

道路交通調査へのセンサネットワーク適用に関する研究

一走行路を用いた車両検知実験に関する報告

株式会社国土情報技術研究所 正会員 ○古田 明広, 石間 計夫, 高田 知典
 国土技術政策総合研究所 道路研究室 正会員 井坪 慎二, 塚田 幸広

1. 背景と目的

国土交通省では、概ね 5 年ごとに全国道路交通情勢調査(道路交通センサス)を実施し、将来交通量推計・道路計画・管理に不可欠な交通データである交通量と旅行速度調査を行っている。現在、その調査方法は、高価なデータ収集機器による方法や人手による観測に頼っているため、調査コストやデータ精度が問題となっている。特に、交通調査のコスト縮減に関しては、財政事情が厳しさを増す中で重要な課題となっている。

一方では、近年、センサネットワークや RFID、高速ネットワーク、微弱無線技術、MEMS など、ユビキタスネットワークの実現に向けた技術開発が進んでいる。

中でもセンサネットワークは、センサと電源、CPU、メモリ、無線通信機能などを搭載した端末(図 1)同士が、自立的にネットワークを形成してデータを収集できることから、簡易に多数のセンサ情報を収集可能な方法として注目されており、建設分野においても、公共施設の維持管理や災害時における迅速な情報収集など、多くの効果的な活用分野があると期待されている。

このような背景のもと、本研究では、交通量調査における費用の軽減を目的として、センサネットワークの特性や利用限界を把握し、交通量調査への適用可能性について検証実験を行った。

本稿は、成果の一部である、機能確認を目的とした事前実験、および走行路を用いた「走行車両検知」の結果について取りまとめたものである。

2. センサネットワークの概要

センサネットワークとは、センサ・電源・CPU・メモリ・無線通信機能などを搭載した超小型の端末（以下、センサ端末）を用いて自立的なネットワークを形成し、センサデータの収集を行うための技術である。センサデータの収集には、センサ端末の他、データを収集・蓄積するためのサーバとゲートウェイ装置が必要となる。

主なセンサネットワークの特徴は、機器の配線が不要で設置が容易であることと、広範囲にわたるセンサデータの収集が可能であることが挙げられる。また、センサ端末自身が処理機能を有しているため、センシングや通信の必要が無い時は、自動的に省電力モード(スリープ)に切り替えることが可能であるなど、自立動作が可能であることも特長である。なお、この特長により、センサ端末の低消費電力化が実現されている。

代表的なセンサ端末として、米カリフォルニア大学バークレー校の研究プロジェクトにより開発された Mote がある。Mote は、MEMS（微細加工技術）を用いて、わずか数 mm 角の基板上に機能を集積したセンサ端末である。近年では、太陽電池を使って電力を生成・蓄積し、長時間の稼働が行えるものも開発されている。

3. 実験項目および手法

センサネットワークは、従来手法による交通量調査に適用した場合、①電源・通信ケーブルが不要なため、設置や撤去が容易、②センサ端末が小型・軽量であるため、設置場所にとらわれない、③複数のセンサ端末の情報を、リアルタイムにモニタリング可能などのメリットが考えられる。

一方、センサネットワークを実利用する際の課題としては、①無線通信に伴うデータ欠損の可能性がある、②センサ端末のデータ処理性能が低いため、1 秒間あたりのセンサ観測回数に制限があることが挙げられる。

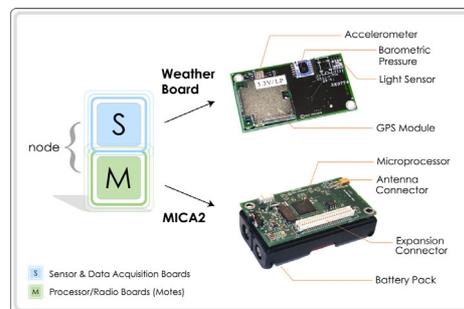


図 1 センサ端末

キーワード センサネットワーク、ユビキタス、道路、交通調査

連絡先 〒150-0002 東京都渋谷区渋谷 1-16-14 渋谷地下鉄ビル (株)国土情報技術研究所 TEL 03-3409-8174

このため本研究では、上述した内容を基に、交通量調査へのセンサネットワーク適用を目的として、(1)センサ、ネットワーク機能の確認実験、(2)走行車両の検知、車種判別、車両速度の計測など道路交通調査への適用に関する実験、の2つの項目に分けて実験を行った。なお、センサ端末には、車両の通過に伴う磁界の変化を捉えるための磁気センサを搭載した。磁気センサは、既に地方整備局などで使われている簡易型のトラフィックカウンターで採用されている車両検知手法と同じである。表1に磁気センサの仕様を記載する。

