

Cognome e Nome _____

Matricola _____

Big data – Graph Mining A.A. 2019/2020

Esonero del 16 dicembre 2019

Esercizio 1 (8 punti)

Si progettino (eventualmente utilizzando più step di computazione tra loro concatenati) le funzioni *Map* e *Reduce* per generare tutti i path di lunghezza 3 archi (quindi con 4 nodi) in un **grafo diretto non pesato** $G=(V,E)$. Si assuma che un arco del grafo di input, che va dal nodo i al nodo j , sia codificato come la coppia (i, j) .

Suggerimento: prima trovare i path di 2 archi con la tecnica vista a lezione: il Map genera per ogni arco (i, j) 2 coppie $(j, ("primo", i))$ e $(i, ("secondo", j))$ e il reduce analizza le coppie che hanno in comune la stessa chiave k e...

Esercizio 2 (10 punti + 4 punti + 2 punti)

Si calcoli, evidenziando tutti i passaggi fatti riga per riga, la matrice delle firme minhash dei seguenti insiemi S_1, S_2, S_3, S_4 e S_5 secondo le permutazioni indotte dalle 3 funzioni hash evidenziate in tabella.

Riga	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	$(x+2) \bmod 7$	$(2x+1) \bmod 7$	$(3x) \bmod 7$
0	0	0	1	1	0			
1	0	1	1	1	0			
2	1	0	0	0	0			
3	1	1	0	0	1			
4	1	0	0	0	1			
5	0	1	0	1	1			
6	1	0	0	0	1			

Qual è la proprietà fondamentale che mette in relazione le funzioni minhash con la Jaccard Similarity degli insiemi? Discutere se nell'esercizio svolto tale proprietà risulta empiricamente rispettata.

[Opzionale: si fornisca la dimostrazione formale della proprietà enunciata]

Esercizio 3 (10 punti)

Si consideri l'algoritmo di *Bradley, Fayyad e Reina* per il clustering di punti in uno spazio euclideo con d dimensioni.

Si dica in modo **sintetico e puntuale, giustificando la risposta**:

- Se tale algoritmo è di tipo gerarchico o di tipo con assegnamento di punti
- L'assunzione di fondo che questo algoritmo fa sui punti di ogni cluster
- Come viene memorizzato in memoria un cluster, quanta memoria occupa tale memorizzazione e perché si memorizzano tali informazioni
- Cosa sono i *discard set* e perché vengono chiamati così.
- Come è definita la distanza di Mahalanobis e che ruolo riveste nell'algoritmo.

Si fornisca infine un esempio pratico di dominio applicativo in cui ha senso applicare l'algoritmo BFR, giustificando la risposta.

Regole per lo svolgimento della prova scritta:

- Per svolgere il compito si hanno a disposizione **100** minuti.
- Scrivere **subito** nome, cognome, matricola su OGNI FOGLIO (**compreso questo**).
- Durante la prova scritta **non** è possibile abbandonare l'aula.
- Non è ammesso **per nessun motivo** comunicare in qualsiasi modo con altre persone
- Non è possibile consultare appunti, libri e dispense.
- Qualsiasi strumento elettronico di calcolo o comunicazione (telefoni cellulari, calcolatrici, palmari, computer, etc...) deve essere **completamente disattivato** e **depositato in vista sulla cattedra**
- Mettere in vista sul banco un valido documento di identità.

Cognome e Nome _____

Matricola _____

Big data – Graph Mining A.A. 2019/2020

Appello del 23 gennaio 2020

PRIMA PARTE

Esercizio 1 (14 punti)

Si progettino (eventualmente utilizzando più step di computazione tra loro concatenati) le funzioni *Map* e *Reduce* per calcolare il **raggio** di un cluster C di n punti in uno spazio metrico con funzione di distanza d , definito come la massima distanza tra il *centroide* c e un *punto del cluster*.

Si assuma che il centroide sia già noto in quanto precedentemente calcolato.

L'input è dato dalle coppie (i, x_i) con $i=1, \dots, n$ per i punti del cluster C , e il centroide c è dato nella coppia $(0, c)$.

L'algoritmo deve usare memoria locale $O(n^{1/3})$ e usare un numero di step di computazione costante (che non dipende da n).

Esercizio 2 (10 punti)

Si considerino le seguenti stringhe che rappresentano insieme di item (a lettere uguali corrisponde lo stesso item), ordinate in modo alfabetico.

