

POINT : オリエンテーリング競技者の位置捕捉システム

北崎 茂[†]

東京工業大学工学部

望月 祐洋[‡]

東京工業大学学術国際情報センター

1 はじめに

移動体のトラッキング方法としては携帯電話端末や自動車などのGPS (Global Positioning System) 機器を利用した方法が一般的である。しかし、GPSは建物内や森林内のような衛星からの電波状況が悪い場所ではほとんど機能しない場合もある。このような場合、一定の空間全域に無線通信機能を有するセンサ機器を分散配置することでセンサネットワーク [1] を構築し、移動体の位置情報を収集する方法が有効だと考えられる。

実際、上記のような環境に適したトラッキングシステムあるいはデータ解析方法の実現を望む分野も多い。こうした分野の一つとして、数キロ四方の森林内で行われるスポーツ、オリエンテーリングが挙げられる。本論文では、分散配置したセンサ機器と移動体の協調動作によって情報を収集し、森林内のオリエンテーリング競技者のトラッキングを行うPOINT (Point Oriented Information Tracker) システムのプロトタイプについて報告する。

2 オリエンテーリング

オリエンテーリングは数キロ四方の森林内において、定められた地点を走破したタイムを競うスポーツである。競技者は、競技用の地図とナビゲーション用のコンパスを駆使して定められたCP (Control Point) を順番に回る。地図には競技エリア内の地形が等高線を用いて表現されており、植生の違いや小さな特徴物といった詳細な情報も書き込まれている。併せてCPの位置および回る順番も記入されているが、CP間のルートは指定されていない。それぞれのCPには目印としてのコントロールマーカと競技者の通過を証明するためのパンチング器具が設置されている。パンチングの方法としては、紙にペンで色を付けたり器具で穴を空けるものから電子器具を用いるものまで様々な方法が存在する。競技者は予め配布されたコントロールカードにパンチング動作を行い、所定の順番通りにCPを

回ってきた中で所要時間が最も短い競技者が勝利者となる。

オリエンテーリングでは速く走るだけでなく正確なナビゲーションを行うことも重要な競技要素である。このため、競技者のスタート時刻には一定の間隔を設け、故意の追走を防止する。

一方、地図の作成、CPの設置などを行う運営者も必要である。競技者が正しくパンチングを行ってきたかを確認することも運営者の重要な仕事である。近年は電子パンチングシステム [2, 3] を利用することが多いが、現状では競技中の競技者のパンチング情報を収集することができないため、競技者の現在位置を把握することができない。

3 システム設計

本システムは競技者に近距離無線ICタグを付与し、競技エリア全体に分散配置した無線通信機能を有するセンサ機器との協調によって競技情報を収集する。そして、収集した競技情報を元に競技状況を視覚化する機能を提供する。競技情報とはCPのIDと、競技開始からそのCPを通過するまでの経過時間の集合である。なお、競技情報は競技者のICタグが保持しているが、収集の過程では、分散配置されたセンサ機器にもその複製が保持される。CPの位置は予め決定されているので、競技情報を適宜解析すれば競技者の移動経路を把握し、現在位置を推定できる。

POINTシステムは競技エリアに実際に展開するField sideと、そこから収集した競技者の情報を解析するStation sideからなる(図1)。

3.1 Field side

Field sideには固定配置された固定ノードと空間内を移動する移動ノードがあり、それぞれオリエンテーリングにおけるCPと競技者に対応付けられる。全てのノードには一意のIDが与えられる。

競技情報は固定ノードが主となって形成するセンサネットワークを介してStation sideに送られる。だが屋

POINT: Tracking system for orienteering

[†]Shigeru Kitazaki (Tokyo Institute of Technology)

[‡]Masahiro Mochizuki (Tokyo Institute of Technology)

