

フィーリングプレイの開発

Development of "Feeling Play"

児玉 泰輝，鈴木 康悟，松下 文雄

Yasuteru Kodama, Yasunori Suzuki, Fumio Matsushita

小田川 智，莪山 真一，塩田 岳彦

Satoshi Odagawa, Shinichi Gayama, Takehiko Shioda

要 旨 カーナビゲーションシステムのミュージックサーバーに搭載したフィーリングプレイ機能を開発した。フィーリングプレイは、ミュージックサーバーに録音した曲の中からユーザの気分に合わせて選曲，再生を行う楽曲レコメンドシステムである。

本システムは，CD から HDD に録音する際，楽曲ごとに音楽的な特徴量を抽出し，自動保存を行う。この楽曲の特徴量を利用し，ユーザがそのときの気分やシーンに合わせて選択した検索語(明るい，ノリがいい，静かな，かなしい，癒される)に合致した楽曲を，録音された多くの楽曲の中から選択してリスト化し，再生する。さらに，ユーザの嗜好を学習し，各個人の好みに近いレコメンドを行うように成長していく機能である。

Summary We have developed an application for the Music Server in our latest Car Navigation System, named "Feeling Play". It works as a Music Recommendation System that can learn a variety of users' preferences.

This application can automatically extract some musical features that we call "Music Feature" from a CD when inserted into the CD-ROM drive. The user can then enjoy the music in the Music Server according to their mood by selecting a keyword such as "Bright", "Exciting", "Quiet", "Sad" and "Healing", which will be determined by the above musical features. The system also has the ability to learn how a user may feel by listening to those types of music and to recommend music properly.

キーワード： 楽曲推薦，音楽推薦，楽曲検索，音楽検索，選曲，感情，感性，ハードディスク，カーナビゲーション，カーオーディオ

1. まえがき

2001年からHDDを利用したカーナビゲーションシステムが市場に登場し，現在では高級機のカーナビゲーションシステムはHDD搭載タイプが主流となっている。また，HDDを有効に活用

する機能の一つとして，楽曲録音機能を搭載した製品も多い。HDDに膨大な楽曲を保存し，従来にはなかった自由な楽曲の再生を可能とするものである。この機能は，市場で評価され，新たなカーAVシステムとして注目されている。

当社では、この機能をミュージックサーバーと呼んでいる。

一方で、録音される楽曲数が多いため、ユーザがHDDに録音されている曲の中から所望の楽曲を探し出すことが困難になるという問題が生じており、その問題を解決するための技術開発が行われている。

例えば、インターネット経由でダウンロードした既成情報(楽曲イメージなど)や固定情報(アーティスト、タイトル、ジャンルなど)を利用して楽曲を検索するものや、あらかじめ規定した楽曲の印象表現を用いて楽曲を検索するものがある。しかし、全ての楽曲の情報をデータベース化することは困難であり、個々のユーザ

の嗜好に適応したレコメンドを行うことは、この方法では難しい。また、自動車におけるインターネット接続は、通信の安定性、通信料金の面から普及しているとは言いがたく、カーナビゲーションシステムにおいては現時点ではまだ利用しがたい状況となっている。

そこで我々は、ユーザの嗜好を学習する機能を持つ楽曲レコメンドシステム「フィーリングプレイ」を開発した。フィーリングプレイは、これまでのカーナビゲーションシステムのAV機能をより快適に、使い易くする機能として期待されている。

