Zaawansowane technologie w bazach danych
Analiza sieci społecznych w portalu last.fm

Justyna Plewa
Paweł Pierzchała

3 października 2010

1 Cel projektu

Celem projektu jest analiza społeczności tworzących się w portalach internetowych. W analizowanym serwisie wyszukujemy społeczności oraz określamy ich strukturę.

2 Portal last.fm

Last.fm jest internetową radiostacją, system muzycznych rekomendacji oraz portalem społecznościowym. Każdy z użytkowników ma listę odtwarzanych utworów, którą może aktualizować na „żywo" używając plugin-ów do popularnych odtwarzaczy plików mp3. Gromadzone są również dane o koncertach na których bywa użytkownik. Ponad to serwis udostępnia funkcje typowe dla innych portali społecznościowych takie jak znajomi, galerie, komentarze.

Portal udostępnia publiczne dane użytkowników w formacie XML po przez web-service, którego ograniczeniem jest liczba 5 zapytań na sekundę.

W projekcie analizujemy następujące powiązania między użytkownikami:

- Lista znajomych
- Ulubione utwory – dwaj użytkownicy są powiązani, jeżeli mają taki sam ulubiony utwór
- Koncerty – dwaj użytkownicy są powiązani, jeżeli byli na tym samym koncercie

Informacje o koncertach udostępniane są wraz z ich terminem, który wykorzystujemy do wyodrębniania głównych członków grup.

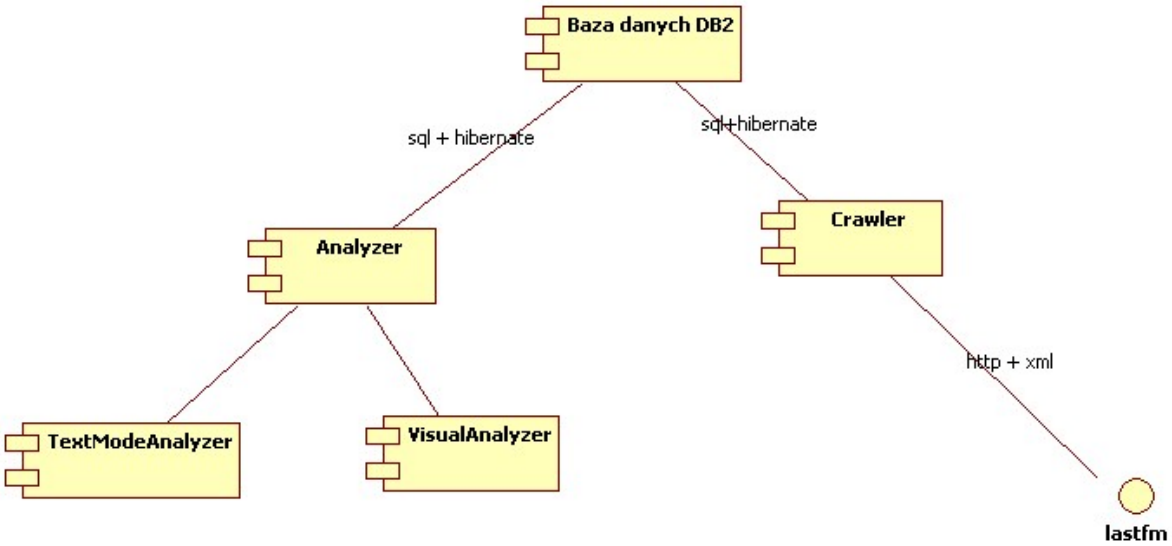
3 Technologie

Projekt został zaimplementowany w języku Java, z użyciem technologii:

- Hibernate – do mapowania danych z bazy DB2
- Jung – wykorzystaliśmy struktury danych, moduł do wizualizacji, alalgorytm klastrujący oraz narzędzia do obliczania miar sieci społecznych
- Baza danych DB2
- last.fm API bindings for Java do pobierania danych z portalu Last.fm

3.1 Architektura

Na załączonej ilustracji widoczne są komponenty projektu oraz komunikacja między nimi.



Rysunek 1: Komponenty projektu.

3.1.1 Komponent Crawler

Komponent Crawler wykorzystuje „last.fm API bindings for Java" do komunikacji z serwisem. Zapewnia on poprawne pobieranie danych po przez protokół HTTP oraz parsowanie plików XML z danymi. Przetworzone dane zapisywane są w bazie danych DB2 znajdującej się na uczelni.

3.1.2 Komponent Baza Danych DB2

Komponent baza danych DB2 umożliwia prosty dostęp danych po przez automatyczne mapowanie klas na rekordy w bazie danych przy pomocy hibernate. Komunikuje się z Crawlerem oraz komponentem Analysis.

3.1.3 Komponent Analysis

Jest to komponent zawierający funkcjonalności niezbędne do przeprowadzenia analiz. Umożliwia generowanie grafów powiązań na podstawie danych z bazy, generowanie raportów oraz analiz.

3.1.4 Komponent VisualAnlyzer

VisualAnalyzer jest graficznym interfejsem do komponentu Analysis. Umożliwia wizualizację sieci oraz sterowanie parametrem klastrowania.

3.1.5 Komponent TextModeAnalyzer

Komponent TextModeAnalyzer jest narzędziem wiersza poleceń które umożliwia generowanie raportów tekstowych z klastrowania.

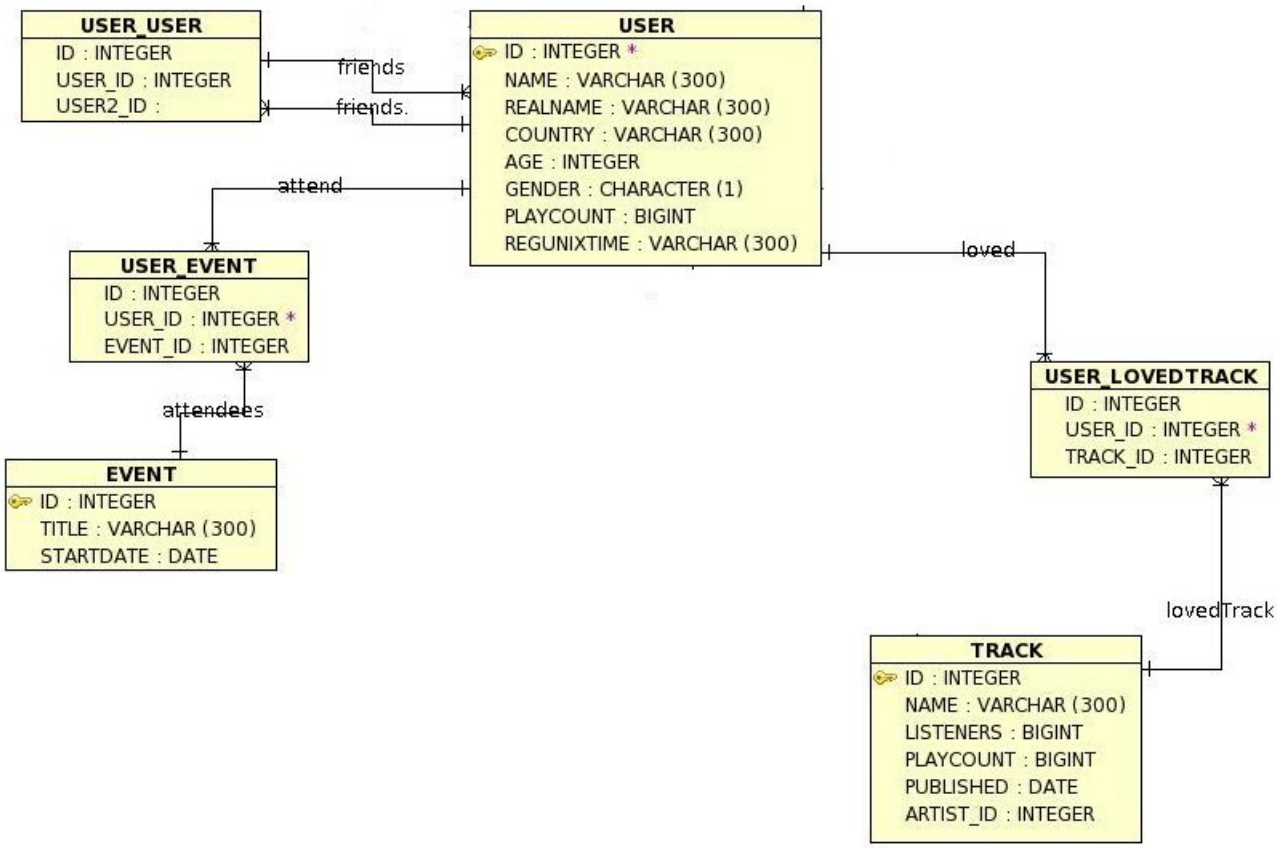
3.2 Pobrane dane

W trakcie semestru pobraliśmy z serwisu last.fm dane o:

- Użytkownikach – 9826 rekordów
- Znajomych – 13700 informacji o powiązaniu
- Utworach – 21 874 rekordów
- Ulubionych utworach użytkowników – 28 004 rekordów
- Koncertach – 31 251 rekordów
- Uczestnikach koncertów – 125 948 powiązań

3.3 Baza danych

Struktura bazy danych użyta w projekcie oddaję strukturę powiązań występujących w serwisie last.fm. Poniżej prezentujemy fragment schematu bazy danych który jest używany w projekcie, nie przedstawiamy na nim tabel z których nie korzystaliśmy (np. tabele na tagi lub shouty).



Rysunek 2: Struktura bazy danych.

3.3.1 Tabela User

Jeden rekord reprezentuje jedenego użytkownika serwisu Last.fm

Nazwa	Typ	Klucz	Opis
ID	Integer	Główny	Unikatowy identyfikator użytkownik
NAME	Varchar(300)		Pseudonim użytkownika
REALNAME	Varchar(300)		Imię i nazwisko
COUNTRY	Varchar(300)		Pochodzenie
AGE	Integer		Wiek użytkownika
GENDER	Character(1)		Płeć M/F
REGUNXTIME	Varchar(300)		Data rejestracji w formacie unixowym

3.3.2 Tabela User_User

Wiąże dwóch użytkowników, reprezentuje powiązanie „Znajomi" z portalu Last.fm.

Nazwa	Typ	Klucz	Opis
ID	Integer	Główny	Unikatowy identyfikator rekordu
USER_ID	Integer	Obcy	Użytkownik pierwszy
USER2_ID	Integer	Obcy	Użytkownik drugi

3.3.3 Tabela Event

Reprezentuje koncert.

Nazwa	Typ	Klucz	Opis
ID	Integer	Główny	Unikatowy identyfikator koncertu
TITLE	Varchar(300)		Nazwa koncertu
STARTDATE	Date		Data rozpoczęcia koncertu

3.3.4 Tabela User_Event

Zawiera informację o uczestnikach koncertu.

Nazwa	Typ	Klucz	Opis
ID	Integer	Główny	Unikatowy identyfikator rekordu
USER_ID	Integer	Obcy	Identyfikator użytkownika
EVENT_ID	Integer	Obcy	Identyfikator koncertu

3.3.5 Tabela Track

Tabela Track przechowuje informacje o utworach z serwisu last.fm.

Nazwa	Typ	Klucz	Opis
ID	Integer	Główny	Unikatowy identyfikator rekordu
NAME	Integer		Nazwa utworu
LISTENERS	BigInt		Liczba użytkowników słuchających utworu
PLAYCOUNT	BigInt		Liczba odtworzeń utworu
PUBLISHED	Date		Data publikacji
ARTIST_ID	Integer	Obcy	Identyfikator autora

3.3.6 Tabela User_LovedTrack

W tej tabeli znajdują się powiązania między użytkownikami a ich ulubionymi utworami.

