

大阪大学工学部

学生員 ○立川 貴博

大阪大学大学院工学研究科教授

正会員 矢吹 信喜

大阪大学大学院工学研究科准教授

正会員 福田 知弘

1. はじめに

建設施工現場において、情報通信技術（ICT）を高度に利用した情報化施工の導入により、効率化や品質向上が図られつつある。情報化施工の一環として GPS（Global Positioning System）や RFID（Radio Frequency Identification）技術を利用した測位技術が利用される。しかし、GPS は屋内では測位が行えず、携帯電話などに内蔵されるような通常の GPS では数 m 以上の誤差が生じる。また、RTK-GPS（Real Time Kinematic-GPS）を利用すると高精度な測位を行うことができるが、高価で大きな機材が必要となると共に、やはり屋内測位はできない。RFID 技術を利用すると屋内でも測位を行う事はできるものの、数 m 以上の誤差が生じる上、移動する物体の測位に課題を残す。

一方、超広帯域通信（UWB：Ultra Wideband）通信方式を利用した IC タグ及びアンテナを利用して測位を行うと、屋内でも比較的高精度（30cm 程度）の測位が行う事が可能であると言われている¹⁾。しかし、UWB は米国では利用されているものの²⁾、日本では、電波法の制約から、ほとんど利用されておらず、その性能も知られていない。そこで、本研究では、実際に一定の条件下で UWB 測位システムの測位実験を行い、その精度を計測する事を目的とした。

UWB とは、超広帯域通信とも呼ばれる通信方式で、マイクロ波と呼ばれる 3～30GHz の周波数のうち 500MHz 以上という従来の通信方式と比較して非常に広い周波数を利用する。本研究では、UWB の中でもインパルス無線方式と呼ばれる方式を利用した測位システムを利用し、当局から許可を得て、大阪大学吹田キャンパス S4 棟で実験を行った。

2. 実験方法及び結果

本実験では、YRP ユビキタス・ネットワーキング研究所によって開発された小型の UWB-IC タグ「UWB dice」を利用した。UWB dice の基本的な仕様を表 1 に示す。本システムは IC タグ、アンテナを内蔵する基地局及び基準局、サーバ PC 及び無線 LAN アクセスポイントから構成される。基地局から発信された測位信号と測位信号を受信した基準局から発信され

る基準信号の 2 つの電波を基地局アンテナが受信し、測位信号と基準信号の到着時間差から基地局と IC タグの間の距離を算出する。3 つ以上の基地局と IC タグ間の距離を算出することによって、三辺測量方式により IC タグの位置が特定されるシステムである。

表 1 UWB dice の基本的仕様

通信周波数	3.4GHz～4.8GHz
通信距離	30m
通信速度	258kbps
データ送信間隔	125ms
外形寸法	27.8×56.5×15.2mm

2. 1 静的精度実験

(1) 誤差分布計測実験

図 1 に示すように基地局 4 台及び基準局 1 台を配置し、基地局で囲まれた範囲内のうち 0.6m 間隔で 81 点において測位を行った。各点において 30 回測位を行いその誤差の平均を算出した。ここで誤差とは測位システムから出力された座標と実際に IC タグが存在する位置座標との距離とした。各点における測位誤差を図 1 に示す。全 81 点で行った測位の誤差の平均値は 0.24m、最大値は 0.65m、最小値は 0.06m、標準偏差は 0.13m であった。

(2) アンテナの指向性実験

IC タグの位置を固定した状態で、基地局 3 台及び基準局を配置し、基地局及び基準局の向きを変更しながら測位を行い、その誤差を計測した。その結果、全ての基地局及び基準局が IC タグの方向を向いていたときに誤差は 0.09m と最小になり、の誤差が計測され、全ての基地局及び基準局が同じ右方向を向いていたときに 0.37m の最大誤差が計測された。

2. 2 動的精度実験

(1) 水平方向移動実験

IC タグが水平方向に移動している際の測位誤差を速度を変えて調査した。基地局 4 台と基準局 1 台を配置した。IC タグを移動させる手段として、建設施工現場における利用を想定して、人間がヘルメットを被り、そのヘルメットの正面の中央部に IC タグを貼

