

ハプティックインタラクションへのFlashの拡張

山口武彦[†] 赤羽 歩^{††} 村山 淳[†] 寺西 望^{††} 佐藤 誠^{††}

[†] 東京工業大学大学院 総合理工学研究科

〒 226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259 番地 R2-13

^{††} 東京工業大学 精密工学研究所

〒 226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259 番地 R2-13

E-mail : {t_yamaguchi,akabane,jmy,teranishi}@hi.pi.titech.ac.jp, msato@pi.titech.ac.jp

あらまし 計算機の処理性能の向上に伴い、視覚、聴覚情報に加え、力触覚情報によるインタラクティブ手法が様々に研究されている。また、Web アプリケーションなどのマルチメディアコンテンツの作成が大衆化する中、より簡単に触覚を提示できるような開発環境が求められている。しかし、現状の開発環境では、視覚提示部と触覚提示部とで別々の開発環境が必要となる。本稿では、現在ブラウザに標準プラグイン化されている Macromedia Flash を用いて、ハプティックインタラクションを実現するシステムを提案する。このシステムは、力触覚呈示部に触覚アクチュエータ（富士通コンポーネント (FCL) 製）を用い、既存の Flash プラットフォームから直接、力触覚呈示が出来るように ActionScript を実装した。これにより、Flash ユーザは気軽に触覚提示のできるアプリケーションの開発ができるという利点がある。また、いくつかの Flash ムービーに触覚を実装した際の効果の評価を行った。

キーワード haptic display , Flash , virtual environment

Enhancing of Flash to Haptic interaction

Takehiko YAMAGUCHI[†], Ayumu AKABANE^{††}, Jun MURAYAMA[†], Nozomu TERANISHI^{††},
and Makoto SATO^{††}

[†] Tokyo Institute of Technology, 4259 Nagatsuta-cho, Midori-ku, Yokohama-shi, 226 Japan

^{††} Precision and Intelligence Laboratory, Tokyo Institute of Technology, 4259 Nagatsuta-cho, Midori-ku, Yokohama-shi, 226 Japan

E-mail : {t_yamaguchi,akabane,jmy,teranishi}@hi.pi.titech.ac.jp, msato@pi.titech.ac.jp

Abstract The development environment that can easily present the sense of touch is requested. However, a separate development environment is necessary in the sight presentation part and the sense of touch presentation part in a current development environment. In this paper, it proposes the system that achieves Haptic interaction by using Macromedia Flash. The Flash user can develop the application to be able to do the sense of touch presentation readily by this system. Moreover, the effect when the sense of touch was mounted on some Flash Movie was evaluated.

Key words haptic display , Flash , virtual environment

1. はじめに

計算機の処理性能の向上に伴い、視覚、聴覚情報に加え、力触覚情報によるインタラクティブ手法が様々に研究されている。

インタラクティブメディアの概念が広がる中、その可能性は、マルチモーダルインタフェースな

ど様々な感覚とのコラボレーションから生まれる新しい技術への応用へと期待が高まっている。

近年では、触覚情報を用いたインタラクションに関連した研究が数多く報告されており、触覚ディスプレイや触覚提示を目的としたソフトウェアツールの開発が進み、触覚提示環境を構築するデバイスとソフトウェアの整備が徐々に進んでき

ていると言える [1].

しかし、一般的に触覚提示環境を構築するツールの仕様は、大掛かりな仮想世界の構築を要するソフトウェア開発には向いているが、ちょっとしたアプリケーションを作りたいと言った場合には、手軽に扱える環境ではない。

一方で、インターネットの普及により始まった情報発信の時代は、気軽に扱えるマルチメディアコンテンツ (Web アプリケーション, Flash Movie など) の登場によりクリエイションの大衆化の時代を向かえようとしている [2]. そして、これらのコンテンツを作成するツールは手軽なスクリプト言語を用いる場合がほとんどある。しかし、こういったコンテンツに触覚情報を付加したアプリケーションを作ろうとすれば、触覚提示部と視覚提示部を別々の開発環境で作成することになる。

