

アニメーション作品制作のための背景音楽選定支援システム

Back Ground Music selection support system for animation production

小野田 裕
Yutaka Onoda
法政大学情報科学部デジタルメディア学科
E-mail: 07k1014@stu.hosei.ac.jp

Abstract

It is possible to talk about characters' feelings and situations of a scene by using a mood and a emotion that music causes. In a visual media, sound effect and music are used to improve a effect of a image. These bear an important side in a image expression. It can be said that these are a part of images. If you make a mistake in the BGM selection to a scene, You might give the viewer a wrong impression. Then, in this study, beginner of animation production who feels uneasiness for BGM selection can select an appropriate BGM for all scenes. Then, Music of the sound track of an animation and scenes that has been pulled out from animation are evaluated by 16 adjective pair by five stages. I calculated the average score and I got a degree of similarity. Five musics that have high digree of similarity were selected as a candiddate. How the scene matched to music was investigated. The ratio that matched BGM matched to the scene was able to be selected became 95.0%. And the result that BGM with the highest degree of similarity mached to the scene was able to be selected became 60.0%

1 まえがき

映画やテレビのような映像メディアは、映像だけでは成り立たず、ほとんどのものは音を伴っている。そして、映像に加えられるのは映像に表現された対象から発せられる音だけではない。特殊な効果音や音楽が、映像が視聴者に与える印象を高めるために用いられる。それらは、映像の一部と言ってもよいほど映像表現の重要な側面を担っている [1]。音楽の醸し出すムードや情感を利用することによって、登場人物の心情やシーンの状況を語る事ができる。息詰まるシーンには重々しいBGMが使用され、しんみりしたシーンには情感あふれるピアノ曲が使用されるなど、シーンの状況別にBGMは使い分けられている。映像作品では、音楽の力で視聴者を映像の世界に引きこんでいく状況を体験できる。

先行研究 [2] では、映像制作者により互いにマッチするように組み合わせられた音楽と映像の印象と、マッチさせなかった音楽と映像の印象をSD法によって被験者に評価させる実験を行っている。その結果、マッチした音楽と映像はマッチさせなかった音楽と映像と比較して、音楽と映像とを組み合わせることにより音楽と映像の評価が上昇する効果が大いことを見いだしている。また、先行研究 [3] では「短調の音楽がスノーマンを人さらいにする。」という章において、アニメーション作品「スノーマン」にて主人公の少年とスノーマン(雪だるま)が空を飛び回るシーンに着目し、長調のBGMを短調のBGMに置き換える実験を行った。それにより、少年とスノーマンが楽しそうに一緒に飛び回っているシーンから一転、スノーマンが少年をさらっていったかのように見えるという調査結果を示している。このように、あるシーンへのBGM選定を誤ると、与え

たい印象とはまったく違った印象を視聴者に与えてしまう。

そこで本研究では、BGM選定に不安を覚えるアニメーション制作の初心者がシーンの状況にあったBGMをフリーワードで検索し、適切なBGMを映像にあてる補助を可能にするシステムの完成を目指す。そのために、BGMとする楽曲と、ある印象を視聴者に与えようとして作られたアニメーション作品のワンシーンについて印象評価し、その印象が近い組み合わせを検索結果とし、楽曲がそのシーンとどの程度マッチしているかを検証する。

2 楽曲検索システムに関する従来研究

フリーワードによる検索を可能にすることで、映像制作者が自分の作りたいシーンの特徴を検索システムに与えられた印象に当てはめて考える手間を省略可能である。例えば、「死亡」、「悲しい」というキーワードを打ち込むことで、登場人物が亡くなり悲しむシーンに合う楽曲を検索結果として出力することが出来れば、直感的に検索することが可能である。検索システムを作成するうえで先行研究を調査したところ、現在、音楽を検索するシステムについて様々なアプローチで研究が行われていることがわかった。