Nazwa	Typ	Klucz	Opis
ID	Integer	Główny	Unikatowy identyfikator rekordu
USER_ID	Integer	Obcy	Identyfikator użytkownika
TRACK_ID	Integer	Obcy	Identyfikator utworu

3.4 Problemy

Początkowo planowaliśmy pobrać dane przy użyciu skryptów napisanych w języku Ruby, okazało się, że plugin którego chcieliśmy użyć nie umożliwiał nam pobrania interesujących nas danych. Zrezygnowaliśmy z Rubego, do pobierania danych wykorzystujemy bibliotekę Javy.

W bibliotece „last.fm API bindings for Java" znajdował się błąd który uniemożliwiał pobieranie koncertów użytkownika z przeszłości. Po pobraniu źródeł biblioteki udało nam się ją naprawić.

4 Przeprowadzone analizy

Na podstawie informacji o powiązaniach miedzy użytkownikami tworzony jest nieskierowany graf sieci społecznej. Na tej sieci przeprowadzane jest klastrowanie przy pomocy algorytmu EdgeBetweennessClusterer.

EdgeBetweennessClusterer usuwa zadaną liczbę krawędzi o najwyższej wartości Betweenness (po każdorazowym usunięciu miara obliczana jest na nowo). Klastry w tak zredukowanym grafie wyszukiwane są przy użyciu algorytmu WeakComponentClusterer.

WeakComponentClusterer znajduje wszystkie składowe grafy, będące maksymalnym grafami w których między każdą parą wierzchołków istnieje ścieżka wewnątrz.

Dla każdego wierzchołka grafu obliczane są wartości jego:

- PageRank – *określa ważność węzła na podstawie liczności i ważności węzłów doń prowadzących.*
- Betweenness Centrality – *istotność węzła jest wyznaczana na podstawie liczby najkrótszych ścieżek przechodzących przez dany węzeł.*

Porównujemy wyniki klastrowania różnych sieci powiązań, aby określić ich pokrycie. *Dla dwóch wyników klastrowania A i B, dla każdego klastra z grupy A znajdujemy klaster z grupy B dla którego ich przecięcie jest największe. Określamy stosunek liczebności nowo powstałej grupy i klastra A, który jest pokryciem jednego klastra. Pokrycie jest średnią wszystkich pojedynczych pokryć.*

Użytkowników do generowania grafów wybierano losowo. Dla tak wybranej próby możemy stworzyć grafy odpowiednich powiązań

5 Wyniki eksperymentów

Poniżej prezentujemy wizualizację oraz analizę różnych grafów dla 200 użytkowników. Każdy z powstałych grafów klastrujemy EdgeBetweennessClustererem usuwając $\frac{1}{5}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{5}$ i $\frac{4}{5}$ krawędzi.

Dla każdego z tych przypadków prezentujemy wizualizację sieci, tabelę z wartościami miar tej sieci, histogram PageRank oraz BetweennessCentrality. Wynik w którym grupy są widoczne oraz istnieje niewiele grup jedno użytkownikowych jest opisany szczegółowo.

Graf rysowane są w następujący sposób:

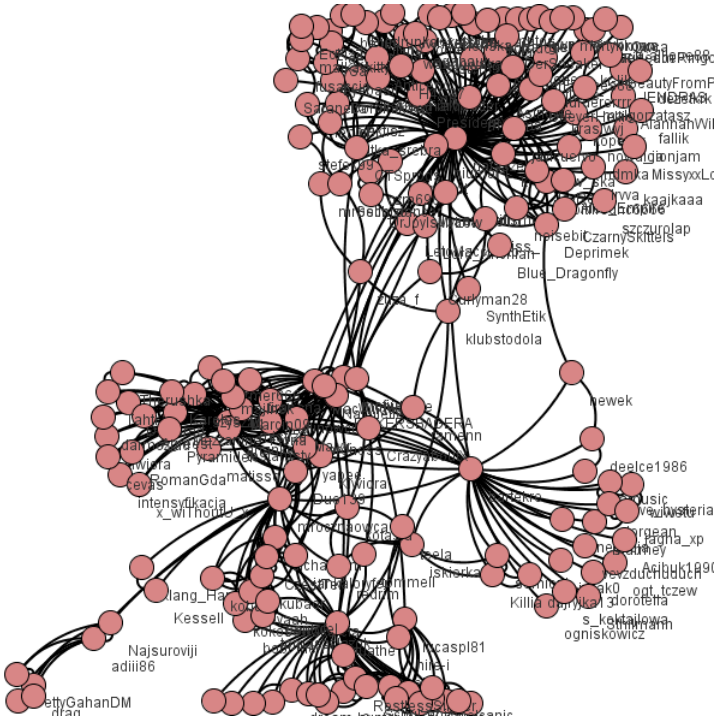
- Koła oznaczają użytkowników
- Ciemne krawędzie oznaczają istniejące połączenia
- Jasne krawędzie to krawędzie usunięte w procesie klastrowania
- Użytkownicy z tej samej grupy oznaczani są takim samym kolorem
- Liczba kolorów jest ograniczona do 10 aby grupy były łatwo rozróżnialne. W sytuacji kiedy jest więcej niż 10 grup ich kolory mogą się powtarzać, natomiast węzły rozmieszczane są tak aby widoczny był brak połączeń ciemnymi krawędziami

5.1 Klastrowanie Znajomych

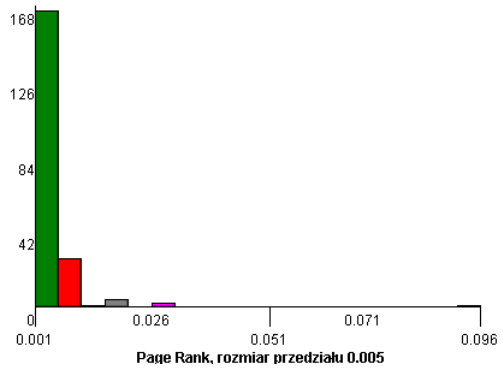
W tym rozdziale przedstawiamy wyniki klastrowania znajomych, grafu w którym dwaj użytkownicy są połączeni jeżeli są znajomymi w serwisie last.fm. Analizowany graf ma 200 węzłów i 1194 krawędzie.

5.1.1 Bez usuniętych krawędzi

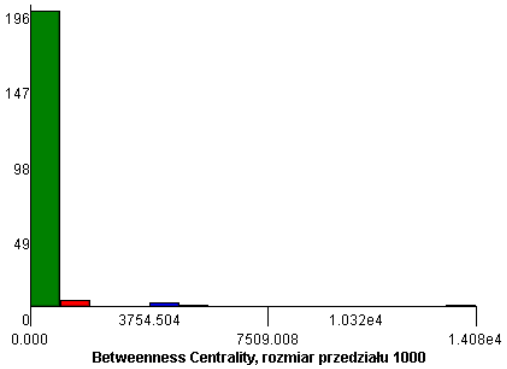
Rysunek poniżej przedstawia sieć znajomych z której nie usunięto jeszcze żadnych krawędzi.



Rysunek 3: Graf znajomych bez usuniętych krawędzi.



Rysunek 4: Histogram PageRank, 0 usniętych krawędzi



Rysunek 5: Histogram Betweenness Centrality, 0 usniętych krawędzi

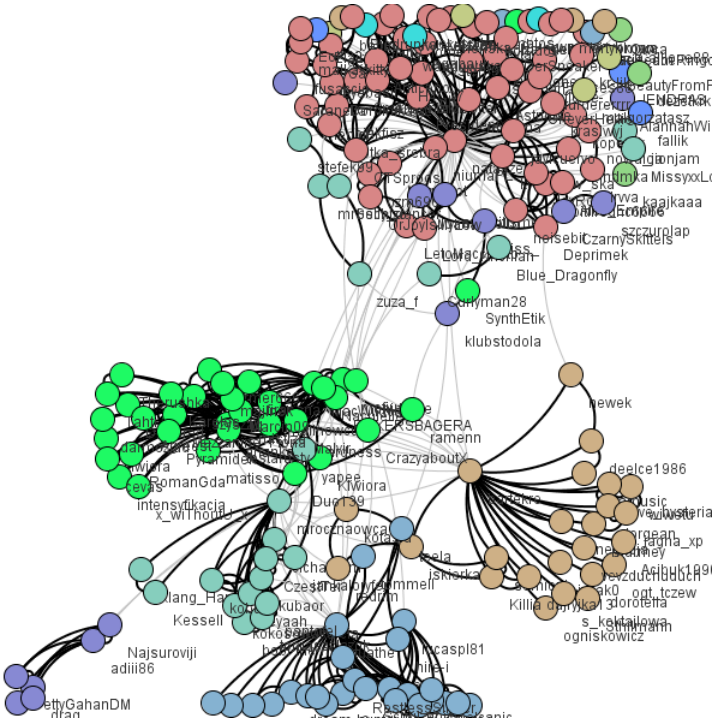
Tablica 1: Miary grafu znajomych bez usuniętych krawędzi

Miara	Średnia	Odchylenie standardowe
Liczba znajomych	5.97	8.76
PageRank	0.0050	0.0074
BetweennessCentrality	185.89	1104.93

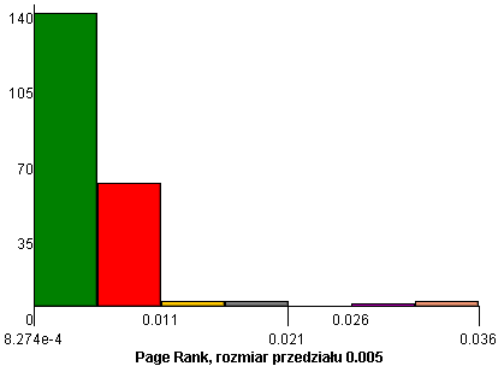
Załączone powyżej rysunki przedstawiają normalną strukturę połączeń znajomych występujacych w serwisie last.fm. W tabeli zgromadzone zostały wartości miar sieci społecznych oraz liczbę znajomych, większość użytkowników ma PR oraz BC z najniższego przedziału ponieważ w spójnym grafie będzie kilka głównych wezłów przez które przechodzi większość najkrtótszych ścieżek oraz które mają największy PR.

5.1.2 Usunięcie $\frac{1}{5}$ krawędzi

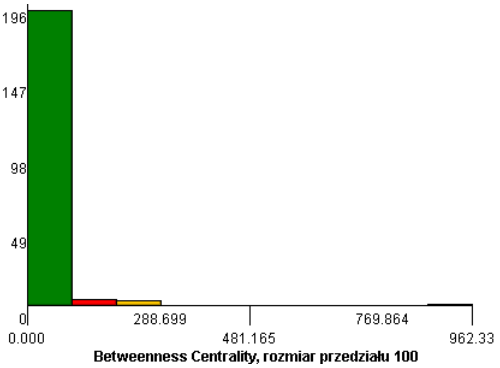
Kolejne ilustracje oraz tabele prezentują wynik klastrowania grafu pozbawionego $\frac{1}{5}$ krawędzi.



Rysunek 6: Graf znajomych po usunięciu $\frac{1}{5}$ krawędzi



Rysunek 7: Histogram PageRank, $\frac{1}{5}$ usuniętych krawędzi



Rysunek 8: Histogram Betweenness Centrality $\frac{1}{5}$ usniętych krawędzi

Tablica 2: Miary grafu znajomych po usunięciu $\frac{1}{5}$ usniętych krawędzi

Miara	Średnia	Odchylenie standardowe
Liczba znajomych	5.97	8.76
PageRank	0.0050	0.0044
BetweennessCentrality	15.04	70.73

Po usunięciu $\frac{1}{5}$ krawędzi pojawiło się 25 klastrów. Wartości miar dla całego grafu oraz dla poszczególnych klastrów zgromadzone zostały w Tablica 2 oraz Tablica 3.