本稿では、現在、ブラウザに標準プラグイン化されている macromedia Flash [3] を用いて、ハプティックインタラクションを実現するシステムを提案する。このシステムは、触覚提示部に触覚アクチュエータ (富士通コンポーネント (株) 製) を用い、既存の Flash プラットフォームから直接、触覚提示が出来るように ActionScript を実装した。これにより、Flash ユーザは音声ファイルや画像ファイルを装飾をするように、手軽に触覚情報を用いたアプリケーションの開発が出来るという利点がある。また、Flash ムービーにハプティックインタラクションを実装した際の PC への影響などの評価を行った。

2. 従来研究

仮想環境を構築する場合、その目的によって様々なソフトウェアツールが開発されており、中でも触覚提示情報を使って、仮想世界とのインタラクションを考える場合、プリミティブやポリゴンによる形状定義、摩擦などの効果をコンポーネントとして扱う事で、触覚情報を構築できるツールである GHOST [6]、ポリゴンモデルに触れたり、操作したりすることが可能な機能を持つ HL [7]、また、複数の触覚生成の原理が異なる触覚ディスプレイへの対応でき、種々の法則エンジンを体系的に用いる事のできる HIP [1] などがある。

本システムでは、触覚ディスプレイのソフトウェアを標準化することでデバイス間の枠を取り払うといった方向ではなく、すでにある既存の開発環境から触覚提示を追加したいと考えた時、ソフト側から送れる情報だけでいかに簡単に力触覚

情報を提示できるかという観点で開発を行った。

3. 本システムの基本構成

3.1 デバイス

本研究では、触覚提示デバイスに富士通コンポーネント (株) 製の触覚アクチュエータを用いた。 [5]



図 1 触覚マウス

図 1 は、触覚アクチュエータをマウスに実装 (左右クリックボタンの中心に固定) したものである。触覚アクチュエータとは、水平方向 2 自由度の触覚提示が行える触覚提示部である提示部は、位置センサーとボイスコイルモータを用いたアクチュエータで構成されており、電流に比例した力を発生しトルク変動やバッククラッシュが少なく、比較的広い周波数範囲を持ち、正確な力を提示できる。また、触覚アクチュエータの仕様を表 1 に示す。

表 1 触覚アクチュエータの仕様

接続形態	USB1.1
最大提示力	0.7[N]
解像度	256 階調 (位置取得時: 約 150[bit/mm])
制御周波数	300[Hz]

3.2 開発に用いたプラットフォーム

開発プラットフォームとして macromedia Flash [3] を用いた (以下 Flash)。Flash は作成したファイルをベクター形式で出力するため、ファイルサイズを抑えることができる。また、内部に ActionScript (以下 AS) というスクリプト言語を実装することができ、より表現豊かなムービーを作成することが可能となる。Flash は、主に web コンテンツでの使用が大半であるが、ローカル環境におい

ても学習ソフトの開発や、認知心理実験用のアプリケーション作成などに使用されている。

図 2 に、Flash の開発環境を示す。

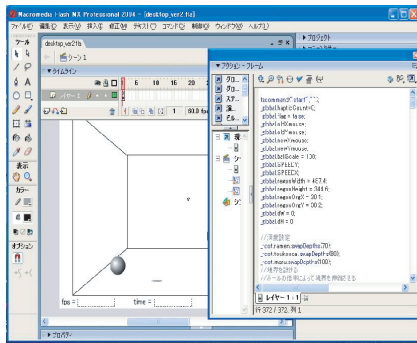


図 2 Flash の開発環境画面

また、触覚アクチュエータを制御するホストアプリケーションは、Visual C++6.0 で作成した。これに Flash ファイルをラッピングすることで、Flash から触覚アクチュエータへの制御を行う。