楽曲の音響特徴量に着目している研究としては、楽曲の旋律の音高変化に着目し音高推移特徴量と感情価との関係进行分析している先行研究 [4] がある。その結果、音高推移特徴量と高揚・抑鬱の感情価との間に相関があるという結果が得られている。また先行研究 [5] では、楽曲のリズムパターンに着目し人間が感じる感情反応の分析を行っている。曲調変化の感知者数と主旋律のリズムパターンのマッチングに強い相関があり、リズムパターンの変化が曲調の変化に重要な要因であることを証明している。

また、楽曲から受ける感性に着目した研究も行われている。先行研究 [6] では、画像に見合う楽曲や楽曲に見合う画像の異種メディア相互検索の研究が行われている。先行研究 [7] では人間の感情に着目し、音楽を聞いた時に知覚される感情を元に音楽を分類している。先行研究 [8] では、テンポ、調性、旋律、リズム、協和、拍子の楽曲の特徴に注目し特徴量抽出し音楽検索を行っている。

先行研究 [6] より、フリーワード検索をする際には入力されたフリーワードとシステムで用意した印象語を対応付ける手法が良いと考えた。本研究では、用意した印象語とフリーワードを対応付け、評価得点を算出し検索システムに送り、その得点を利用して印象語対と音響特徴量を対応付けるシステムを目指す。

また、以上の従来研究は音楽の対象ジャンルをクラシックとし、研究を行い各々特徴を明らかにし検索システムの作成をしているが、アニメーション作品のBGMに対する調査はなされていない。アニメーション作品では、BGMの印象によって真逆の印象を受けてしまうことがあるという事例を先行研究 [3] で示している。この事例を受け、次章よりアニメーション作品に使用されているBGMの、作品中での使われ方について調査を進める。

3 アニメーション作品のBGMの調査

3.1 BGMの使用法

BGMの使用法として、映像と音楽を同じ感情で並列させることによりその印象を強めるユニゾンと、映像と音楽の対立を考えた入れ方としてのコントラプクトがある。コントラプクトについては、戦闘シーンだから格好のいい戦闘シーン用の音楽を使うのではなく、情感あふれる音楽でも劇進行上は効果があがるケースの事である。調査の中では、このケースはワンシーンのみで使用されていた。ほとんどの映像作品ではユニゾンを意識してBGMが使用されている。

3.2 BGMの使用頻度の調査

先行研究では、映像作品にはBGMは必要不可欠であるとされている。そこで、BGMはアニメーション作品にとっても必要不可欠なものなのか、BGMの使用頻度を調査した。

調査対象は、2010年以降に放送された最近の作品であること、ジャンルが重複しないことを考慮し、「デュララ!」「Angel Beats!」「けいおん!!」の3作品を選択した。オープニングやエンディング、アイキャッチや次回予告を抜いた部分を本編と呼ぶ。本編でBGMが流れている時間を測定し、BGMの使用頻度を調査した。

3.3 調査結果

3作品の本編の平均時間は20分37秒となり、その中でBGMが使用されているシーンの平均時間は11分50秒であった。結果、本編中の約6割の時間でBGMが流れていることがわかる。BGMが多用される場面は、登場人物の感情の動きが感じ取れる場面、日常生活の場面であった。感情の動き、日常の様子を表すためにBGMを使用する事がアニメーション作品において重要であることがわかる。

3.4 作品中の曲とサウンドトラック中の曲との比較

実際のアニメーション作品で使用されている楽曲は、サウンドトラックに収録されている曲とは長さ、構成が異なる。その事は、曲を視聴する際に印象への影響はあるのか調査を行った。

調査対象作品は、「WORKING!」「エヴァンゲリオン新劇場版：破」である。前者は、飲食店バイトの平和な日常生活を描いた作品で、全体的にゆったりとしたリズムで進行する。後者は使徒と呼ばれる敵から地球を守る少年の葛藤を描く全体的にシリアスな作品。まったくジャンルの違う二作品を選択した。

