

筑波大学 情報学群 情報メディア創成学類

卒業研究論文

楽曲発見を支援する視覚的ツールの開発

白井 智子

指導教員 三末 和男、志築 文太郎、田中 二郎

2011年2月

概要

近年、膨大な楽曲情報から楽曲を発見するためのサービスが増えている。これらのサービスでは、アーティスト名、または曲名がわかっている場合には、すぐに楽曲を見つけることができる。本研究では、そのような手掛かりがなくとも、好みの楽曲を幅広い範囲から見つけやすくすることを可能にする、楽曲発見支援ツールの開発を目指す。

ツールを開発するにあたって、音楽ジャンルとサブジャンルとの関係構造とリスナーの楽曲嗜好に着目した。ユーザは、自分の楽曲の嗜好と他のリスナーの楽曲の嗜好を比較すると好みの楽曲が見つけやすくなる。さらに、音楽ジャンルの関係に着目すると、自分の好みの楽曲を幅広い範囲から探索することができる。

開発した楽曲発見支援ツールを用いて、実際に楽曲を発見するケーススタディを行った。ケーススタディでは、自分の好みの楽曲を幅広い範囲から探索できる可能性があることを示し、本研究で開発した楽曲発見支援ツールの有効性を示した。

目次

第1章	序論	1
1.1	楽曲発見の現状	1
1.2	楽曲の嗜好と関係構造の可視化	1
1.3	楽曲嗜好データについて	1
1.4	本研究の目的	2
1.5	本論文の構成	2
第2章	楽曲発見のための関連研究	3
2.1	音楽ジャンルに着目した研究	3
2.2	リスナーの楽曲嗜好に着目した研究	3
2.3	アーティストに着目した研究	4
2.4	時間に着目した研究	4
第3章	楽曲発見における要求	5
3.1	音楽ジャンルとサブジャンルについて	5
3.2	楽曲を探すきっかけ	5
3.3	楽曲の探し方	6
3.3.1	楽曲の持ちうる特徴から楽曲を探す	6
3.3.2	リスナーに楽曲を紹介してもらう	7
3.3.3	既知のアーティスト中で楽曲を探す	7
3.4	音楽ジャンルに着目した場合の探し方	8
第4章	楽曲発見支援ツール	9
4.1	ツールの要件	9
4.2	ツールの概観	9
4.3	ツールの操作	13
4.4	ツールの特徴	15
4.4.1	幅広く楽曲を網羅する	15
4.4.2	自分の好みのジャンルの中で様々な楽曲を網羅する	15
4.4.3	ジャンルとサブジャンルの関係に着目しながら幅広く楽曲を網羅する	15
4.5	扱う楽曲嗜好データについて	15
第5章	視覚表現の描画手法	17

5.1	ジャンルノードの半径の決め方	17
5.2	ジャンルノードとサブジャンルラベルの配置の仕方	18
5.2.1	ジャンルノードの配置の仕方	18
5.2.2	サブジャンルラベルの配置の仕方	19
5.3	リンクの曲線と配色	19
5.3.1	曲線の利用と配置	19
5.3.2	リンクの配色	20
第 6 章	ケーススタディ	22
6.1	ケーススタディ 概要	22
6.1.1	ユーザ	22
6.2	ケーススタディの手順	23
6.3	ケーススタディの結果	23
6.4	考察	27
第 7 章	結論	29
	謝辞	30
	参考文献	31

目次

4.1 ツールの初期画面	10
4.2 複数のジャンルに属している”indie”の場合	11
4.3 ジャンル同士を結ぶリンク部分	12
4.4 ジャンル”pop”をクリックした場合	13
4.5 サブジャンル”indie”をクリックした場合	14
4.6 「#lastfm」というハッシュタグのついたツイート	16
5.1 ジャンルノードの配置の説明	18
5.2 サブジャンルラベルの配置の説明	19
5.3 リスナーとジャンルつなぐリンク	21
6.1 ユーザ A に表示された画面	24
6.2 ユーザ B に表示された画面	25

第1章 序論

1.1 楽曲発見とその現状

楽曲発見とは、リスナーが自分の好みの楽曲を見つけることである。近年、インターネット上での楽曲の流通が盛んになり、リスナーにとって楽曲の入手が容易になった。たとえば、音楽のオンラインショッピングである iTunes store¹ や mora² は、アーティスト名や曲名、アルバム名、キーワードから楽曲を探ことができ、視聴や購入が可能である。このようなサービスでは、膨大な楽曲情報を持っているため、アーティスト名や曲名がわかっている時は、自分の好みの楽曲をすぐに見つけることができる。しかし、アーティスト名や曲名がわからない場合には、自分の好みの楽曲を見つけることは困難である。

1.2 楽曲の嗜好と関係構造の可視化

膨大な楽曲情報から自分の好みにあう楽曲を探しやすくする方法の1つとして、音楽ジャンルの関係構造やリスナーの楽曲の嗜好などに着目する方法がある。膨大な楽曲情報に、リスナーの楽曲嗜好というフィルタをかけることで、自分の好みにあった楽曲が探しやすくなる [1]。リスナーの楽曲嗜好の情報は、リスナーと好みの楽曲という関係構造を持つ。また、楽曲の持つ特徴によって分けられた楽曲の分類である、音楽ジャンルというものがある [2]。楽曲は音楽ジャンルという要素を持つため、音楽ジャンルの関係構造に沿って、分類していくことができる。これらの関係構造を可視化することで、新たな発見に出会うことがある。

以上のような方法を利用することで、今までは知らなかったアーティストや楽曲を見つけられる可能性がある。そこで、本研究では、リスナーの楽曲の嗜好と音楽ジャンルの関係構造に着目する。

1.3 楽曲嗜好データについて

本研究では、楽曲嗜好データというものを扱う。このデータは、リスナーが、自分の好みに合った曲を自分以外のリスナーに伝えた時の記録から抽出できる。要素は、リスナー名、曲名、アーティスト名、ジャンル、サブジャンル、楽曲情報 (例えば、アーティストの公式ホー

¹<http://www.apple.com/jp/itunes/whats-on/>

²<http://mora.jp/>

ムページや楽曲が発売された時の記事の URL など)、記録日時である。このデータを分析していくと、リスナーの楽曲の嗜好がわかると考えられる。データの具体例を表 1.1 に示す。

表 1.1: 楽曲嗜好データの例

リスナー名	曲名	アーティスト名	ジャンル	サブジャンル	楽曲情報	記録日時
white_luc	AM to PM	Christina Milian	R&B	dance	http://bit.ly/eAR4uC	2010/12/01
pomedepin	Misty	HitchcockGoHome!	folk	post-rock	http://bit.ly/byeNnZ	2010/12/01
tedman1990	Champagne	CAVO	rock	alternative rock	http://bit.ly/1QeGW	2010/12/02
jacob_coy	Bounce	MSTRKRFT	electronic	dance	http://bit.ly/9AZ78	2010/12/03

1.4 本研究の目的

本研究の目的は、リスナーの好みの楽曲を見つけやすくするとともに、幅広く楽曲を探索することの支援である。そのために、複数リスナーの楽曲の嗜好と音楽ジャンルの関係構造を提示する。複数リスナーの楽曲の嗜好や音楽ジャンルの関係構造を提示することは、楽曲を探するときの指針となりうる。本研究では、複数リスナーの楽曲の嗜好を集めた楽曲嗜好データとジャンルやサブジャンルの関係構造を視覚的に表現する、楽曲発見の支援ツールを開発する。

1.5 本論文の構成

本論文では、第 2 章で、楽曲発見のための関連研究を紹介する。続いて第 3 章で、楽曲発見において、どのような要求があるのかを説明する。本研究で開発したツールについて、第 4 章で紹介し、ツールの視覚的表現の実装については、第 5 章で述べる。第 6 章で、ケーススタディについて説明し、最後に第 7 章で結論を述べる。

第2章 楽曲発見のための関連研究

楽曲発見について様々な研究が行われている。それぞれのアプローチ別に、各研究、ツールについて紹介する。

2.1 音楽ジャンルに着目した研究

Yaxiら[3]は、Collaborative Tagsの意味的理解を支援する可視化手法としてTagClustersという手法を提案した。TagClustersでは、Last.fm¹で扱われるユーザ定義のタグの中で、特に音楽ジャンルのタグに着目し、音楽ジャンルから階層的に楽曲を検索することを可能とした。可視化手法としては、Collaborative Tagsとオイラー図を組み合わせた表現手法を提案している。表示するジャンル数を限定すると、それぞれの関係が見やすくなる。しかし、あるジャンルが複数のジャンルと関係がある場合、図が隠れてしまい、ジャンルの関係構造が見えづらくなってしまふ。本研究では、ジャンル数が増えても、ジャンルの関係構造が見やすくなるように可視化することで、好みの楽曲を幅広い範囲から探索することを可能にする。

Herbertらは、音楽ジャンルの派生の歴史に着目し、Sync Lost²というツールを開発した。このツールでは、ある特定の音楽ジャンルについて、ジャンルとサブジャンルの派生を歴史を追うようにして、楽曲を探ることができる。音楽ジャンルの派生の歴史は、どのような流れでジャンルやサブジャンルが生まれたのかがわかる。しかし、ジャンルやサブジャンルは、年を重ねるごとに種類が増え、ジャンル間で新たな関係が派生する。そのため、本研究では、音楽ジャンルの関係構造に着目することで、幅広い範囲から楽曲を探ることを可能にする。

