che ha perso di significato in mancanza dell'entità *Service Registry*. Tuttavia, vista la sua importanza concettuale, ho scelto di proporla comunque una variante all'interno del meccanismo delle autorizzazioni e del *Consent*.

4.4 Consent

A questo punto, si presenta la necessità di realizzare due tipi diversi di permessi.

Il primo contiene la semantica associata al procedimento di *Service Linking*: descrive quali sono le entità in gioco, fornendone una mutua autenticazione e contiene uno stato per indicare la validità del permesso considerato. I valori possibili di questo stato ricalcano quelli indicati nel modello *MyData*: Active, Disabled, Withdrawn. Questo *Consent* viene emesso ogni volta che l'utente fa richiesta di utilizzare un servizio, e in base al valore del suo stato permette (o meno) l'effettivo processamento dei dati.

Il secondo tipo di permesso viene utilizzato come token di accesso al Personal Data Storage ogni volta che si instaura un flusso di dati, sia esso in ingresso o in uscita dal PDS. Questo tipo di *Consent* contiene un riferimento ai tipi di dato scambiati durante la transazione, in modo da poter verificare se essi coincidano con quelli dichiarati dal servizio in fase di registrazione. Inoltre, può essere utilizzato una volta sola ed è possibile ottenerlo solo se il permesso che lega l'utente ed il servizio corrente ha stato attivo.

Entrambi i *Consent* vengono memorizzati all'interno dell'account utente corrispondente al servizio che ne ha fatto richiesta.

4.5 Personal Data Storage

L'ipotesi iniziale per il Personal Data Storage era quella di realizzare un componente indipendente dalle scelte dell'utente o dalle necessità del servizio, come anche dalle scelte implementative.

Un esempio di indipendenza dalle scelte dell'utente è il seguente. Il servizio Most Likely Next Trip utilizza al suo interno i dati di un calendario, secondo l'assunto per cui l'utente deve compiere un viaggio per portarsi nel luogo dell'evento inserito. La soluzione più immediata è quella di salvare all'interno del PDS gli impegni necessari, o la struttura dati del calendario in un file specifico per l'applicazione di Calendario utilizzata dall'utente. Questa scelta però non solo è poco efficiente, ma vincola all'utilizzo di un particolare tipo di calendario, impedendo successive modifiche o estensioni. Una soluzione alternativa potrebbe essere quella di utilizzare uno standard di rappresentazione di calendari, attualmente il formato `.ics`, anche se è ancora diffusa la versione precedente, `.vcs`. Questa scelta, seppure legata ancora ad un tipo di implementazione a file, offre maggiore interoperabilità grazie alla scelta di un formato supportato anche da servizi esterni.

Alternativamente, è possibile astrarre ad un livello ancora maggiore l'implementazione del calendario, ad esempio utilizzando le API di servizi online (come quelle di Google Calendar, <https://developers.google.com/google-apps/calendar/overview>) per integrare quelli inseriti nel Personal Data Storage. Attraverso l'utilizzo di molteplici livelli di astrazione sarebbe possibile soddisfare la richiesta dell'utente di utilizzare uno specifico calendario, senza però cablarne questa scelta nell'implementazione.

In ultima analisi, anche a causa di una implementazione già presente all'interno del progetto Most Likely Next Trip si è scelto di adottare una persistenza che faccia uso di file di testo. Tuttavia, attraverso l'uso di interfacce ho cercato di non propagare le dipendenze dall'implementazione scelta all'esterno della classe, in modo da permettere un più semplice refactoring in caso di sviluppi futuri.

4.6 Rappresentazione di dati non noti a priori

Una delle maggiori difficoltà incontrate durante lo studio di *Service Registry* e Personal Data Storage riguardava la necessità di descrivere tipi di dato non noti a priori, e di possedere strumenti per il loro processamento. Questa problematica

interessa il *Service Registry* al momento dell'iscrizione del servizio presso *MyData* e il Personal Data Storage quando questo prende parte ad uno scambio di dati con il servizio.