4. センサ、ネットワーク機能の確認実験結果

本実験は、センサ端末の真上を、車両速度約10km/hで通過した時の磁界の時間的変化を計測した。図2は、車両幅員方向の磁界(Bx)と車両進行方向の磁界(By)の計測結果をプロットしたものである。なお、車両が通過していないときのBx, Byの磁束密度値が0値を示していないのは、地磁気を検出しているためである。本実験では、以下のような結果が得られた。

- (1) センサ端末に搭載した磁気センサにより、端末の真上を通過する車両を検知することが可能
- (2) センサ端末が車両の真下に入った際も、センサ端末とゲートウェイ間のデータ通信が可能
- (3) 車両の通過時には、車両進行方向の磁界 By と車両幅員方向の磁界 Bx の両方が反応する。

5. 走行路を使用した車両の検知実験結果

5-1. 実験の概要

機能確認実験の結果から、磁気センサを搭載したセンサ端末による車両検知が可能であることが分かった。

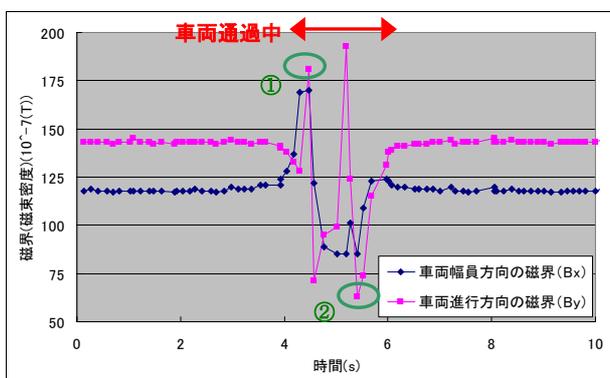


図2 車両の通過による磁界の時間的変化

表1 実験に使用する時期センサの仕様

磁界レンジ (T)	$-2 \times 10^{-4} \sim +2 \times 10^{-4}$
分解能 (μT)	27×10^{-4}
磁界を検知する軸数	2軸 (Bx, By)

このため、次の実験項目である、屋外走行路を使用した、道路交通調査への適用実験を行った。

センサ端末は走行路（車線幅 4.7m, 2車線+路肩）の車線中央に、直径10cm, 深さ30cmのコアを各車線に6個、計12個取り、さらに、コアの深さを道路上から5cmに調整した上で、磁気センサの車両進行方向の磁界がy軸(By), 車両幅員方向の磁界がx軸(Bx)となる向きに統一して設置した。

5-2. 実験の結果

本実験は、コア内に設置したセンサ端末が、走行車両の通過を検知するか否かを調査した。その結果、センサ端末の真上を車両が通過した場合（表2）、磁気センサの車両進行方向の軸 (By) は、センサ端末の計測回数(2回/s, 6回/s)および車両速度(10km/h, 40 km/h, 60 km/h, 100 km/h)の全てにおいて検知できた。一方、車両幅員方向の軸 (Bx) は、車両通過速度が速くなるにつれて検知できなくなる傾向が見られた。

6. まとめ

本研究では、交通量調査における費用の軽減を目的として、センサネットワークの機能や特性を把握し、交通量調査への適用可能性について検証実験を行った。

その結果、センサ端末の真上を車両が通過した場合、車両進行方向の軸 (By) は、センサの計測回数や車両通過速度に関係なく全て検知することができた。一方、車両幅員方向の軸 (Bx) は、車両通過速度が速くなるにつれて検知できなくなる傾向が見られた。

今後は、この他に行った実験と合わせて解析を進めるとともに、センサネットワークを適用した交通量調査への実現に向けた、検討と実証実験を重ねていく。

表2 走行車両の検知結果

車両速度 (km/h)	走行車両の検知結果 (検知回数/総実験サンプル数)				
	計測回数	2 (回/s)		6 (回/s)	
	磁気センサ軸	Bx	By	Bx	By
10		(6/9)	(9/9)	(3/6)	(6/6)
40		(6/9)	(9/9)	(3/6)	(6/6)
60		(3/9)	(9/9)	(3/6)	(6/6)
100		(2/9)	(9/9)	(3/6)	(6/6)

※表中の(6/9)は、9回の計測中、6回車両検知を示す。

※計測回数：センサ端末の計測回数(Hz：回/秒)

※Bx, By：磁気センサの軸方向(Bx:車両幅員方向, By:車両進行方向)