

二次元通信における位置計測法 (第2報)

○中妻 啓, 牧野 泰才, 篠田 裕之 (東京大学)

Measuring Position in Two-Dimensional Communication (Second Report)

○Kei Nakatsuma, Yasutoshi Makino, and Hiroyuki Shinoda (The University of Tokyo)

Abstract: Our group has proposed a novel communication technology named “Two-Dimensional Communication (2DC)” for indoor ubiquitous networks. Recently, we have developed a localization method for ubiquitous nodes in 2DC networks. In this paper, we report our latest achievements of the localization project. We fabricate a 2DC sheet with location markers. Then, we measure patterns of the markers through the electric field sensing above the sheet.



Fig. 1 二次元通信のデモの様子。2 台の PC 間のシートを介したデータ伝送と、LED、ファン、スピーカシステムへの電力伝送を実現している。

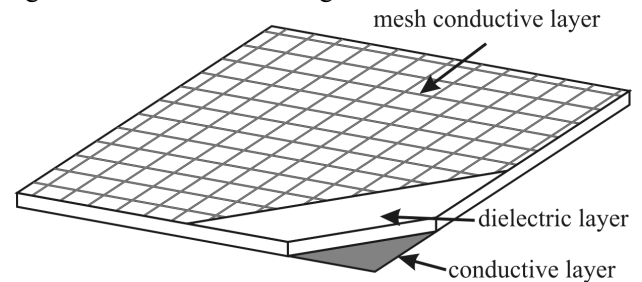


Fig. 2 二次元通信シート(2DC シート)の構造。

1. はじめに

我々は薄いシートを介したワイヤレス・バッテリーレスな通信環境を実現する「二次元通信 (Two-Dimensional Communication, 2DC)」を開発してきた[1]。二次元通信(2DC)シート上に置かれたユビキタスノードは電氣的接点なしにシートを介した高速通信・電力取得を行うことができる。データ及び電力伝送はシート内を 2 次的に伝搬するマイクロ波により実現される(Fig. 1)。

現在我々は、2DC シート上に配置されたデバイスの 1mm 精度の自己位置検出を目標に研究を進めている。位置計測により、二次元通信を利用したユビキタスネットワークのノード位置検出、デスクトップ・インターフェースなどへの応用が広がる。本稿では提案する位置計測法の概要と、現在までの成果について報告する。

2. 位置計測法の概要

2DC シートは導体層が誘電体層を挟む構造を持つ (Fig. 2)。データ・電力伝送に用いられるマイクロ波は誘電体層内を 2 次的に伝播する。導体層の一方はメッシュ構造を持ち、シート内をマイクロ波が伝播するときシート近傍にエバネッセント波が生じる。シート

上のノードは特殊なカプラによりエバネッセント波へ結合することで、データ・電力の送受信が可能である[1]。

シート上のエバネッセント波の 2 次的な強度分布はシートのメッシュ層の導体パターンに依存する。我々が提案する位置計測法では、メッシュ層の導体形状をシート上の位置・方向情報を表現するように変形する。デバイスに取り付けた電界センサによりシート上のエバネッセント波の強度分布を測定することでシートの導体パターンを読み取り、位置・方向情報を取得する。

我々はこれまで、室内ユビキタスネットワークへの応用を念頭に

- 1) 10 m 四方以上の 2DC シート上における一意の位置・方向検出
- 2) 10 cm 四方程度の位置検出デバイスサイズ
- 3) 1 mm 程度の位置検出精度

の 3 点を目標として、以下の課題に取り組んできた。

- 1) 上記目標を実現する 2DC シートへの位置・方向情報コーディング法
- 2) 位置情報を効果的にシート上のエバネッセント場強度分布に変換するメッシュ導体形状の設計と、その数値シミュレーションによる評価
- 3) シート表面のエバネッセント場強度分布を計測するための電界センサの基礎原理の開発