W porównaniu z nieklastrowanym grafem można zauwać znaczne zminiejszenie wartości PR i BC, wnika to z rozdzielnie dużego grafu na podgrafy społeczności. Szczególnym przypadkiem, najbardziej zaniżającymi średnie wartości tych miar, są grupy jednoosobowe, BC przyjmuje wartość 0, ponieważ w takim grafie nie ma ścieżek, a PR najniższą możliwą wartość.

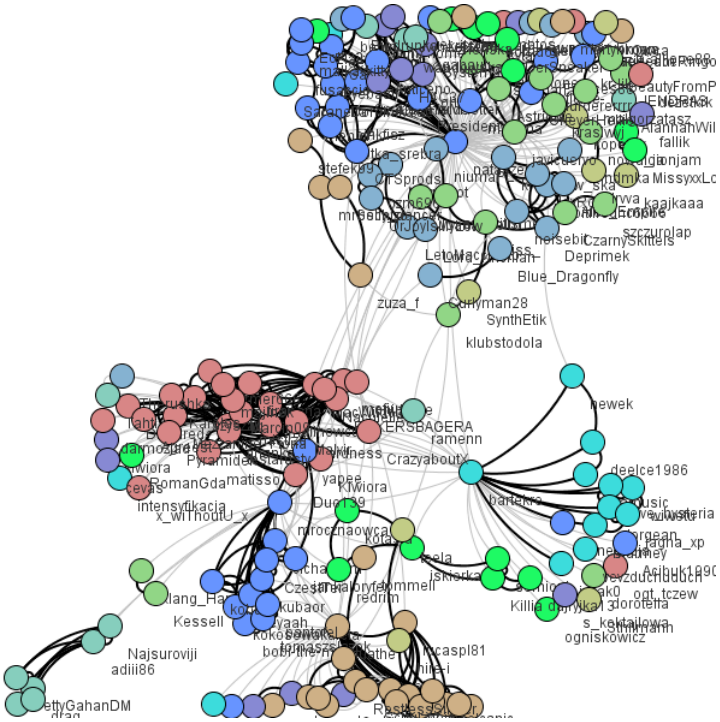
Po porównaniu Rysunek 3 oraz Rysunek 7 można zauważyć, zmianę rozkładu PR. W grafie pozbawionym krawędzi, jest znacznie mniej węzłów w najniższym przedziale, dzieje się tak ponieważ, społeczności w których liczmy te miary są rozłączne, w każdej z nich są węzły z wysokim PR, w grafie niepozbawionym krawędzi jest tylko kilku użytkowników wysokim PR.

5.1.3 Usunięcie $\frac{2}{5}$ krawędzi

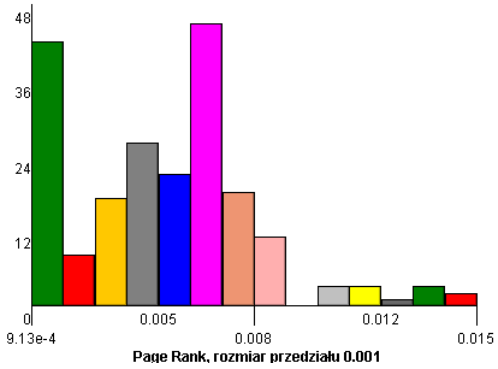
Kolejne ilustracje oraz tabele prezentują wynik klastrowania grafu pozbawionego $\frac{2}{5}$ krawędzi.

Tablica 3: Klastry po usunięci $\frac{1}{5}$ krawędzi

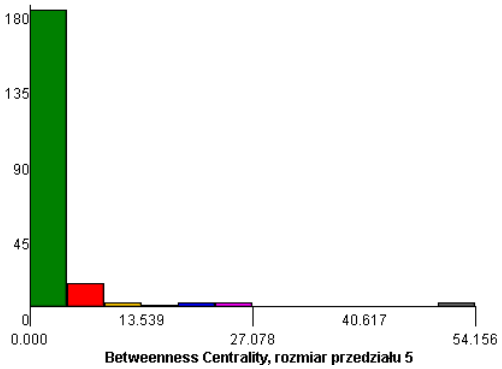
Numer klastra	Liczność grupy	Średni stopień węzła	Odchylenie standardowe stopnia węzła	Średnia PR	Odchylenie standardowe PR	Średnia BC	Odchylenie standardowe BC
0	54	5,8889	5,6857	0,0055	0,0047	35,7222	122,9039
1	6	2,6667	1,5055	0,0055	0,0028	1,1667	2,8577
2	4	1,5000	0,5774	0,0055	0,0019	1,0000	1,1547
3	1	0,0000	NaN	0,0008	NaN	0,0000	NaN
4	1	0,0000	NaN	0,0008	NaN	0,0000	NaN
5	1	0,0000	NaN	0,0008	NaN	0,0000	NaN
6	27	5,2593	4,8246	0,0055	0,0047	10,3704	47,4897
7	1	0,0000	NaN	0,0008	NaN	0,0000	NaN
8	1	0,0000	NaN	0,0008	NaN	0,0000	NaN
9	34	8,3529	7,0791	0,0055	0,0043	13,4412	38,5630
10	3	1,3333	0,5774	0,0055	0,0022	0,3333	0,5774
11	1	0,0000	NaN	0,0008	NaN	0,0000	NaN
12	2	1,0000	0,0000	0,0055	0,0000	0,0000	0,0000
13	24	3,1667	4,0504	0,0055	0,0066	11,4167	46,9154
14	1	0,0000	NaN	0,0008	NaN	0,0000	NaN
15	1	0,0000	NaN	0,0008	NaN	0,0000	NaN
16	1	0,0000	NaN	0,0008	NaN	0,0000	NaN
17	1	0,0000	NaN	0,0008	NaN	0,0000	NaN
18	1	0,0000	NaN	0,0008	NaN	0,0000	NaN
19	1	0,0000	NaN	0,0008	NaN	0,0000	NaN
20	1	0,0000	NaN	0,0008	NaN	0,0000	NaN
21	1	0,0000	NaN	0,0008	NaN	0,0000	NaN
22	14	6,7143	3,0742	0,0055	0,0022	3,1429	7,7052
23	1	0,0000	NaN	0,0008	NaN	0,0000	NaN
24	2	1,0000	0,0000	0,0055	0,0000	0,0000	0,0000



Rysunek 9: Graf znajomych po usunięciu $\frac{2}{5}$ krawędzi



Rysunek 10: Histogram PageRank, $\frac{2}{5}$ usuniętych krawędzi



Rysunek 11: Histogram Betweenness Centrality $\frac{3}{5}$ usniętych krawędzi

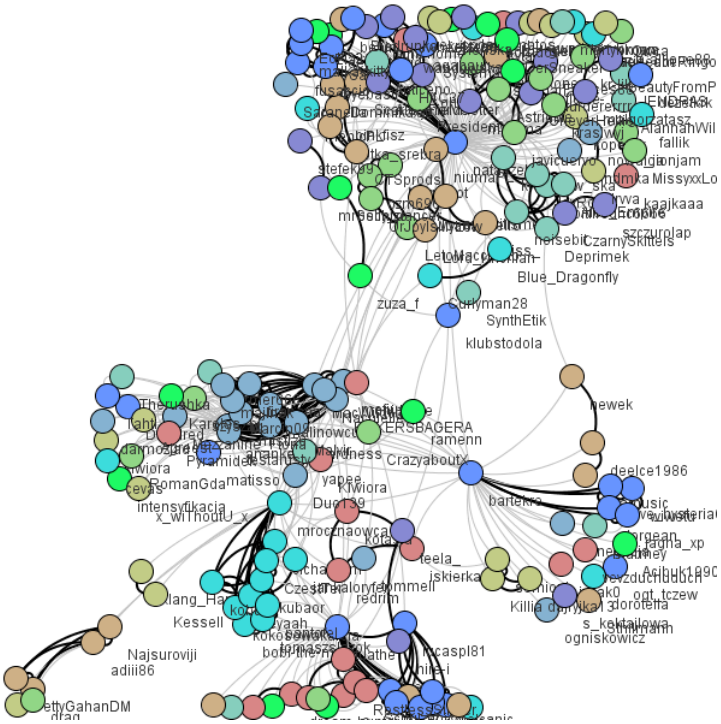
Tablica 4: Miary grafu znajomych po usunięciu $\frac{2}{5}$ usniętych krawędzi

Miara	Średnia	Odchylenie standardowe
Liczba znajomych	5.97	8.76
PageRank	0.0050	0.0030
BetweennessCentrality	2.03	6.18

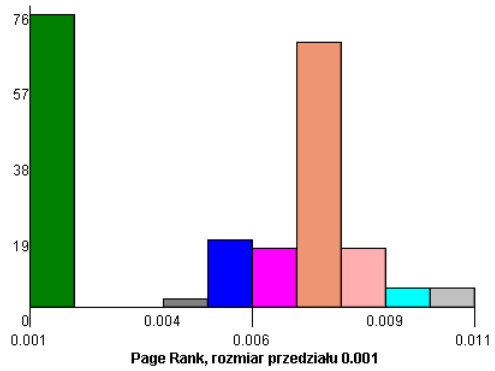
Po usunięciu $\frac{2}{5}$ krawędzi powstało 68 klastrów. Społeczności wydzielone w ten sposób nie tworzą już tak zwartych struktur jak w przypadku usuwania $\frac{1}{5}$ krawędzi. Jest coraz mniej użytkowników o dominującej wartości Page Rank, jest to spowodowanem rozbiciem struktur społecznych, istnieją teraz tylko jednostki wpływowe w ramach jednej społeczności a nie całej populacji. Zmniejszyła się również liczba użytkowników z dominującym Betweenes Centrality, wynika to również z podziału grup społecznych, nie ma użytkowników przez których przechodziło by wiele najkrótszych ścieżek.

5.1.4 Usunięcie $\frac{3}{5}$ krawędzi

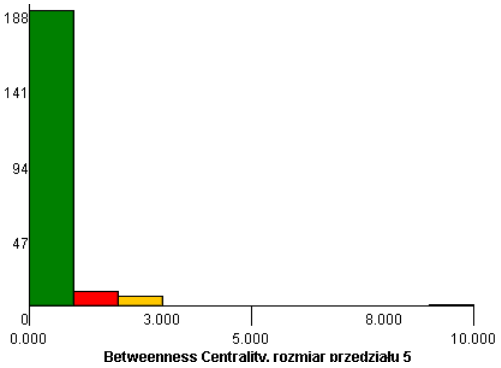
Kolejne ilustracje oraz tabele prezentują wynik klastrowania grafu pozbawionego $\frac{3}{5}$ krawędzi.



