

# ドラフター型フォースディスプレイの試作

## Implementation of A Drafting-type Force Display

橋本渉<sup>1)</sup>, 中尾優作<sup>1)</sup>, 中泉文孝<sup>2)</sup>, 井上裕美子<sup>1)</sup>, 大須賀美恵子<sup>2)</sup>

Wataru HASHIMOTO, Yusaku NAKAO, Fumitaka NAKAIZUMI, Yumiko INOUE and Mieko OHSUGA

<sup>1)</sup> 大阪工業大学 情報科学部, <sup>2)</sup> 大阪工業大学 工学部  
〒573-0196 大阪府枚方市北山 1-79-1 whashimo@is.oit.ac.jp

**Abstract :** Recovery of arm function with physical exercise has role in upper limb rehabilitations. We have been implemented exercise training to elderly persons who stay at group home so as to prevent muscle weakness. In this paper, we focus on two dimensional motion of upper limbs when we use a canvas or a drafting board. A drafting type force display was developed for enhancing upper limb exercise. The force display has 2-DOF pantograph mechanism mounted on the frame of drafting board. The computed image is casted at the rear of the board so as to represent visual information to the user.

**Key Words:** Drafter, Force Display, Rehabilitation

### 1. はじめに

上肢の運動機能障害において、上肢を動かしながら機能回復を図ることは重要な意味を持つ。本研究では、大きなキャンバスや製図台のように、平面上で上腕を大きく動かす運動に着目し、製図台型の運動デバイスを試作した。具体的には製図面にプロジェクタで映像を背面投影し、2自由度のロボットアームで上腕の平面運動をサポートするというものである。概念図を図1に示す。製図台の上方にパンタグラフ型の2自由度アームを配置し、製図面全体を稼動できるようにしている。アームのエンドエフェクタにはグリップが取り付けられている。製図台の背面から映像を投影することにより、製図台のコンテンツに対して直接操作している感覚を被験者に提示する。あるいは、腕を強制的に動かす、または動かす動作を支援することを目指す。

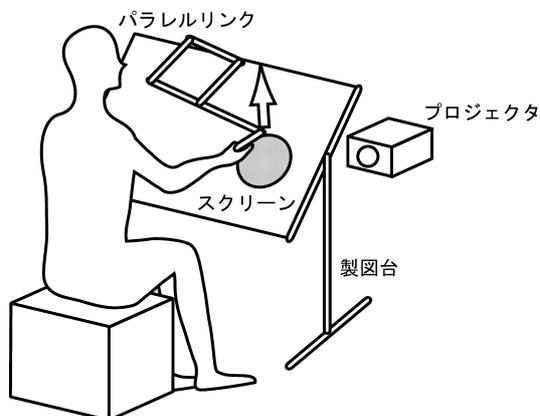


図1: ドラフター型インターフェースの概念図

### 2. 背景

著者らの研究グループでは、上腕の運動を促すための装置として、インフレーターを利用した上肢運動の賦活システムを開発してきた(図2)。認知症高齢者にも受け入れられやすくするため、直接スクリーンを触ることのできるようにしている。施設に搬入出することを想定して、平面状の小型スクリーンを試作した[1]。しかし、この装置では自発的な運動を促すことしかできず、上腕が上がらない重度の障害の場合には適用できない。また、症状の進行状態によって、運動負荷を調整できないという問題もある。そこで上肢の運動負荷提示を実現するため、力覚によるアシストを導入することにした。



図2: インフレーターを利用した上肢運動賦活システム

上肢のリハビリを目的としたハプティックインターフェースは、従来よりさまざまな方法が論じられているが、このなかでも上肢のリハビリを目的としたものに注目すると、上

肢運動機能のみならず認知症のリハビリテーションを目指した三菱プレジジョンのシステム [2] や、ERアクチュエータを利用することにより高出力を維持しつつ安全性を高めた大阪大学の EMUL[3] などが挙げられる。

これらの従来研究を参考にして、作業面の傾斜角度を任意に変更できるドラフター型のインタフェースを考案した。ドラフターの利点は、利用者が楽な姿勢になるように、作業面の高さや傾斜を容易に調整できるという点である。また、作業面の大きさは上肢のリーチゾーン内にあるため、座ったまま上肢の運動を促すことが出来る。製図や描画など、2次元平面上の知的活動をサポートする装置としては、格好のインタフェースといえる。作業面に映像を投影することによって、画像とのインタラクションも可能となる。

