

# Analisi delle Reti Sociali Applicata ad Internet

ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA – A.A. 2019-2020  
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATICA – COD. 8028  
ALESSANDRO SERRA – 0000891061

STUDIO  
COMPARATIVO DI  
RETI RIGUARDANTI  
ORGANIZZAZIONI  
MALAVITOSE

## INDICE

Introduzione .....	2
Tecnologie Utilizzate.....	2
UCINET Datasets .....	2
Gephi.....	3
NetworkX .....	3
Dati calcolati .....	3
Datasets .....	5
Italian Gangs .....	5
London Gang.....	8
Montreal Street Gangs.....	11
Conclusioni.....	14
Riferimenti .....	15
Bibliografia .....	15
Sitografia.....	15
Licenza .....	15

## INTRODUZIONE

L'analisi svolta e trattata nel seguente documento ha lo scopo di effettuare uno studio comparativo di alcuni network riguardanti la strutturazione di organizzazioni malavitose provenienti da contesti sociali e culturali differenti tra di loro, in modo tale da trovare eventuali somiglianze fra di loro nonostante i contesti molto differenti, lo studio è stato svolto attraverso una analisi prettamente di stampo matematico dei dati, che a loro volta sono stati rappresentati graficamente per dare una idea anche visuale della strutturazione delle reti prese in esame.

Oltre a una lettura comparativa dei dataset presi in esame, si è cercato di dare una interpretazione dei singoli riguardo la loro strutturazione, per evidenziare eventuali gruppi o comunità rilevanti al loro interno, per provare anche ad orientare un eventuale indagine di tipo investigativo qualora si volesse partire dai dataset presi in esame.

## TECNOLOGIE UTILIZZATE

### UCINET DATASETS



# UCINET Software

Tutte le reti analizzate e i grafi mostrati sono stati reperiti nella repository messa a disposizione da UCINET (<https://sites.google.com/site/ucinetsoftware/datasets>), repository che fornisce vari datasets sotto forma di sociomatrici, nel formato CSV, comma-separated values, quindi utilizzabili e leggibili da vari software disponibili per l'analisi di reti sociali, o più in generale di network.

Ogni rete disponibile sulla repository è fornita di una descrizione più o meno dettagliata del dataset, in particolar modo per l'elaborazione di questo studio sono state prese in esame le seguenti reti:

- Italian Gangs  
[\[https://sites.google.com/site/ucinetsoftware/datasets/covert-networks/italiangangs\]](https://sites.google.com/site/ucinetsoftware/datasets/covert-networks/italiangangs)  
Sociomatrice formata da 67 nodi, rappresentanti i membri di varie organizzazioni criminali italiane, e da 228 archi, rappresentanti relazioni di contatto o alleanza fra i vari attori presenti nella rete.
- London Gang  
[\[https://sites.google.com/site/ucinetsoftware/datasets/covert-networks/londongang\]](https://sites.google.com/site/ucinetsoftware/datasets/covert-networks/londongang)  
Sociomatrice formata da 54 nodi, rappresentanti i membri di organizzazioni criminali attive nella città di Londra, Regno Unito, negli anni compresi fra il 2005 e il 2009, i dati fanno riferimento agli arresti avvenuti in quel periodo e le relazioni presenti, 630 archi, rappresentano un qualunque tipo di contatto di alleanza o amicizia fra i vari criminali arrestati.
- Montreal Street Gangs  
[\[https://sites.google.com/site/ucinetsoftware/datasets/covert-networks/montrealstreetgangs\]](https://sites.google.com/site/ucinetsoftware/datasets/covert-networks/montrealstreetgangs)  
Sociomatrice formata da 33 nodi, rappresentanti le organizzazioni criminali attive nella città di Montreal, Canada, organizzazioni principalmente coinvolte nel traffico di sostanze stupefacenti, i 153 archi presenti rappresentano le varie alleanze e relazioni di contatto fra le gang coinvolte in questo traffico illecito, i dati si basano sugli arresti avvenuti nel 2005.

I network presi in esame entrano a far parte di una categoria denominata "Covert networks", ovvero sono reti all'interno delle quali qualche elemento o dato non è noto, spesso per mancanza di informazioni certe, e appunto per questo motivo spesso questa tipologia di network sono la base di attività investigative, con lo scopo di ipotizzare e trovare queste informazioni non note, su questi tipi di network il "Mitchell Centre for Social Network Analysis" dell'Università

di Manchester è attivo da molti anni, e lo stesso centro ha fornito i tre network sopra descritti, ed analizzati in questo elaborato.

## GEPHI



I network presi in esame sono tutti stati elaborati e visualizzati attraverso l'utilizzo del software open source [Gephi](https://gephi.org/) (<https://gephi.org/>) che permette l'analisi di reti e la loro visualizzazione attraverso l'utilizzo di una interfaccia grafica, caratteristica di cui molti altri software open source per l'analisi di reti sociali non dispongono. Gephi sin da subito si interfaccia in maniera ottima con i network presi in esame perché forniti in un formato importabile e riconoscibile dal software, comma-separated values, e soprattutto i dati sono già rappresentati nella forma più classica e leggibile con cui vengono fornite la maggior parte delle reti, ovvero sotto forma di sociomatrice.

## NETWORKX



Per una ulteriore analisi dei network presi in esame, per verificare la correttezza dei dati ottenuti con l'uso di software e metodologie differenti, è stata utilizzata la libreria NetworkX (<https://networkx.github.io/>), disponibile per il linguaggio di programmazione Python, attraverso la quale sono state calcolate ulteriori misure ai fini dell'analisi. La libreria permette, partendo da una rete sotto forma ad esempio di matrice, di calcolarne varie tipologie di valori attraverso il richiamo di semplici funzioni messe a disposizione, misurazioni che verranno successivamente dettagliate.

## DATI CALCOLATI

I dati che sono stati presi in esame e calcolati, attraverso l'utilizzo delle funzionalità di Gephi sono stati i seguenti:

- **Nodes:** numero di nodi presenti all'interno della rete, ricalcolati rispetto a quanto indicato dalle descrizioni fornite dai dataset.
- **Edges:** numero di archi presenti all'interno della rete.
- **Density:** densità del grafo, calcolata come la proporzione tra il numero di archi che sono attualmente presenti nel grafo e il numero di archi che potrebbero essere presenti, calcolabile attraverso la seguente formula:

$$\Delta = \frac{2L}{g(g-1)}$$

Dove con  $L$  indichiamo il numero di archi presenti all'interno della rete, e con  $g$  il numero di nodi presenti all'interno della rete.

