位置情報掲示版のネットワーク化

横 畑 亮 輔[†] 安 井 亮 平[†] 井 村 誠 孝^{††} 黒 田 嘉 宏^{††} 大 城 理^{††}

大学の研究室などでは,構成員の居場所を示す手段として,位置情報のリストが記されたホワイトボードと磁石からなる掲示板が用いられる.しかし,ユーザ同士が離れた位置にいる場合,この掲示板を確認することは困難である.従って,掲示板上の磁石の位置を検出し,構成員の位置情報を遠隔地から確認することができるシステムの構築が望まれる.

本研究では,磁石の位置を検出し,遠隔地から構成員の所在を確認できるシステムを構築する.検出対象が磁石であること,対象には移動制限があることを考慮し,複数の抵抗と磁石を近づけるとスイッチが閉じるリードスイッチを用いて位置検出を行う.また,Web サーバを構築し,センサで取得された情報を閲覧性が高くなるように編集,蓄積し,ネットワークで繋がれた他のコンピュータから参照できるようにセンサネットワークの構築を行った.情報配信のため,Web サーバソフトウェアの一つである Apache HTTP Server を利用し,Web サーバを構築した.また,一般的にセンサと接続されるコンピュータと Web サーバを構築しているコンピュータは異なる場合が多いため,本研究においても,それらのコンピュータを区別し,TCP ソケット通信を利用してセンサ情報の送信を実現した.送信する情報は位置情報であり,現在の位置情報と履歴情報を Web ブラウザで参照できるようにした.

Networked Whereabouts Notice Board

RYOSUKE YOKOHATA,† RYOHEI YASUI,† MASATAKA IMURA,††
YOSHIHIRO KURODA†† and OSAMU OSHIRO††

The notice board with the magnet and the white board which have a list of information of user's position is used to present information of the their position. But, in the case, the distance of members has long, it is difficult for members to confirm this notice board. So, it is hoped to construct the system which can confirm another member's information of the position by detecting to the position of the magnet on the notice board at the remote location.

This study proposes to construct the system which can detect to the position of the magnet and confirm another member's localization at the remoto location. Because the object is a magnet and has movement restriction, multiple resistors and reed switches which can be turned on by a magnet enable to detect the position of the magnet . And senced information is edited and stored so that information become intelligible, and a sensor network is constructed to distribute information to other computers on the network . Apache HTTP Server that is one of the web server softwares is used for the construction of the web server . Since the computer connected to the sensor is usually different from the one on which the web server is constructed, they are distinguished in the project. They use sockect communication to send information from sensors . Current local information and histories are read by web browser .

1. はじめに

近年,先進各国において,市民生活の中にネットワークが浸透しており,何時でも,何処でも,誰とでも繋がるという意味を持ったユビキタスネットワークが身

† 大阪大学 基礎工学部, yoko@bpe.es.osaka-u.ac.jp School of Engineering Science, Osaka University

†† 大阪大学 大学院基礎工学研究科 Graduate School of Engineering Science, Osaka University 近なものとなってきている.このユビキタスなネットワーク環境の実現にはセンサネットワークの構築が不可欠である.センサネットワークとは,センサをネットワークに接続し,特定あるいは不特定の対象に対して必要な機能を提供するシステムである.その中でも,遠隔地にいる人の位置情報を獲得し,その場に足を運ぶ必要なしに確認するシステムが求められている.

昔から多くの研究室では,図1のように位置が書かれた用紙と磁石を用いて(以下掲示板とする)構成員が自分の位置情報を示してきた.別の構成員はその磁



Fig. 1 The notice board

石の位置から相手の位置情報を確認してきた.しかし、例えば研究室において教員と学生の部屋が離れている場合,教員の所在を確認するためには教員の部屋の前にある掲示板まで赴かねばならず、コミュニケーション不足による作業効率の低下にもつながっていた.この問題を解決するために、遠隔地においても簡易的に相手の位置情報を表した掲示板を確認できるシステムの構築は有用であると考えられる.しかし、従来の手法ではシステムが巨大かつ高価になり,研究室などに設置するのは困難であった.

本研究では、掲示板上にある磁石の位置検出方法を提案する、検出対象が磁石であることに注目して、リードスイッチを用いた位置検出デバイスを作成する、また、検出された位置情報はネットワークが繋がっていれば遠隔地からでも簡易的に確認できるシステムを構築する。

2. 遠隔地の位置検出

物体の位置情報には様々な方法がある.現在,RFID やカメラを用いたトラッキングシステムが一般的に構築されている.