Rysunek 12: Graf znajomych po usunięciu $\frac{3}{5}$ krawędzi



Rysunek 13: Histogram PageRank, $\frac{3}{5}$ usuniętych krawędzi



Rysunek 14: Histogram Betweenness Centrality $\frac{3}{5}$ usuniętych krawędzi

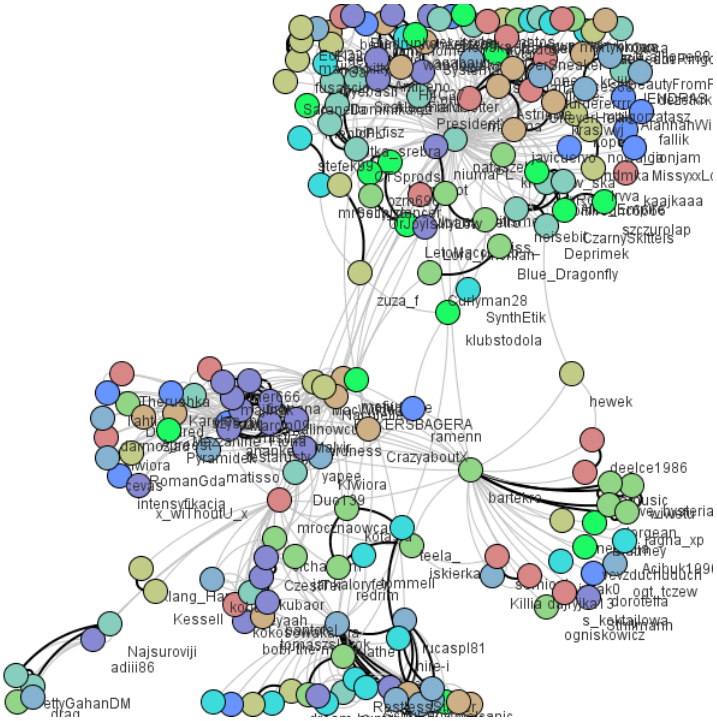
Tablica 5: Miary grafu znajomych po usunięciu $\frac{3}{5}$ krawędzi

Miara	Średnia	Odchylenie standardowe
Liczba znajomych	5.97	8.76
PageRank	0.0050	0.0031
BetweennessCentrality	0.28	0.85

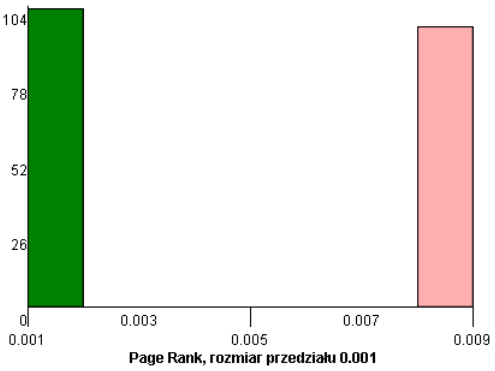
Pozbawienie grafu $\frac{3}{5}$ krawędzie spowodowało powstanie 106 grup. Można zauważyć bardzo małe zakres wartości miary Page Rank i Betweenes Centrality, tak jak w przypadku $\frac{2}{5}$ jest to spowodowane zmieniejszeniem liczności wydzielonych społeczności.

5.1.5 Usunięcie $\frac{4}{5}$ krawędzi

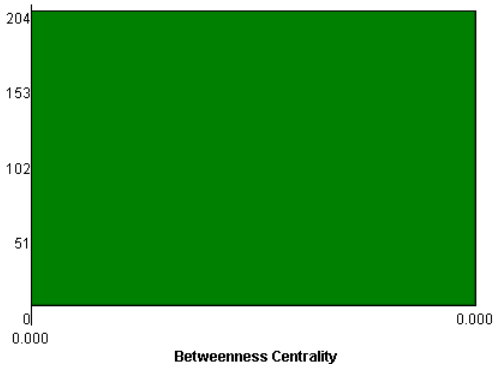
Kolejne ilustracje oraz tabele prezentują wynik klastrowania grafu pozbawionego $\frac{4}{5}$ krawędzi.



Rysunek 15: Graf znajomych po usunięciu $\frac{4}{5}$ krawędzi



Rysunek 16: Histogram PageRank, $\frac{4}{5}$ usuniętych krawędzi



Rysunek 17: Histogram Betweenness Centrality $\frac{4}{5}$ usuniętych krawędzi

Tablica 6: Miary grafu znajomych po usunięciu $\frac{4}{5}$ krawędzi

Miara	Średnia	Odchylenie standardowe
Liczba znajomych	5.97	8.76
PageRank	0.0050	0.0038
BetweennessCentrality	0.0	0.0

Usunięcie $\frac{4}{5}$ połączeń między użytkownikami doprowadziło do powstania 136 klastrów.

5.1.6 Wnioski

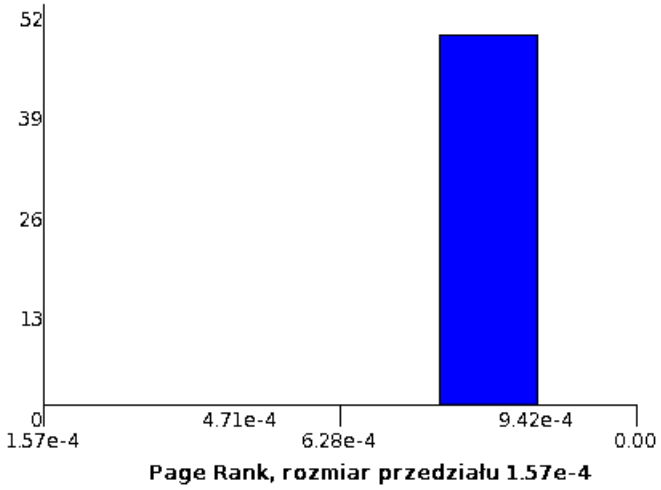
5.2 Klastrowanie Ulubionych

W tym rozdziale przedstawiamy wyniki klastrowania znajomych, grafu w którym dwaj użytkownicy są połączeni jeżeli oboje lubią ten sam utwór w serwisie last.fm. Analizowany graf ma 200 węzłów i 1076 krawędzi.

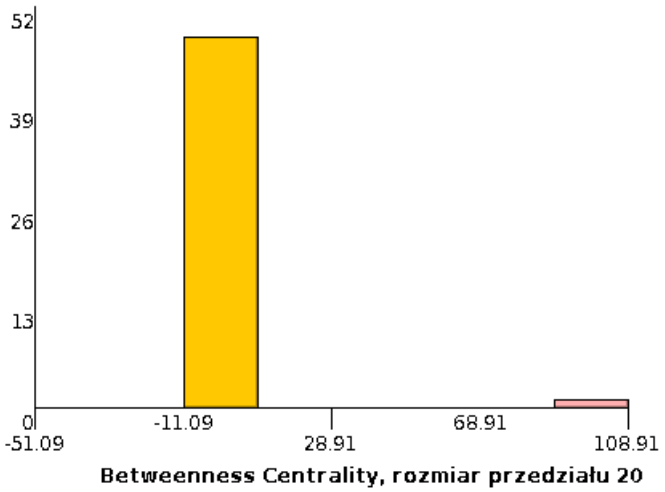
5.2.1 Bez usuniętych krawędzi

Kolejne ilustracje oraz tabele prezentują wynik klastrowania grafu bez usuniętych krawędzi.

Rysunek 18: Graf ulubionych, bez usuniętych krawędzi



Rysunek 19: Histogram PageRank, bez usuniętych krawędzi



Rysunek 20: Histogram Betweenness Centrality, bez usuniętych krawędzi

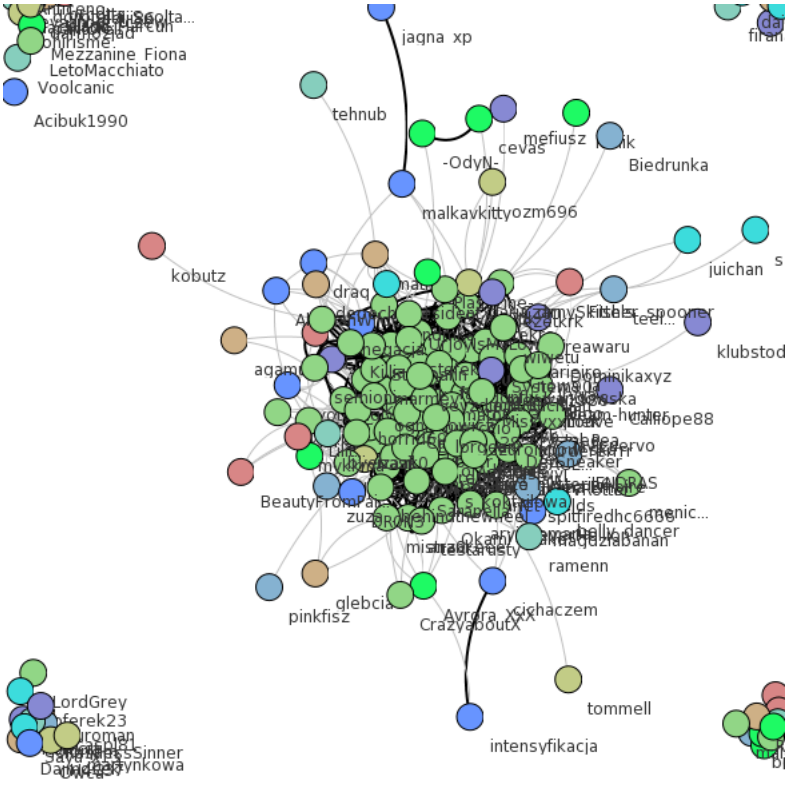
Tablica 7: Miary grafu ulubionych bez usuniętych krawędzi

Miara	Średnia	Odchylenie standardowe
Liczba znajomych	10.76	10.53
PageRank	0.0050	0.0039
BetweennessCentrality	77.65	109.65

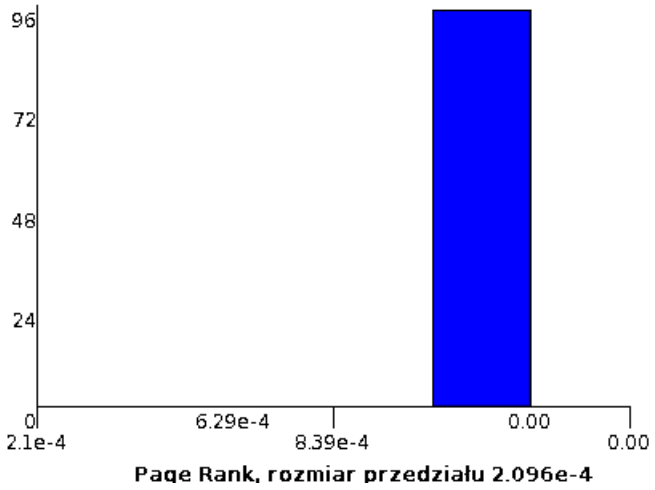
Uwaga: Średni stopień wierzchołka w grafie wynosi 0,2889.

5.2.2 $\frac{1}{5}$ krawędzi

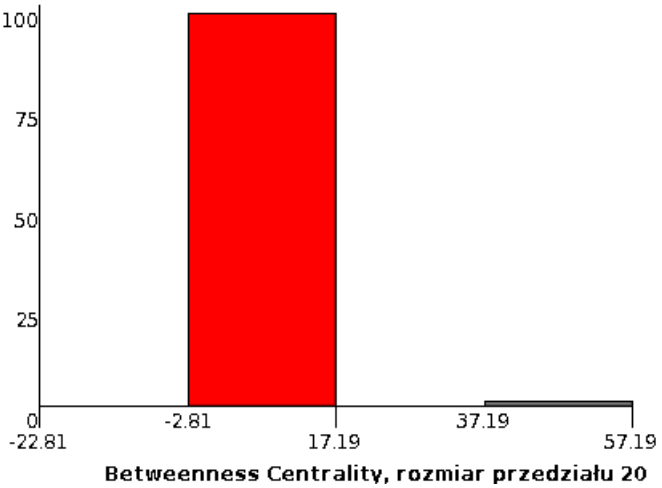
Kolejne ilustracje oraz tabele prezentują wynik klastrowania grafu pozbawionego $\frac{1}{5}$ krawędzi.



