

UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI INGEGNERIA



*Corso di Laurea Magistrale in
Ingegneria Informatica e dell'Automazione*

Analisi Social Network in Game of Thrones

Progetto Data Science



Docenti:

PROF. URSINO DOMENICO
DOTT. MARCHETTI

Studenti:

NOVELLI GIOVANNI
CARDONI LORENZO
EL MECHRI RAHMI

ANNO ACCADEMICO 2023-2024

Indice

1	Introduzione	3
1.1	SNA	3
1.2	NetworkX	3
1.3	Visualizzazione della rete con <code>pyvis.network</code>	3
2	Dataset	4
2.1	Descrizione Grafo	4
2.2	Personaggi	6
3	Misure di centralità	8
3.1	Degree Centrality	8
3.2	Betweenness Centrality	9
3.3	Closeness Centrality	10
3.4	Eigenvector Centrality	11
3.5	PageRank	12
4	Struttura della rete e comunità	14
4.1	Triadi	14
4.2	Cliques	15
4.2.1	Risultati delle Clique	15
4.3	k-core	16
4.4	Comunità	17

Capitolo 1

Introduzione

Questo progetto applica metodi di analisi delle reti sociali a un dataset di interazioni tra i personaggi di Game of Thrones, utilizzando metriche di centralità e algoritmi di rilevamento delle comunità per estrarre informazioni chiave sui personaggi principali e le dinamiche sociali della serie.

 Repository GitHub

1.1 SNA

La Social Network Analysis (SNA) è una metodologia di studio delle relazioni sociali e delle interazioni umane, che precede l'avvento di piattaforme come Twitter e Facebook di almeno 30 anni. La SNA utilizza strumenti e concetti presi dalla teoria dei grafi per rappresentare e analizzare le reti sociali. In termini semplici, può essere descritta come uno "studio delle relazioni umane per mezzo della teoria dei grafi". Negli ultimi decenni, la SNA ha guadagnato popolarità, in particolare con l'emergere dei social media, poiché queste piattaforme forniscono enormi quantità di dati facilmente accessibili. Questo ha aperto nuove e remunerative opportunità di ricerca e applicazioni pratiche, che in precedenza erano limitate. Prima dell'avvento dei social media, la SNA era uno strumento di nicchia, studiato da pochi e scarsamente considerato. Con la diffusione delle Online Social Networks, lo scenario è cambiato radicalmente, facendo emergere la SNA come una metodologia centrale per analizzare e comprendere le interazioni online.

1.2 NetworkX

In questo progetto si farà uso della libreria NetworkX per lo studio delle reti secondo la teoria dei grafi. NetworkX fornisce diversi strumenti, grafici e non, per lo studio della struttura delle reti sociali e permette di lavorare con grandi dataset, in modo rapido ed efficiente.



Figura 1.1: Logo NetworkX

1.3 Visualizzazione della rete con `pyvis.network`

Per ottenere una visualizzazione interattiva della rete, è stata utilizzata la libreria `pyvis.network`. Questa libreria permette di esplorare graficamente i nodi e le connessioni del grafo, fornendo un'interazione più intuitiva e dinamica rispetto ai grafici statici. Gli utenti possono navigare tra i personaggi, esaminare le connessioni e analizzare visivamente le comunità e le influenze reciproche all'interno della rete.

Capitolo 2

Dataset

Il dataset di Game of Thrones rappresenta una rete di interazioni tra personaggi presenti nei primi cinque libri della serie, modellata in forma di grafo non orientato. Ogni nodo del grafo corrisponde a un personaggio, mentre gli archi rappresentano le connessioni o le interazioni tra i personaggi. Queste interazioni possono essere alleanze, conflitti, incontri o menzioni in comune.

2.1 Descrizione Grafo

Caratteristiche Principali:

- Numero di Personaggi: Questo grafo contiene N nodi (ovvero, personaggi unici).
- Numero di Interazioni: Il grafo è composto da E archi, rappresentanti le interazioni tra i personaggi.
- Peso degli Archi: Ogni arco ha un peso che rappresenta l'intensità o la frequenza delle interazioni tra due personaggi.
- Book: libro di provenienza della relazione

Questa struttura consente di analizzare le relazioni sociali e l'influenza dei personaggi all'interno della trama, offrendo uno strumento per esaminare le dinamiche e il ruolo centrale dei protagonisti. Con l'aiuto della libreria pandas e utilizzando la libreria NetworkX si è partiti con una descrizione del grafo, ottenendo le seguenti informazioni:

Numero totale di personaggi (Nodi): **796**

Numero totale di connessioni (Archi): **2823**

Attraverso il layout `kamada_kawai` di networkX, si è fornita una prima visualizzazione mostrata in figura 2.1.

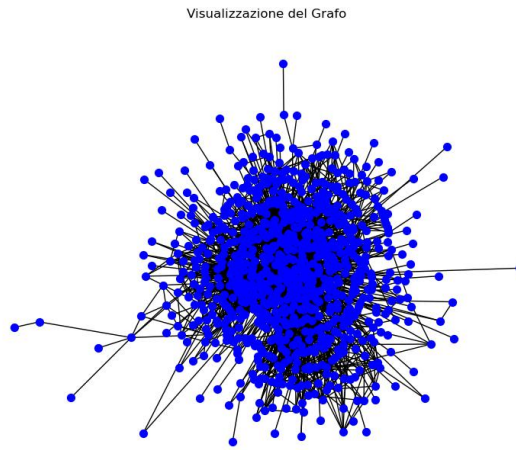


Figura 2.1: Grafo con networkX

Non soddisfatti del design, si è deciso di passare all'utilizzo della libreria pyvis network che ha fornito il grafico mostrato in figura 2.2. Il seguente grafico da la possibilità effettuare degli zoom e fornisce una dimensione più grande ai nodi con una degree centrality maggiore che approfondiremo successivamente.

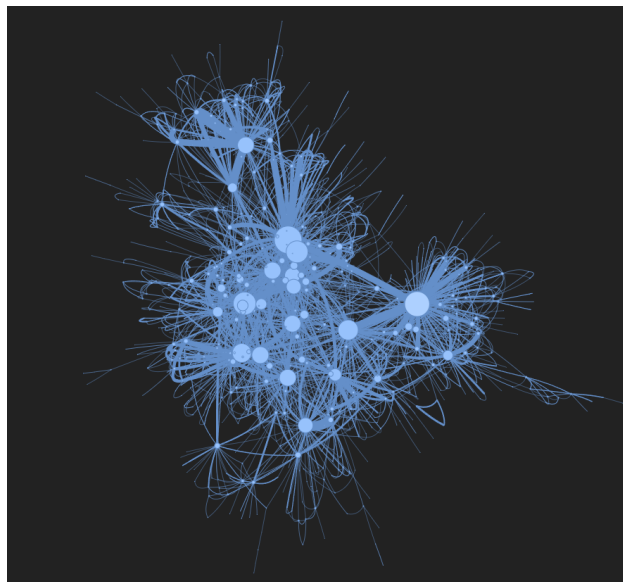


Figura 2.2: Grafo con pyvis

I 5 personaggi con maggior peso delle connessioni e quindi con maggiore influenza nella storia sono:

1. Tyrion-Lannister: 1148
2. Jon-Snow: 1143
3. Daenerys-Targaryen: 854
4. Arya-Stark: 758
5. Jaime-Lannister: 685
6. Stannis-Baratheon: 642
7. Cersei-Lannister: 625

2.2 Personaggi

Tra i personaggi del dataset, questi cinque spiccano per il peso elevato delle loro connessioni, indicando un ruolo centrale nelle interazioni con gli altri personaggi.