Le specifiche del modello *MyData* consentono di ottenere l'indipendenza da tipi di dato specifici tramite l'utilizzo linguaggi che descrivono la tassonomia e le strutture dati necessarie al funzionamento del servizio. In particolare, viene fatto uso di RDF (Resource Description Framework), che permette la rappresentazione di informazioni all'interno del web (<https://www.w3.org/TR/rdf11-concepts/>).

Alcuni esempi utilizzati in *MyData* sono W3C's Data Catalog Vocabulary e The RDF Data Cube Vocabulary, utilizzati all'interno del *Service Registry* nella descrizione del servizio. <https://www.w3.org/TR/vocab-dcat/> <https://www.w3.org/TR/vocab-data-cube/>

Per ottenere l'indipendenza e l'interoperabilità al centro del modello di *MyData*, utilizzando allo stesso tempo una soluzione più adatta ad un contesto ridotto, ho preso considerato la possibilità di trasmettere i dati necessari in linguaggio JSON.

Capitolo 5

Progettazione

Nei paragrafi successivi verranno illustrate le fasi di implementazione del gestore di dati personali, motivando le scelte implementative e le eventuali differenze che si creano rispetto a quanto detto in Analisi.

Per la realizzazione del gestore è stato utilizzato il linguaggio Java. <https://docs.oracle.com/javase/specs>
<http://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/>

Fra i principi generali seguiti in Progettazione troviamo l'inversione delle dipendenze, la separazione delle responsabilità, il principio di sostituibilità di Liskov e il già citato rasoio di Occam. Secondo il principio di inversione delle dipendenze, è necessario che le dipendenze presenti all'interno del codice non siano fra classi ma fra interfacce, in modo da evitare che la struttura possa risentire di cambiamenti che avvengono a basso livello. Il principio di separazione delle responsabilità stabilisce che ogni classe deve avere un solo compito, da svolgere interamente, ma mai più di uno: lo sviluppo di classi con più di una responsabilità genera dipendenze non volute fra le classi, rendendo il codice fragile. Infine, il principio di sostituibilità di Liskov si applica ai casi di ereditarietà fra classi, e ne regola il rapporto: ogni sottoclasse deve poter essere utilizzata al posto della classe base senza che ci si accorga della differenza.

5.1 Flusso del programma

inserire grafico

5.2 Accounting

Al centro è collocata la classe corrispondente all'utente *MyData*, che, confermando quanto detto in Analisi, è collegata agli account dei servizi, e al `PersonalDataVault` dell'utente. Una novità è invece la coppia `ISecurityManager`, `SecurityManager`

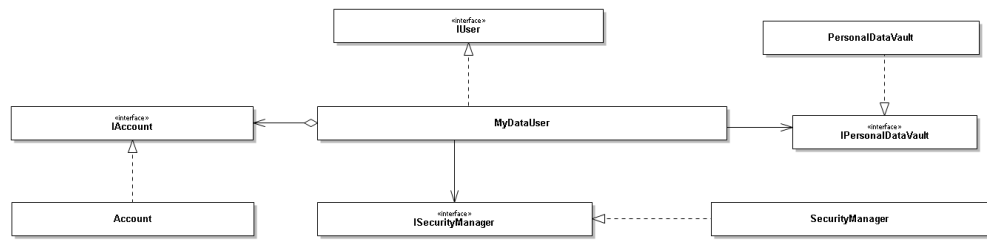


Figura 5.1: caption

creata per soddisfare i requisiti di sicurezza relativi alla mutua autenticazione fra utente e servizio. Si è deciso di sviluppare separatamente questa classe per un principio di separazione delle responsabilità, e per permettere una più semplice estendibilità in caso di sviluppi futuri.