3.5 比較結果

サウンドトラックに収録されている楽曲と本編中で使用されている楽曲の比較を行った。結果、本編でのBGMの使用され方に4つのパターンを見出した。一つ目はサウンドトラックに収録されているまま楽曲を使用され、各シーンのボケやツッコミ、場面展開や効果音と共に強制終了するパターン。二つ目は楽曲の途中が省略されていて、楽曲のラストに繋げてしっかりと終了するパターン。三つ目はサウンドトラックに収録されている楽曲のあらゆる部分を繋ぎあわせ使用されているパターン。サウンドトラックに収録されている楽曲と構成は似ているが細かい部分に変更されている。四つ目は新たな音（ギターやバックコーラス等）が追加され、ただ繋ぎあわせただけではないパターン。サウンドトラックに収録されている楽曲と構成は似ている。ほとんどの楽曲において、サウンドトラックに収録されている楽曲と本編で使用されている楽曲の出だしの部分は編集されず同様であった。また、サウンドトラックに収録されている楽曲では、何度か繰り返される部分が減らされて使用されている、楽曲の終盤がカットされているなど楽曲の雰囲気に影響する編集はなく、もとの楽曲の雰囲気とは全く違う雰囲気のシーンに使用される楽曲はなかった。

J-pop等の大衆向け音楽の中には、楽曲の中で転調をして印象が変わる楽曲が多く存在し、検索するときの支障になるのではないかという疑問があったが、本研究で比較検証した中ではそのような楽曲が使われている場面はなかった。例えば、動きのあるシーンから静かなシーンに切り替わる時はBGMも躍

動感のあるBGMからゆったりとしたBGMへと楽曲が切り替わっていた。

以上より、印象評価実験において使用する楽曲は本編中に使用されているものではなく、サウンドトラックに収録されている楽曲を使用しても問題はないことがわかった。よって、本研究で扱う楽曲はサウンドトラックに収録されているものとする。

4 検索システム

4.1 検索手法

今回の実験では予め194曲の楽曲と10シーンについて印象評価をする。そのデータを対象とし、類似した印象を持つデータの検索システムを作成する。

4.2 楽曲の印象評価

楽曲それぞれの印象評価を行い印象得点をつける。この得点を16次元の印象得点ベクトルとし、以後のシーンと楽曲の整合性の調査に使用する。使用する材料は、BGMに使用するための音源と、実際にある印象を与えようとして作られたアニメーションのワンシーンである。音源に関しては、アニメーション作品のオリジナルサウンドトラックから収集。本編中に使用されている楽曲の中から、歌が入っていない楽曲をサンプルとした。6作品のオリジナルサウンドトラックから194曲の実験用音源を収集した。楽曲の平均時間は1分55秒であった。アニメーション作品のサンプルシーンは、主観評価により、違う印象を受けたシーンを10シーン収集した。一番短いシーンは33秒、長いシーンは1分42秒となっており平均時間は1分18秒である。

シーンの収集にあたり、SNSサイトmixiを利用してBGMの有無に関わらずシーンの分類名を問いかけ、20人から回答を得た。その回答をまとめ、10シーン選定の参考とした。

4.3 印象評価方法

本システムでは印象語対によってフリーワードと音響特徴量を結びつける。表1に示したのは、映像と音の相互検索に関する論文[6]を参考に決定した印象語対である。以下の印象語対を用いて各データの印象得点を決定する。

表1. 評価に使用する印象語対

美しい	醜い
自然な	不自然な
潤いのある	渴いた
うれしい	悲しい
暖かい	冷たい
明るい	暗い
緊張した	ゆったりした
単純な	複雑な
強い	弱い
大きい	小さい
大胆な	繊細な
重い	軽い
動的な	静的な
澄んだ	濁った
かたい	柔らかい
新鮮な	古くさい