- **Maximum Degree:** il grado nodale massimo presente all'interno del grafo, rappresentato dal grado del nodo con il maggior numero di archi incidenti.
- **Minimum Degree:** il grado nodale minimo, rappresentato dal grado del nodo con il minor numero di archi incidenti.
- **Average Degree:** il grado nodale medio del grafo, il numero di archi medio che si connettono ai nodi del grafo.
- **Network Diameter:** il diametro del grafo, ovvero la lunghezza della più grande distanza geodetica tra ogni coppia di nodi, equivalente alla più grande eccentricità nodale.
- **Modularity:** la modularità del grafo, ovvero viene quantificata la qualità della divisione delle reti in moduli o comunità, in altre parole sono gruppi più o meno densi in cui il network può essere diviso, sottoreti. Per

svolgere questa operazione il software Gephi utilizza l'algoritmo louvian di Blondel et al. E il valore che si ottiene è compreso fra -1 e 1, valore che rappresenta la densità dei collegamenti all'interno delle comunità comparata ai collegamenti tra di esse.

Per la visualizzazione e rappresentazione grafica delle reti prese in esame è stato utilizzato l'algoritmo di "Force Atlas 2", proposto nel 2014 da Mathieu Jacomy, che è nativamente disponibile nell'ultima versione di Gephi e risulta essere uno degli algoritmi di rappresentazione su grafo migliori disponibili al momento, con una complessità computazionale molto esigua, anche per grafi molto popolati, dell'ordine  $O(g \cdot \log(g))$ , dove con  $g$  si intende il numero di nodi presenti all'interno della rete.

Attraverso la libreria NetworkX invece sono stati calcolati i seguenti valori:

- **Number of nodes:** numero di nodi presenti nella rete.
- **Number of edges:** numero di archi presenti nella rete.
- **Maximum degree:** il grado nodale massimo presente all'interno del grafo.
- **Minimum degree:** il grado nodale minimo presente all'interno del grafo.
- **Average degree:** il grado nodale medio del grafo.
- **Average degree centrality:** il grado di centralità standardizzato medio del grafo, calcolato attraverso l'uso della seguente formula:

$$\text{Grado Medio Standardizzato} = \frac{\sum_i C'_D(n_i)}{g}$$

Dove  $C'_D(n_i)$  si indica il grado di centralità standardizzato di un nodo  $i$ , questa misura è equivalente alla misura della densità, calcolata anche in precedenza attraverso Gephi.

- **Number of communities:** il numero di sottoreti in cui la rete può essere divisa, calcolata attraverso la funzione "greedy\_modularity\_communities", disponibile nella libreria di NetworkX, si basa sull'algoritmo greedy di massimizzazione della modularità proposto da Clauset-Newman-Moore, si basa quindi su un meccanismo diverso rispetto a quello utilizzato per il calcolo della modularità in Gephi.
- **Transitivity:** transitività del grafo, misura ottenuta in NetworkX dal seguente rapporto:

$$\text{Transitivity} = 3 \frac{\#triangles}{\#triads}$$

Con triadi si intendono le triple connesse, mentre i triangoli moltiplicati per un fattore tre sono le triple totalmente connesse, cioè chiuse.

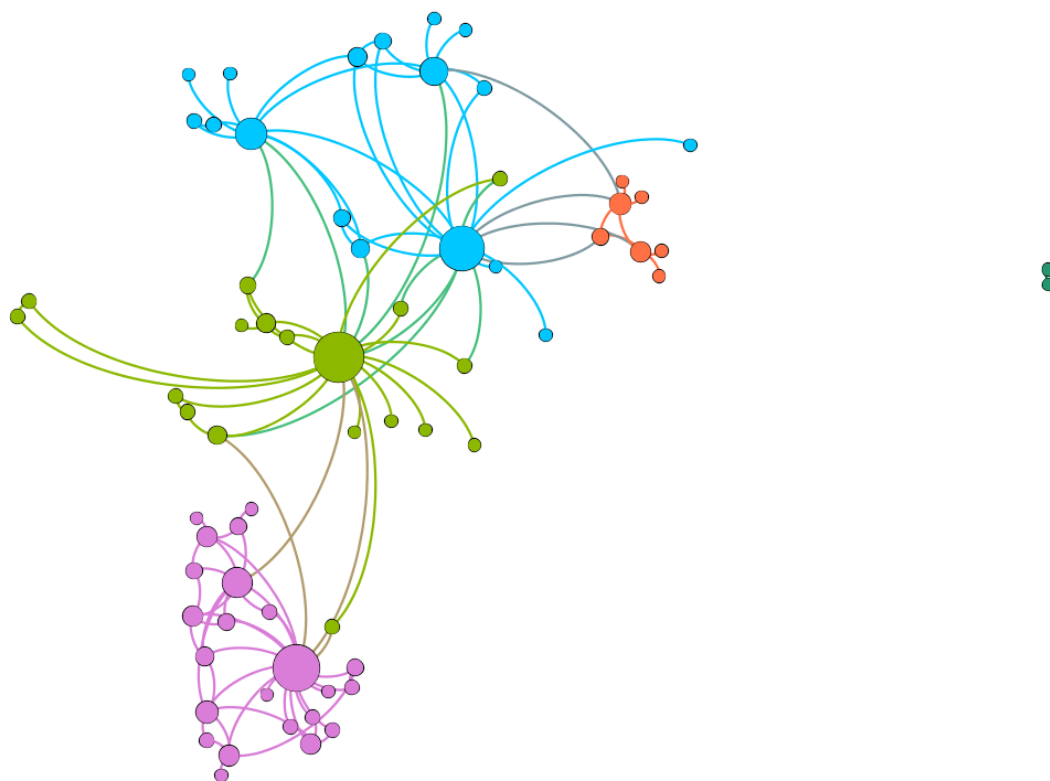
- **Maximum clique number:** numero massimo di cricca, l'algoritmo presente all'interno della libreria di NetworkX permette di trovare una approssimazione del numero nell'ordine di  $O(|V|/(\log|V|)^2)$ , l'algoritmo di approssimazione utilizzato è stato proposto da Bopanna e Haldrósson.
- **Max k-core:** calcolato attraverso l'utilizzo dell'algoritmo proposto da Vladimir Batagelj e Matjaz Zaversnik, per k-core di un grafo si intende il sottografo massimale tale per cui ogni nodo abbia almeno grado k, attraverso l'algoritmo riusciamo ad ottenere il k massimo con cui riusciamo ad ottenere almeno un sottografo partendo dal grafo originale.
- **Number of triangles:** numero totale di triangoli presenti all'interno della rete, ogni nodo viene preso come singolo vertice e per ciascuno di essi è calcolato il numero di triangoli presenti.
- **Degree of assortativity:** grado di assortativity del grafo, ovvero la misura della similarità delle connessioni nel grafo rispetto al grado nodale, valore calcolato attraverso la funzione "degree\_assortativity\_coefficient", disponibile in NetworkX.

