

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 19 日現在

機関番号：21301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23500261

研究課題名(和文) 聴感評価に基づく雰囲気音制作手法の開発

研究課題名(英文) A study of ambient sound for the motion pictures with psychophysical evaluation.

研究代表者

茅原 拓朗 (Kayahara, Takuro)

宮城大学・事業構想学部・教授

研究者番号：00345026

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：特にインタラクティブな映像作品制作を想定した効果的な音響デザインの指針を得るために、物理的な「正しさ」よりも聴感上の効果の面から、要素となる音を組み合わせることで狙い通りの効果をもつ雰囲気音(後景となる音)が合成できるか、また、後景となる音や前景となる音がそれぞれその時々的情動状態や他の前景情報の理解にどのような影響を与えるかを検討した。その結果、前者については要素の単なる加算を超えた何らかの直接的な音響的特徴による表現が必要なこと、後者については音がその時々的情動状態や前景となる情報に確かに影響を与え、またその与え方には一定の傾向があることが見いだされた。

研究成果の概要(英文)：In this study, whether the ambient sound (e.g. crowd sound) can be made from a single element sound (e.g. single footstep sound), and the effect of sound to modulate the emotion and the comprehension of a foreground information based not on physical correctness but on hearing effectiveness (based on psychophysics), to obtain the guideline to design sound track of motion pictures. In the result, mixed single element sound couldn't fully provide hearing outcome as an ambient sound, to suggest that there are some special sound features to directly express "ambientness" of the sound. In addition, the results in which the sound could modulates the subjects' emotion and the comprehension of the foreground information (in this study, face expression) was obtained.

研究分野：知覚・認知心理学

キーワード：雰囲気音 情動 クロスモーダル 聴感評価 聴覚 視覚 嗅覚

1. 研究開始当初の背景

映像表現や博物館展示等さまざまな場面で単に対象をリアルに表現するだけでなく「雰囲気」をも効果的に表現することが求められ始めている[1]。コンピュータ・グラフィックス等の映像制作では、群集シミュレーションによる雑踏や群集表現が実用化され、それらを日常的に眼にするようになってい一方、音響表現においては映像の群集シミュレーションに相当するような研究はほとんど行われておらず、「ガヤ音」と呼ばれる従来からの経験的手法によって雰囲気表現のための音作りが行われているのが現状である。

また、音による雰囲気表現を空間音響ととらえると当該分野ではキルヒホッフ積分公式によるシミュレーション結果をスピーカアレイを使って実空間に再現する音場制御や、頭部伝達関数のたたみ込み等、音源から発せられた音が耳に到達するまでの物理過程を忠実に再現することのみに主眼をおかれ、聴感上の効果の観点からの雰囲気が正しく表現できているかが問題となることはほとんど無かった。

この物理的忠実度を求めるアプローチの問題点は2つある。一つは技術的・コスト的制約のために実用に耐えうる物理シミュレーションは今後しばらく実現できそうにないことである。今ひとつは、人間の知覚過程そのものが単純にボトムアップな処理過程ではないため、物理過程が忠実に再現できても実際の聴感上で狙った効果がだせるとは限らないことである(この点については、例えば、音声を何人分同時に提示しても、知覚される話者数は数人にとどまり続けるという現象などいくつかの証拠が存在する[2])。

以上のことから本提案では、場の雰囲気を表す音は各音源からの音によって構成された前景的表現と、場の雰囲気の直接表現する特徴情報によって構成された後景的表現によって二重に符号化されているという仮説をたて、この仮説を聴感評価によって検証しながら効果的に雰囲気を表すための音制作手法を構築することを目指す。

2. 研究の目的

本研究課題では、本研究課題で提案する「二重符号化仮説」に基づき、これまで映像制作において「ガヤ音」として特に区別なく経験的に扱われてきた音を、構成要素に分解することを試み、また、聴感上の効果の検証を踏まえた効果的な制作手法に向けた指針を得ることを目的とする。

本研究課題で提案する二重符号化仮説とは、ある場の雰囲気を表現する音(雰囲気音)が雰囲気の直接的表現である後景音と属性情報などディテールを担う前景音で二重に符号化されているという、音制作における経験的なノウハウ等から発想を得た作業仮説である。ここで、雰囲気音を前景音・後景音

