

# XYテーブルと磁石を用いたアクチュエーションシステム A Desktop Actuation System with XY Table Electromagnet

蓮本 諒介<sup>1\*</sup> 樋田 基紘<sup>1</sup> 尾形 正泰<sup>1</sup> 今井 倫太<sup>1</sup>  
Ryosuke Hasumoto<sup>1</sup> Motohiro Toyoda<sup>1</sup> Masa Ogata<sup>1</sup> Michita Imai<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 慶應義塾大学

<sup>1</sup> Keio University

**Abstract:** We propose a desktop actuation system with movable electromagnet under the table. This system realizes interactive distribution on the usual desktop using magnetic attraction power. We usually do desk work, so this desktop system may be accepted easily. To make the desktop system, we made an actuation system with electromagnets that can move objects on the desk. The actuation system can move magnetic materials by a computer controls the position of the electromagnets by using XY table under the desk. As examples of applications, the system helps to tidy papers and carry objects to the users other side of the desk. Our actuation system have advantages that it doesn't bother users because it is put under the desk. In addition, we makes it upsize easily.

## 1 はじめに

机の整理や他ユーザへの物の受け渡しは我々が日常的に行われるタスクである。一方で、決まった位置に正確に物体を移動させたり、決まった経路で物体を動かし続けるといったタスクは人間よりもコンピュータの方が適している。そこで、本研究では卓上の物体の移動を可能にするアクチュエーションシステムを提案する。

卓上で物体移動を可能にすることによって、卓上を整理する、ユーザに物を届けるといったタスクが可能となり、ユーザを支援することができる。

コンピュータによる卓上の物体移動を行った研究の例として、Pico [4]、エアジェットを用いたシステム [2],[5] の研究での駆動機構が挙げられる。また、卓上の物体を可能にするシステムの事例として KUKA LWR[3] が挙げられる。Pico は机内部に敷き詰められた電磁石を利用して卓上の物体を動かす。エアジェットを用いたシステムはテーブルトップに開けられた複数の穴から空気を噴射して卓上の物体を動かす。KUKA LWR は卓上に設置された小型ロボットアームである。

しかしながら、従来の手法は何点かの問題点がある。ロボットアームは卓上に設置するためユーザの妨げになりやすく、テーブルの大きさが大きくなるとアームの長さを長くせざるを得ない。エアジェットを用いたシステムはシステム全体が大きくなり、机の表面が平らではない。Pico は多数の電磁石を使用するため消費電力が大き

く、机を大型化する際に使用する電磁石が増えるため大型化が困難である。[5] の研究での駆動機構は磁石を搭載したヘッドを下から支えなければならない。従来の物体移動を行った研究はシステムの形状やコストの面で改良の余地がある。

以上をふまえ、卓上で物体移動を可能にするシステムとして本研究では XY テーブルと電磁石を用いた卓上アクチュエーションシステム (図 1) を製作した。



図 1: XY テーブルと電磁石を用いた卓上アクチュエーションシステム

## 2 システム

### 2.1 システム概要

本研究で製作したシステムは卓上の物体の移動を可能にする。具体的には、テーブルの下に設置した XY テー

\*連絡先: 慶應義塾大学理工学部情報工学科  
〒 223-8522 神奈川県横浜市 港北区日吉 3 丁目 14-1  
E-mail: hasumoto@ailab.ics.keio.ac.jp

ブルで電磁石の集合の位置を制御することで、卓上にある磁性体を操作できる。磁性体ではない物体の場合、移動させる物体の裏に磁石を貼ることで移動が可能となる。本システムは、システム全体が机の下に収まるためシステムが卓上の場所を占めず、ユーザの妨げになりにくい。また、机の大きさが変わった場合、XY テーブルの大きさを変えるのみで対応できるため大型化が容易である、という特徴を持つ。

本システムを用いることで従来人が行っていたタスクをコンピュータが支援することが可能になる。例えば、ユーザが机を挟んで対面しているユーザに対して物を渡す際に本システムを活用できる。我々は日常的に作業空間として机を使用するため、本システムは我々の生活に馴染みやすく、卓上の整理、物の受け渡し、物体の提示などユーザを幅広く支援できる。

## 2.2 ハードウェア設計

本システムはアルミフレーム、ステッピングモーター、タイミングベルトで構成されたXY テーブルと、16個の電磁石、制御基盤で構成されている(図2)。電磁石集合が乗ったヘッドの位置をXY テーブルで制御することで卓上の磁性体をコンピュータで制御することができる。XY テーブルの大きさは900mm x 600mmであり、可動域の大きさは670mm x 380mmである。ヘッド上に16(4 x 4)の電磁石を配置した。(図3) 使用した電磁石1つの大きさは直径20mm、高さ15mmである。電磁石の定格は12V,0.25Aである。卓上の物体を動かすために貼り付けた磁石は直径20mm、高さ4mmのネオジウム磁石である。テーブルトップとして厚さ5mmの亚克力板を設置した。



図2: ハードウェア

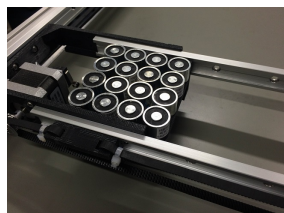


図3: 磁気ヘッド

## 2.3 アプリケーション

本システムを使用したアプリケーションの例としてグラスの配膳を行った。(図4) 配膳するグラスの裏にはネオジウム磁石が取り付けられているため、机の下の電磁石によって位置を制御できる。予め複数の地点の座標を記憶し、各グラス指定した地点にを運ぶことができ

る。本システムは電磁石を16個使用しているため、複数のグラスを同時に運ぶことができる。このような物体の移動や提示は机の規模が大きくなりユーザの数が多数になった際の使用が考えられる。



図4: グラスの配膳の例

## 3 まとめと今後の展望

本稿ではコンピュータによる卓上の物体移動を行うシステムとして、XY テーブルと電磁石を用いたアクチュエーションシステムを提案した。本システムはシステム全体を机の下に設置することでユーザの妨げにならず、電磁石の位置をモーターで制御するため消費電力が少ないという特徴を持っている。

今後は卓上の物体の認識のために上空にカメラを設置し、移動経路に手や物体があった場合、衝突を避けるために移動経路の変更を行ったり、ジェスチャの認識を行いたい。また、アプリケーションとして、卓上の書類の整理やごみの除去を実装したり、本システムを複数用意し、遠隔地のユーザの手や指の動きを再現することによるユーザ同士のインタラクションシステムの開発を行いたい。

## 参考文献

- [1] Bischoff R., et al.: The KUKA-DLR Lightweight Robot arm - a new reference platform for robotics research and manufacturing, *Robotics (ISR), 2010 41st International Symposium on and 2010 6th German Conference on Robotics (ROBOTIK)*, pp.1 - 8 (2010)
- [2] K. Boutoustous, G. J. Laurent, E. Dedu, L. Matignon, J. Bourgeois, N. Le Fort-Piat: Distributed control architecture for smart surfaces, *CHI '07 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 809-818 (2010)

- [3] Ogata, M., Fukumoto M.: FluxPaper: Reinventing Paper with Dynamic Actuation Powered by Magnetic Flux , *CHI '15 Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems* , pp. 29-38 (2015)
- [4] Patten J., Ishii H.: Mechanical Constraints as Computational Constraints in Tabletop Tangible Interfaces, *CHI '07 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* , pp. 809-818 (2007)
- [5] 青木 孝文 ほか: 実世界で存在感を持つバーチャルクリーチャの実現 : Kobito -Virtual Brownies- , 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 11(2) , pp. 313-321 (2006)