



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO - BICOCCA

Scuola di Scienze

Dipartimento di Informatica, Sistemistica e Comunicazione

Corso di Laurea Magistrale in Informatica

Tecniche di Record Linkage

Alberici Federico - 808058

Bettini Ivo Junior - 806878

Cocca Umberto - 807191

Traversa Silvia - 816435

Anno Accademico 2019 - 2020

Indice

Ricerca	2
Data Quality	2
Metodologia Data Quality	3
Miglioramento	3
Standardizzazione	4
Comparazione stringhe	4
Record Linkage	4
Metodologie di Record Linkage	5
Tools usati	7
Python Record Linkage Toolkit	7
Esperimenti	7
Dataset	7
Data preprocessing	8
Risultati	8
Record Linkage	8
Gold Standard	8

Ricerca

Data Quality

La consapevolezza del peso che dati di alta qualità hanno nel supportare decisioni informate e, viceversa, delle conseguenze disastrose cui dati inaccurati possono portare, è cresciuta di pari passo con il diffondersi delle fonti informative a disposizione delle organizzazioni, creando sempre più forte l'esigenza di una gestione adeguata della qualità dei dati aziendali.

La ricerca sulla qualità dei dati è iniziata correttamente negli anni '90 e varie definizioni di ciò sono state definite nel corso degli anni.

Un gruppo di ricerca del MIT, guidato da il professor Wang, ha definito la qualità dei dati come condizione per l'uso e ha proposto il suo giudizio dipende dai suoi consumatori. Allo stesso tempo, hanno definito una "dimensione della qualità dei dati" come un insieme di attributi di qualità dei dati che rappresentano un singolo aspetto o costrutto della qualità dei dati.

Sono necessarie tecniche di misurazione completa per consentire alle organizzazioni di valutare lo stato della loro qualità delle informazioni organizzative e monitorarne il miglioramento.

Ma cosa si intende quando si parla di qualità dei dati e come si misura?

Le best practice in questo ambito suggeriscono l'utilizzo di opportune metriche per la definizione e la misurazione della qualità del dato. Tra le metriche più comuni troviamo:

- **completezza**, i dati raccolti bastano per rappresentare l'informazione necessaria;
- **accuratezza**, la precisione dei dati;
- **tempestività**, i tempi di acquisizione dei dati sono utili per il processo;
- **coerenza**, i dati non sono contraddittori tra di loro;
- **univocità**, i dati rappresentativi della stessa informazione presenti in diversi componenti del sistema informativo assumono lo stesso valore;
- **integrità**, i dati presenti nel sistema informativo corrispondono a quelli originariamente immessi;

-
- **conformità formale**, i dati immessi nel sistema informativo rispettano gli standard formali appositamente definiti.

In tempi attuali, è emerso un altro tipo problema: i big data. Analisi e ricerca complete di standard di qualità e metodi di valutazione della qualità per questo tipo di informazioni attualmente manca o non è completa.

Metodologia Data Quality

Il professor Batini definisce la metodologia di qualità dei dati come un insieme di linee guida e tecniche che, a partire dalle informazioni di input che descrivono un determinato contesto applicativo, ne deriva un processo razionale per valutare e migliorare la qualità dei dati. Ci sono tre fasi principali per tale attività:

- **ricostruzione dello stato**, al fine di ottenere due informazioni contestuali, facoltative se sono già disponibili per l'uso;
- **valutazione e misurazione**, misurazione della qualità lungo dimensioni della qualità pertinenti o valutazione, quando tali misurazioni vengono confrontate con i valori di riferimento;
- **miglioramento**, attività che mirano per raggiungere nuovi obiettivi di qualità dei dati.

Miglioramento

Il miglioramento della qualità dei dati può essere effettuato attraverso strategie basate sui dati o sui processi. Nel primo caso, le tecniche più diffuse sono quella di standardizzazione (o normalizzazione), il record linkage e l'integrazione degli schemi e dei dati, mentre nel secondo caso si adotta un processo di ricostruzione. Nel caso del nostro progetto, per poter migliorare la qualità del dato abbiamo deciso di utilizzare la tecnica del record linkage.