1. Tyrion Lannister — Peso Totale: 1148

- Ruolo nella Storia: Tyrion è il figlio minore di Tywin Lannister, caratterizzato da grande intelligenza e ironia. Come membro della potente Casa Lannister, attraversa molte avventure e rivalità, guadagnando sia alleati che nemici, tra cui la propria famiglia.
- Importanza nella Rete: Tyrion ha il peso più elevato nel grafo, indicando una vasta rete di relazioni. Le sue alleanze e scontri con altri personaggi influenzano notevolmente le trame politiche della storia. Infatti, durante il corso della storia lui creerà diverse alleanze.

2. Jon Snow — Peso Totale: 1143

- Ruolo nella Storia: Jon è il figlio bastardo di Eddard Stark e uno dei personaggi più nobili e leali della saga. Diventa un membro e in seguito leader dei Guardiani della Notte.
- Importanza nella Rete: La sua alta centralità riflette le numerose interazioni con diverse fazioni, dai Guardiani della Notte agli Stark e persino con i Brutti. È un personaggio cardine, poiché interagisce con numerosi gruppi e individui diversi.

3. Daenerys Targaryen — Peso Totale: 854

- Ruolo nella Storia: Ultima discendente della Casa Targaryen, Daenerys è stata condannata all'esilio nella terra di Essos, ma gradualmente costruisce un esercito e una legittimità per reclamare il Trono di Spade.
- Importanza nella Rete: Il peso delle sue connessioni riflette la crescita della sua influenza mentre si costruisce un seguito e affronta vari nemici. Le sue interazioni si espandono mano a mano che avanza verso Westeros, rendendola un nodo centrale in espansione.

4. Arya Stark — Peso Totale: 758

- Ruolo nella Storia: La giovane Arya, figlia di Eddard Stark, ha una storia di sopravvivenza e vendetta. Dopo la morte del padre, intraprende un viaggio che la porta a diventare un'assassina abile e una donna indipendente.
- Importanza nella Rete: Le connessioni di Arya riflettono il suo percorso di crescita, dove incontra numerosi personaggi e si adatta a vari ambienti. La sua centralità rappresenta le molte tappe e relazioni formate nel suo viaggio.

5. Jaime Lannister — Peso Totale: 685

- Ruolo nella Storia: Jaime, soprannominato "Sterminatore di Re," è il figlio maggiore della Casa Lannister e fratello di Tyrion e Cersei. È un personaggio complesso, noto per il suo talento come combattente e per le sue azioni controverse.
- Importanza nella Rete: Jaime è centrale in molte interazioni, specialmente in conflitti e alleanze. Le sue relazioni familiari e la sua progressiva trasformazione morale lo rendono un personaggio influente con legami chiave, soprattutto con altre figure di spicco di altre fazioni.

6. Stannis-Baratheon - Peso Totale: 642

- Ruolo nella Storia: Stannis è il fratello minore di Robert Baratheon e uno dei principali contendenti al Trono di Spade. Famoso per il suo senso incrollabile del dovere e della giustizia, è determinato a rivendicare ciò che ritiene essere suo diritto di nascita, nonostante le sfide e l'isolamento che lo accompagnano. La sua alleanza con la sacerdotessa Melisandre lo porta a compiere scelte drastiche e spesso controverse.
- Importanza nella Rete: Stannis ha un ruolo cruciale come personaggio di connessione con varie fazioni, tra cui i Guardiani della Notte e gli abitanti di Westeros. La sua centralità evidenzia la sua posizione come leader militare e la tensione delle sue relazioni, che spaziano da alleanze instabili a rivalità significative. Il peso della sua rete rispecchia la sua influenza strategica e le interazioni decisive con personaggi chiave.

7. Cersei-Lannister - Peso Totale: 625

- Ruolo nella Storia: Cersei è la regina consorte e una delle figure politiche più astute e ambiziose della saga. Figlia di Tywin Lannister e sorella di Tyrion e Jaime, la sua sete di potere e il desiderio di proteggere la propria famiglia la portano a intraprendere azioni spesso crudeli e calcolate. È motivata dal suo amore per i figli e dalla volontà di consolidare il potere della Casa Lannister a qualunque costo.
- Importanza nella Rete: Cersei è una figura di alta centralità, con un'influenza che si estende su una vasta rete di alleati e avversari. Le sue relazioni strategiche e le rivalità feroci, specialmente contro i membri di altre casate nobili, delineano la sua influenza nelle trame di potere. Il peso della sua rete riflette le complesse dinamiche di alleanze e tensioni che Cersei manipola abilmente per mantenere il controllo.

Capitolo 3

Misure di centralità

A causa della complessità e della dimensione della rete sociale, l'analisi completa di una rete richiede spesso campionamenti di essa. Il modo in cui viene effettuato il campionamento è cruciale e lo andremo a decidere in base alle misure di centralità. Queste misure ci aiutano a identificare i nodi più influenti o strategici all'interno della rete.

3.1 Degree Centrality

La *degree centrality* è una metrica che identifica i nodi più "popolari" nella rete, ovvero quelli con il maggior numero di connessioni dirette (archi). Un nodo con una degree centrality elevata è centrale nella rete e ha il potenziale di influenzare un numero considerevole di altri nodi. Questa centralità è particolarmente utile per individuare i personaggi di maggiore rilevanza all'interno della trama.

In *Game of Thrones* (GoT), osserviamo che tra i N nodi solo alcuni presentano un valore di degree centrality elevato. Questo indica una struttura di rete in cui pochi personaggi svolgono ruoli centrali e interagiscono frequentemente, mentre la maggioranza dei nodi rappresenta personaggi secondari o comparse, con interazioni limitate. La Figura 3.1 visualizza queste differenze di centralità nella rete, mostrando un'intensità di connessioni concentrate su pochi nodi.

Inoltre, dall'istogramma in Figura 3.2 emerge che i personaggi principali con il maggior numero di connessioni sono Tyrion Lannister, Jon Snow, Jaime Lannister, Cersei Lannister, Stannis Baratheon e Arya Stark. Questi personaggi formano un nucleo centrale nella storia, intorno a cui si sviluppano molteplici eventi e relazioni. Dopo questi sei personaggi, il valore di degree centrality mostra un calo, stabilizzandosi negli ultimi tre personaggi della top 9. Questo andamento suggerisce una struttura a concentrazione centrale, dove poche figure detengono gran parte delle connessioni, contribuendo in modo significativo alle interazioni sociali all'interno della rete.