2.2 リスナーの楽曲嗜好に着目した研究

後藤らが提案するMu-line[4]は、ユーザが保持するアーティストとその曲数を特徴量として、ユーザ間の音楽嗜好の関係構造を可視化した。音楽の嗜好が似ているユーザ間のつながりをインタラクティブに操作することで、ユーザの気分に応じた情報取得を可能にした。しかし、それぞれのユーザが多くアーティストを保持していた場合、表示されるアーティスト名とアーティストの関係、ユーザの関係が重なって見えなくなってしまう。本研究では、アーティスト数が多くても、アーティスト名が見えなくなることがなく表示でき、幅広い範囲から好みの楽曲を探ることができるツールを開発する。

¹<http://www.lastfm.jp>

²<http://3bits.net/synclost/>

竹川ら [5] は、MIDI データを対象とした音楽のテンポやリズムなどの特徴量とユーザの嗜好を組み合わせて、音楽探索の手掛かりを提供することを可能にした。MIDI データを扱うことにより、システムにとって楽曲の特徴量が得やすくなり、ユーザの嗜好と組み合わせやすくなる。しかし、MIDI データでは、扱える楽曲が限定されてしまう。本研究では、楽曲が限定されることがなく、好みの楽曲を探すことができるツールを開発する。

同じく楽曲の特徴量に注目している伊藤らの研究 [6] がある。この研究では、楽曲のコード進行を分析して、クラスタリングし、リスナーの好みのコード進行に応じて、楽曲を探すことを提案した。コード進行から楽曲を探す場合、コードの構成といった音楽知識が必要になる場面がある。本研究では、特別な音楽知識がなくても、好みの楽曲を見つけることができるツールの開発を行う。

2.3 アーティストに着目した研究

吉谷ら [7] は、バンドメンバーの変遷情報から楽曲を発見するためのツールを開発した。このツールでは、バンドメンバーの入れ替えやミュージシャンのゲスト出演などの人物交流を利用して楽曲を探索していくことで、普段聴いているジャンル以外の楽曲を探すことを可能にした。しかし、このツールでは、様々なバンドのメンバー構成やミュージシャンを知っている必要がある。本研究では、そのようなバンドのメンバー構成やミュージシャンに詳しくないリスナーであっても、好みの楽曲が探しやすくなるように、音楽ジャンルに着目した。

Last.fm のユーザ定義のタグに注目した Luis らの研究がある [8]。この研究では、タグとアーティストの類似性のデータを利用して、アーティストのネットワークを可視化した。さらに、ジャンルという観点での類似性がわかるように、可視化したネットワーク上に、ジャンル名を重畳表示している。しかし、アーティスト数が増えると、アーティストのネットワークが複雑になる。また、重畳表示されるジャンル名が重なり、アーティストの類似性が見えづらくなり、楽曲の探索が困難になる。そのため、本研究では、音楽ジャンルの関係構造に着目することで、アーティスト数が増えても楽曲の探索がしやすいツールを開発する。

2.4 時間に着目した研究

Dominikus ら [11] は、リスナーの音楽視聴履歴を見せるインタラクティブな可視化ツールの開発を行った。このツールを利用することで、リスナーは、過去にどのような楽曲を聴いていたかを振り返ることができる。例えば、以前は特定の楽曲ばかりを聴いていたが、最近は幅広く楽曲を聴いている、などといった気づきを与える。Dominikus らの研究では、時間に着目することで、リスナーが知っている楽曲の中で好みの楽曲を見つけることを可能にした。それに対し、本研究では、音楽ジャンルに着目することで、好みの楽曲を見つけやすくとともに、幅広い範囲から楽曲を探索することができるツールの開発を行う。

第3章 楽曲発見における要求

リスナーが楽曲を探す場合、“この曲が聴きたい”という目的があって探すことが多い。音楽好きの人の中で、特に多くの種類の楽曲を知っている人は、今までにまだ触れていない新しい楽曲を頻繁に求める、ということがある。本章では、まず、本研究で扱う音楽ジャンルとサブジャンルについて説明する。次に、リスナーがどのようなきっかけで楽曲を探すのかについて述べた後、どのような探し方をしていくのかについて説明する。

3.1 音楽ジャンルとサブジャンルについて

本研究では、音楽ジャンルというものを扱う。

音楽ジャンルは、楽曲の大まかな特徴によってグループ分けされたものである。具体的には、Pop、Rock、Folk、Classicなどがあげられる。

また、音楽ジャンルは、サブジャンルを持つことがある。サブジャンルとは、ある1つの音楽ジャンルの中で、さらに細かくグループ分けされるものである。サブジャンルは、楽曲の特徴によって主に分けられる。サブジャンルは概ね2つに分けることができる。1つは、あるジャンルの中での独自のサブジャンルである。例えば、Rockには、hard rock、progressive rock、psychedelic rockなどがある。もう1つは、2つのジャンルを組み合わせたような楽曲につけられるサブジャンルである。例えば、pop punkというサブジャンルは、PopとPunkが組み合わせられた楽曲につけられるサブジャンルである。

1つ目に掲げたあるジャンルの中での独自のサブジャンルは、別の音楽ジャンルに分けられることがある。これは、音楽ジャンルやサブジャンルは、実際に曲を作曲し、演奏をしているアーティストやプロデューサー、音楽を聴く側であるリスナーの個人の主観によってグループ分けされるためであり、明確に分けられないことが起こりうる。

このように、ジャンルとサブジャンルは複数の関係を持つことがある。そのため、好みの楽曲を見つけるために音楽ジャンルの関係構造に着目することは、幅広く好みの楽曲を見つけるための指針となりうる。

3.2 楽曲を探すきっかけ

楽曲を探すきっかけは複数あると考えられる。まず、大きく分けるとどのようなきっかけがあるのか、以下に掲げる。

きっかけ1 新しい曲が聴きたい

きっかけ2 以前耳にした曲を聴きたい

きっかけ3 テーマに合った曲が聴きたい

きっかけ1は、普段聴いていない別の曲が知りたい、最近発売されたCDの曲が聴きたいといった例があげられる。自分の好きなアーティストが新曲を出した場合は、やはりその曲が気になる。また、日常でよく音楽を聴いている人であれば、普段は聴いていない曲についても知りたいという欲求がよくある。

きっかけ2の具体例としては、ラジオやテレビなどでたまたま耳にした曲が好みの曲だったので、そのアーティストの曲を聴きたい、友人との会話の中で話題に挙がった曲を聴きたい、ということがあげられる。お店のBGMとして流している曲が好みのものであったので、その曲名を知りたい、ということもよく起こりうる。

きっかけ3は、場の雰囲気にあった曲や、シーズンにあった曲が聴きたいといった例があげられる。クリスマスシーズンなので、クリスマスにぴったりの曲が聴きたい。友人の誕生日パーティなので、楽しくなるような曲が聴きたい、ということも例としてあげられる。

3.3 楽曲の探し方

どのタイミングで楽曲を探そうと思うかは、人によって異なる。また、それぞれのきっかけにおける楽曲の探し方についても、人によってそれぞれ異なる。しかし、探し方のパターンは、全ての人において、おおよそ似ていると考えられる。まず、どのような探し方があるのか、そのパターンについて考える。大きく分けると3パターンに分けられる。

パターン1 楽曲の持つ特徴から楽曲を探す。

パターン2 他のリスナーに楽曲を紹介してもらう。

パターン3 既知のアーティストの中で楽曲を探す。

次に、これらのパターンについて、それぞれ具体的な探し方について述べる。

3.3.1 楽曲の持ちうる特徴から楽曲を探す

音楽の持ちうる特徴から楽曲を探す場合、3つの探し方が考えられる。

探し方1 自分の好みの音楽ジャンル、または別の音楽ジャンルから曲を探す。

探し方2 シーズンや雰囲気、年代などをテーマにした曲集から、好みのアーティストや曲を探す。

探し方3 CDパッケージや楽曲についてのコメントを見て、曲を探す。

探し方1は音楽ジャンルに着目した場合である。きっかけ1やきっかけ2において、よく使われる探し方である。3.1節で述べたが、ジャンルには様々な種類がある。また、ジャンルは様々なサブジャンルを持つ。これらの関係を辿っていくと、様々なジャンルまたはサブジャンルの楽曲を見つけることができる。例えば、自分のよく聴く音楽ジャンルが、普段はほとんど聴かない別の音楽ジャンルと関係があることがわかり、その楽曲を探して聴く。などが考えられる。

探し方2は、きっかけ3に掲げたように、その時のシーズンやその場の雰囲気に合わせて曲を聴きたい場合の探し方である。また、きっかけ2の場合においても、この探し方が使われることがある。特にお店のBGMでは、店の雰囲気を醸し出すために使われることが多いため、この探し方によって楽曲を見つけることができる。

探し方3については、ジャンルや曲の雰囲気などにはあまり左右されず探す方法である。CDやレコードには、絵や写真などのパッケージが貼られている。また、リスナーによって聴かれた楽曲には、聴いた印象などのコメントがつけられることがある。このような音楽の持つ”見た目”からも楽曲を探することができる。この探し方は、きっかけ1においてよく使われる。

3.3.2 リスナーに楽曲を紹介してもらおう

このパターンは、きっかけ1ときっかけ2においてよく使われる探し方である。きっかけ1において、さらに具体的な探し方を考えると、以下の2つに大別される。

探し方4 自分と好み似ているリスナーから、別のアーティストの曲を紹介してもらおう。

探し方5 自分の好みなどに関係なく、リスナーが紹介していた曲を聴き、好みの曲であれば、そのアーティストの別の曲を探す。

探し方4はパターン1の方法に比べると、曲の種類としてはやや幅が狭まる探し方である。しかし、自分の好みの曲が探しやすい手段の1つである。具体的な探し方としては、自分の好きなアーティストの曲と同じようなテイスト、雰囲気の曲を知っているリスナーから曲を紹介してもらおう。ということがあげられる。