これらの印象語対を用いて、サンプルとして用意した楽曲とシーンに対して、それぞれ-2~+2で5段階評価(-2:まったく合っていない、-1:あまり合っていない、0:どちらともいえない、+1:ある程度合っている、+2:非常に合っている)を行い、その結果の平均をとり各データの評価得点とし、16の印象語対に対する各評価得点を要素として、16次元の印象得点ベクトルとする。なお、サンプルシーンの印象評価をする際には映像から与えられる情報のみで評価させるために無音で実験を行った。ここで5段階評価を用いた理由は、心理学的に5~9段階は判断しやすく、段階数による評価の差も少ない[9]とい

う一般論があり、そこから被験者にとっての判断のしやすさを加味し、この評価尺度とした。

次より、これまでに評価したデータを用いた印象得点よる楽曲検索について記述する。

4.4 印象得点を利用した楽曲検索

この検索システムでは、検索したいデータの評価得点を 16 次元の印象得点ベクトルとして、その距離を利用した楽曲検索を行う。あるシーン t が与えられたとき、その i 番目の評価得点を tm_i とし、検索対象の楽曲データの i 番目の評価得点を m_i とし、 $\sqrt{\sum_{i=1}^n (tm_i - m_i)^2}$ により求めた距離が小さいものを類似度が大きいものとし、その中から、上位 5 曲を各シーンの検索結果とした。

4.5 検索結果の妥当性の調査

上記の手法により導き出された類似度の高い曲から上位 5 曲の BGM を、10 のサンプルシーンと共に流したものを被験者に視聴させ、各々のシーンに妥当な楽曲が検索結果として現れているか、- 2 ~ + 2 の 5 段階 (- 2: まったく合っていない、- 1: あまり合っていない、0: どちらともいえない、+ 1: ある程度合っている、+ 2: 非常に合っている) で評価を依頼した。

なお、調査を始める前に、流す作品の全体の雰囲気、そのシーンにいたる経緯を説明。それにより、各シーンの情報をまったく知らない状態で評価を行うより、被験者がアニメーション制作者の立場に近づくと考えたからである。評価対象は、各シーンに元から挿入されている BGM から感じる印象をカットするため、アニメーションの音声は流さずに検索結果の楽曲を BGM として同時に再生したもので行った。

調査を依頼した被験者は、男子大学生 8 名、女子大学生 1 名、30 代女性 1 名である。

4.6 調査結果

シーンに対する楽曲の妥当性の評価結果を図 1, 2 で示す。図 1 は検索結果の中で類似度が最大の楽曲に対して被験者が合っていると回答した割合を表し、図 2 には検索結果の 5 曲全てに対する同様の結果を百分率で表した。

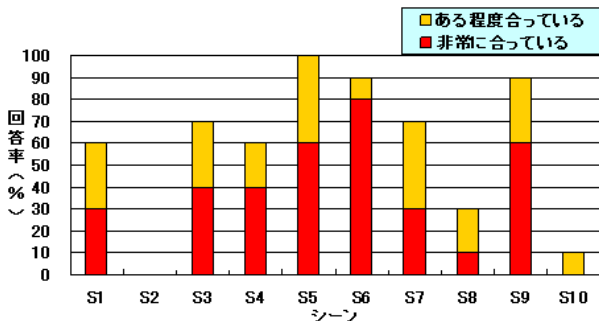


図 1. 類似度上位一位の楽曲のシーンとの妥当性の評価

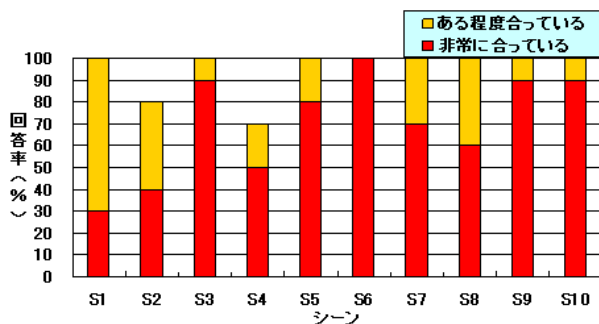


図 2. 類似度上位五曲の楽曲のシーンとの妥当性の評価

まず、図 1 の類似度が最大の楽曲に関する妥当性の評価について記述する。検索結果の楽曲がシーンの雰囲気と合っていると回答した (評価 2 と 1) 被験者は 60 % となった。その中で、S5 の勢いがあるギャグシーン、S6 のシリアスな会話をし