### 3. ドラフター型フォースディスプレイの試作

ドラフター型のフォースディスプレイを実現するため、装置に適した機器の選定をおこなった。まずドラフターは、背面投影が可能となるように、製図板の裏側の見通しがよい TH-10A(武藤工業)を利用した。前面投影だと、利用者の手によって影が生じること、作業面の傾斜によってプロジェクタの位置が大きく変わることが問題である。背面投射にすると、鏡を適切に配置することによって、プロジェクタの位置を大きく変えずに済む。

ロボットアームの稼動範囲は、製図台の有効作業面からおのずと決まる。使用した製図台の作業面は横 67.5[cm]、縦 50[cm] である。[2] を参考に、パンタグラフィックの原点を作業面の上方に配置することにした。パンタグラフの長さは長辺 37[cm]、短辺 28[cm] であり、作業面全体をほぼカバーしている。また、エンドエフェクタにはグリップを取り付け、握りやすいようにしている。

ロボットアームのアクチュエータには DC モータ (RE36, maxon) を利用した。エンドエフェクタに 1[kg] 以上の力覚が提示できるよう、ギアヘッドにより減速している。また、エンコーダによってアームの角度を取得している。ロボットアームの制御には、ロコモーションインタフェース基板 (ツジ電子) と  $\mu$  SC-2A(ハイピーテック) を用いている。図 3 にフォースディスプレイの概観を示す。

作業面の背面から映像を投影するため、後方にプロジェクタを配置している。現時点では作業面の傾斜にあわせてプロジェクタの位置を変更しているが、調整が煩雑になることとバックヤードが大きいという問題から、反射鏡や魚眼レンズを利用して、投影系を作業面に固定させる方法や、薄型のモニタ利用を検討している。

このシステム構成で、エンドエフェクタに呈示できる力を実測すると 1.0~5.5[kg]、ギヤ等による逆駆動摩擦は約 50[g] であった。また、エンドエフェクタの位置分解能は、理論値で 0.3~0.9[mm] であった。上肢全体を動かすほど大きなアシストが期待できるわけではないが、実際上の問題はないと考えている。

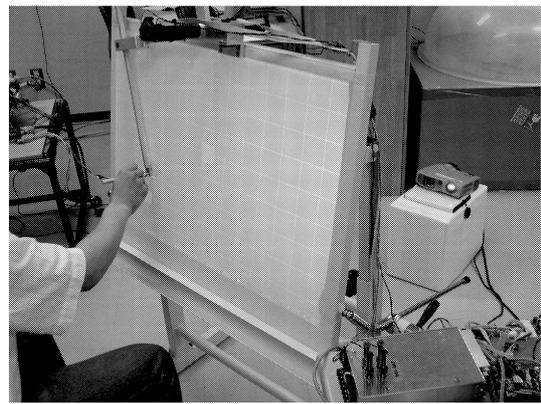


図 3: ドラフター型フォースディスプレイ

### 4. おわりに

本稿では作業面の高さや傾斜を容易に調整できるドラフター型フォースディスプレイを提案し、試作をおこなった。実際の現場で応用する段階に至っていないが、まず第一にアームの自重が大きいことが問題である。現時点では、慣性の補償や傾斜に応じた重力補償が不可欠である。[2] でも述べられているように、力覚系の装置はコンパクトでネットワークの軽いほうが利便性が高い。したがって、アームの軽量化やひいては装置全体の単純・軽量化が望ましいと考えている。

現在、楽しくリハビリができるようなゲーム性のあるコンテンツを検討中である。回復の進行度や被験者の障害の状況に応じ、適応した負荷をかけられるような、VR ならではの工夫を考えている。また、運動機能障害のみならず、認知機能障害においても類似のような訓練が適用可能である。安全性を高め、適用評価をおこなっていききたい。

謝辞 本研究の一部は科学研究費補助金(基盤 C-No. 18500443)の補助を受けて実施された。

### 参考文献

- [1] 岡龍太, 石井一宏, 橋本渉, 中泉文孝, 井上裕美子, 大須賀美恵子: グループホームでの活用を目指した遊びリハビリテーションシステム, 画像電子学会第 35 回年次大会予稿集, pp.109-110, 2007
- [2] 寺田尚史, 高橋良至, 井上薫, 伊藤祐子, 笹田哲, 米田隆志: 上肢運動機能・認知リハビリテーションを目的とした力覚提示装置の開発, 日本バーチャルリアリティ学会第 7 回大会論文集, pp.265-268, 2002
- [3] 古荘純次, 小柳健一, 中西和彦, 藤井雄輝, 道免和久, 宮越浩一, 笠潮, 竹中重一, 井上昭夫: 上肢動作リハビリ支援システムにおける VR 技術の応用とその臨床評価 (NEDO プロジェクト「身体リハビリ支援システム」における研究開発), 日本バーチャルリアリティ学会第 9 回大会論文集, pp.545-548, 2004