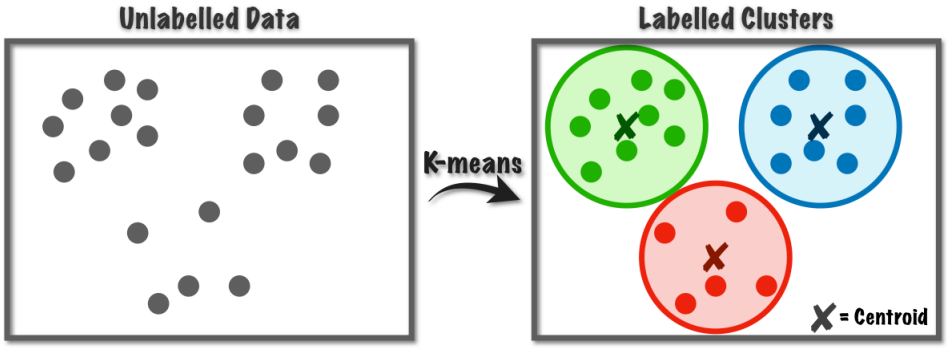
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO

Dipartimento di Informatica

Corso di laurea in Informatica

Metodi Avanzati di Programmazione

Progetto K-means: Documentazione



Progetto di:
Davide Cirilli (760412) d.cirilli2@studenti.uniba.it
Mattia Curri (758306) m.curri8@studenti.uniba.it
Emanuele Fontana (758344) emanuele.fontana7@studenti.uniba.it

---

Anno Accademico **2022-2023**

Indice

1 Introduzione

Il programma sviluppato fa uso dell'algoritmo di clustering ***K-means*** per analizzare informazioni estratte da tabelle di un database, sfruttando il servizio MySQL.
Il *K-means* è un algoritmo di clustering, una tecnica di apprendimento non supervisionato utilizzata per suddividere un insieme di dati in gruppi omogenei chiamati *cluster*. L'obiettivo del *K-means* è di assegnare ogni dato al cluster più vicino, in modo che i punti all'interno di ciascun cluster siano simili tra loro e i punti tra cluster diversi siano diversi. Ecco come funziona l'algoritmo *K-means*:

1. **Inizializzazione**: Si inizia scegliendo il numero k desiderato di *cluster*. L'algoritmo crea k partizioni e assegna casualmente k punti come centroidi iniziali, uno per partizione. Un centroide rappresenta il centro del *cluster*.

2. **Assegnazione**: Ciascuna transazione viene assegnata al suo *cluster*. L'appartenenza dipende dalla distanza della transazione dal centroide del *cluster*, l'obiettivo è minimizzare la distanza tra centroide e transazione.

3. **Aggiornamento dei centroidi**: Una volta assegnati tutti i punti ai *cluster*, i centroidi vengono aggiornati calcolando la media delle posizioni dei punti all'interno di ciascun *cluster*. Questa media diventa il nuovo centroide per il *cluster* corrispondente.

4. **Ripetizione**: I passi 2 e 3 vengono ripetuti fino a quando i centroidi smettono di cambiare o si raggiunge un numero massimo di iterazioni.

5. **Risultato**: Alla fine delle iterazioni si ottiene un insieme di k *cluster* e ogni transazione sarà stata assegnata al *cluster* più vicino.

È importante notare che il risultato finale può variare a seconda della scelta iniziale dei centroidi. In alcuni casi, l'algoritmo può convergere verso un minimo locale anziché verso il risultato ottimale.

2 Implementazioni

2.1 Progetto Base

La versione base del progetto consiste in un'architettura client/server che permette all'utente lo studio di cluster. Il server dovrà essere eseguito su una macchina con un database MySQL in esecuzione. Il servizio sarà raggiungibile sulla porta 8080, e potrà comunicare con diversi client contemporaneamente.
I servizi offerti dal server all'utente tramite il client CLI sono i seguenti:

- **scoperta di cluster** fornendo al server il nome della tabella presente nel database ed il numero di cluster da scoprire
- **salvataggio dei cluster** generati nella macchina dove il server viene eseguito. Il salvataggio avverrà in automatico alla generazione di nuovi cluster
- **lettura dei centroidi dei cluster** fornendo al server il path del file in cui sono salvati i centroidi da recuperare

Il server salverà informazioni relativi agli errori nel file di logging mentre nell'interfaccia CLI notificherà l'utente quando la comunicazione si interrompe o se vi sono problemi con gli input dati. Il client da riga di comando permette di collegarsi ad una macchina che sta eseguendo un'istanza del server. L'utente nel menù potrà scegliere tra due opzioni: scoperta di cluster e lettura da file.

