

マグネットスイッチ: 格子状回路を用いた磁石による 入力システムの開発

宮武 陽子 (指導教員: 椎尾 一郎)

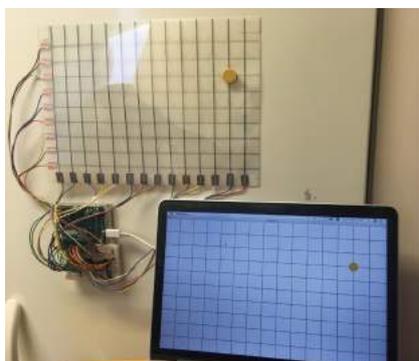


図 1: 冷蔵庫扉に設置したマグネットスイッチ. 薄いシートの上に置かれたマグネットの位置を読み取る.

1 はじめに

様々な日用品に磁石片が利用されている. 特に, ホワイトボードや冷蔵庫などに磁力で貼り付く磁石片や磁石を組み込んだ小物 (以下マグネットと呼ぶ) は, メモ用紙などを貼り付ける, 目印として使うなどの用途に用いられている. これらの従来のアナログな使われ方をコンピュータへの入力とすることができれば, 紙やホワイトボード, 地図などの機能を拡張できるのではないかと考えた. そこで, 本稿ではマグネットを対象に貼り付けるという動作でコンピュータへの入力を可能にするための手法, およびそれを用いたシステム「マグネットスイッチ」を提案する.

磁石を用いたインタラクションの研究は今までも数多く行われており, 人が操作するマグネットを検出するさまざまな手法が開発されている. 例えば Smart Table[3] ではホール素子をグリッド状に並べ磁石の位置を検出し, さらに GaussStones[3] では近距離に置いた複数の磁石を同時に識別することも実現している.

しかし, これらの手法では, 例えば「ドアに貼った入退出表にマグネットを貼り付ける」というような日常的な使用方法によるマグネットの操作でデジタル入力を行うことができなかった. 本稿では日常生活における直接的なデジタル入力を実現するために, 新しい磁石の検知手法を提案し, そのプロトタイプを作成した.

2 マグネットスイッチ

日常生活の中でマグネットが使われる場所は, 壁に取り付けられたホワイトボードや冷蔵庫の扉など, 垂直な壁面が多い. このことから壁面に貼り付けても違和感のない, 厚みが小さいシステムが好ましいと考えた. そこで, 我々は厚みのある磁気センサを用いず磁力により引き合う力を利用することで, マグネットの位置検出が可能な薄いシート型のシステムを開発した.

2.1 シートスイッチ

冷蔵庫の扉や磁性材料壁面に取り付ける A4 サイズ (210mm × 297mm) のシート型マグネットスイッチを試作した (図 1). このシート型スイッチは, 縦方向配線シート, セパレータ, 横

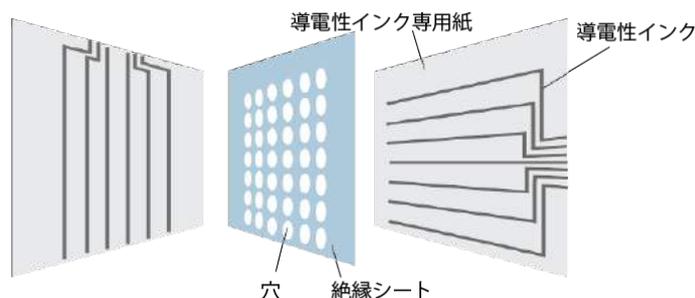


図 2: 1組の配線シートと, 配線シートの中に挟むポリプロピレン製絶縁シートの図. それぞれ縦, 横に 20mm 間隔の直線パターンを導電性インクで描いた. また絶縁シートは配線交差部分に丸穴があり, ここに磁石を置くと表裏の導電性インクパターンが接触する.

