

Lyricon —複数アイコンの自動選択による楽曲構成の 可視化—

町田和嘉子[†] 伊藤貴之^{††}

本報告では、歌謡曲に合ったアイコンをAメロ、Bメロ、サビなどのブロックごとに選択し、一覧表示する手法“Lyricon”を提案する。Lyriconでは近年のヒット曲に重要な“歌詞”に着目し、歌詞内容と楽曲特徴両者の側面から歌謡曲を分析する。これによって、選択されるアイコンに楽曲の雰囲気だけでなく、歌詞を反映させることが可能になる。そのためアイコンを見れば、歌謡曲を聴かなくても曲の雰囲気や歌詞内容を把握できるようになり、大量の曲の中からその日の気分にあった曲の選択を視覚的に実現できる。また曲の一覧表示画面やスライダバーなどにアイコンを表示することにより、楽曲編集や部分再生などの操作が容易になると考えられる。

Lyricon -Visualization of music structure by automatic multiple icon selection-

Wakako Machida[†] and Takayuki Itoh^{††}

This paper presents “Lyricon”, a technique that automatically selects multiple icons of tunes block-by-block, and displays them. Here, Lyricon selects icons based on not only musical features, but also lyrical features, because lyrics are very important on recent popular hit songs. In other words, Lyricon can reflect not only the mood of the tunes but also the story of lyrics on its icon selection. Users can understand both impression of the sounds and the content of the lyrics, and they can choose songs which is suitable for their feeling based on the visual impression of the icons. Besides, embedding Lyricon on GUIs of music players is convenient for edition and partial play of tunes.

1. 概要

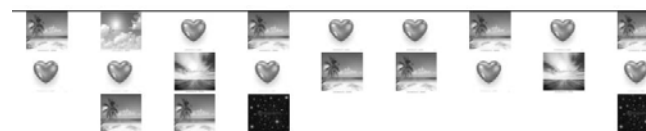


図1 アイコンの一覧表示結果

近年、ポータブル音楽プレイヤーや無料動画投稿サイトなどの発達により、容易に無料で好きな曲を楽しむことができ、またダウンロードして個人的に曲を所有できるようになっている。このように個人の所有する音楽数が増加し、曲の選択肢が広がっている現状において、スムーズな音楽選択がますます求められてゆくと考える。しかし現在、再生する曲を選択するユーザインタフェースには、タイトルやアーティスト名だけが表示される場合が多い。そのため、どのような曲であったかを思い出すことができなかつたり、歌詞の内容を把握することができなかつたり等、ユーザが曲の選択に迷ってしまう場合がありえる。そこで大量の音楽から1つを選択したり、視覚的に音楽の特徴を把握したりする際に、音楽の印象を画像などで視覚化する技術が有用であると考えられる。本報告ではこの技術を音楽可視化と呼ぶ。

また最近のヒット曲の傾向として“歌詞への共感”が大きなカギとなっている。例えば、既に存在する歌の歌詞に対する返答として作られたアンサーソングや、複数のアーティストの曲を“恋”や“夏”などの特定のテーマに沿って集めたコンピレーションアルバムが立て続けにヒットしている。事前調査として研究室で歌詞に関するアンケートを実施したところ、「普段歌詞を意識して音楽を聴くことはあるか」という質問に対し12人中9人が、「その日聴く音楽を歌詞から選ぶ事はあるか」という質問に対しては12人中7人がYesと答える結果が得られた。以上のことから音楽において歌詞は重要な存在であり、音楽可視化には歌詞も重要な要素になりえると考えられる。

本報告では、楽曲の印象や歌詞の内容に合ったアイコンを、Aメロ、Bメロ、サビなどのブロックごとに選択し、再生時刻順に並べて表示させることで、曲の印象や内容の時間変化を視覚的に表現する手法“Lyricon”を提案する。Lyriconは歌詞内容と楽曲特徴の両面から音楽を分析し、その結果としてアイコンを選択し、図1のように一覧表示させる。そのためアイコンの一覧表示結果を見れば、実際に曲を聴かなくてもそ