5.2.1 IUser, MyDataUser

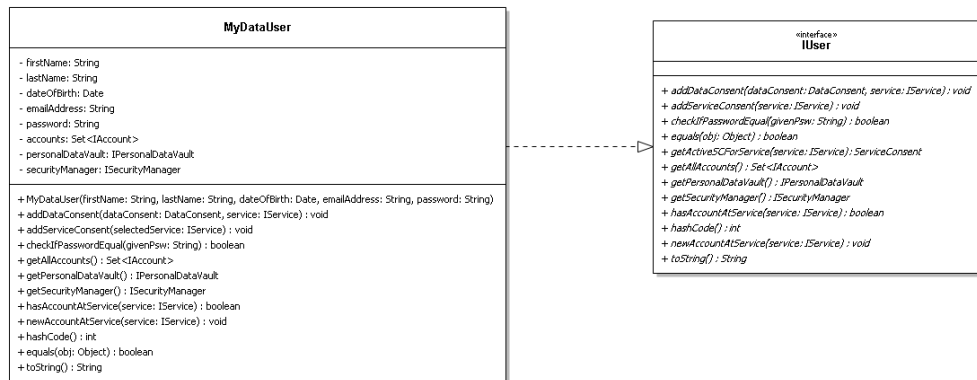


Figura 5.2: caption

Questa classe modella un generico utente dell'architettura *MyData*. I field al suo interno sono un esempio delle caratteristiche che si è scelto di modellare, e fra di essi i più rilevanti sono indirizzo email e password, in quanto permettono il login per utenti già registrati. L'indirizzo mail è stato adottato inoltre come identificatore unico di un utente all'interno di *MyData*, e questa caratteristica è stata implementata mediante l'override della funzione `equals(Object obj)`.

Si evidenzia inoltre la presenza di un `Set<IAccount> accounts`, che realizza l'associazione fra un utente e gli account presso i servizi a cui si è registrato. La scelta di un `Set` permette di implementare il vincolo secondo cui ogni utente può

avere un solo account presso un certo servizio, ed è adatta anche in quanto non è necessario mantenere un insieme ordinato di account.

Questa classe ha inoltre la funzione di interfacciare gli altri componenti del gestore, compresa la GUI, con gli account utente. A tal fine, presenta i metodi `addServiceConsent(IService service)`, `addDataConsent(DataConsent dataConsent, IService service)`, `hasAccountAtService(IService service)`. La classe `Account` è stata infatti modellata con visibilità package protected, per impedire l'accesso a classi esterne al package `users`: di conseguenza, anche la creazione di nuovi account avviene attraverso questa classe, in particolare nella funzione `newAccountAtService(IService service)`. All'interno del metodo troviamo l'istanziamento di un nuovo account, insieme ad una chiamata alla classe `ConsentManager`, che realizza quanto anticipato al paragrafo 4.4 a pagina 23. In questo modo si realizza un esempio di *Service Linking*, e l'esito di questa operazione viene concretizzato in un oggetto `ServiceConsent`. Si rimandano però ulteriori dettagli a quanto spiegato nella sezione 5.5 a pagina 30.

5.2.2 IAccount, Account

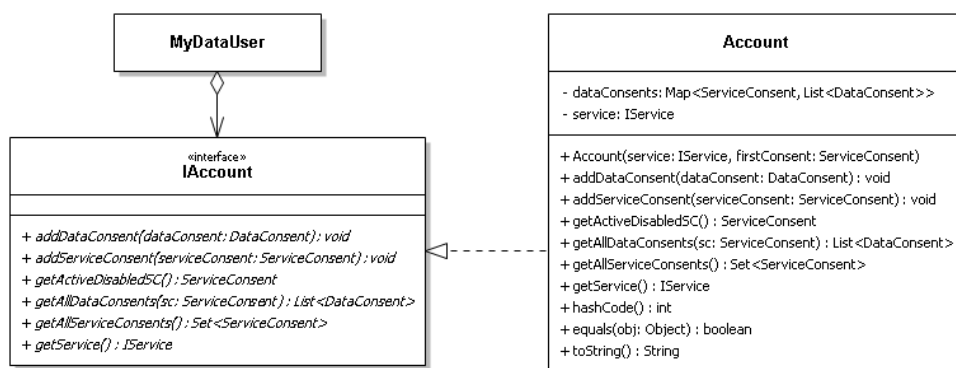


Figura 5.3: caption

La classe `Account` è abbastanza semplice, poiché si occupa semplicemente di implementare la logica di basso livello nelle operazioni di gestione degli account.

