

カメラ付アドホックセンサネットワークにおける 3D 位置計測

学籍番号 90102125 佐藤研究室 廣川 新

1. はじめに

アドホックセンサネットワークはセンサ機能と無線通信機能を持った多数の小型端末が、自動的に構成を更新しながら自律的にネットワークを構築し、センサ情報を基地局あるいは相互に送信して様々なアプリケーションを提供するものである。

センサネットワークにおいて、各ノードが収集した情報を利用する場合、計測した位置は非常に重要な情報である。屋外での大規模なセンサネットワークでは、GPS が利用できる他、ごましおモデルに基づきノード間のホップ数でおおまかな位置を推定する方法がある。屋内では、電波と超音波の伝播時間の差を利用したものがあるが、光学的な位置計測に適切な方法論がない。

そこで本研究では、センサノードに小型カメラと発光源を装着し、発光制御からネットワーク各ノードの三次元位置を画像計測的アプローチから取得する方式を提案する。

2. システム構成

複数の小型無線センサ端末が、自律的にアドホックネットワークを構成し、相互に通信が可能と仮定する。ノードには、内部パラメータ（画角情報等）が既知な小型カメラと発光制御が可能な発光源（例えば赤外線 LED）が接続されているものとする。

ここで、あらかじめ空間座標が与えられている基準ノード、および、既に三次元座標が計測され、「計測済」のラベルを有するノードの発光源を順次点滅させ、「未計測」とラベル付けされているノードはそれらの輝点の撮影画像から視線方向を得る。カメラの視野中にノードの輝点が4点以上あれば、「未計測」のノードの三次元座標と姿勢が算出出来、「計測済」にラベルが書き換えられる。

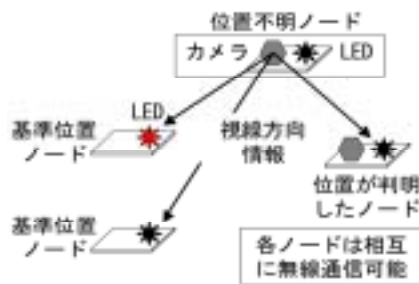


図1 システム構成

3. 試作装置

試作装置では、米カリフォルニア大学バークレー校が主体になり研究が進んでいる Smart Dust "MOTE" の開発キットを用いた。MOTE センサノードには温度センサや光センサがついているが本研究では使用せず、未使用のデジタル入出力線に CMOS カメラデバイスを取り付けた。取り付け

たカメラは京セラ製イメージキャプチャユニット Treva である。これは小型小消費電力という特徴があり、出力画像は 96×72 pixel の YUV 形式である。出力信号はシリアルデータで、読み出しクロック周波数に下限がない。

図2に試作したカメラ装着の MOTE の概観と、Treva で撮影したカラー画像を基地局へシングルホップでパケット送信し、画像を得た例を示す(黒部はパケットロス)。



図2 試作センサの概観(左)と撮影画像の例(右)

4. 実験

提案手法の誤差の評価をするため使用したカメラ Treva のパラメータを用いてシミュレーション実験を行った。シミュレーションの結果、基準位置ノードとの距離に依存して誤差が大きくなることが示された(図3)。この誤差の原因は Treva の解像度が低いため、遠くにあるノードの輝点位置を正確な画像座標として取ることができないためである。

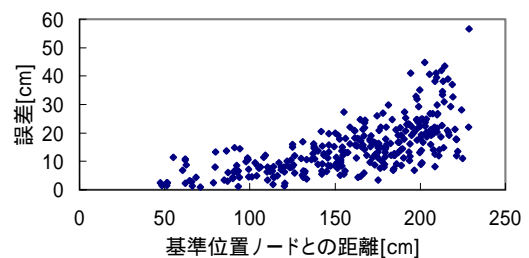


図3 シミュレーションによる誤差

また、試作したセンサを用いた実験ではシミュレーションの以上の誤差が出ることがあった。これはカメラパラメータのキャリブレーションの正確さに影響していると考えられる。

5. まとめと今後の課題

これまで開発されてきたセンサネットワークに欠けていた位置計測機能に関して、発光源と小型カメラによる実現を提案し、シミュレーション実験と実装を行った。小型ノードの光学的な位置計測は、タグベースドビジョンと呼ばれる新たな画像計測分野や、家庭やオフィス内のネット接続機器に対するリモコン操作の指示に不可欠なものであり、今後はそのコンパクトな実装と省電力化のための制御を検討したい。