

機関番号：32644

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20500197

研究課題名(和文)

触覚情報を活用して感性増幅を図る視聴覚コンテンツの作成・呈示方法

研究課題名(英文)

Making and exhibiting method of audio-visual contents intending the sensitivity amplification by using the tactile sensation.

研究代表者

井手口 健 (Tsuyoshi Ideguchi)

研究者番号：60289626

研究成果の概要(和文)：

人工的に作り出し自由なタイミングで利用できるアーティフィシャルな振動触覚を、音楽聴取時や動画映像視聴時に取り入れた時の感性増幅作用を検討した。その結果、音楽をより魅力的に聴取できるアーティフィシャルな振動触覚の種類及び付与タイミング等が明らかになった。また、動画映像における衝撃音の発生シーンや心理的な衝撃シーンでの振動触覚刺激の感性面での作用を明らかにした。さらに、テレグジスタンスや仮想現実空間での触覚刺激の有効性も導くことができた。

研究成果の概要(英文)：

We have investigated the sensitivity amplification effect when the artificial vibration stimulation is applied to observing the audiovisual contents such as TV or music. As a result, it was clarified that the music was listened to more attractively by adding an artificial vibration tactile stimulation when its texture and feed timing was selected intentionally. And the effectiveness of the artificial vibration stimulation was also clarified when it was added to the scene accompanied with a physical shock sound and the scene generating a psychological impact in the video image. Furthermore, the effectiveness of sense of touch stimulation was also recognized in a tele-existence and a virtual reality space,

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計			

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・感性情報学

キーワード：感性表現学、感性インターフェース

1. 研究開始当初の背景

本研究は、映像・音空間に触覚情報を有効に取り入れて、より感動をもたらす視聴支援方法および視聴覚コンテンツの作成方法を明らかにしようとするものである。開かれた情報伝達系としての性質を有する視聴覚情

報と、閉じた情報伝達系としての性質を有する触覚情報を組み合わせて、新たな感性情報伝達系を構築する技術は大変興味深い。しかし、触覚刺激全般を対象にした視覚および聴覚との知覚および感性面での相互作用の解明はなされていない。また、感性伝達系での

触覚刺激の品質評価や生成技術など学術面での知見は未開拓であり、視覚、聴覚、触覚を融合した感性コンテンツ表現技術は実用化技術までには至っていない。

2. 研究の目的

今研究期間は、人工的に作り出し自由なタイミングで利用できるアーティフィシヤルな振動触覚刺激を、動画映像コンテンツ視聴時や音楽聴取時に取り入れて感性増幅を図る方法を主眼に研究を実施する。

(1) 音楽にアーティフィシヤルな触覚刺激を利用した体感音楽聴取方法

筆者らはこれまで、遠方スピーカ音に特定楽器の至近音や触覚刺激を融合すると、その楽器を演奏者しているような感じで音楽を聴取できるという新しいコンセプトの体感音楽聴取方法を明らかにしてきた。この研究はあくまでも音楽を聴取する手段を提供するものであり、低周波楽器音に付随して発生するナチュラルな空気振動触覚を体感させるものであった。今期間では、振動を抽出しにくい高周波の楽器音に同期したアーティフィシヤルな振動触覚や、音を伴わない触覚刺激をひとつの楽器として利用する方法を明らかにする。

(2) 感性増幅を意図した視聴覚コンテンツにおける触覚情報の利用方法

TV や AV コンテンツを視聴する際に感性増幅を得るための触覚情報の利用方法を明らかにする。本研究のポイントは視聴覚コンテンツに対する視聴者の関わり方の違い（例えば、コンテンツと視聴者の間にインタラクティブ性があるのかどうか等の違い）に応じた触覚刺激の種類および付与方法を明らかにすることである。

3. 研究の方法

(1) 音楽にアーティフィシヤルな触覚刺激を利用した体感音楽聴取方法

音楽と音楽に組み込むアーティフィシヤルな振動を MIDI シーケンスソフトを用いて作成した。音パートと振動パートをそれぞれ独立したトラックで作成し、オーディオインターフェイスで、音パートを音声ヘッドフォ