という二つの大きな要素に分け、また、さらにそれぞれを構成する要素音に分けて考えようとしているのは、要素を組み合わせることで狙った雰囲気音が構成できれば、簡便なやり方でインタラクティブな映像に併せて所謂サウンドトラックもインタラクティブなものに出来ると考えられるからである。

本研究課題はこの作業仮説の検討から出発して、要素音からの後景音の構成、音が他のモダリティによる後景的な情報によって引き起こされた情動状態を修飾する効果の検討、音が他のモダリティによる前景的な情報の解釈を装飾する効果の検討を行った。

3. 研究の方法

実験的検討に先立ち、実際の環境音や雰囲気音を分析してそれらがどのような要素から構成されているか検討する。その際、ある場所の雰囲気音を単に録音するだけでは、実際その場所に立って自分の耳で聞いたときの聴感上の印象とあまりに異なったものになってしまうため、聴感に併せてデザインされている映画など映像作品のサウンドトラックを分析することで雰囲気音の成り立ちを探る。分析は実験者が映像作品を注意深く聴取することによる。

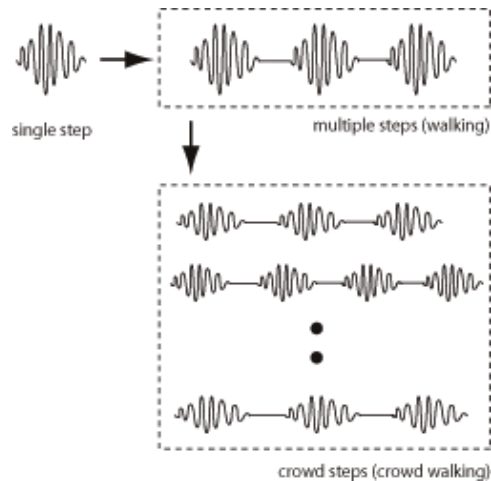


図1: 雑踏音合成手法の概念図

Fig.1: Configuration of the synthesis of crowd sound from single footstep sound.

つぎに、主に後景音が要素を加算することで構成できるかを、聴感上の効果を確認しながら検討した。ここでは、街中などにおける「雑踏感」に注目し、ただ一音の足音から歩行音を合成し、さらにそれを複数人分重ねることで雑踏の雰囲気音が構成できるかを、まずはそのように構成された音の聴感上の人数を測定することで検討した。雑踏音を合成する際の考え方を図1に示す。このように合成した様々な人数の雑踏音をヘッドフォンを通して被験者に聞かせ、聴感上の人数は被験者に直接人数を聞くマグニチュード推定

によって行った。

さらに、映像作品の聴取的分析の結果、後景となる音の中に一定の情動を誘導するような音が付加されていたこと、足音の合成実験の結果、聴感上ある雰囲気表現するのに必要な何らかの特定の音響的特徴がありそうなこと、などが示唆されたことを受け、一定の情動状態を音がどのように修飾するか、および、前景となる情報の理解に音がどのような影響を与えるか、について検討した。

音による情動状態の修飾については、比較的情動を喚起しやすいことが知られている匂いを活用し、あらかじめ検討された「良い」匂い、「悪い」匂いをかがせながら音楽や恐怖映画などの映像作品でネガティブな情動を喚起するために用いられる所謂ドローン音を聞かせて、あらかじめ検討された形容詞対によるSD評価により音による情動の多次的な修飾効果を探った。

前景となる情報の理解に音がどのような影響を与えるかについては、前景情報として人の表情を取り上げ、男女のネガティブな表情（怒っている）とポジティブな表情（笑っている）に対し音声を組み合わせ、その際、音声の意味内容のポジティブさネガティブさや、性別、自然音声と合成音声、などを操作して効果を検討した。効果の測定にあたっては、被験者に表情がポジティブかネガティブかを二肢強制選択で答えさせ、その際の反応時間と誤答率を指標とした。

4. 研究成果

本研究課題の実施初年度となる平成23年度は音を単一の足音を足し合わせることで生成した雑踏の規模感を心理的に評価する実験を行い、足音を加算していても聴感上は数人程度の規模感で頭打ちになってしまう現象を見いだした。雑踏やにぎわい等の表現において背景音そのものに加え何らかの付加的な要素との相互作用が必要なことが示唆された。また、実際の映像作品のサウンドトラックの分析も行い、ドキュメンタリーであっても一定の情動的な反応を導くために背景音が編集段階で付加されている場合があることを見いだした。