ているシーン、S9 のシリアスだが動きのあるシーンの、3 つのシーンの場合、妥当であると回答した被験者の割合は 93 % (90 % ~ 100 %) となり、非常に高い結果となった。また、妥当ではないと回答した (評価 - 2 と - 1) 被験者は、いずれも 0 % となり、この 3 つの組み合わせについては良好な結果を得たといえる。次に良い結果を得たのは S7 の悲しいシーン、S3 の賑やかな日常を描いたシーンで、合っていると回答した被験者は 70 %、S4 の回想シーン、S1 の爽やかなシーンでは合っていると回答した被験者が 60 % となった。

あまり良好な結果を得られなかったシーンは、S8 の優しいシーンと S10 の戦闘シーンであり、S8 は 30 % の被験者が合っていると回答し、S10 は 10 % となった。S2 の気の抜けたシーンの場合、合っていると回答した被験者は 0.0 %、気の抜けたシーンに対して、暗すぎる楽曲が選択されている傾向がある。全体としては、検索結果の楽曲のシーンに対する妥当性は 60 % となった。

次に図 2 の類似度上位 5 曲に関する妥当性の評価について記述する。S1, S3, S6, S7, S8, S9, S10 のシーンで 100 % の被験者が妥当であるという回答をしており、全体的に良い結果が現れている。他と比べて結果が悪くなったシーンは、S2 と S4 のシーンで、それぞれ S2 は 80 %、S4 は 70 % の被験者が合っていると回答した。全体としては、検索結果の楽曲のシーンに対する妥当性は 95 % となった。

5 印象語対と音響特徴量の対応付け

フリーワードによる検索システムを行うためには、フリーワードを検索システムで用意した印象語対に変換を行い、印象語対を音響特徴量に対応付けて検索を行う。印象語対を音響特徴量に対応付けるために、重回帰分析を行ったところ、テンポと印象語対の重相関係数は 0.84 となり、相関があるという結果となった。16 個の印象語対の中で「動的な - 静的な」の印象語対の推定係数は 17.51 となっており、他の印象語対よりも非常に高い値となった。その結果を受け、それぞれの楽曲のテンポを BPMCounter を用いて手動で検出を行った。動的 - 静的の印象語対への評価に差が出た曲において、テンポに大きく違いが見られた。「動的」に最大評価を受けた楽曲のテンポは最大 202BPM、最小 79BPM、平均約 156BPM であった。また、「静的」に最大評価を受けた楽曲のテンポは最大 110BPM、最小は 55BPM、平均は約 73BPM であった。

6 考察

今回行った類似度が一番高い楽曲に対する同様の調査では 60.0 % の被験者が、シーンに妥当な楽曲が検索結果として現れているという評価をした。また、類似度上位 5 曲に対するシーンと楽曲の妥当性の評価では、95 % の被験者が、シーンに妥当な楽曲が検索結果として現れていると回答した。しかし、各事例を見ると良い結果が現れている。これより、各シーンに妥当性の評価の調査結果について考察する。

類似度が最大の楽曲に関して、評価が高かった S5, S6, S9 に関しては、シーンの印象評価の「動的な - 静的な」の項目が極端に特徴として出ている。S5 は、勢いのあるギャグシーンなのだが、ギャグシーン特有の特徴としては、他に「明るい」、「軽い」の印象後に評価が集まっている。S6 はシリアスな会話シーンである。このシーンは特にネガティブな印象語に評価が偏っており、「暗い」、「緊張した」、「重い」、「静的な」には最大評価が付けられた。シリアスなシーンについては特に、この 4 つの印象語に注目して楽曲検索をすることで望みどおりの楽曲を導き出せると考えられる。S9 はとても優しい雰囲気があるシーンであり、「静的な」の他には「弱い」、「小さい」、「繊細な」といった印象語に特徴が出ている。

