

Analisi delle Collaborazioni Musicali su Spotify: Una Prospettiva di Social Network Analysis

Federico , matricola
Federica Santisi, matricola
Giorgia Pirelli, matricola

Dicembre 2024

1 Introduction

L'industria musicale ha subito trasformazioni radicali negli ultimi due decenni, passando da un modello tradizionale basato sulla vendita fisica di dischi a un ecosistema digitale dominato dalle piattaforme di streaming. Spotify, lanciato nel 2008, è diventato il principale servizio di streaming musicale a livello globale, con oltre 500 milioni di utenti attivi e un catalogo che supera i 100 milioni di brani.

In questo nuovo panorama, le collaborazioni musicali, comunemente note come "featuring", hanno assunto un ruolo centrale. Se in passato le collaborazioni erano eventi relativamente rari e spesso limitati a progetti speciali, oggi rappresentano una strategia fondamentale per artisti di ogni livello di popolarità. Le collaborazioni permettono agli artisti di raggiungere nuove audience, sperimentare con generi musicali diversi, aumentare la propria visibilità sulle piattaforme di streaming e creare connessioni strategiche all'interno dell'industria musicale.

La Social Network Analysis (SNA) offre strumenti metodologici potenti per studiare queste dinamiche relazionali. Rappresentando gli artisti come nodi e le loro collaborazioni come archi, è possibile costruire una rete che cattura la complessità delle interazioni nel panorama musicale contemporaneo. Attraverso metriche di centralità, analisi di comunità e studio dei pattern di connessione, possiamo identificare quali artisti occupano posizioni strategiche, come si formano le comunità musicali e quali fattori influenzano il successo delle collaborazioni.

Questo studio si concentra sull'analisi delle collaborazioni tra artisti su Spotify utilizzando un dataset che include artisti di diverse nazionalità, con particolare attenzione, ma non esclusiva, alla scena italiana. Tuttavia, l'analisi non si limita al contesto italiano. Per comprendere appieno le dinamiche delle collaborazioni musicali è necessario adottare una prospettiva globale, esaminando come gli artisti di diverse nazionalità interagiscano tra loro, quali siano i pattern di collaborazione transnazionale e come il successo in un mercato locale possa tradursi in visibilità internazionale. In particolare, è interessante analizzare se esistano "ponti" tra scene musicali diverse, quali artisti fungono da connettori tra mercati geograficamente e culturalmente distanti, e se determinati generi musicali siano più propensi alla collaborazione internazionale rispetto ad altri.

L'obiettivo di questo studio è quindi duplice: da un lato, fornire un'analisi approfondita della struttura della rete di collaborazioni musicali su Spotify, identificando pattern, comunità e artisti chiave; dall'altro, utilizzare questa analisi per rispondere a domande di ricerca specifiche rel-

ative alla popolarità degli artisti, alle strategie di collaborazione E all'identificazione di talenti emergenti.

2 Problem and Motivation

L'obiettivo principale di questo studio è comprendere le dinamiche delle collaborazioni musicali e il loro impatto sul successo e sulla visibilità degli artisti. In particolare, ci proponiamo di affrontare le seguenti questioni di ricerca:

- **Identificazione del grado di popolarità degli artisti:** attraverso metriche di centralità (degree centrality, betweenness centrality, closeness centrality), si intende individuare quali artisti occupano posizioni strategiche nella rete delle collaborazioni. Un artista con alta degree centrality collabora con numerosi altri artisti, indicando una forte integrazione e un ruolo attivo nella scena musicale. Un artista con alta betweenness centrality funge da "ponte" tra diversi gruppi di artisti, potenzialmente collegando scene musicali o generi diversi e facilitando la circolazione di stili e influenze. L'obiettivo è verificare se e come queste metriche di centralità correlino con indicatori di successo commerciale quali il numero di follower su Spotify, gli stream totali e le presenze nelle classifiche globali, permettendo di comprendere se una posizione centrale nella rete di collaborazioni si traduca effettivamente in maggiore popolarità presso il pubblico.
- **Propensione alle collaborazioni transnazionali:** si intende analizzare se e in che misura gli artisti tendano a collaborare prevalentemente con artisti della stessa nazionalità o se mostrino apertura verso collaborazioni internazionali. Questo aspetto è particolarmente rilevante per comprendere le dinamiche di globalizzazione della musica contemporanea. L'analisi mira a identificare eventuali barriere linguistiche, culturali o geografiche che limitano le collaborazioni transnazionali, e a verificare se determinati generi musicali (come il rap, la musica elettronica o il pop) favoriscono una maggiore apertura internazionale rispetto ad altri. Particolare attenzione sarà dedicata all'identificazione di artisti che fungono da "ambasciatori" culturali, connettendo la propria scena nazionale con mercati esteri e facilitando lo scambio artistico tra diverse aree geografiche.
- **Identificazione di artisti emergenti tramite analisi di rete:** attraverso l'analisi della struttura della rete e l'evoluzione temporale delle metriche di centralità, si cercherà di identificare artisti emergenti, ovvero quelli che stanno rapidamente acquisendo rilevanza attraverso collaborazioni strategiche con artisti già affermati. Un artista emergente può essere caratterizzato da un pattern di crescita nelle collaborazioni con artisti di alto profilo, da un rapido incremento del numero di follower, o da una posizione nella rete che suggerisce un elevato potenziale di crescita futura. Questa analisi può fornire insights preziosi per l'industria musicale nell'identificare talenti prima che raggiungano il mainstream, permettendo a produttori e case discografiche di individuare opportunità di investimento promettenti.
- **Diffusione internazionale e successo transnazionale:** si intende esaminare il grado di penetrazione degli artisti nei mercati esteri attraverso l'analisi delle presenze nelle classifiche internazionali (chart_hits) e la distribuzione geografica del loro pubblico. L'obiettivo è identificare quali artisti e generi musicali abbiano maggiore appeal globale e comprendere i fattori che facilitano o ostacolano il successo internazionale. In particolare, si vuole verificare se il

successo in un mercato domestico sia un prerequisito necessario per l'affermazione internazionale, o se esistono percorsi alternativi in cui artisti raggiungono popolarità all'estero prima di consolidarsi nel proprio paese d'origine. L'analisi permetterà inoltre di valutare quali generi musicali (rap/trap, pop, indie, cantautorale, elettronica) abbiano maggiore capacità di attraversare confini nazionali e in quali mercati geografici specifici ottengano maggiore successo.