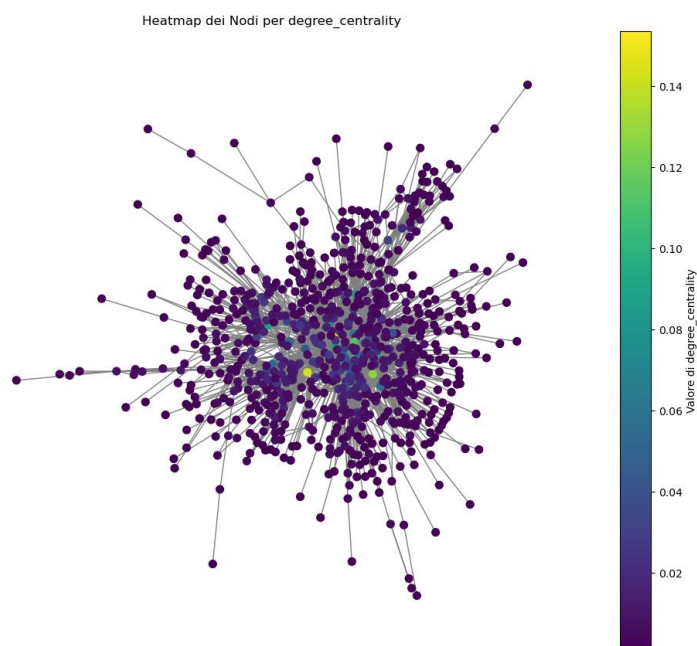


Figura 3.1: Degree Centrality Heatmap

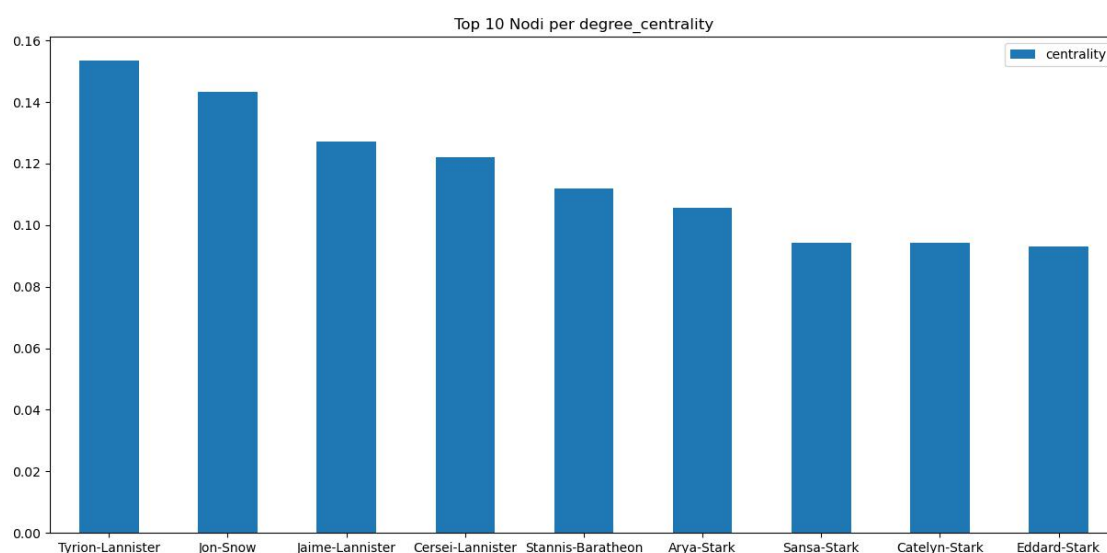


Figura 3.2: Degree Centrality Istogramma

3.2 Betweenness Centrality

La *betweenness centrality* misura l'importanza dei nodi come "collo di bottiglia" o "ponti" all'interno della rete. I nodi con alta *betweenness centrality* svolgono un ruolo cruciale nella trasmissione delle informazioni, poiché molteplici cammini più brevi tra altri nodi passano attraverso di essi. Questi nodi possono quindi influenzare la comunicazione o il flusso di dati all'interno della rete.

In *Game of Thrones* (GoT), solo pochi nodi agiscono come ponti significativi tra le varie comunità e parti della rete. La Figura 3.3 mostra come questi nodi ad alta centralità si distribuiscano nella rete, evidenziando quelli che fungono da collegamento. L'istogramma in Figura 3.4 rivela che Jon Snow ha la *betweenness centrality* più alta, seguito da Tyrion Lannister. Dopo questi due, il valore della *betweenness centrality* diminuisce in modo graduale, scendendo più lentamente rispetto alla distribuzione di altre centralità. Questo suggerisce che, sebbene vi siano pochi nodi con alta centralità, esiste una certa varietà di nodi che fungono da collegamento tra le comunità, contribuendo in modo rilevante alle dinamiche sociali della trama.



Figura 3.3: Betweenness Centrality Heatmap

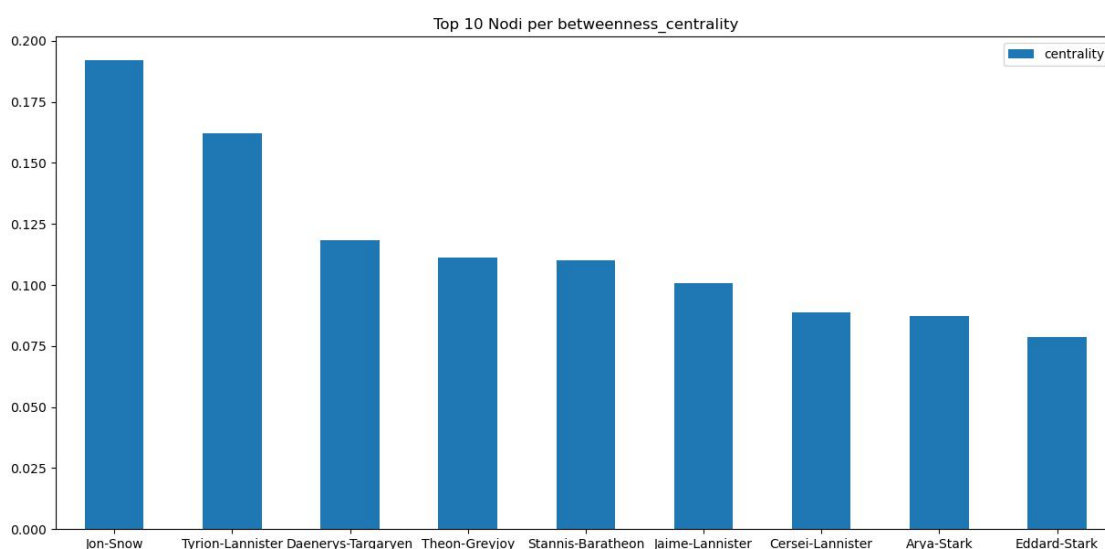


Figura 3.4: Betweenness Centrality Istogramma

3.3 Closeness Centrality

La *closeness centrality* misura quanto un nodo sia vicino agli altri nodi della rete. Più centrale è un nodo, più breve sarà la distanza media che lo separa dagli altri nodi. Il calcolo di questa metrica si basa sull'algoritmo di Dijkstra, che determina il percorso più breve tra ciascuna coppia di nodi. La *closeness centrality* di un nodo si ottiene sommando le distanze minime tra quel nodo e tutti gli altri, e calcolandone il reciproco. Nodi con una *closeness centrality* elevata sono particolarmente efficaci nel diffondere rapidamente informazioni attraverso la rete.