3.3 力触覚提示プロセス

実際に Flash から触覚アクチュエータを制御する場合は、AS での制御となる。AS を記述する形態としては、大きく、タイムラインベース型とイベントドリブン型がある。前者は、タイムラインの流れに沿って AS で記述したアクションを発生させるもので、後者は AS で設定したイベント (mouse アクションや、key アクションなど) が起きた時にアクションを発生させるものである。以下にその概念を示す。

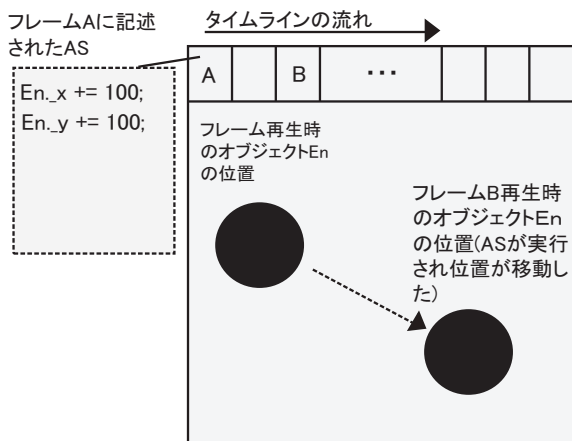


図 3 タイムラインベース型

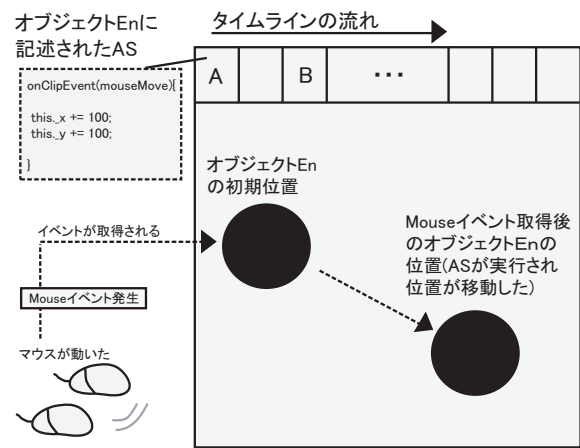


図 4 イベントドリブン型

例えば、マウスカーソルがムービーのある領域に入った時に触覚を与えたいと言う場合を考えて見る。この時の AS の形態は、イベントドリブン型となり、MovieClip にアクションを起こしたい領域を管理させるという形になる。そして、イベントが発生した瞬間、Flash からホストアプリケーションにパルス波を発生させる命令を出す。

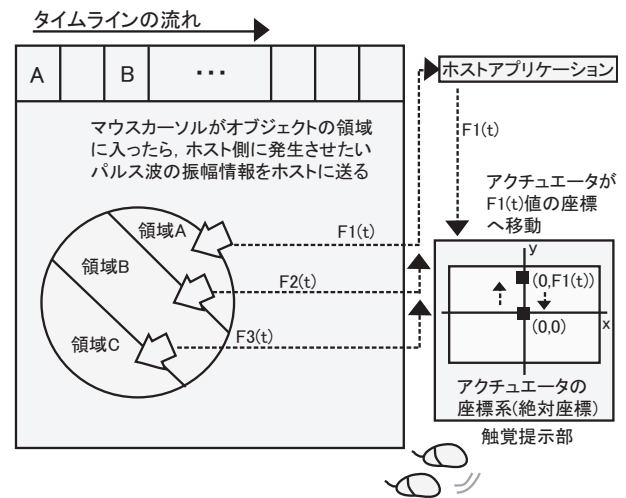


図 5 力触覚提示プロセス

また、図 5 のイメージを実際の AS のスクリプティングに置き換えたものを図 6 に示す。触覚を提示する AS の記述は 1 行で済んでいることがわかる。

本報告では、提示できる触覚情報はパルス波振動のみとした。パルス波振動は、ホスト側であらかじめ関数を定義してあり、Flash からは、パルス波の振幅情報のみをホストアプリ側に提示すればよいことになる。