- **Inferenza di generi musicali attraverso pattern di collaborazione:** per gli artisti per cui manca l'informazione sul genere musicale nel dataset, si propone di inferirlo attraverso l'analisi sistematica delle loro collaborazioni. L'approccio si basa sul presupposto che artisti che collaborano frequentemente tendano a condividere generi musicali simili o compatibili, riflettendo affinità stilistiche e artistiche. Stabilendo una soglia minima di collaborazioni e applicando tecniche di classificazione basate sulla rete (ad esempio, analizzando i generi più frequenti tra i collaboratori di un artista), sarà possibile attribuire con ragionevole confidenza un genere musicale agli artisti non classificati. Questo metodo assume che, sebbene esistano collaborazioni cross-genre, queste siano meno frequenti rispetto alle collaborazioni intra-genre, e che quindi il "vicinato" di un artista nella rete fornisca informazioni significative sulla sua identità musicale.
- **Generi musicali e propensione al successo internazionale:** si vuole identificare quali generi musicali mostrino maggiore propensione al successo sui mercati internazionali, analizzando sistematicamente la presenza nelle classifiche estere degli artisti appartenenti a ciascuna categoria di genere. L'analisi mira a comprendere se generi con forte connotazione linguistica e culturale (come il cantautorato italiano) siano strutturalmente svantaggiati rispetto a generi più "universali" come l'elettronica, il rap o il pop, o se al contrario l'autenticità e l'unicità culturale possano rappresentare un elemento distintivo che favorisce il successo in mercati di nicchia o presso specifici segmenti di pubblico. Particolare attenzione sarà dedicata all'identificazione di eventuali correlazioni tra caratteristiche del genere (presenza di testo, lingua, complessità musicale) e capacità di penetrazione internazionale.
- **Community detection e caratterizzazione per macro-generi:** applicando algoritmi di community detection (come il metodo di Louvain o il metodo di Girvan-Newman) alla rete di collaborazioni, si intende identificare gruppi di artisti densamente connessi tra loro e analizzare come questi cluster si caratterizzino rispetto ai macro-generi musicali (pop/mainstream, rap/trap/urban, rock/indie, cantautorale, elettronica). L'obiettivo è verificare se le comunità rilevate algoritmamente corrispondano effettivamente a raggruppamenti per genere musicale, o se emergano pattern più complessi influenzati da fattori geografici, generazionali, appartenenza a specifiche etichette discografiche o affiliazioni a particolari movimenti artistici. L'analisi delle connessioni inter-comunitarie può inoltre rivelare quali generi siano più aperti alla collaborazione cross-genre, quali artisti fungano da "ponti" tra comunità diverse facilitando la contaminazione stilistica, e se esistono barriere strutturali che limitano l'interazione tra determinate scene musicali.

3 Datasets

The initial dataset used for this analysis was downloaded from Spotify Artist Feature & Collaboration Network [?]. After careful inspection, it was considered a reliable source, as it is

derived from publicly available data provided by the Spotify API and already pre-processed to represent collaboration relationships among artists.

The dataset is structured as a directed graph and consists of two main files:

- **nodes.csv** – contains the nodes of the graph, where each node represents an artist. The columns include:
 - **id**: unique identifier of the artist.
 - **name**: name of the artist.
 - **followers**: number of followers of the artist on Spotify.
 - **popularity**: popularity index (0–100), computed by Spotify based on recent streams and overall visibility.
 - **genres**: list of genres associated with the artist.
 - **chart_hits**: List showing the number of Spotify chart hits in different countries (according to kworb.net)
- **edges.csv** – contains the edges of the graph, representing a collaboration between two artists. The columns include:
 - **source**: ID of the collaborating artist.
 - **target**: ID of the artist being collaborated with.

The initial objective was to enrich the graph with additional artist-level information, specifically **nationality** and **dominant musical genre**, in order to enable more in-depth social and cultural analyses of the network.

3.1 Artist Nationality Enrichment

To associate a nationality with each artist, two complementary strategies were adopted:

1. **Inference based on musical genre.** In the first approach, nationality was inferred by analyzing the associated musical genres. For instance, an artist labeled with the genre *italian hip hop* was classified as *Italian*. This method allowed the automatic assignment of nationality to a substantial subset of artists; however, it was not applicable in all cases, as many genres do not contain explicit geographical references.
2. **Completion using an external dataset (MusicBrainz).** For artists whose nationality could not be inferred in the first step, data from the MusicBrainz Dump (mbdump) [?] were integrated. A direct matching based solely on artist names posed significant challenges due to the presence of homonyms with different nationalities. To mitigate this issue, the integration was performed exclusively on artists that remained unclassified after the first inference step, thereby improving overall precision and preserving data consistency.

This hybrid procedure increased the coverage of nationality information and enabled a more accurate subsequent analysis, particularly when comparing artistic communities across different countries.

3.2 Aggiunta del genere artistico

3.3 Analisi Topologica della Rete delle Collaborazioni Musicali Italiane

Per delineare le principali caratteristiche strutturali della rete di collaborazioni musicali italiana e fornire una panoramica completa della sua topologia, sono state calcolate una serie di misure generali di Social Network Analysis. Queste metriche permettono di comprendere le dinamiche interne della rete, rivelando pattern di connettività, efficienza nella diffusione dell'informazione e coesione tra gli artisti.

L'analisi evidenzia una rete composta da 1.656 artisti (nodi) e 4.307 collaborazioni (archi). Come mostrato nella Tabella 1, la struttura presenta diversi aspetti interessanti.

Table 1: Metriche strutturali della rete di collaborazioni musicali italiane su Spotify

Parametro	Valore
Nodi totali	1.656
Archi totali	4.307
Componenti connesse	16
Dimensione componente gigante	1.612 (97.3%)
Grado massimo	114
Grado medio	5.20
Densità	0.0031
Diametro (componente gigante)	10
Lunghezza media del percorso più breve	4.14
Coefficiente di clustering medio	0.119
Transitività	0.128
Coefficiente di assortatività	-0.105

La presenza di 16 componenti connesse indica l'esistenza di sottogruppi isolati all'interno della rete. La componente gigante, che comprende 1.612 artisti (97.3% del totale), rappresenta il nucleo principale della scena musicale italiana, mentre le altre 15 componenti più piccole corrispondono a gruppi di artisti con collaborazioni limitate o specializzate che non si connettono al resto della rete. La più grande tra queste componenti minori contiene 11 artisti, seguita da componenti di 4 e 3 nodi.

Il grado massimo di 114, attribuito all'artista Guè, indica la presenza di veri e propri *hub* nella rete—artisti che collaborano estensivamente con molti colleghi. Il grado medio di 5.20 suggerisce che ogni artista italiano collabora in media con circa 5 altri artisti, una cifra che riflette una moderata propensione alle collaborazioni nel panorama musicale nazionale.