In *Game of Thrones* (GoT), a differenza delle altre misure, la *closeness centrality* mostra una rete ben connessa, come visibile nella Figura 3.5. L'istogramma riportato in Figura 3.6 indica che i personaggi principali presentano valori di *closeness centrality* simili, suggerendo che la rete è strutturata in modo tale da consentire una trasmissione rapida delle informazioni tra i nodi principali. Questo risultato riflette una trama narrativa in cui le interazioni tra i protagonisti avvengono in

modo relativamente rapido, facilitando l'accesso all'informazione in diversi punti della rete.

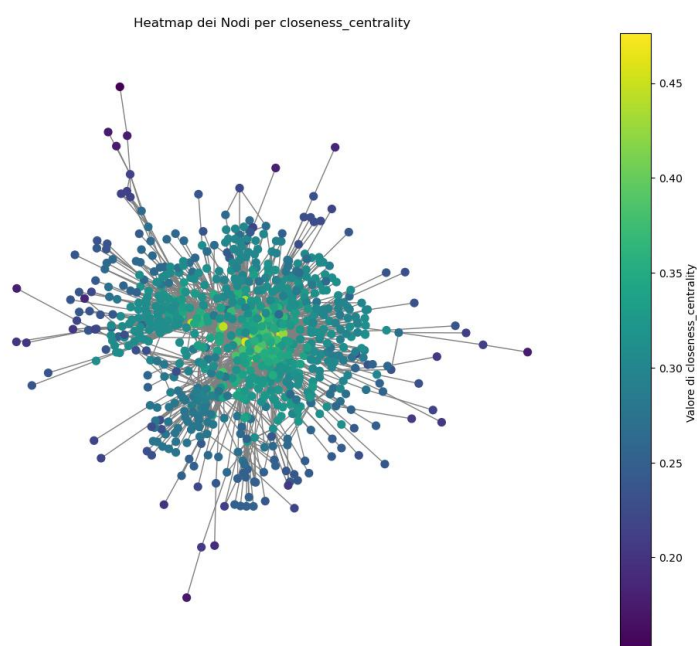


Figura 3.5: Closeness Centrality Heatmap

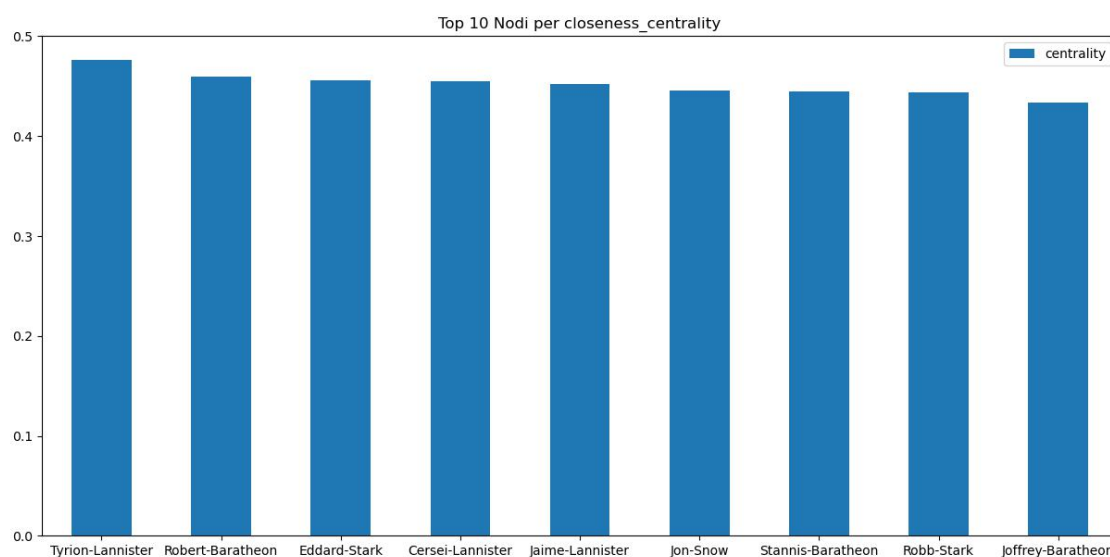


Figura 3.6: Closeness Centrality Istogramma

3.4 Eigenvector Centrality

La *eigenvector centrality* valuta l'importanza di un nodo in funzione dell'importanza dei suoi vicini. Un nodo ottiene un'elevata eigenvector centrality se è collegato a molti altri nodi che, a loro volta, possiedono alta centralità. Questo concetto è collegato al ruolo di una *éminence grise*, ovvero un individuo che esercita un'influenza significativa ma indiretta attraverso le sue connessioni.

In *Game of Thrones* (GoT), non molti nodi risultano collegati a personaggi di grande rilevanza, come evidenziato nella Figura 3.7. Nell'istogramma in Figura 3.8, emerge addirittura l'assenza di Jon Snow tra i personaggi principali in termini di eigenvector centrality. Questo risultato suggerisce che Jon Snow tende a circondarsi di personaggi meno influenti, i quali agiscono in alcuni casi come portavoce o intermediari. D'altra parte, Tyrion Lannister occupa il primo posto in questa metrica,

riflettendo il suo ruolo centrale e le numerose interazioni significative che stabilisce durante le sue avventure. Questo andamento sottolinea come l'eigenvector centrality sia in grado di evidenziare figure di influenza più indiretta e distribuita nella rete.