RFID (Radio Frequency IDentification)とは,電波を利用した認証技術の総称である.RFID はタグやラベル状に加工されたアンテナ付 IC チップを対象に付与し,記憶された情報をリーダと呼ばれる装置で読み取ることで、物体認識や個人認証などを行おうとするものである 1). RFID を用いた手法は,検出位置の

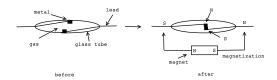


図 2 リードスイッチ動作原理 Fig. 2 The principel of reed switch

分解能は 40 mm 程度となり,検出間隔を大きく取る必要があり,デバイスが巨大化する.他にも,磁石にRFID リーダを取り付けることを想定すると,リーダの大きさは小型のものでも $40 \text{mm} \times 53 \text{mm} \times 23 \text{mm}$ である.リーダは磁石に比べ大きく,装着すると使用する磁石の吸着力では重力に耐えられず落下する問題がある.

一方、位置検出にカメラを用いる方法が考えられる.カメラを用いた位置検出には,カメラの台数やマーカの有無によって様々な方法が提案されている。しかし,カメラを設置すると磁石の前に物体などが置かれた場合に位置検出が行えないことや、レンズの汚れによる認識能力の低下,位置合わせの必要性などが問題となる²⁾³⁾.

いずれの方法においてもシステムが巨大となり,研究室の掲示板をネットワーク化するという目的に一致しない.従って,小型かつ簡便なシステムで、磁石の位置を検出するシステムが求められる.

3. 提案手法

本研究では、リードスイッチを掲示板内に埋め込む ことにより、居場所掲示板上の磁石の位置を検出する システムを構築する。

3.1 リードスイッチ

リードスイッチとは、小さなガラス管の中に、二つの金属板が重なり合う位置で、隙間を開けた状態で封入されているスイッチである.リードの軸方向に磁界を外部から加えると図2のように、2本のリードは磁化される.リード線を通して中の金属板が磁化され、金属板が互いに引き寄せられて接触し、スイッチを閉じることができる.本来は図2のように、一方のリード線には磁石のN極を、もう一方にはS極を近づける必要がある。実際には、片方のリードにだけ磁石を近づけても導通させることができる。磁石を遠ざけ磁界を消去すればリードの弾性によりスイッチを開くことが出来る.また、ガラス管の中には不活性化ガスが充填されているため、リードスイッチの接点部は外部環境から遮断され一定の環境を維持できる構造となっており、高い安定性を実現している.リードスイッチの

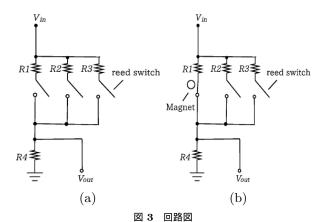


Fig. 3 Electric circuit

一般的用途としては、検出器(センサ)や信号処理器の一部として利用されている.具体的には、接触なしでも検出可能なので、ユーザに磁石を取り付け、扉の開閉センサとして用いられている。他にも、体内埋め込み型の医療機器として利用されており、ペースメーカー本体にリードスイッチを内蔵し、外部磁界によるスイッチの切り替えで動作チェックやモードの切り替えを行うために利用されるケースもある.

3.2 検出方法

磁石の位置情報を検出するためにリードスイッチを用いた回路を構成する.図 3 に回路のスイッチ部分を示す.回路への入力電圧を $V_{\rm in}$,出力電圧を $V_{\rm out}$ とする.図 3(a) はリードスイッチが開いている場合であり,

$$V_{\text{out}} = 0 \tag{1}$$

である。一方、図 3(b) は,磁石を近づけてリードスイッチを反応させ,スイッチを閉じた場合である.磁石を近づけることによって,回路を閉じることができ,図3の場合出力電圧は,

$$V_{\rm out} = V_{\rm in} \times \frac{R4}{R1 + R4} \tag{2}$$

となり、抵抗値に依存する出力電圧を得ることができる。回路の出力部は AD 変換器に接続されている. リードスイッチに接続されている抵抗の値を変えることにより、一つの AD 変換器のみで、複数のリードスイッチ中で一つが反応している場合、磁石に反応しているリードスイッチを検出することができる。複数のリードスイッチが反応した場合、正確に検出することはできないが、本目的では問題とならない。

 $V_{\rm in}$ を一定に保ち,R1,R2,R3 を異なる抵抗値に設定することで,それぞれのスイッチを閉じた場合にそれぞれ異なる出力値が得られる.具体的な検出の流れを以下に示す.

