

# モータフェーダを利用した触覚提示を用いたゲームアプリケーションの提案

山口隆<sup>†</sup> 串山久美子<sup>†</sup> 馬場哲晃<sup>†</sup>

本稿では、モータフェーダを利用したインタフェースとアプリケーションの開発について述べる。フェーダのノブの位置情報とモータの回転をもとに様々なインタクションを実現し、それを用いた直観的に遊べるアプリケーションの開発を目指す。

## Proposal of Game Application that Use Motorized Faders

TAKASHI YAMAGUCHI<sup>†</sup> KUMIKO KUSHIYAMA<sup>†</sup> TETSUAKI BABA<sup>†</sup>

This paper describes development of the interface and application using the method of expression using the motorized faders. We achieve various interactions which based on the rotation of the motor and the position information of the fader knob, and aim to develop an application which can play intuitively using various interaction.

### 1. はじめに

これまでに触覚提示、再現手法について、多くの研究が報告されてきた。近年では”鳥肌感”や”ぱさり感”等を再現した事例も報告されている[1][2]。一方で、触覚提示インタフェースの多くは装着型や大型のものが多く、それらはエンタテインメントコンテンツなどに応用する場合においてしばしば障害となっている。そこで我々は多種の触覚提示と高い携帯性を実現可能なデバイスを提案することで、様々な触覚要素を手軽にコンテンツ応用可能な手法を検討する。

触覚提示には比較的大きな電力やデバイスの大型化が避けられない場合が多い。著者らは単一のアクチュエータで多種の触覚提示を再現することで、それらの問題が解決できると考え、そのアクチュエータにモータフェーダを利用する。モータフェーダは可変抵抗とベルト可動式アクチュエータで構成されており、比較的小型化されている。本研究ではモータフェーダを用いて、種々のインタクションを実現し、それらに応じたゲームアプリケーション事例を検討する。これにより、単一のコントローラで様々な触覚提示が可能なゲームコントローラの開発が可能になる。

### 2. 関連研究

触覚提示技術の例として京セラが開発した「新感覚タッチパネル」[3]が挙げられる。このデバイスはタッチパネル内の素子の振動によって、実際にボタンを押す感覚や様々な触感を再現している。

同じく触覚を提示する研究で「Skinput」[4]がある。腕に巻き付けたデバイスから腕や手のひらにボタンが投影され、

それを指で叩くとそのボタンを押すことができる。これは腕や手のひらを叩いた時の腕の振動をデバイスが検出している。

上記の提案は触覚提示を実現するという点では本研究と関連している。しかしこれらの提案は、一方は大型なので携帯性は低く、もう一方はアクチュエータが無いので触覚のフィードバックが無い。本研究は手軽で、多種の触覚インタクションを実現したアプリケーションを制作する点で上記の提案とは異なる。

### 3. システム概要

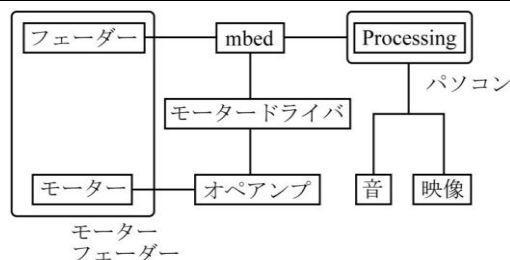
モータフェーダ、mbed を接続し、可変抵抗の値を読み取る。モータフェーダのノブを動かすと抵抗値が変化するので、その時の値をプログラミングに利用する。

また、モータの回転を制御するために mbed からモータドライバ、オペアンプを経由して出力している。

表 1 使用した部品

Table 1 The used parts

部品名称	使用目的	製品番号
モータフェーダ	位置の検出 駆動装置	COM-10976
モータドライバ	モータの 回転の制御	TA7291P
オペアンプ	出力電圧の増幅	LM358N



<sup>†</sup>首都大学東京システムデザイン学部  
Tokyo Metropolitan University, Faculty of System Design

