

haptance : 距離センサとサーボモータを使用した フォースフィードバックデバイスと触覚のデザイン

永須龍太郎^{†1} 渡邊恵太^{†1}

秋田らは FutureBody-Finger というサーボモータと距離センサを用いて、対象物に触れずとも対象物に触れているかのような体験を可能にするフォースフィードバックデバイスを開発している[1]。本研究ではその仕組みに加えて、センサに対するサーボモータの動きを 0 - 180° まで GUI により任意にデザイン可能にすることによって、押し込みに対する触覚を提示するフォースフィードバックデバイス haptance を提案する。haptance は、たとえば薄いガラスを突き破るような触覚を提示可能にする。本論文では haptance の実装とそのエディタについて紹介する。

haptance : Force-feedback device using distance sensor and servo-motor and haptic feedback design

RYOTARO NAGASU^{†1} KEITA WATANABE^{†1}

Dr. Akita developed the device, "FutureBody-Finger" with distance sensor and servo-motor, which is possible to touch the object at a distance. In this paper, we develop pseudo force feedback device called "haptance" based on mechanism of FutureBody-Finger. It is able to design with GUI the angle of the servo-motor from 0 to 180 degrees that correspond to the data of distance, and therefore the user can feel touching. The haptance is possible to present a feel of touching like breaking a thin glass. And, we introduce the editor of haptance.

1. はじめに

PHANToM[6]や Falcon[7]といったフォースフィードバックデバイスが商品化されている。しかしこれらは高価で大掛かりな装置であり PC の前で使うことを前提としている。

一方で近年では FutureBody-Finger[1], HapThimble[2], SPIDAR-S[3], テクスタイルツールキット[4], Vib-Touch[5]など、装置の小型化の工夫やサンプリングによる触覚コンテンツの入力の仕組みによって、モバイル環境や個々の目的に応じた触覚提示によって PC を前提としない触覚コンテンツを体験可能にする仕組みの研究が取り組まれている。これらのように、触覚やフォースフィードバックコンテンツをいかに生成し、多くの人に体験可能にするかが課題になっている。

そこで本研究では手にもって押し込むように使用するスティック型フォースフィードバックデバイス haptance と、その触覚フィードバックを容易に設計可能とするハプティックエディタを提案する。

2. haptance

haptance とは、距離センサの値に応じたサーボモータの動きを 0 - 180° まで任意にデザイン可能にし、押し込んだ際に擬似的な触覚を提示するフォースフィードバックデバイスである。

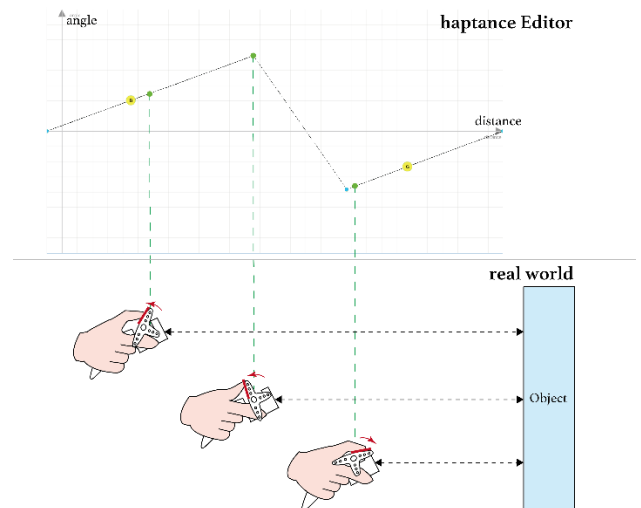


図 1 haptance 使用のイメージ図

2.1 FutureBody-Finger をベースにした設計

秋田らは FutureBody-Finger というサーボモータと距離センサを用いて、対象物に触れずとも対象物に触れているかのような体験を可能にするフォースフィードバックデバイスを開発している[1]。FutureBody-Finger を手で把持して取り付けられたサーボモータのホーンに人差し指を常に押し当てて使用する。対象物との距離を距離センサ(検出距離: 20 - 80[cm])により測定し、距離に応じてサーボモータ(駆動角度: 0 - 60[deg])を駆動させる。距離に近いほどホーンが指を押し返す方向に回転し、距離が遠いほどホーンは指