Figura 3.7: Eigenvector Centrality Heatmap

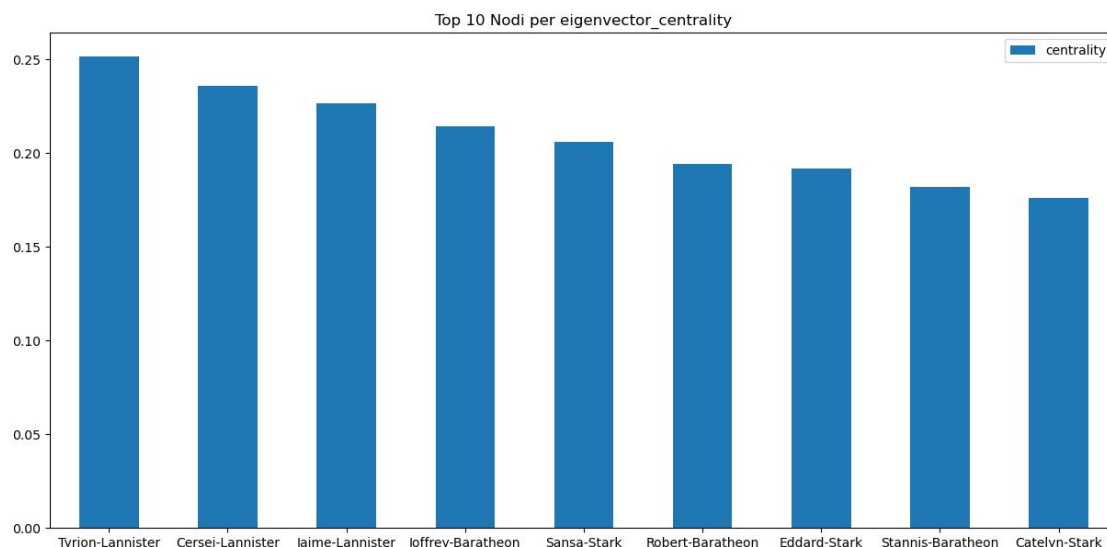


Figura 3.8: Eigenvector Centrality Istogramma

3.5 PageRank

Il *PageRank*, inizialmente sviluppato per classificare le pagine web, può essere applicato anche alle reti sociali. Questa metrica si basa sui collegamenti in ingresso, attribuendo maggior valore ai nodi che, tramite percorsi indiretti, risultano più facilmente accessibili. Un nodo con alto PageRank è quindi un nodo con maggiore probabilità di essere raggiunto durante la navigazione attraverso la rete.

Nel caso di *Game of Thrones* (GoT), l'analisi del PageRank mostra che solo una selezione limitata di nodi ha una probabilità elevata di essere raggiunta (Figura 3.9). L'istogramma della Figura 3.10 conferma come Jon Snow e Tyrion Lannister si trovino al primo e al secondo posto in termini di

PageRank, rispettivamente. Questo suggerisce che essi siano i personaggi più "accessibili" nella rete, ovvero quelli verso cui convergono molti percorsi, rendendoli figure centrali e rilevanti per la navigazione delle connessioni nella trama.

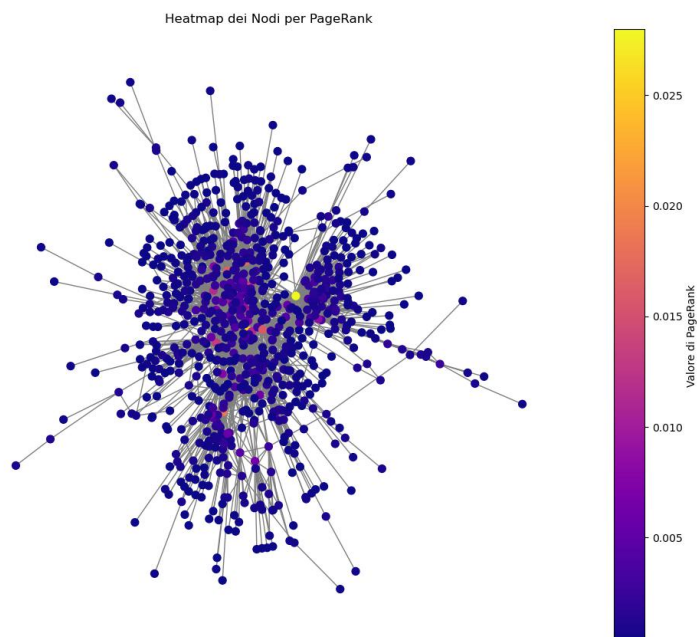


Figura 3.9: PageRank Heatmap

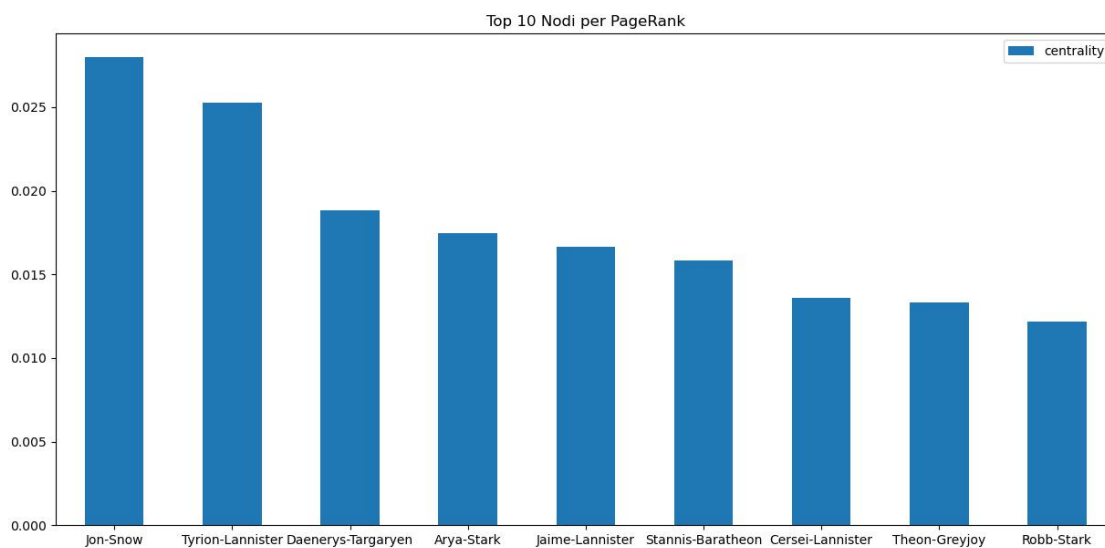


Figura 3.10: PageRank Istogramma

Capitolo 4

Struttura della rete e comunità

Le misure di centralità sono strumenti utili per comprendere la struttura e le dinamiche di una rete sociale, ma offrono solo una visione parziale. Sebbene indichino quali nodi siano più centrali o connessi, non spiegano le ragioni alla base della popolarità di un nodo né rivelano come le persone tendano a unirsi in gruppi o comunità.

Per approfondire questi aspetti, è utile considerare ulteriori metriche e strutture della rete, come le *triadi*, il più piccolo insieme di persone che formano una rete sociale. Le triadi e altre strutture più complesse evidenziano i modelli di connessione su scala ridotta e forniscono indizi sul comportamento di gruppo e sulle dinamiche di alleanza. Questo tipo di analisi ci consente di identificare gruppi coesi, influenze reciproche, e possibili tensioni o collaborazioni tra le comunità.