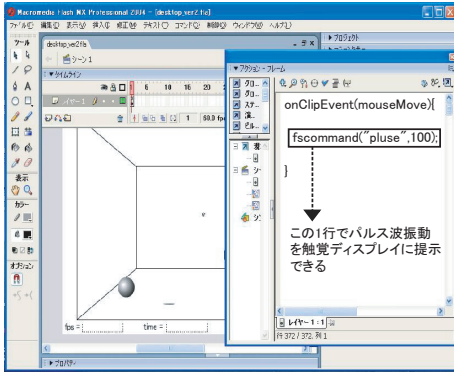


図 6 パルス波を生成する AS のスク립ティングの例

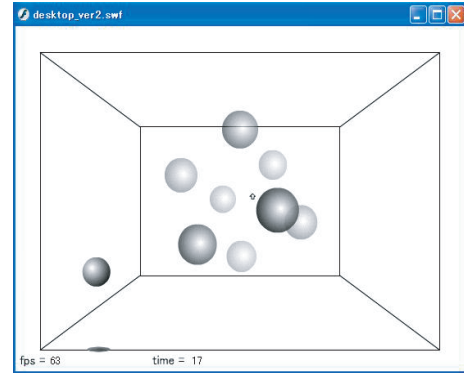


図 7 実験に用いたサンプルムービー

4. システムの評価

実装したシステムにおいて、以下の項目の評価を行う。

- (1) 有効なデバイス制御周波数の検討
- (2) Flash のフレームレートへの影響

4.1 有効なデバイス制御周波数の検討

振動の分解能の高さは、触覚を表現するにあたり重要な要素となる。そこで、Flash から触覚デバイスの制御する際に有効な周波数、つまり、秒間どれだけのパルス振動提示が可能かを検討する。

Flash ムービーは、再生開始前にフレームレートを設定する仕様となっている。本実験では、フレームレートを $60[f/s]$ として行う。

4.1.1 実験 1

先述したように、力触覚提示は、Flash 側からホストに定義されているパルス発生関数を呼び出す形を取るため、その関数を呼び出した回数だけパルス振動が生成される。しかし、呼び出す間隔が狭くなれば、デバイスの制御周期や Flash の更新レートの影響により、提示される振動数に誤差が生じ、提示したパルスを一定時間呼び出した時にバラつきのある振動提示となってしまう恐れがある。そこで、実際に Flash がどの程度バラつきなく安定にパルス振動提示できるかを確認し、制御周期の範囲を測定する。

実験は、 $10[Hz]$ 、 $20[Hz]$ 、 $30[Hz]$ 、 $40[Hz]$ 、 $50[Hz]$ の場合において、それぞれ 60 秒間ずつ一定のパルス波振動提示を行い、安定具合をみる。また、実験には、図 7 に示すサンプルムービーを用いる。

実験 1 の結果を図 8 に示す。

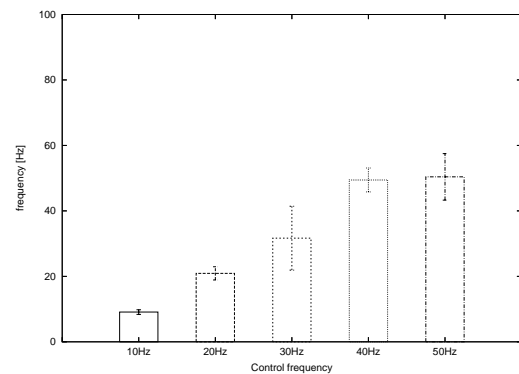


図 8 各制御周波数のバラつき

実験 1 の結果から、各周波数においてバラつきなく、提示した周波数を表現することが確認できた。しかし、提示周波数を上げるたびに Flash のフレームレートが極端に落ち始めると言う現象が見られた。この影響について、次節で検証する。