^{†1} 明治大学
Meiji University

から離れる向きに回転する。対象物をなぞるように横に動かすことで、シンプルな仕組みでありながら対象物に触れずとも対象物の形状を知覚可能にしている。

haptance はこうした FutureBody-Finger の仕組みをベースにし、さらに距離に応じたサーボモータの角度の関係を自在に設計できるようにした。これによって、haptance を持っている壁面に対して前後することで、押し込みへの硬さや軟らかさ、薄いガラスを割るような感触など擬似的なフォースフィードバックを提示可能にする(図1)。また、これら感触のデザインを GUI で行えるハプティックエディタを試作した。

2.2 haptance 本体の実装と操作方法

haptance 本体は、距離センサ(検出距離：約 10-60[cm])とサーボモータ(駆動角度：0-180°)をアクリル版に固定し、Arduinoにより制御されている。アクリル部分を把持し、親指をサーボモータのホーンに常に押し付けることでサーボモータの動きを感触として指先で感じる(図2)。ユーザは親指をホーンに押し当てたまま、haptance を任意のオブジェクトに近づけることで、デザインした感触を感じることができる。

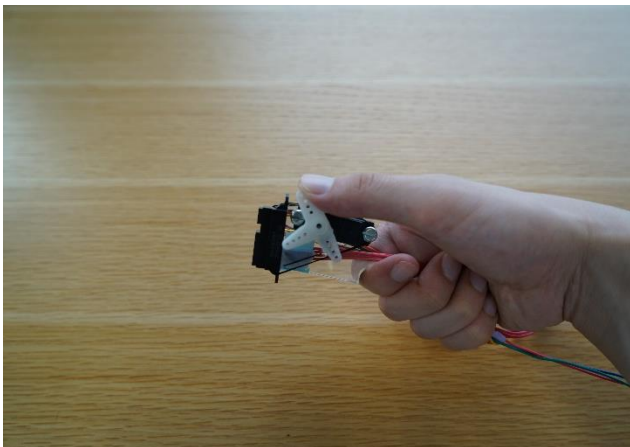


図2 haptance 本体

2.3 エディタの実装と操作方法

エディタ(図3)は Processing を用いて実装した。haptance 本体を制御している Arduino と Processing とをシリアル通信させる。横軸を距離、縦軸をサーボモータの角度として、距離情報に応じたサーボモータの角度をクリック・ドラッグ操作によって調整する。また感触をより認識しやすくするために効果音を付与させることも可能とした。

3. 考察

デバイスを持った指に対してのみ力を与えるだけでも、擬似的にデバイス全体が押されているような感触を与えることが可能であった。

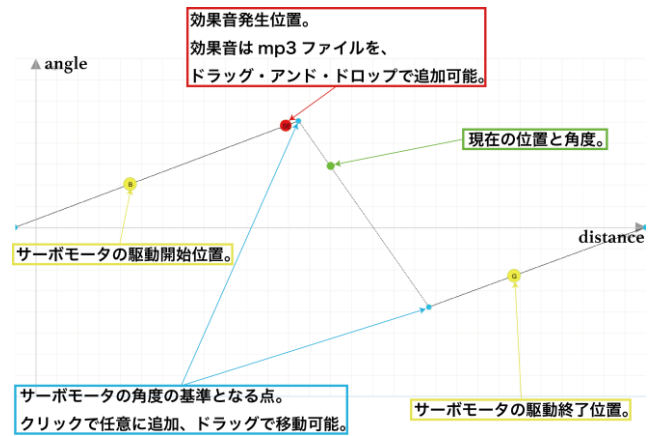


図3 haptance エディタ

ただし、haptance 本体の押し込みの速度が比較的速い場合は、意図した感触を忠実に再現することは困難であった。サーボモータの駆動速度が遅いため、ある距離に応じた角度にサーボモータが到達する前に距離情報が変化し続けてしまうため、サーボモータは意図した角度を忠実にたどることが困難であった。この問題は、サーボモータの駆動速度がより速いものを用いること、速度センサや加速度センサなどを新たに用いることによって距離と速度に応じたサーボモータの角度を調整可能とすることで改善が見込める。