[†] 情報処理学会
Information Processing Society of Japan

^{††} 情報処理学会
Information Processing Society of Japan

の曲の雰囲気や歌詞内容の展開を想像できると考えられる。またブロックごとにアイコンを表示するため、A メロ、B メロなどの切れ目を視覚的に認識しやすくなる。よって、楽曲編集や部分再生などの操作を支援できると考えられる。

なお、“音楽”という言葉の意味が多岐にわたる為、これ以降リズム、メロディ、ハーモニー等、音の特徴を表す言葉として“楽曲”を、歌詞まで含めた曲全体を表す言葉として“歌謡曲”または“曲”を用いる。

2. 関連研究

楽曲に合ったアイコン生成に関する技術は、Lyricon の他にもいくつか報告されている。Setlur らは Semantics [1] を提案している。これは意味的に一致するアイコンを生成するために小さい絵を結合する。この技術によりさまざまな意味を1つのアイコンによって表現できるようになったが、この技術は音楽に特化していない。Kolhoff らによる Music Icons [2] と小田らによる MIST [3] は、音楽の特徴に基づき、アイコンを生成または選択する。しかしこれらの手法は歌詞を考慮していない。更にこれらの手法は1曲あたり1つのアイコンしか割り当てず、1曲内の変化や構成を表現できない場合もある。歌詞情報を視覚的に表現する技術としては、Xu [4] らによる歌詞内容に基づくスライドショー作成技術や、Newmayer [5] らによる音楽特徴と歌詞による音楽クラスタの視覚表現技術などがあげられる。

3. 提案内容

本章で説明する Lyricon の処理過程は、箇条書きにすると以下の通りである。

(0) 準備段階

- (1) 曲のブロックに基づく歌詞のブロック分割
- (2) 歌詞の形態素解析
- (3) 各ブロックのアイコン候補を決定
- (4) 音楽特徴解析
- (5) 音楽特徴に基づき、表示アイコンを決定
- (6) アイコンの一覧表示

以下、3.1 節では上記の(0)を、3.2 節では上記の(1)から(3)までを、3.3 節では(4)と(5)を、3.4 節では(6)を述べる。なお、著者らの現時点での Lyricon の実装では、日本語の歌詞を持つ歌謡曲のみを対象としている。

3.1 準備段階

Lyricon ではまず“カテゴリ”を用意する。このカテゴリには関連性のあるキーワードとその類義語が含まれており、それらの単語は歌詞のメインテーマになり得るものである。また、そのキーワードを表す印象の異なる画像を複数用意する。Lyricon では

カテゴリとキーワード、アイコンを以下のように定式化する。

- カテゴリを $C=\{c_1, \dots, c_{Nc}\}$ と定義する。 Nc はカテゴリ数を表す。
- キーワードは c_i に属しており、 $K_i=\{k_{i1}, \dots, k_{iNki}\}$ と定義する。 Nki は c_i に属するキーワードの数である。
- c_i に属するアイコンを $X_i=\{x_{i1}, \dots, x_{iNxi}\}$ と定義する。 Nxi は c_i に属するアイコンの数である。
- アイコン x_{ij} を表す形容詞を $A_{ij}=\{a_{ij1}, \dots, a_{ijNaij}\}$ と定義する。 $Naij$ は x_{ij} に割り当てられた形容詞の数である。

著者らは現在、23 個のキーワードを著者らの主観に基づいて設定しているが、将来的にはアンケート調査によってキーワードを再選考したい。図2は“恋”というカテゴリの具体例である。このカテゴリには9つのキーワードと3つのアイコンを含んでいる。Lyricon はまず各カテゴリと歌詞から抽出したキーワードのマッチングを行い、各ブロックに対応するカテゴリを決定する。その後音楽特徴に基づき、各カテゴリに含まれる画像から最適なものを一つ決定する。

Ex.