## DATASETS

### ITALIAN GANGS

Di seguito la tabella con il riepilogo dei dati ottenuti dal network rappresentante i membri appartenenti ad associazioni malavitose italiane, con la relativa visualizzazione attraverso grafo:

Italian Gangs - Gephi	
<b>Nodes</b>	67
<b>Edges</b>	114
<b>Density</b>	0,052
<b>Maximum Degree</b>	21
<b>Minimum Degree</b>	1
<b>Average Degree</b>	3,403
<b>Network Diameter</b>	6
<b>Modularity</b>	0,556
<b>Avg. Path Length</b>	3,011



Italian Gangs - NetworkX	
<b>Number of nodes</b>	67
<b>Number of edges</b>	114
<b>Maximum degree</b>	21
<b>Minimum degree</b>	1
<b>Average degree</b>	3,4029850746268657
<b>Average degree centrality</b>	0,05156037991858885
<b>Number of communities</b>	5
<b>Transitivity</b>	0,20802919708029197
<b>Maximum clique number</b>	3
<b>Max k-core</b>	3
<b>Number of triangles</b>	171
<b>Degree of assortativity</b>	-0,35205598330840665

Il grafo rappresentate la rete presa in esame è colorato in modo tale da mettere in evidenza le comunità individuate da Gephi all'interno della rete, i nodi assumono dimensioni maggiori all'aumentare del loro grado nodale. Le misure individuate con entrambi i software combaciano, nonostante le misure ottenute dalla libreria NetworkX risultino essere più precise a livello di notazione decimale, quindi si può dire che entrambi i software sono riusciti ad interpretare la rete in maniera similare e corretta.

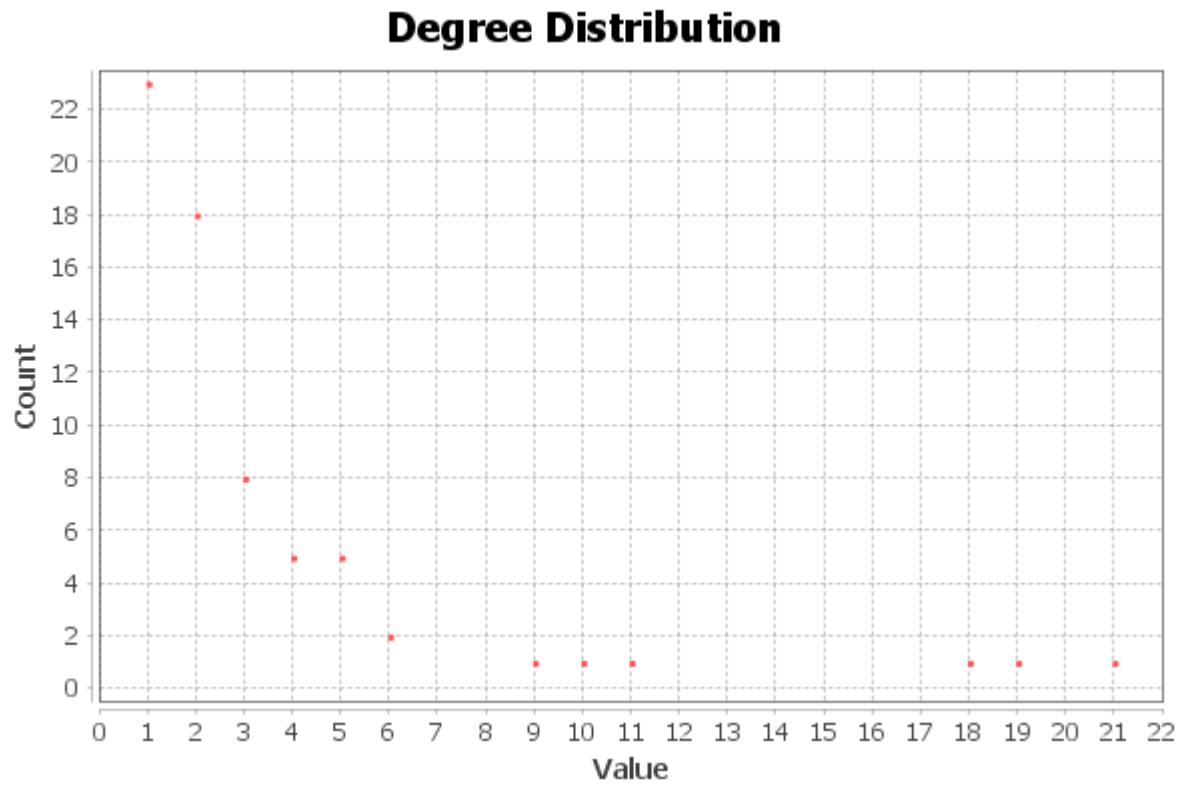
Interessante come il numero di comunità individuato dall'algoritmo greedy utilizzato con NetworkX corrisponde al risultato ottenuto dall'algoritmo utilizzato da Gephi, che come si vede dall'immagine della rete vengono individuate anche in questo caso 5 comunità.

La rete presa in esame non risulta molto connessa, infatti a fronte di 67 nodi sono presenti solo 114 archi che si vanno a tradurre in una densità totale molto bassa, solo dello 0,0516.

