

映像視聴における臨場感提示システムの開発

吉田彩乃^{†1} 櫻沢繁^{†1}

本研究では、スポーツのレース映像視聴における臨場感提示システムを開発した。このシステムでは、振動器を用いて触覚として情報提示することで、映像を見ている人の心拍または呼吸に引き込み現象を起こし、交感神経の活動を活性化させることを目指した。振動のパターンとして、一定の周期（1Hz）とレース中の選手の鼓動をイメージした振動パターンとの2種類を用意した。実験の結果、振動がない場合よりもあるときのほうが視聴者は臨場感を感じやすかった。また、一定周期の振動よりも、選手の鼓動をイメージした振動パターンのほうが、より交感神経の活動を活性化させ、視聴者も臨場感を感じることが分かった。

Development of Realistic Sensation Providing System on Audiovisual Materials

AYANO YOSHIDA^{†1} SHIGERU SAKURAZAWA^{†1}

In this study, a realistic sensation providing system on audiovisual materials of a race was developed. In this system, information was presented as haptic sense with a vibration device. We tried that entrainment phenomenon of heart beat or breathing was occurred by the vibration and sympathetic nerve was activated. As a pattern of vibration, a constant period (1Hz) pattern and a pattern inspiring the heartbeat of the racer on race were prepared. As a result, viewers tended to felt the realistic sensation with the vibration. Additionally, the sympathetic nerves of viewers were more activated in the pattern inspiring the heartbeat of the racer on race than in constant period pattern.

1. はじめに

映像を見ている人へより臨場感を与える方法として、映像の解像度や、音のサンプリングレートを上げる方法が、一般的である。しかし、それらの開発にはコストがかかるうえ、それだけコストをかけたとしても視覚及び聴覚以外のモダリティには何も訴えかけることはできない。

他方、互いに異なる近い固有周期を持つ非線形振動子が固有周期からはずれて安定した周期で同期する現象を「引き込み現象」と呼ぶ。これは自然界に見られる非線形現象の1つであり、自律神経の活動に影響を与えると考えられている。例えば、母親が乳児を寝かしつける際、まず母親が呼吸間隔を大きくし、寝かしつける体勢に入ってから乳児に呼吸の引き込みを起こさせ寝かしつけていることが分かっている。また、人と対面して会話をする場合、話し手と聞き手の呼吸の引き込みが生じるのに対し、非対面では話し手と聞き手がそれぞれ自己固有のリズムで呼吸することが分かっている[1]。これらのことより、引き込み現象には他者との関係性の構築に重要な役割があると考えられる。上記の例では、副交感神経の活動を活発にしていたが、これを利用すれば交感神経系の活動を活発にすることも可能だと考えられる。

新しい感性コミュニケーションの研究として、触覚に対する情報提示が注目を集めている。渡辺らは、「心臓ボックス」システムを開発し、心臓ピクニックというワークショ

ップを開いた。このワークショップでは、参加者は、片手に聴診器、もう片手に振動スピーカ（心臓ボックス）を持つ。そして、聴診器を自分の胸に当て、鼓動を計測し、それを心臓ボックスから音と振動として出力する。そしてその振動を通して他者や自分の鼓動を感じ、他者との鼓動の違いを感じることで、新しい感性コミュニケーションを実現している[2]。振動を用いると、脳の機能障害を起こす危険が低いことに加え、触覚として情報が提示されるので、相手の存在をより身近に感じやすいと考えられる。

そこで本研究では、振動によって心拍または呼吸に引き込み現象を起こさせることで、映像への臨場感を与える臨場感提示システムの開発を目指した。そして、その効果を調べた。

