

平成 21 年 3 月 31 日現在

研究種目： 若手研究（B）
 研究期間： 2007 ～ 2008
 課題番号： 19700209
 研究課題名（和文） 音楽治療効果の定量的評価手法の確立
 （バーチャルセラピストの実用化に向けて）
 研究課題名（英文） Study of a quantitative evaluation method for musical therapy effect

研究代表者
 大西 巖（ONISHI GEN）
 広島国際大学・心理科学部・講師
 研究者番号： 40290803

研究成果の概要： 本プロジェクトでは、音楽および音が人間にどのように影響するかを検討し、それらの関係を計算機上にモデル化した。Wavelet 変換によって獲得したスイッチを押す時に発生する音の物理的特性に注目し、それらに対応する3つの感性評価値（迫力因子、金属因子、美的因子）の評価得点を出力するモデルを、ニューラルネットワークを用いて構築した。学習後のネットワークモデルを解析した結果、スイッチ音の音響特性に対する人間の感性に関する重要な知見を獲得した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,400,000	0	2,400,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	270,000	3,570,000

研究分野： 総合領域

科研費の分科・細目： 情報学・感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード： 感性官能計測・評価, 音, モデリング, ニューラルネットワーク

1. 研究開始当初の背景

今日における科学技術の発達は、私たちの身の周りに高品質・高性能な製品をもたらしている。Audio and visual を中心とした電化製品の分野においても、それらは日進月歩のごとく進化している。近年、それらの機能や品質が各メーカー間において飽和し、それらの性能がほぼ同等になってきており、差別化されるべき機能が、高級感や心地よさといった感性的なものに移行してきている。その1つに、スイッチを押す時に発生する機械音があげられ、その音響特性とユーザーの感性評

価との関係をモデル化し解明することが重要な研究課題となっている。

2. 研究の目的

本プロジェクトではWavelet変換によって獲得したスイッチ音の物理的特性に注目し、それらに対応する3つの感性評価値（迫力因子、金属因子、美的因子）の評価得点を出力するモデルを、ニューラルネットワークを用いて構築する。さらに、学習後のニューラルネットワークモデルの内部解析をすることにより、スイッチ音の物理的特性とユーザー

感性との関係について検討し明確にする。

3. 研究の方法

(1) 本プロジェクトでは、電化製品のスイッチ 11 種類 (B01-B11) のプッシュ時に発生する音を、メインユニットから 30cm 離れたマイクにより収録した。それらの音響信号に対して、WT(Wavelet 変換) を施す。図 1 に、WT 結果の一例を示す。図よりスイッチ音には、押したときに発生する音 (プッシュ音) とスイッチが元の位置に戻るときに発生する音 (バック音) があることが確認できる。先行研究において、音質評価に大きく影響するのはプッシュ音であることを確認していることから、本プロジェクトにおいてもプッシュ音のみに注目している。

図 1 において、100~20000Hz の音圧レベルの総和が最大となる時刻を 0 秒 (基準) とし、0.0~0.015 秒におけるプッシュ音発生時の構成周波数の重心を求め、これを中心周波数とした。また、0.0~0.040 秒における構成周波数の音圧レベルの平均値を求め、これをプッシュ音における音圧レベル前半部とした。同様に、0.040~0.080 秒における構成周波数の音圧レベルの平均値を求め、これを音圧レベル後半部とした。これらを 0.0~1.0 の値に規格化しスイッチ音の音響情報 (ニューラルネットワークの入力) としている。

(2) 健聴者 67 名 (20~50 歳の男女) に対して、ヘッドホンからスイッチ音 11 種類を再生し、SD 法による印象評価実験を実施した。図 2 にこの実験に用いた評価用紙を示す。この実験結果の因子分析をするため、27 対の形容詞から有意差のあるペアを 10 組選定した。求めた因子負荷量と因子得点をそれぞれ表 1、表 2 に示す。第 1 因子から順に金属因子、美的因子、迫力因子と解釈し、それぞれの得点が高いほど「硬い」「心地よい」「迫力のある」音となる。表 2 は各スイッチ音に対する