S2 は、類似度が一番大きかった楽曲に関しては合っていると回答した被験者がいなかった。このシーンは泳げない登場人物たちが自らの失敗により溺れ、仲間が仕方なく助けるシーン。

作品の流れでは、張り詰めた戦闘シーンの中で登場人物がボケるといふ気の抜けたシーンだが、S2の映像のみ視聴すると、溺れた登場人物達が泣いている事から、「悲しい」、「冷たい」など、ネガティブな印象語への評価の偏りが原因で、シーンに対して暗すぎるBGMが検索結果として現れてしまったと考えられる。

また、S4に関しても暗すぎるBGMが検索結果とされている。S4は本来、良い思い出を語る暖かいシーン。そのため、「暖かい」、「美しい」、「嬉しい」と、ポジティブな印象後に評価が偏るはずだが、上記のように暗すぎる楽曲が検索結果となった。この原因は、回想シーンでよく用いられる映像の色をセピアにする手法によって、アニメーション映像の色が全体的に暗くなっていたことや天候が曇天であったことで、そのシーンだけを見ると暗い印象を被験者に強く感じさせてしまったためだと考えられる。そのシーンのみではなく物語の流れを把握する事が適切なBGM選定には重要なことが明らかとなった。

S10は、シリアスな戦闘シーンである。戦闘シーン全般の大きな特徴は登場人物が多く動く点。このシーンも「動的な」に最大評価が付けられている。しかし、類似度が最大だった楽曲に関して、合っているという回答をした被験者は10%のみであった。これは、映像の中で登場人物が笑みを浮かべながら戦っているため、「明るい」に評価がついたことや、登場人物の動きが軽快なため、「軽い」に評価がついたことにより、S5のようなギャグシーンの印象評価と近くなってしまったためだと考えられる。実際に一曲目を視聴させた時、明るすぎる印象を受けたと、被験者からの意見が存在した。また、S9にも同じ意見が見受けられた。

S9は大地震がおきた瞬間の東京に住む人々の混乱、緊迫感を描いているシーン。このシーンには、「動的な」、「緊張した」に最大評価が付き、次に「強い」、「大きい」、「大胆な」の印象語に評価がついた。また、このS9のマッチング調査では特殊な事例が存在した。類似度が二番目に大きかった楽曲は、本来ならば大地震への恐怖を感じるBGMが流れるはずだが、勢いがある明るい曲が検索結果として出ている。他の例では、シーンの雰囲気と妥当ではないと評価をされるのみであり特別な意見は見受けられないが、S9の場合は地震への恐怖のシーンが一転、緊張感がなくなりドタバタとしたギャグシーンとして、シーンと楽曲がマッチしているという評価を受け被験者の笑いを誘った。一見シリアスなシーンでも、BGMを明るい曲にすることで底抜けに明るいシーンとして表現する事が可能ということがこのシーンの調査中に明らかとなった。

検索結果の満足度を考えると、高い評価を得ている。実際に検索結果の利用場面として、あるシーンに使用するBGMは一曲である。よって、シーンに合ったBGMが検索結果の中に一曲でも提示出来れば、ユーザーは満足したといえる。以上の事をふまえ、満足度を算出したところ95%の満足度を得た。これにより、194曲のデータベースに限って言えば、検索結果は類似度上位5曲の楽曲を提示することで、ユーザーの満足度を得ることが可能と考える。

また、印象語対と音響特徴量の対応付けにおいて、重回帰分析を利用し調査した。結果、互いに最大評価がついたシーンに妥当だと評価された楽曲に関して平均テンポが「動的」は約156BPM、「静的」は約73BPMと、二倍以上の差がついた。これにより、印象語対「動的 - 静的」においては、テンポの違いに基づいたスコアを付与することが効果的であると考えられる。