シートへの位置・方向情報コーディングではメッシュの各マスに 1 bit の情報を付与する。1 bit の情報はマス

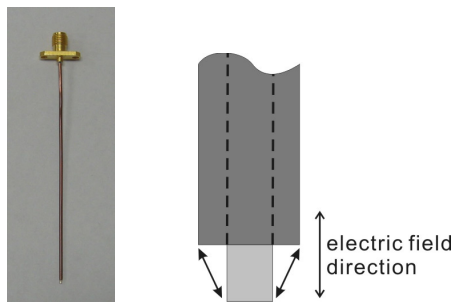


Fig. 3 開発した電界センサの構造。左が同軸ケーブルを用いて試作した電界センサ。右がその先端の模式図。

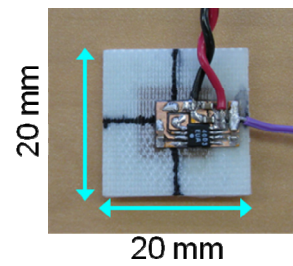


Fig. 4 Fig. 3 に示す電界センサの原理を元に回路基板を用いて試作した電界センサ。基板の中心を貫くピアが同軸ケーブルの芯線の役割を果たす。

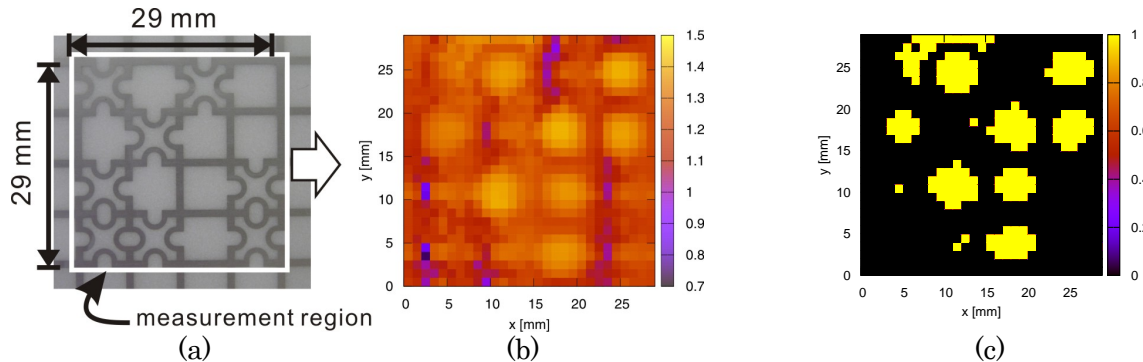


Fig. 5 実験結果。(a):測定領域。Marked block (メッシュ線が内側に湾曲したマス)、plain block によるビットパターンを持つ 2DC シート上の 4×4 マスの領域。(b): (a)の領域を Fig. 4 のセンサにより 1 mm 間隔でスキャンした出力結果。2 種類のマスのパターンがセンサ出力の強弱分布により読み取れる。(c): (b)の結果について 1.3 V を閾値として閾値以上を 1、それ以下を 0 としてプロットした結果。(a)のビットパターンにほぼ一致するパターンが見られる。

の形状を変形することで行い、変形したマスを **marked block**、変形しないマスを **plain block** と呼ぶ。我々の考案した位置情報コーディング法では、2 種類のマスの適切な配置により上記の目標を満たすことができる。上記課題 1), 2)については[2]に詳細が述べられている。本稿では、2 種類のマスの配置による 2DC シート上のビットパターンを検出可能な電界センサの開発について以下に述べる。

3. 電界パターン計測

Marked block の形状を Fig. 5 (a)のように設計することで、シート表面近傍のシートに垂直方向電界強度分布に 2 種類のマスの配置によるビットパターンが反映されることがシミュレーションにより分かっている[2]。本節では、このシート上の垂直方向電界強度パターンを取得する電界センサについて述べる。

センサの基本構造は同軸ケーブルの先端部の導体被覆を除去したものである(Fig. 3)。この構造により、芯線と被覆の先端間の電位差を検出する。このセンサはケーブルの軸方向の電界成分にのみ強度を持つ。センサをシートに垂直に高密度に配置することで、ビットパターンの取得ができる。試作機の実装に当たっては、センサのアレイ化を念頭に同軸ケーブルを用いたセン

サと同様の計測原理を回路基板により実現した(Fig. 4)。

このセンサを用いて、**marked block**, **plain block** を含む 2DC シート上の垂直方向電界パターンを測定した。取得した電界パターンからシートに付与したビットパターンを読み取れることを示唆する結果が得られた(Fig. 5)。

4. おわりに

本稿では、二次元通信シート上のデバイスの位置計測法について提案手法の概要を述べ、現在の成果としてシートに付与した位置・方向情報を持つビットパターンを読み取る電界センサの原理と試作・実験について報告した。

今後、試作した電界センサの高密度アレイ化を行い、位置検出デバイスの完成を目指す。

参考文献

- [1] H. Shinoda, Y. Makino, N. Yamahira, and H. Itai, "Surface Sensor Network Using Inductive Signal Transmission Layer," *Proc. INSS 2007*, pp. 201-206 (2007)
- [2] K. Nakatsuma, Y. Makino, H. Shinoda, "Position Sensing based on Electric Field Measurement on Two-Dimensional Signal Transmission Sheet", *Proc. INSS 2008*, pp. 189-194 (2008)