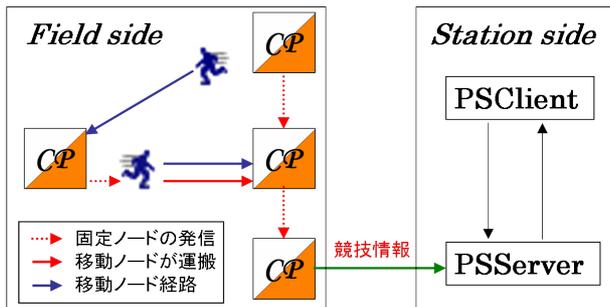


図 1: POINT システム図

外では通信状況が安定しないこともあり、隣接する固定ノード同士が必ずしも通信できるとは限らない。そこで、競技者のスタート時刻に間隔が設けられていることから競技者が各 CP に到達する時刻にも差が生じるものと考え、分断された固定ノード間の通信は移動ノードが補助する。固定ノードは蓄積された競技情報を一定の時間間隔で発信し、移動ノードがそれを次の固定ノードまで運搬することで Field side のネットワークが構成される。実際、競技者同士の実力が伯仲しているほど競技時間は接近し、各 CP を通過する時間間隔は同等になるので、ネットワークの構成方法として妥当な仮定といえる。

しかし、移動ノードが固定ノード付近に止まる時間は完全に競技者次第であるため、通信可能な時間すなわち運搬可能なデータ量には大きな差がある。さらに、移動ノードが離れて行くと通信が終了してしまうためデータが消失しやすい。ゆえに、固定ノードが閾値回数以上同じデータの発信を行うことで冗長性を持たせる必要がある。

3.2 Station side

Station side は Field side から送られてきた競技情報の解析を行う PSServer とそれを表示する PSClient からなる。

PSServer は CP の位置とその ID および競技者の ID を管理している。また、競技エリア内の空間データも保持していることが望ましい。PSClient は PSServer に要求を発行すると競技者全体や特定の競技者の情報を入手できる。競技情報は CP の ID と通過時間で構成されるため ID のマッチングにより競技者の CP 通過履歴が確認でき、それを空間データに重ね合わせることで競技状況の視覚化が可能になる。

4 実装

Field side では Crossbow 社の Mote を利用し、固定ノードとして MICA2 を、移動ノードとして MICA2DOT を用いる。通信可能範囲はお互いのアンテナの有無に大きく依存するが、概ね 3m 以内とする。競技時間は移動ノードの内部クロックを用いて 1 秒単位で管理する。

MICA2DOT は MICA2 の通信可能範囲内に到達するとパンチングが行われたものと判断して、ID とその時点の競技時間を保存する。Mote は TinyOS によって動作するが、通信単位であるパケットが競技情報量に対して非常に小さいため、MICA2DOT が運搬するデータは 1 人の競技情報でもいくつかのパケットに分割される。データは最終的に Interface Board を介して Station side に送られ、再構成される。

Station side では PSServer として MapServer を利用する。MapServer は WEB ベースのアプリケーションであるため、サーバとクライアントの分離がはっきりしている。別途 WEB サーバが必要となるが、PSClient として各種 WWW ブラウザを利用できる。PSServer と PSClient の動作は同一マシンでも別々のマシンでも良い。

5 まとめ

本論文では分散配置したセンサ機器と移動体の協調動作によって情報を収集し、森林内のオリエンタリング競技者のトラッキングを行う POINT システムのプロトタイプ作成について報告を行った。

今後の課題としては、トラッキングの精度向上が挙げられる。精度向上にはノード間で一度に大量の情報を交換する必要があるが、情報交換可能な時間が定まっていないためデータが消失する恐れもある。競技者の数と CP の数および CP 間の間隔に併せて適切に情報収集速度を調節する工夫が必要となる。

参考文献

- [1] J.M.Kahn, R.H.Katz and K.S.J.Pister, "Mobile Networking for Smart Dust," Proceedings of the 4th International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom99), 1999
- [2] Emit AS
<http://www.emit.no/>
- [3] SPORTident
<http://www.sportident.com/>