Rysunek 21: Graf ulubionych po usunięciu $\frac{1}{5}$ krawędzi



Rysunek 22: Histogram PageRank, $\frac{1}{5}$ usuniętych krawędzi



Rysunek 23: Histogram Betweenness Centrality $\frac{1}{5}$ usuniętych krawędzi

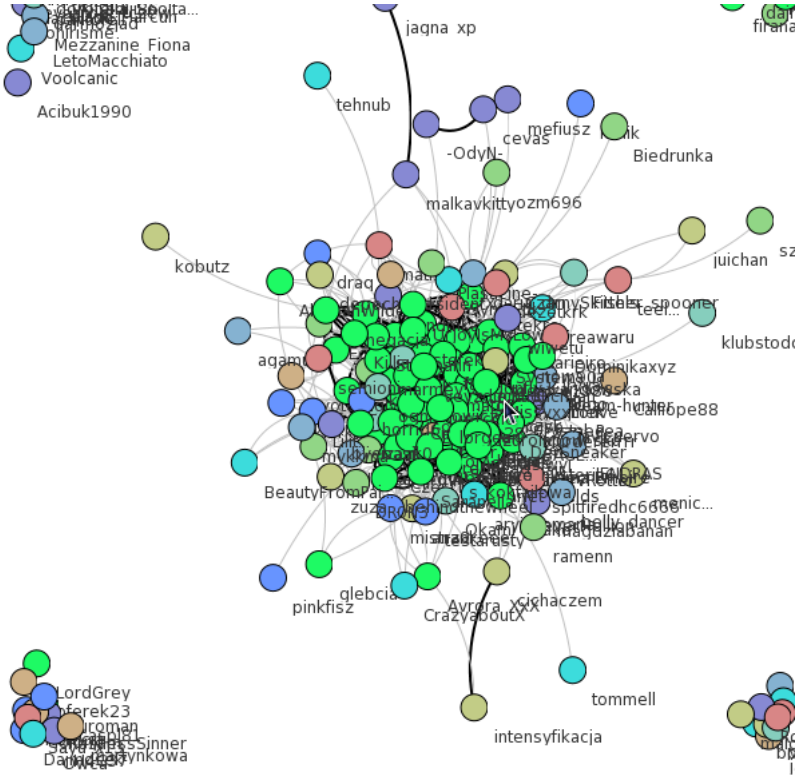
Tablica 8: Miary grafu ulubionych po usunięciu $\frac{1}{5}$ krawędzi

Miara	Średnia	Odchylenie standardowe
Liczba znajomych	35.58	22.58
PageRank	0.0050	0.0042
BetweennessCentrality	22.58	35.58

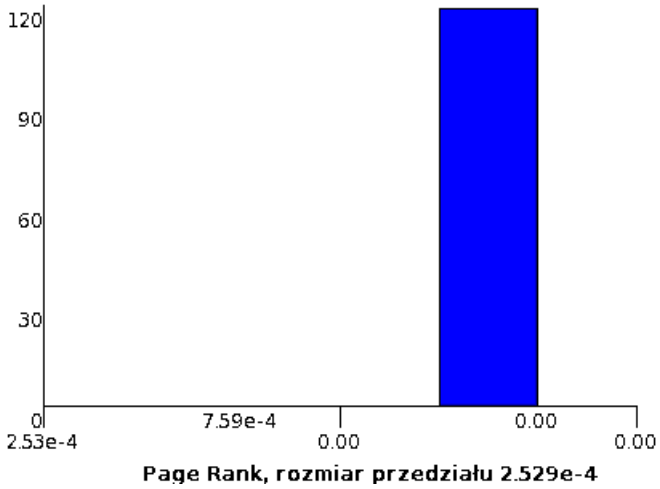
Po usunięciu $\frac{1}{5}$ krawędzi powstało 99 klastrów. Wartości miar dla całego grafu zostały przedstawione w Tablica 8.

5.2.3 $\frac{2}{5}$ krawędzi

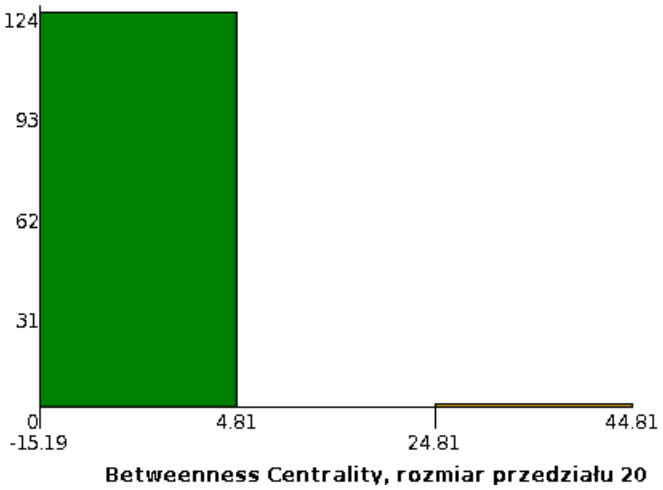
Kolejne ilustracje oraz tabele prezentują wynik klastrowania grafu pozbawionego $\frac{2}{5}$ krawędzi.



Rysunek 24: Graf ulubionych po usunięciu $\frac{2}{5}$ krawędzi



Rysunek 25: Histogram PageRank, $\frac{2}{5}$ usuniętych krawędzi



Rysunek 26: Histogram Betweenness Centrality $\frac{2}{5}$ usuniętych krawędzi

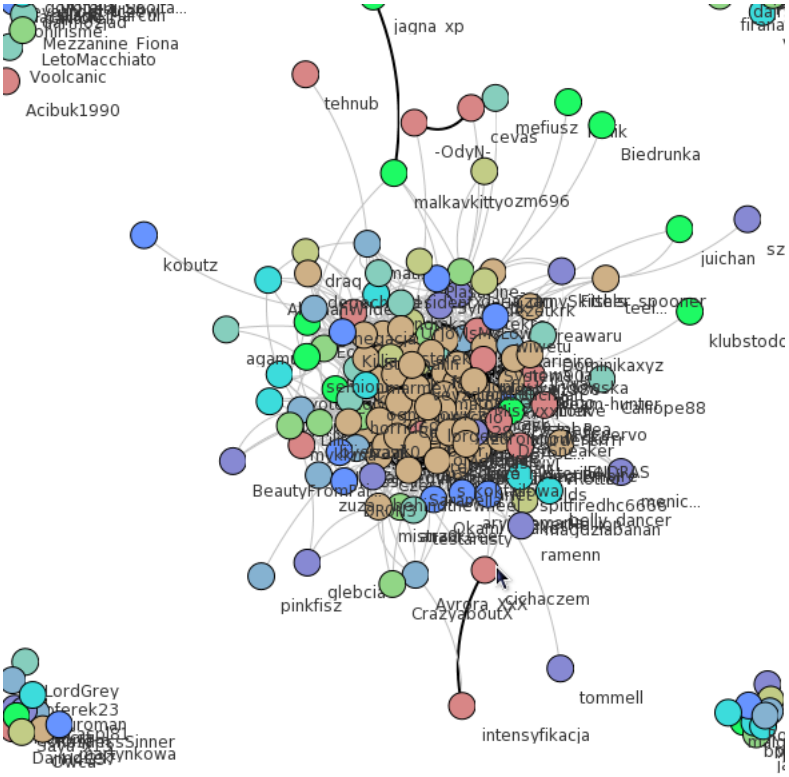
Tablica 9: Miary grafu ulubionych po usunięciu $\frac{2}{5}$ krawędzi

Miara	Średnia	Odchylenie standardowe
Liczba znajomych	20.83	11.40
PageRank	0.0050	0.0047
BetweennessCentrality	11.40	20.83

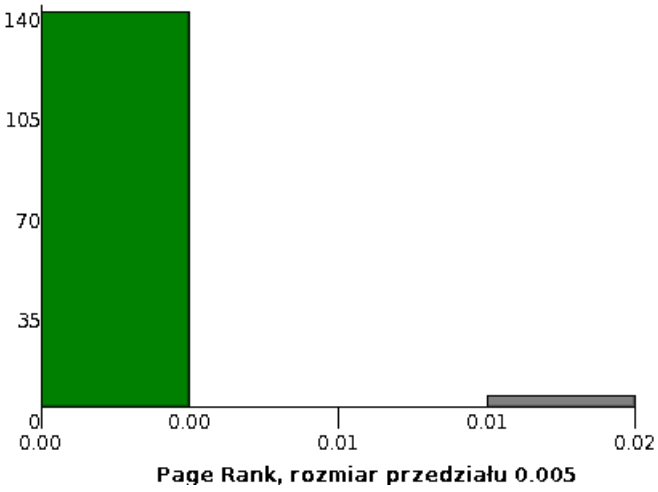
Po usunięciu $\frac{2}{5}$ krawędzi powstały 123 klastry.

5.2.4 $\frac{3}{5}$ krawędzi

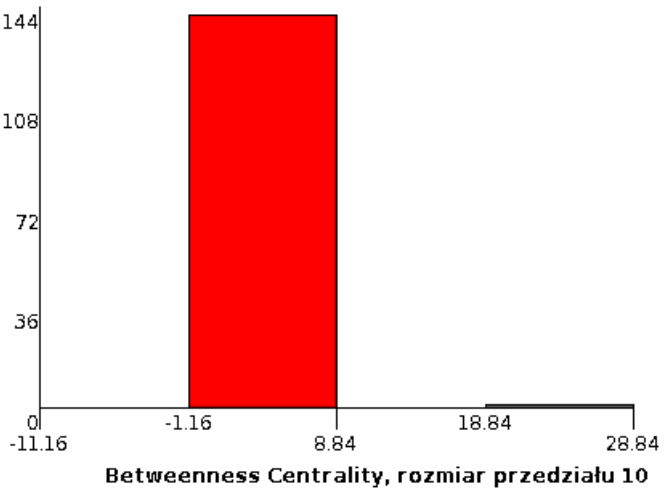
Kolejne ilustracje oraz tabele prezentują wynik klastrowania grafu pozbawionego $\frac{3}{5}$ krawędzi.



Rysunek 27: Graf ulubionych po usunięciu $\frac{3}{5}$ krawędzi



Rysunek 28: Histogram PageRank, $\frac{3}{5}$ usuniętych krawędzi



Rysunek 29: Histogram Betweenness Centrality $\frac{3}{5}$ usuniętych krawędzi

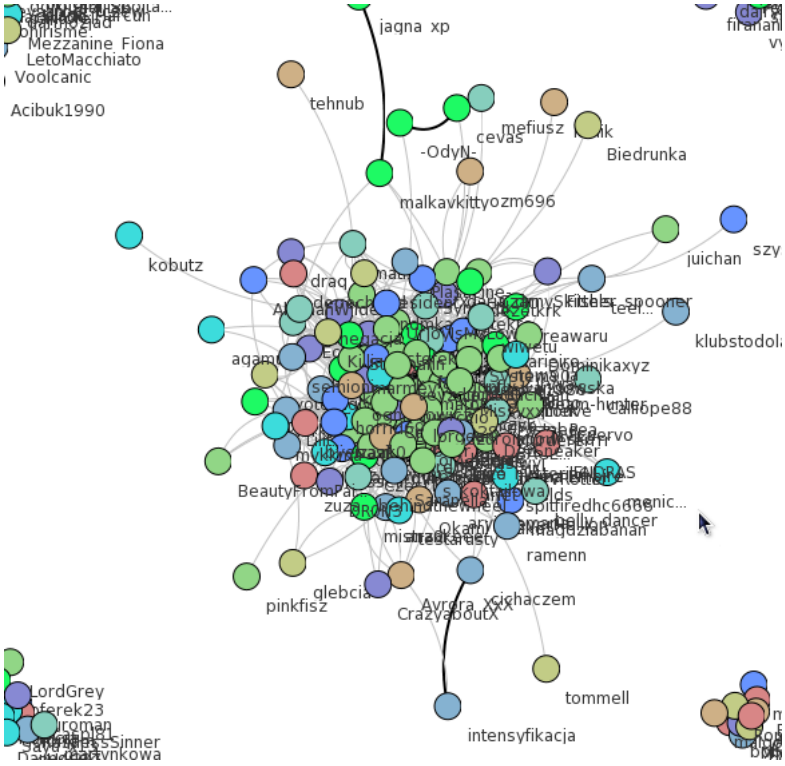
Tablica 10: Miary grafu ulubionych po usunięciu $\frac{3}{5}$ krawędzi

Miara	Średnia	Odchylenie standardowe
Liczba znajomych	10.76	10.53
PageRank	0.0050	0.0052
BetweennessCentrality	6.25	14.10

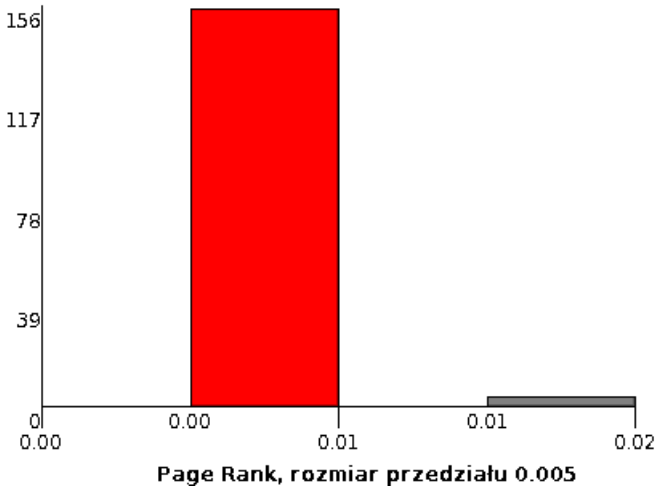
Po usunięciu $\frac{3}{5}$ krawędzi powstało 142 klastry.