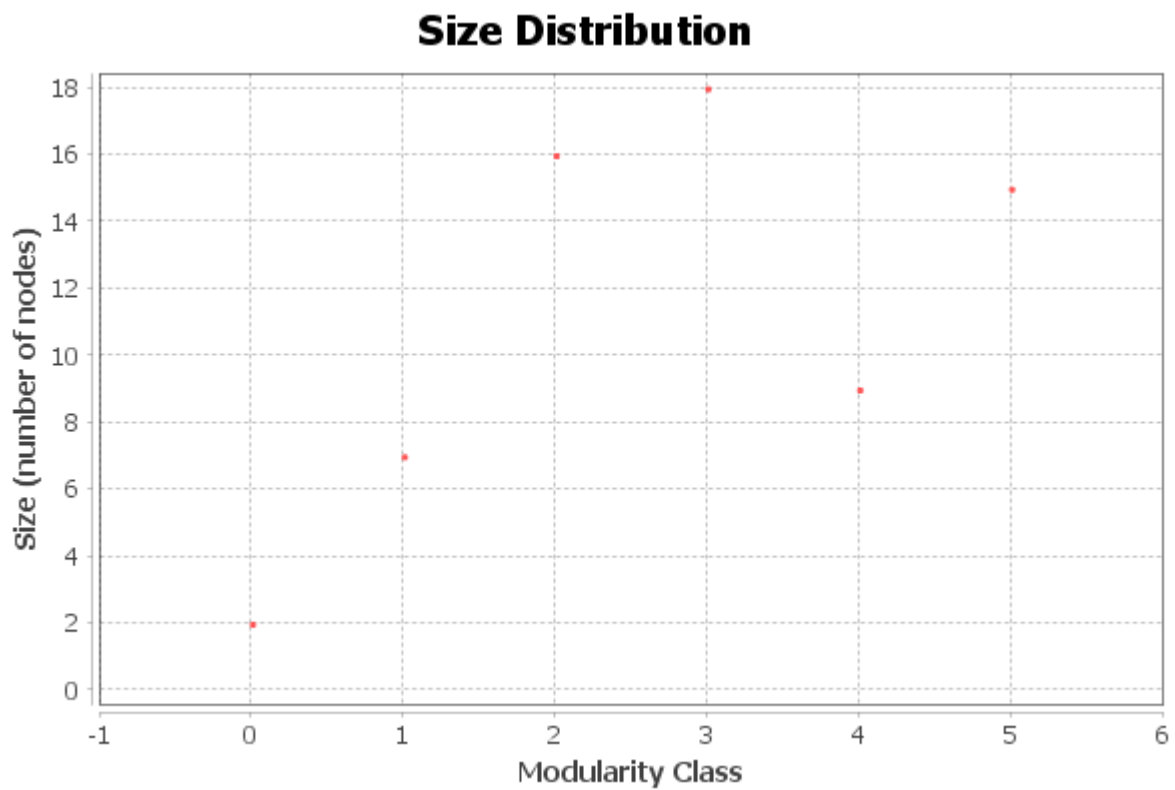
Nonostante la bassa densità è interessante osservare nel grafo la presenza di 3 nodi, appartenenti a 3 comunità differenti, in particolare alle comunità viola, verde ed azzurra, dove il loro grado nodale è molto elevato rispetto alla media del grafo e sono di conseguenza altamente connessi, soprattutto con gli altri membri della comunità. Questi nodi altamente connessi possono essere considerati come capi o coordinatori dei gruppi malavitosi che questa rete va ad analizzare, difatti i restanti nodi più periferici, e poco connessi, sono spesso solamente collegati a questi nodi coordinatori e risultano pochi collegamenti con altri nodi all'interno della comunità, questi nodi potrebbero essere identificati come affiliati al gruppo malavitoso in questione, che potrebbero essere individuati a loro volta dalle comunità presenti nella rete. Questi stessi nodi altamente connessi risultano essere anche molto connessi ai nodi "coordinatori" delle altre comunità, a differenza dei nodi periferici i cui archi principalmente sono distribuiti all'interno della sola comunità di appartenenza, ed è quindi plausibile ipotizzare che questi nodi sono anche i tramite di comunicazione fra le varie comunità.

Di scarso interesse, ma comunque presenti due comunità molto meno ampie rispetto alle altre 3, di cui una completamente isolata che potrebbe rappresentare dei dati non utili per una eventuale analisi o indagine, o rappresentare l'eventuale formarsi di una nuova rete malavitosa, inizialmente distaccata dall'originale, ma che con l'evolversi del tempo potrebbe trovare archi di collegamento con quelle già connesse.

Distribuzione dei gradi nodali all'interno della rete:



Di seguito il grafico rappresentante la distribuzione della dimensione delle sottoreti ottenute da Gephi nel calcolo della Modularità:

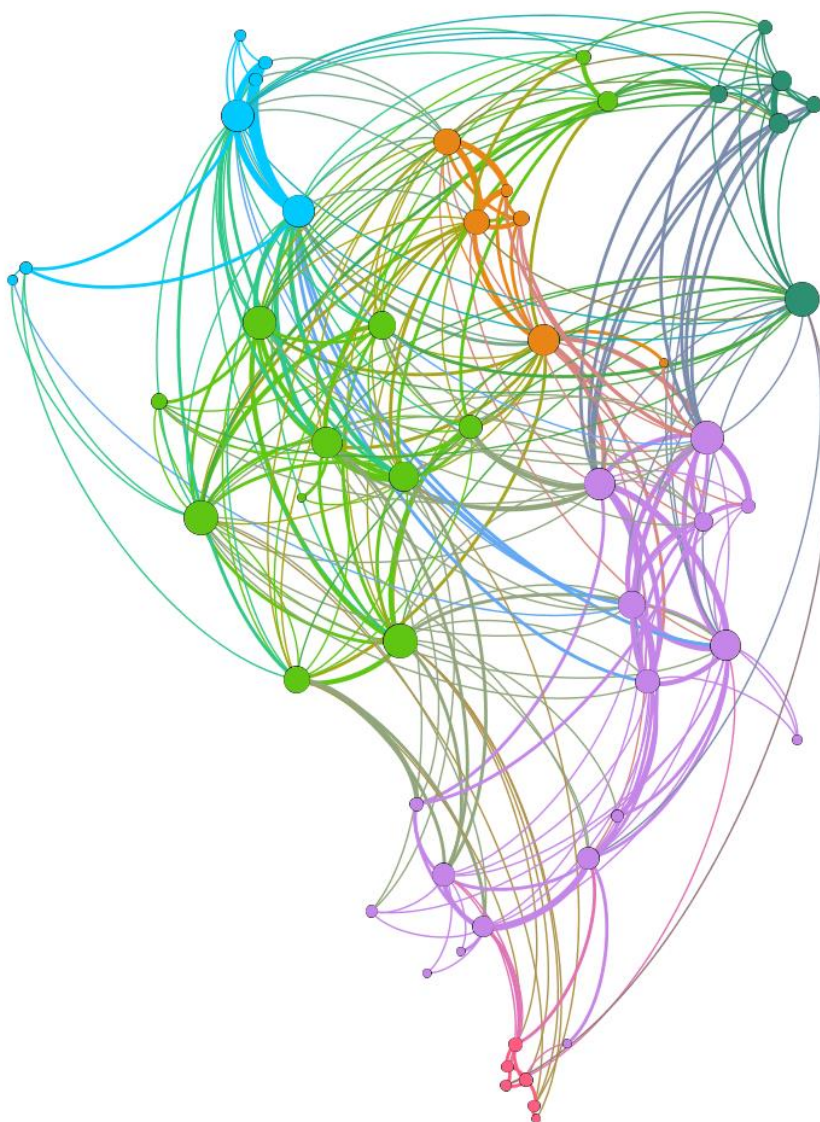




## LONDON GANG

Di seguito la tabella con il riepilogo dei dati ottenuti dal network rappresentante i membri appartenenti ad associazioni malavitose della città di Londra, con la relativa visualizzazione attraverso grafo:

London Gang - Gephi	
<b>Nodes</b>	54
<b>Edges</b>	315
<b>Density</b>	0,22
<b>Maximum Degree</b>	25
<b>Minimum Degree</b>	2
<b>Average Degree</b>	11,667
<b>Network Diameter</b>	4
<b>Modularity</b>	0,316
<b>Avg. Path Length</b>	2,054