4.1 Triadi

Le triadi sono insiemi di tre nodi che rappresentano la struttura di base per studiare le connessioni e le interazioni locali nella rete. Ogni triade si forma con tutte le possibili combinazioni di archi che collegano tre nodi. In questo modo, analizzare le triadi consente di evidenziare le connessioni più forti tra piccoli gruppi di personaggi, rivelando relazioni significative e alleanze strategiche.

Nell'analisi della rete di *Game of Thrones* (GoT), le 10 triadi con peso totale più elevato risultano le seguenti:

1. Triade ['Daenerys-Targaryen', 'Barristan-Selmy', 'Hizdahr-zo-Loraq'] - Peso Totale: 213
2. Triade ['Daenerys-Targaryen', 'Quentyn-Martell', 'Hizdahr-zo-Loraq'] - Peso Totale: 169
3. Triade ['Daenerys-Targaryen', 'Daario-Naharis', 'Hizdahr-zo-Loraq'] - Peso Totale: 160
4. Triade ['Daenerys-Targaryen', 'Hizdahr-zo-Loraq', 'Skahaz-mo-Kandaq'] - Peso Totale: 158
5. Triade ['Daenerys-Targaryen', 'Barristan-Selmy', 'Quentyn-Martell'] - Peso Totale: 155
6. Triade ['Jon-Snow', 'Stannis-Baratheon', 'Melisandre'] - Peso Totale: 153
7. Triade ['Daenerys-Targaryen', 'Barristan-Selmy', 'Daario-Naharis'] - Peso Totale: 143
8. Triade ['Daenerys-Targaryen', 'Missandei', 'Hizdahr-zo-Loraq'] - Peso Totale: 139
9. Triade ['Jon-Snow', 'Tyrion-Lannister', 'Stannis-Baratheon'] - Peso Totale: 132
10. Triade ['Daenerys-Targaryen', 'Barristan-Selmy', 'Skahaz-mo-Kandaq'] - Peso Totale: 129

In questa classifica delle triadi più forti, spiccano le alleanze e le interazioni intorno a *Daenerys Targaryen*, dimostrando il peso delle sue connessioni sociali. Daenerys forma il centro di più triadi rispetto ad altri personaggi, evidenziando il suo ruolo strategico e il suo vasto network di supporto. Questo avviene durante la fase di acquisizione di popolarità e potere politico. Al contrario, *Jon Snow* e *Tyrion Lannister* compaiono insieme solo in una triade, che li vede affiancati da *Stannis*

Baratheon, il fratello minore del Re *Robert Baratheon*. Questa triade mette in luce un'alleanza temporanea tra personaggi che svolgono ruoli cruciali nelle dinamiche politiche e nelle guerre della serie.

4.2 Cliques

Una *clique* è definita come un sottoinsieme completo massimale di un grafo, ovvero un gruppo di nodi in cui ciascuno è connesso direttamente a tutti gli altri. "Massimale" significa che nessun altro nodo può essere aggiunto alla clique senza rompere questa proprietà di connessione completa. Essenzialmente, una clique può essere vista come un insieme di triadi chiuse sovrapposte, ereditando molte delle proprietà legate alla creazione di cultura e all'amplificazione delle influenze, caratteristiche delle triadi chiuse. Nell'analisi della rete di *Game of Thrones*, sono state trovate numerose clique che mostrano gruppi sociali intensamente interconnessi, riflettendo i legami forti e le alleanze tra i personaggi.

4.2.1 Risultati delle Clique

I risultati dell'analisi delle clique per dimensione sono riassunti di seguito:

- Totale delle clique di dimensione maggiore di 4 nodi trovate: 681

Distribuzione delle clique per dimensione:

- Clique di dimensione 4: 223
- Clique di dimensione 5: 179
- Clique di dimensione 6: 102
- Clique di dimensione 7: 68
- Clique di dimensione 8: 32
- Clique di dimensione 9: 35
- Clique di dimensione 10: 18
- Clique di dimensione 11: 16
- Clique di dimensione 12: 5
- Clique di dimensione 13: 2
- Clique di dimensione 14: 1

La clique massima trovata è composta da 14 nodi, come mostrato in Figura 4.1. Nonostante l'importanza di *Jon Snow* nella storia, egli non è presente in questa clique massima, che include invece *Tyrion Lannister*. Questa assenza suggerisce come Jon, pur essendo un personaggio centrale, non sia parte dei gruppi di connessioni completamente interconnessi più ampi, ma piuttosto operi in contesti di alleanze più ristrette, flessibili e distanti dalle alleanze che si verificano nel corso della storia.

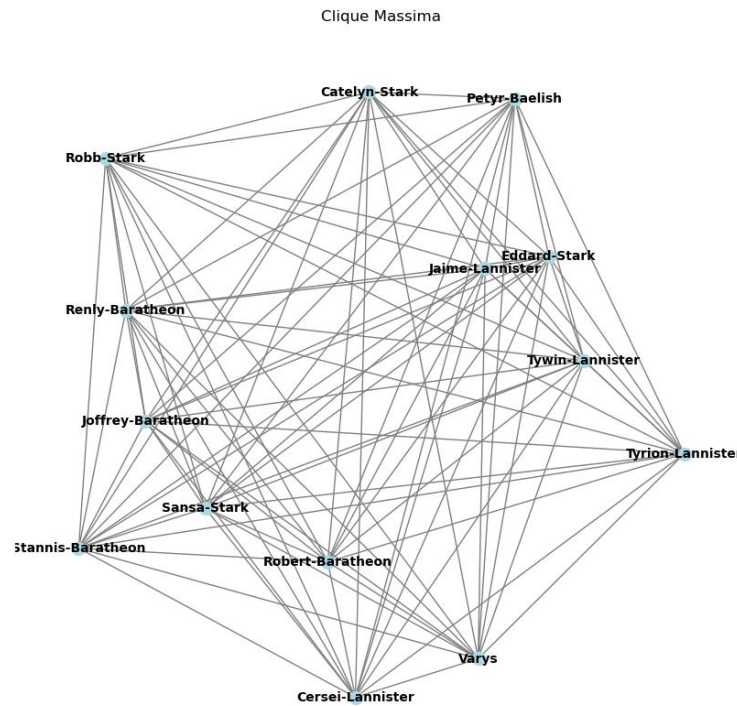


Figura 4.1: Clique Massima di 14 nodi

La clique massima è composta dalle famiglie Stark, Lannister e Baratheon. Rappresenta un preciso momento nella storia, da cui successivamente si amplierà la trama di GoT. Questi collegamenti sono dovuti dal fatto che la Famiglia Baratheon e la famiglia Lannister erano alleati attraverso il matrimonio di Robert e Cersei. Dopo la morte di Robert, salì al potere il figlio Joffrey e come sposa Sansa Stark, così da formare una nuova alleanza tra le famiglie Lannister e Stark. Per motivi di trama, a causa dell'omicidio di Eddard Stark, questa nuova alleanza viene mancata, creando un grande numero di conflitti in tutta Westeros. Questo dimostra che una rete con densità molto alta e soggetta ad un conflitto porta a molteplici conflitti. Il che suggerisce di fare attenzione alle alleanze che si vogliono stabilire.