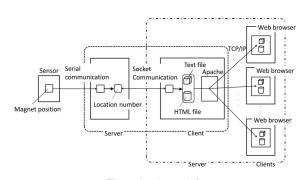


図 4 ネットワーク部

- Fig. 4 Network part
- (1) 出力電圧の理論値と実際に計測される出力電圧 の差の絶対値 val を求める.
- (2) val が , あらかじめ設定しておいた誤差 DEL より小さい場合はリードスイッチが反応していると判断し , 大きい場合はリードスイッチが反応していないと判断する .

この処理を繰り返すことによって,位置検出を連続的 に行う.

3.3 ネットワーク部

図 4 にネットワークの概要について示す.センサに接続され,センサから得られる情報を直接扱う PC (以下センサ PC) と,センサ PC から受け取った情報を閲覧性が高くなるように編集,蓄積して配信する PC (以下配信 PC) から成る.本研究では,研究室構成員の居場所を示すホワイトボード上の磁石の位置を検出して配信する.

位置情報データは、ソケット通信を利用してセンサPCから配信PCへと送信する.この通信においては,センサPCがサーバ,配信PCがクライアントとなる.配信PC上において、送信されたデータは現在の位置情報としてHTMLファイルに,過去の情報である履歴はテキストファイルに保存する.配信PC上ではWebサーバが稼働しており,他のPCのWebブラウザ上で現在位置や履歴を見ることができる.

4. 実 験

4.1 システム実装

本システムの実装に用いたセンサ用 PC の仕様を表 1, 配信 PC の仕様を表 2 に示す .

また,実装したシステム全体図を図5に示す.センサ部とセンサPCはUSB接続されている.本研究では,Web サーバを構築するために,Apache HTTPServerを利用した.







図 6 初期状態の位置

Fig. 6 The position at initial state





履歴

2011/08/02(火)21:28 学内(すぐ戻らない) 2011/08/02(火)21:27 在室

図 7 一分後の位置

Fig. 7 The position after one minitue

表 1 センサ PC の仕様 Table 1 Specification of sensor PC

OS	Microsoft Windows XP
CPU	Intel Core2 Duo 2.40GHz
Memory	4.00GHz
IP adress	172.16.0.231

表 2 配信 PC の仕様

Table 2 Specification of delivery PC

OS	Ubuntu 10.04
CPU	Intel Atom N270 1.60GHz
Memory	1.00GHz
IP adress	172.16.0.100
Server Software	Apache HTTP Server 2.2.19

4.2 結 果

ホワイトボード上の磁石の位置を変更し,情報が正 しく更新され,履歴が保存されるか実験した結果を

示す.

図 6,図 7は磁石の初期状態,移動後の磁石位置,配信画面,履歴画面を示している.結果より,正しく位置情報が更新され,履歴が保存されていることが分かる.

5. 考 察

今回作成したシステムの評価を行う.磁石を移動させた場合、目的外のリードスイッチが反応することが考えられる.

リードスイッチが磁石に反応し,スイッチを閉じる際の磁石とスイッチの距離の最大値は,磁石の磁力の大きさに依存する.磁力が大きければ,より離れた位置からリードスイッチを閉じることができる.今回使用した磁石の磁力では,リードスイッチから 1mm 以上離れていれば,必ずスイッチが閉じることはない.

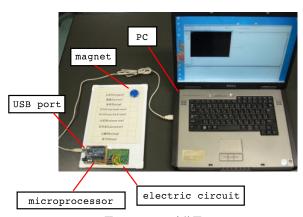


図 5 システム全体図 Fig. 5 System

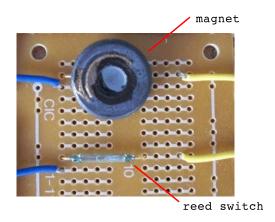
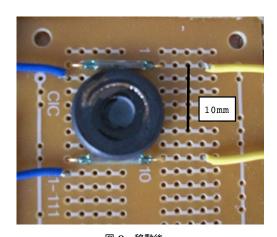


図 8 移動前 Fig. 8 Before the magnet is moved

作成したデバイスでは各リードスイッチは 16mm から 18mm 間隔で設置されており,図 8 の状態から移動させた際に,図 9 の状態のように磁石が二つのリードスイッチに重なる.この場合,検出プログラムの構成上、後に閉じたリードスイッチの位置が検出される.磁石を移動させ,隣り合うリードスイッチとそれぞれ1mm 程度重なった場合,どちらのリードスイッチも反応し,誤検出が起きてしまう.しかし,磁石が枠内に位置する状態であれば,他のリードスイッチは反応せず,正しく位置検出が行われる.