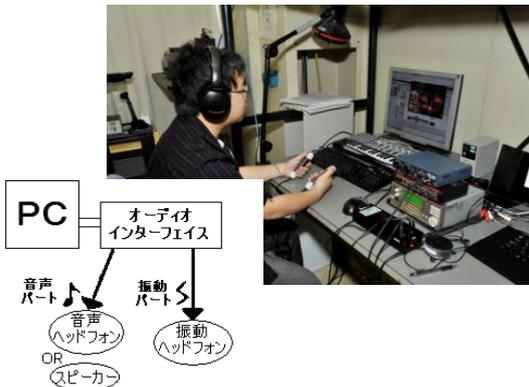


図1 アーティフィシヤルな振動を付与した視聴覚実験

ン、振動パートを振動デバイスへと出力した(図1)。振動はアタック感のある打楽器音源を MIDI シーケンスに打ち込み、ここで振動のタイミングと強弱を調整した。

この実験系で、音楽の無音部分への振動付与による効果、楽曲へのアーティフィシヤルな振動付与の効果、高音域リズム楽器音への振動付与の効果、音と振動にクロスフェードをかけた場合の効果、振動の質の時間変化による振動楽の可能性などについて、主観評価実験により検討した。

(2) 感性増幅を意図した視聴覚コンテンツにおける触覚情報の利用方法

i) 映像視聴時の振動触覚の作用

アーティフィシヤルな振動触覚刺激を付与した動画映像コンテンツの感性評価について検討した。具体的には、バスケットボール試合の動画シーンにおいてボールのバウンド時に振動触覚刺激を付与した。MIDI を用いて振動触覚刺激を作成し、視聴覚シーケンスソフトで振動触覚刺激を付与するタイミングを調整した。さらに、振動触覚を付与する体の場所を変えた場合の感性増幅効果がどのように変化するのか、また、体の異なる場所に各々違った振動触覚を付与した場合の感性増幅効果がどのよう

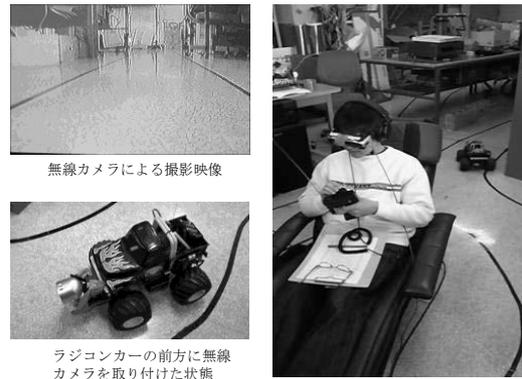


図2 効果音と振動触覚を加えたラジコンカー操作

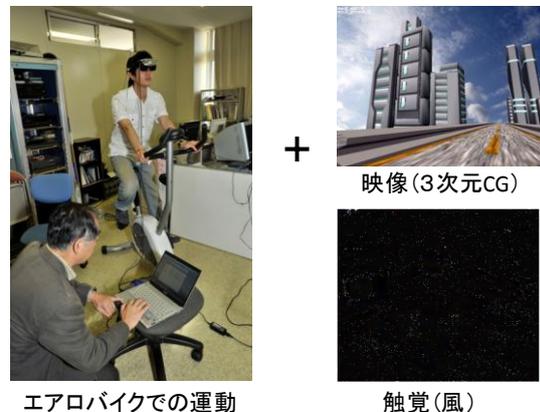


図3 仮想現実空間でエアロバイクトレーニング

に変化するのかを主観評価により検討した。

さらにボクシングの試合動画シーンを見ながら顔面へのヒット時に振動触覚刺激を付与した。この実験では、MIDIシーケンスソフトを用いて、2チャンネルに各々独立の振動触覚刺激を作成し、映像シーンに応じて2個の振動デバイスにそれぞれの振動を独立に出力できるようにした。この実験系で、左右の掌と顔面への振動触覚の付与を各々試み、シーンの選手の立場になりきれられるかどうかを確認した。また、ヒット時の触覚付与のタイミングをずらすことによる知覚と感性に及ぼす影響を探った。

ii) テレイグジスタンスにおける振動触覚の作用

ラジコンカーに無線カメラを取り付け、その映像をHMD（ヘッドマウントディスプレイ）に無線電波で送り、そのHMDを装着した操作者がラジコンカーを操作するテレイグジスタンス環境を構築し、ラジコンカー操作時に自動車の振動や音を付与する感性評価実験を行った（図2）。振動はボディーソニックを用いて与えた。SD法による因子分析を行った。

iii) 仮想現実空間における風触覚の作用

トラッキング機能を有したH.M.D（ヘッドマウントディスプレイ）でCG映像を見ながらエアロバイクトレーニングを行った場合の感性への影響を把握する実験を行った（図3）。具体的には頭の動きに合わせた情景シーン（CG映像）を見ながら風の触覚を付与することによる、疲労感・臨場感への影響を、一対比較法による主観評価実験により検討した。