図2に合成された足音に対して主観的な人数を検討した実験結果を示す。この図は横軸に合成された雑踏音の「人数(トラック数)」、縦軸に知覚された歩行者数をとり、10名の被験者の全判断(一人あたりの繰り返しは5回)の平均値をプロットしたものである。誤差棒は標準偏差を示す。

この図に見られるとおり、合成された雑踏音の人数の通りに歩行者数が知覚されるのは2人までで、それ以上に合成された人数の値が増えてもそれらは過小評価され、雑踏音の人数の増加に従って漸増はするものの20名分の雑踏音の条件では約7名程度と判断されるにとどまった。

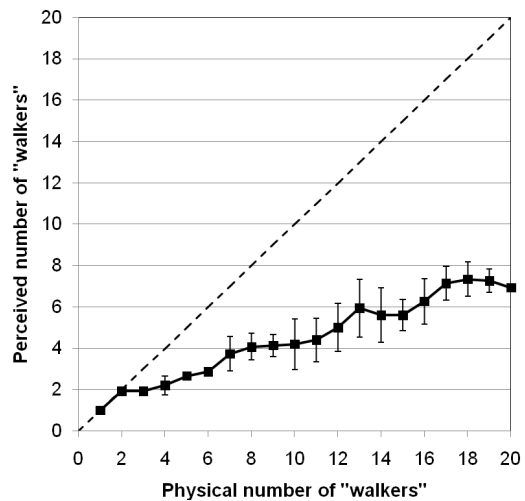


図2 知覚された歩行者数(平均値)
Fig.2 Averaged perceived number of walkers in the crowd.

既存研究も同時に発声する話者の数を増やしても知覚される話者数は2人か3人以上には増えないことを報告しており[2]、聴覚系はそもそもある程度以上の雑踏規模は弁別できない可能性も示唆される。一方で、日常経験に照らせば、部屋の中で何人がいるような状況と、駅等での雑踏の印象は明らかに異なるから、雑踏規模は何らかの音響的特徴によって直接的に表現[3]されているのかもしれない。

初年度の結果を受け、2年目以降には、要素間の相互作用が情動に与える影響に着目し、まず一定の情動反応が期待できる匂いへ

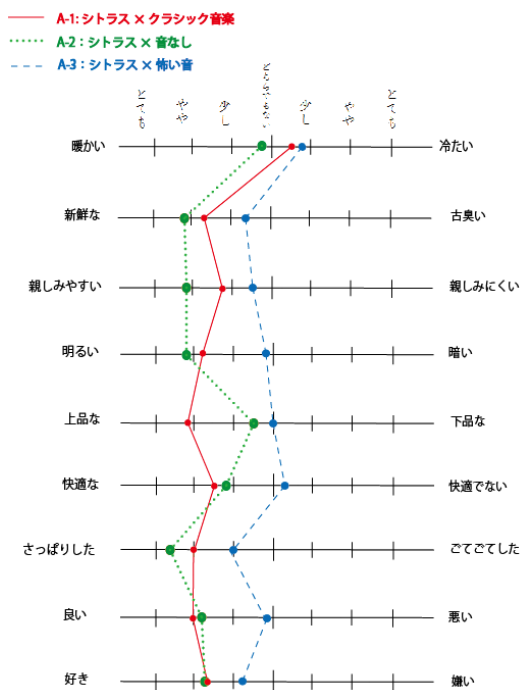


図3 良い香り(シトラス系)の結果
Fig.3 SD evaluation of good fragrance.

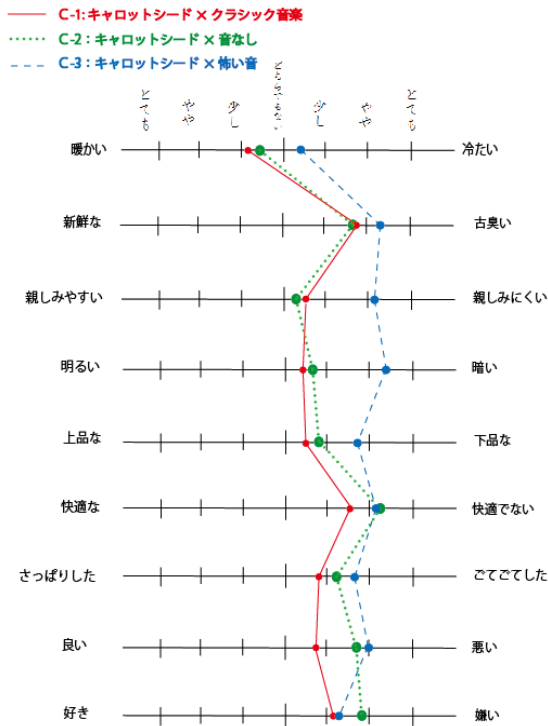


図4 不快な香り(キャロットシード系)の結果
Fig.4 SD evaluation of bad fragrance.