4.3 k-core

Il *k-core* è una tecnica per individuare sottoinsiemi di nodi all'interno di una rete, che rilassa ulteriormente la definizione di clique e k-plex. In un *k-core*, ogni nodo è collegato ad almeno k altri nodi del gruppo, consentendo un'inclusione più ampia rispetto al modello k-plex, dove ogni nodo è connesso ad almeno $N - k$ altri nodi della clique. A seconda del contesto, le *N-clique*, i *k-plex* e i *k-core* possono risultare utili, poiché offrono prospettive diverse sulle dinamiche di gruppo.

Grazie al modello *k-core*, è possibile individuare gruppi massimali di nodi che mantengono una certa connettività tra loro anche in reti con strutture complesse, come quella di *Game of Thrones*. Variare il valore di k permette di esplorare come le strutture dei gruppi cambino in base al livello di connessione minimo richiesto.

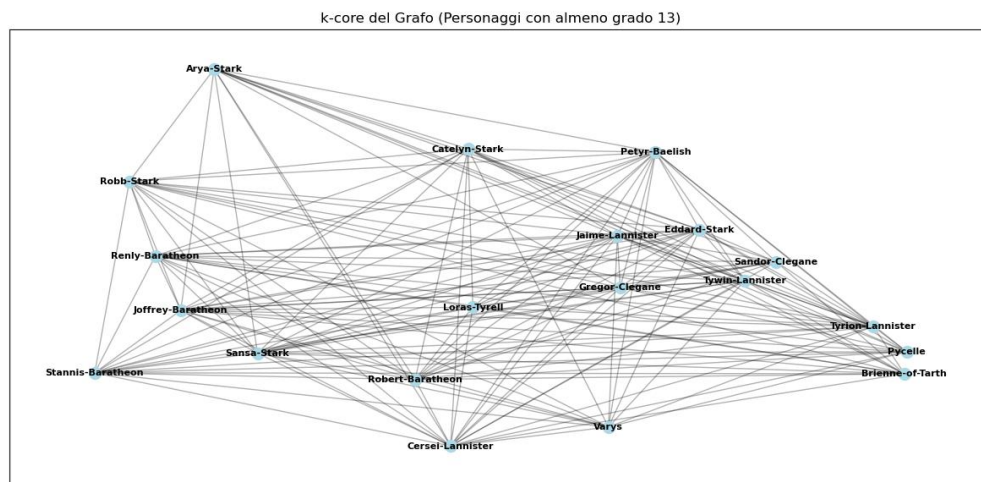


Figura 4.2: k-core massimo

Nella nostra analisi, il k -core massimo trovato ha un valore di 13, come mostrato in Figura 4.2, e contiene un totale di 20 nodi. In aggiunta alla clique da 14 nodi, questo k -core include alcuni personaggi chiave che non erano presenti nella clique massima, ma che ricoprono ruoli rilevanti nella storia. Questi personaggi aggiuntivi sono:

- Arya-Stark
- Loras-Tyrell
- Gregor-Clegane
- Sandor-Clegane
- Pycelle
- Brienne of Tarth

Arya fa parte della famiglia Stark, i Clegane sono delle guardie fedeli dei Lannister, Loras Tyrell un nobile di un'altra famiglia, Pycelle era il consigliere di Robert e Brienne of Tarth era la guardia degli Stark.

L'inclusione di questi personaggi nel k -core massimo riflette la rilevanza di connessioni critiche meno dirette che si formano tra alcuni dei principali attori della trama, ampliando così l'interpretazione delle dinamiche sociali e delle alleanze tra i personaggi di *Game of Thrones*.

4.4 Comunità

Come ultima analisi, vogliamo identificare le comunità all'interno della nostra rete sociale. Sarà interessante osservare se, attraverso il metodo Louvain Community Detection Algorithm, è possibile individuare le famiglie o le comunità di personaggi.

Il **Louvain Community Detection Algorithm** è un metodo di analisi delle reti sociali per rilevare le comunità o gruppi di nodi fortemente connessi tra loro all'interno di una rete. Si basa sull'ottimizzazione della modularità, una misura della densità delle connessioni all'interno delle comunità rispetto alle connessioni tra comunità diverse. L'algoritmo si articola in due fasi iterative:

1. **Assegnazione locale di nodi a comunità:** all'inizio, ciascun nodo è assegnato a una comunità separata. Successivamente, ogni nodo viene spostato nella comunità vicina se questo spostamento incrementa la modularità totale della rete. La modularità misura quanto i nodi siano più connessi all'interno delle comunità rispetto alle connessioni tra comunità.

2. **Aggregazione delle comunità:** le comunità identificate vengono compresse in super-nodi, e il processo viene ripetuto per iterazioni successive. Ogni iterazione produce una struttura sempre più condensata della rete, finché la modularità non si stabilizza e non ci sono ulteriori miglioramenti.

Utilizzando la libreria `community`, sono state trovate un totale di 11 comunità, le cui dimensioni e le figure più popolari sono riportate di seguito:

- Dimensione della comunità 0: 109
Persona più popolare della comunità 0: Jaime-Lannister
- Dimensione della comunità 1: 91
Persona più popolare della comunità 1: Catelyn-Stark
- Dimensione della comunità 2: 76
Persona più popolare della comunità 2: Sansa-Stark
- Dimensione della comunità 3: 82
Persona più popolare della comunità 3: Daenerys-Targaryen
- Dimensione della comunità 4: 165
Persona più popolare della comunità 4: Jon-Snow
- Dimensione della comunità 5: 14
Persona più popolare della comunità 5: Alleras
- Dimensione della comunità 6: 62
Persona più popolare della comunità 6: Tyrion-Lannister
- Dimensione della comunità 7: 60
Persona più popolare della comunità 7: Arya-Stark
- Dimensione della comunità 8: 65
Persona più popolare della comunità 8: Theon-Greyjoy
- Dimensione della comunità 9: 24
Persona più popolare della comunità 9: Myrcella-Baratheon
- Dimensione della comunità 10: 48
Persona più popolare della comunità 10: Asha-Greyjoy