フィーリングプレイの検索語選択画面と再生画面を、それぞれ図1と図2に示す。



図1 検索語選択画面

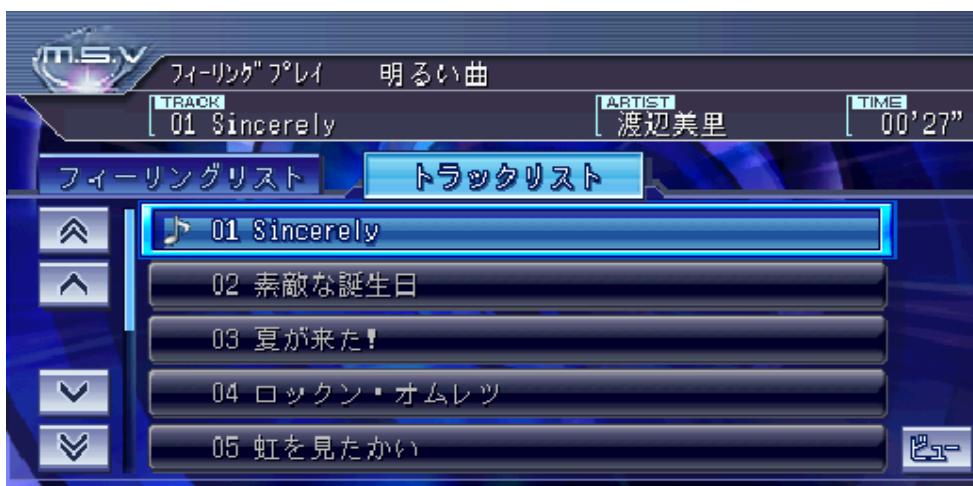


図2 再生画面

フィーリングプレイの特徴は、

(a) CD から自動的に楽曲の音楽的な特徴量の抽出を行い、ネットワークなどから楽曲に関する情報を取得する必要がない。

(b) 楽曲の印象を示す検索語(明るい、ノリがいい、静かな、かなしい、癒される)をユーザが選択するだけで、楽曲録音装置内の多くの楽曲から、検索語のイメージにあった楽曲を再生する。

(c) ユーザの嗜好を学習し、各個人の好みを音楽のレコメンドに反映する。

などである。

本稿では、フィーリングプレイの概要と実験結果について報告する。

2. レコメンド方法

CD から自動的に抽出される音楽的な特徴量を楽曲特徴量、検索語を規定する特徴量を検索特徴量と定義する。フィーリングプレイは、これらの情報を用いて検索語と音楽の合致度を算出し、この結果に基づいてレコメンドを行う。

2.1 楽曲特徴量の算出

フィーリングプレイは、楽曲を録音する際、楽音信号を分析することにより楽曲特徴量を求める。具体的には、楽曲の調性、和音出現頻度の分散(HVL)、1分あたりのリズム量(BPM)、最大ビートレベル(MBL)、最大信号レベル(MSL)、および平均信号レベル(ASL)の6つの数値である。

最初に、楽音信号から和音と振幅情報を時系列データとして数値化する。次に、楽曲全体において最も優位な調性と和音出現頻度の分散を求める⁽¹⁾。さらに、和音変化数と振幅極大値の個数から1分あたりのリズム量を算出する。なお、最大ビートレベル、最大信号レベル、平均信号レベルは各々振幅情報の極大値、最大値および平均値から求められる。

2.2 検索語の定義

フィーリングプレイは指定された検索語に対して、楽曲をレコメンドするものである。検索語は音楽を表現する言葉で、車を運転中に利用すると

考えられる検索語(「明るい」、「ノリがいい」、「静かな」、「かなしい」、「癒される」)を採用した。

2.3 検索特徴量の算出

検索特徴量とは、検索語と音楽のイメージを関連付ける情報である。この情報は、検索語に合致すると判断された曲の楽曲特徴量の記録(FIT記録)と、非合致すると判断された曲の楽曲特徴量の記録(UNFIT記録)から求められる平均と分散(FIT平均、FIT分散、UNFIT平均)である。FIT、UNFIT記録には、あらかじめ初期値が与えられているが、3章に述べる学習処理によって適切に更新される。

2.4 合致度算出

これらの楽曲特徴量と検索特徴量を利用して音楽と検索語の合致度を算出し、レコメンドする楽曲を決定する。

選択された検索語に合致する曲(FIT曲)をレコメンドするために、ここでは非合致度を算出し、この値が小さい曲を相対的に合致度の高い曲であるとしてレコメンドを行う。楽曲特徴量ごとの非合致度を特徴量非合致度($Score[i]$, $i=0, \dots, N-1, ScoreKey$)とし、2.4.1、2.4.2に示す方法で算出する。そして、すべての特徴量非合致度の合計を検索語に対する、その曲の非合致度 $ScoreTotal$ とする。