London Gang - NetworkX	
<b>Number of nodes</b>	54
<b>Number of edges</b>	315
<b>Maximum degree</b>	25
<b>Minimum degree</b>	2
<b>Average degree</b>	11,666666666666666
<b>Average degree centrality</b>	0,22012578616352216
<b>Number of communities</b>	1
<b>Transitivity</b>	0.5197421434327155
<b>Maximum clique number</b>	9
<b>Max k-core</b>	11
<b>Number of triangles</b>	2580
<b>Degree of assortativity</b>	0,0226245269341033

Anche in questo caso i dati in comune ottenuti da Gephi e dalla libreria NetworkX risultano corrispondenti, come prima le misure ottenute da NetworkX risultano più accurate in termini di cifre decimali, anche in questo caso il grafo è stato colorato a seconda delle comunità individuate dal software Gephi, e i nodi assumono dimensione differente a seconda del loro grado nodale.

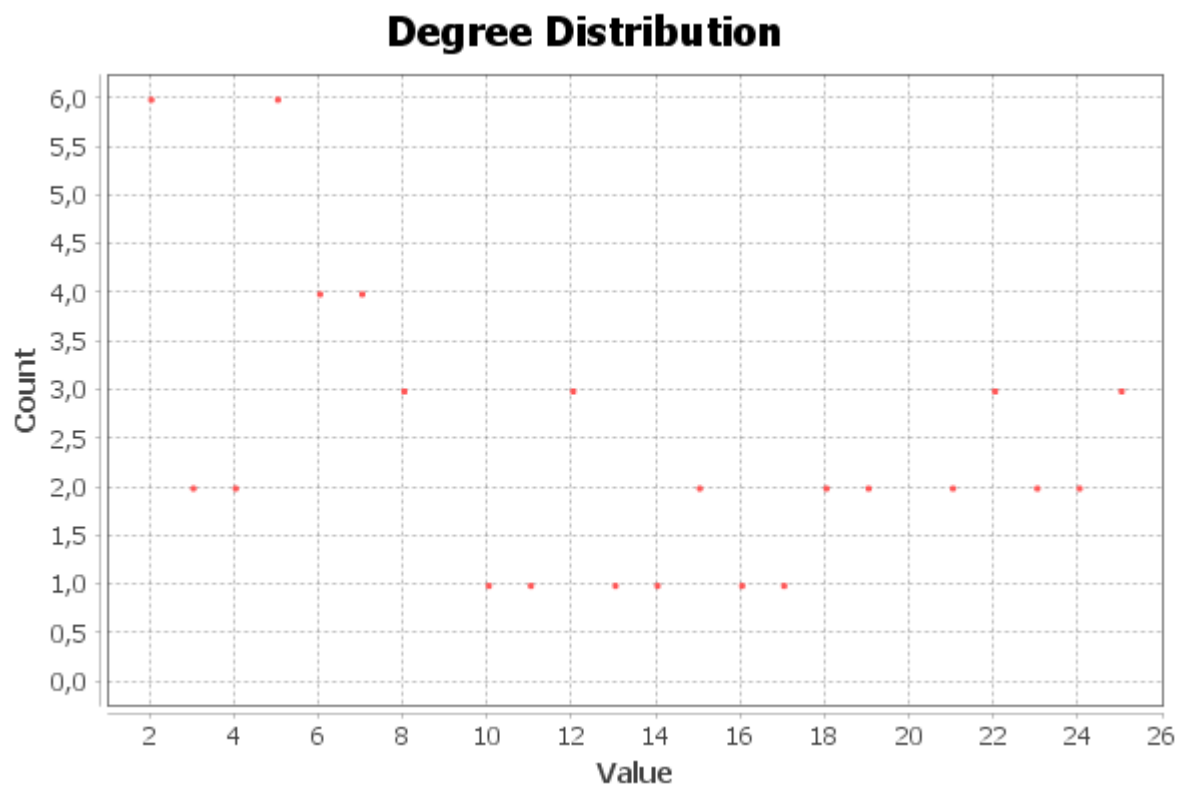
Questa rete presenta una densità non elevatissima, ma comunque più elevata rispetto alle altre reti prese in esame, infatti come si può vedere ed intuire dal grafo, gli archi e collegamenti fra i vari nodi presenti sono molto più fitti e presenti rispetto agli altri grafi, e risulta difficile individuare dal solo grafo la presenza di eventuali nodi che, come nel caso precedente, possano essere definiti come coordinatori o capi delle varie organizzazioni criminali prese in esame.

Particolare ed interessante il dato ottenuto per il numero massimo k di k-core che risulta essere di gran più elevato rispetto a quelli individuati negli altri grafi, individuando una area di interesse investigativo che potrebbe risultare interessante, dal momento che i partecipanti nei sottografi 11-core avranno sicuramente una rilevanza ed importanza maggiore rispetto agli altri nodi partecipanti alla rete.