La densità estremamente bassa (0.0031) conferma che la rete è sparsa, con solo lo 0.31% delle possibili connessioni realizzate. Questo pattern è tipico delle reti sociali su larga scala, dove il numero effettivo di connessioni è molto inferiore al potenziale massimo teorico. La distribuzione del grado mostra una struttura eterogenea: il 54.6% degli artisti (904 nodi) ha grado 1, indicando che collaborano con un solo altro artista, mentre solo il 12.6% (208 nodi) ha grado superiore a 10, rappresentando i collaboratori più attivi della scena.

Le misure di percorso rivelano una struttura relativamente efficiente. Il diametro di 10 nella componente gigante significa che la massima distanza tra due artisti è di 10 passaggi (collaborazioni), mentre la lunghezza media del percorso più breve di 4.14 indica che, in media, due artisti qualsiasi nella rete principale sono separati da poco più di 4 intermediari. Questi valori suggeriscono che informazioni, influenze musicali e opportunità di collaborazione possono

diffondersi in modo relativamente efficiente attraverso la rete.

Il coefficiente di clustering medio (0.119) e la transitività (0.128) forniscono indicazioni sulla coesione locale della rete. Entrambi i valori sono moderatamente bassi, suggerendo una limitata tendenza alla formazione di "triadi chiuse"—situazioni in cui due collaboratori di uno stesso artista tendono a collaborare anche tra loro. La transitività leggermente superiore al coefficiente di clustering medio indica la presenza di hub altamente connessi che mediano molte collaborazioni senza necessariamente formare gruppi completamente interconnessi.

Il coefficiente di assortatività negativo (-0.105) rivela una struttura di tipo "hub-spoke": gli artisti con molte collaborazioni (hub) tendono a connettersi con artisti con poche collaborazioni (spoke), piuttosto che con altri hub. Questo pattern suggerisce una certa gerarchia nella rete, dove artisti molto popolari o influenti fungono da punti focali per numerosi artisti meno connessi.

Nel complesso, l'analisi rivela una rete di collaborazioni musicali italiane caratterizzata da una struttura sparsa ma ben connessa, con una chiara gerarchia tra artisti altamente connessi (hub) e artisti con poche collaborazioni. La presenza di una componente gigante dominante indica una scena musicale sostanzialmente integrata, mentre le componenti minori suggeriscono l'esistenza di nicchie o sottocomunità specializzate. Questa struttura probabilmente facilita sia la diffusione rapida di tendenze musicali attraverso i principali hub, sia la preservazione di identità musicali distinte nelle componenti periferiche.

3.4 Analisi Comparativa delle Reti Nazionali di Collaborazione Musicale

L'analisi comparativa delle reti di collaborazione musicale su Spotify rivela significative differenze strutturali tra i principali paesi europei. I risultati, sintetizzati nella Tabella 2, forniscono insights sulle diverse dinamiche di collaborazione che caratterizzano le varie scene musicali nazionali.

Table 2: Metriche comparative delle reti di collaborazione musicale per paese

Parametro	Italia	Francia	Germania	Spagna	Regno Unito
Artisti totali nel dataset	2.707	3.020	4.583	1.694	6.868
Nodi nella rete	1.656	1.643	2.704	855	3.290
Archi (collaborazioni)	4.307	4.754	5.927	1.696	7.532
Componenti connesse	16	27	32	12	70
Grado medio	5.20	5.79	4.38	3.97	4.58
Densità	0.00314	0.00352	0.00162	0.00465	0.00139
Coeff. clustering medio	0.119	0.113	0.121	0.088	0.062

3.4.1 Interpretazione dei Risultati

1. Integrazione e frammentazione delle scene musicali

Il numero di componenti connesse varia notevolmente tra i paesi, riflettendo diversi gradi di integrazione delle rispettive scene musicali. La Spagna presenta la rete più integrata con solo 12 componenti, seguita dall'Italia (16), Francia (27), Germania (32) e Regno Unito (70). L'elevato numero di componenti nel Regno Unito suggerisce una scena musicale particolarmente frammentata, con numerosi sottogruppi isolati che potrebbero corrispondere a generi, sottogeneri o comunità musicali scarsamente interconnesse tra loro. Questa frammentazione potrebbe riflet-

tere la maggiore diversità culturale e musicale del mercato britannico, nonché la presenza di numerose sottoculture musicali indipendenti.

2. Propensione alle collaborazioni

Il grado medio, che misura il numero medio di collaborazioni per artista, presenta valori differenziati: la Francia mostra la propensione più alta (5.79), seguita dall'Italia (5.20), Regno Unito (4.58), Germania (4.38) e Spagna (3.97). Questi dati suggeriscono che la scena musicale francese sia particolarmente orientata alle collaborazioni, mentre quella spagnola sembra più contenuta in questo aspetto. Interessante notare che, nonostante il Regno Unito abbia il maggior numero assoluto di artisti nel dataset (6.868), il grado medio rimane moderato, indicando che l'ampiezza della scena non si traduce necessariamente in una maggiore densità di collaborazioni.

3. Densità e sparsità delle reti

La densità, che misura la proporzione di connessioni effettive rispetto al massimo teorico possibile, rivela strutture di rete sostanzialmente sparse in tutti i paesi, tipiche delle reti sociali su larga scala. La Spagna presenta la densità più elevata (0.00465), suggerendo una rete relativamente più coesa nonostante il minor numero assoluto di artisti. Al contrario, il Regno Unito mostra la densità più bassa (0.00139), coerente con la sua elevata frammentazione. Questa bassa densità potrebbe indicare la presenza di numerosi "mondi piccoli" all'interno della scena musicale britannica, con poche connessioni tra diverse comunità.

4. Coesione locale e formazione di comunità

Il coefficiente di clustering medio, che misura la tendenza alla formazione di triadi chiuse (se A collabora con B e C, allora B e C tendono a collaborare tra loro), mostra valori moderati in tutti i paesi. La Germania presenta il coefficiente più alto (0.121), seguita da Italia (0.119), Francia (0.113), Spagna (0.088) e Regno Unito (0.062). I valori più bassi nel Regno Unito e in Spagna suggeriscono strutture di rete più "a stella", dove gli artisti collaborano con hub centrali ma non necessariamente tra loro. Questo pattern potrebbe riflettere l'influenza di grandi etichette discografiche o produttori che agiscono come connector centrali.

3.4.2 Considerazioni sulle Differenze Nazionali

Scena italiana: equilibrio tra integrazione e specializzazione

La rete italiana mostra un buon equilibrio tra integrazione (16 componenti) e propensione alle collaborazioni (grado medio 5.20). La componente gigante comprende il 97.3% degli artisti, indicando una scena musicale sostanzialmente ben integrata. Il moderato coefficiente di clustering (0.119) suggerisce la presenza sia di comunità coese che di collaborazioni trasversali tra diversi gruppi musicali.