7 あとがき

本研究では、SD法を用いたアニメーション映像と楽曲の印象評価をし得点をつけた。その得点を16次元のベクトルとして用いその距離を求めその距離が小さい楽曲とシーンと、類似度が大きい組み合わせとし、その上位5曲を検索結果とした。類似度が一番大きかった楽曲に関しては60%の被験者が、シーンに対して妥当なBGMが検索結果として現れていると回答

し、類似度が大きかった上位5曲に関する調査結果においては95%の被験者が、シーンに対して妥当なBGMが検索結果として現れていると回答した。

アニメーション作品制作を行う際、ひとつのシーンで同時に流すBGMは一曲である。よって、検索結果5曲の中で一曲でもシーンに合っているBGMが検索結果として導出できれば、本論文の目的のBGM選定に不安を覚えるアニメーション制作の初心者がシーンの状況に適したBGMを選定する補助が可能であると考えた。以上より、検索結果より上位5曲を提示することで、たいいていのユーザーが望むBGMを検索することが可能と考えられる。

また、サンプルシーン選定においてカバーしきれなかったシーンが存在する。例えば、登場人物が恐怖を感じているシーンなどである。それらについては、今後実験し特徴を明らかにしなくてはならない。また、評価得点の平均値を利用して検討を行ったが、感性には個人差が存在する。実際に、その個人差に対する対応として個人適応に関する検討が報告されている。本研究の中でも、S4のシーンの捉え方によって、非常に合っている(評価2)と答える被験者と、まったく合っていない(評価-2)と答える被験者がおり、シーンに対する検索結果の楽曲の妥当性の評価にばらつきがあるという問題が明らかになったので、感性の個人差に対応する方法を今後考えなくてはならない。

今回行った実験手法の精度を向上することで、検索システムの核である楽曲の検索を行う事が可能となる。しかし、実際の制作現場で楽曲を検索する場合、事前にデータベースの楽曲それぞれに印象評価を行うのは大変な労力である。よって、楽曲のもつ音響特徴量によって曲を検索することが必要となる。今後の課題として、フリーワード検索に必要な、入力されたフリーワードと印象語対との対応付けを行い、フリーワードで入力された言葉を印象語対に変換する方法、印象語対と音響特徴量との対応付けをし、データベースの楽曲それぞれにあらかじめ評価を行わずとも楽曲の音響特徴量により検索できるようにする事があげられる。また、「動的な - 静的な」の印象語対においてテンポの違いのみを調査したが、今後システムを完成のため、残りの印象語対においても対応する音響特徴量を見出さなくてはならない。

参考文献

- [1] 岩宮眞一郎, "映像作品における視聴覚コミュニケーション", 信学技報, vol.102, No.533, pp.39 - 46, 2002
- [2] 岩宮眞一郎, "オーディオ・ヴィジュアル・メディアによる音楽聴取行動における視覚と聴覚の相互作用", 音響誌, vol.48, No.3, pp146-153, 1992
- [3] 岩宮, "音が映像作品の「でき」を決める", 音響誌 64(12), 709-714, 2008-12-01
- [4] 堀野他, "旋律の音高変化に基づく楽曲特徴量についての検討", 情処学研報. [音楽情報科学] 2001(45), 29-34, 2001-05-23
- [5] 川野邊他, "楽曲により喚起される感情反応と Rhythm に基づいた曲調変化との関係", 情処学研報. [音楽情報科学] 2001(103), 27-34, 2001-10-26
- [6] 宝珍他, "印象に基づく映像と音楽の相互検索に関する一考察", 情報処理学会研究報告. データベース・システム研究会報告 2002(41), 97-104, 2002-05-21
- [7] 大串 健吾, "音楽と感情" バイオメカニズム学会誌, Vol. 30, No. 1 (2006)
- [8] 佐藤他, "感情に基づく音楽検索システムの実現に向けての検討", 信学技報. SP, 音声 100(635), 51-56, 2001-02-15
- [9] 難波他 "音の評価のための心理学的測定法", コロナ社, 1998年, 84-85頁