“恋” = {“恋”, “ハート”, “愛”, “君”, “あなた”, “好き”, “愛しい”, “恋しい”, “愛してる”, ...}



図2 キーワードと画像の一例

また同時に Lyricon は、いくつかの音楽特徴量を使用する。著者らは音楽特徴抽出のために、数値解析ソフトウェア MATLAB の上に実装された楽曲特徴分析パッケージ MIRtoolbox [6] を用いている。著者らは試験的に26曲をこの MIRtoolbox で解析した。その結果から、著者らが抽出可能な特徴量のうち10種類を利用可能と判断し、その中から3種類の特徴量を以下の手順によって採用することを決定した。

著者らはまず、2つの相反する意味を持つ形容詞を、10種類の特徴量の各々に対して定めた。たとえば、“Tempo”という、曲のテンポを表す特徴に対しては、“速い”と“遅い”という形容詞を与えた。そして26曲の各々について、10種類の特徴量を検出した。この特徴量をもとに26曲の各々を、先ほど定めた2つの形容詞のどちらに該当するか判断し、2つのグループに分けた。またそれと同時に、特徴量を参照せずに著者らの感性に従って、2つの形容詞のどちらに該当するかで26曲を2つのグループに分けた。そして結果として、2種類のグループの類似性が高くなる特徴量を、これ以降の処理に採用した。このようにして採用された3種類の特徴量と、それらに割り当てた形容詞を、表1に示す。ここで用いた“単純な”という言葉は、伴奏楽器が

少ないなどの理由で倍音成分が小さい曲，“輝かしい”とは、さまざまな楽器が使用されているなどの理由で倍音成分が大きく、派手でにぎやかな印象を与える曲，“複雑”はジャズのテンションに代表される複雑な和音構成を含む曲，“単純”とは童謡のように音楽理論的にもシンプルな構成の曲，というニュアンスを含んでいる。また，ここで定めた形容詞は，各アイコン画像に対しても割り当てられる。

表 1 採用した特徴と形容詞

特徴	形容詞
テンポ (Tempo)	遅い, 速い
高音域の割合 (Brightness)	単純な, 輝かしい
不調和な音の多さ (Roughness)	素朴な, 複雑な

3.2 歌詞の処理



図 3 形態素解析



図 4 アイコン候補

アイコンを曲のブロックごとに選択するに先立ち，Lyricon は最初に，歌詞をブロックごとに分割する。著者らは歌詞のブロック分割に Lyric Master[7]を用いている。続いてブロックごとに分割した歌詞に形態素解析を適用し，単語の最小単位に分割する。著者らは形態素解析に茶筌[8]を用いている。図 3 は歌詞に形態素解析を施した結果の一部である。

ここで，ある 1 つのブロックに含まれていた単語を $W=\{w_1, \dots, w_N\}$ とする。もし単語 w_k がキーワード k_{ij} と一致したら，Lyricon はこのブロックをカテゴリ c_i と関連付ける。

この場合，Lyricon はアイコン群 X_i に含まれる複数のアイコンを表示用アイコンの候補とし，最終的に音楽特徴によってこの中から一つのアイコンを決定する。

図 4 はカテゴリ，キーワード，アイコンの例である。この場合，歌詞中に“夏”というキーワードを表す“夏”と“波”，“恋”というキーワードを表す“キミ”が含まれる。その結果として，“夏”の画像数枚と“恋”の画像数枚がアイコン候補となる。図 5 では各カテゴリに対し 3 枚の画像が表示されているが，各カテゴリに対して用意されている画像枚数がカテゴリによって異なることも想定される。

3.3 音楽特徴の処理

Lyricon では歌詞と同様に，ブロックごとに分割した楽曲ファイルからそれぞれの特徴量を抽出する。著者らは 3.1 節で述べた“テンポ”，“高音域の割合”，“不調和な音の多さ”の 3 つの特徴量を算出する。この特徴量から，3.1 節で定めた 6 つの形容詞について，その曲へのふさわしさの順位を決定する。そして，画像に設定されている形容詞と，曲に対する形容詞の順位を比較し，順位の高い形容詞を設定されている画像を，そのブロックにて表示するアイコンとして決定する。