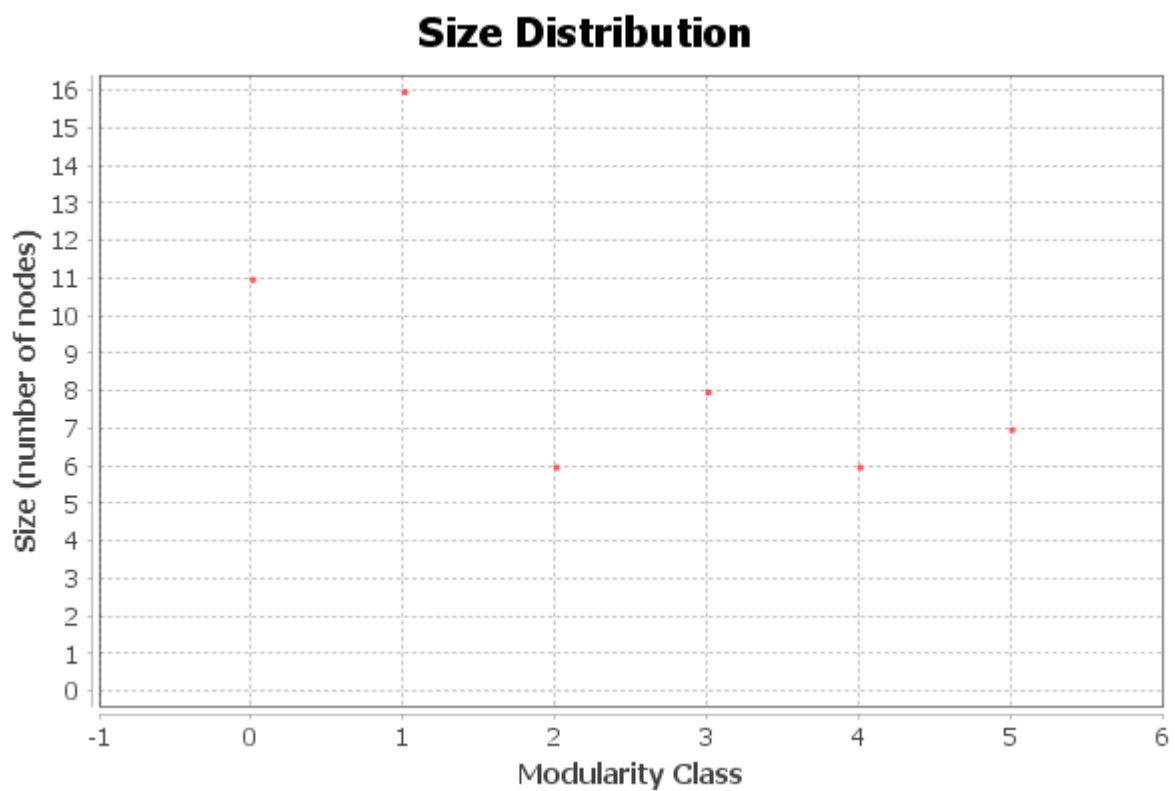
L'algoritmo di individuazione del numero di comunità utilizzato da NetworkX non risulta efficiente quanto quello utilizzato da Gephi, infatti il numero di comunità individuate con NetworkX è uguale a 1, quindi l'algoritmo non riesce a dividere il grafo in sottografi rappresentanti eventuali sottogruppi, anche se la suddivisione in comunità proposta da Gephi dal punto di vista grafico e visivo non risulta essere un dato molto rilevante o affidabile per una eventuale indagine all'interno di questi gruppi malavitosi.

Anche il numero di clique massimo individuato è molto elevato e di conseguenza interessante, la cricca più grande presente all'interno della rete risulta avere al suo interno 9 nodi, che potrebbero essere individuati a loro volta come i nodi focali di collegamento fra tutti i membri di ciascuna organizzazione criminale presente in rete.

Distribuzione dei gradi nodali all'interno della rete:



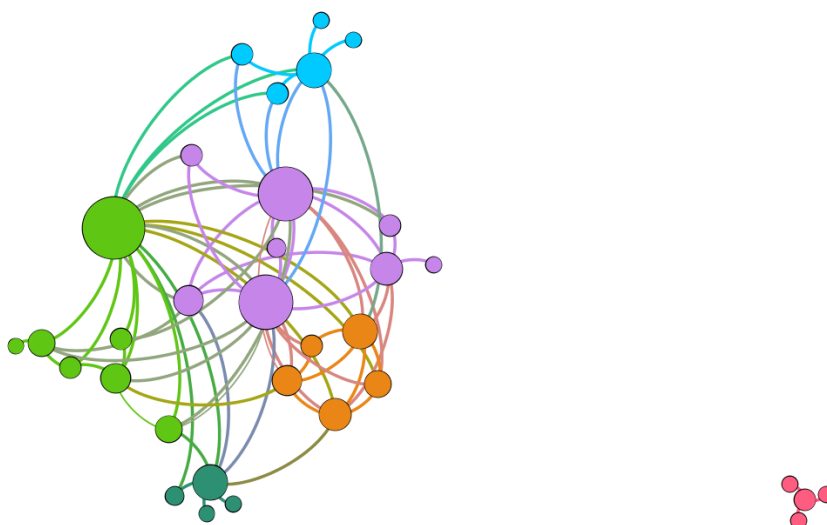
Distribuzione della dimensione delle sottoreti ottenute da Gephi nel calcolo della Modularità:



## MONTREAL STREET GANGS

Di seguito la tabella con il riepilogo dei dati ottenuti dal network , rappresentanti le organizzazioni criminali attive nella città di Montreal, con la relativa visualizzazione attraverso grafo:

Montreal Street Gangs - Gephi	
<b>Nodes</b>	33
<b>Edges</b>	78
<b>Density</b>	0,148
<b>Maximum Degree</b>	18
<b>Minimum Degree</b>	1
<b>Average Degree</b>	4,727
<b>Network Diameter</b>	4
<b>Modularity</b>	0,274
<b>Avg. Path Length</b>	2,143



Montreal Street Gangs - NetworkX	
Number of nodes	35
Number of edges	78
Maximum degree	18
Minimum degree	0
Average degree	4,457142857142857
Average degree centrality	0,13109243697478987
Number of communities	6
Transitivity	0,33559322033898303
Maximum clique number	4
Max k-core	4
Number of triangles	198
Degree of assortativity	-0,2826501429933269

Il primo aspetto che salta all'occhio, osservando le misure calcolate da Gephi e NetworkX, è il differente numero di nodi individuati all'interno della stessa rete, questa discrepanza dovrebbe essere causata da un problema di conversione della rete da parte degli autori, in quanto, nella descrizione che forniscono, indicano che la rete originale di partenza era orientata ed è stata fornita sul sito di UCINET la sua versione convertita in non orientata, probabilmente in questa operazione di conversione qualche dato è stato inserito in maniera errata all'interno della sociomatrice.

Questa discrepanza nei dati porta anche una differenza nelle due tabelle fra il grado nodale minimo individuato, che NetworkX indica come 0 dal momento che probabilmente i due nodi individuati saranno visti come singoletti isolati dalla rete vera e propria, e di conseguenza anche l'average degree risulterà differente, per questo motivo i dati ottenuti da Gephi risultano più attendibili e accurati, rispetto agli stessi dati ottenuti con NetworkX.