4. 研究成果

(1) 音楽にアーティフィシャルな触覚刺激を利用した体感音楽聴取方法

アーティフィシャルな振動触覚を活用した音楽聴取方法の感性評価についての結論は下記の通りである。

無音部分への振動付与による効果について検討した結果、単調繰り返しビート音の場合、音と振動を交互に流し続けるとリズムが取りづらいことが明確になった。リズムを感じるビート音の場合においては、無音部分に振動を付加してもリズム感は損なわれないこと、また、事前の実音補助によって無音部分の振動パートでリズム感を感じる手助けをしていることが把握できた。

楽曲にアーティフィシャルな振動触覚を付与した場合の感性増幅効果について検討した結果、振動は音声に比べて音楽構成の一部として捉えにくい傾向があるものの楽器音と同時に付与するとリズム楽器音の補強

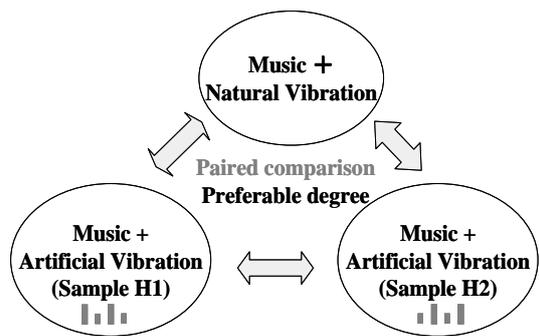


図4 異なるアクセントの振動触覚を付与した音楽聴取実験

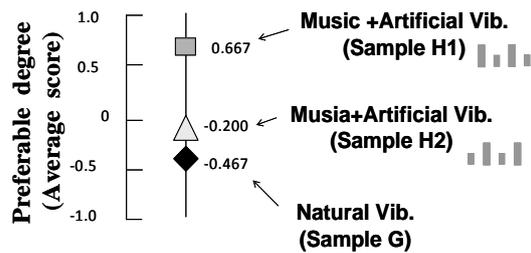


図5 シェッフェの一対比較法による主観評価実験結果

になることが明らかになった。また、アーティフィシャルな振動を上手く音楽に組み込むことで楽曲に更なるノリを出すなど、新しい魅力を演出できることが明らかになった（図4、図5）。

また、ナチュラルな振動では発生させ体感できない高音域に合わせて人工的に加工・作成した振動を与えることで楽曲の印象にどのような変化があるのかを検討した結果、高音域のリズム楽器音に同期したアーティフィシャルな振動を付与した聴取方法が好きだと感じる被験者が多いことがわかった。これにより、高音域に振動を加えることが、アーティフィシャルな振動の活用例のひとつとして挙げられる。

さらに、音と振動にクロスフェードをかけた場合の効果の検討を行った結果、スピーカーと振動ヘッドフォンの距離が近いときに、音と振動の移動感を感じられることが分かった。この結果は、この特性を振動音楽楽曲に取り入れることで、その構成方法は無限に考えられ、音楽表現の幅が飛躍的に広がることになることが示唆される。

また、音楽をそのまま振動としてとり出した場合に感じる周波数領域があるのかどうかを検討した結果、1オクターブ内での音階に応じた振動の質の変化はC1からC2がもっとも感じとりやすいということが明らかになった。しかし、音階に応じた振動の質の変化を感じても、それが音楽のように人間の情感を動かすような力を持っているかどうかは今後の課題である。ただし、触覚は聴覚に比べて感度が鈍いので、聴覚のように微妙な

周波数の違いを感じられないと思われる。したがって、振動の質の時間変化を感じさせるには質のダイナミックな変化が必要だと思われる。その場合に、どのような質の時間変化を提示すればよいのか、質の組み合わせ、強弱の組み合わせ、呈示時間の組み合わせの観点から検討が必要であろう。しかも、その時に得られる感性とはどのようなものかを抽出することが大変重要と考えられる。

以上のことから、音楽視聴時にアーティフィシヤルな振動触覚刺激を意図的なタイミングで付与すると、音楽をより魅力的に聴くことができることがわかった。この結果は、振動トラックを追加した新たな音楽コンテンツの可能性を示唆するものである。

今回使った振動源は一部の MIDI 音源に過ぎなかったが、さらに多様な質・持続時間の音源を使用すれば、さらに異なる魅力を感じさせる音楽聴取が実現できると思われる。また、振動の質の時間的変化を感じさせる方法で音楽に対応する振動楽については、ダイナミックな振動の質の時間変化を作り出し、人の情感を動かす付与条件があるのかどうかを探ることが何よりも重要な課題となる。

