

# 携帯端末による力覚コミュニケーション

徳山陽人 橋本周司 (早稲田大学ヒューマノイド研究所)

## 1. はじめに

現在、携帯端末による遠隔地とのコミュニケーションは電話による会話やメールといった言語的なコミュニケーション中心である。また次世代の携帯端末ではTV電話などの静止画や動画などの視覚情報を用いた視覚的なコミュニケーションは可能となったが、力覚や触覚といったコミュニケーションは実現にいたっていない。本研究では携帯端末サイズのデバイスを用いた力覚コミュニケーションの実現を目的としている。提案手法は通信相手を身近に感じ、より直感的なコミュニケーションを可能とするものであり、携帯電話への応用を目指している。今後音声や映像だけでなくこのような力覚や触覚をあわせて利用したコミュニケーションの手段はゲームなどのアプリケーションをはじめ障害者用のインターフェース、マスター・スレーブでの機器の操作、操縦の訓練などさまざまな応用が期待できる。

## 2. 手法

本研究では携帯端末に組み込みの実現が可能な力覚デバイスとしてフォースフィードバックダイヤル～FFD (Fig1)を作成した。これは従来から携帯端末のインターフェースであるダイヤルに力センサと力フィードバックのためのアクチュエータを加えたものである。従来研究ではロボットアームタイプや人の手を模した遠隔握手システム、またPHANToMなどのDCモータとパンダグラフを用いたものなどさまざまな力覚ディスプレイが開発されてきた、しかしこれらのいずれも大規模で携帯には不向きである。



Fig1 フォースフィードバックダイヤル(FFD)

FFDでは力の情報を読み取り他端末へと送信する。他端末では送信されてきた力のデータと自分の力データを合成しアクチュエータへと出力し反映する。これにより複数端末間の力と、変位に対応した動作をFFDが実現する。

## 3. システム構成

システムの構成をFig2に仕様をFig3にそれぞれしめす。システムは大きくFFDデバイス部と制御部の二つから構成される。

### 3.1 デバイス部

デバイス部は力覚センサとしてホールセンサ、アクチュエータとしてラジコン用のサーボモータ、そしてインターフェースのダイヤルから構成される。ホールセンサはダイヤルの固定治具に取り付けられているためダイヤルの回転位置に依存せずにダイヤルにかかるトルクを検出する。サーボモータはモータ制御用のドライバを内蔵しているため外から一定のパルスを送るだけで位置制御が可能である。モータは直接ダイヤルの軸にとりつけられダイヤルの位置決め制御をする。

### 3.2 制御部

制御部は制御用のCPUとRS232Cのレシーバ・トランシーバから構成される。制御用のCPUは内蔵の

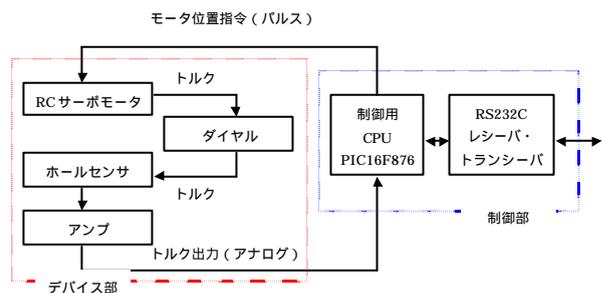


Fig2 システム構成

サイズ(mm)	100 × 60 × 30
重量(g)	200 g
入力トルク	± 1Kg/cm
モータパルス周期	20msec
通信インターフェース	RS232C (38.4kbps)

Fig3 システム仕様

A/Dコンバータによりホールセンサのアナログデータの読み込み、比較演算をおこない制御文に従いモータへと位置指令を出力する。また他端末との通信はRS232C通信により行われ各端末間でモータの位置とトルク情報を送受信する。今回は有線のシリアル通信で実験を行ったが携帯電話やPC、無線シリアルでの通信も可能である。