ABEIMNOQSZ

ABDFJMNPQT

ABGKMNORUZ

ABDHLMNPRVW

Si supponga di utilizzare la tecnica dell'indicizzazione del prefisso, e di essere interessati ad una Jaccard Similarity

$J=0,75$ Si dica, giustificando le risposte:

- in cosa consiste la tecnica dell'indicizzazione del prefisso;
 - quale deve essere la lunghezza del prefisso da considerare per l'indicizzazione delle varie stringhe;
 - se essa può essere proficuamente applicata alle stringhe date;
 - se esiste un criterio per scegliere un diverso ordinamento degli item che permette di migliorare tale tecnica. Se sì, qual è? In questo caso tale criterio porta beneficio?
-

Esercizio 3 (10 punti)

Si consideri l'algoritmo *CURE* per il clustering di punti in uno spazio euclideo con d dimensioni.

Si dica in modo **sintetico e puntuale**, giustificando le risposte:

- a. Quali sono le assunzioni che tale algoritmo fa circa la conformazione dei cluster.
- b. Come viene identificato e memorizzato un cluster
- c. Se tale algoritmo è di tipo gerarchico e/o di tipo con assegnamento di punti

Infine, di descriva l'algoritmo evidenziando le sue varie fasi.

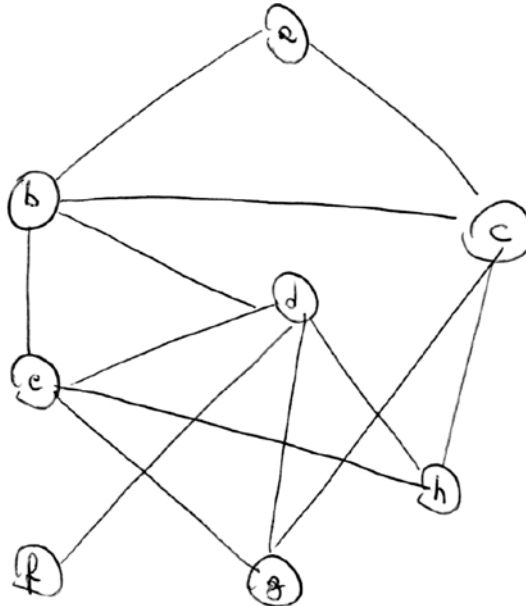
SECONDA PARTE

Esercizio 4 (17 punti)

Si consideri la rete sociale in figura.

Applicando l'algoritmo A-priori, si individuino i cluster indotti da soglia di support uguale almeno a 2.

Si mostri ogni passo della computazione effettuata.



Esercizio 5 (17 punti)

Si consideri la stessa rete sociale dell'esercizio precedente.

Si approssimi la **edge betweenness** (con l'algoritmo di Girvan–Newman) assumendo di considerare solo i contributi dovuti alle visite radicate ai nodi **a, g, f** ed **h**.

Si discuta se tale calcolo può portare a dividere il grafo in due cluster, giustificando la risposta.

Regole per lo svolgimento della prova scritta:

- Per svolgere il compito si hanno a disposizione **40** minuti per la seconda parte e **110** minuti per l'intero compito
- Scrivere **subito** nome, cognome, matricola su **OGNI FOGLIO (compreso questo)**.
- Durante la prova scritta **non** è possibile abbandonare l'aula.
- Non è ammesso **per nessun motivo** comunicare in qualsiasi modo con altre persone
- Non è possibile consultare appunti, libri e dispense.
- Qualsiasi strumento elettronico di calcolo o comunicazione (telefoni cellulari, calcolatrici, palmari, computer, etc...) deve essere **completamente disattivato** e **depositato in vista sulla cattedra**
- Mettere in vista sul banco un valido documento di identità.

Big data – Graph Mining

A.A. 2019/2020

Appello del 6 febbraio 2020

Esercizio 1 [9 punti]

- **[7 punti]** Si calcoli, applicando il metodo visto a lezione ed evidenziando tutti i passaggi fatti riga per riga, la matrice delle firme minhash dei seguenti insiemi S_1, S_2, S_3, S_4 e S_5 secondo le permutazioni indotte dalle 3 funzioni hash evidenziate in tabella.
- **[2 punti]** Qual è la proprietà fondamentale che mette in relazione le funzioni minhash con la Jaccard Similarity degli insiemi? Discutere se nell'esercizio svolto tale proprietà risulta empiricamente rispettata.

