

# 水平振動を用いた机上群ロボットシステム

Tabletop Group Robots system using horizontal vibration

福嶋 政期 橋本 悠希 梶本 裕之\*

**Summary.** 近年, コンピュータ中の情報を机上の実物体で現し, タンジブルメディアとする机上インタフェースが多く提案されている. しかし, 従来の机上インタフェースの多くは, 机の下から物体に駆動力を与えるために装置自身が大型化してしまいがちであり, また, 物体自身に駆動力を持たせると物体の小型化が難しくなるため, 装置と物体の両方の小型化は困難であった. 我々は机自身を水平方向に振動させる事で机上の物体に駆動力を与えるという新たな手法で机上インタフェースを試作した. 本システムは機の振動の周波数と振幅に物体の速度が依存するので, 物体の高速化を行いやすい. また物体側に取り付けた電磁石の ON と OFF のタイミングを制御するだけで物体を任意方向に駆動させられるので複数物体を個別に移動させることが容易である.

## 1 はじめに

従来, GUI 画面を机上に現しインタラクションを行う机上インタフェースが提案されてきた. 一方最近では, コンピュータ中の様々な情報を机上の実物体の動きや性質で現すことで情報を触ることができる机上インタフェースが提案されている.

また, それらの机上インタフェースはそれぞれ独自の方法で机上の実物体に駆動力を与えている. たとえば, PICO は電磁力を用い [1], また Proactive Desk は LIM (リニア誘導モータ) を用いて実物体に駆動力を与えている [2].

しかし, これらの机上インタフェースの多くは机上物体駆動のために机の下に大掛かりな装置を必要とする.

そこで我々はシンプルな装置で複数の小型移動体を高速移動可能な机上インタフェースを提案する. 本提案では磁性体の机を水平方向に円軌道で振動させ, 移動体側に取り付けた電磁石を同期して駆動することで移動体に駆動力を与える. 移動体は電磁石の位相制御のみで任意方向への移動が実現される. また, 本稿では本システムの利用例についても述べる.

## 2 システム構成

本システムは大きく磁性版の机と移動体とで構成される.

磁性版の机は, アクリルと発泡スチロールで台を作成しその上に磁性版 (0.35mm 厚スチールペーパー) を乗せている. 磁性版は 4 方向でスピーカに接続されておりその接続部にはバネを使用している. 磁性版に直接接続してしまうと接続部に対し垂直方向に

振動したとき接続部が壊れてしまう恐れがあるためである. また, バネと磁性版との共振特性を利用することで弱いエネルギーで十分な振幅が得られる. 移動体はコイルをフェライトコアで覆ったものである.

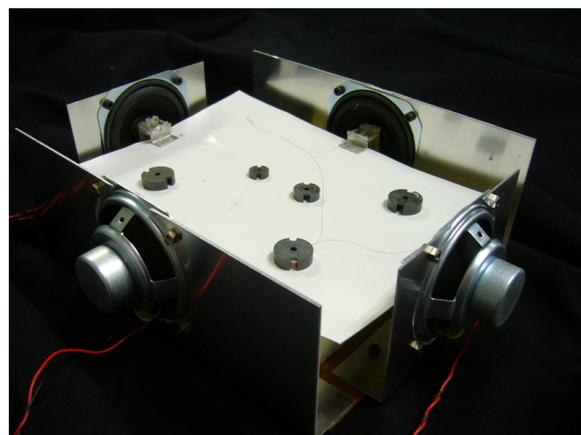


図 1. 磁性板および振動子で構成された机と移動体



図 2. 移動体 (左: フェライト芯とコイル, 右: 断面図) [3]

### 2.1 駆動原理

#### 2.1.1 1 軸の駆動原理

図 3 に 1 軸の駆動原理を示す. 図 3 は移動体が右に移動していく様子を表している. 時刻  $t$  は時間の流れを簡易的に表すために示した. 磁性版に接続された 2 つのスピーカを制御し 1 軸方向に磁性版を振

Copyright is held by the author(s).

