ToolDevice: 道具のメタファを利用した実世界指向インタフェース 一情報の重み感覚の提示一

池田 洋一 木村 朝子 佐藤 宏介 大阪大学大学院基礎工学研究科

1. はじめに

我々は、ユーザのメンタルモデル構築や操作理 解の負担を軽減し、親しみやすい操作を可能とす る入出力デバイスとして道具のメタファを利用し た操作デバイス(ToolDevice)を提案した[1]. 操作 デバイスの形状を日頃使い慣れた道具の形にする ことで、ユーザはその道具の持つアフォーダンス や過去の使用経験を利用し、操作デバイスの使い 方をよりスムーズに把握することが可能になると 考えられる. また, ToolDeviceでは触覚フィード バックを付加することで、道具を扱う際の手指の 感覚を再現しデジタル情報を可触化してきた. こ れまでにToolDeviceで触覚フィードバックとして 提示していた反力・硬さ・温度に、今回は重み感 覚のフィードバックも加えて、実世界にある機器 間での直感的なインタラクションを実現する.

2. ピンセット型デバイス

ピンセットは物を挟んで移動する道具であり, 挟んだ物体の硬さや重さは指先に必要な把持力か ら推測することができる. ピンセット型の ToolDeviceでは、デジタル情報の操作にこのよう なピンセットのメタファを利用している.

ピンセット型デバイスを用いて対象となる情報 をタッチパネルディスプレイ上で"つかむ"こと で情報の選択を行う(図1).情報をつかむ際には、 ピンセットの支点部分に取り付けたモータをピン セットが開く方向に励磁し、挟んだ情報の量に応 じた反力をユーザの指にフィードバックする. こ の反力の大きさは、モータの印加電圧を変えるこ とで制御されている.

これまでに、ピンセット型デバイスを用いたソ フトウェアの一例として楽曲の選択・再生アプリ ケーションを実装した. ディスプレイ上に一覧表 示された楽曲の中から、ピンセット型デバイスで

TOOL DEVICE: Handy Haptic Feedback Devices Imitating **Every Day Tools** Youichi Ikeda, Asako Kimura, Kosuke Sato Graduate School of Engineering Science, Osaka University





情報を"つかむ","はなす"





情報を"吸い込む"、"押し出す

複数の楽曲をつかみ、スピーカー上で開くことで 選択した楽曲が再生される. ユーザは反力に抗し てピンセットを閉じることで楽曲を"つかむ"感 覚を, スピーカー上で再生する際には反力が消え ることにより楽曲を"離した"感覚を得ることが できる.

3. スポイト型デバイス

スポイトは押し込んだ量に応じた液体を吸い取 る,もしくは押し出すことができる道具である. スポイト型のToolDeviceはこのメタファを利用し、 情報を吸い取ったり押し出したりすることができ る(図2).

ユーザがデバイスの胴体部分を押し込んだ量を ポテンショメータで計測し、これに合わせて操作 対象となる情報の吸い取り、押し出し量が決定さ れる. スポイト型デバイスでは, 吸い取った音楽 やテキスト情報の量をユーザが知覚できるように するために、ピンセット型デバイスと同様の機構 によって胴体部分の硬さ(指先に対する弾力) が変化する. 吸い込む情報が増えるにつれて 硬くなることで, 内部に多くの情報が入って いる感覚を与えることができる。加えて、操作 する情報の新旧をペルチェ素子による温度変化で フィードバックする. 新しい情報を扱う場合には 発熱させて温覚を、逆に古い場合は吸熱によって

冷覚を指先に提示する.また,先端部分の小型カメラでカラーコードIDを認識することによって, CDや印刷物から情報を吸い込み,それをディスプレイやスピーカー,プリンタへ押し出すことで出力することもできる.

4. おたま型デバイスを用いた重み感覚の提示

4.1 重みフィードバックの機構

ピンセット型およびスポイト型デバイスを用いてユーザテストを行ったところ,量に関する情報を表す感覚としては重さも自然ではないかという意見が得られた.日常生活でも,指先で物を把持する際にその重量を手がかりに内容量を把握している場合は多い.そこで,擬似的に重みの感覚を提示できる機構を設計した.これと情報の操作とを関係付けることで,ユーザが "情報の重み"を感じ取ることができるようにする.

PHANToMなどの接地型力覚提示装置では多様な力覚提示が可能な反面,ToolDeviceに適用できるほど小型ではない.逆に小型な触覚フィードバックデバイスであるGyroTouch[2]や振動子では,重量感覚を提示するには適さない.そこで,提示する力を鉛直下方向に限定し,小型かつToolDeviceに実装可能な機構として,錘の移動による重心変化と錘を衝突させることによる衝撃で重み感覚を提示する手法を提案する.また,液体をすくい取るというメタファを与え,この機構を組み込むことのできる形状を持つ道具として,おたま型のToolDeviceを実装した(図3).



図3 おたま型デバイス

図5 情報を"すくう"

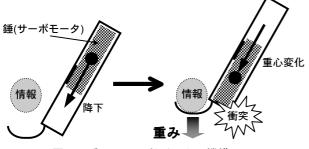


図4 重みフィードバックの機構

直動型のサーボモータをおたまの柄の中に配置 し、このモータ自体を錘として上下に移動させる ことでデバイスの重心変化および衝突による重み 感を作る. 図4のように錘を上部から下部へ急降 下させることで、重心位置が把持部から遠ざかり、 下部での衝突が鉛直下方向の瞬間的な力として指 先に感じられる. 衝撃の大きさはサーボモータを 降下させる速度, すなわちモータの印加電圧によ って制御でき, 重心変化はサーボモータの位置を 制御することで変化させることができる. また, この機構では錘を落下後に初期位置まで引き上げ る必要があるため, 短時間内に連続する重みをフ ィードバックすることはできない. 以上のような 機構によって、擬似的な"情報の重み"が提示さ れ、ユーザはToolDeviceの先端に実体が入る感覚 を得ることができる.

4.2 アプリケーション

おたま型デバイスを使用して、スピーカーから流れてくる音楽を"すくい取る"アプリケーションを試作した。スピーカーの前でおたまの先を下から上へと動かすことによって、先端部の小型カメラがスピーカーのカラーコードIDを認識し(図5)、スピーカーから流れている楽曲が特定される。その後、タッチパネルディスプレイ上でおたま型デバイスを傾けることで楽曲名が表示される。

5. まとめ

ToolDeviceとして、ピンセット型デバイス、スポイト型デバイス、さらに重み感覚を提示できるおたま型デバイスならびにそれらを用いた試作アプリケーションを実装し、ToolDeviceおよび実世界上の機器を用いて直感的なインタラクションを行うことのできる情報操作環境を構築した.

謝辞

本研究(の一部)は、日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業(JSPS-RFT99P01404)の補助を受けた.

参考文献

- [1] 池田洋一,木村朝子,佐藤宏介:道具の持つアフォーダンス を利用した触覚フィードバックデバイス;日本VR学会論文誌, Vol.7, No.3, pp.339-345 (2002)
- [2] 木村朝子, 佐藤宏介: -GyroTouch-反動トルクを利用した 指先装着ハプティックデバイス; ヒューマンインタフェース 学会論文誌, Vol.4, No.1, pp.33-39 (2002)