Riga	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	$(x+3) \bmod 11$	$(2x+1) \bmod 11$	$3x \bmod 11$
0	0	1	0	1	1	3		
1	1	0	0	0	1	4		
2	1	1	0	0	1	5		
3	1	1	0	0	1	6		
4	0	0	1	1	1	7		
5	0	0	1	1	0	8		
6	0	0	1	1	0	9		
7	0	1	1	1	0	10		
8	1	0	0	0	0	0		
9	1	1	0	0	1	1		
10	1	0	0	0	1	2		

Esercizio 2 [9 punti]

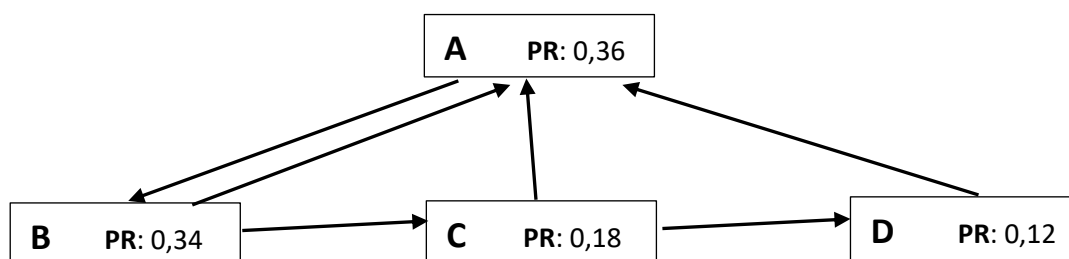
Si considerino i seguenti basket:

basket	item
1	pasta, formaggio, pomodoro, legumi
2	nutella, pasta, pomodoro, legumi
3	riso, latte, succo di frutta, zucchero, sale
4	sale, pasta, pomodoro, nutella
5	legumi, pomodoro, sale, latte
6	formaggio, sale, pasta, pomodoro

- **[6 punti]** Far vedere l'esecuzione passo passo dell'algoritmo A-priori per individuare tutti gli insiemi di item che abbiano supporto almeno uguale a 2.
- **[3 punti]** Individuare una regola di associazione con *interesse* positivo, calcolando la sua *confidenza* e il suo *interesse*.

Esercizio 3 [8 punti]

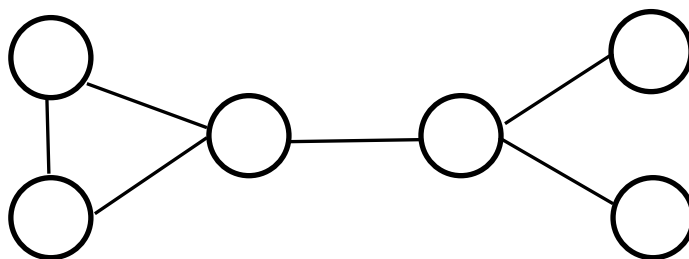
Si consideri il grafo del web in figura, composto da quattro pagine, con indicati dei valori di pagerank.



- [5 punti] Si dica, giustificando la risposta, se i valori di pagerank indicati corrispondono ai corretti valori per un certo parametro β di teleport. In caso affermativo, individuare tale parametro β .
- [3 punti] Si motivi perché, nel calcolo del pagerank, si introduce il parametro di teleport, indicando in particolare quali problemi esso risolve e come li risolve.

Esercizio 4 [8 punti]

Si consideri la stessa rete sociale in figura.



- [6 punti] Si calcoli la **edge betweenness** (con l'algoritmo di Girvan–Newman) per ogni arco della rete.
- [2 punti] Si discuta se tale calcolo può portare a dividere il grafo in due cluster, giustificando la risposta.

Regole per lo svolgimento della prova scritta:

- Per svolgere il compito si hanno a disposizione **110** minuti
- Scrivere **subito** nome, cognome, matricola su OGNI FOGLIO.
- Durante la prova scritta **non** è possibile abbandonare l'aula.
- Non è ammesso **per nessun motivo** comunicare in qualsiasi modo con altre persone
- Non è possibile consultare appunti, libri e dispense.
- Qualsiasi strumento elettronico di calcolo o comunicazione (telefoni cellulari, calcolatrici, palmari, computer, etc...) deve essere **completamente disattivato** e **depositato in vista sulla cattedra**
- Mettere in vista sul banco un valido documento di identità.

Big data – Graph Mining

A.A. 2019/2020

Appello del 20 febbraio 2020

Esercizio 1 [9 punti]

Si progettino (eventualmente utilizzando più step di computazione tra loro concatenati) le funzioni *Map* e *Reduce* per calcolare il peso dell'arco con peso più alto in un grafo sociale non diretto G con n nodi e m archi, con grado massimo costante. In particolare, si assuma che in G ogni nodo i è associato ad una persona con età a_i e che il peso di un arco (che denota l'età media della relazione di amicizia) è dato dalla media aritmetica delle età dei suoi estremi.