Fra queste vi sono i controlli sullo stato dei Consent memorizzati, la gestione dello storico di tutti i Consent emessi per quel servizio `service`, o ancora il matching fra i due tipi di Consent (`ServiceConsent`, `DataConsent`, dettagliati al paragrafo 5.5.2 a pagina 30).

La memorizzazione dei Consent all'interno della classe è stata ottenuta mediante l'utilizzo combinato delle strutture dati `Map<ServiceConsent, List<DataConsent>`. Questa scelta permette di esprimere diversi concetti a livello semantico. Come

prima cosa, per i Consent sul flusso di dati si è scelto di utilizzare la classe base `DataConsent` invece che le sue due implementazioni, in modo da poterli memorizzare indiscriminatamente. Ciò verifica l'utilizzo del principio di sostituibilità di Liskov. Inoltre, la scelta di una `List` come value all'interno di una mappa permette di descrivere un flusso di dati (all'interno dello stesso `ServiceConsent`) per il quale si sono rivelate necessarie una molteplicità di interazioni fra *Source* e *Sink*, ognuna delle quali modellata da un `DataConsent`.

Ad ogni istanza di `ServiceConsent` corrisponde quindi una `Collection` dei `DataConsent` emessi durante il periodo di validità dello stesso, ed è possibile avere un unico `ServiceConsent` attivo in un determinato istante di tempo.

5.3 SecurityManager

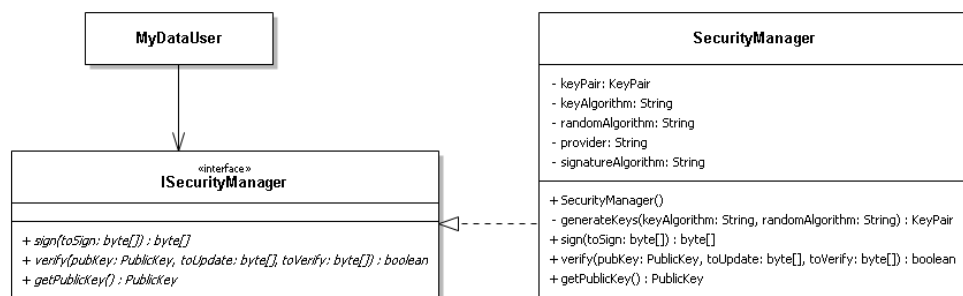


Figura 5.4: caption

<https://docs.oracle.com/javase/tutorial/security/TOC.html> <http://docs.oracle.com/javase/6>

5.4 IMyData, MyData

5.5 Autorizzazioni e Consent

5.5.1 ConsentManager, ConsentStatus

5.5.2 ServiceConsent, DataConsent

<https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/security/Permission.html>