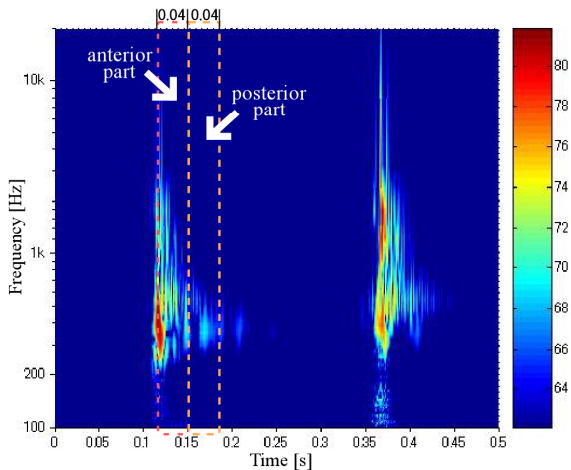


図 1 B01 の収録信号に対する WT 結果

評価得点と「好き-嫌い」の評価結果を、感性情報 (ニューラルネットワークの教師データ) にするため、-1.0~1.0 の値に規格化している。



図 2 評価用紙

表 1 因子負荷量

	金属因子	美的因子	迫力因子	共通性
硬い/柔らかい	0.91	-0.20	0.33	0.97
はっきりした/ぼやけた	0.90	-0.10	0.41	0.98
高い/低い	0.86	-0.39	-0.01	0.90
地味な/派手な	-0.63	0.52	-0.46	0.88
心地よい/耳障りな	-0.22	0.95	-0.14	0.96
高級な/安っぽい	-0.36	0.91	0.12	0.96
きめ細かい/荒っぽい	-0.09	0.88	-0.42	0.95
迫力のある/もの足りない	0.15	-0.02	0.95	0.92
強い/弱い	0.65	-0.20	0.74	1.00
大きい/小さい	0.50	-0.45	0.71	0.95
因子寄与率	36.41	32.02	26.48	94.90

表 2 因子得点 (教師データ)

	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09	B10	B11
金属因子得点	0.01	-0.17	0.31	-0.18	0.14	-0.57	0.28	-0.57	0.42	0.77	-0.45
美的因子得点	0.04	0.09	-0.04	-0.30	-0.25	0.52	0.07	0.49	-0.26	-0.75	0.39
迫力因子得点	0.03	-0.30	0.27	-0.10	-0.17	-0.30	0.25	-0.76	0.42	0.93	-0.28
「好き-嫌い」得点	0.40	0.15	0.50	-0.79	-0.35	0.90	0.76	0.68	-0.04	-0.60	0.76

(3) 本プロジェクトで構築したネットワークモデルを図3に示す。中間層のユニット数は、学習後のネットワークの内部解析を容易にするためにできる限り少なくした結果0個となり、入力層-出力層の2層からなる単純なモデルとなった。

このネットワークモデルにおいて、11種類のスイッチ押し音（B01-B11）とその因子得点との関係を10000回学習させた。その結果を図4に示す。図より、すべてのスイッチ押し音に対して、このネットワークモデルの出力値が、教師データに近い値を示しており、良好な学習をしていることがうかがえる。さらに、最も印象の悪かったスイッチ押し音

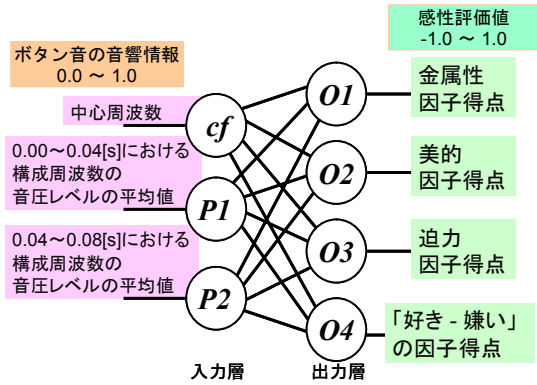
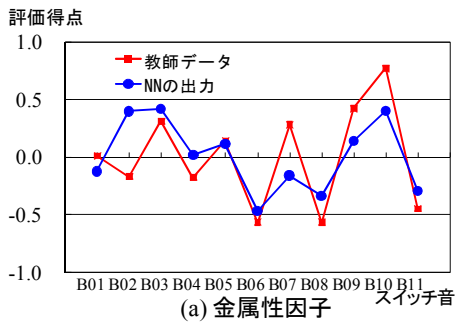
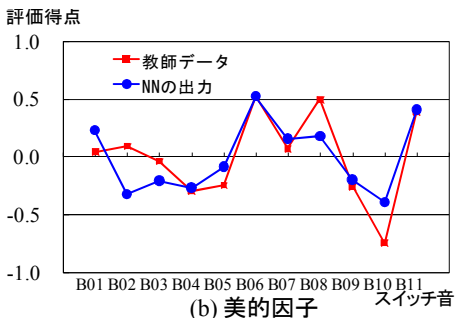