L'input è dato da n triple ("**nodo**", i , a_i) con $i=1,\dots,n$ per i vertici del grafo sociale G , e da m triple (**k**, i , j) per ogni arco (i, j) del grafo sociale, con $k=1,\dots,m$.

L'algoritmo deve usare memoria locale $O(m^{1/2})$ e usare un numero di step di computazione costante (che non dipende da n).

Esercizio alternativo: [dà luogo a una valutazione massima di 5 punti] Si assuma che l'input già consista delle coppie (**k**, w_k), per ogni arco del grafo sociale, con $k=1,\dots,m$ e dove w_k è il peso del k -esimo arco.

Esercizio 2 [8 punti]

Si consideri l'algoritmo di *Bradley, Fayyad e Reina* per il clustering di punti in uno spazio euclideo con d dimensioni.

Si dica in modo **sintetico e puntuale, giustificando la risposta**:

- Se tale algoritmo è di tipo gerarchico o di tipo con assegnamento di punti
 - L'assunzione di fondo che questo algoritmo fa sui punti di ogni cluster
 - Come viene memorizzato in memoria un cluster, quanta memoria occupa tale memorizzazione e perché si memorizzano tali informazioni
 - Cosa sono i *discard set*, i *compressed set* e i *retained set* e perché vengono chiamati così.
 - Come è definita la distanza di Mahalanobis e che ruolo riveste nell'algoritmo.
-

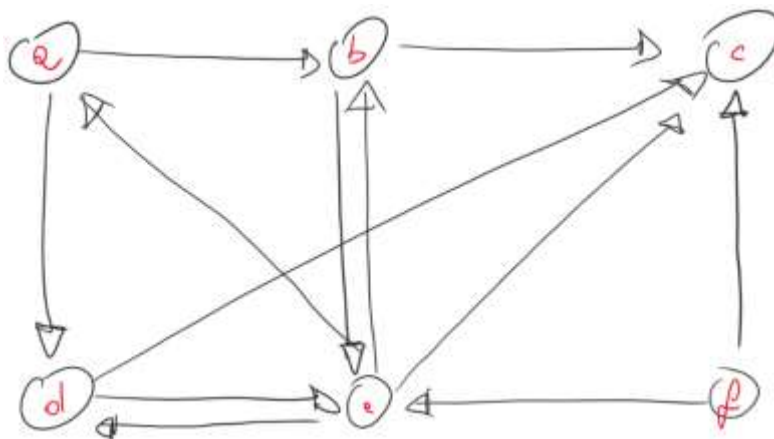
Esercizio 3 [9 punti]

Si dica in modo **sintetico e puntuale, giustificando la risposta**:

- Che cosa è il PageRank e come è possibile calcolarlo, spiegando in modo particolare il ruolo del parametro β di teleport.
- Cosa è il Topic-Specific PageRank e come è possibile calcolarlo
- Che significato ha il SimRank nel contesto delle reti sociali k -partite, e come si applicano le stesse tecniche del PageRank per calcolarlo.

Esercizio 4 [8 punti]

Si consideri la rete sociale in figura.



Applicando l'algoritmo A-priori, si individuino i cluster indotti da soglia di support uguale almeno a 2. Si mostri ogni passo della computazione effettuata.

Regole per lo svolgimento della prova scritta:

- Per svolgere il compito si hanno a disposizione **110** minuti
- Scrivere **subito** nome, cognome, matricola su OGNI FOGLIO.
- Durante la prova scritta **non** è possibile abbandonare l'aula.
- Non è ammesso **per nessun motivo** comunicare in qualsiasi modo con altre persone
- Non è possibile consultare appunti, libri e dispense.
- Qualsiasi strumento elettronico di calcolo o comunicazione (telefoni cellulari, calcolatrici, palmari, computer, etc...) deve essere **completamente disattivato** e **depositato in vista sulla cattedra**
- Mettere in vista sul banco un valido documento di identità.