4.2 Flash のフレームレートへの影響

実験 1 で提示周波数の増加に伴い、フレームレートの劣化が確認された。この影響を実験 2 において検証する。

4.2.1 実験 2

実験 2 では、 $0[Hz]$ (パルス波提示なし)、 $10[Hz]$ 、 $20[Hz]$ 、 $30[Hz]$ 、 $40[Hz]$ 、 $50[Hz]$ の制御周波数において、フレームレートへの影響を測定する。また、実験では、60 秒間一定のパルス波を提示した状態とする。

実験 2 の結果を図 9 に示す。

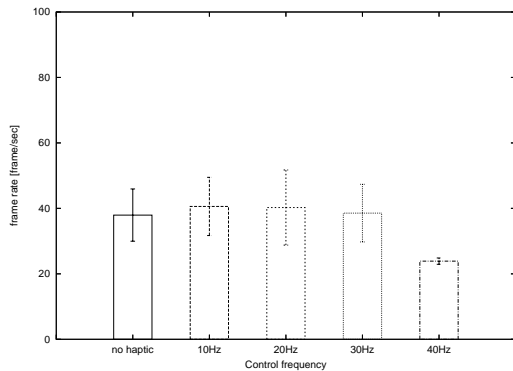


図 9 制御周波数に対するフレームレートの影響

実験 2 の結果より、提示周波数が 40[Hz] を超えたあたりから、設定値の 60[f/s] から 20[f/s] へと急激にフレームレートが落ちているのが確認できる。よって、実験 1 の結果と合わせると本システムにおいて、Flash がバラつきが少ない、かつ、フレームレートの劣化の影響の少ない有効な制御周波数は 0 ~ 30[Hz] 程度となる。

5. おわりに

本稿では、Flash プラットフォームを用いた手軽に触覚提示のできる開発環境の提案について述べた。その結果、開発の面でも直感的で気軽な開発ができるシステムづくりが出来たこと、また、実際に実装した結果からは、0 ~ 30[Hz] の間で、Flash から安定なデバイス制御ができることがわかった。一般に力触覚には 1K[Hz] の高い制御周波数が必要とされているが、例えば、マウスカーソルコミュニケーションには 100[Hz] 程度あれば十分な感覚が得られる [4] など、触覚を用いる目的によって違う面もある。さらに、実際にこのシステムで作成した触覚付き Flash を操作してもらった感想として、十分リアルな触覚提示を期待するよりも気軽にハプティックを体感できるものが作成でき、かつ Flash アニメーションによる視覚フィードバックがあれば、触覚の感覚としてもかなり面白いものが得られるということがあげられた。この点から、本システムにより Flash に新たに触覚提示と言うシステムをサポートすることができたことで、アプリケーション開発の表現の幅を広げることができた。

今後の展望として、今回はパルス波振動のみでの触覚提示であったので、それ以外の振動波形をホスト側に実装した際のシステムへの影響、そ

して、実際に作成したアプリの主観評価実験なども視野にいれていく予定である。

文 献

- [1] 廣瀬 通孝, 岩田 洋夫, 池井 寧, 小木 哲郎, 広田 光一, 矢野 博明, 筧 直之, “触覚用共通ソフトウェア (HIP) の開発”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.3, No.3, pp111-119, 1998
- [2] 長島洋一, “作品系 Flash コンテンツの分類と傾向について”, 情報処理学会 EC 研究会, pp19-24, 2005.6.4
- [3] Macromedia Flash MX 2004:
<http://www.macromedia.com/jp/software/flash>
- [4] Ian Oakley, Stephen Brewster and Philip Gray, “Can you Feel the Force? An Investigation of Haptic Collaboration in Shared Editors”, EuroHaptics, 2001
- [5] “二次元アクチュエータを応用した触覚提示マウスの研究開発”, 日本機械学会誌, Vol.104, No.998, p772, 2001
- [6] GHOST General Haptics Open Software Toolkit, Brochure of SensAble Technologies Inc., 1996
- [7] C.Ruspini, K.Kolarov, O.Khatib, “The Haptic Display of Complex Graphical Environments”, Computer Graphics Proceedings, pp345-352, 1997