図 1 提案のフレームワーク

Figure 1 A framework of the propose

#### 4. 触覚提示手法

上記のシステムを使い以下のような触覚を提示する。

##### 4.1 つるつる感

モータが静止してノブを滑らかに動かせる状態を指す。

##### 4.2 ザラザラ感

ノブを動かしている時にごく短い距離でモータの回転方向を切り換えることで凹凸面に触れている感覚を提示する。回転速度、切り換える速度によって面の粗さを変える。

##### 4.3 段差感

特定の位置でモータの回転の方向を変化させることで上り坂や下り坂を表現する。また、回転の速度を調節することで勾配の変化を表すことができる。

##### 4.4 張力感

特定の位置にあるノブを動かすと引っ張られたゴムのように元の場所に戻っていく。ノブを動かす距離が大きいかほどノブが戻る速度が上がる。

##### 4.5 掘削感

ノブを動かすと硬い地面を掘り進んでいるような振動が発生する。振動の強弱で掘削する際の地面の硬さなどを表す。

このように単一のアクチュエータでも様々なインタラクションの実現が可能。

#### 5. アプリケーション

共通のインタフェース、および2段階のモードで遊ぶゲームの制作について述べる。ゲームのストーリーとしては地中深くにある宝物を探し、掘り当てる掘削ゲームである。

##### 5.1 探索モード

モータフェーダをレーダーに見立て、平面のマップを探索する。ターゲット（図2では斜線が引かれているマス）にノブが近付くとノブが振動する。ターゲットに近づくほど振動が強くなるので、縦軸と横軸のノブが最も強く振動する場所を発見するとこのモードはクリアとなる。

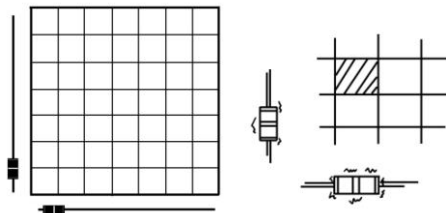


図 2 探索モード

Figure 2 Search mode

##### 5.2 掘削モード

探索モードをクリアすると次のモードに移行する。

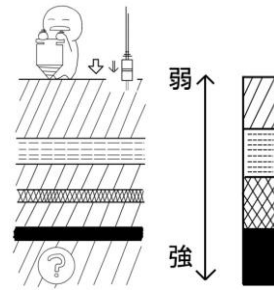


図 3 掘削モードと地層ごとの抵抗

Figure 3 Excavation mode and resistance of each stratum

ノブを下に動かすとその動きに同期してキャラクターが下に動き、地面を掘り進んでいく。この時、キャラクターが持つドリルの先端が触れている地層によってノブに加わる抵抗が変化する。また、抵抗が強い地層ほどゆっくりと進まなくてはならず、既定の速度を超えるとドリルが折れる。その場合、ノブを一番上まで戻さなければ再びゲームを始めることができないペナルティを科す。地層ごとの速度に気をつけながらキャラクターがターゲットまで到達するとゲームクリアとなる。

#### 6. 今後の展望

開発環境の変更、操作インタフェースの無線化などゲームとしてのクオリティを向上させ、多くの人が楽しめるエンタテインメントコンテンツの制作に努める。

掘削ゲームの他にボウガン型のインタフェースで、ノブを引っ張って離すと矢が飛ぶ、といったシューティングゲームも考案している。

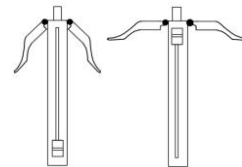


図 4 ボウガン型インタフェース

Figure 4 Crossbow interface

このゲームはノブを引っ張る距離によってノブにかかる抵抗、ノブが戻るスピード、飛んでいく矢の速度などを動的に変化させて遊ぶ。

#### 参考文献

[1] S. Fukushima, H. Kajimoto Facilitating a Surprised Feeling by Artificial Control of Piloerection on the Forearm, AH '12, March 08 - 09 2012, Megève, France

[2] 大島, 橋本, 渡邊, 梶本: 仮現運動を利用した”ばつさり感”提示の研究, 日本バーチャルリアリティ学会 第12回大会論文集 (2007年9月福岡), 2007

[3] [http://www.kyocera.co.jp/topics/2012/1003\\_ntpc.html](http://www.kyocera.co.jp/topics/2012/1003_ntpc.html)

[4] Chris Harrison, Desney Tan, Dan Morris: Skinput: Appropriating the Body as an Input Surface, Human-Computer Interaction Institute Carnegie Mellon University, (2010).

[5] 塩川雄太: 皮膚感覚提示技術が創出する価値の分析, 慶應義塾大学大学院, (2010).