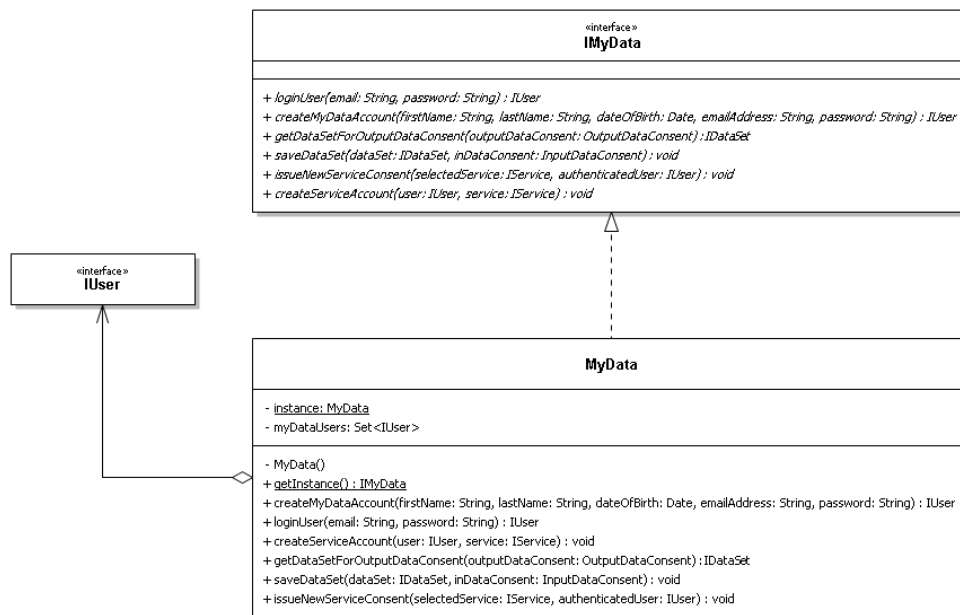


Figura 5.5: caption

5.6 PersonalDataVault

5.7 Metadata, DataSet

5.8 IService, AbstractService, MostLikelyNextTrip

5.9 ServiceRegistry

5.10 Uso delle eccezioni

[1] [2]