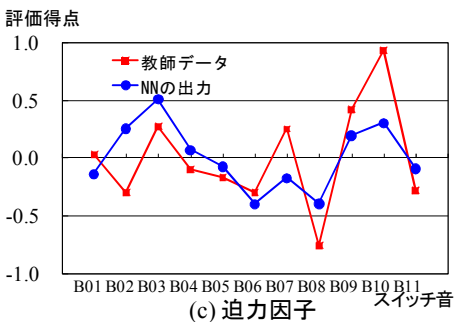
図3 ニューラルネットワークモデルの構造



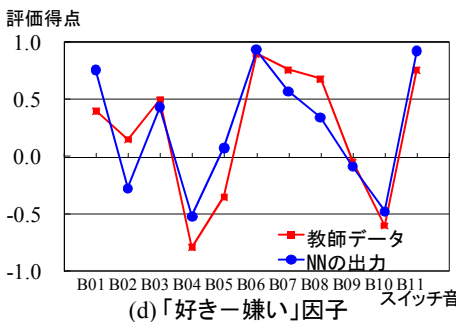
(a) 金属性因子



(b) 美的因子

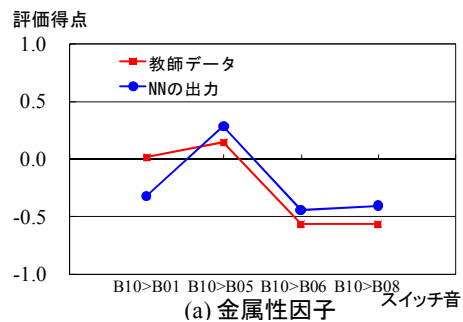


(c) 迫力因子

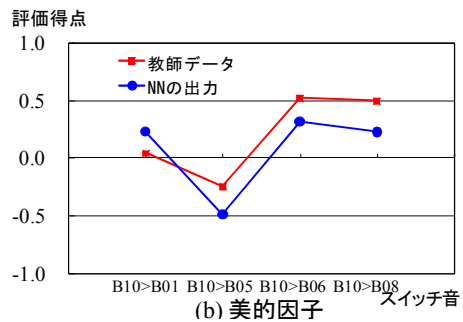


(d) 「好き-嫌い」因子

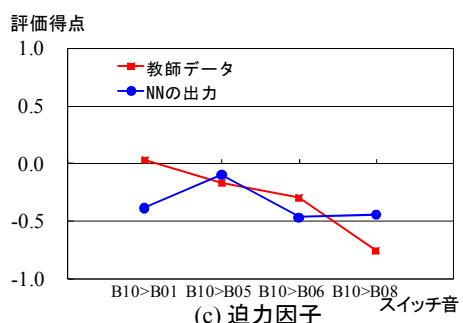
図4 学習結果



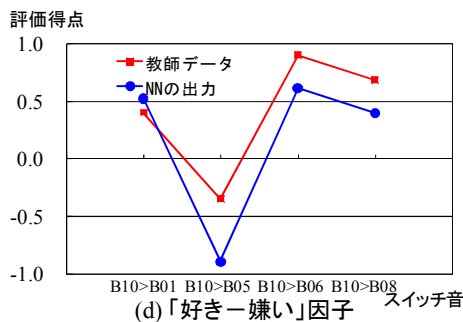
(a) 金属性因子



(b) 美的因子



(c) 迫力因子



(d) 「好き-嫌い」因子

図5 汎化結果

B10 を LMS (Least Mean Square) アルゴリズムにより、スイッチ音 B01, B05, B06, B08 へ近づけ、その評価結果がもとのモノと同様になるかを調べた。この結果を汎化結果（ニューラルネットワークの未知のデータに対する適応能力）として図5に示す。図より、汎化出力結果も教師データ（もとのスイッチ押し音の評価得点）とほぼ同様の値を示しており、このネットワークモデルがスイッチ押し音の音響特性とその印象との関係を表現する機能を内部に獲得していると考えられる。