5.2.5 $\frac{4}{5}$ krawędzi

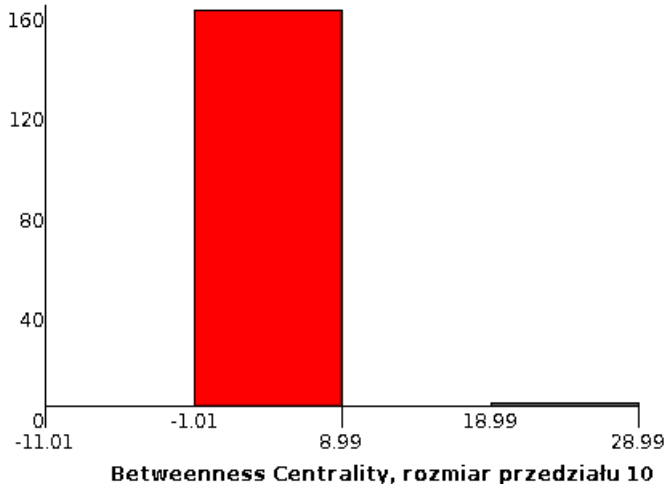
Kolejne ilustracje oraz tabele prezentują wynik klastrowania grafu pozbawionego $\frac{4}{5}$ krawędzi.



Rysunek 30: Graf ulubionych po usunięciu $\frac{4}{5}$ krawędzi



Rysunek 31: Histogram PageRank, $\frac{4}{5}$ usuniętych krawędzi



Rysunek 32: Histogram Betweenness Centrality $\frac{4}{5}$ usuniętych krawędzi

Tablica 11: Miary grafu ulubionych po usunięciu $\frac{4}{5}$ krawędzi

Miara	Średnia	Odchylenie standardowe
Liczba znajomych	10.76	10.53
PageRank	0.0050	0.0055
BetweennessCentrality	4.30	13.50

Po usunięciu $\frac{1}{5}$ krawędzi powstało 159 klastrów.

5.2.6 Wnioski

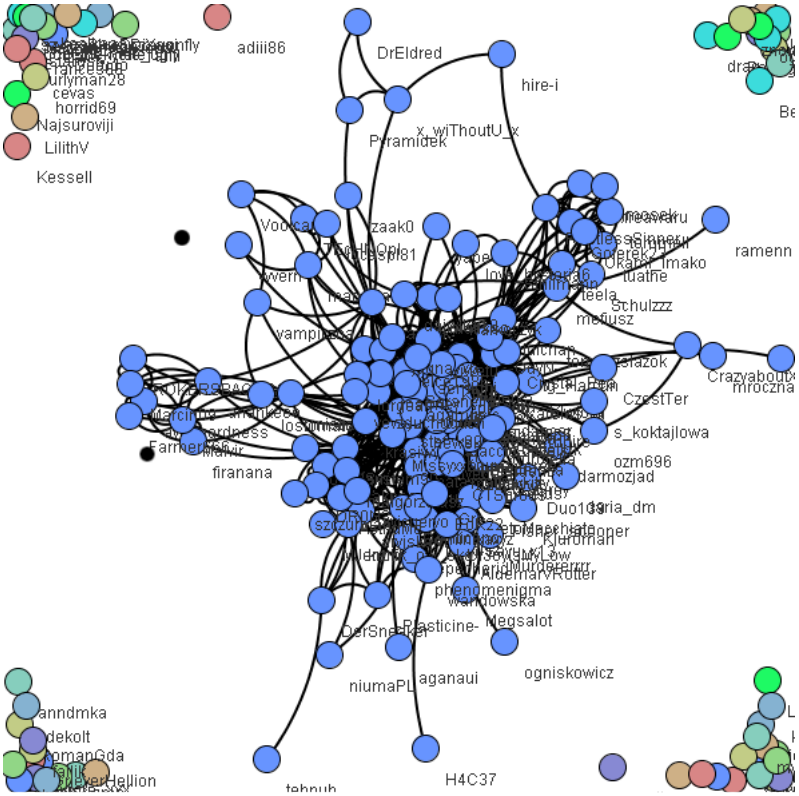
Zmniejszanie liczby krawędzi w grafie nie powoduje widocznego tworzenia się klastrów, a jedynie zwiększanie się liczby niepołączonych wierzchołków. Spowodowane jest to ogromną ilością utworów, które mogą łączyć użytkowników, w związku z czym zazwyczaj wierzchołek jest połączony tylko z jednym innym wierzchołkiem. Świadczy o tym niski średni stopień wierzchołka podany w części 5.2.1. Warto zaznaczyć, że ilość wspólnie lubianych utworów nie zmienia, ani ilości połączeń między danymi użytkownikami, ani ich siły.

5.3 Klastrowanie Koncertów

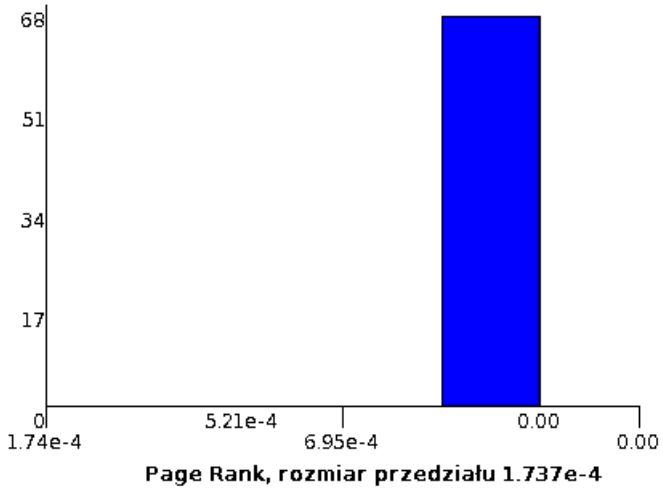
W tym rozdziale przedstawiamy wyniki klastrowania koncertów, grafu w którym dwaj użytkownicy są połączeni jeżeli chcą uczestniczyć w tym samym wydarzeniu(np. koncercie), o którym informacja znajduje się w serwisie last.fm. Analizowany graf ma 200 węzłów i 1047 krawędzi.

5.3.1 Bez usuniętych krawędzi

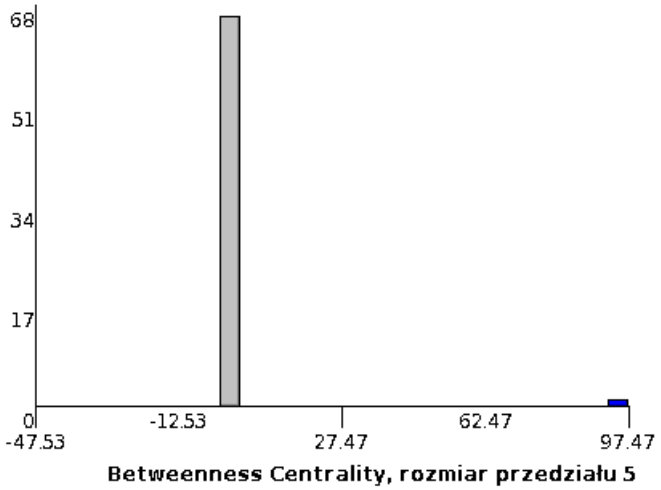
Kolejne ilustracje oraz tabele prezentują wynik klastrowania grafu bez usuniętych krawędzi.



Rysunek 33: Graf ulubionych, bez usuniętych krawędzi



Rysunek 34: Histogram PageRank, bez usuniętych krawędzi



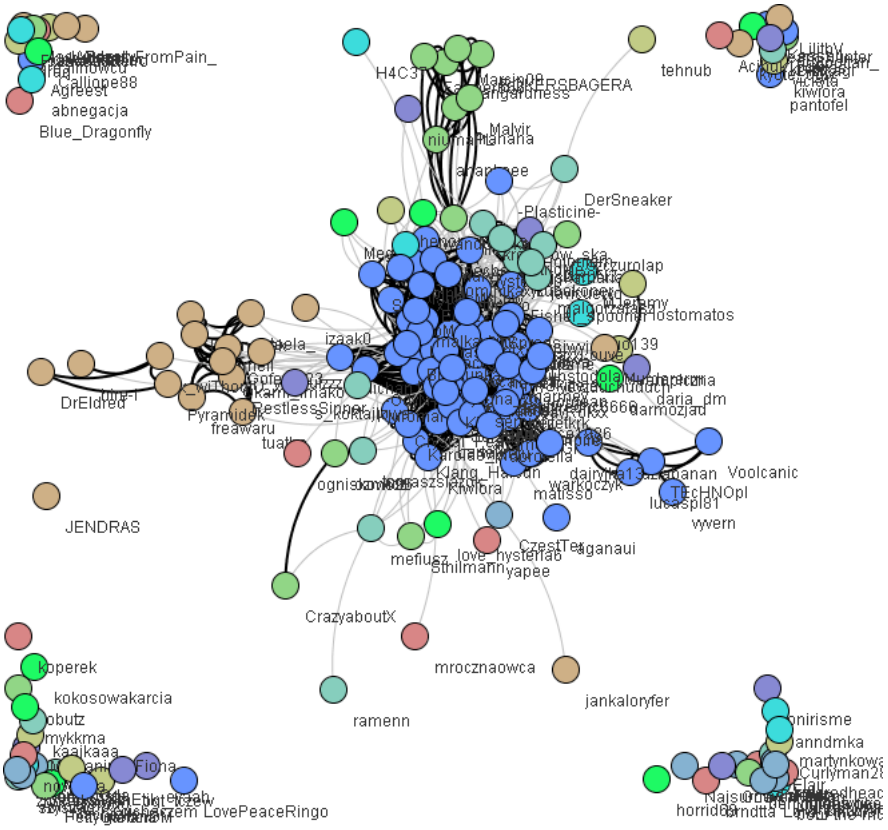
Rysunek 35: Histogram Betweenness Centrality, bez usuniętych krawędzi

Tablica 12: Miary grafu koncertów bez usuniętych krawędzi

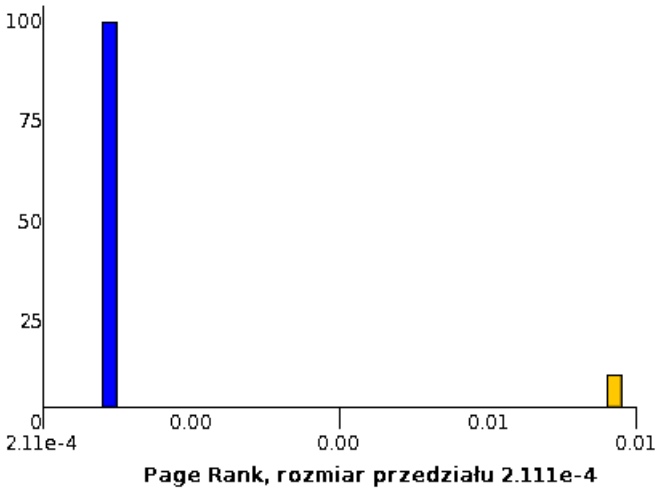
Miara	Średnia	Odchylenie standardowe
Liczba znajomych	10.47	13.32
PageRank	0.0050	0.0047
BetweennessCentrality	63.69	149.30

5.3.2 $\frac{1}{5}$ krawędzi

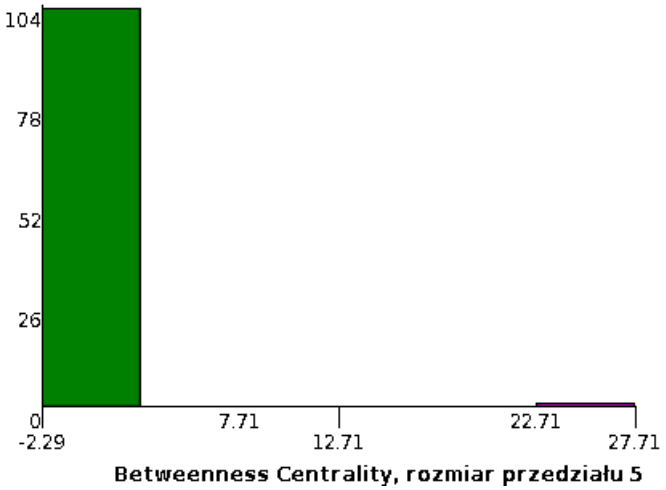
Kolejne ilustracje oraz tabele prezentują wynik klastrowania grafu pozbawionego $\frac{1}{5}$ krawędzi.