#### 4. 実験

実際に作成したFFDデバイスによる力覚コミュニケーションシステムの有用性を調べるために実験を行った。

##### 4.1 予備実験

まずFFDデバイス単体による予備実験をおこなった。今回試作したFFDデバイスはアクチュエータにサーボモータを用いたためそのままでは位置制御でロックがかかってしまいダイヤルを動かすことができない。そこで擬似的にホールセンサから得られるトルクに比例した速度を元にモータの制御位置を動かすことにした。

これをもとに被験者数人にFFDのダイヤルを自由に操作させた。実験の結果、実際にモータにサーボをかけないフリーの状態のダイヤルをまわしていると同等かそれ以上のレスポンスを得ることができた。しかし制御周期の問題で若干のもたつきが確認できた。これについては検出されるトルクの微分値をモータの速度に加えることで改善が見られた。またデバイスによってはホールセンサの特性が異なるためにデバイスが指向性を持ちダイヤルを回す方向によって回しづらいことがあった。そこでデバイス起動時に一定時間タイマをセットしホールセンサ値の初期値のキャリブレーションを行うことでホールセンサのばらつきによるデバイスの差を解消した。

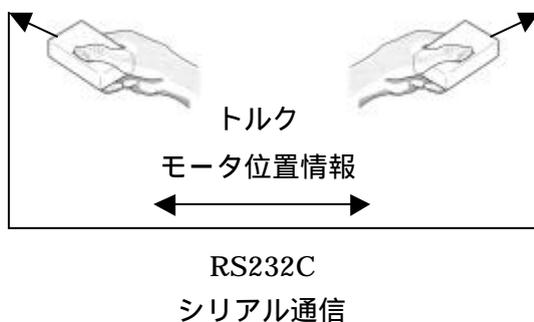


Fig4 FFDによる双方向力覚コミュニケーション

#### 4.2 本実験

予備実験で使用した2対のFFDデバイスを実際にRS232Cシリアルインターフェースで接続し、相互通信の実験を行った(Fig4)。その際お互いのダイヤルの位置は等しい値で出力し2つのトルクの加算値がモータの出力となるマスター・マスター制御とした。これにより2人のユーザーは仮想的にひとつのダイヤルを2人で力覚的に共有することになる。

被験者数人に力覚コミュニケーションの感想を聞いたところ、遠隔地にいるユーザーお互いの力を感じることができたという意見が多数を占めた。これにより2人でダイヤルを協力して押し引きしたり互いに反力を加え遠隔指相撲のようなコミュニケーションが行われた。またFFDはマスター・マスター制御であるが同時にダイヤルを操作するだけでなくトランシーバのトークボタンのように交互に操作することにより相手の動作を体感しそれを模倣するといった当初想定していなかったコミュニケーションをとる場面も見られた。

#### 5. おわりに

携帯可能な力覚コミュニケーションデバイスFFDを作成し実際に遠隔地との力覚コミュニケーションを実現した。今後は対向だけでなく複数端末での力覚コミュニケーションやデバイスの小型化による携帯電話への実装、音声や映像と力覚の組み合わせによるコミュニケーションによるアプリケーションなどを検討して行きたい。

#### 参考文献

- [1]Y.Fujita, S.Hashimoto:” Experiments of Haptic and Tactile Display for Human Telecommunication ” Proceeding of the 1999 IEEE International Workshop on Robot and Human Interaction (Roman '99), Pisa, Italy September 1999 pp.334-337
- [2]K.Ouchi, S.Hashimoto:” Handshake Telephone System to Communicate with Voice and Force ”, Proceedings of the 6<sup>th</sup> IEEE International Workshop on Robot and Human Communication (ROMAN '97), pp466-471
- [3]國井康晴、マノロックン・スラデー、橋本秀紀 ‘握手マシン開発および力覚情報を用いたコミュニケーション’第13回日本ロボット学会学術講演会予稿集、No.3,5M1-10-4,pp.1109 ~ 1110, 1995