Scena francese: alta propensione collaborativa

La Francia emerge come il paese con la maggiore propensione alle collaborazioni (grado medio 5.79), nonostante una frammentazione intermedia (27 componenti). Questo potrebbe riflettere una cultura musicale particolarmente aperta alle collaborazioni cross-genre o la presenza di festival ed eventi che favoriscono incontri tra artisti di diverse background.

Scena tedesca: struttura frammentata ma coesa localmente

La Germania presenta la rete più ampia (2.704 nodi) tra i paesi europei analizzati, con un grado medio relativamente basso (4.38) ma il coefficiente di clustering più alto (0.121). Questa combinazione suggerisce la presenza di numerose comunità ben coese internamente ma con limitate connessioni reciproche, forse riflettendo la diversità linguistica e culturale regionale del paese.

Scena spagnola: rete compatta e integrata

Nonostante il minor numero assoluto di artisti (855 nodi), la Spagna mostra la rete più densa (0.00465) e meglio integrata (solo 12 componenti). Questo potrebbe indicare una scena musicale più omogenea o concentrata geograficamente, con un numero limitato di hub che connettono efficacemente l'intera rete.

Scena britannica: estrema diversificazione

Il Regno Unito presenta la scena più complessa e diversificata, con il maggior numero di artisti (3.290 nodi) ma anche la maggiore frammentazione (70 componenti) e la densità più bassa. Questa struttura riflette probabilmente la ricchezza e diversità della scena musicale britannica, con numerosi generi e sottogeneri che coesistono con limitate interazioni reciproche.

3.4.3 Implicazioni per l'Industria Musicale

Queste differenze strutturali hanno importanti implicazioni per strategie di marketing, promozione e sviluppo artistico:

- **Marketing differenziato:** Le strategie di promozione dovrebbero adattarsi alle specifiche caratteristiche strutturali di ciascun mercato. In paesi come la Spagna e l'Italia, con reti più integrate, le campagne di marketing potrebbero essere più efficaci se focalizzate sugli hub centrali. Nei mercati più frammentati come il Regno Unito, potrebbe essere necessario adottare approcci più segmentati per raggiungere diverse comunità.
- **Strategie di collaborazione:** La maggiore propensione alle collaborazioni in Francia suggerisce che gli artisti potrebbero beneficiare maggiormente di strategie collaborative in quel mercato. Al contrario, in paesi con reti più frammentate, le collaborazioni potrebbero richiedere maggior sforzo per identificare i connector giusti tra comunità diverse.
- **Identificazione di talenti emergenti:** La struttura delle reti influenza come gli artisti emergenti possono ottenere visibilità. In reti più integrate come quella spagnola, un artista emergente potrebbe ottenere visibilità più rapidamente attraverso pochi collegamenti strategici. In reti più frammentate, potrebbe essere necessario costruire presenza in più comunità simultaneamente.
- **Diffusione di tendenze musicali:** La velocità e il pattern di diffusione di nuove tendenze musicali variano in base alla struttura della rete. Nelle reti più dense e integrate, le tendenze potrebbero diffondersi più rapidamente ma anche omogeneizzarsi più facilmente. Nelle reti più frammentate, potrebbero emergere tendenze diverse in comunità separate.

In conclusione, l'analisi comparativa rivela che le scene musicali nazionali su Spotify presentano strutture di rete significativamente diverse, che riflettono probabilmente differenze culturali, storiche e organizzative nei rispettivi ecosistemi musicali. Queste differenze strutturali hanno implicazioni importanti per come la musica viene creata, distribuita e consumata in ciascun mercato.

3.5 Analisi delle Collaborazioni per Nazionalità

L'analisi completa delle nazionalità presenti nel dataset Spotify rivela una distribuzione fortemente concentrata, con un numero limitato di paesi che dominano la scena musicale internazionale. I risultati evidenziano significative differenze strutturali nelle reti di collaborazione delle varie nazionalità.

3.5.1 Distribuzione degli Artisti per Nazionalità

Il dataset comprende 192 nazionalità uniche, ma la distribuzione è estremamente diseguale. Come mostrato nella Tabella 3, i primi 10 paesi rappresentano collettivamente il 79.5% degli artisti con nazionalità nota.

Table 3: Top 10 nazionalità per numero di artisti nel dataset Spotify

Nazionalità	Numero artisti	Percentuale
Stati Uniti	11.903	7.6%
Regno Unito	6.868	4.4%
Germania	4.583	2.9%
Francia	3.020	1.9%
Italia	2.707	1.7%
Brasile	2.413	1.5%
Svezia	2.289	1.5%
Paesi Bassi	2.276	1.5%
Giappone	2.220	1.4%
Finlandia	1.726	1.1%
Totale top 10	37.009	23.6%

3.5.2 Pattern di Collaborazione Internazionale

L'analisi delle collaborazioni su un campione di 100.000 interazioni rivela che il 21% delle collaborazioni coinvolge artisti di nazionalità diversa, il 28% coinvolge artisti della stessa nazionalità, mentre il restante 51% non può essere classificato per mancanza di informazioni sulla nazionalità di uno o entrambi gli artisti. Questo dato evidenzia un significativo grado di internazionalizzazione nella produzione musicale contemporanea.

Le collaborazioni internazionali mostrano pattern ben definiti, con gli Stati Uniti che emergono come il principale hub di collaborazioni transnazionali (Tabella 4).

Table 4: Principali coppie di nazionalità per frequenza di collaborazioni internazionali

Nazione 1	Nazione 2	Collaborazioni	Percentuale
Regno Unito	Stati Uniti	884	1.77%
Canada	Stati Uniti	283	0.57%
Germania	Stati Uniti	254	0.51%
Paesi Bassi	Stati Uniti	248	0.50%
Paesi Bassi	Regno Unito	224	0.45%
Germania	Regno Unito	200	0.40%
Francia	Stati Uniti	182	0.36%
Francia	Regno Unito	182	0.36%
Australia	Stati Uniti	178	0.36%
Australia	Regno Unito	137	0.27%

3.5.3 Caratteristiche Strutturali delle Reti Nazionali

L'analisi delle reti nazionali complete rivela differenze significative nella struttura delle collaborazioni interne di ciascun paese (Tabella 5).

Table 5: Caratteristiche strutturali delle reti di collaborazione nazionali

Nazionalità	Nodi	Archi	Comp.	Densità	Grado medio	Grado max	Clustering
Stati Uniti	6.217	14.860	111	0.000769	4.78	272	0.082
Regno Unito	3.290	7.532	70	0.001392	4.58	104	0.062
Germania	2.704	5.927	32	0.001622	4.38	288	0.121
Francia	1.643	4.754	27	0.003524	5.79	109	0.113
Italia	2.664	4.307	16	0.003143	5.20	114	0.119

3.5.3.1 Analisi dei Risultati per Nazionalità

Stati Uniti: Il principale hub globale La rete statunitense è la più estesa (6.217 nodi) e presenta il maggior numero di collaborazioni interne (14.860). Nonostante la bassa densità (0.000769), tipica delle reti molto ampie, mostra una buona integrazione con il 94.4% degli artisti appartenenti alla componente gigante. Il grado medio di 4.78 indica una moderata propensione alle collaborazioni, mentre il grado massimo di 272 suggerisce la presenza di veri e propri super-hub nella scena musicale americana.