このように求められた非合致度を用いてレコメンドを行う。

$$ScoreTotal = \sum_{i=0}^4 Score[i] + ScoreKey \dots (1)$$

2.4.1 調性以外の特徴量非合致度算出方法

調性以外の楽曲特徴量の数を N とし、対象とする楽曲の楽曲特徴量と、所定の検索語に対するFIT平均をそれぞれ $Element[i]$, $AgreeAve[i]$, $i=0, \dots, N-1$ として、(2)式でFIT平均との距離 $AgreeDistance[i]$ を求める。

$$AgreeDistance[i] = |AgreeAve[i] - Element[i]| \dots (2)$$

の結果とFIT分散 $AgreeVariance[i]$ から $Element[i]$ についての特徴量非合致度 $Score[i]$ を(3)式のように算出する。

$$Score[i] = AgreeDistance[i] * 1 / AgreeVariance[i] \dots (3)$$

その他の特徴量非合致度も同様に算出する。

2.4.2 調性の特徴量非合致度算出方法

調性とは、音楽のもつキー(ex. 八長調, イ短調)であり, 0 から 23 の値をとる。

調性 j に対する FIT, UNFIT 平均の差を, $KeyAvrGap[j]$, $j=0, \dots, 23$ とすると, 特徴量非合致度 $ScoreKey$ は(4)式のように調性以外の特徴量非合致度とのバランスを取るための定数 K を乗じたものとする。

$$ScoreKey = K * KeyAvrGap[Key] \dots (4)$$

3. 学習方法

ユーザは, システムがレコメンドした楽曲を鑑賞する。システムは, ユーザがその曲を最後まで聴いた場合には, 選択した検索語に合致(FIT)したと判断し, また, 曲の再生中に「UNFIT」というキーが押された場合には, 選択した検索語とは非合致(UNFIT)であったと判断する。

システムは, この楽曲が検索語に対し, 合致 / 非合致という情報を基に, 楽曲特徴量を FIT 記録 / UNFIT 記録に登録し, さらに統計的解析により検索特徴量を更新する。この値は学習が適切に行われると, ある値(目標値)に収束していく。

上述の楽曲特徴量の FIT / UNFIT 記録への登録方法と, 検索特徴量の更新について, それぞれ 3.1, 3.2 項に示す。

3.1 楽曲特徴量の登録

各楽曲特徴量の FIT / UNFIT 記録への登録方法について述べる。

調性以外の特徴量は, 各特徴量を同様に扱うために, 既知の平均と標準偏差で標準化した値を登録する。

調性についての特徴量は, 2 値(0/1)を示す 24 個の配列として登録する。例えば, 調性特徴量の値が 0 (八長調)であった場合, これを FIT 記録に登録するには, 調性の合致記録 $AgreeKey$ を $AgreeKey[0]=1$, $AgreeKey[1 \sim 23]=0$ として登録する。

3.2 検索特徴量の更新

FIT 記録 / UNFIT 記録から各特徴量毎に平均, 分散を求め, その値で検索特徴量を更新する。

以上のように求めた検索特徴量を次回のレコメンドに利用する。

4. 結果

ある被験者について, 検索語のひとつである「ノリがいい」の学習を 200 回行い, 学習に伴いユーザが検索語と合致していると判断する曲(FIT 曲)の推移の様子と検索特徴量の変化の様子を観察する実験を行った。その結果について述べる。

この実験の条件として, レコメンド対象とする曲は 216 曲, また, 未学習状態から開始させるため, FIT / UNFIT 記録の初期値は一樣な乱数を設定した。

学習の度に 216 曲の検索語に対する合致度を算出し, 合致度の大きい順にソートしたレコメンドリストを作成する。図 3 は, 作成したレコメンドリストにおいて, ユーザが検索語と合致した(FIT)と判断する曲の分布が, 学習によって変化していく様子を示している。学習する度に合致度は変化するため, レコメンドリストにおける曲順は変化していく。図 3 では, 縦方向にレコメンドした 216 曲のリストを表示している。このリストされた曲の表示色で, ユーザが検索語と合致している(FIT 曲)か否か(UNFIT 曲)を示している。図 3 では, ユーザが検索語と合致していると判断する曲(FIT 曲)を黒, 検索語と合致していないと判断する曲(UNFIT 曲)を白で示した。

学習回数 65 回付近までは上位から下位までユーザが検索語と合致していると判断する曲(FIT 曲)が一樣に分布しているが, それ以降の学習では, 上位はほとんどユーザが検索語と合致していると判断する曲(FIT 曲)で, 検索語と合致していないと判断する曲(UNFIT 曲)は下位を中心に分布するようになり, この状態がその後, 安定することを示している。このように,