3.4 実行結果

Lyricon では 3.2, 3.3 節の処理をブロックごとに適用し，全てのブロックのアイコンを選択し，一覧表示する。図 1 は“夏”をテーマにした歌謡曲のアイコン選択結果を示している。アイコンの種類から，夏の恋を歌っていることを推測できる。現時点での著者らの実装では，アイコン画像には，無料動画投稿サイトの画面の 10 分の 1 程度の画素数 (32×26) のものを用いている。

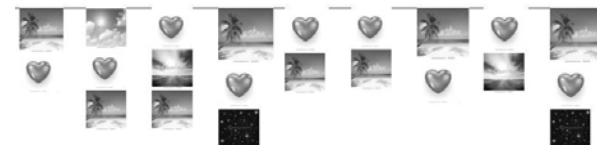


図 5 重要度の高い画像を大きく表示



図 6 同じ画像は 1 回のみ表示

著者らが実装している表示画面では，一覧表示のバリエーションとして，図 5 のように重要度の高い画像を大きく表示させたり，図 6 のように複数回選択された画像を 1 か所のみに表示させたりすることも可能である。なお，画像の重要度算出方法については現在検討中である。これらの機能は，アイコン表示スペースが小さいなどの理

由で表示アイコン数を減らさなくてはならない、という状況において便利である。

また、この一覧表示は縦方向、横方向ともに大きな画面空間を占有する。この問題を解消するために著者らは、マウス操作による縦横独立のズーム表示を実装している。これによって、表示する画像数を自由に操作できる。図7(上)のアイコン上で垂直にマウスを動かした場合、図7(左下)のようにそれぞれのブロックごとにアイコン表示数を変えられる。また水平にマウスを動かすと図7(右下)のように、アイコン表示の対象となるブロック数を変更できる。

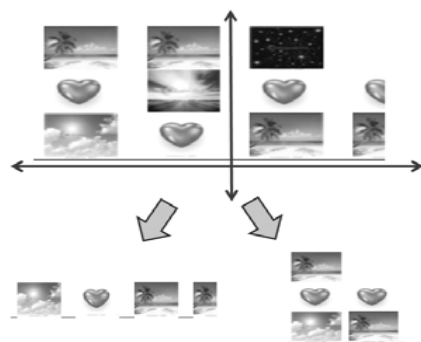


図7 縦横方向のズーム操作

4. 利用法



図8 (左)スライダーに貼り付けた場合のイメージ図
 (右)音楽選択画面に表示した場合のイメージ図

著者らは Lyricon について、以下の2種類の利用法を議論している。1種類目は、無料動画サイトなどに表示されているスクロールバー部分に、各ブロックの開始時刻と対応するアイコンを表示する、というものである。そのイメージ図を図8(左)に示す。

これにより、自分が聞きたいブロックの部分再生が容易になる。ここで、画像同士の重なりや動画の視聴妨害にならないよう、図7で示したマウス操作などにより、表示画像数を調節したり、上下方向にずらして表示させたりする。2種類目は、音楽プレイヤーの音楽選択画面に、タイトルなどの文字情報のほか、その曲を表す画像を縦に数曲分並べる、というものである。そのイメージを図8(右)に示す。これにより、視覚的に曲の印象や歌詞内容を捉えた音楽選択が可能になる。以上2種類の利用法の利点を組み合わせることで例えば、音楽プレイヤーの音楽選択画面において、アイコンをクリックするだけでそのブロックが再生される機能を持つインターフェースも考えられる。

また、ユーザ自身によるアイコン画像やキーワードの編集機能も実装したい。一例として、個人の思い出の写真や、その曲を強く連想する画像などをアイコン画像として追加することにより、各個人の記憶や感性に合わせてよりの確に曲の印象を伝えられると考える。