探し方5は特に自分の楽曲の好みなどは指定せずに探す方法である。例えば、友人が気に入っている曲を薦められて、それとなく聴いてみたら、自分の好みに合っていたので、そのアーティストの別の曲を探す。といったことがあげられる。

3.3.3 既知のアーティストの中で楽曲を探す

きっかけ1において使われるパターンである。このパターンで考えられる具体的な探し方は、自分の好きなアーティストでまだ聴いたことのない曲を探す、ということがあげられる。この方法は多くのリスナーが使う方法である。楽曲の幅はあまり広げられないが、特定のアーティストについては把握することができる。

3.4 音楽ジャンルに着目した場合の探し方

前節で様々な楽曲の探し方について述べたが、本研究では、探し方1の音楽ジャンルという観点からの楽曲の探し方に着目する。他のリスナーに楽曲を紹介してもらったり、既知のアーティストの中で楽曲を探す場合は、好みの楽曲は見つけやすいが、幅広い範囲から探すことは難しい。しかし、音楽ジャンルに着目して楽曲を探すと、好みの楽曲を幅広い範囲から探すことができる可能性がある。

音楽ジャンルに着目した場合の探し方は、大きく3つに分けられる。

方法1 自分と好み似ている他のリスナーが聴いている、別のジャンルやサブジャンルからアーティストを探し、曲を見つける。

方法2 自分の好みのジャンルまたはサブジャンルの中で、別のアーティストを探し、曲を見つける。

方法3 自分の好みのジャンルと関係がある別のジャンルやサブジャンルからアーティストを探し、曲を見つける。

方法1は、ジャンルとサブジャンルとの関係だけでなく、自分と嗜好が似ているリスナーとの差異から曲を探していく方法である。自分の好みのジャンルを超えて、幅広い範囲から楽曲を探したいときに使われる、と考えられる。

方法2は特定のジャンル、またはサブジャンルの中で曲を探していく、限定的な探し方である。ジャンルを超えて幅広く楽曲を探すことはできないが、自分の好みの楽曲がもっとも見つかりやすい探し方である。

方法3はジャンルやサブジャンルの関係構造を学びながら、曲を探していく方法である。音楽好きのリスナーは、この楽曲の探し方を行うことが多い。

第4章 楽曲発見支援ツール

4.1 ツールの要件

本研究では、第3章3.4節に掲げた、音楽ジャンルに着目した場合の探し方を基に、以下の要件を満たすような視覚的表現を考え、支援ツールを開発した。

要件1 自分の好みのアーティストが属するジャンルまたはサブジャンルがわかる。

要件2 自分と好み似ている他のリスナーが聴いている、別のジャンル、サブジャンルを比較できる。

要件3 自分の好みのジャンルから、複数のジャンルと関係のあるサブジャンルを見つけることができる。

要件4 サブジャンルは持たないが別のジャンルとも関わりがあるジャンルを見つけることができる。

要件5 それぞれの要件1から4においてアーティストを見つけることができる。

次節から、どのような部分において、要件1から5を満たしているのかを踏まえながら、ツールの概観、ツールの操作について説明する。

4.2 ツールの概観

本ツールでは、楽曲嗜好データとジャンルとサブジャンルの関係構造を視覚的に表現している。まず、本ツールの初期画面について説明する。図4.1が本ツールの初期画面である。

画面の右側には、リスナーの集合が青色の円で表示される。これをリスナーノードと呼ぶ。画面中央にはジャンルが円で、そして画面左側にはサブジャンルが文字で表示される。これらを順に、ジャンルノード、サブジャンルラベルと呼ぶ。リスナーノードからジャンルノード、ジャンルノードからサブジャンルラベルは、それぞれ曲線で結ばれる。以降、それぞれの曲線のことを、リンクと呼ぶ。

また、自分自身と自分がどのジャンルを聴いていたかを表すために、リスナーノード、ジャンルノード、それらを結ぶリンクは白くハイライトされ、サブジャンルラベルは、ピンク色にハイライトされる。

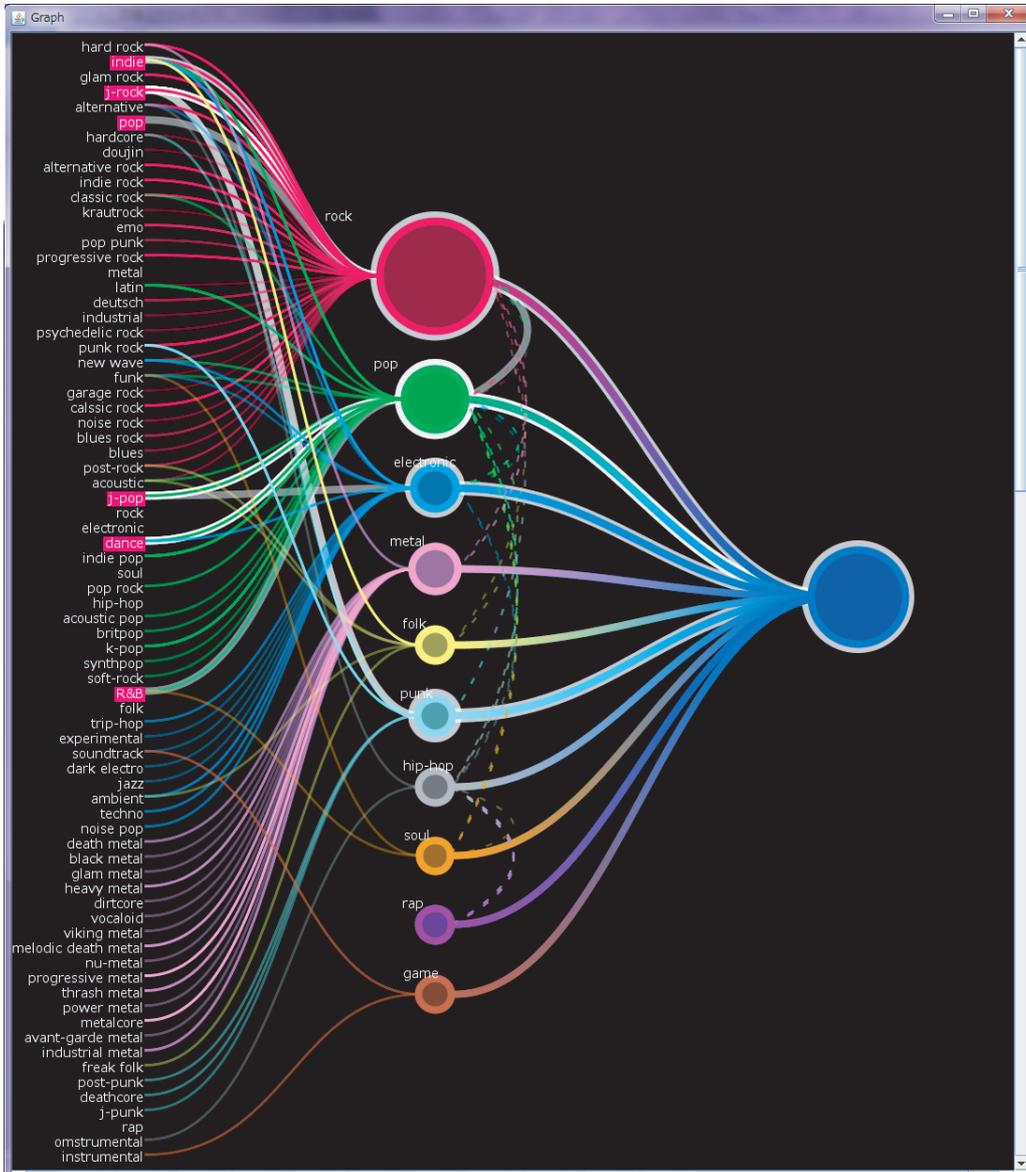


図 4.1: ツールの初期画面

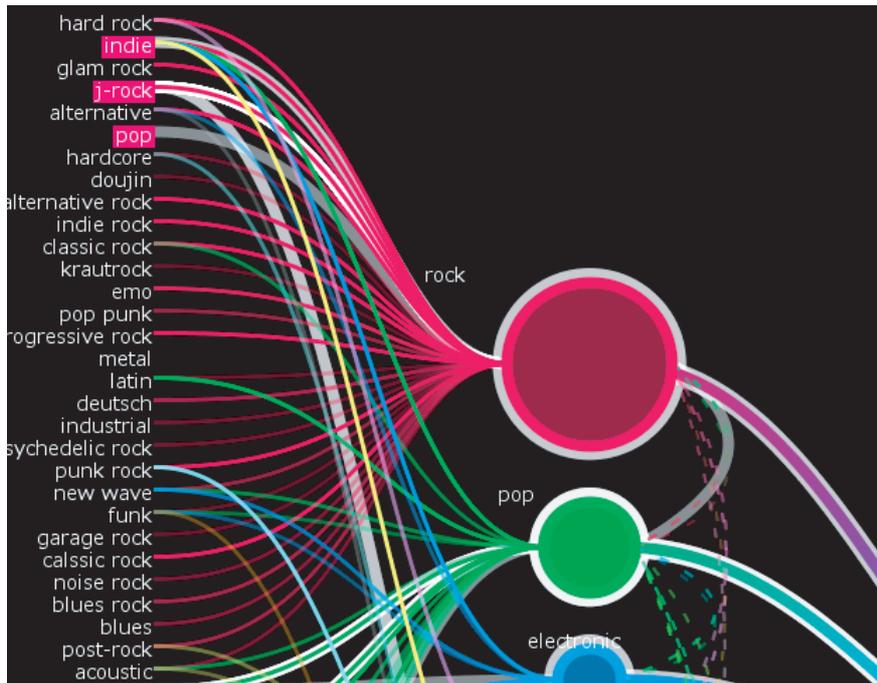


図 4.2: 複数のジャンルに属している”indie”の場合

この初期画面で、要件 1 に掲げた、自分の好みのアーティストが属するジャンルまたはサブジャンルは、白くハイライト表示されることでわかる。また、要件 2 に掲げた、自分と好み似ている他のリスナーが聴いている、別のジャンル、サブジャンルを比較することも、自分自身のデータのハイライト表示とハイライトされていない部分を比較することで可能である。