Standardizzazione

Questo processo, chiamato anche normalizzazione, sostituisce per esempio una diversa ortografia di una parola con una sola ortografia.

Comparazione stringhe

Gli errori tipografici rendono impossibile confrontare esattamente tra di loro le stringhe. Per poter fare ciò, quindi, serve una funzione che cerca di trovare un punto di accordo tra i dati. Ci sono stati diversi tentativi di fornire questa funzione:

- Jaro ha proposto un comparatore di stringhe che tiene conto di inserimenti, eliminazioni e trasposizioni necessarie per abbinare le due stringhe;
- Winkler ha proposto una variante della distanza Jaro (Jaro-Winkler);
- la distanza q-gram conta il numero di q caratteri consecutivi che concordano tra due corde;
- la distanza di edit classica, che conta il numero di operazioni (inserimenti, eliminazioni, modificazioni) necessarie per abbinare le due stringhe

Record Linkage

Il record linkage (conosciuto anche come data matching) è l'operazione che consiste nel trovare "records", in dataset che si riferiscono alla stessa entità, presi da differenti risorse (come ad esempio file, libri, siti e database). Questa operazione diventa necessaria quando vogliamo unire dei dataset differenti basati su dati simili che potrebbero avere o non avere lo stesso identificativo. // L'idea moderna di record linkage nasce alla fine degli anni cinquanta e viene formalizzata qualche tempo dopo da Ivan Fellegi e Alan Sunter che, attraverso il loro lavoro, hanno dimostrato che le regole di decisione probabilistiche sono ottimali quando i dati che vengono confrontati sono condizionatamente indipendenti. // A partire dalla fine degli anni novanta, differenti tecniche di machine learning sono state sviluppate per poter capire, con condizioni favorevoli, la probabilità condizionata richiesta dalla teoria Fellegi-Sunter. // Il record linkage può essere interamente eseguito senza l'aiuto di un computer, ma il motivo principale per cui esso viene utilizzato è

perchè si vuole ridurre o eliminare le modifiche "fatte a mano" e per rendere più facile l'ottenimento del risultato. L'utilizzo del computer ha anche il vantaggio di utilizzare un processo di supervisione centrale, miglior qualità di controllo, velocità, consistenza e migliore riproducibilità dei risultati.

Metodologie di Record Linkage

Il record linkage si divide generalmente nei seguenti step:

- vengono dati in input dei dataset;
- viene definito uno spazio iniziale di ricerca;
- nella fase di "blocking" si cerca di ridurre lo spazio di ricerca;
- viene definito lo spazio ridotto di ricerca;
- vengono comporati i dati e viene presa una decisione;
- viene definito se esiste un match, un possibile match o se i dati non sono collegabili

Data preprocessing

Il record linkage è molto sensibile alla qualità dei dati che devono essere collegati, quindi idealmente prima di svolgere questa operazione ogni dataset deve essere controllato affinché la qualità sia delle migliori. Avvengono delle operazioni di standardizzazione, che consistono nel trasformare i dati o procedure più complesse come ad esempio la tokenizzazione.

Entity resolution

L'entity resolution è un processo di operazioni intelligenti che permettono alle organizzazioni di connettere i dati più disparati attraverso la possibilità di capire i matches tra le entità e le relazioni non ovvie fra i diversi dati.

Essa analizza tutte le informazioni collegate ad una entità prese da diverse sorgenti e cerca attraverso un calcolo probabilistico di determinare quali entità sono collegate e quali collegamenti (non ovvi) esistono fra loro.

Deterministic record linkage

La metodologia più semplice di record linkage è chiamata "deterministica", essa genera collegamenti basati sul numero di singoli identificatori che hanno una corrispondenza fra i dati dei dataset.

Due record si dicono "collegati" con una procedura di record linkage deterministico se tutti o alcuni degli identificatori sono identici.

