

手のインタフェース技術論

橋本 洋志, 産業技術大学院大学 創造技術専攻
e-mail:hashimoto@aait.ac.jp, http://aait.ac.jp/

1. はじめに

国の新成長戦略（基本方針）[1]の中で、ものづくり系に関係するものに、アジア経済戦略、グリーンイノベーション、IT立国日本の推進がある。これらに対して注意すべき点として、1番目は拡大するアジア諸国の中で、我が国の産業が埋もれないためには、新たな日本型ものづくり技術を整備しなければならない。2,3番目における中小企業の役割[2]は、グランドデザインを引く大手企業が採用しやすい特色ある要素技術を提供することであるが、これが可能な中小企業は希少であるのが現実である。したがって、国全体として本戦略の潮流を作ろうとする中で、中小企業独自の立ち位置を考えなければならない時期に来ている。

一方、現代のものづくり系パラダイムは、その要素技術に画期的なブレークスルーを期待することは難しい。そのため、産業用・一般用製品/機器は、既存の要素技術を賢く組み合わせて、システム全体として新たな機能を発現させるようなシステムインテグレーション技術に立脚したものが多く世に出回っている。この成功例として、アップル社のiPhone, iPadがあげられる[3]。この好評原因として、サービス論、工業デザイン論から言われていることがほとんどであるが、述べられていない重要な要因として、手のインタフェースとしての高いユーザビリティがあげられる。この“高さ”を実現したのは、手のしなやかな機能を活かすことに成功したからである。

本稿は、手の機能を再考しながら、システムとして製品価値を高めるための手のインタフェース技術論について述べる。

備考：

□**ユーザビリティ**は、日本語では、使い勝手、使いやすさなどと訳されているが、さらに、社会的容認性、アクセシビリティなどの要因も含んだ奥行き深い概念である[4][5]。ここでユーザビリティは、人間が機器を操作する際の概念であることから、インタフェース設計論と同格である、という見方もできる。

□**インタフェース**は、機能の異なるものを結び付けるためのものである。もともと、機能（動作など）が異なるので、そのインタフェースが機器の扱いやすさを決定するといっても過言でなく、すなわち製品価値を決めるものとして重要な要素である。

人間・機械・環境を結ぶインタフェース

・例：マニピュレータを用いて、ものを掴む



図1 インタフェースの説明概念図

2. 手の構造と機能

人間の手の構造は、拇指、4本の指（示指、中指、環指、小指）、および掌の部分に分けられ、27個の骨、筋、腱などからなる。掌は、広げているときは手の甲は平面上に展開できるが、強く握ると円弧状となる。これを手の横アーチと呼ばれ、手の様々な動作とともに変化する。この変化が、物体の握り方を柔軟にさせている。このようなしなやかさは、手が16~21自由度を有しているためである。この自由度の数字は天文学的な数字で、プログラミング言語のIf-Then-Elseで表現しようとすることは現実的に無理な自由度である[6]。

手の機能としての動きは数多くあり、その全てを系統だてて述べることは難しい[7]。例えば、物体と接触の場合と非接触の場合に大別する分類法[6]、Herig[7]による、掴む手、保つ手、かたちづくりの手、探る手、の四種に分ける法もある。いずれも、全ての手の動きを完全体系化は難しいと述べられている。

手のインタフェース技術論に関する機能に限定して、その中でもシンプルな機能として、

- i) 5本指先を用いて多点（1~5）同時に触ることができる。
- ii) 2本指以上で指の腹などを用いて物体を操ることができる（図2）。
- iii) 上記は2D,3D物体に対して作用できる。

3. 手のインタフェース論

3-1 従来のインタフェース

人間が操作するインタフェースに注目して、次の例を考察する。

□ **PC インタフェース**：キーボード、マウスは本質的に、シングルタッチ、2D 平面上での入力装置である。

□ **重機インタフェース**：ジョイスティックは、物体の3次元操作を1D デバイス複数個（大抵は2個）の組み合わせで近似したものであり、人間のトレーニングが必要である。

いずれにしても、シングルタッチ、1D または 2D 空間内での操作であり、手の機能を活かしていない。

3-2 良いインタフェース例

良いインタフェース例を考察を伴って次に示す。

□ **iPhone, iPad**：マルチタッチと接触点の動きを検出できているため、従来の PC インタフェースより人間の手の機能を活かしている。ただし、2D 空間内の操作ゆえ、次のバージョンは 3D 空間内操作を狙うことを考えるのは自然であろう。ただし、3D 空間操作検出センサと、3D 操作するときのアプリケーション内容が開発の動機と困難さに直結する。

□ **手のハプティックインタフェースによる空間障害物認識** [8]：ジョイスティックと力覚を融合して眼の見えないユーザに 3次元空間内の障害物認識を可能とさせる（図 2）。手の 3次元操作・感覚を上手に利用している。ただし、上記と同じような問題点を抱えている。

□ **Double=Screw=Drive 機構を用いたロボットフィンガー** [9]：インタフェースを拡張して、エンドエフェクタそのものまでを包含した新しい形で、しなやかな人間の指のミメティックロボットフィンガーである（図 3）。エンドエフェクタが人間の指機構に類似しているため、人間の指そのものが入力となるのではなく、人間の意図や命令と本フィンガーを結ぶインタフェースが必要であるが、この実現は既存のシステム制御理論で容易に実現可能である。



図 2 手の 3次元操作



図 2 空間障害物認識インタフェース

4. おわりに

これからの製品／一般商品は高機能化・複雑化することは避けられない。それをよりよく使いやすくすることは商品価値を高めるには不可欠である。その有力な解決技術が手のインタフェースであり、このノウハウを有することができるのは、大企業だけでないことを改めて喚起したい。

- ・ 屈曲動作を行なう**屈曲リンク**は、⑤と⑥の部品で構成される。
- ・ 把持部を回転させる**把持リンク**は、①と②の部品で構成される。

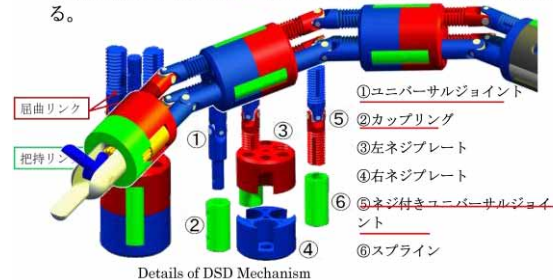


図 3 DSD 機構を用いたロボットフィンガー [9]

参考文献

- [1] 新成長戦略（基本方針），経済産業省，http://www.meti.go.jp/topic/data/growth_strategy/index.html
- [2] 中小企業白書（2010年），中小企業庁，<http://www.chusho.meti.go.jp/>
- [3] iPad 早くも発売 100 万台（米国で発売以来 28 日間で 100 万台突破，iPhone のそのの 2 倍のペース），朝日新聞，2010 年 5 月 5 日
- [4] Wiki, <http://ja.wikipedia.org/wiki/ユーザビリティ>
- [5] 橋本洋志, 他, 快適生活空間における UI の役割, 計測自動制御学会 SI 部門講演会, 2008
- [6] 川崎晴久, ロボットハンドマニピュレーション, 共立出版, 2009
- [7] 鎌倉矩子, 手のかたち手のうごき, 医歯薬出版, 1989
- [8] 橋本, 他: 手のハプティックインタフェースによる周辺障害物認識システムを用いた歩行器, 計測自動制御学会論文集, vol.43, no.3, pp.1-9, 2007
- [9] 石井千春准教授の研究, 法政大学 理工学部 機械工学科, 連絡先 E-mail : c-ishii@hosei.ac.jp,