(2) 感性増幅を意図した視聴覚コンテンツにおける触覚情報の利用方法

i) 映像視聴時の振動触覚の作用

動画映像コンテンツにアーティフィシヤルな振動触覚刺激を加えた場合の感性評価



図6 振動触覚情報のタイミング

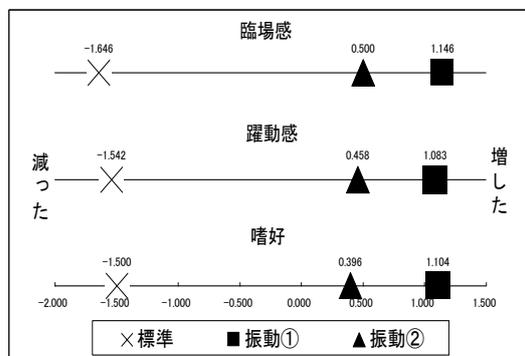


図7 シェッフエの一対比較法による臨場感、躍動感、嗜好度の評価結果(効果音有り)

についての結論は下記の通りである。まず、振動触覚刺激と聴覚刺激を両方加えることによる相乗効果が確認できた。また、触覚刺激のタイミングを変えた実験を行った結果、ボールに触れた時点での触覚刺激よりも床へのバウンドに合わせた触覚刺激の方が感性増幅効果が大きいという結果となった(図6、図7)。さらに、振動触覚の質を変えた実験を行った結果、ボールのバウンド時には単発な振動触覚刺激を与え、ゴールシーンには持続が長い振動触覚刺激を与える方法が感性増幅効果が大きいという結果が得られた。これは、ゴール時に実際に知覚される振動というよりは、ゴールされたという興奮状態が尾を引く心理を反映した振動触覚刺激になっていると推測される。さらに、ボールバウンド時の単発の振動とゴールシーンの持続が長い振動を分別し、掌で持つ振動デバイスとボディーソニックの各々別々に出力した実験を行った結果、振動触覚刺激を分別して付与するよりも、同じ振動触覚刺激を両方で付与した方が、感性増幅効果が大きいという結果が得られた。

以上、動画映像コンテンツの中でタイミングをはかってアーティフィシヤルな振動触覚を付与することにより、動画映像コンテンツの魅力的な視聴が可能になることが明らかになった。今回の実験においては、振動触覚刺激を付与するシーンとして、ボールが床でバウンドするといったように物理的な振動を連想するシーンとゴールシーンといったように心理的に興奮するシーンを選ぶことにより、効果が得られることが把握できた。

次に、ボクシングシーンをサンプルにした実験においては、振動触覚を付与する箇所により感情移入する登場人物をコントロールできることが分かった。また、両手より顔で振動触覚を感じるほうが感性の増幅が大きいこと、ヒット時に付与する振動の質により感性に変化が生じることが分かった。さらに、振動付与のタイミングについて、付与するタイミングを早くずらしたときは、あまり反応に差がなく、遅くしたときは反応に大きく差があるということがわかった。遅くタイミングずらしたときの反応が敏感なのを活かしたコンテンツの工夫の余地があると思われる。これらの結果は、音声信号トラックに触覚信号トラックを加えた動画映像コンテンツの開発に道を開くものと考えられる。

今後は、さらに、振動触覚を付与するのに適したシーンを明らかにすること、また振動以外の触覚を付与するシーンを明らかにすることが課題である。

ii) テレイグジスタンスにおける振動触覚の作用

HMDを用いたラジコンカーによるテレイグジスタンス時に人が感じる独立な共通因子

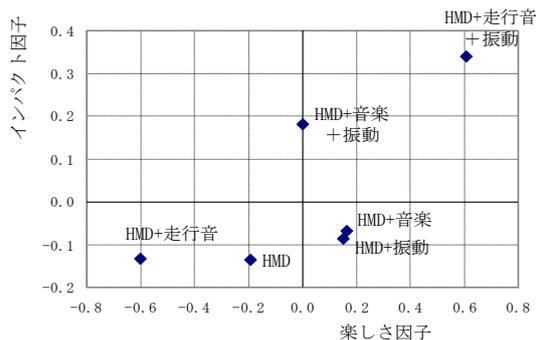


図8 各ラジコン操作方法の因子得点平均値 (インパクト因子と楽しさ因子)