Cognome e Nome _____

Matricola _____

Big data – Graph Mining A.A. 2021/2022

Esonero del 20 dicembre 2021

Esercizio 1 (9 punti)

Si considerino i seguenti basket:

basket	item
1	1, 2, 3, 4, 5
2	1, 3, 5, 8
3	1, 2, 4, 5
4	3, 4, 5, 6
5	1, 2, 3, 7, 8
6	3, 7, 8, 9
7	3, 4, 7, 8, 9, 10
8	3, 5, 7, 8, 9
9	1, 3, 6, 7, 9
10	3, 4, 5, 6, 7, 8

- **[7 punti]** Far vedere l'esecuzione passo passo dell'algoritmo A-priori per individuare tutti gli insiemi di item che abbiano supporto almeno uguale a **3**. Calcolare anche il *bordo negativo*.
- **[2 punti]** Individuare una regola di associazione con *interesse* positivo, calcolando la sua *confidenza* e il suo *interesse*.

Esercizio 2 (8 punti)

Si consideri la teoria relativa alle *Locality Sensitive Functions* nell'ambito del problema dei *similar items*.

Si dica in modo **sintetico e puntuale**, giustificando la risposta:

- a. Cosa significa che una famiglia di funzioni è (d_1, d_2, p_1, p_2) -sensitive e come vengono sfruttate queste caratteristiche delle funzioni nell'ambito del problema dei similar items (caso *molti a molti*).
- b. In cosa consistono le AND e OR *constructions* e come modificano le caratteristiche di sensitività delle funzioni considerate
- c. Come questa teoria LSF viene applicata nel caso in cui gli item siano *insiemi*, la misura di distanza adottata la *Jaccard distance* e la famiglia di funzioni considerata quelle delle funzioni di *min-hash*, facendo particolare attenzione a sottolineare le caratteristiche di sensitività delle funzioni min-hash e come queste vengono migliorate grazie all'utilizzo di tecniche LSF.

Regole per lo svolgimento della prova scritta:

- Per svolgere il compito si hanno a disposizione **75** minuti.
- Scrivere **subito** nome, cognome, matricola su OGNI FOGLIO (**compreso questo**).
- Durante la prova scritta **non** è possibile abbandonare l'aula.
- Non è ammesso **per nessun motivo** comunicare in qualsiasi modo con altre persone
- Non è possibile consultare appunti, libri e dispense.
- Qualsiasi strumento elettronico di calcolo o comunicazione (telefoni cellulari, calcolatrici, palmari, computer, etc...) deve essere **completamente disattivato** e **depositato in vista sulla cattedra**
- Mettere in vista sul banco un valido documento di identità.

Big data – Graph Mining

A.A. 2021/2022

Appello dell'8 giugno 2022

Esercizio 1 (9 punti)

Si progettino (eventualmente utilizzando più step di computazione tra loro concatenati) le funzioni *Map* e *Reduce* per generare tutti i path di lunghezza 4 archi (quindi con 5 nodi) in un **grafo diretto non pesato** $G=(V,E)$. Si assuma che un arco del grafo di input, che va dal nodo i al nodo j , sia codificato come la coppia (i, j) .

Suggerimento: prima trovare i path di 2 archi (quindi con 3 nodi) con la tecnica vista a lezione: il Map genera per ogni arco (i, j) 2 coppie $(j, ("primo", i))$ e $(i, ("secondo", j))$ e il reduce analizza le coppie che hanno in comune la stessa chiave k e...

Esercizio 2 [8 punti]

Si consideri l'algoritmo di *Bradley, Fayyad e Reina* per il clustering di punti in uno spazio euclideo con d dimensioni.

Si dica in modo **sintetico e puntuale, giustificando la risposta**:

- Se tale algoritmo è di tipo gerarchico o di tipo con assegnamento di punti
 - L'assunzione di fondo che questo algoritmo fa sui punti di ogni cluster
 - Cosa sono i *discard set*, i *compressed set* e i *retained set* e perché vengono chiamati così.
 - Come viene memorizzato in memoria un cluster, quanta memoria occupa tale memorizzazione e perché si memorizzano tali informazioni
-