2.2 Estensione

La versione base del progetto è stata estesa con l'aggiunta di un'interfaccia grafica per smartphone Android che funge da client, supportata da un server creato utilizzando Spring Boot, e da un indirizzo di un server di proprietà del team di sviluppo.
Il client Android permette di selezionare il numero di cluster utilizzando uno spinner, pertanto l'utente non deve conoscere a priori il numero di transazioni presenti nel database. Inoltre, è offerta la possibilità di selezionare il file da cui leggere i centroidi con un comodo menù che permette di cercare il file desiderato dall'elenco dei file memorizzati nel server a cui si è connessi.

3 Installazione e avvio

3.1 Requisiti Server

Per utilizzare il server è necessario:

- Installare MySQL sul proprio computer
- Eseguire lo script sql presente nel percorso "\KmeansServer\out\artifacts\KmeansServer_jar"
  Esempio: \. C:\Users\acurr\Desktop\KmeansBase\KmeansServer\out\artifacts\KmeansServer
  Digitando questo comando sulla shell di MySQL sarà creato il database e le tabelle necessarie.
- Installare JRE 8
- Installare JDK 19.0.2(?)

3.2 Requisiti Client

3.2.1 CLI

Per utilizzare il client è necessario:

- Installare JRE 8
- Server in ascolto

3.2.2 App

Per utilizzare il client app è necessario:

- Un dispositivo Android con sistema operativo Android 5.0 Lollipop o superiore
- Installare l'applicazione: trasferire l'APK sullo smartphone (**percorso APK**). Aprire il file APK e installare l'applicazione. Se necessario abilitare l'installazione di applicazioni da sorgenti sconosciute e dare l'ok nel caso in cui l'installazione venga bloccata da Play Protect.
- Server in ascolto

3.3 Avvio server

3.3.1 CLI

Per avviare il server e' necessario eseguire il file *server.bat* nella stessa cartella di *server.jar*. In alternativa è possibile avviarlo da riga di comando tramite il comando *java -jar server.jar*.

3.3.2 App

3.4 Avvio client

3.4.1 CLI

Per avviare il client da riga di comando è necessario eseguire il file *client.bat* nella stessa cartella del file *client.jar*. Questa modalità di avvio connetterà il client ad un server in esecuzione sulla propria macchina sulla porta 8080. Per specificare un altro server a cui connettersi è necessario avviare il client da riga di comando tramite il comando *java -jar client.jar indirizzo_ip porta* o inserendo tale comando nel file batch.

3.4.2 App

4 Test

4.1 CLI

1. **Esecuzione del client con server offline**

```
PS C:\Users\fonta\Desktop\Kmeans\Kmeans\KmeansClient\src> Java MainTest 127.0.0.1 8080
addr = /127.0.0.1
Connection refused: connect
```

2. **Esecuzione senza parametri**: il programma deve essere avviato fornendo come parametri l'indirizzo IP/DNS del server e la porta logica. Se si lavora con la stessa macchina si può inserire come primo parametro localhost, 127.0.0.1 (indirizzo IPv4 locale) oppure ::1 (indirizzo IPv6 locale).

```
PS C:\Users\fonta\Desktop\Kmeans\Kmeans\KmeansClient\src> Java MainTest
Errore: inserire ip e porta come argomenti
```

3. **Esecuzione con porta errata**: la porta logica è un numero a 16 bit, dunque un decimale compreso tra 0 e 65.535.

```
PS C:\Users\fonta\Desktop\Kmeans\Kmeans\KmeansClient\src> Java MainTest 127.0.0.1 das
Errore: la porta deve essere un numero
```

4. **Esecuzione con IP/DNS inesistente**: in questa esecuzione il server non esiste e dunque il client non riesce a connettersi. In particolare il programma si connette a un server DNS per convertire l'indirizzo fornito in un indirizzo IP ma tale indirizzo non è registrato e dunque si ha errore.

```
PS C:\Users\fonta\Desktop\Kmeans\Kmeans\KmeansClient\src> Java MainTest www.sdaiksdaik.it 8080
No such host is known (www.sdaiksdaik.it)
```