Rysunek 36: Graf koncertów po usunięciu $\frac{1}{5}$ krawędzi



Rysunek 37: Histogram PageRank, $\frac{1}{5}$ usuniętych krawędzi



Rysunek 38: Histogram Betweenness Centrality $\frac{1}{5}$ usuniętych krawędzi

Tablica 13: Miary grafu koncertów po usunięciu $\frac{1}{5}$ krawędzi

Miara	Średnia	Odchylenie standardowe
Liczba znajomych	10.47	13.32
PageRank	0.0050	0.0042
BetweennessCentrality	7.77	20.55

Tablica 14: Wybrane klastry po usunięci $\frac{1}{5}$ krawędzi

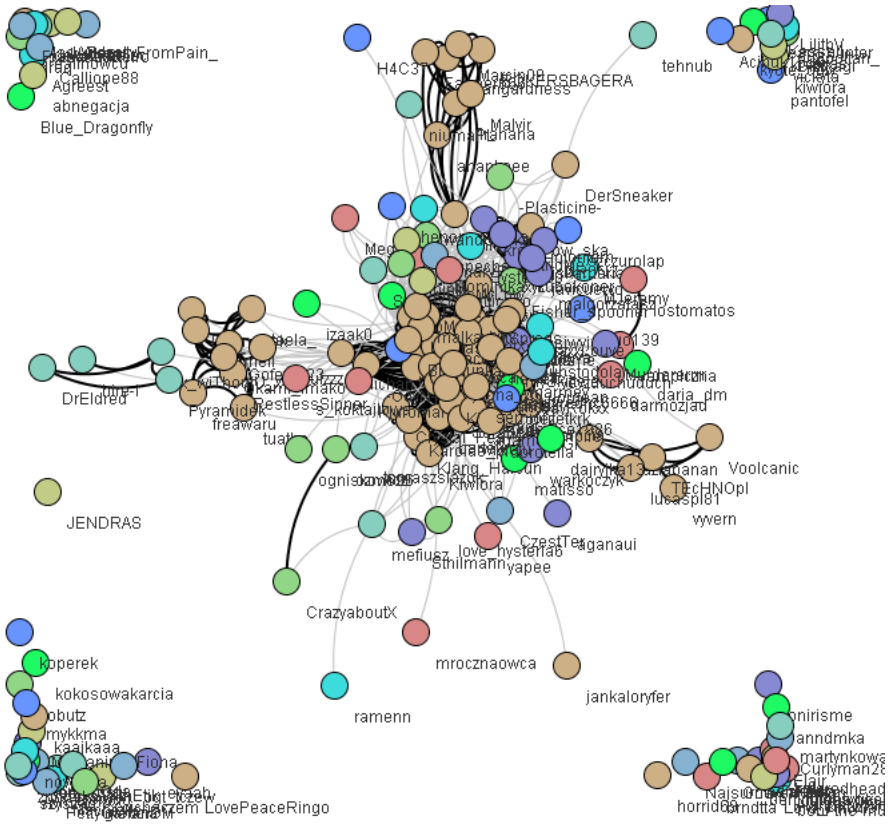
Numer klastra	Liczność grupy	Średni stopień węzła	Odchylenie standardowe stopnia węzła	Średnia PR	Odchylenie standardowe PR	Średnia BC	Odchylenie standardowe BC
27	67	22,5672	11,2388	0,0084	0,0036	22,8806	30,3968
33	9	5,5556	1,8105	0,0084	0,0024	1,2223	1,7159
75	8	5,7500	1,2817	0,0084	0,0017	0,625	0,6220
102	7	6,0000	0,0000	0,0084	1,87E-18	0,0000	0,0000
97	5	2,8000	1,0954	0,0084	0,0029	0,6000	1,3416
103	4	2,0000	0,8165	0,0084	0,0031	0,5000	1,0000
5	2	1,0000	0,0000	0,0084	0,0000	0,0000	0,0000
94	2	1,0000	0,0000	0,0008	NaN	0,0000	NaN
8	1	0,0000	0,0000	0,0084	0,0000	0,0000	0,0000
95	1	0,0000	NaN	0,0013	NaN	0,0000	NaN
10	1	0,0000	NaN	0,0013	NaN	0,0000	NaN
11	1	0,0000	NaN	0,0013	NaN	0,0000	NaN

Po usunięci $\frac{1}{5}$ krawędzi utworzone zostały 104 klastry. Większość z nich zawiera jedynie

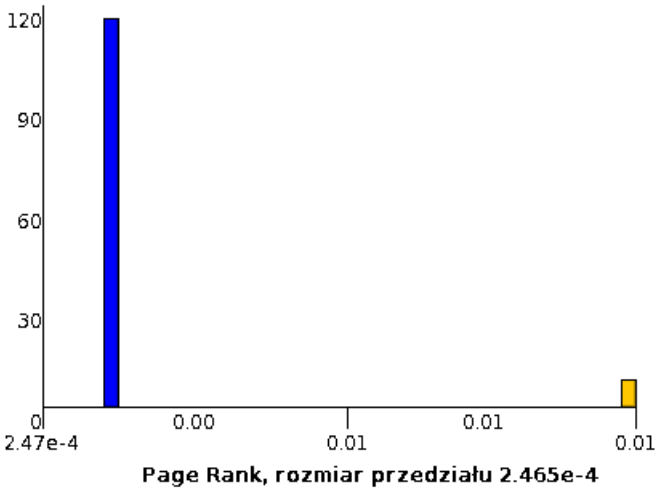
po jednym obiekcie, jednakże można zauważyć ok. 10 większych. Dane dotyczące całego grafu zawiera Tablica 13, natomiast te dotyczące największych klastrów Tablica 14. Zauważalne jest zmniejszenie parametru BC spowodowane podziałem dużego grafu na podgrafy społeczności.

5.3.3 $\frac{2}{5}$ krawędzi

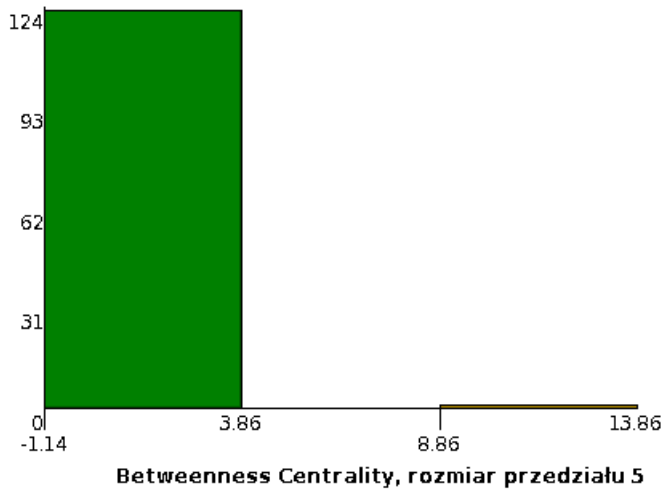
Kolejne ilustracje oraz tabele prezentują wynik klastrowania grafu pozbawionego $\frac{2}{5}$ krawędzi.



Rysunek 39: Graf koncertów po usunięciu $\frac{2}{5}$ krawędzi



Rysunek 40: Histogram PageRank, $\frac{2}{5}$ usuniętych krawędzi



Rysunek 41: Histogram Betweenness Centrality $\frac{2}{5}$ usuniętych krawędzi

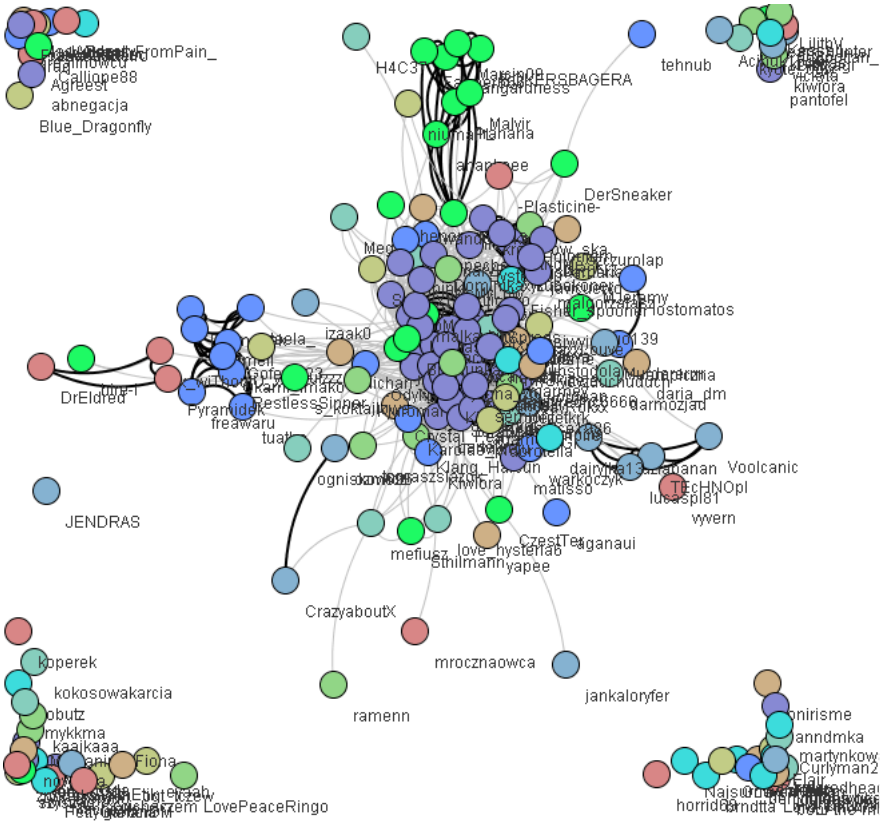
Tablica 15: Miary grafu koncertów po usunięciu $\frac{2}{5}$ krawędzi

Miara	Średnia	Odchylenie standardowe
Liczba znajomych	10.47	13.32
PageRank	0.0050	0.0045
BetweennessCentrality	2.795	7.84

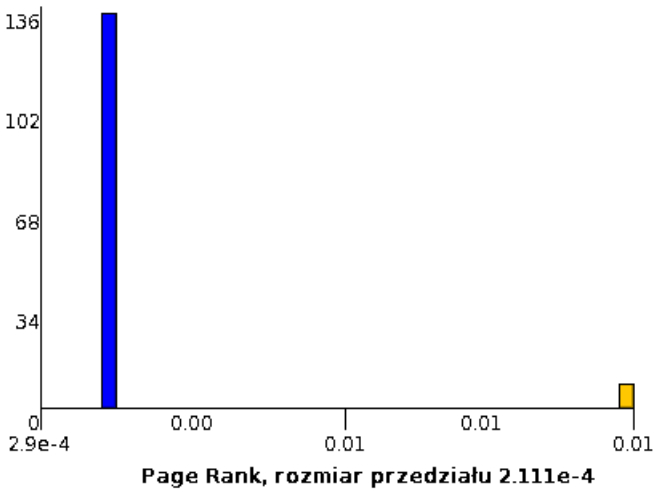
Usunięcie $\frac{2}{5}$ połączeń między użytkownikami doprowadziło do powstania 124 klastrów.