として、インパクト因子、心地よさ因子、楽しさ因子、引き締まり因子を抽出した。さらに、ラジコンカー操作時に自動車の走行音とそれに基づく振動を付与するとインパクト因子と楽しさ因子が増大する。ただし心地よさ因子は、この操作条件では増幅されず、単に音楽を聴きながら操作することで増幅されている (図8)。さらに、ラジコンカー同士の衝突実験において、恐怖感と衝撃感ともにH.M.D.を装着したトレイグジスタンス時に大きく感じられる。以上の結果は、トレイグジスタンスを用いて、普段体験できない事故などを体感できるシステムに応用できることを示唆している。また、寝たきりの人がバーチャルに庭を散歩できるシステムなどへの応用が考えられる。

iii) 仮想現実空間における風触覚の作用
 トラッキング機能を有したH.M.D.によるエアロバイクレーニングは臨場感を増すが、疲労感や気分の悪さを増加させることが分かった。ただし、風と言う触覚刺激を付加すると疲労を軽減し臨場感がより高まることを明らかにした。臨場感を得られたのはエアロバイク運動中に頭を下に下げて道路を見る時に風は頭の頂上に当たり、頭を上げて前方の風景を見ると風が正面から顔に当たるという現実の状況を自動的に作り出せているからであると推測される。

これらの結果は、運動中の人間に仮想現実感を与えることによる疲労感の調整や娯楽要素を持ち込む手法として応用できる。

(3) まとめと今後の課題

振動触覚を利用した音楽聴取方法人工的に作成した単発振動を付与しながら音楽を体感聴取する手法を検討した。その結果、人工的な振動触覚を意図的なタイミングで楽曲に付与すると、音楽をより魅力的に聴取できることが明らかになった。ただし、この段階では聴取者は予め構成された振動刺激を受けながら音楽を聴くという受動的な方法であった。今後は、聴取者が音楽を聴きなが

ら振動触覚を自らのタイミングで能動的に付与する新しいコンセプトの体感音楽聴取方法、および振動の質の時間的変化のみを感じさせる方法で感性増幅を得る触覚楽 (音楽に対抗する筆者の造語) の設計法を検討する。

動画映像に対しては、AVコンテンツを視聴する際に感性増幅を得る触覚刺激の利用方法を検討した。その結果、動画映像では物理的あるいは心理的に衝撃を受けるシーンで、それぞれ異なる質の振動触覚を付与すると魅力的な視聴ができることが明らかになった。ただし、この場合も視聴者は予め構成された振動刺激を受けながら動画映像を視聴するという受動的な方法であった。そのため研究の方向を、仮想現実空間やトレイグジスタンスにおける触覚刺激と利用方法へと進めた。今後は、仮想現実空間やトレイグジスタンス環境において、アバターあるいは自分が行動する際、その行動に応じてインタラクティブに生じる触覚刺激が、知覚・感性面でのような作用するのかを明確にし、有効な触覚刺激の付与方法を明らかにする。

さらに平行して、i) 視聴覚コンテンツに応じた触覚刺激の物理特性と感性増幅の関係を定量化し、各種触覚刺激の感性データベースを構築すること、ii) このよう感性データベースから、コンテンツに応じた触覚情報を選択付与する方法を検討すること、iii) 視聴覚コンテンツに応じた触覚刺激の強さを調整し、感性に与える影響を検討すること、iv) 各種触覚情報をマルチメディアコンテンツとして幅広く利用するための符号化方法を検討すること、vi) 各種触覚刺激を安価で簡単に付与できる触覚ディスプレイの設計方法を検討すること、などが重要な課題となる。

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) Tsuyoshi Ideguchi, Masato Muranaka, "Influence of the sensation of vibration on perception and sensibility while listening to music", International Journal of Innovative Computing, Information & Control, Vol.5, No.3, PP.631-640 2009年3月

〔学会発表〕 (計2件)

(1) 吉田龍樹、井手口健、藤江健、"視聴覚コンテンツに触覚刺激を付与した時の感性増幅効果" 日本知能情報ファジィ学会九州支部学術講演会、2008年

12月

(2) Ryuju Yoshida, Tsuyoshi Ideguchi, "An examination of a music appreciation method incorporating tactile Sensations

from artificial vibrations”, 4th
International Conference on Innovative
Computing, Information and Control,
Kaohsiung, Taiwan, 2009.12.9

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

<http://www2.ktokai-u.ac.jp/~tideguti/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

井手口 健 (Tsuyoshi Ideguchi)

研究者番号 : 6 0 2 8 9 6 2 6