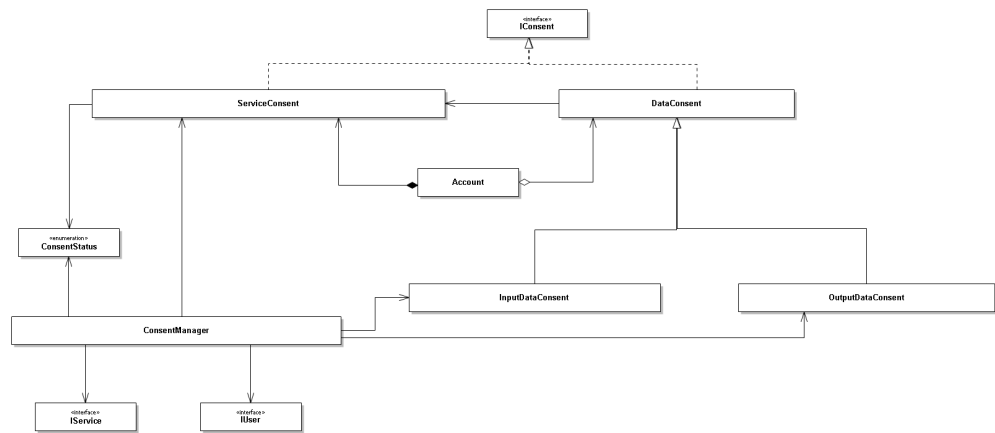


Figura 5.6: caption

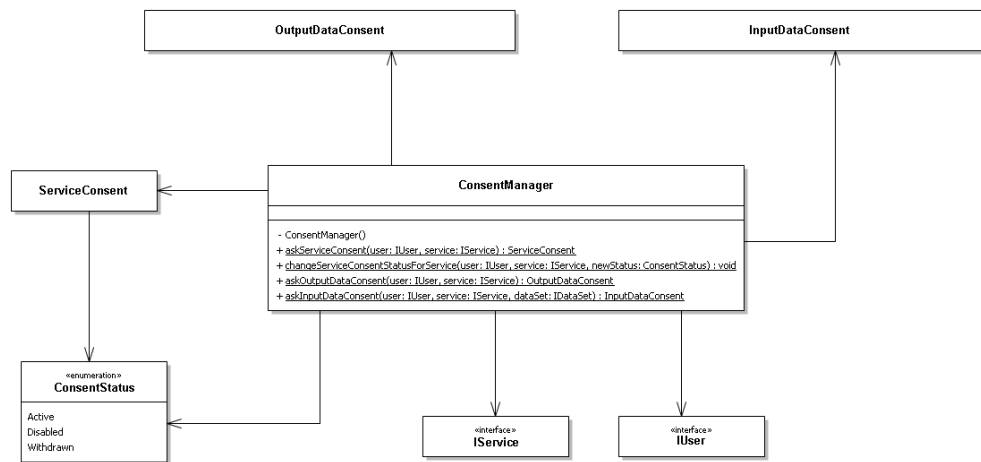


Figura 5.7: caption

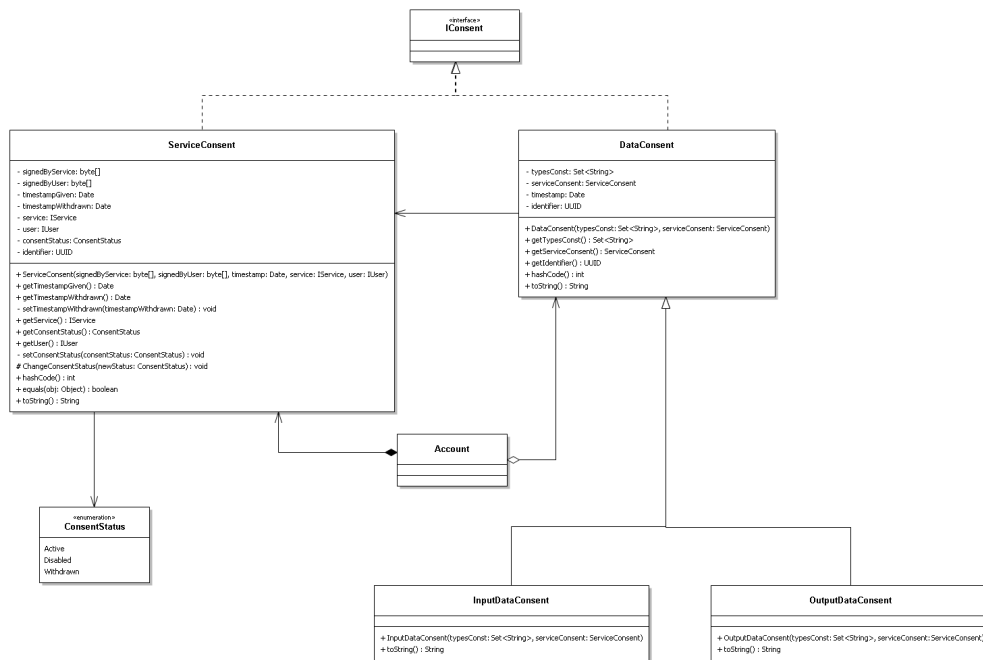


Figura 5.8: caption

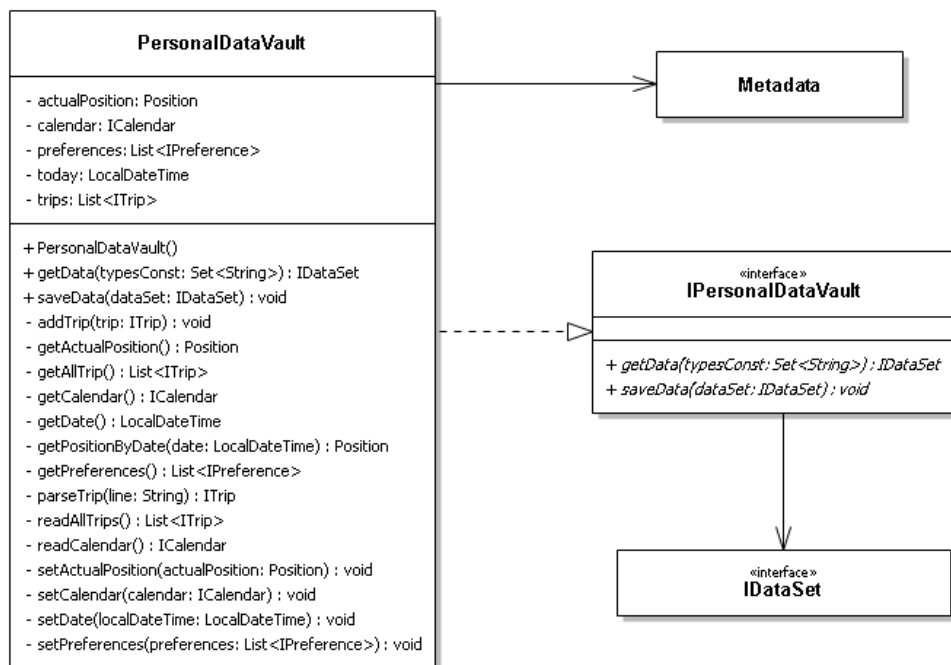


Figura 5.9: caption

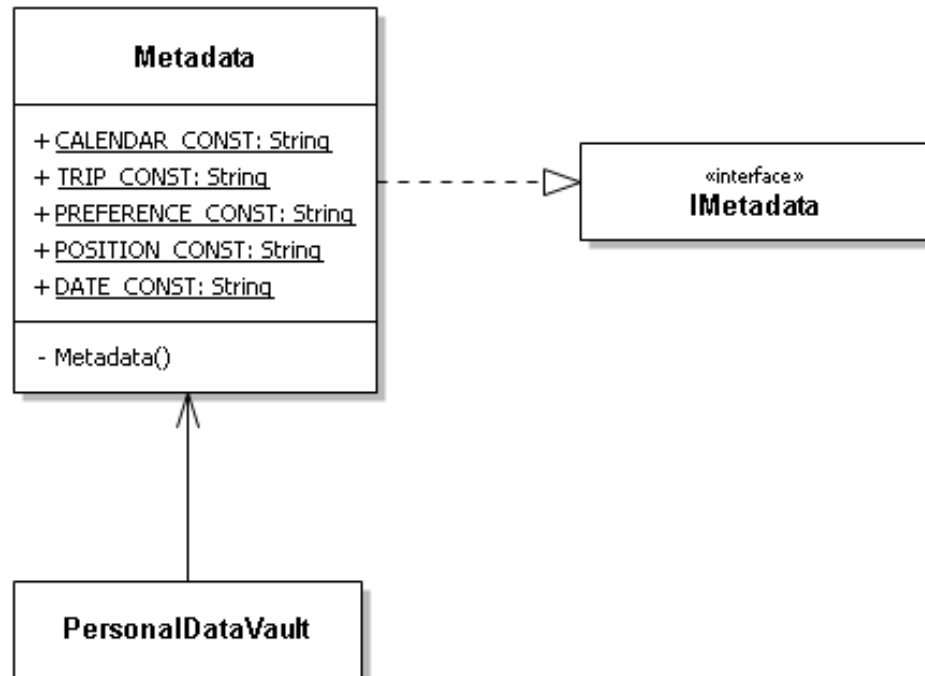


