

M-016

加速度センサを用いた移動トリガ位置登録システムの設計と実装

Movement Trigger Position Registration System with Accelerometer

中田 龍太郎[†] 石塚 宏紀^{††} 岩井 将行^{‡*} テープウィロージャナポン ニワット^{§*} 戸辺 義人^{¶*}
Ryutaro Nakata Hiroki Ishizuka Masayuki Iwai Niwat Thepvilojanapong Yoshito Tobe

1. はじめに

近年、近距離無線通信を利用した個体認識の技術が確立されつつある。しかし、個体情報を集中して管理するサーバの存在を前提としているため、情報処理システムの構築が必要となる。我々は集中サーバなしに、限られた空間において、物体に付着されたタグ同士が相互にリンクをはる実世界リンクシステム^[1]を構築した。実世界リンクシステムでは、固定物と移動物に分け、移動物が最も近い位置にある固定物の一つに関連づけることとし、移動物の位置検索を可能とする。移動物の消費電力を抑制するために、加速度センサにより移動を検知し、移動があったときに再度位置登録を行う「移動トリガ位置登録」を設計し、実装を行った。

2. 実世界リンクシステム

本章では、実世界リンクシステムにおけるノードの前提を定義する。

2.1 実世界リンクシステムにおけるノードの前提

実世界リンクシステムは、オフィスや作業場等のある閉じられた空間の中において、「モノ」を探索することを目的とする。そのため、実世界リンクシステムは、探索対象な物体に重点を置く。そこで、本システムは、空間内の物体を、移動が困難な SO (Static Object) と移動可能な MO (Mobile Object) の 2 つに分類する。また、空間内の「モノ」は、すべて SO, MO のいずれかに分類される。固定物である SO は、ある閉じられた空間内を移動する MO の所在を管理するため、MO 管理リンクテーブルを形成する。また、SO は、MO や他の SO と通信するために小型無線通信デバイスを装着する。一方、移動物である MO は、移動先にて自身を管理する SO を探し出し、自身を規定する情報を SO へ小型無線通信デバイスを用いて送信する。そのため、MO は、自身を規定するためのタグが付与されるものとする。

2.2 システム構成

本システムは、MO が発信するタグ情報を周辺に位置する SO が定期的に受信することによって、大まかな位置特定を実現する。SO は、受信した MO のタグ情報を MO 管理

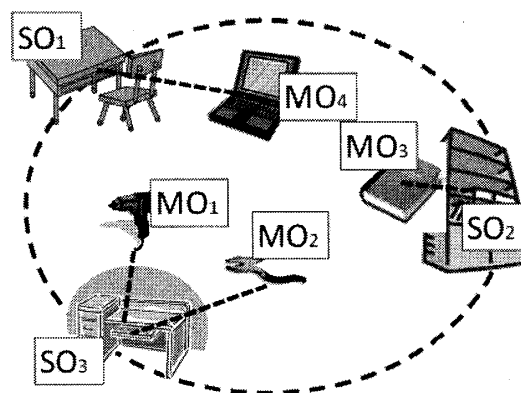


図1. 無線ネットワークによる実世界リンクシステム構成

リンクテーブルで保持する。ある MO を探しているユーザは、近隣の SO に探索パケットを送信する。SO は、探索パケット内の情報を用いて、自身や他 SO の MO 管理リンクテーブルを検索し、ユーザに該当 MO を管理する SO の情報を返答する。ユーザは、該当 MO を管理する SO の位置を知ることによって、大まかな位置特定を可能とする。図 1 に SO と MO を用いた実世界リンクシステムの構成を示す。以下に、実世界リンクシステムにおける MO と SO のネットワーク構成を示し、MO 探索機構の詳細を述べる。

2.2.1 実世界リンクシステムのネットワーク構成

実世界リンクシステムのネットワークは、2 つに区別できる。まずは、MO と SO 間のネットワークである。MO は、自身を規定するタグ情報を発信する。SO は、接近する MO からタグ情報を受信すると、その MO を MO 管理リンクテーブルに登録する。次に、MO の位置情報を管理する SO 間は、相互に 1 ホップで到達可能な無線送信能力を有するものとする。ユーザから発信された MO 探索パケットは、SO 間ネットワークに転送される。

2.2.2 MO 探索機構

実世界リンクシステムのアプリケーションとして、MO 探索機構がある。ユーザは、オフィスなどの閉じた空間内で MO を紛失した際に、実世界リンクシステムを用いて探索することができる。ユーザは、近隣の SO に対して、MO のタグ情報の一部を含む MO 探索パケットを発信する。探索パケットを受信した SO は、自身の MO 管理リンクテーブル内に探索対象の MO が存在するか確認し、該当 MO が存在した場合、ユーザに自身の位置を返答する。また、該当 MO が、MO 管理リンクテーブル内に存在しない場合、その SO は、探索パケットを他の SO に転送する。この一連の処理を繰り返すことによって、ユーザに探索している MO を管理している SO の位置を返す。ユーザは、探索対象の MO を管理する SO の位置を知ることによって、大まかな位置特定を可能とする。