方向配線シートの 3 枚のシートを張り合わせて作成されている. 配線シートには図 2 に示すように, 縦・横方向 20mm 間隔の導線を作成した. この 2 枚の配線シートの間, ポリプロピレン製の絶縁シートを挟んだ. ポリプロピレンシートには, 配線シートパターンの交点となる位置に直径 17mm の穴を開けた. このシートを磁性体の上に設置し交点部分にマグネットを置くと, マグネットと磁性体に挟まれた圧力で 2 つの導線が接触する. 接触を電気的に検出することで, 置かれたマグネットの位置を検出する. 本スイッチの検出には, Arduino を用いた. 図 1 では, Arduino にシリアル通信を行い, 画面上に磁石位置を表示する Processing プログラムを開発し起動している.

2.2 磁石内蔵スイッチ

マグネットスイッチは, 磁力が到達する程度の厚さの平板ディスプレイ裏面に設置しディスプレイ表示面に置かれたマグネット位置を検出することが可能である. ディスプレイ上に置かれた磁石を読み取る手法は従来から研究されており, ディスプレイ裏に多数の磁気センサを取り付ける手法 [2] や, モバイル端末に内蔵されている磁気センサを用いる手法 [1] などが提案されている. しかし, これらの手法ではディスプレイ上にマグネットを貼り付けることはできなかった. マグネットスイッチをディスプレイ背面に設置すれば, ディスプレイの画面に置いたマグネットを保持しつつ検出することが可能である.

LCD 背面に設置したマグネットスイッチの構造を図 3 に示す. LCD 表示面越しに置かれたマグネットを確実に検出するために, マグネットスイッチの交点背面にも磁石を配置している. LCD の表示面と裏面の磁石が引き合うことで, 確実に接点が接触すると同時に, 磁力によりマグネットを LCD 表面に貼り付けることができる. マグネットスイッチは図 3 上に示すように, LCD 背面から, 3.0mm 厚アクリル板, 3x3 個の丸穴の空いた 3.0mm 厚アクリル板, グラスファイバーネット, 3x3 個の丸穴の空いた 3.0mm 厚アクリル板, 8mm 厚の

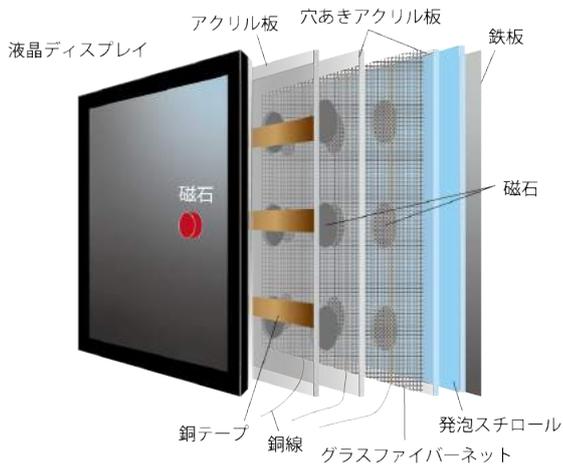


図 3: 磁石内蔵スイッチの構造。

発泡スチロール板、0.5mm 厚の鉄板を重ねて構成した。LCD に近い穴なしアクリル板には、銅テープを 3 本貼り、スイッチ格子の横の導線を構成した。また、グラスファイバーネットには銅線を 3 本編み込み、スイッチ格子の縦の導線を構成した。グラスファイバーネットを挟む 2 枚のアクリル板の丸穴の部分には、直径 23.0、厚さ 2.5 のコイン型ネオジム磁石を、ネットの表裏に 1 個ずつ、合計 18 個配置した。1 対の磁石はそれぞれ異極を向かい合わせて、グラスファイバーネットを挟み込むように配置した。ネットに編み込んだ銅線が丸穴中央に来るように位置調整してあるため、ニッケルメッキされたネオジム磁石全体がスイッチ格子の縦の配線として機能する。