5. 主観評価




本章では Lyricon についての2つの主観評価について述べる。1つ目はアイコン選択結果の評価、2つ目は表示するアイコン数を調節した結果の評価である。

5.1 アイコン選択結果についての評価

アイコン選択結果についての評価では、情報科学を専攻している女子学生13人に対し、アイコン選択結果を印刷して提示し、設問に回答させた。

(1) アイコンの印象について

表2 アイコンを見て連想する言葉

アイコン	回答(人数)	正答率
	キラキラ(6), 星(7), ポップ(4), 夜(2), 可愛い(1), 希望(1), 夢(1), 鎮座(1)	0.59
	涙(2), 水(9), 静か(6), 涼しげ(2), その他(6)	0.07
	旅(3), 道(3), 解放感(6), 空(4), 車(2), 未来(2), その他(6)	0.23

Lyricon が表示する画像が、著者らの意図する印象をユーザに伝えられるかを検討するため、本評価では回答者にアイコン画像(またはその類似画像)を複数見せ、連想する単語を回答してもらった。以下、質問に使用した画像と回答の一部を表2に示す。なお、かっこ内の数字は回答者数、下線付き単語は著者らが想定したイメージと同様

の回答、そして正答率は回答者の延べ人数の中で著者らが想定した回答をした延べ人数の割合を表している。この結果から、抽象的な意味を割り当てられた画像は印象が多岐に渡るのを避けたほうが無難であること、形容詞を表す画像は連想に個人差が生じやすいことがわかった。

(2) 画像一覧から連想する楽曲特徴

続いて本評価では、歌謡曲 1 曲を通して選択されたアイコン群を回答者に提示し、どのような歌謡曲を連想するかを回答させた。その結果、一例として、夏と恋が歌詞のメインテーマである歌謡曲を表した画像一覧に対して、11 人の回答者の連想が「夏の恋」「盛り上がりた時に聞く」などであった。これらの回答は総じて、著者らの想定に近かった。本評価では、著者らが用意したアイコン群のほとんどで、同様に良い結果を得ることができた。しかし意味的に相反するキーワードが歌詞中に混在する曲を表した画像一覧では、違う印象の画像が存在するので曲の内容を連想しにくい、という否定的な回答を 5 人の回答者から得た。

(3) 歌詞から画像一覧を予想

続いて本評価では、3 曲分の歌謡曲の歌詞を回答者に読んでもらい、用意した複数の画像一覧の中からその歌詞を適切に表しているものを回答させた。この設問は正答率が高く、各歌詞 13 人、11 人、9 人の人が正しい画像を選ぶことができた。この結果から、Lyricon はアイコン群から歌詞の意味を想定するのに適していると考えられる。一方で、イメージに合う画像一覧が無いという回答も複数あり、ユーザ全体に正しい印象を与える画像を設定することの難しさが表れた。

(4) 歌詞のキーワード

続いて本評価では、著者らが設定したキーワードの一覧を提示し、その言葉が歌詞のテーマであったらその曲が聞きたくなるような単語を回答させた。その結果、3 人以上の回答者が季節を表す単語（春や夏、花火、クリスマス等）の各々を選んだ。またその他の傾向として、多くの人に共感されやすいと考えられる単語（恋や自由など）を選ぶ回答者が多かった。この結果から著者らは、ユーザの選択によりキーワードの重要度を定め、それをもとにアイコンの重要度を定める必要があると考えている。