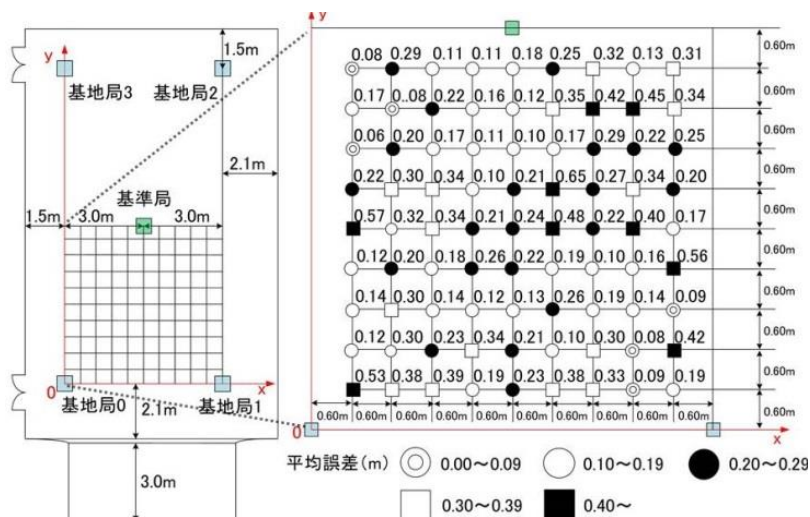


図1 静的精度実験基地局配置及び誤差分布

り付けて移動させた。また、移動速度をビデオカメラによりに計測した。IC タグが基地局で囲まれた中央部付近を通過した際の測位データと、その様子を撮影した動画内の同時刻におけるICタグの位置と比較して誤差を求めた。その結果をプロットしたものと回帰直線を図2に示す。また、回帰分析を行った結果、決定係数 R^2 の値は0.17であった。

(2) 鉛直方向移動実験

IC タグを鉛直方向に移動させながら測位を行い、その誤差を計測した。部屋の上に縄を張り、その中央部付近に滑車を取り付け、その滑車に通したビニール紐の先端にICタグを取り付け、上下に移動させた。ICタグを移動させる速度を変えながら測位を行った。水平方向移動実験と同様に、ビデオカメラで撮影して移動速度を計測した。その際のICタグの平均移動速度と平均誤差を図3に示す。また、回帰分析を行った結果、決定係数 R^2 の値は0.47であった。

3. まとめ

誤差分布計測実験では、全81点で測位を行った結果、0.09m から0.37mの誤差が計測された。通常のGPSやRFID技術を利用した測位と比較すると高精度な測位が行われる事が確認されたが、測位を行う点によって精度に差が生じており、その原因は今後の調査課題である。

また、アンテナ指向性実験より、基地局及び基準局の向きによって測位精度に差が生じ、全ての基地局及び基準局がICタグの方を向いているときに最も高い精度で測位が行われる事が確認された。

また、動的精度実験の結果より、ICタグを移動させながら測位を行った際には、移動速度が大きいほど測位誤差も大きくなる傾向が見られた。ICタグを鉛直方向に移動させた場合の方が水平方向に移動さ

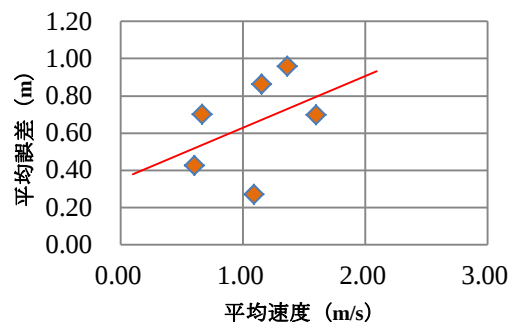


図2 水平方向動的精度実験結果

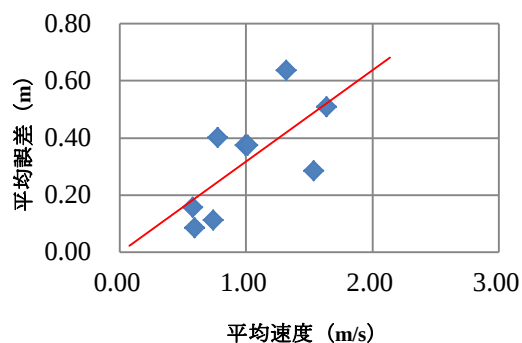


図3 鉛直方向動的精度実験結果

せた場合と比較して決定係数 R^2 の値は大きくなっており、鉛直方向の移動の方が水平方向と比較して測位精度との相関が大きいと考えられる。

謝辞

本研究は、(財)レントオール奨学財団の研究助成を受けた。ここに謝意を表する。

参考文献

- 1) 阪田史郎編著：「UWB/ワイヤレス教科書」，インプレス，2006
- 2) Tao Cheng, Jochen Teizer, Giovanni C. Migliaccio, Umberto C. Gatti : Automated task-level activity analysis through fusion of real time location sensors and worker's thoracic posture data, Automation in Construction, Vol.29, 24-39, 2013