Questo metodo è una buona opzione se si stanno utilizzando dei dataset con delle entità che sono identificate da un id comune.

Probabilistic record linkage

Il record linkage probabilistico, chiamato anche fuzzy matching, utilizza un approccio differente per poter collegare i dati. Viene tenuto conto di una gamma più ampia di potenziali identificatori, calcolando i pesi per ciascun identificatore in base alla sua capacità stimata di identificare correttamente una corrispondenza o una non corrispondenza e usando questi pesi per calcolare la probabilità che due dati registrati si riferiscano alla stessa entità.

Le coppie di record con probabilità al di sopra di una determinata soglia sono considerate corrispondenze, viceversa le altre sono considerate non corrispondenze. Le coppie che rientrano tra queste due soglie sono considerate "possibili corrispondenze" e possono essere trattate di conseguenza (ad esempio, revisioni umane, collegate o non collegate, a seconda dei requisiti). Mentre il collegamento deterministico dei record richiede una serie di regole potenzialmente complesse da programmare in anticipo, i metodi probabilistici di collegamento dei record possono essere "addestrati" per funzionare bene con un intervento molto meno umano.

Machine learning

Negli ultimi anni, sono state utilizzate varie tecniche di apprendimento automatico nel collegamento discografico. È stato riconosciuto che l'algoritmo classico per il collegamento probabilistico dei record sopra descritto è equivalente all'algoritmo Naive Bayes nel campo dell'apprendimento automatico, e utilizza la stessa assunzione dell'indipendenza delle sue

caratteristiche (un presupposto che in genere non è vero).

È possibile ottenere una maggiore precisione utilizzando varie altre tecniche di apprendimento automatico, incluso un percettrone a strato singolo. Insieme alle tecnologie distribuite, l'accuratezza e la scala per il collegamento dei record possono essere ulteriormente migliorate.

Tools usati

Python Record Linkage Toolkit

Python Record Linkage Toolkit è una libreria che permette di effettuare record linkage sia in una sola fonte di dati che in multiple. Il package contiene metodi di indexing, come blocking e sorted neighbourhood indexing, funzioni per il confronto con diverse misure di similarità possibili e diversi algoritmi di classificazione, sia supervisionati che non.

Esperimenti

Dataset

Il dataset su cui sono stati effettuati gli esperimenti è un elenco di ristoranti di Manhattan, estratti settimanalmente da Gennaio a Marzo 2009 da 12 siti web. Le informazioni base presenti in ogni dataset comprendono il nome del ristorante, l'indirizzo e la città. I dati sono messi a disposizione in sette file di testo, uno per ogni settimana considerata, ciascuno contenente dati appartenenti a tutti i siti web. In totale sono presenti 215555 record, suddivisi come illustrato nella tabella:

file	records
restaurants_2009_1_22.txt	30401
restaurants_2009_1_29.txt	30775
restaurants_2009_2_05.txt	30805
restaurants_2009_2_12.txt	30863
restaurants_2009_2_19.txt	30876
restaurants_2009_2_26.txt	30898
restaurants_2009_3_12.txt	30937

Table 1: Record presenti nei file txt forniti

In particolare, per ogni ristorante è presente il seguente numero di record:

restaurant	records
ActiveDiner	6184
DiningGuide	814
FoodBuzz	2079
MenuPages	13143
NewYork	1774
NYMag	5124
NYTimes	3095
OpenTable	1539
SavoryCities	4536
TasteSpace	3635
TimeOut	14007
VillageVoice	2684

Table 2: Record per ristorante

Data preprocessing

Una prima analisi mostra come le modalità di recupero dei dati da parte dell'autore abbiano generato dei dataset differenti per schema e per frammentazione verticale, anche sulle stesse fonti. Dunque, prima di applicare le tecniche di record linkage, i dati sono stati standardizzati, eseguendo operazioni di riallineamento dello schema, rimozione dei duplicati ed infine join dei dataset per fonte.

Risultati

Record Linkage

Gold Standard