Regno Unito: Rete frammentata ma connessa La rete britannica (3.290 nodi, 7.532 archi) presenta un elevato numero di componenti connesse (70), indicando una scena musicale diversificata con numerose sottocomunità. La densità relativamente bassa (0.001392) e il coefficiente di clustering modesto (0.062) suggeriscono una struttura più "a stella" rispetto ad altre reti nazionali.

Germania: Coesione locale elevata La rete tedesca si distingue per il più alto coefficiente di clustering (0.121), indicando una forte tendenza alla formazione di comunità coese internamente. Nonostante il grado medio relativamente basso (4.38), la rete mostra una buona integrazione con il 97% degli artisti nella componente gigante.

Francia: Alta propensione collaborativa La Francia presenta il grado medio più alto (5.79) tra le principali nazionalità analizzate, suggerendo una cultura musicale particolarmente orientata alle collaborazioni. La densità relativamente alta (0.003524) e il buon coefficiente di clustering (0.113) indicano una rete ben coesa e integrata.

Italia: Rete compatta e ben integrata La rete italiana, pur essendo di dimensioni moderate (2.664 nodi), mostra una delle strutture più integrate con solo 16 componenti connesse. La percentuale di collaborazioni interne più elevata (39.2%) rispetto ad altre nazionalità suggerisce una certa autosufficienza della scena musicale italiana, sebbene non manchino significative collaborazioni internazionali.

3.5.4 Propensione alle Collaborazioni Internazionali

L'analisi della percentuale di collaborazioni interne rispetto al totale delle collaborazioni di ciascuna nazionalità fornisce ulteriori insights (Tabella 6).

L'Italia emerge come il paese con la maggiore propensione alle collaborazioni interne (39.2%), seguito da Francia (31.1%) e Brasile (30.7%). Questo potrebbe riflettere fattori linguistici, culturali o di mercato che favoriscono le collaborazioni nazionali rispetto a quelle internazionali. Al contrario, Regno Unito (22.3%) e Giappone (22.0%) mostrano una maggiore apertura verso collaborazioni internazionali.

Table 6: Propensione alle collaborazioni interne delle principali nazionalità

Nazionalità	Collab. interne	Collab. totali	% Interne
Italia	4.307	10.999	39.2%
Francia	4.754	15.291	31.1%
Brasile	5.547	18.050	30.7%
Paesi Bassi	5.143	16.629	30.9%
Stati Uniti	14.860	53.083	28.0%
Germania	5.927	21.095	28.1%
Svezia	2.644	9.412	28.1%
Giappone	1.103	5.004	22.0%
Regno Unito	7.532	33.713	22.3%

3.5.5 Implicazioni per l'Ecosistema Musicale Globale

I risultati evidenziano un ecosistema musicale globalizzato ma con marcate differenze regionali:

- **Dominanza anglo-americana:** Stati Uniti e Regno Unito rappresentano i principali hub di collaborazione internazionale, funzionando da ponti tra diverse scene musicali nazionali.
- **Diversità strutturale:** Le reti nazionali presentano strutture diverse che riflettono probabilmente differenze culturali, linguistiche e organizzative nei rispettivi mercati musicali.
- **Bilinguismo musicale:** Paesi come Francia e Italia mostrano una significativa percentuale di collaborazioni interne, suggerendo l'esistenza di ecosistemi musicali relativamente autosufficienti, sebbene integrati nella rete globale.
- **Ruolo dei piccoli paesi:** Nazioni come Paesi Bassi e Svezia, pur avendo un numero relativamente basso di artisti, mostrano un'elevata connettività internazionale, probabilmente dovuta alla maggiore propensione all'uso della lingua inglese e all'integrazione nei circuiti musicali internazionali.

Questa analisi dimostra come le caratteristiche strutturali delle reti di collaborazione riflettano complesse dinamiche culturali, linguistiche e di mercato che influenzano la produzione e la diffusione della musica contemporanea a livello globale.

4 Validity and Reliability

How closely does the model of your dataset represent reality (validity)? How does the way you treat the data affect the reproducibility of the study (reliability)?

5 Misure e Risultati

In questa sezione si riassumono in modo sintetico le principali misure utilizzate, le tecnologie impiegate e il loro legame con gli obiettivi dello studio.

Rappresentazione della rete

- Grafo non orientato $G = (V, E)$: nodi = artisti (spotify_id), archi = collaborazioni tra artisti presenti nelle tracce.
- Implementazione in Python con pandas per i CSV dei nodi/archi e NetworkX per la costruzione del grafo e il calcolo delle misure.

Misure di centralità

- **Degree centrality**: normalizza il numero di collaborazioni di ciascun artista, identifica gli hub più connessi e viene usata per selezionare i top artisti nel sottografo di analisi.
- **Betweenness centrality**: misura quante volte un artista cade sui cammini minimi tra coppie di nodi, individuando i “broker” strutturali tra comunità e generi diversi.
- **Closeness centrality**: inverso della distanza media da un artista a tutti gli altri, quantifica quanto rapidamente un artista può raggiungere il resto della rete.
- **Eigenvector centrality**: assegna punteggi più alti agli artisti collegati ad altri artisti centrali, catturando l’appartenenza al “core” della scena.

Community detection e bridge

- **Louvain**: individua comunità massimizzando la modularità, permettendo di associare cluster strutturali a macro-generi, scene nazionali o gruppi di etichetta.
- **Edge betweenness e constraint** di Burt: identificano rispettivamente collaborazioni-ponte tra comunità e artisti con accesso a *structural holes*, fondamentali per la diffusione di stili e contenuti tra mondi diversi.

Generi, nazionalità e successo

- Generi e nazionalità sono gestiti come attributi dei nodi (genre, nationality); si contano collaborazioni intra/inter-genere e intra/inter-nazionali per valutare assortatività e aperture transnazionali.
- Per gli artisti senza genere, il genere viene inferito dal genere più frequente nel vicinato di rete, con soglia minima di collaborazioni per garantire robustezza.
- Le misure strutturali sono correlate con indicatori esterni (popularity Spotify, numero collaborazioni, collaborazioni estere, presenza in chart) per studiare il legame tra posizione nella rete, popolarità ed espansione internazionale.