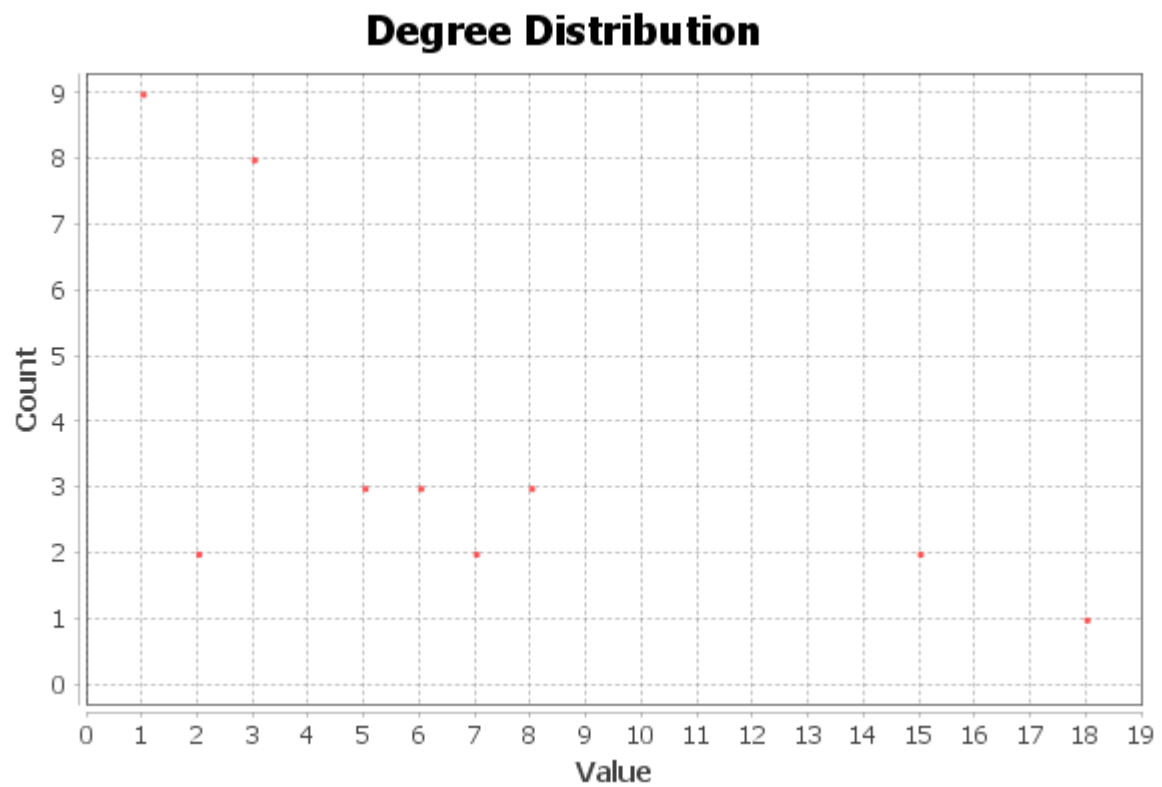
Per analizzare questa rete bisogna ricordarsi che, a differenza delle due reti precedenti, i nodi non fanno riferimento a un singolo individuo facente parte o affiliato a una organizzazione criminale, ma ogni nodo in questa rete fa riferimento a una società criminale, in questo caso gang di strada della città di Montreal, ovviamente è ipotizzabile che fra le varie gang presenti nella rete esistano rapporti di amicizia e collaborazione molto simili a quelli presenti nelle due reti precedenti.

Dal momento che ogni nodo rappresenta una gang di strada, e non il singolo membro, il numero di nodi risulta essere decisamente inferiore rispetto a quello delle precedenti reti prese in esame, e la densità della rete risulta essere non molto elevato, nonostante si potrebbe ipotizzare una densità maggiore vista la moderata dimensione della rete.

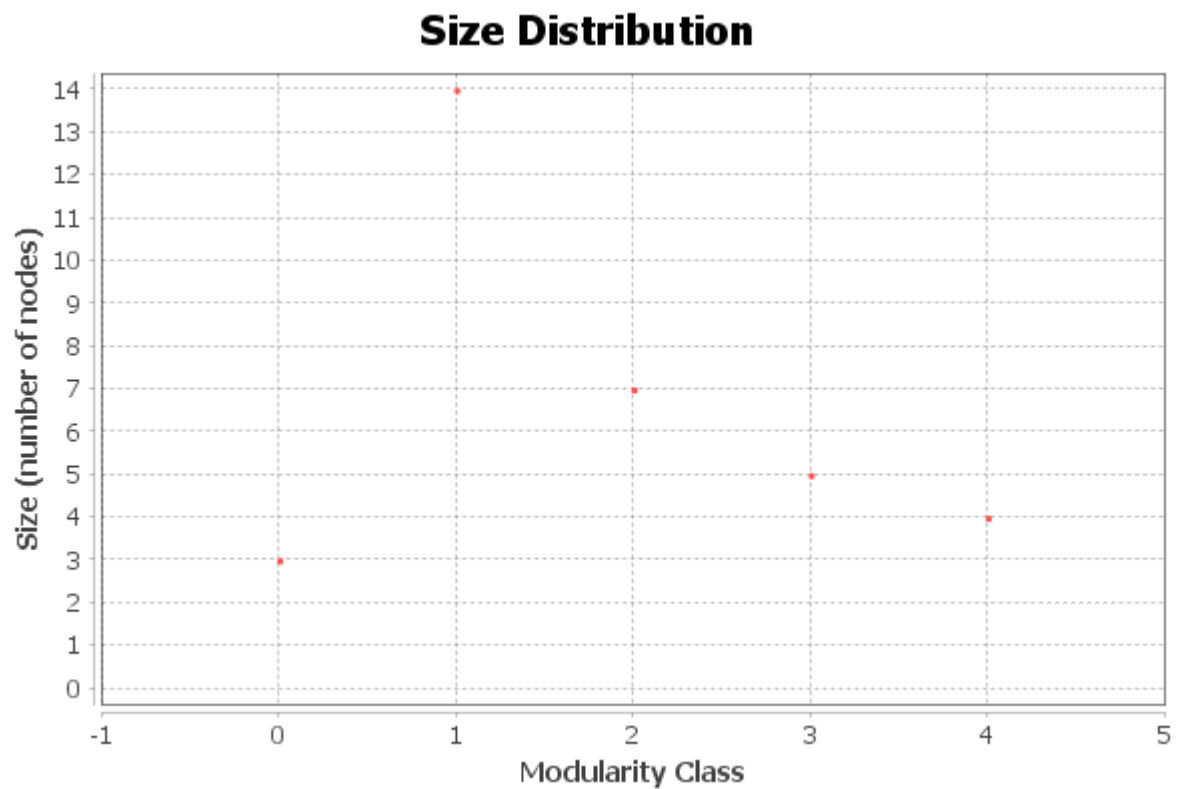
Il numero di comunità individuato con i due metodi risulta essere lo stesso, sono individuate 6 comunità in entrambi i casi, con una struttura molto simile rispetto alle comunità individuate nel primo grafo, dove sono presenti pochi nodi con grado nodale molto elevato a cui sono collegati la maggior parte di tutti gli altri nodi minori appartenenti alla stessa comunità.

Il grado di assortativity calcolato risulta negativo, questo dato indica che i nodi del grafo tendono più a relazionarsi fra loro con nodi il cui grado è differente, indicando di conseguenza che il grafo analizzato risulta leggermente disassortativo.