[†] 東京電機大学大学院 工学研究科

^{††} 東京大学大学院情報理工学系研究科

[‡] 東京大学生産技術研究所

[§] 東京電機大学未来科学部

[¶] 東京電機大学未来科学部情報メディア学科

* 独立行政法人科学技術振興機構 CREST

3. 移動トリガ位置登録

MOは、定期的にSO探索要求パケット(SOS PKT)を発することで、最近隣のSOを特定し、自身のID登録要求を送信する。しかし、MOにとって移動中のSOS PKT送信は、特定のSO発見に至らないため、無駄にパケット送信電力を消費するだけである。そこで我々は、移動開始をきっかけとして、SOS PKT送信を停止し、移動終了の時点で、SOS PKT送信を再開することで、SO探索要求パケット送信による消費電力を抑制する移動トリガ位置登録を提案する。本手法は、MOに取り付けた加速度センサによって、MOの移動過程を検知し、MOが移動中である場合、無駄な送信パケットを減少させる。図2に移動トリガ位置登録の状態遷移図を示す。

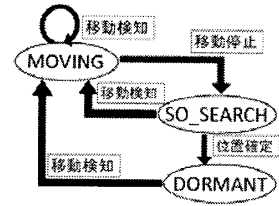


図2. Mobile Objectの状態遷移図

4. 実世界リンクシステムの実装

本章では、構築した実世界リンクシステムにおけるMOとSOの各実装方法について詳しく述べる。

4.1 MOの実装

MOは、移動トリガ位置登録時に加速度センサ、自身のIDを発信際に、無線通信手段を必要とする。そこで我々はMOの実装に加速度センサモジュールを搭載したSunSPOTを利用した。SunSPOTは、3.7V 720mAhリチウムイオンバッテリーで駆動可能であり、小型軽量であるため、物への装着も容易である。

4.2 SOの実装

SOは、固定物であるため、十分な電源があることを想定している。また、MOと通信可能である必要があるため、SOもSunSPOTを利用する。SunSPOTへの給電は、計算機を通して行う。

5. 実験評価

本章では、提案手法により、移動物の消費電力をいかに低減できるか評価した結果について述べる。MOで用いるSunSPOTのバッテリー残量を測定する。

5.1 実験環境

図2のようにSOをM1とM6の2箇所に配置した。SO間の距離を5等分にして実験を行う。

5.2 実験内容と結果

実験では、提案手法である移動トリガ位置登録と加速度を用いないで5秒毎にブロードキャストを行う手法の2種類の手法を用い、各バッテリー残量取得し、比較する。MOを図2のM1から20秒ごとにM1→M5→M2→M6→M4→M3→M1の順に動かし、1秒ごとにMOのバッテリー残量を取得し、2分間の測定を行った。

実験結果を図3に示す。実験結果から、提案手法を用いた場合のバッテリー残量が5秒毎にブロードキャストする手法に比べ多いことがわかり、消費電力を抑制することができた。

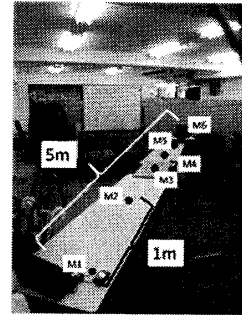


図3. 実験環境

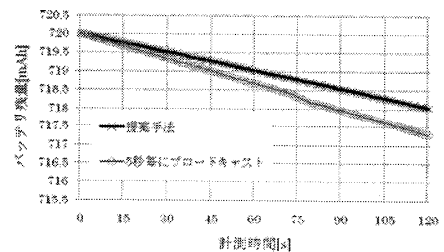


図4. 実験結果

6. 関連研究

ユビキタスID^[2]は、RFIDを用いて実世界のオブジェクトに対して固有の番号(Uコード)を付与する実世界のIDの体系である。ユビキタスIDを用いたアプリケーションとしてユビキタスミュージアムがある。実世界の様々なオブジェクトに対してUコードを付加し、計算機で、タグ情報を読み取ることで、食品トレーサビリティ、場所情報管理システム、医薬品のチェック、物流の効率化等の応用が考えられている。

7. まとめ

本論文では、移動物の消費電力を抑制するために、加速度センサにより移動を検知し、移動があったときに再度位置登録を行う移動トリガ位置登録について述べた。移動トリガ位置登録により、消費電力を抑えて移動物の位置登録が可能となることを示した。

参考文献

- [1] 中田龍太郎, 石塚宏紀, 岩井将行, 戸辺義人: 近距離無線を用いた実世界オブジェクト間ハイパーリンクシステムの提案, 情報処理学会第18回ユビキタスコンピューティングシステム研究会(UBI), pp.55-60 (2008)
- [2] 坂村健, 越塚登: ユビキタスID技術とその応用, 電子情報通信学会誌, Vol. 87, No 5, pp.374-378 (2004)