の反応を指標として匂いに対する音の影響を検討したところ、確かに音が匂いによる情動反応を装飾することが見いだされ、また匂いの良し悪しによってその影響の非対称性があることなどが分かった。

図3と図4に、快い匂いと不快な匂いそれぞれに対する音の影響を形容詞対によって検討した結果を示す。匂いが快い場合も不快な場合も、恐怖を感じさせるようなドローン音(不快な音)の影響が大きく、さらに、匂いが快い場合に「良い-悪い」「好き-嫌い」など総合的評価における不快な音の効果がより大きく、匂いの良し悪しによって(ベースとなる情動によって)音の効果に非対称性が見られる可能性が示唆された。課題実施初年度のドキュメンタリー作品等のサウンドトラックの分析において、ドローン音など非音楽的な効果音が付加される場合があることが見いだされたが、この実験結果が示す不快な音の効果はそのような経験的なノウハウを裏付けるものであるかもしれない。

また、視覚要素との相互作用については、表情を指標として顔と声の性別の一致不一致を操作しながら、声の意味内容が表情判断に及ぼす影響を検討したところ、性別や情動の種類が一致・不一致、自然音声化人工音声(ボコーロイド)などによって表情判断に影響が見られることなどが明らかとなった。また、男性被験者に比べると女性被験者でより大きく音声の影響が見られ、この判断課題における性差の影響が示唆された。

図5に男性の笑顔の表情に対して様々な音を付加した時の女性被験者の表情判断の

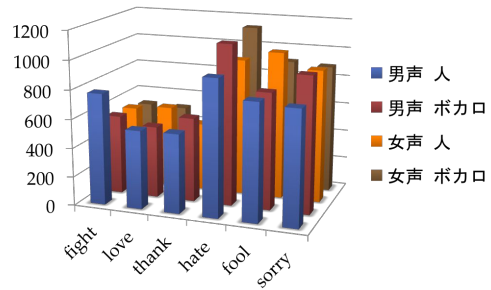


図5 男性の笑顔を女性被験者に提示した時の声質・言葉と反応時間

Fig.4 Reaction time of the judgment of mens' smiling face.

反応時間を示す。表情と音声の意味ないようが矛盾している時に反応時間が大きくなっていることが分かる。また、人工音声(ボコーロイド)の場合にさらに反応時間が大きくなっており、自然音声と人工音声では効果が異なることが示唆される。

最終年度である平成26年度には、さらに視野内に音源となる視覚オブジェクトが存在しない場合についての音の影響の予備的な検討にも着手し、本研究課題を継続的に発展させた課題(課題番号26330311)への接続を図った。

<引用文献>

- [1] 西岡貞一, 小木哲朗, 茅原拓朗, 高橋修二, デジタルミュージアムのための「賑わい感」表現の検討, 第15回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, pp.112-115, 2010
- [2] 柏野牧夫, 平原達也: 文音声における同時複数話者の人数判断, 日本音響学会1997年春季大会講演論文集 I, 2-8-12, 369-370, 1997.
- [3] I. Motoyoshi, et al. Image statistics and the perception of surface qualities. Nature, 447:206-209, May 2007

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1件)

西岡貞一, 小木哲朗, 茅原拓朗, 高橋修二, 没入型展示映像における「賑わい感」提示のための群衆表現の研究, 展示学, 査読有り, 49巻, 2011, 56-64

〔学会発表〕(計 2件)

Takuro Kayahara, Auditory stimuli modulates visual time dilation illusion, European Conference of Visual Perception(ECVP) 2012, 02Sep.2012 ~ 06Sep.2012, Alghero (Italy)

茅原拓朗、阿部寛記、足音からの歩行者数推定、日本バーチャルリアリティ学会心理学研究会、2011年11月6日、高知工科大学(高知県香美市)

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等:なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

茅原 拓朗 (KAYAHARA, Takuro)
宮城大学・事業構想学部・教授
研究者番号: 00345026