Distribuzione dei gradi nodali all'interno della rete:



Distribuzione della dimensione delle sottoreti ottenute da Gephi nel calcolo della Modularità:



## CONCLUSIONI

L'analisi svolta sui tre dataset presi in esame, con informazioni relative ad organizzazioni e persone che svolgono attività di stampo malavitoso ed illegale, ha messo in luce in vari casi come queste potrebbero risultare di difficile interpretazione da parte di un eventuale team investigativo che si approccia ad analizzarlo, specialmente la rete riguardante le organizzazioni criminali attive nella città di Londra ha evidenziato un denso e complicato intreccio di relazione fra tutti i possibili affiliati a queste organizzazione, che comporta una difficile individuazione di eventuali sottogruppi, o comunità, all'interno della rete.

Interessante alcune analogie grafiche, e di impostazione della rete, individuate fra il dataset contenente dati riguardo le organizzazioni criminali attive in Italia e il dataset contenente le informazioni sulle gang di strada attive nella città di Montreal, Canada. Seppure i due contesti sociali e culturali dei due dataset risultano essere molto diversi, le analogie che si possono notare fra le reti, come la presenza di nodi "coordinatore" delle comunità che si individuano, potrebbe essere dovuta dal fatto che le società criminali del nord America spesso prendono esempio e spunto, dal punto di vista organizzativo, dalle organizzazioni criminali mafiose attive in Italia, questa emulazione della struttura ed organizzazione della criminalità organizzata potrebbe giustificare, o in parte spiegare, le analogie presenti fra queste due reti analizzate.

Differente è il discorso per la rete riguardante i dati riguardanti le organizzazioni criminali londinesi, secondo dataset, che non trova grosse analogie rispetto alle altre due reti prese in esame, divergenze probabilmente dovute dal fatto che lo stampo organizzativo di queste non prende spunto dalla organizzazione e strutturazione delle attività criminali italiane, ma sicuramente seguirà una linea organizzativa e di strutturazione con influenze di diversa origine. Come già detto questo tipo di rete, fra quelle scelte, risulta essere la più complicata e caotica rispetto alle altre, fattore probabilmente dovuto anche dalla densità maggiore rispetto alle altre.

Sfortunatamente i dati analizzati e le conclusioni portate dall'analisi non sono eventualmente confrontabili con i dati ottenuti dal "Mitchell Centre for Social Network Analysis" dell'Università di Manchester, che ha reso disponibile i dataset presi in esame come detto in precedenza, questo in parte dovuto anche alla mancanza di mezzi appropriati, e in parte anche di una adeguata letteratura, per poter analizzare questi tipi di rete, *Covert Network*, che però risultano di grande importanza dal punto di vista politico e di sicurezza nazionale, in quanto la lettura e l'analisi corretta di questi tipo di network potrebbe di gran lunga migliorare le attività investigative e per minimizzare il rischio di eventuali attacchi criminali, o addirittura terroristici, nei confronti della popolazione. Il "Mitchell Centre for Social Network Analysis" è da anni ormai operativo su questo fronte, e con varie attività di ricerca sta cercando di sperimentare nuove metodologie di analisi adatte a questi tipi di rete.

L'analisi ha comunque evidenziato delle caratteristiche comuni fra le reti, dove il contesto socio-culturale risultava essere simile, e delle divergenze abbastanza rilevanti in casi di contesti differenti, ma soprattutto ha evidenziato alcuni aspetti interessanti dai quali partire, ed eventualmente basarsi, per avviare una eventuale attività investigativa sui soggetti che popolano i dataset analizzati, partendo ad esempio nei casi delle reti "Italian Gangs" e "Montreal Street Gangs" dalle comunità individuate e dai loro nodi "focali", o chiamate nell'elaborato anche nodi "coordinatori", mentre per quanto riguarda la rete "London Gang" potrebbe essere più ragionevole partire dal gruppo individuato dal "max k-core", i cui nodi potrebbero essere i punti cardini di organizzazione di questa complicata rete criminale.

I software e gli strumenti utilizzati sono risultati performanti ed affidabili nel calcolo delle varie misurazioni riportate, sicuramente per una analisi corretta di questi tipi di network, vista la loro natura, non è consigliabile l'utilizzo della sola libreria NetworkX, che dal punto di vista dei calcoli e della precisione risulta essere migliore, ma è indispensabile avere di queste reti anche una chiara e limpida visione grafica che sicuramente risulta essere migliore, e più leggibile, attraverso l'utilizzo di un software come Gephi.

Questo lavoro può essere utilizzato come base di impostazione per l'analisi di questo tipo di rete, che con la disponibilità di nuova letteratura e strumentazione specifica per i *Covert Network* potrà essere sicuramente ampliato ed approfondito nel corso del tempo.

## RIFERIMENTI

### BIGLIOGRAFIA

- Batagelj, V., e M. Zaversnik. «An O(m) Algorithm for Cores Decomposition of Networks». arXiv:cs/0310049, Ottobre 2003. arXiv.org, <http://arxiv.org/abs/cs/0310049>.
- Boppana, Ravi, e Magnús M. Halldórsson. «Approximating Maximum Independent Sets by Excluding Subgraphs». BIT, vol. 32, n. 2, giugno 1992, pagg. 180–96. DOI.org (Crossref), doi:10.1007/BF01994876.
- Clauset, Aaron, et al. «Finding community structure in very large networks». Physical Review E, vol. 70, n. 6, dicembre 2004, pag. 066111. arXiv.org, doi:10.1103/PhysRevE.70.066111.
- Foster, Jacob G., et al. «Edge Direction and the Structure of Networks». Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 107, n. 24, giugno 2010, pagg. 10815–20. www.pnas.org, doi:10.1073/pnas.0912671107.
- Jacomy, Mathieu, et al. «ForceAtlas2, a Continuous Graph Layout Algorithm for Handy Network Visualization Designed for the Gephi Software». PLOS ONE, vol. 9, n. 6, giu 2014, pag. e98679. PLoS Journals, doi:10.1371/journal.pone.0098679.
- Newman, M. E. J. «Mixing Patterns in Networks». Physical Review E, vol. 67, n. 2, febbraio 2003, pag. 026126. DOI.org (Crossref), doi:10.1103/PhysRevE.67.026126.
- Newman, M. E. J. Networks: an introduction. Pag. 224, Oxford University Press, 2010.

### SITOGRAFIA

- Gephi.org. 2020. Gephi - The Open Graph Viz Platform. [<https://gephi.org/>]
- Networkx.github.io. 2020. Networkx — Networkx Documentation. [<https://networkx.github.io/>]
- Sites.google.com. 2020. Datasets - UCINET Software. [<https://sites.google.com/site/ucinetsoftware/datasets>]
- Socialsciences.manchester.ac.uk. 2020. Covert Networks - School Of Social Sciences - The University Of Manchester [<https://www.socialsciences.manchester.ac.uk/mitchell-centre/research/covert-networks/>]

## LICENZA



[Attribuzione - Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale \(CC BY-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)