\* Shogo Fukushima, Yuki Hashimoto and Hiroyuki Kajimoto, 電気通信大学

動かせる。移動体は電磁石の ON と OFF のタイミングを制御し任意の移動速度を実現する。図 4 にスピーカーに加える電圧と磁性板の振動波形と電磁石の電圧波形の関係を示した。

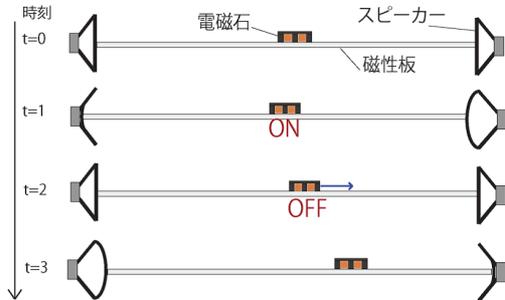


図 3. 1 軸の駆動原理 [3]

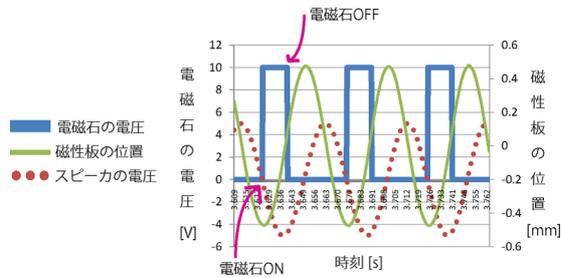


図 4. 電磁石の電圧、磁性板の振動、スピーカーの電圧の関係

### 2.1.2 2 軸の駆動原理

図 5 に 2 軸の駆動原理を示す。磁性板に接続された 4 つのスピーカーを制御することで磁性板を円状に振動させる。移動体を磁性板に吸着させた状態から吸着力を解除すると、その瞬間の円軌跡の接線方向に移動する。駆動原理は 1 軸の場合と同様に慣性力を用いている。

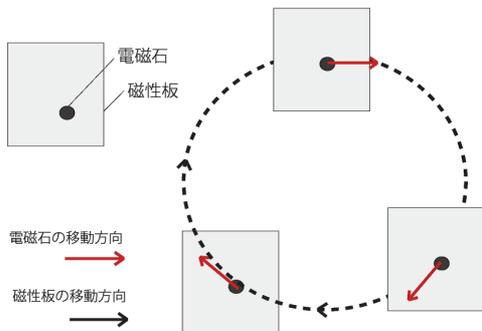


図 5. 2 軸の駆動原理 [3]

### 3 アプリケーション

本装置で移動体が動く様子はとても愛らしい。そこで「となりのトトロ」[4] に登場する真っ黒クロスケや、「もやしもん」[5] に登場する菌たちのような世界を机上に再現したいと考えた。小さな生物が動きまわっている様子。また、小さな生物たちを制御し「イ」の文字を作り上げる。

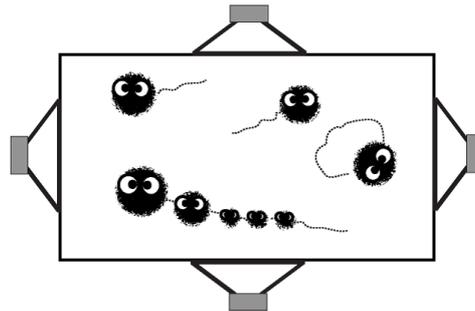


図 6. 動き回る様子

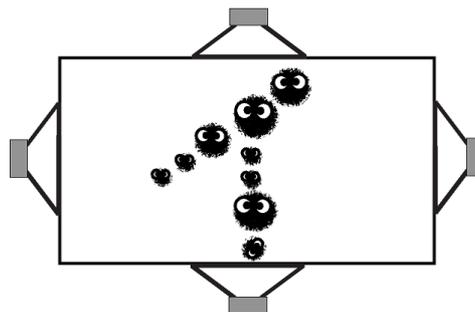


図 7. 「イ」の文字を作り上げた

### 4 おわりに

我々は複数小型移動体を高速移動させる机上インタフェースを試作し、アプリケーションを作成した。今後は移動体の無線通信での制御、位置制御、アプリケーションの作成などを行っていく。

### 参考文献

- [1] James Patten, Hiroshi Ishii : Mechanical Constraints as Computational Constraints in Tabletop Tangible Interfaces CHI 2007
- [2] 吉田俊介, 野間春生, 保坂憲一 : 複数物体同時駆動可能な力覚提示装置 Proactive Desk 2 の開発 インタラクション 2006
- [3] 福嶋政期, 橋本悠希, 梶本裕之:机上インタフェースのための高速移動可能な群ロボットシステム 日本バーチャルリアリティ学会第 12 回大会
- [4] となりのトトロ スタジオジブリ 1988
- [5] もやしもん 石川雅之 講談社 2004