Artisti emergenti

- Si costruisce un DataFrame con popularity e numero di collaborazioni per artista; soglie su entrambi gli indicatori definiscono tre classi: *emergente*, *intermedio*, *affermato*.
- La matrice delle collaborazioni tra classi (emergente-emergente, emergente-affermato, ecc.) mostra le strategie di networking (orizzontale tra pari vs collegamento verso artisti affermati) e come queste si riflettano nella crescita di centralità e popolarità.

5.1 Nodes

5.1.1 Misure di centralità

Per identificare gli artisti strutturalmente più importanti nella rete di collaborazioni, sono state calcolate quattro misure di centralità. L'obiettivo è comprendere quali artisti occupano posizioni strategiche e come queste posizioni si manifestano attraverso diversi aspetti della struttura della rete.

5.1.1.1 Degree Centrality

La **degree centrality** quantifica il numero di connessioni dirette di un nodo, normalizzato per il massimo numero possibile di connessioni. Nella rete musicale analizzata, questa misura rappresenta il numero di artisti diversi con cui un determinato artista ha collaborato.

L'implementazione calcola sia il grado assoluto, che la degree centrality normalizzata. I risultati rivelano una distribuzione fortemente asimmetrica: la degree centrality media è pari a 0.0031, mentre il valore massimo raggiunge 0.0689. Tale distribuzione indica che la maggior parte degli artisti mantiene un numero limitato di collaborazioni, mentre un ristretto gruppo di nodi concentra un numero significativamente elevato di connessioni.

La Tabella 7 presenta i dieci artisti con la degree centrality più elevata:

Table 7: Top 10 artisti per Degree Centrality

Posizione	Artista	Degree Centrality
1	Guè	0.0689
2	Andrea Bocelli	0.0622
3	Clementino	0.0508
4	Gemitaiz	0.0489
5	Night Skinny	0.0483
6	Don Joe	0.0477
7	Inoki	0.0441
8	Fabri Fibra	0.0435
9	Emis Killa	0.0429
10	Ennio Morricone	0.0411

Guè emerge come il nodo più connesso della rete con 114 collaborazioni distinte, identificandosi come hub centrale della scena musicale italiana. La presenza di Andrea Bocelli al secondo posto con 103 collaborazioni risulta particolarmente significativa: nonostante operi in un genere musicale sostanzialmente diverso (classica/pop crossover), ha sviluppato una rete estesa di collaborazioni che attraversa molteplici generi musicali. La predominanza di artisti hip hop nelle prime posizioni (Clementino, Gemitaiz, Night Skinny, Don Joe, Inoki, Fabri Fibra, Emis Killa) conferma che questo genere presenta un'elevata propensione alle collaborazioni e costituisce un elemento centrale nella struttura della rete. La presenza di Ennio Morricone in decima posizione introduce un elemento di diversità generazionale e stilistica nella classifica.

5.1.1.2 Eigenvector Centrality

La **eigenvector centrality** attribuisce importanza non solo alla quantità di connessioni, ma alla loro qualità: un artista presenta alta eigenvector centrality se risulta connesso ad altri artisti

che a loro volta occupano posizioni centrali nella rete. L'algoritmo converge iterativamente, assegnando a ciascun nodo un punteggio proporzionale alla somma dei punteggi dei suoi nodi adiacenti.

I risultati mostrano una concentrazione ancora più marcata rispetto alla degree centrality: il valore medio è 0.0089 mentre il massimo raggiunge 0.2573, evidenziando che un numero ristretto di artisti forma un nucleo centrale altamente coeso.

La Tabella 8 presenta i dieci artisti con la eigenvector centrality più elevata:

Table 8: Top 10 artisti per Eigenvector Centrality

Posizione	Artista	Eigenvector Centrality
1	Guè	0.2573
2	Gemitaiz	0.2069
3	Emis Killa	0.1904
4	Night Skinny	0.1903
5	Fabri Fibra	0.1717
6	Marracash	0.1677
7	Jake La Furia	0.1664
8	Don Joe	0.1650
9	MadMan	0.1533
10	Lazza	0.1425

Guè mantiene la posizione dominante con un valore considerevolmente superiore agli altri artisti (circa 25% in più rispetto al secondo classificato), indicando che le sue collaborazioni coinvolgono prevalentemente gli artisti più centrali della scena. La presenza esclusiva di artisti hip hop in questa classifica rivela l'esistenza di un nucleo centrale dominato da questo genere. Artisti quali Marracash, Jake La Furia, Don Joe, MadMan e Lazza formano un core altamente interconnesso che definisce il centro della rete hip hop italiana. È significativo notare che Andrea Bocelli, pur presentando un elevato numero di collaborazioni (secondo in degree centrality), risulta assente da questa classifica, suggerendo che le sue collaborazioni coinvolgono prevalentemente artisti meno centrali o più periferici rispetto al nucleo principale della rete.

5.1.1.3 Closeness Centrality

(NON MI CONVINCE) La **closeness centrality** misura la vicinanza di un nodo rispetto a tutti gli altri nodi della rete, calcolando l'inverso della distanza media basata sui cammini minimi. Un artista con elevata closeness centrality può raggiungere rapidamente qualsiasi altro artista nella rete attraverso un numero limitato di intermediari.

I risultati mostrano un valore medio di 0.2336 con un massimo di 0.3677, indicando che anche gli artisti più centrali necessitano mediamente di circa tre passaggi per raggiungere qualsiasi altro nodo della rete.

Nel contesto pratico della scena musicale, un'alta closeness centrality conferisce vantaggi strategici concreti: gli artisti ottimalmente posizionati possono accedere più facilmente a informazioni e tendenze emergenti in diverse parti della scena, avviare collaborazioni con artisti distanti nella rete attraverso pochi intermediari, e diffondere rapidamente il proprio stile o innovazioni musicali attraverso l'intero ecosistema. Questa metrica identifica quindi artisti che, indipendentemente dalla loro appartenenza al nucleo centrale, occupano posizioni che facilitano la comunicazione e la circolazione di opportunità attraverso l'intera rete.