2. システムの概要と臨場感の評価実験

直径約 2.5 cm のスピーカを振動器として使用した。パソコンで振動信号を出力し、音響アンプを通して増幅し、振動器を駆動した。

そしてシステムが与える印象や交感神経系への影響について調べるために、以下の3つの試行パターンについて評価実験を行った。

試行 1. レースで優勝する選手のレース中の心拍をイメージして作成した振動パターン

試行 2. 一定周期で振動

試行 3. 振動なし

^{†1} 公立はこだて未来大学
Future Univ. Hakodate

被験者が臨場感を感じたか調べるために、質問紙を用いた。被験者には各質問につき4段階で評価してもらった。また、質問紙には自由表記の欄を設けた。

そして、被験者の生理状態についても評価を行うため脈波の計測を行った。イヤースンサーで被験者の左手の人差し指をはさみ、そこから得られた情報を増幅器によって増幅した。計測された信号はA/D変換器(AD Instruments, PowerLab/4SP)でA/D変換され、パソコンのハードディスクに記録された。脈拍の信号から、R-R間隔を算出し、その時系列データを再サンプリングしたものを周波数解析し、パワー密度を求めた。そして交感神経系の活動指標として知られる周波数成分LF/(LF+HF)成分を算出し、各試行間で比較を行った。LF成分は0.05~0.15Hzの区間とし、HF成分は0.16~0.4Hzの区間として算出した。この値が高ければ交感神経の活動が活性状態にあることが示される。

被験者には自転車レースの映像を見てもらった。被験者は、心身ともに健康な19歳~46歳の男性8名とした。実験は室内で行い、被験者には楽な姿勢で映像を見るように教示した。振動器を被験者の左手の手の甲側の人差し指と中指の付け根の中心にテーピングテープで固定した。また、被験者には振動器を右手で軽く抑えるように包むよう指示した。図1に実験環境の概略図を示した。映像を見るときは、そのレースで優勝する選手に注目しながら見るように教示した。また実験を始める前に、振動の強さが適切か確認し、どのような振動パターンで振動器が振動するのかをあらかじめ説明した。そのとき、印象を左右する言葉を用いないように気を付けた。実験は1試行につき約4分間とした。

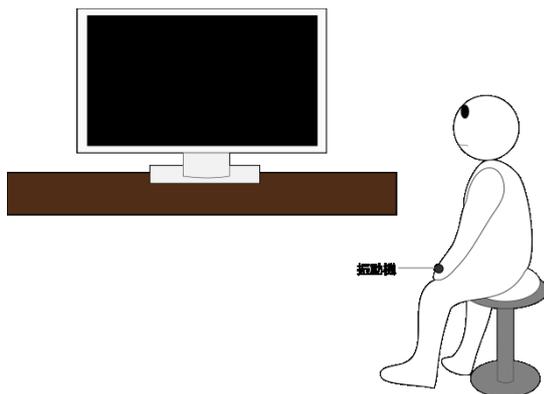


図1 実験環境の概略図

Figure 1 Image of experimental environment.

3. 質問紙の結果

各試行の質問紙の結果を表1から表3に示す。項目ごとに平均値と標準偏差を算出した。臨場感を感じたかという質問に関しては、鼓動をイメージした振動パターンのとき

が一番高く(2.875)、次に一定の振動のときが高かった(2.375)。そして、振動なしのときが最も低かった(1.5)。また、レースの様子をみて興奮したかという問いに対しても同様に、鼓動をイメージした振動パターンのときが一番高く(2.75)、次に一定の振動のときが高かった(2.5)。そして、振動なしのときが最も低かった(1.5)。また、同じ空間にいるように感じたかという問いに対しても、鼓動をイメージした振動パターンのときが一番高く(2.25)、次に一定の振動のときが高かった(1.875)。そして、振動なしのときが最も低かった(1.125)。自由表記の項目には、鼓動を意識した振動パターンのときに、振動が速くなると自分の呼吸も速くなったように感じたかと書かれていた。またその他にも、鼓動のパターンのときは主観的に見ていたが、その他のときは受動的になってしまったと書かれていた。

一方で、疲労を感じたかという問いに対しては、振動なしが最も低く(1.25)、次いで一定周期の振動のとき(1.875)、そして、鼓動をイメージした振動パターンのときが最も高かった(2.0)。また、振動の強さにかんする質問では、同じ強さでも、一定周期の振動(2.125)よりも鼓動をイメージした振動(2.625)の方が強く感じていた。自由表記の欄には、鼓動のパターンのとき、振動器の熱を感じ、痛いと感じたと書かれていた。

表1 振動なしの場合の質問紙の平均値

Table 1 Average value of questionnaire in non-vibration.