5.2 表示するアイコンの数を調節した結果についての評価



図9 (左)重複画像を含む画像一覧の例 (右) 重複画像を含まない画像一覧の例

前章で述べた評価の他に、女子学生 14 人と男性教員 1 名に対し、今度はアイコン

数の違いによる印象の変化に関するアンケートを行った。本評価では Lyricon を用いて、楽曲の印象や歌詞のメインテーマが異なると思われる歌謡曲 10 曲の各々について、画像一覧で表現したもの（図 9(左)参照）と、その画像一覧の中で重複しているアイコンを除いたもの（図 9(右)参照）の 2 種類を表示することで、計 20 個の画像一覧を作成した。そして、その 20 個の画像一覧をランダムに並べた状態で回答者に提示し、以下の設問に答えてもらった。

(1) アイコン数の違いによる楽曲の印象の変化

本評価は画像一覧 1 曲につき、想定できる楽曲の印象が特定の形容詞にどれだけ当てはまっているかを調査した。著者らは表 1 で示した“テンポが速い”と“テンポが遅い”、“素朴”と“輝かしい”、“複雑”と“単純”という形容詞の他に“暗い”と“明るい”という形容詞を加え、相反する形容詞の組を 4 組用意した。それぞれの組の形容詞に対し、画像一覧が示す楽曲の印象は前者の形容詞と後者の形容詞、どちらにより当てはまるかを 5 段階で評価してもらった。ここで、“1”は前者の形容詞によく適合することを示し、“5”は後者の形容詞によく適合することを示している。そして、各々の形容する言葉ごとに回答の平均値を算出し、同じ曲を表しているが画像数の違う 2 つの画像一覧の値を比べ、違いについて考察した。

表 3 は 2 値の差が 0.5 以上あった曲数を形容詞ごとにまとめたものである。“+”は重複有りの画像一覧の平均値の方が大きかったことを指し、“-”はその逆である。

表 3 2 つの画像一覧の平均値の差が 0.5 以上の曲数

	早い/遅い	素朴/輝かしい	単純/複雑	暗い/明るい
+	3	1	2	4
-	1	1	1	1

結論としては、大きく値の変化する曲は少なかった。以下、平均値に 0.5 以上の増減が見られた楽曲について論じる。まず、アイコン数の少ない一覧の方が暗い印象になったという楽曲に関して述べる。これらの楽曲の画像一覧の特徴として、重複がある方は暗めのアイコンの種類は多いが、それぞれの個数はそれほど多くなかった、また明るいアイコンには逆の特徴が挙げられた。この画像一覧の重複を削除することにより、種類の多かった暗いアイコンが高い割合を占め、回答者に暗いという印象を与えたと考えられる。また、アイコン数の少ない一覧の方が明るい印象になったという楽曲に関しても暗くなった場合と逆の現象が起きていることがわかった。このことから、アイコン数の調節に伴い、予想外に大きく印象を変えている楽曲がある、ということが課題としてあげられる。他にも、細かい画像の増減が単純/複雑の印象に影響している曲があった。また、寒色系のアイコンが増えるとテンポが遅く感じる傾向が見受けられる、などの傾向が見つかった。一方、“単純”と“複雑”への印象の変化と画像数の変化の相関性は見いだせなかった。

これらのことから、楽曲特徴の印象とアイコンの種類や個数の関連性にはいくつかのパターンがあることが判明した。今後このパターンをアイコン数の調節に用いたい。

(2) アイコン数の違いによる歌詞の印象の変化

表 4 (左)アイコンの正答率 (右)選択されたアイコンの種類の数

	重複有	重複無		重複有	重複無
曲 1	0.763	0.408	曲 1	7	9
曲 2	0.692	0.435	曲 2	8	7
曲 3	0.875	0.600	曲 3	7	12
曲 4	0.409	0.300	曲 4	8	13
曲 5	0.564	0.250	曲 5	8	11
曲 6	0.594	0.543	曲 6	10	14
曲 7	0.300	0.100	曲 7	8	11
曲 8	0.725	0.395	曲 8	9	11
曲 9	0.879	0.556	曲 9	6	9
曲 10	0.500	0.561	曲 10	10	9