La Tabella 9 presenta i dieci artisti con la closeness centrality più elevata:

Table 9: Top 10 artisti per Closeness Centrality

Posizione	Artista	Closeness Centrality
1	Guè	0.3677
2	Clementino	0.3576
3	Gemitaiz	0.3537
4	Fabri Fibra	0.3500
5	J-AX	0.3487
6	Night Skinny	0.3480
7	Marracash	0.3466
8	Emis Killa	0.3464
9	Elisa	0.3447
10	Rocco Hunt	0.3420

Guè conferma la sua posizione dominante, risultando ottimalmente posizionato per accedere all'intera rete con il minimo numero di intermediari. Clementino e J-AX emergono particolarmente in questa metrica rispetto alla eigenvector centrality, suggerendo che occupano posizioni strategiche di bridging: pur non essendo nel core più denso, le loro collaborazioni attraversano diversi cluster della rete, permettendo loro di fungere da connettori efficienti tra sottocomunità diverse. La presenza di Elisa (nona posizione) e Rocco Hunt (decima posizione) introduce una diversificazione di generi significativa. Questi artisti, pur non appartenendo al nucleo hip hop dominante, mantengono posizioni di vicinanza globale che facilitano la trasmissione di influenze cross-genre. La rete, sebbene dominata dall'hip hop nel nucleo centrale, mantiene quindi una struttura che permette comunicazione efficiente tra generi diversi, suggerendo un ecosistema musicale dove le barriere tra comunità di genere non impediscono la circolazione rapida di idee e opportunità collaborative.

5.1.1.4 Betweenness Centrality

La **betweenness centrality** identifica i nodi che si trovano frequentemente sui cammini minimi tra altre coppie di nodi. Artisti con elevata betweenness fungono da intermediari tra diverse componenti della rete, anche senza necessariamente presentare un numero elevato di connessioni dirette. Il calcolo è stato approssimato campionando 1000 nodi casuali per ragioni di efficienza computazionale.

I risultati mostrano una distribuzione fortemente asimmetrica: il valore medio è 0.0018 mentre il massimo raggiunge 0.1250, indicando che un numero molto limitato di nodi controlla i flussi di connessione tra cluster diversi della rete.

Andrea Bocelli domina questa metrica con un valore significativamente superiore agli altri artisti (quasi 40% superiore rispetto al secondo classificato), rivelando il suo ruolo strutturale come ponte tra contesti musicali differenti. Nonostante non appartenga al core hip hop identificato dalla eigenvector centrality, Bocelli connette la musica classica e pop con altri generi, fungendo da intermediario essenziale nella struttura complessiva della rete. La presenza di Ennio Morricone (quinta posizione), DJ Matrix (sesta posizione), Jovanotti (nona posizione) e Cristina D'Avena (decima posizione) - artisti che operano in generi diversi dall'hip hop - conferma che la betweenness centrality cattura un ruolo strutturale distinto dalla centralità locale. Questi artisti non appartengono al nucleo centrale ma occupano posizioni di gatekeeping tra comunità di genere diverse. Clementino mantiene una posizione elevata in tutte le metriche analizzate (terzo in degree, secondo in closeness e betweenness), confermandosi come uno

degli artisti strutturalmente più rilevanti della rete: parte integrante del core hip hop ma con spiccate capacità di bridging verso altre scene musicali.

La Tabella 10 presenta i dieci artisti con la betweenness centrality più elevata:

Table 10: Top 10 artisti per Betweenness Centrality

Posizione	Artista	Betweenness Centrality
1	Andrea Bocelli	0.1250
2	Clementino	0.0910
3	Guè	0.0642
4	Elisa	0.0611
5	Ennio Morricone	0.0575
6	DJ Matrix	0.0558
7	J-AX	0.0538
8	Inoki	0.0509
9	Jovanotti	0.0452
10	Cristina D'Avena	0.0422

5.1.2 Assortatività

L'analisi di assortatività esamina le tendenze di connessione basate su attributi specifici dei nodi. Sono state calcolate tre forme di assortatività per caratterizzare i pattern di collaborazione nella rete musicale italiana.

5.1.2.1 Degree Assortativity

Il coefficiente di degree assortativity ottenuto è **-0.1052**, indicando una rete leggermente **disassortativa**. Questo valore negativo significa che artisti con numerose collaborazioni tendono a connettersi con artisti che ne hanno meno, piuttosto che collaborare prevalentemente tra loro. Nel contesto della rete musicale analizzata, questo pattern suggerisce che gli hub (artisti con elevato grado) non formano un gruppo isolato ma includono nelle loro collaborazioni anche artisti meno prolifici. Questo può riflettere diverse dinamiche: artisti affermati che forniscono visibilità ad artisti emergenti, producer e featuring artist che collaborano con un ampio spettro di artisti a diversi livelli di attività, o più in generale una scena musicale relativamente aperta dove il numero di collaborazioni pregresse non costituisce una barriera significativa per future opportunità. Il valore negativo, seppur moderato, è coerente con una struttura che facilita la mobilità e l'accesso anche per artisti meno centrali, in contrasto con modelli rigidamente gerarchici dove esclusivamente le figure di maggior successo collaborano tra loro.

5.1.2.2 Followers Assortativity

Il coefficiente di followers assortativity è **0.0724**, un valore positivo ma prossimo allo zero, indicando una tendenza molto debole verso pattern assortativi basati sulla popolarità.

Questo risultato suggerisce che la popolarità, misurata attraverso il numero di follower su Spotify, esercita un'influenza limitata sui pattern di collaborazione. Artisti con un elevato numero di follower non mostrano una marcata preferenza per collaborazioni esclusive con altri artisti di analogia popolarità, né emerge una segregazione netta tra diversi strati di popolarità. L'analisi dettagliata categorizza gli archi in High-High, Low-Low e High-Low utilizzando la mediana

come soglia, rivelando che esistono sia collaborazioni tra artisti di analoga popolarità che collaborazioni con artisti con un grado di popolarità diverso dal proprio, in proporzioni relativamente bilanciate.

Questo pattern indica un ecosistema musicale italiano relativamente fluido rispetto al criterio della fama: le collaborazioni non risultano fortemente vincolate dal numero di follower, e artisti affermati mostrano disponibilità a collaborare con colleghi meno conosciuti. Tuttavia, il valore leggermente positivo suggerisce l'esistenza di una debole preferenza omofila: artisti molto popolari collaborano con maggiore frequenza con altri artisti popolari, ma questa tendenza non crea barriere strutturali significative.

5.1.2.3 Genre Assortativity e Modularity

I risultati relativi al genere musicale mostrano pattern marcatamente diversi rispetto alle altre forme di assortatività. Il coefficiente di genre assortativity è **0.4778**, un valore decisamente positivo che indica una forte tendenza assortativa. La modularità è **$Q = 0.2987$** , classificabile come moderata secondo la scala interpretativa implementata (compresa tra 0.1 e 0.3).

Questi valori rivelano che il genere musicale esercita un'influenza significativa sui pattern di collaborazione: gli artisti tendono a collaborare prevalentemente con altri artisti dello stesso genere o di generi affini. Tuttavia, la modularità moderata (non elevata) indica che questa tendenza non produce compartimenti impermeabili: esistono numerose collaborazioni cross-genre che mantengono la rete globalmente interconnessa.