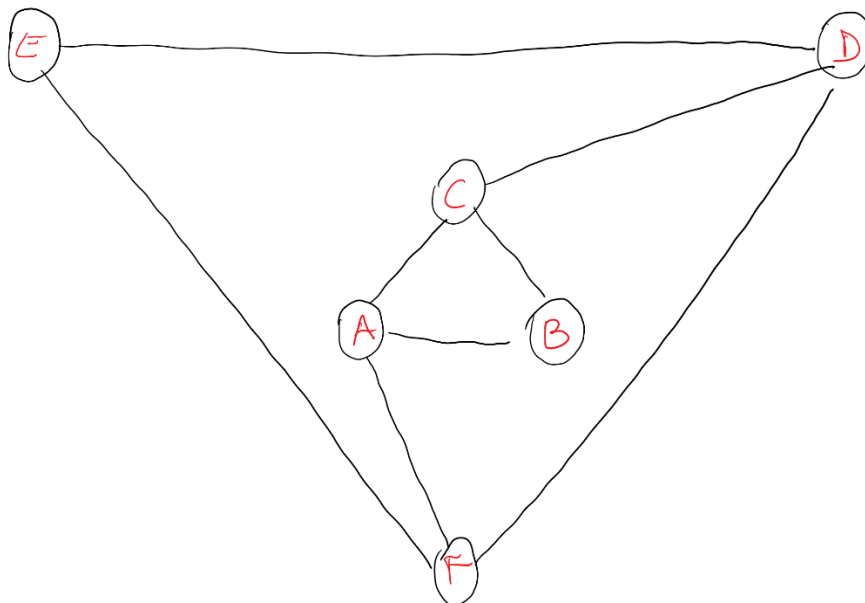
Esercizio 3 [9 punti]

Si dica in modo **sintetico e puntuale, giustificando la risposta**:

- Che cosa è il PageRank e come è possibile calcolarlo, spiegando in modo particolare il ruolo del parametro β di teleport.
- Cosa è il Topic-Specific PageRank e come è possibile calcolarlo
- Che significato ha il SimRank nel contesto delle reti sociali k -partite, e come si applicano le stesse tecniche del PageRank per calcolarlo.

Esercizio 4 [8 punti]

Si consideri la rete sociale in figura.



Si approssimi la **edge betweenness** (con l'algoritmo di Girvan–Newman) assumendo di considerare solo i contributi dovuti alle visite radicate ai nodi **a**, **b**, **e** ed **f**.

Si discuta se tale calcolo può portare a dividere il grafo in due o più cluster, giustificando la risposta.

Regole per lo svolgimento della prova scritta:

- Per svolgere il compito si hanno a disposizione **100** minuti
- Scrivere **subito** nome, cognome, matricola su OGNI FOGLIO.
- Durante la prova scritta **non** è possibile abbandonare l'aula.
- Non è ammesso **per nessun motivo** comunicare in qualsiasi modo con altre persone
- Non è possibile consultare appunti, libri e dispense.
- Qualsiasi strumento elettronico di calcolo o comunicazione (telefoni cellulari, calcolatrici, palmari, computer, etc...) deve essere **completamente disattivato** e **depositato in vista sulla cattedra**
- Mettere in vista sul banco un valido documento di identità.

Big data – Graph Mining

A.A. 2021/2022

Appello del 7 luglio 2022

Esercizio 1 (9 punti)

Si progettino (eventualmente utilizzando più step di computazione tra loro concatenati) le funzioni *Map* e *Reduce* per generare tutti i **cicli di lunghezza 3** in un **grafo diretto non pesato** $G=(V,E)$. Si assuma che un arco del grafo di input, che va dal nodo i al nodo j , sia codificato come la coppia (i, j) .

Suggerimento: prima trovare i path di 2 archi (quindi con 3 nodi) con la tecnica vista a lezione: il Map genera per ogni arco (i, j) 2 coppie $(j, ("primo", i))$ e $(i, ("secondo", j))$ e il reduce analizza le coppie che hanno in comune la stessa chiave k e...

Esercizio 2 [8 punti]

Si consideri l'algoritmo *CURE* per il clustering di punti in uno spazio euclideo con d dimensioni.

Si dica in modo **sintetico e puntuale**, giustificando le risposte:

- Quali sono le assunzioni che tale algoritmo fa circa la conformazione dei cluster.
- Come viene identificato e memorizzato un cluster
- Se tale algoritmo è di tipo gerarchico e/o di tipo con assegnamento di punti

Infine, di descriva l'algoritmo evidenziando le sue varie fasi.

Esercizio 3 [9 punti]