ジャンルは、一つ一つ色分けをする。色によって区別すると、それぞれのリンクがどこに結ばれているのかがわかりやすくなる。また、サブジャンルを結んでいるジャンルが複数あることが見えてくる。たとえば、図 4.2 を見ると、サブジャンルの”indie”は、4 種類のジャンルとつながっている。つまり、”indie”は複数のジャンルを持つことがわかる。これにより、あるジャンルに属するサブジャンルが、複数のジャンルに属している場合がわかるため、要件 3 を満たすことができる。

第 3 章の 3.1 節で述べたとおり、一部の楽曲は、複数のジャンルを持つが、サブジャンルを持たないものがある。この楽曲情報については、その楽曲が持つジャンルノード同士を波線のリンクで結ぶことで表現する。また、このリンクは、2 つのジャンルを持つことがわかるように、2 つのジャンルの色のグラデーションを用いる。図 4.3 はジャンル同士を結ぶリンク部分を拡大した図である。これにより、サブジャンルは持たないが別のジャンルとの関わりがあるアーティストがいた場合、そのジャンルとジャンルの関係がわかるため、要件 4 を満たすことができる。

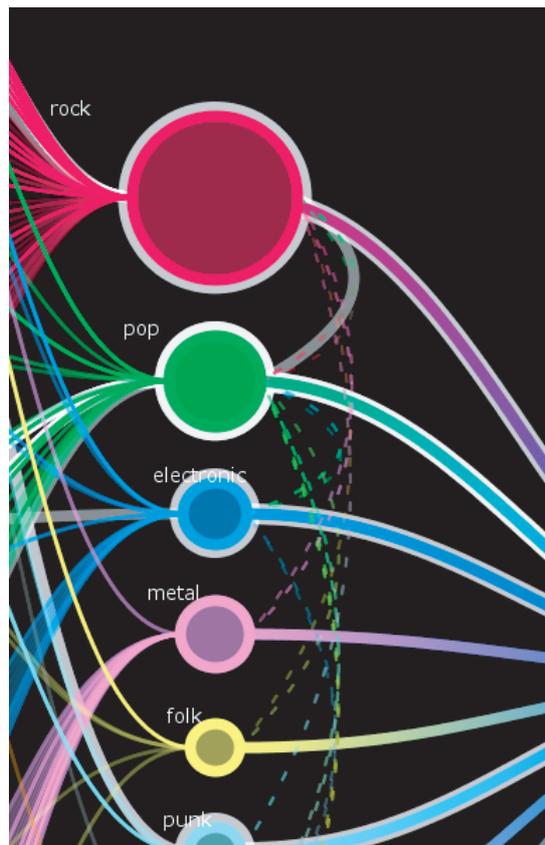


図 4.3: ジャンル同士を結ぶリンク部分

4.3 ツールの操作

本ツールでは、ジャンルノードやサブジャンルラベルをクリックすることで、ジャンルやサブジャンルに属するアーティスト名が表示できる。ここで表示されるアーティスト名は、自分の好みのアーティスト名は表示されず、自分以外のリスナーの好みのアーティスト名が表示される。本ツールでは、ユーザが今まで聴いたことのないアーティストを見つけるられるようにするため、自分以外のリスナーの好みのアーティスト名を表示するようにした。ジャンルノードをクリックした場合の表示例を、図 4.4 に示す。また、サブジャンルラベルをクリックした場合の表示例を、図 4.5 に示す。ツールの概観と操作により、要件 5 を満たす。