4. 応用の可能性

Wii[8]や Vive[9]などの、ボタン操作だけでなく、三次元的な動きを入力できるゲームコントローラが商品化されている。これらはゲームの演出としてゲーム内のオブジェクトに触れた際に、フォースフィードバックとして振動バックを用いての振動をユーザに体験させている。しかし、ユーザに与えられるフォースフィードバックはすべて振動によるものであり、たとえばオブジェクトの硬さや軟らかさなどの表現は困難であった。押し込むなどの動作について haptance を用いることにより、オブジェクトの硬さや軟らかさなどの表現が可能となり、より豊かな体験が得られることが期待できる。そして感触をパラメータとして扱うことができるため、ハードウェア面での課題を取り除いた場合、ゲームコントローラを用いた感触をデザインすることを専門的に扱う感触デザイナーなどが登場する可能性がある。

また現実世界での応用も可能である。例えば、動物園などで動物に触れることができるのは飼育員のみであり、最も動物と触れ合うことを望んでいる来園者は動物に触れられないことがほとんどである。しかし、飼育員が感触をデザインし、檻の外から来園者が haptance を使用することで、動物に触れて動物独特の感触を体験可能となる。そして haptance は感触のデザインを即座に可能としているため、天候や動物の体調に合わせて変化する動物の毛並みなどの

感触をその場で調整可能である。目の前で飼育員が感触をデザインし、今その瞬間の動物に触っている体験を来園者に与えることにより、高い満足感が得られることが期待できる。

5. おわりに

距離センサとサーボモータを用いて、距離に応じたサーボモータの角度をデザイン可能とすることにより、押し込みに対する感触を提示する **haptance** とそのエディタを提案した。しかし押し込みの速度が速い場合、サーボモータの駆動速度が遅いため、想定通りの感触を提示することは困難であった。用いるモータの変更や加速度センサの利用が解決法として考えられる。応用として、ゲームコントローラなどに導入することでゲームの体験をより豊かにすることや、動物園などで動物の感触を来園者に体験させることが期待できる。

参考文献

- 1) Akita Junichi, Ono Tetsuo, Ito Kiyohide, Okamoto Makoto. Touch at a distance: Simple perception aid device with user's explorer action. SIGGRAPH Asia 2014 Emerging Technologies, SA 2014 (2014).
- 2) Hwan Kim, Minhwan Kim, and Woohun Lee. HapThimble: A Wearable Haptic Device towards Usable Virtual Touch Screen. #chi4good, CHI 2016, San Jose, CA, USA (2016).
- 3) 戸島幹智, 赤羽克仁, 佐藤誠. 音声信号を用いた携帯端末に装着可能な力覚提示装置 SPIDAR-S の提案. 情報処理学会インタラクシオン 2016.
- 4) 仲谷正史, 寛康明, 南澤孝太, 三原聡一郎, 館暲. 触覚表現の一般普及に向けた方法論とテクニカルワークショップをとしたその実践. 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 Vol19, No.4, 2014.
- 5) 土屋翔, 昆陽雅司, 岡本正吾, 田所諭. Vib-Touch: 指先による仮想能動触を利用した触力覚インタラクシオン. 情報処理学会インタラクシオン 2010.
- 6) PHANToM. <http://www.dentsable.com/haptic-phantom-omni.htm>
- 7) Falcon. <http://www.novint.com/index.php/novintfalcon>
- 8) Wii. <https://www.nintendo.co.jp/wii/>
- 9) Vive. <https://www.htcvive.com/jp/>