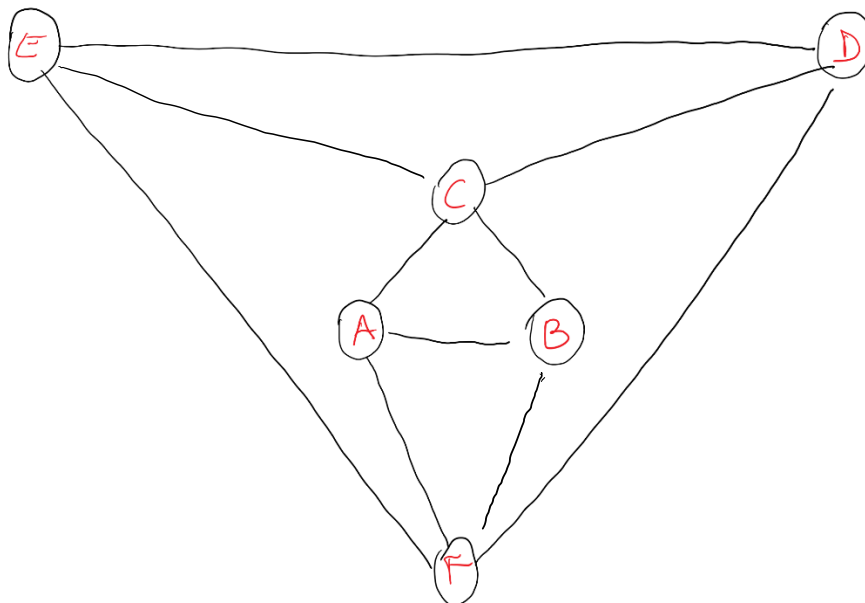
Si considerino gli insiemi descritti nella tabella qui sotto.

- [4 punti]** Si scriva la colonna dell'insieme S_2 in modo che la Jaccard Similarity tra S_1 e S_2 sia $2/5$ e la Jaccard Similarity tra S_2 e S_4 sia $1/2$.
- [5 punti]** Si calcoli, applicando il metodo visto a lezione ed evidenziando tutti i passaggi fatti riga per riga, la matrice delle firme minhash degli insiemi S_1, S_2, S_3, S_4 e S_5 secondo le permutazioni indotte dalle 3 funzioni hash evidenziate in tabella.

Riga	S_1	S_2	S_3	S_4	$(x+3) \bmod 7$	$(2x+1) \bmod 7$	$(3x-2) \bmod 7$
0	0		0	1	3		
1	1		0	1	4		
2	1		0	1	5		
3	1		0	1	6		
4	0		1	1	0		
5	0		1	0	1		
6	0		1	0	2		

Esercizio 4 [8 punti]

Si consideri la rete sociale in figura.



Applicando l'algoritmo **A-priori**, si individuino i cluster indotti da soglia di support uguale almeno a 2. Si mostri ogni passo della computazione effettuata.

Regole per lo svolgimento della prova scritta:

- Per svolgere il compito si hanno a disposizione **100** minuti
- Scrivere **subito** nome, cognome, matricola su OGNI FOGLIO.
- Durante la prova scritta **non** è possibile abbandonare l'aula.
- Non è ammesso **per nessun motivo** comunicare in qualsiasi modo con altre persone
- Non è possibile consultare appunti, libri e dispense.
- Qualsiasi strumento elettronico di calcolo o comunicazione (telefoni cellulari, calcolatrici, palmari, computer, etc...) deve essere **completamente disattivato** e **depositato in vista sulla cattedra**
- Mettere in vista sul banco un valido documento di identità.

Big data – Graph Mining

A.A. 2021/2022

Appello del 15 settembre 2022

Esercizio 1 (9 punti)

Si progettino (eventualmente utilizzando più step di computazione tra loro concatenati) le funzioni *Map* e *Reduce* per generare tutti i **cicli di lunghezza 3** in un **grafo diretto non pesato** $G=(V,E)$. Si assuma che un arco del grafo di input, che va dal nodo i al nodo j , sia codificato come la coppia (i, j) .

Suggerimento: prima trovare i path di 2 archi (quindi con 3 nodi) con la tecnica vista a lezione: il Map genera per ogni arco (i, j) 2 coppie $(j, ("primo", i))$ e $(i, ("secondo", j))$ e il reduce analizza le coppie che hanno in comune la stessa chiave k e...

Esercizio 2 (8 punti)

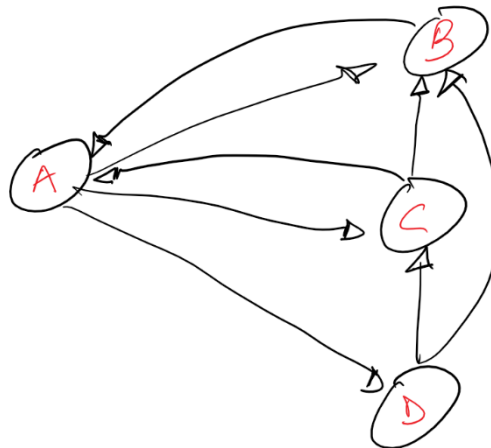
Si consideri l'algoritmo di *Bradley, Fayyad e Reina* per il clustering di punti in uno spazio euclideo con d dimensioni.