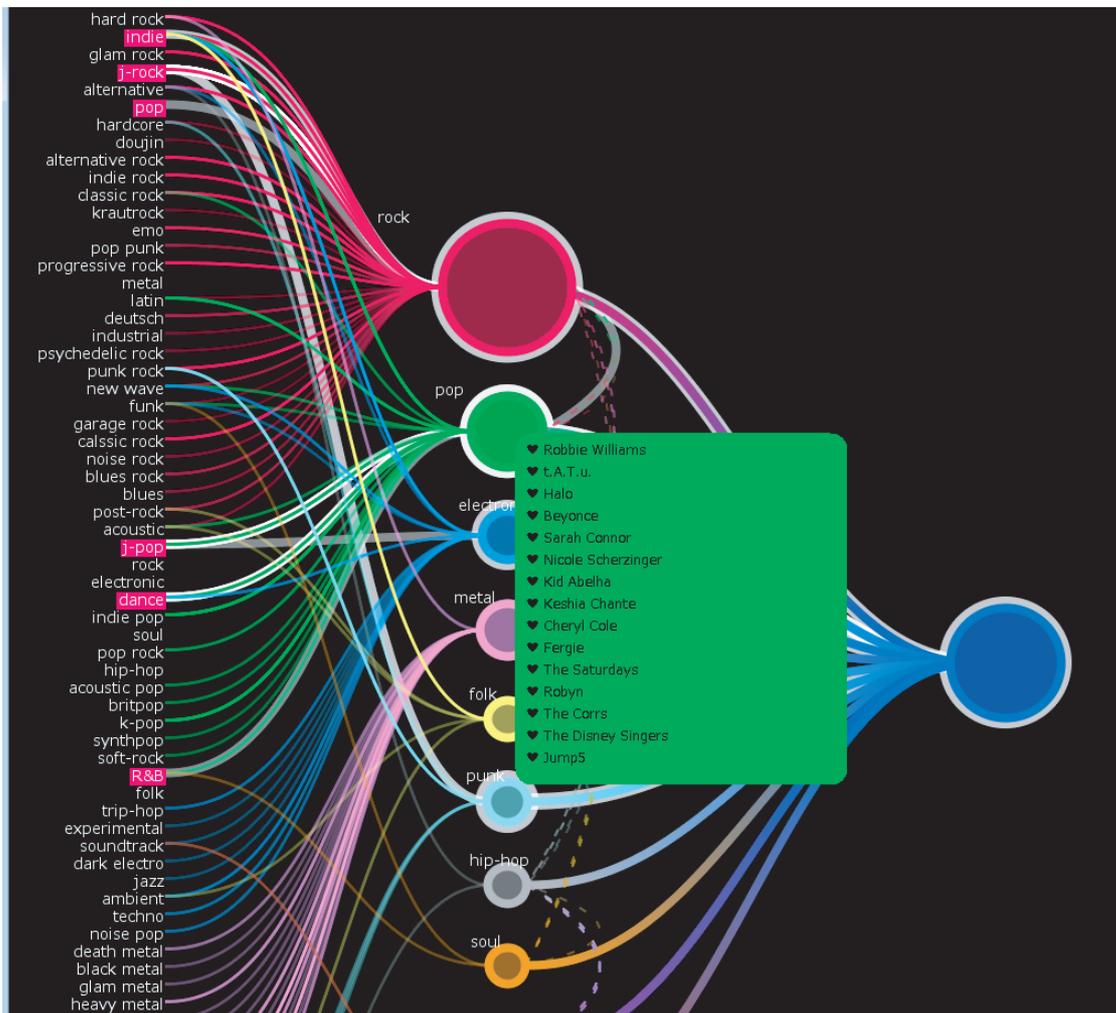


図 4.4: ジャンル”pop”をクリックした場合

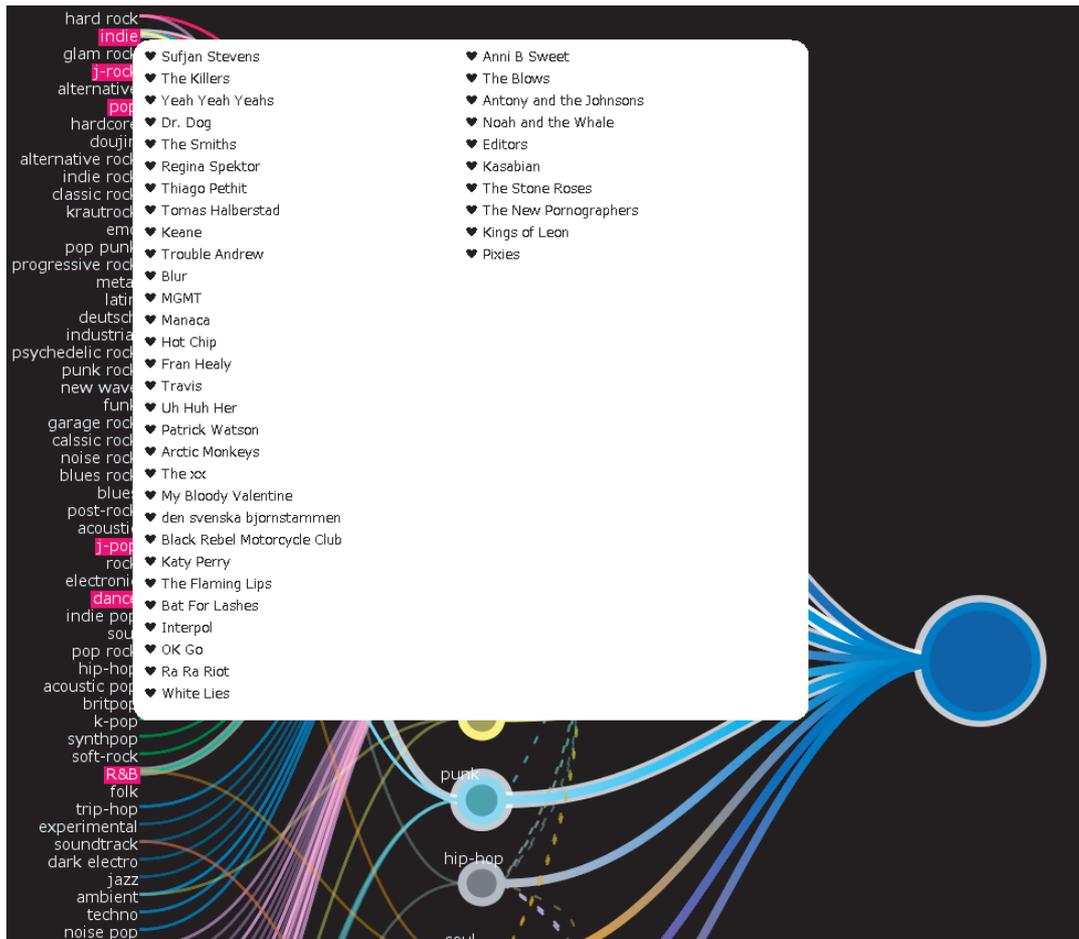


図 4.5: サブジャンル”indie”をクリックした場合

4.4 ツールの特徴

4.4.1 幅広く楽曲を網羅する

本ツールでは、自分がどの楽曲を聴いているかの提示以外に、他のリスナーがどのような楽曲を聴いているのかを提示している。そのため、自分以外のリスナーがどのような曲を聴いているのかが気になる場合、白くハイライトされている部分以外をたどっていくことで、自分が今までに聴いたことのない楽曲を探すことができる。

4.4.2 自分の好みのジャンルの中で様々な楽曲を網羅する

それぞれのジャンルが複数のサブジャンルを持つため、本ツールでは、1つのジャンルを取り上げるだけでも、様々な楽曲を見つけることができる。例えば、自分がよく聴くジャンルに着目した時、多数のサブジャンルを持っているにも関わらず、自分が2、3個のサブジャンルしか聴いていないということがわかれば、それ以外のサブジャンルから楽曲を探すことが可能である。

4.4.3 ジャンルとサブジャンルの関係に着目しながら幅広く楽曲を網羅する

3.1節で述べたとおり、ジャンルは様々なサブジャンルを持ち、サブジャンルは複数のジャンルと属していることがある。また、サブジャンルを持たないジャンルの楽曲であっても、複数のジャンルと関係を持つジャンルの楽曲もある。本ツールでは、ジャンルとサブジャンル、ジャンルとジャンルをリンクでつなぐことで、それぞれの関係を示しており、ジャンル一つ一つに色を持たせているので、色の違いを見ながらリンクをたどることで、様々な楽曲を探すことができる。

4.5 扱う楽曲嗜好データについて

音楽のソーシャルネットワークサービスとしてLast.fmがある。Last.fmは、iTunes¹やWindows Media Player²などと同期をとり、それらのユーザが聴いている音楽データを収集し、ユーザと嗜好が似ているリスナーやユーザの嗜好に近いアーティストを提示するソーシャルネットワークサービスである。また、聴いている曲が、自分の好みの曲であった場合、「Loveトラックボタン」というものをクリックすることで、お気に入りの曲として登録することができる。この時、Last.fmユーザが、Twitter³との連携サービスに登録している場合、お気に入りの曲について、「#lastfm」というハッシュタグのついたツイートを自動的につぶやくことができる。図4.6で、「#lastfm」というハッシュタグのついたツイートの例を掲げる。

¹<http://www.apple.com/jp/itunes/what-is/>

²<http://windows.microsoft.com/ja-JP/windows/products/windows-media-player>

³<http://twitter.com/>

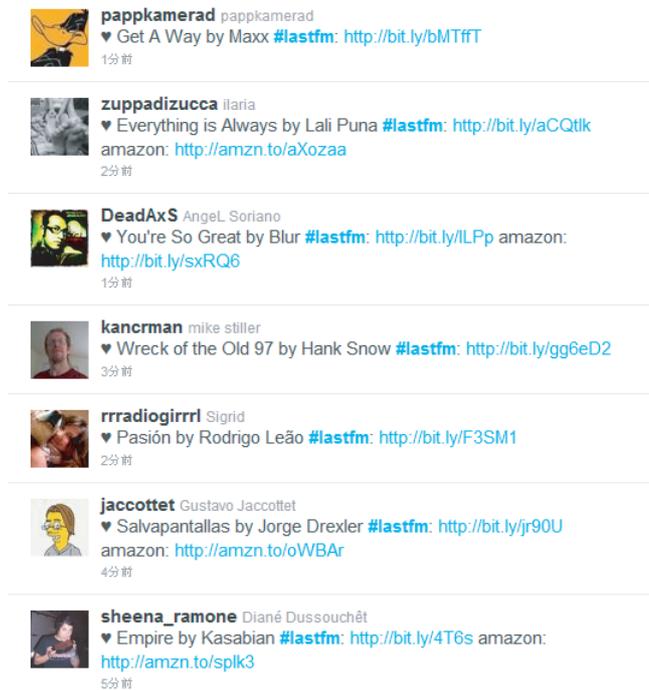


図 4.6: 「#lastfm」というハッシュタグのついたツイート

本研究では、Twitterのsearch API⁴を利用し、「#lastfm」というハッシュタグがついているツイートを収集した。収集したツイートデータは、ユーザ名、曲名、アーティスト名、曲の情報が書かれているページのURL、ツイートがされた日時を属性として持つ。また、アーティストの属するジャンルやサブジャンルの情報は、Last.fmのユーザ定義のタグから手動で取得した。収集したツイートデータとLast.fmのユーザ定義のタグから取得したアーティストの属するジャンル、サブジャンルの情報を、楽曲嗜好データとして扱う。

⁴<http://apiwiki.twitter.com/w/page/22554679/Twitter-API-Documentation>

第5章 視覚表現の描画手法

本章では、視覚表現について、ジャンルノードの大きさの決め方、ジャンルノードとサブジャンルラベルの配置の仕方、リンクの描画について説明する。

まず、楽曲の全体集合 M とジャンル G 、サブジャンル S を定義する。

$$M = \{m_1, m_2, \dots, m_n\}$$

$$G = \{g_1, g_2, \dots, g_k\}$$

$$S = \{s_1, s_2, \dots, s_l\}$$

$$g_i \subset M, \quad (i = 1, 2, \dots, k)$$

$$s_j \subset G, \quad (j = 1, 2, \dots, l)$$

ジャンル G は、楽曲の全体集合 M に含まれるものである。また、サブジャンル S は、ジャンル G に含まれるものである。ジャンル G の順番は、楽曲の全体集合 M の中で最も多いジャンルから順に並べる。

5.1 ジャンルノードの半径の決め方

ジャンルノードの大きさは、楽曲の全体集合 M に対する、ジャンル G の中の個々のジャンルの中に含まれる楽曲数により決まる。(5.1) にジャンル g_i を表すジャンルノードの半径 r_i の求め方を示す。

$$r_i = c_1 \cdot \frac{|g_i|}{n} + c_2, \quad (i = 1, 2, \dots, k) \quad (5.1)$$

ここで、 c_1 と c_2 は定数を表す。ノードの半径は、楽曲の全体数とあるジャンルが持つ楽曲数との比率を求め、その比率を c_1 倍した値である。しかし、ジャンルによっては、楽曲情報を持っているにも関わらず、比率が非常に小さくなってしまい、ジャンルノードが見えなくなってしまうものも含まれるため、 c_2 を半径の最小値としている。

5.2 ジャンルノードとサブジャンルラベルの配置の仕方

5.2.1 ジャンルノードの配置の仕方

ジャンルノードは、まず1つ目のジャンルノードの位置を決める。続いて、2つ目以降から、1つ前のジャンルノードに依存しながら位置を決める。以下にジャンル g_i を表すジャンルノードの中心位置 (x_i, y_i) の求め方を示す。

$$x_i = c_3 \quad (5.2)$$

$$y_i = \begin{cases} c_4 + r_1 & (i = 1) \\ y_{i-1} + r_{i-1} + r_i + c_5 & (i > 1) \end{cases} \quad (5.3)$$

c_3, c_4, c_5 は定数を表す。画面上の1番上に表示されるジャンルノードは、(5.3)に示す通り、 y 座標を c_4 に設定している。これが初期位置となる。初期位置以降に続くジャンルノードの配置は、1つ前のジャンルノードの直径に依存していく。また、ジャンルノードがそれぞれくっついてしまわないように、1つ1つのジャンルノードは c_5 ずつ間隔をあける(式(5.3)参照)。 x 座標は、 c_3 にノードの中心が来るように設定している(式(5.2)参照)。ジャンルノードの配置の仕方を図5.1に示す。