学習を繰り返すことにより合致度の上位にユーザが検索語と合致していると判断する曲(FIT曲)が移動し、適切にレコメンドを行える状態になることが確認できた。

図4に検索特徴量であるFIT記録の平均と分散を示す。同図から学習回数65回目付近で各特徴量の平均は収束し、ほぼ目標値になったことがわかる。

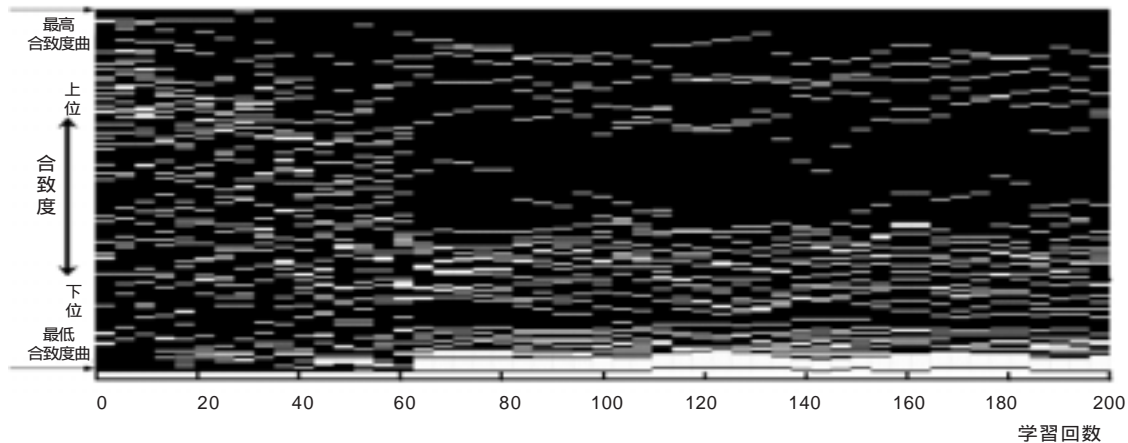
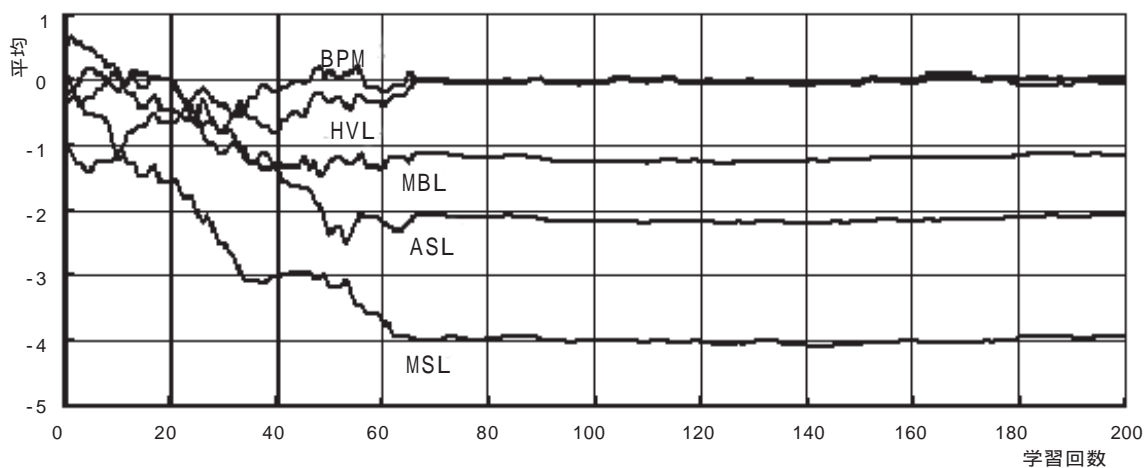
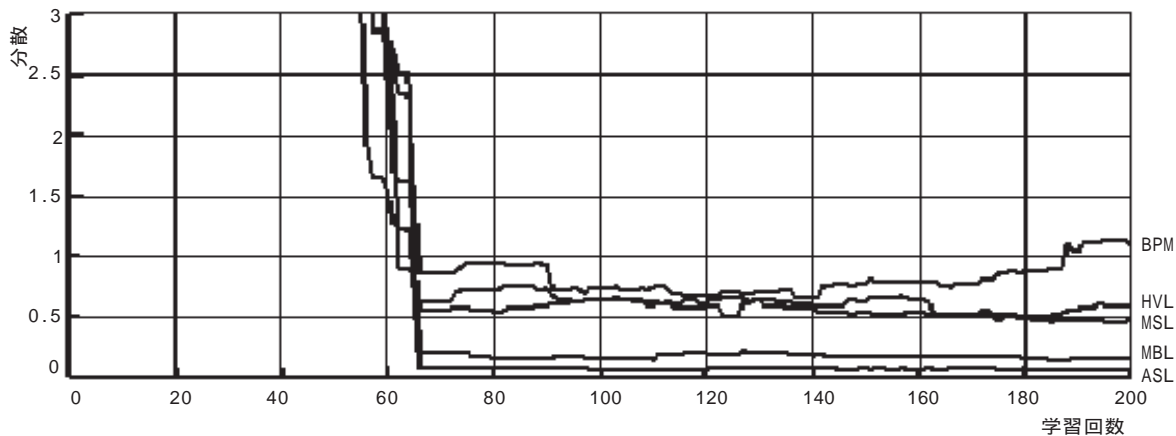