しかし、図5に示すように、磁石の設置位置には枠組みがありユーザが磁石を置くべき位置が示されているる.よって今回程度の誤差であれば誤認識することなく検出することが可能となる.

今回実験に使用した磁石は一般的に利用されるフェライト磁石 (${
m Fe_3O_4}$) を用いた、一般的にネオジム磁石 (${
m Nd_2Fe_{14}B}$) はフェライト磁石に比べ、磁力は 5 から



凶 9 移動後

Fig. 9 After the magnet is moved

表 3 AD 変換後の値

Table 3 The value of AD convert

AD 変換値	510	509
回数	97	3

10 倍程度強力であり, ネオジム磁石を用いると 10mm 程度でリードスイッチが反応した. 従って, ネオジム 磁石を用いた場合, 検出対象位置の間隔を広く取る必 要があり, システムが巨大化する. 本研究における位 置検出では, 今回使用したフェライト磁石が適してい ると考えられる.

3.2 節で述べたように,位置情報は回路の出力電圧 から判断している.基盤の抵抗値などの影響により, 出力電圧の理論値との違いやばらつきが考えられる. 表 3 に理論上 AD 変換値が 512 となる位置で実際の AD 変換値を 100 回計測した結果を示す. ただし, 今 回は 10 ビット AD 変換器を用いた. つまり 0 から 5.0V の電圧を 0 から 1023 の数値に変換するので,分 解能は 4.9mV となる . AD 変換値は基盤の抵抗の影 響で変化しているものの、出力電圧自体のばらつきは 小さいことが分かる、今回の実験では誤差 DEL を 5 と設定しているが,誤差 DEL を小さくすることが可 能となる. 誤差 DEL を小さくすることにより,より 多くの出力電圧の判別が可能となる.従って,今回は リードスイッチを 9ヶ所に設置し,磁石の位置検出を 行ったが, リードスイッチの設置数を増やすことで磁 石の検出位置を増やすことができることが分かる.

6. おわりに

本研究では,リードスイッチを用いて、遠隔地から相手の位置情報を簡単に取得できるシステムを構築した.磁石をリードスイッチに近づけることで AD 変

換器に加わる電圧を変え,9ヶ所の位置検出を行うことができた.磁石の位置によって,2ヶ所のリードスイッチが反応する場合もあるが,磁石を枠内に設置すれば,正確な位置検出が行われることを確認した.

また、Web サーバソフトウェアの一つである Apache HTTP Server を利用して、検出された情報を配信し、ネットワークで繋がれた他のパソコンから参照出来るシステムを構築した・センサと接続されるコンピュータと Web サーバを構築したコンピュータは異なるため、それらのコンピュータ間の通信は TCP ソケット通信を利用した・ネットワークで繋がっている他のパソコンから、Web ブラウザを用いてセンシングされた情報を参照出来ることを確認した・また、正しく情報が更新され、履歴が保存されることも確認した・

実際にこのシステムを研究室に導入した結果,掲示板に足を運ぶことなく,簡単に情報を取得することができるので,仕事の効率化につながる.

また,教員が磁石を移動させる毎に結果を履歴として蓄積している.この結果を分析することで、システム導入前後における教員の行動変化を調査することができる.

今回は,教員側の位置情報を確認できるシステムを 構築したが,今後教員側も学生側の位置情報を得るよ うな双方向の通信システムの構築が課題となる.

参考文献

- 1) 椎尾一郎: RFID を利用したユーザ位置検出システム,情報処理学会研究報告.HI, ヒューマンインタフェース研究報告, Vol.39, pp.45-50 (2000).
- 2) 富澤優,河合純,新谷公朗,芳賀博英,金田重郎:モーションセンサとビデオカメラを用いた室内用位置検出手法,電子情報通信学会技術研究報告・知能ソフトウェア工学研究会, SIG-KBSE Vol.105 (208), pp.7–12 (2005).
- 3) 金田重郎,川島秀人,新野毅,芳賀博英:動画像処理とセンサ情報の統合を用いた移動検出手法,電子情報通信学会技術研究報告・知能ソフトウェア工学研究会,SIG-KBSE Vol.109 (196),pp. 69-74 (2009).