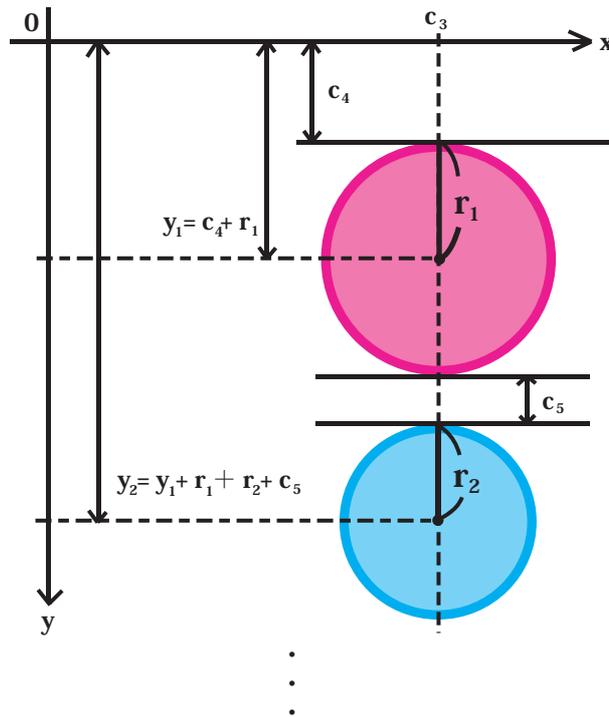


図 5.1: ジャンルノードの配置の説明

5.2.2 サブジャンルラベルの配置の仕方

サブジャンルラベルの配置は、ジャンルノードの配置順序に依存する。ジャンルノードの配置順序が決まると、サブジャンルラベルは上からジャンルの順序ごとにまとめられて並べる。各ジャンルごとのサブジャンルラベルは、楽曲データの一行目からデータを読み込んだ順に上から並べる。そのため、あるサブジャンルが複数のジャンルを含んでいる場合、別ジャンルのリンクがつながる。図 5.2 に例を示す。

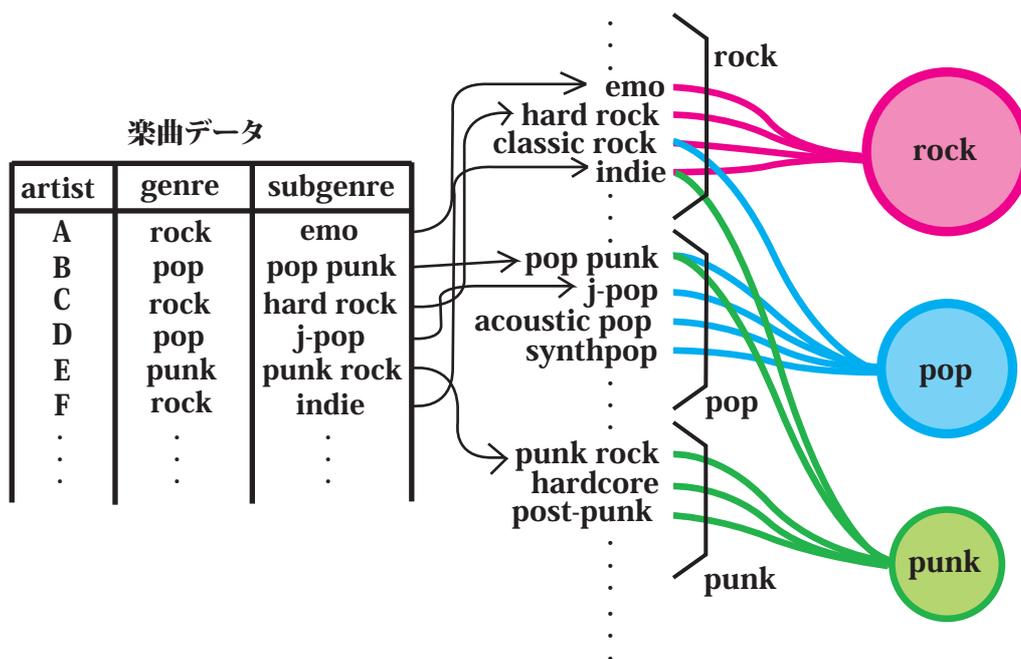


図 5.2: サブジャンルラベルの配置の説明

5.3 リンクの曲線と配色

5.3.1 曲線の利用と配置

ユーザノードとジャンルノード、ジャンルノードとサブジャンルラベルは、それぞれ曲線のリンクによって結んでいる。曲線を利用することで、リンクを束ねることができ、隠れてしまうリンクを減らすことができる。また、ノードやラベルにリンクする部分に着目すると、その密集している様子から量を見ることも可能である。リンクの曲線を用いることについては、Danny Holten[9]を参考にした。ジャンルノードとサブジャンルラベルを結ぶリンクは、2つのベジエ曲線を組み合わせ、ジャンルノードの中央左端、サブジャンルラベルの中央右端に収束するように描く。ジャンルノードとサブジャンルラベルを結ぶリンクの配置は、5.2.2 節

と同様に、ジャンルノードの配置順序に依存する。つまり、一番上に配置されたジャンルノードから順に描画されるため、下方にあるジャンルのリンクが上に重なるように描画される。

5.3.2 リンクの配色

ジャンルノードとサブジャンルラベルをつなぐリンクは不透明度を持っている。不透明度によって、サブジャンルがどのくらいの楽曲情報を持っているのかを表すようにしている。不透明度の求め方を示す。

$$\alpha_i = c_6 \cdot \frac{|s_i|}{n} + c_7, \quad (i = 1, 2, \dots, l) \quad (5.4)$$

ここで、 c_6 と c_7 は、定数である。不透明度は、 $\alpha = 0$ が透明、 $\alpha = 1$ が完全に不透明である。不透明度は、サブジャンルが持つ楽曲数 s と楽曲の全体集合 M の比率を求め、その比率を c_6 倍にした値である。サブジャンルによっては、楽曲情報を持っているにも関わらず、全体で見たときに比率が非常に小さくなってしまい、リンクが見えなくなってしまう場合があるため、初期値として c_7 を設定する。

リスナーとジャンルをつなぐリンクは、各々のジャンルの色とリスナーの色のグラデーションになっている。複数の色を使う場合、リンクの色を一色にしてしまうと、ノードとそれにつながるリンクの根元部分が色によっては不調和になる場合がある。これを回避するために、グラデーションを利用し、ノードとそれにつながるリンクの根元部分を同じ色にする。図 5.3 は、リスナーとジャンルをつなぐリンクの拡大図である。

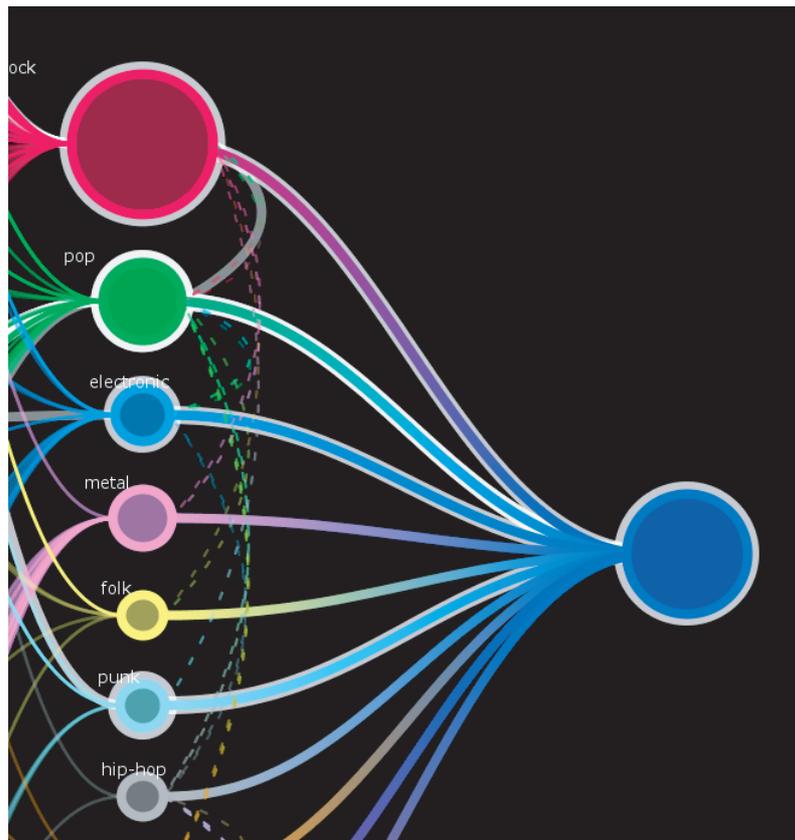


図 5.3: リスナーとジャンルつなぐリンク

第6章 ケーススタディ

6.1 ケーススタディ概要

ユーザに、本ツールを用いて、ユーザにとって未知の楽曲を実際に探してもらった。楽曲を探す際に、好みの楽曲が見つかった場合は、アーティスト名と、見つかった時のジャンル名またはサブジャンル名を回答用紙に記入してもらった。見つからなかった場合は、「見つからなかった」と明記してもらった。最後に、本ツールを使った印象について、自由記述をしてもらった。ケーススタディでは、ユーザと同世代の楽曲嗜好データを扱った。

6.1.1 ユーザ

コンピュータサイエンスを専攻する大学生と大学院生の計2人にツールを利用してもらった。彼らは、日常でよく音楽鑑賞をする人たちである。ユーザには、事前にそれぞれのお気に入りの楽曲についてのデータを提出してもらった。それぞれのユーザ(A, B)の好みのジャンルを表6.1に示す。

表 6.1: 各ユーザの好みのジャンルとサブジャンル

	ユーザ A	ユーザ B
ジャンル	rock pop folk	rock electronic metal
サブジャンル	j-rock punk rock j-pop indie	j-rock progressive rock new wave post-rock j-pop metalcore

6.2 ケーススタディの手順

まず、本ツールの使い方について5分ほど説明し、説明後にユーザの満足のゆくまで本ツールを使用してもらった。実際にユーザの楽曲嗜好データがハイライト表示された画面を見せ、以下の方法でアーティストを探してもらい、YouTube¹でそのアーティストの曲を視聴してもらった。