図3 学習によるFIT曲分布の推移



(a) FIT記録の平均



(b) FIT記録の分散

図4 FIT記録の平均，分散

また、FIT 記録の初期値は一様な乱数のため、初期の分散は非常に大きいですが、FIT 記録が形成されるに従い小さい値になり、学習回数 65 回目付近で、FIT 記録の値が平均値に集中してくることがわかる。このことは、学習がほぼ終了し、ユーザに対して最適なレコメンドができるように検索特徴量が正しく設定されたことを示している。これは、前述の、ユーザが検索語と合致していると判断する曲(FIT 曲)分布の推移と整合が取れている。

5. まとめ

CD から自動的に音楽的な特徴量の抽出を行い、さらにユーザの嗜好を学習して、ユーザの感性に合致した曲のレコメンドを行う楽曲レコメンドシステム「フィーリングプレイ」を実現した。

フィーリングプレイは、ミュージックサーバーを有効に利用するためのアプリケーションとして 04 年 6 月に市場導入されたカーナビゲーションシステム「AVIC-ZH900MD」,「AVIC-XH900」に実装されている。

今後は、学習方法の改善や、より最適な楽曲特徴量の抽出などを検討することにより、検索語と楽曲の合致度の精度を向上させ、ユーザの嗜好に、より合った曲を選曲できるようにしていく。また、この楽曲レコメンドシステム「フィーリングプレイ」を利用した新たなエンターテイメントの創造を目指して行きたい。

6. 謝辞

本システムをカーナビゲーションシステムに搭載するにあたり、協力して頂いたモバイルエンタテインメントカンパニーの関係各位に感謝いたします。

参考文献

- (1) 莪山: “類似楽曲検索を目的とした楽音からの和音進行抽出手法,” FIT2003, 一般講演論文集, Vol.2, p245-246, 2003

筆者

児玉 泰輝 (こだま やすてる)

所属: 研究開発本部 モバイルシステム開発センター

入社年月: 1993 年 4 月

主な経歴: 自動車内アクティブノイズキャンセラ開発, IMT2000 の CDMA 技術開発を経て, 移動体におけるアプリケーション開発に従事している。

鈴木 康悟 (すずき やすのり)

所属: 研究開発本部 モバイルシステム開発センター

入社年月: 1987 年 4 月

主な経歴: ハイサンプリング DAT 開発設計, DVD オーサリングシステム開発, 車内音場研究開発を経て, 現在モバイル情報技術の開発に従事。

松下 文雄 (まつした ふみお)

所属: 研究開発本部 モバイルシステム開発センター

入社年月: 1981 年 4 月

主な経歴: 音場制御技術, カーナビゲーションシステム関連技術の開発に従事。

小田川 智 (おだがわ さとし)

所属: 研究開発本部 モバイルシステム開発センター

入社年月: 1982 年 4 月

主な経歴: カーナビゲーションシステム関連技術, 通信応用技術, エージェント応用技術開発に従事。

莪山 真一 (がやま しんいち)

所属: 研究開発本部 総合研究所ストレージシステム研究部

入社年月: 1991 年 4 月

主な経歴: アクティブノイズキャンセラの開発, デジタル無線変復調技術の開発, エージェント技術, 音楽構造化技術の研究を経て, 現在に至る。

塩田 岳彦 (しおだ たけひこ)

所属: 研究開発本部 モバイルシステム開発センター

入社年月: 1987 年 4 月

主な経歴: デジタル映像信号処理技術の開発, デジタル通信応用技術の開発を経て, 現在, モバイル関連情報技術の開発に従事