La Tabella 11 presenta le dieci coppie di generi più frequenti nelle collaborazioni:

Table 11: Top 10 coppie di generi nelle collaborazioni

Pos.	Genere 1	N. collab.	Genere 2
1	Hip Hop / Rap	1829	(intra-genere)
2	Pop	819	(intra-genere)
3	Hip Hop / Rap	596	Pop
4	Hip Hop / Rap	104	Indie
5	Elettronica / Dance	85	(intra-genere)
6	Classica / Orchestrale	72	(intra-genere)
7	Elettronica / Dance	62	Pop
8	Indie	45	Pop
9	Soundtrack / Colonne sonore	37	(intra-genere)
10	Elettronica / Dance	34	Hip Hop / Rap

L'Hip Hop / Rap domina con 1829 collaborazioni intra-genere, confermando l'elevata densità e coesione di questa comunità musicale. Il Pop presenta 819 collaborazioni interne, dimostrando anch'esso una significativa coesione interna. La combinazione Hip Hop / Rap + Pop conta 596 archi, costituendo la contaminazione cross-genre di gran lunga più frequente. Questo rivela un ponte strutturale fondamentale tra i due generi dominanti della scena italiana. Le combinazioni Hip Hop / Rap + Indie (104 archi) e Elettronica / Dance + Pop (62 archi) rappresentano altre contaminazioni significative, sebbene con frequenza considerevolmente inferiore. Generi quali Classica/Orchestrale (72 archi interni), Elettronica/Dance (85 archi), e Soundtrack (37 archi) evidenziano comunità di dimensioni più contenute ma comunque internamente coese.

Il rapporto tra archi intra-genere e inter-genere, calcolato dalla funzione attraverso l'analisi delle sovrapposizioni tra liste di generi, mostra che le collaborazioni rimangono prevalentemente all'interno dei confini di genere, con eccezioni rilevanti.

Nel contesto della scena musicale italiana, questi risultati descrivono un quadro di specializzazione con contaminazione selettiva: i generi mantengono identità distinte e gli artisti collaborano prevalentemente entro i propri confini stilistici, ma esistono ponti consolidati tra generi complementari, in particolare tra hip hop e pop. L'elevata densità dell'hip hop (1829 collaborazioni interne) conferma quanto emerso dall'analisi di centralità: questo genere non solo domina il nucleo centrale della rete, ma ha sviluppato un ecosistema interno estremamente ricco e interconnesso.

5.2 Network

5.2.1 Community Detection

Community detection analysis was conducted to investigate whether artists tend to collaborate primarily with other artists belonging to the same musical macro-genre. To this end, two distinct approaches were applied, namely the Louvain algorithm and the Edge Betweenness (Girvan–Newman) method. For each approach, both the number of detected communities and their genre homogeneity were evaluated by measuring the purity of the dominant macro-genre within each community.

Louvain

The Louvain algorithm identified a total of 34 communities, revealing a relatively fragmented network structure. Several communities exhibit a notable degree of genre homogeneity, particularly for the *Hip Hop / Rap* and *Pop* macro-genres, with purity values exceeding 0.6 in some cases and reaching 1.0 in smaller communities. Nevertheless, a substantial number of communities display a mixed composition, characterized by the coexistence of multiple dominant macro-genres. This suggests that artist collaborations are not strictly constrained by genre boundaries, especially within larger clusters, where cross-genre interactions appear to be more prevalent.

Analysis with Section 2.2.3

TODO

Edge Betweenness

The Edge Betweenness (Girvan–Newman) algorithm produced 17 communities, resulting in a coarser partitioning of the network compared to the Louvain method. The identified communities are generally less pure, with genre purity values frequently below 0.5, particularly in larger clusters dominated by *Pop* and *Hip Hop / Rap*. This outcome indicates that the iterative removal of highly central edges tends to group together artists from different macro-genres, emphasizing the presence of bridge nodes and inter-genre collaborations rather than a clear separation based on musical genre.

5.2.2 Degree Distribution

The analysis of the degree distribution of the artist collaboration network provides relevant insights into the global structure of the graph. The minimum degree of 1 indicates the presence of artists involved in a single collaboration, while the maximum degree of 114 highlights the

existence of a small number of highly connected nodes acting as hubs within the network. The average degree, equal to 5.20, suggests that the network is overall sparse, with most artists collaborating with only a limited number of peers.

As shown in Figure 1, the degree distribution, examined both on a linear scale (Figure 1a) and a logarithmic scale (Figure 1b), exhibits a strongly right-skewed shape with a pronounced long tail. This behavior is characteristic of complex, scale-free or otherwise heterogeneous networks, where many low-degree nodes coexist with a few extremely high-degree nodes. In the musical context, this reflects a system in which most artists engage in occasional collaborations, while a restricted set of central artists concentrates a large number of collaborations, acting as key connectors across different regions of the network and potentially across distinct musical genres.

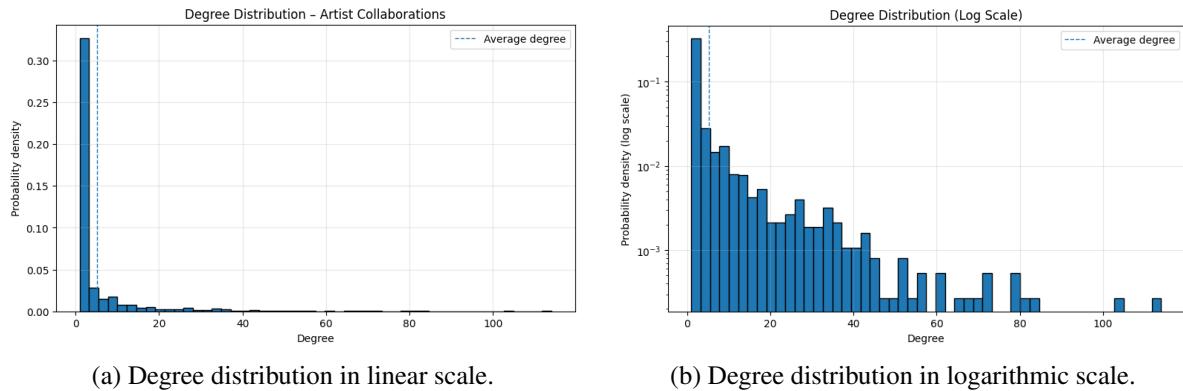


Figure 1: Degree distribution of the artist collaboration network. The linear-scale histogram highlights the strong concentration of low-degree nodes, while the logarithmic-scale representation emphasizes the long-tailed behavior caused by highly connected artists (hubs).

6 Conclusion

Qualitative analysis of the quantitative findings of the study.

7 Critique

Do you think your work solves the problem presented above? To which extent (completely, what parts)? Why? What could you have done differently to answer your research problems (e.g., gather data with additional information, build your model differently, apply alternative measures)?