マグネットを LCD 表面に置くと、裏側の磁石が LCD 側に引き寄せられる。するとアクリル板に貼った横方向銅テープに裏面磁石が接触し、スイッチ格子の縦横配線が閉じる。これにより 3x3 のどの場所に磁石が置かれたかを検出できる。さらに裏面の磁石の磁力により、マグネットを LCD 表示面に保持することができる。

以上により、LCD 表面に置いたマグネットの位置を検出し、マグネットを固定する機能が実現できた。

3 応用例

3.1 所在表示板

シートスイッチの応用として、研究室の所在表示板の上にマグネットを置くと Slack に通知がいくシステムを作成した (図 4)。シートスイッチを鉄板が入ったホワイトボードの上に貼り、その上に表が描かれた紙を置いている。置いた升目を Arduino で判別し、シリアル通信でコンピュータに位置データを送信する。位置により異なる文面を作成し、Slack API を用いて Slack に通知を送信している。

3.2 投げビンゴ

磁石内蔵スイッチの応用として、的当てゲーム「投げビンゴ」を試作した。この様子を図に示す。これは薄いビニールで磁石を包んだ球を用意し、これを LCD に表示した 3x3 個の的に投げて命中させるゲームである。球の先頭には直径 23mm のコイン型マグネットを置き、後尾にはシートを広げた尾をつけることで、重みのある磁石部分を先頭に飛行する構造にした。また、マグネットの前面にはウレタンゲルによる緩衝材を置き LCD への衝撃を吸収した。球のマグネットは、LCD 裏側の接点用磁石に吸着するよう極性を合わせた。これによ



図 4: アプリケーション。所在表示板 (左) と投げビンゴ (右)。

り的に命中すると球がディスプレイに貼りつく。前述のように、接点用磁石の周囲には、逆極性の磁石が合計 16 個配置されているため、的を外した球は裏面磁石と反発し、画面から弾かれる。また、的に近い位置に投げた球の軌道が変化して、当たりやすくなる効果もある。的に球が命中すると、的が爆発する映像を表示することで命中を演出した。また、縦・横・斜めのいずれかの 1 列的に球が命中した時も、画面に文字で「BINGO」と表示し、ビンゴ達成を演出した。極性の異なる磁石の引き合う性質を用いることにより、「LCD の映像に物を投げて貼り付けることによるコンピュータへの入力」という新しいインタラクションを実現している。

4 まとめと今後の展望

マグネットと格子状の接点を用いた新しい入力手法を開発、実装した。本稿ではプロトタイプ制作に留まったが、本システムを用いたさまざまな応用が考えられる。例えば本システムを冷蔵庫に貼り、その上に買い物リストを書いた紙を貼る。買い物が必要になった物の上にマグネットを置くと、家族に対して買い物の依頼がメールや SNS を利用して送られるシステムが考えられる。マグネットで行き先を示す行き先掲示板をオンライン上で共有すれば、コミュニケーションツールとして展開できる。シートの上に乗せる紙により異なる応用が可能になるので、さまざまな組み合わせを模索していきたい。また日常生活での利用を考えると、スイッチ表面に描画される文字・図形位置に、簡単な操作で機能を割り当てるための設計ツールも必要である。さらには、タブレット PC などのタッチパネルと組み合わせも考えられる。

参考文献

- [1] Bianchi, A. and Oakley, I.: Designing Tangible Magnetic Accessories, *Proceedings of the 7th International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction, TEI '13*, pp. 255–258 (2013).
- [2] Liang, R., Cheng, K., Su, C., Weng, C., Chen, B. and Yang, D.: GaussSense: attachable stylus sensing using magnetic sensor grid, *The 25th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, UIST '12, Cambridge, MA, USA, October 7-10, 2012*, pp. 319–326 (2012).
- [3] Steurer, P. and Srivastava, M. B.: System Design of Smart Table, *Proceedings of the First IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom'03), March 23-26, 2003, Fort Worth, Texas, USA*, pp. 473–480 (2003).