Figura 5.10: caption

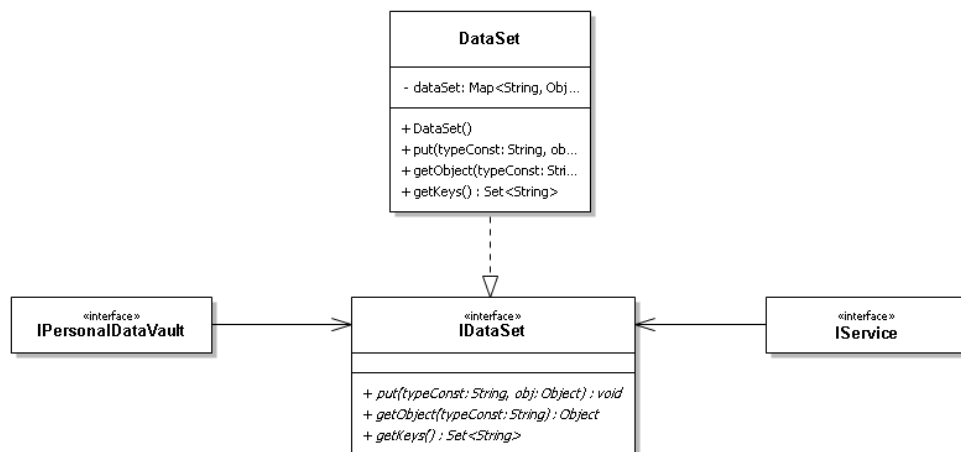


Figura 5.11: caption

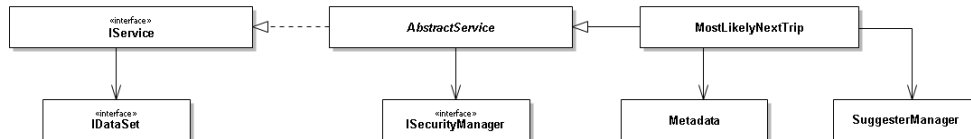


Figura 5.12: caption

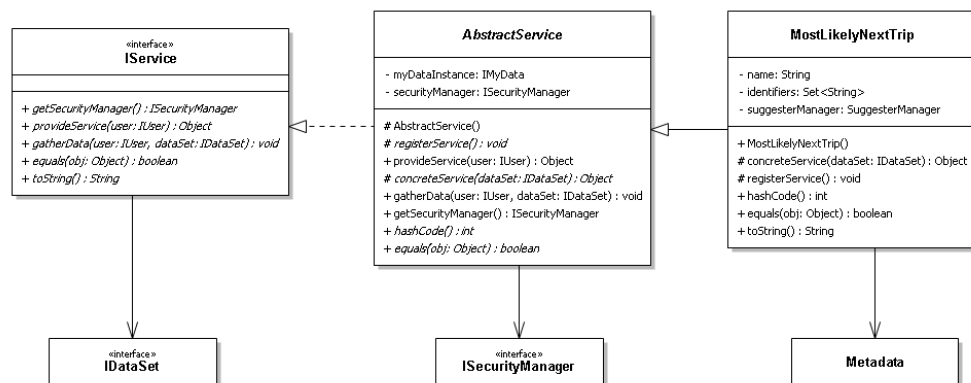


Figura 5.13: caption

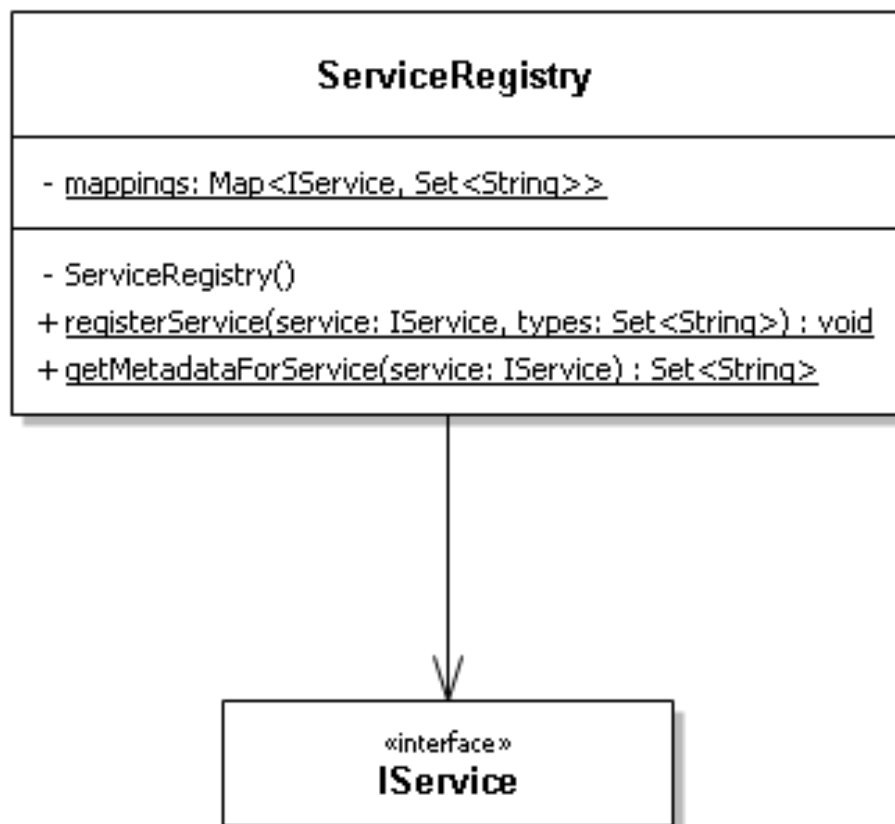


Figura 5.14: caption

Bibliografia

- [1] Albert Einstein. Zur Elektrodynamik bewegter Körper. (German) [On the electrodynamics of moving bodies]. *Annalen der Physik*, 322(10):891–921, 1905.
- [2] Michel Goossens, Frank Mittelbach, and Alexander Samarin. *The L^AT_EX Companion*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1993.