続いて本評価では、同様に画像一覧 1 曲分を見て、それが表していると思われる歌詞曲の歌詞のメインテーマを、春/夏/秋/冬/花火/海/クリスマス/花/月/恋/雨/涙(悲しみ)/夜/星/風/空/友達/都会/田舎/自由/未来/生命/応援/争い/その他、の 25 個の単語の中から選択してもらい、そのそれぞれの単語を選択した人数の合計を算出した。表 4(左)は正しいテーマが選ばれている率、表 4(右)は選択されたアイコンの種類の数である。重複アイコンを消した画像について、表 4(左)から歌詞のメインテーマの正答率が下がっていること、表 4(右)から回答者の回答が多岐に渡っていることが分かる。この結果から、ユーザが歌詞のメインテーマをアイコンの重複数によって判断しており、それゆえ重複画像を削除してしまうと画像の重要度が分からなくなり、歌詞のメインテーマがつかめなくなると考えられる。また、アイコンが少ないとメインテーマを認識することが困難である、という意見もあった。

この問題は、図 5 で示したように重要度の高い画像を大きく表示することにより解決すると考えている。そこで今後、重要度の算出方法について具体的に考察したい。また、アイコンをクリックするとそのアイコンが表しているキーワードを表示する機能を付け、ユーザがアイコンから得る印象に一意性を持たせたい。

6. 結論と今後の課題

本報告では歌詞と楽曲、両者の特徴を反映したアイコンをブロックごとに定め、一覧表示させる手法 Lyricon を提案した。

今後の課題として、以下 2 点を挙げる。1 つ目として、より曲のイメージを適切に

伝えられるように、ユーザインタフェースを改良したい。2 つ目として、画像やキーワードの設定について再検討したい。図 10 はキーワード抽出には成功しているにもかかわらず、あまり歌詞曲の雰囲気や的確に表せていない例である。この曲は“春”と“恋”がメインテーマであるが、あまり春らしい画像が目立っておらず、この画像一覧だけを見て“春”がメインテーマであると認識するのは困難である。この原因として、以下が考えられる。まず、歌詞全体やタイトルなどから“春”がテーマであることを認識可能であるが、歌詞中に“春”を直接的に表すキーワードが少なく、比喻表現で春を表現している部分が多いことから、“春”を表す画像がなかなか選択されなかった。さらに、使用している画像が適切ではない、という意見もあった。これらの点を改善するため、キーワードや画像について再検討したい。



図 10 曲の印象を的確に表現できていない例

謝辞 Lyricon の作成にご協力頂いた皆様に、謹んで感謝の意を表する。

参考文献

- 1) V. Setlur, C. Albrecht-Buehler, A. A. Gooch, S. Rossoff, B. Gooch, Semantics: Visual Metaphors as File Icons. Computer Graphics Forum (Proc. of Eurographics), Vol. 24, No. 3, pp. 647-656, 2005.
- 2) P. Kolhoff, J. Preub and J. Lovisach: “Music Icons: Procedural Glyphs for Audio Files”, Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing (SIBGRAPI’06), pp. 289-296, 2006.
- 3) M. Oda and T. Itoh: “MIST: A Music Icon Selection Technique Using Neural Network”, NICOGRAPH International, 2007.
- 4) S. Xu, T. Jin, F. C. M. Lau, Automatic Generation of Music Slide Show Using Personal Photos, 10th IEEE International Symposium on Multimedia, pp. 214-219, 2008.
- 5) R. Neumayer, A. Rauber, Multi-Modal Music Information Retrieval - Visualisation and Evaluation of Clusterings by Both Audio and Lyrics. 8th International Conference on Computer-Assisted Information Retrieval, 2007.
- 6) Olivier Lartillot, MIRtoolbox,
<http://www.jyu.fi/hum/laitokset/musiikki/en/research/coe/materials/mirtoolbox>
- 7) Kenichi Maehashi, Lyric Master,
<http://www.kenichimaehashi.com/lyricsmaster/>
- 8) Chasen,
<http://chasen.naist.jp/hiki/Chasen/>