

# スローモーション触覚再生装置

橋本 悠希<sup>†</sup>

梶本 裕之<sup>†</sup>

## Slow Motion Tactile Player

YUKI HASHIMOTO<sup>†</sup>

HIROYUKI KAJIMOTO<sup>†</sup>

### 1. はじめに

これまで、記録された情報を時間方向に伸張あるいは縮小することで新たな価値を生み出すという試みが視覚や聴覚において数多く行われ、大きな成果を残してきた。視覚においては、人間の目には追えないほどの高速な物理現象を詳細に記録する高速度撮影技術が様々な場面で使用されるようになった。例えば高速シャッターによって得られる静止画は、一瞬の出来事を高精細に切り出すことで、美しさや異様さが混在する不思議な感覚を我々にもたらした。また映画や CM 等ではアクションシーンなどでスローモーション映像を用い、臨場感の高い演出を実現した。更には 1200fps という高速撮影が可能なカメラが民生品として発売され、誰もがスロー映像を楽しむことができる環境が整いつつある。聴覚の分野では、カラオケなどのエンタテインメント分野や、再生速度の変化に対して声色を一定に保つ技術等の音声技術を扱う AV 関連分野、プライバシー保護等のセキュリティ分野において、音声の基本周波数を変化させる変声機が広く普及している。

では、触覚の分野では同様の時間伸縮は意味をもつだろうか。言い換えれば、映像の時間伸縮がもたらす様な感動は触覚でもあり得るだろうか。我々は、時間伸縮によって感動を生じる要因は2点あると考えた。1点目は、極端に伸縮された現象が、本来どのような現象なのかを十分に知っていることである。例えば、分子運動のように全く知らない現象を可触化できても、驚きはするが感動にはならないと思われる。2点目は、その上で、その現象の知覚し得なかった側面を知覚することである。この2点を満たすことで、実際に体験して分かっているが脳が理解しきれないという状況が生まれ、スローモーション独特の効果が生まれると考えられる。よって、触覚

においてもこの要因を満たすことで、時間伸縮による感動が得られるのではないだろうか。1点目の要因に関しては、生後からの膨大な触覚経験により、我々は触覚的に現象を把握することが既に可能であると言える。そこで本稿では、触覚に対して時間伸縮を行い、人間が普段知覚できない周波数領域の現象を知覚可能な領域にシフトし、可触化するという2点目の要因に関する試みを行う。そして、視覚におけるスローモーション映像や静止画のように、臨場感や異様さ、美しさを感じさせるような触覚表現を目指す。そのためにまず我々は、最も基本的なスローモーション触覚の実現に向けて、板に物を落とした場合の板の振動をユーザの手部に提示することを考えた。この場合、物体が板経由でユーザの手掌部に落ちてくるような感覚が生じる。この一連の流れを実現し、スローモーション触覚再生の有効性を検証する。

### 2. 記録システム

製作した記録システムは、高速度カメラ、照明、振動計測台、マイク、PC から構成されている(図1)。



図1 記録システム

<sup>†</sup> 電気通信大学大学院人間コミュニケーション学専攻  
University of Electro-Communications

振動計測台には円錐型接触子を取り付けたボイスコイル(スピーカ)があり、接触子はプラスチック板と接触している(図2)。物体がこの板の上に落とされると、板の振動が接触子経由でボイスコイルに伝わる。ボイスコイルの電圧変化をPCのマイク端子から音声データとして記録することで、高いサンプリングレート(44kHz以上)で板の振動を記録することができる。この方式を採用することで、板の振動のみをダイレクトに記録でき、リアルな板の振動を再現可能となっている。本システムでは、板の振動と共に映像及び音声データも同時に記録した。映像の記録フレームレートは300fps,600fps,1200fpsとし、後述する再生時には常に30fpsで再生した。これはそれぞれ1/10,1/20,1/40の再生速度となる。

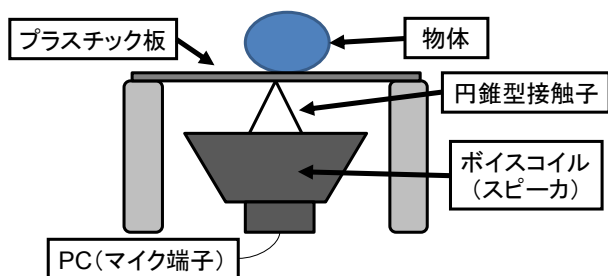


図2 振動計測台

### 3. 再生システム

製作した再生システムは、LCDディスプレイ、スピーカユニット、アンプ、触覚提示装置、PCから構成されている(図3)。記録された映像と音声のデータについては音声及び映像編集ソフトによって合成し、一つのムービーとして再生した。記録された触覚データは、インタフェースボードで出力した。その際、スロー再生を行うため、サンプリングレートよりも低い更新周波数で出力した(サンプリングレート44kHzのデータに対して4.4kHz(1/10)、2.2kHz(1/20)、1.1kHz(1/40))。触覚提示には、我々が開発したHi-Fi触覚提示装置を使用した1)。感覚の再生時は、映像、音、触覚を同時に出力した。

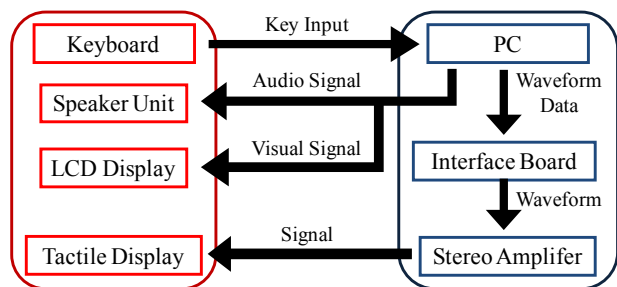


図3 再生システム

### 4. 実験

製作した記録・再生システムを用いて、スローモーション触覚再生実験を行った。使用した物体は、プラスチック製リモコン、シリコンゴム、M3ナット(約20個)である。再生速度は1/10,1/20,1/40である。

リモコンでは、衝突した後の微細なぐらつきまでも確実に感じる事ができた。また、再生速度を遅くすればするほど板の振動具合も知覚可能となるため、臨場感が高まった。シリコンゴムでは、リモコンとの質感の違いがはっきりと認識でき、最も遅い再生速度の場合では、徐々に板に落ちてくる「グニャリ」感さえも感じる事ができた。ナットでは、金属特有の硬質感が残しつつ、1つ1つが落ちてくる感触や、落ちた後の動きまでも感じる事ができた。また全体として、スローモーション映像の時と同様に非常にリアルであると同様に不思議な感触であるという意見が被験者から多く寄せられた。この結果から、触覚においてもスローモーション再生を行うことは他の感覚と同様に効果があることが確認された。



図4 実験風景

### 5. おわりに

本稿では、新たな触覚表現としてスローモーション触覚再生を提案、実装した。その結果、視覚や聴覚と同様、触覚においてもスローモーション表現が有効であることが分かった。今後は、板の素材による触感の違いを検証すると共に、本稿で使用した物体以外の様々な物体に対してもスローモーション表現が有効かどうかを調査する。

### 参考文献

- 1) 橋本, 中田, 梶本: Emotional Touch; Hi-Fi触覚提示に関する研究(第3報) - 圧力のフィードバック制御, 日本バーチャルリアリティ学会 第13回大会論文集(2008).