5. **Esecuzione con parametri corretti**: quando il programma viene eseguito nelle condizioni funzionali (quindi server avviato e parametri validi) vengono stampati a schermo indirizzo IP e porta del server, seguiti dalla porta che sta usando il processo per la comunicazione. Viene poi mostrato all'utente un menù con due opzioni. L'opzione (1) permetterà al client di caricare un cluster di dati che è stato serializzato sul server come un file, mentre l'opzione (2) consente di creare un nuovo cluster di dati mediante l'algoritmo del K-means. In caso di input non validi viene chiesto all'utente di reinserire finchè non si avrà un'opzione valida.

```
PS C:\Users\fonta\Desktop\Kmeans\Kmeans\KmeansClient\src> Java MainTest 127.0.0.1 8080
addr = /127.0.0.1
Socket[addr=/127.0.0.1,port=8080,localport=2784]
Scegli una opzione
(1) Carica Cluster da File
(2) Carica Dati
Risposta:
```

```
(1) Carica Cluster da File
(2) Carica Dati
Risposta:dsa
LETTO VALORE NON INTERO, REINSERIRE
43
(1) Carica Cluster da File
(2) Carica Dati
Risposta:
```

- **Opzione (1)**: Viene chiesto all'utente di inserire il nome del database, della tabella e del numero di cluster creati. Il server andrà dunque a cercare il file corrispondente a tali informazioni e, se non trovato, manderà un messaggio di errore all'utente (come nell'esempio). Viene chiesto all'utente se vuole tornare al menù oppure terminare l'esecuzione del programma. Se viene digitato n il programma termina. Nel caso in cui il file corrispondente alle richieste esista viene inviato al client il contenuto del file, ovvero i centroidi dei cluster.

```
Risposta:1
Nome database:ciao
Nome tabella:das
Numero di cluster:43
Impossibile caricare il salvataggio
Vuoi scegliere una nuova operazione da menu?(y/n)
```

```
Scegli una opzione
(1) Carica Cluster da File
(2) Carica Dati
Risposta:1
Nome database:MapDB
Nome tabella:playtennis
Numero di cluster:9
Centroid=(rain 13.5525 normal weak yes)
Centroid=(overcast 0.1 normal strong yes)
Centroid=(sunny 13.0 high weak no)
Centroid=(sunny 12.5 normal strong yes)
Centroid=(sunny 0.1 normal weak yes)
Centroid=(sunny 30.3 high weak no)
Centroid=(sunny 30.3 high strong no)
Centroid=(rain 6.25 high strong no)
Centroid=(overcast 21.25 high strong yes)

Vuoi scegliere una nuova operazione da menu?(y/n)
```

- **Opzione (2)**: Viene chiesto all'utente se vuole usare i valori di default o meno:
  - **Valori di default**: i valori di default sono:
    - localhost → server database
    - 3306 → porta dabasase
    - MapDB → nome database
    - playtennis → nome tabella
    - MapUser → nome utente
    - password di MapUser

```
Scegli una opzione
(1) Carica Cluster da File
(2) Carica Dati
Risposta:2
Vuoi usere dei valori di default per il database? (y/n)
```

Nel caso di risposta affermativa viene chiesto all'utente il numero dei cluster. Una volta confermati (se questi sono validi) il server eseguirà l'algoritmo di K-means e invierà il risultato al client. Viene poi chiesto se si vuole riprendere l'esecuzione sullo stesso dataset o meno.

```
Vuoi usere dei valori di default per il database? (y/n)y
Numero di cluster:5
Clustering output:Numero di iterazioni: 2
0:Centroid=(rain 13.0 high weak no)
Examples:
[rain 13.0 high weak yes] dist=1.0
[sunny 13.0 high weak no] dist=1.0
AvgDistance=1.0

1:Centroid=(rain 8.333333333333334 high strong no)
Examples:
[rain 0.0 normal strong no] dist=1.275027502750275
[overcast 12.5 high strong yes] dist=2.1375137513751374
[rain 12.5 high strong no] dist=0.1375137513751375
AvgDistance=1.1833516685001833

2:Centroid=(overcast 17.802500000000002 normal weak yes)
Examples:
[overcast 30.0 high weak yes] dist=1.4025577557755775
[rain 0.0 normal weak yes] dist=1.5875412541254126
[rain 12.0 normal weak yes] dist=1.1915016501650166
[overcast 29.21 normal weak yes] dist=0.3764851485148515
AvgDistance=1.1395214521452146

3:Centroid=(sunny 30.3 high strong no)
Examples:
[sunny 30.3 high weak no] dist=1.0
[sunny 30.3 high strong no] dist=0.0
AvgDistance=0.5

4:Centroid=(sunny 4.233333333333333 normal strong yes)
Examples:
[overcast 0.1 normal strong yes] dist=1.1364136413641364
[sunny 0.1 normal weak yes] dist=1.1364136413641364
[sunny 12.5 normal strong yes] dist=0.27282728272827284
AvgDistance=0.8485515218188485


Vuoi ripetere l'esecuzione?(y/n)
```

Se l'utente non vuole ripetere l'esecuzione sul dataset ha due scelte:

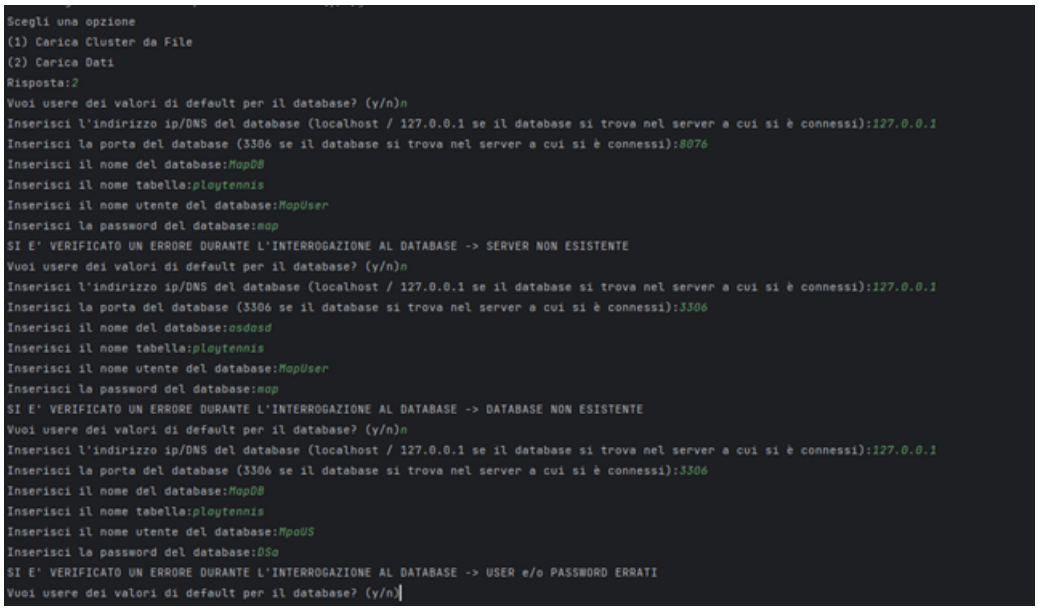
(a) Tornare al menù

(b) Terminare l'esecuzione

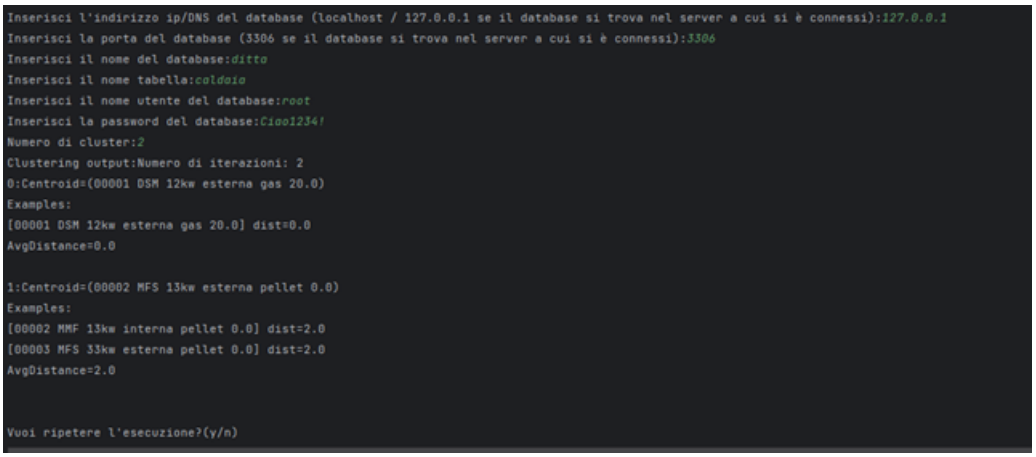
```
Vuoi ripetere l'esecuzione?(y/n)n
Vuoi scegliere una nuova operazione da menu?(y/n)y
Scegli una opzione
(1) Carica Cluster da File
(2) Carica Dati
Risposta:
```

- **Valori non di default**: l'utente può scegliere di non usare i valori di default. In quel caso deve inserire tutte le informazioni necessarie. In caso di valori non validi verrà segnalato l'errore all'utente, il quale sceglierà se proseguire

con i valori di default oppure se riprovare a inserire dei valori personalizzati. L'uso di valori personalizzati permette di utilizzare dataset già presenti nel server del database.



Ogni volta che l'utente richiede la creazione di un dataset al server, quest'ultimo serializzerà i cluster in un file con nome del tipo: ***NomedatabaseNometabellaNumerocluster.dat***.



4.2 App