方法1 自分と好み似ている他のリスナーが聴いている、別のジャンルやサブジャンルからアーティストを探し、曲を見つける。

方法2 自分の好みのジャンルまたはサブジャンルの中で、別のアーティストを探し、曲を見つける。

方法3 自分の好みのジャンルと関係のある別のジャンルやサブジャンルからアーティスト探し、曲を見つける。

次に、上記以外の方法で自由にアーティストを探してもらった。この時、どのような意図でアーティストを探したのか、またどのようにして見つけたのかを解答用紙に記入してもらった。最後に、本ツールを使った全体的な印象について、自由記述をしてもらった。

6.3 ケーススタディの結果

図 6.1 にユーザ A に表示された図を、図 6.2 にユーザ B に表示された図を示す。

方法 1 から 3 で楽曲を探した場合のそれぞれのユーザの検索結果について、表 6.2 にまとめる。結果はアーティスト名、(ジャンル名またはサブジャンル名)の形で記載する。

ユーザ A は、方法 1 から方法 3 の項目において、それぞれのノードをつなぐリンクの上をマウスカーソルでなぞるようにして、興味のあるジャンルを追っていた。方法 1 と方法 3 において、ジャンルは、electronic と hip-hop を中心に見ていた。例えば、方法 1 の Pendulum と pupa は electronic に属するアーティストである。muse の属する alternative は、rock、electronic、hip-hop の三種類のジャンルと関係があるサブジャンルである。また、方法 3 では、hip-hop に属するアーティストを見つけている。しかし、全体的にサブジャンルまで追っている様子はあまり見られなかった。

ユーザ B は、方法 1 から方法 3 の項目において、それぞれのノードやラベルをつなぐリンクの上をマウスカーソルでなぞるようにして、興味のあるジャンル、サブジャンルの順に追っていた。方法 1 と方法 3 において、ジャンルは、pop を中心に見ており、pop と関係のあるサブジャンルを中心に探していた。例えば、方法 1 と方法 3 では、どちらのアーティストも pop に含まれるサブジャンルからアーティストを選んでいる。ユーザ B は、ジャンルよりも、サブジャンルに着目していた。

¹<http://www.youtube.com/>

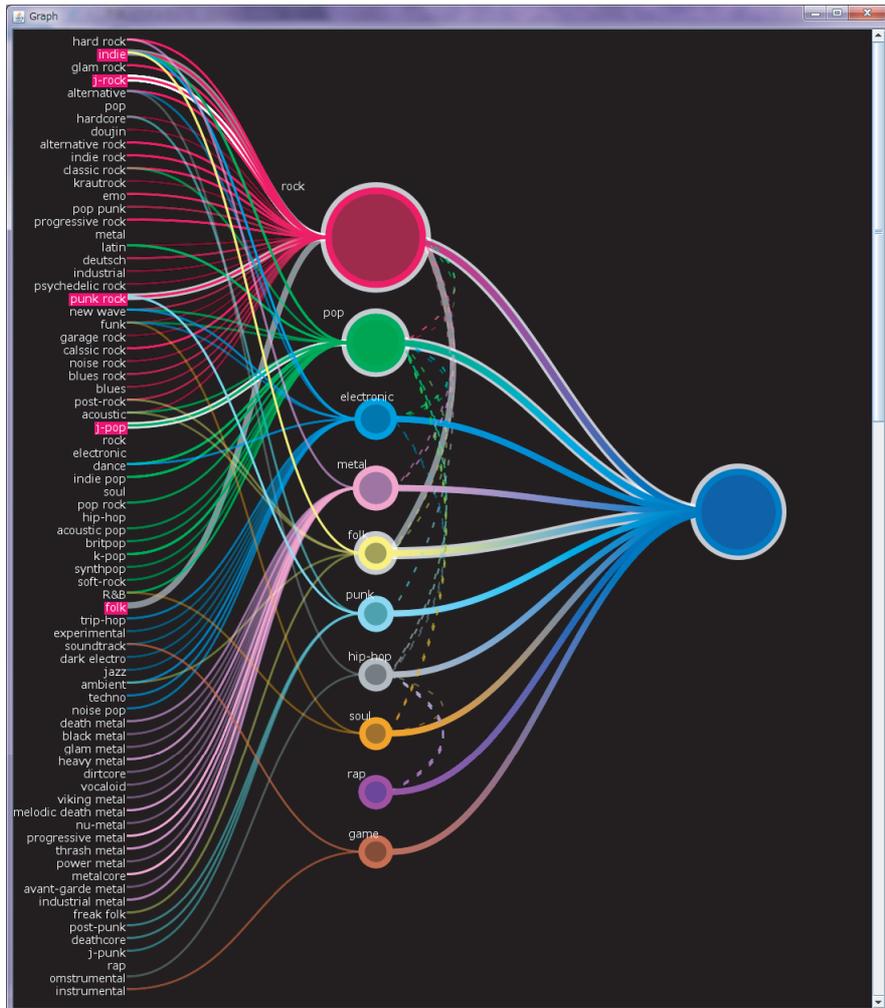


図 6.1: ユーザ A に表示された画面

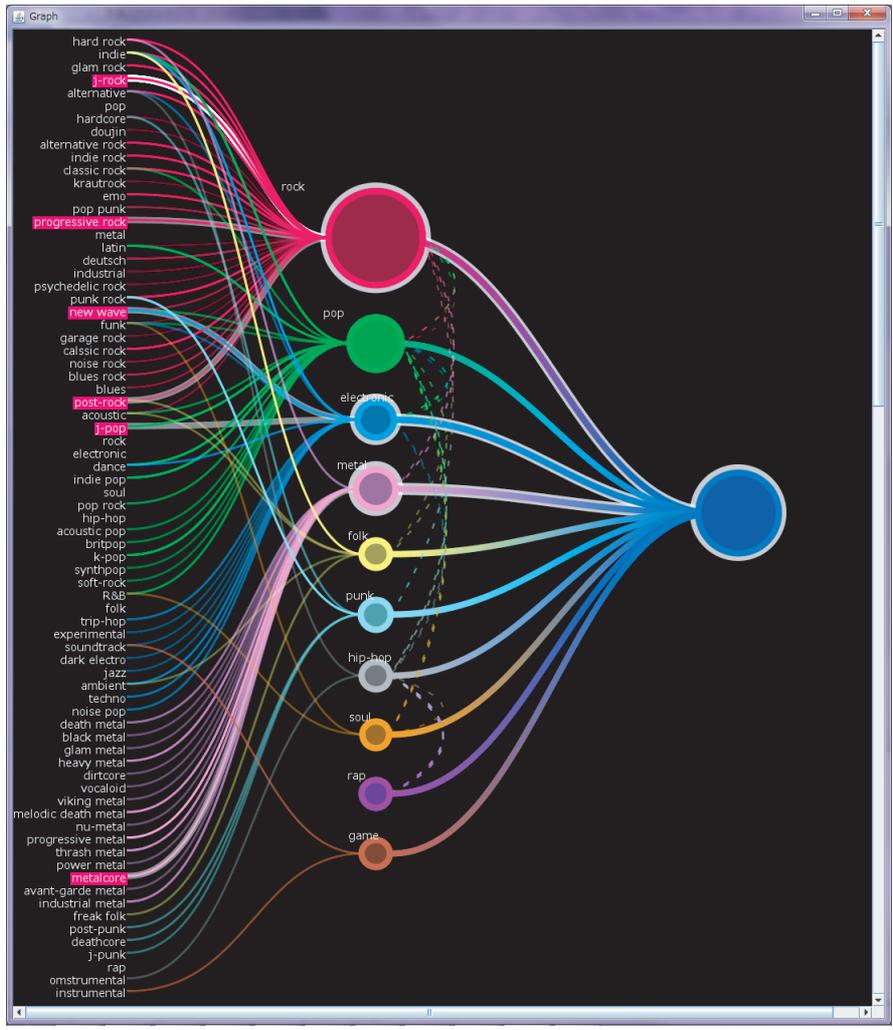


図 6.2: ユーザ B に表示された画面

表 6.2: 各項目に対する各ユーザの回答

探し方	ユーザ A	ユーザ B
方法 1	Pendulum(electronic) pupa(electronic) muse(alternative) Mellodrone(indie rock)	McFly(pop rock) Hurts(synthpop)
方法 2	見つからなかった	kagraa(j-rock) Supercar(j-rock) Omar A.Rodriguez-Lopez(progressive rock) Bullet For My Valentine(metalcore)
方法 3	Fort Minor(hip-hop) Handsome Boy Modeling School(hip-hop) Bad Religion(punk)	Sparks(new wave) anNina(j-pop)

両者ともに、ジャンル別に色が塗り分けられているため、色別に追っている様子が見られた。しかし、サブジャンルまでたどるときは、やや迷い迷い探しているようでもあった。また、興味のあるジャンル、サブジャンルにたどりついた時、表示されたアーティストを上から順に視聴するのではなく、気になったものだけを視聴していた。実際に、アーティストの探し方についてインタビューしたところ、”アーティストを探すときは、まず聞いたことのある名前から探し、そのあとは名前で気になるものを選んだ”、というコメントをもらった。

続いて、自由にアーティストを探してもらった時、以下のような方法で探していた。

方法 a 一番多くのジャンルに接続しているサブジャンルから探す。

方法 b 自分はよく聴いているジャンルなのに、他の人があまり聴いていないジャンルから探す。

方法 c 自分の好きなアーティストが属するジャンル内で、自分の好きなアーティストが属していないサブジャンルから興味のあるサブジャンルを選び、アーティストを探す。

方法 a と方法 b は、ユーザ A が行った探し方、方法 c はユーザ B が行った探し方である。それぞれの方法で見つけられたアーティストと、どのジャンルまたはサブジャンルから見つけることができたかの結果について、表 6.3 にまとめる。