5.3.4 $\frac{3}{5}$ krawędzi

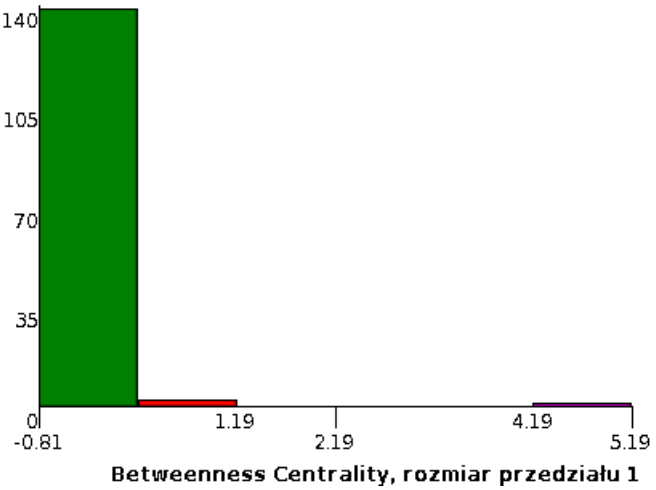
Kolejne ilustracje oraz tabele prezentują wynik klastrowania grafu pozbawionego $\frac{3}{5}$ krawędzi.



Rysunek 42: Graf koncertów po usunięciu $\frac{3}{5}$ krawędzi



Rysunek 43: Histogram PageRank, $\frac{3}{5}$ usuniętych krawędzi



Rysunek 44: Histogram Betweenness Centrality $\frac{3}{5}$ usuniętych krawędzi

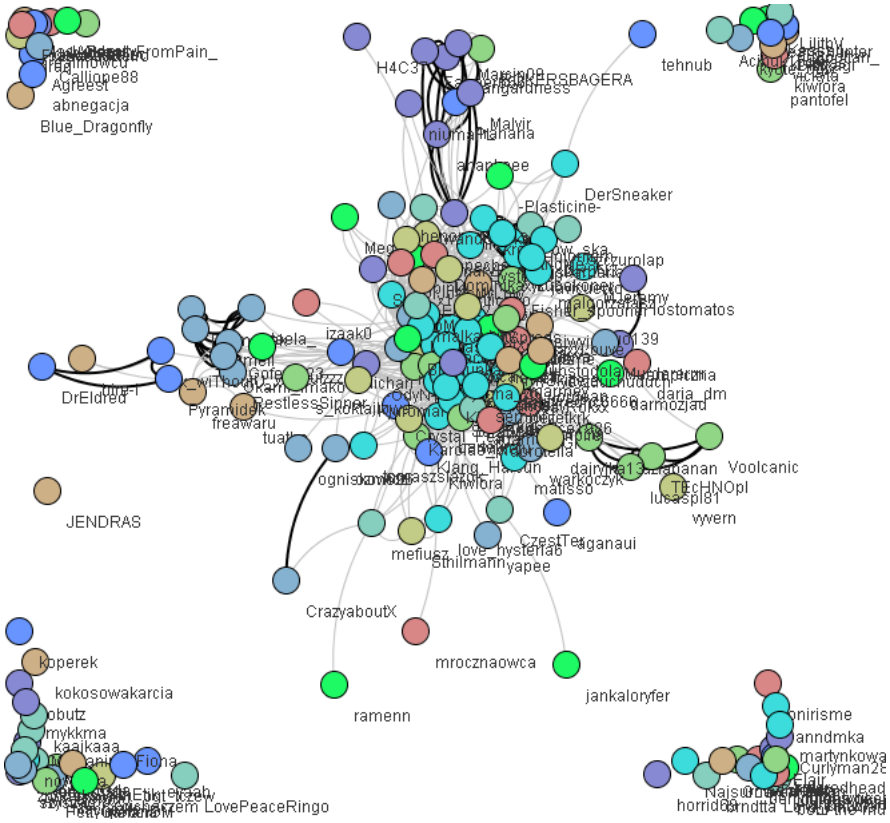
Tablica 16: Miary grafu koncertów po usunięciu $\frac{3}{5}$ krawędzi

Miara	Średnia	Odchylenie standardowe
Liczba znajomych	10.47	13.32
PageRank	0.0050	0.0048
BetweennessCentrality	0.83	2.17

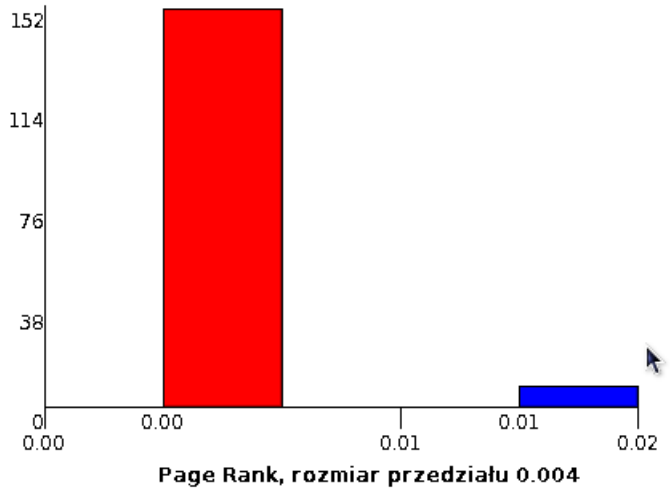
Usunięcie $\frac{3}{5}$ połączeń między użytkownikami doprowadziło do powstania 142 klastrów.

5.3.5 $\frac{4}{5}$ krawędzi

Kolejne ilustracje oraz tabele prezentują wynik klastrowania grafu pozbawionego $\frac{4}{5}$ krawędzi.



Rysunek 45: Graf koncertów po usunięciu $\frac{4}{5}$ krawędzi



Rysunek 46: Histogram PageRank, $\frac{4}{5}$ usuniętych krawędzi

Rysunek 47: Histogram Betweenness Centrality $\frac{4}{5}$ usuniętych krawędzi

Tablica 17: Miary grafu koncertów po usunięciu $\frac{4}{5}$ krawędzi

Miara	Średnia	Odchylenie standardowe
Liczba znajomych	10.47	13.32
PageRank	0.0050	0.0051
BetweennessCentrality	0.11	0.44

Usunięcie $\frac{4}{5}$ połączeń między użytkownikami doprowadziło do powstania 159 klastrów.

5.3.6 Wnioski

Usunięcie częsci krawędzi w tym grafie spowodowało utworzenie się kilku wyraźnych klastrów, zawierających większe ilości użytkowników. Spora ilość klastrów zawierających tylko jednego użytkownika świadczy o dużej ilości pojedynczych połaczeń między wierzchołkami grafu. Spowodowane jest to ogromną ilością koncertów, które mogą połączyć użytkowników.

6 Wnioski

Przeanalizowaliśmy sieć społecznościowa last.fm pod względem trzech rodzajów połączeń: znajomych, koncertów i ulubionych.

Klastrowanie znajomych dało najlepsze wyniki. Na podstawie eksperymentów określiśmy najlepszy parametr klastrowania. W przypadku usuwania 2/5 krawędzi tworzy się kilka wyraźnych grup wieloużytkownikowych i niewiele grup o małej liczebności. Usuwanie mniejszej liczby krawędzi prowadzi do powstawania małej liczby dużych grup, natomiast usuwanie większej liczby krawędzi doprowadziło do wydzielenia się gigantycznej liczby mikro społeczności.

Wyniki analizy grafów utworów ulubionych i koncertów były mniej udane, w miarę zwiększania liczby usuwanych krawędzi struktury społecznościowe nie zaczęły się pojawiać. Odcinanie kolejnych krawędzi doprowadzało do odłączania się użytkowników od głównej grupy. Częściowo jest to spowodowane sposobem tworzenia połączeń w grafie, waga połączenia była taka sama niezależnie od liczby wspólnych utworów lub koncertów. Ponad to, struktura połączeń ulubionych była rzadka w przypadku analizowania tylko 100 użytkowników, co było robione ze względy na wydajność pakietu Jung.

Podsumowując, wyniki analizy znajomych były zgodne z naszymi oczekiwaniami, natomiast klastrowanie ulubionych utworów i koncertów nie wygenerowało zbyt interesujących wyników.

7 Rozwój

W dalyszych etapach prac konieczna jest zmiana sposobu tworzenia grafu na taki który umożliwi uwzględnienie wag krawędzi oraz zmiana alagorytmu klastrującego na taki który wydajniej przetwarzałby duże ilości danych.

Dodatkowe prace mogłyby polegać na porównaniu wyników róznych algorytmów klastrowania lub na analizie innych powiązań z serwisu last.fm.

8 Dokumentacja kodu

8.1 Pakiet analysis

W tej części projektu znajdują się kod umożliwiający tworzenie oraz analizowanie sieci społecznych.

- AnalysisHelper – klasa wspomagająca wyszukiwanie części wspólnych społeczności
  - ExtractSolidCommunities – metoda zwracająca części wspólne dwóch wyników klastrowania
  - ExtractSolidCommunitiesFactor – służy do określania współczynnika pokrycia
- EvParams – klasa opisująca parametry okresy klastrowania koncertów

- GraphFactory – klasa zwierająca metody umożliwiające tworzenie grafów różnego rodzaju oraz raportowanie wyników
  - CreateEventsGraph – tworzenie grafu powiązań koncertowych, można określić liczbę użytkowników oraz parametr okresu poprzez klasę EvParams
  - CreateFriendsGraph – tworzenia grafu sieci na podstawie informacji o znajomych
  - CreateLovedGraph – tworzenie grafu na podstawie ulubionych utworów użytkowników
  - Report – generowanie raportu opisującego każdy klaster i każdego użytkownika
- MathHelper – Klasa zawiera metody pomocnicze do obliczania średniej oraz odchylenia standardowego.
- TextModeAnalyzer – Klasa służąca do uruchamiana analiz w trybie tekstowym.
- UserLabeller – Klasa która etykietuje użytkowników w wizualizacji
- VisualAnalyzer – Analizator w trybie graficznym

8.2 Pakiet crawler

Pakiet ten zawiera klasy służące do pobierania danych z serwisu Last.fm.

- Crawler – zawiera informacje o kluczu API last.fm
- EventCrawler – pobiera koncerty oraz ich uczestników
- LovedCrawler – pobiera ulubione utwory użytkowników
- UserCrawler – pobiera znajomych

8.3 Pakiet hiberex

Klasy pakietu hiberex odpowiedzialne są za mapowanie danych z bazy danych.

- AdditionalFunc – klasa zawierająca metody uproszczające zapytania do bazy danych
- SessionFactoryUtil - fabryka sesji, niezbędna do działania hibernate
- Klasy odpowiadające rekordom w bazie danych
  - Shout
  - User
  - Artist
  - Pair
  - Tag
  - Venue
  - Event
  - Playlist
  - Group
  - Track

Literatura

[1] Community structure in social and biological networks" http://www.pnas.org/content/99/12/7821.full.pdf

[2] „JUNG" http://jung.sourceforge.net/