質問項目	平均値	標準偏差
映像に集中できたか	3.125	0.781
臨場感を感じたか	1.5	0.5
疲労を感じたか	1.25	0.661
興奮したか	1.5	0.5
同じ空間にいる感じがあった	1.125	0.331

表2 一定周期で振動する場合の質問紙の平均値

Table 2 Average of questionnaire in constant vibration pattern.

質問項目	平均値	標準偏差
振動の強さは強かったか	2.125	0.781
映像に集中できたか	3.25	0.433
臨場感を感じたか	2.375	0.484
疲労を感じたか	1.875	0.599
興奮したか	2.5	0.707
同じ空間にいる感じがあった	1.875	0.599

表 3 鼓動をイメージした振動パターンのときの平均値
 Table 3 Average of questionnaire in heartbeat vibration pattern.

質問項目	平均値	標準偏差
振動の強さは強かったか	2.625	1.111
映像に集中できたか	3.25	0.829
臨場感を感じたか	2.875	0.781
疲労を感じたか	2	0.866
興奮したか	2.75	0.829
同じ空間にいる感じがあった	2.25	1.199

4. 生理状態の評価

交感神経の活動指標についても評価を行った。各試行における交感神経の活動指標 $LF / (LF + HF)$ の値の平均値と標準偏差を図 2 に示す。横軸は試行の種類となり、縦軸は周波数成分のパワー密度となっている。赤丸部分が平均値、上下のエラーバーが標準偏差である。

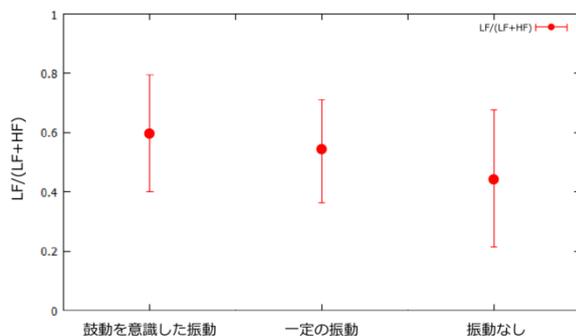


図 2 $LF / (LF + HF)$ の平均値
 Figure 2 Average of $LF / (LF + HF)$.

$LF / (LF + HF)$ の値を各試行間で比較すると、選手の鼓動をイメージして作成した振動パターンのときの平均値が最も高かった (0.598)。次に一定の周期で振動するときが高く (0.538)、振動なしが最も低い値となった (0.454)。

また、振動と脈拍の関係を調べるために、脈拍の周期を調べた。その結果、選手の鼓動をイメージして作成した振動パターンのときの平均値が最も速く (0.714)、次に一定の周期で振動するときが速く (0.717)、振動なしが最も遅かった (0.718)。しかし、その差は僅かだった。

5. 考察

質問紙の結果から、振動がある方が、臨場感を感じやすいと考えられる。特に、「臨場感を感じた」、「興奮した」に対する平均値が最も高かったことから、映像中の選手の鼓動をイメージした振動パターンのときの最も臨場感を感じていた。また、その映像中の選手の鼓動をイメージした振

動パターンのときに、「同じ空間にいるように感じた」に対する平均値も最も高かったことから、鼓動のような選手を肌で感じることができるような振動パターンを用いると、より身近に感じることができるようになったのではないかと考えられる。しかし、意味のある振動パターンを与えることより疲労を感じやすいことが分かった。

また、 $LF / (LF + HF)$ の結果より、振動が与えられた方が、交感神経系が活発になりやすく、さらに、鼓動の様に速く、かつだんだんと変動していく振動のときに、より活発になることが分かった。脈拍の周期をみても、鼓動をイメージした振動パターンのときに一番短くなっている事から、与えられた振動との間に引き込み現象が起こった可能性がある。

以上のことから、映像中の選手の鼓動など、意味があり、かつ変化する振動パターンを用いた場合、一定周期で振動する場合や、振動がない場合よりも臨場感を感じやすいことが分かった。よって、振動は臨場感提示システムへ利用できる可能性があるとする唆される。

参考文献

- 1) 渡辺富夫, 大久保雅史: コミュニケーションにおける引き込み現象の生理学的側面からの分析評価, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.5, pp. 1225-1231 (1998).
- 2) 渡辺敦司: 触れる感覚の質感・実感に着目したコミュニケーション, NTT ジャーナル, Vol.23, No.9, pp.26-30 (2011).