Si dica in modo **sintetico e puntuale**, giustificando la risposta:

- Se tale algoritmo è di tipo gerarchico o di tipo con assegnamento di punti
- L'assunzione di fondo che questo algoritmo fa sui punti di ogni cluster
- Come viene memorizzato in memoria un cluster, quanta memoria occupa tale memorizzazione e perché si memorizzano tali informazioni
- Cosa sono i *discard set*, i *compressed set* e i *retained set* e perché vengono chiamati così.

Esercizio 3 [9 punti]

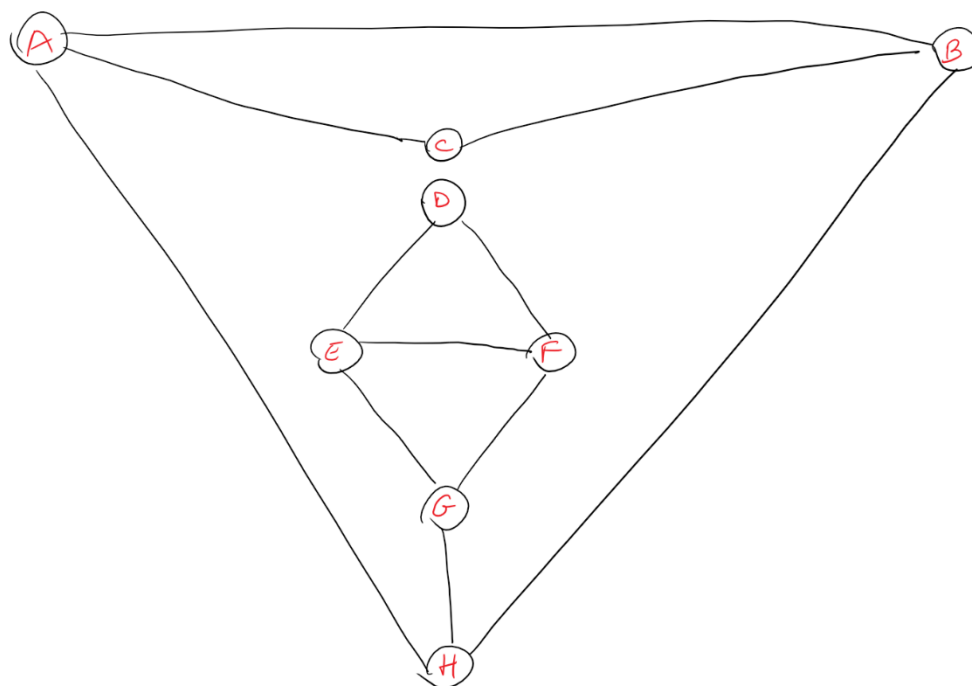
Si consideri la rete in figura.



- Scrivere le equazioni del sistema per il calcolo del PageRank, assumendo un parametro β di teleport generico.
- Calcolare come cambia il PageRank dopo una iterazione, a partire dai valori $p_A=0.4$ e $p_B= p_C= p_D=0.2$ (considerando $\beta=0.85$, e assumendo quindi che con probabilità $1-\beta=0.15$ un random surfer salti verso una pagina a caso).
- Si riscrivano le equazioni del punto a. nel caso in cui si voglia calcolare il topic-specific PageRank con insieme di teleport uguale a $\{A, B\}$.

Esercizio 4 [8 punti]

Si consideri la rete sociale in figura.



Si approssimi la **edge betweenness** (con l'algoritmo di Girvan–Newman) assumendo di considerare solo i contributi dovuti alle visite radicate ai nodi **a**, **g**, **f** ed **h**.

Si discuta se e come tale calcolo può portare a dividere il grafo in cluster, giustificando la risposta.

Regole per lo svolgimento della prova scritta:

- Per svolgere il compito si hanno a disposizione **100** minuti
- Scrivere **subito** nome, cognome, matricola su OGNI FOGLIO.
- Durante la prova scritta **non** è possibile abbandonare l'aula.
- Non è ammesso **per nessun motivo** comunicare in qualsiasi modo con altre persone
- **Non** è possibile consultare appunti, libri e dispense.
- Qualsiasi strumento elettronico di calcolo o comunicazione (telefoni cellulari, calcolatrici, palmari, computer, etc...) deve essere **completamente disattivato** e **depositato in vista sulla cattedra**
- Mettere in vista sul banco un valido documento di identità.