表 6.3: 自由にアーティストを探した時の各ユーザの回答

探し方	アーティスト名	ジャンル名またはサブジャンル名
方法 a	Dr. Dog	indie
方法 b	The Corrs	folk
方法 c	Hocico My Chemical Romance Emil Bulls	dark electro emo nu-metal

6.4 考察

方法 1 から方法 3 において、ツールの扱いは両者とも似ていたが、ユーザ A とユーザ B とで異なる結果を得た。ユーザ A は、自身が普段よく聴くジャンルとは異なるジャンルを中心にアーティストを見つけていた。一方、ユーザ B は、自身が普段よく聴くジャンルに近いサブジャンルを中心にアーティストを見つけていた。着眼点はそれぞれ異なっている。しかし、方法 1 では、自分以外のリスナーがどのような楽曲を聴いているのかに着目することで、普段は聴くことがなかったジャンルやサブジャンルについても、ユーザの好みの楽曲を探ることができたと考えられる。方法 3 では、ジャンルやサブジャンルの関係構造に着目することで、方法 1 と同様に、普段は聴くことがなかったジャンルやサブジャンルについても好みの楽曲を探ることができたと考えられる。また、ジャンルを色分けし、ジャンルノードとサブジャンルラベルをリンクで結んだことで、ジャンルやサブジャンルの関係がわかりやすくなり、幅広い範囲から楽曲を探すための手助けになったと考えられる。

方法 2 では、ユーザ B は好みのアーティストを見つめることができたが、ユーザ A は好みのアーティストを見つめることができなかった。その理由として、今回扱っていた楽曲嗜好データが洋楽のデータ数の方が圧倒的に多かったことがあげられる。両者からもらったコメントに、“邦楽のデータがもっと欲しい”というものがあつた。今回扱ったデータは、Last.fm と Twitter との連携サービスから収集したが、Last.fm は日本よりも海外で特に使われているサービスである。そのため、邦楽のデータが全体的に少なくなってしまった。しかし、方法 2 においても、同じジャンル、サブジャンルの中で、今までには聴いたことがなかったアーティストを探ることができる可能性があると考えられる。

自由にアーティストを探してもらった時の方法では、提案していた方法とは異なる方法で探していることがわかつた。

方法 a は、個人の好みとは関係なく、ジャンルとサブジャンルの関係という観点から探そうとしたからであると考えられる。ユーザ A から、“ジャンル別に色が分けられていることで、様々なジャンルが集中しているサブジャンルがあることがわかり、気になったのでアーティストを探した”というコメントをもらった。各ジャンルで色を分けたことは、ジャンルやサブジャンルの関係構造を見せるのに有効であったと考えられる。

方法 b は、自分の嗜好と他人の嗜好を提示したことで、自分と他人との差異から気になるアーティストを探していることがわかつた。本ツールでは自分の楽曲嗜好データを白くハイ

ライトし、それ以外のリスナーの楽曲嗜好データには白以外の色を割り当てた。また、それぞれのリンクは、不透明度により、サブジャンルがどれくらい聴かれているのかを表わしている。ユーザ A から、「自分の嗜好と他リスナーの嗜好を比較することで、自分の嗜好を客観的に見ることができた」というコメントをもらった。色と不透明度を利用してそれぞれの差異を提示することは、自分の嗜好と他リスナーの嗜好を比較することに有効であったと考えられる。

方法 c は、個人の好みから、さらに今まで知らなかったサブジャンルに着目した探し方である。1つのジャンルは数多くのサブジャンルを持つ。自分の楽曲嗜好データとサブジャンルを比較した場合、そのほとんどを把握しきれていないということはよくある。しかし、これらを提示することで、個人の好みのジャンルの中からも、多くの楽曲を探すことができたと考えられる。

以上より、ジャンルの色分けとジャンルとサブジャンルの関係構造の提示、自分の楽曲嗜好と他リスナーの楽曲嗜好の提示は、幅広い範囲から好みの楽曲を探す時に有効であった。

第7章 結論

本研究では、複数リスナーの楽曲の嗜好やジャンルの関係構造を提示することで、リスナーの好みの楽曲を幅広い範囲から見つけやすくするための支援ツールを開発した。複数リスナーの楽曲の嗜好やジャンルとサブジャンルの関係構造を提示するために、楽曲嗜好データを視覚的に表現した。

また、実際にユーザに使ってもらったケーススタディを行った。ケーススタディの結果より、自分の好みの楽曲を幅広い範囲から見つけることができる可能性があることがわかった。加えて、ただ好みの楽曲を発見するだけでなく、自分の嗜好と他人の嗜好を同時に提示することで、自分の嗜好を客観的に見ることができ、楽曲を見つけるための指針を立てることができる可能性があることも分かった。

本研究では、リスナーの楽曲嗜好とジャンルの関係構造を視覚的に表現することで、楽曲を発見するための支援を行った。本研究で扱ったデータと同様に、複数の関係構造を持つデータが、実世界には多く存在する。本研究で提案した手法は、楽曲嗜好データだけでなく他のデータに適用することで、楽曲以外の対象物であっても、好みの物を幅広い範囲から探すことができる可能性がある。

謝辞

本研究を行うにあたり、指導教員である三末和男先生、志築文太郎先生、田中二郎先生をはじめ、高橋伸先生には、丁寧なご指導と助言を頂きました。心より感謝を申し上げます。また、インタラクティブプログラミング研究室の皆様には、ゼミでの発表や研究室での日常生活の中で、様々な貴重なご意見を頂きました。特に、NAIS チームの皆様には、ゼミ以外でも、研究の相談を聞いていただいたり、研究生生活全体においてもたくさんのご意見やご指摘を頂きました。深く感謝しております。そして最後に、家族や友人をはじめ、大学生活の中でお世話になった全ての人々に、心より感謝を申し上げます。本当にありがとうございました。

参考文献

- [1] 土方 嘉徳, ”情報推薦・情報フィルタリングのためのユーザプロファイリング技術”, 人工知能学会誌 vol.19, no.3 , pp.365-372, 2004.
- [2] 増田聡, ”音楽ジャンルとは何か? サウンド・概念・権力のトポロジー”, 10+1 No.28, pp.27-30, 2002
- [3] Yaxi Chen, Rodrigo Santamaria, Andreas Butz, Roberto Theron, ”TagClusters:Semantic Aggregation of Collaborative Tags beyond TagClouds”, *Proceedings of 9th International Symposium on Smart Graphics*, Springer Press, pp. 56-67, 2009.
- [4] 後藤 里佳, 新美 礼彦, 小西 修, ”音楽嗜好の具体的な関係構造グラフ Mu-line の提案”, *DEWS2007*, pp.1-8, 2007.
- [5] 竹川 和毅, 土方 嘉徳, 西田 正吾, ”内容に基づく音楽探索・推薦方式の実装”, *DEWS2007*, pp.1-8, 2007.
- [6] 伊藤貴之, 宮崎麗子, 小田瑞穂, 長澤慎子, 渡辺知恵美, ”情報可視化手法「平安京ビュー」による音楽情報の一覧表示”, *ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告 2008(50)* , pp.71-76 , 2008.
- [7] 吉谷 幹人, 宇佐美 敦志, 浜中 雅俊, ”BandNavi : バンドメンバーの変遷情報を迎えるアーティスト発見システム”, *18th Workshop on Interactive Systems and Software*, pp.29-34, 2010.
- [8] Luis Sarmiento, Fabien Gouyon, Bruno G. Costa, ”Visualizing Networks of Music Artists with RAMA”, *In International Conference on Web Information Systems and Technologies (WEBIST 2009)*, pp.232-237, 2009.
- [9] Danny Holten, ”Hierarchical Edge Bundles Visualization of Adjacency Relations in Hierarchical Data”, *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics 2006*, pp.741-748, 2006.
- [10] R. Lambiotte, M. Ausloos, ”Uncovering collective listening habits and music genre in bipartite networks”, *PHYSICAL REVIEW E 72* , pp.1-11, 2005.
- [11] Dominikus Baur, Frederik Seiffert, Michael Sedlmair, Sebastian Boring, ”The Streams of Our lives : Visualizing Listening Histories in Context”, *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, vol. 16, no. 6*, pp.1119-1128, 2010.

- [12] 吉田 光男, 乾 孝司, 山本 幹雄, ”リンクを含むつぶやきに着目した Twitter の分析”, *DEIM Forum 2010*, pp.1-7, 2010.
- [13] John O’Donovan, Barry Smyth, Brynjar Gretarsson, Svetlin Bostandjiev, ”Tobias Hollerer, PeerChooser : Visual Interactive Recommendation”, *Proceeding of the twenty-sixth annual SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp.1085-1088, 2008.
- [14] Nathalie Henry, Tim Dwyer, ”Untangling Euler Diagrams”, *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 16, no. 6, pp.1090-1099, 2010.
- [15] Nan Cao, Jimeng Sun, Yu-Ru Lin, David Gotz, Shixia Liu, Huamin Qu, ”FacetAtlas : Multifaceted Visualization for Rich Text Corpora”, *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 16, no. 6, pp.1172-1181, 2010.
- [16] Mohammadreza Khalilbeigi, Jurgen Steimle, Max Muhlhauser, ”Interaction Support for Hybrid Groups of Paper and Digital Documents on Tabletops”, *ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces 2009*, pp.1-2, 2009.
- [17] 寺田 直和, 玉垣 庸一, 小原 庸裕, ”neut 一選曲の可視化による調整可能なランダム再生システム”, 平成 17 年度日本デザイン学会第 52 回研究発表大会, pp.76-79, 2005.