(4) 図6に学習後のネットワークモデルの結合荷重およびしきい値の状態を示す。図中の○は正、●は負の値を表し、面積はその大きさに比例する。これらの内部解析結果を、表3にまとめる。

4. 研究成果

本プロジェクトでは、ニューラルネットワークを用いてスイッチ音の印象評価を自動で実施するモデルを構築した。また、本モデルにおいてスイッチ押し音の音響特性（中心周波数, 0.0~0.040秒における音圧レベルの平均値, 0.040~0.080秒における音圧レベルの平均値）から、3つの因子得点（金属性, 美的, 迫力）を抽出することに成功した。さらに、学習後のネットワークモデルの内部解析により、スイッチ押し音の音響特性とその印象との関係を明確にし、その印象評価に関する新しい知見を獲得した。現在、音響が与える生体への影響については解析中であり、これらの知見を治癒効果の定量評価に結び付けることが望まれる。

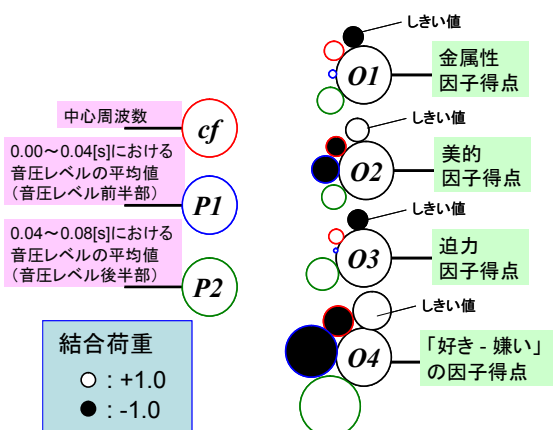


図6 学習後の結合荷重

表3 内部解析結果

金属因子・ 迫力因子	中心周波数が高いと金属的で迫力が増す 0.0 ~ 0.04 秒までの音圧はあまり影響しない 0.04 ~ 0.08 秒までの音圧は、強いほど金属的で 迫力が増す
美的因子・ 「好き-嫌い」 因子	中心周波数が高いと濁った印象になり、嫌い感 が増す 0.0 ~ 0.04 秒までの音圧は強いほど美しくない

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① 大西 巖、本居宣久、木村一郎、動的ニューラルネットワークを用いた人間の明順応モデル、日本感性工学会研究論文集、第7巻2号、365/371、(2007)、査読有り

[学会発表] (計 5 件)

- ① Gen ONISHI, Ayumu UENAKADA, A Kansei Model for Colors Considering Human LMS-Cone Characteristics Using a Neural Network, The International Conference on Kansei Engineering and Emotion Research 2007, 2007.10.12, Sapporo City University.
- ② 大西 巖、石光俊介、ほか5名、ニューラルネットワークを用いたボタン音印象評価モデルの構築、日本機械学会・中四国支部第46期総会・講演会、2008.3.7、近畿大学工学部、東広島市。
- ③ 大西 巖、石光俊介、ほか5名、ニューラルネットワークによるボタン押し音評価モデルの構築、日本機械学会・第18回環境工学総合シンポジウム2008、2008.7.11、産業技術総合研究所、東京。
- ④ Gen ONISHI, Shunsuke ISHIMITSU, et. al. Impression Evaluation Model for Button Sounds Using a Neural Network, Audio Engineering Society 34th. International Conference, 2008.8.28, Jeju, Korea.
- ⑤ 大西 巖、音色に対応する感性モデルの構築、第10回日本感性工学会大会、2008.9.9、大妻女子大学・千代田キャンパス、東京。

[その他]

ホームページ等

<http://www.hirokoku-u.ac.jp/faculty/u/uk/staff.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大西 巖 (ONISHI GEN)

広島国際大学・心理科学部・講師

研究者番号：40290803