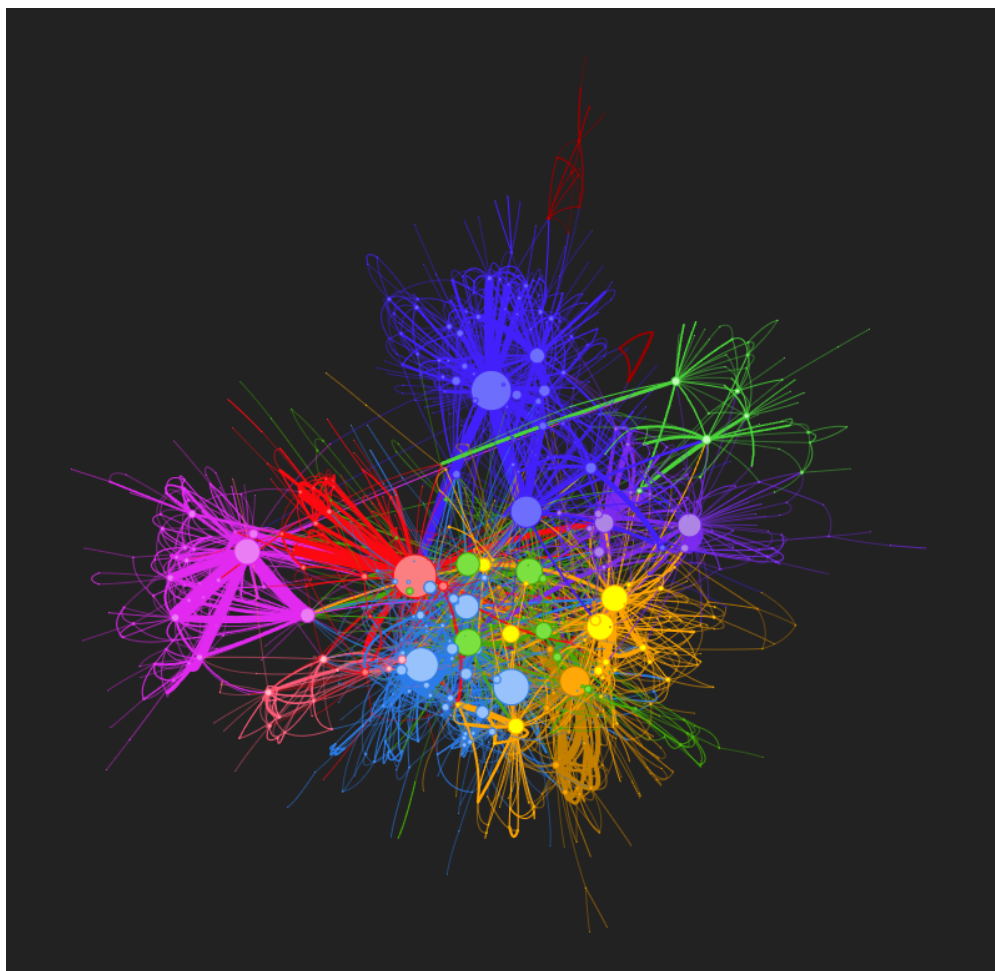


Figura 4.3: Grafo con comunità

Trascurando le comunità con un numero di nodi inferiore a 30, otteniamo 9 comunità. I nodi blu sono collegati a Jon Snow, i nodi rossi a Tyrion Lannister, i nodi rosa a Daenerys Targaryen, i nodi azzurri al centro a Jaime Lannister, i nodi verde chiaro al centro a Sansa Stark, i nodi gialli a Catelyn Stark, e i nodi arancioni a Arya Stark. I nodi viola, invece, sono connessi a Theon Greyjoy.



Figura 4.4: Mappa GoT

Dai risultati ottenuti possiamo allocare geograficamente le varie comunità, facendo riferimento alla mappa in Figura 4.4. Partendo dal centro del grafo in Figura 4.3 dove troviamo un intreccio di relazioni tra le comunità, possiamo collocarlo nel cuore del continente di Westeros, principalmente nella zona che va dal Grande Inverno all'Alto Giardino. L'intersezione di queste comunità è dovuta alle varie dinamiche sociali (alleanze, guerre, tradimenti, ...) per conquistare il trono di spade. In questa zona del grafo troviamo le comunità legate a: famiglia Stark (Comunità 1, 2, 7, che racchiudono Catelyn, Sansa e Arya), famiglia Lannister (Comunità 0 che racchiude Jaime e Cersei, Comunità 6 che racchiude Tyrion)) e la famiglia dei Greyjoy (Comunità 8, 10, racchiude Theon e Asha).

La comunità 4 legata a Jon Snow, la possiamo allocare nell'alto nord di Westeros. Questo risultato è dovuto al fatto che nella storia Jon Snow entra a far parte nei Guardiani della Notte, successivamente entra in contatto con i Brutti, che vivono nell'estremo Nord del continente, ed espande ulteriormente la sua comunità in questa zona.

La comunità 5 che racchiude Daenerys si può allocare a Essos, nel continente ad est di Westeros. Infatti, essendo costretta all'esilio da Westeros crea la sua comunità (alleanze, potere politico, ...) in questo continente.

È interessante notare, in alto a destra, un collegamento di archi rossi (Figura 4.5) che unisce la comunità blu a quella viola, attraverso i personaggi Gared, Waymar Royce e Will, i quali appaiono nel prologo del primo libro. Questo collegamento rimanda al fatto che il prologo della serie presenta questi tre personaggi come figure centrali, sottolineando ulteriormente le connessioni narrative all'interno della rete sociale di *Game of Thrones*.

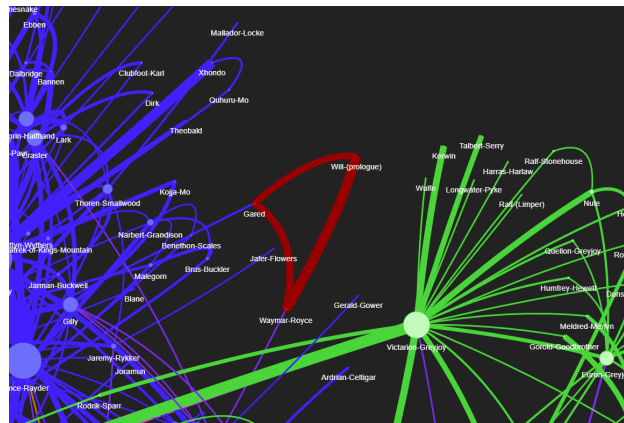


Figura 4.5: Prologo

Elenco delle figure

1.1	Logo NetworkX	3
2.1	Grafo con networkX	5
2.2	Grafo con pyvis	5
3.1	Degree Centrality Heatmap	9
3.2	Degree Centrality Istogramma	9
3.3	Betweenness Centrality Heatmap	10
3.4	Betweenness Centrality Istogramma	10
3.5	Closeness Centrality Heatmap	11
3.6	Closeness Centrality Istogramma	11
3.7	Eigenvector Centrality Heatmap	12
3.8	Eigenvector Centrality Istogramma	12
3.9	PageRank Heatmap	13
3.10	PageRank Istogramma	13
4.1	Clique Massima di 14 nodi	16
4.2	k-core massimo	17
4.3	Grafo con comunità	19
4.4	Mappa GoT	20
4.5	Prologo	21