

分散型マイクロホンアレイを用いた交通量モニタリング

Traffic monitoring by using ad-hoc microphone arrays

豊田卓矢¹
Takuya Toyoda

宮部滋樹¹
Shigeki Miyabe

山田武志¹
Takeshi Yamada

小野順貴²
Nobutaka Ono

牧野昭二¹
Shoji Makino

筑波大学¹
University of Tsukuba

国情研/総研大²
National Institute of Informatics/The Graduate University for Advanced Studies

1 はじめに

交通量調査は、渋滞緩和や道路整備などのために重要であり、定点観測のためには、ループ型センサのほか、超音波センサ、赤外線センサ、画像処理などが用いられている [1]。これに対し我々は、広範囲で長時間の観測を容易にするための簡便な交通量観測方法として、車両自身が発生する走行音を利用した音響センシング手法を検討している。本稿ではその予備的な検討結果を報告する。

2 音響信号による交通量モニタリング

2.1 音響パワーのピーク検出による交通車両数推定

ここではまず、図 1 のような 2 車線道路を対象とし、両側のほぼ同じ位置に設置したマイクロホンで、車両の走行音を観測することを考える。車両がほぼ定速走行している場合には、車両がマイクロホンに一番接近した時刻で録音信号のパワーが極大になり、パワーのピーク検出により通過車両数が推定できることが期待される。しかしながら実際には、周囲の雑音の影響や、走行音の細かな変動により、車両通過時刻に対応しないピークが現れるなどの問題が生じる。よって我々は、1) ウィナーフィルタによる雑音抑圧、2) パワーの平滑化、3) 閾値処理によるピーク検出、を試みた。具体的には、1) 観測信号の短時間フーリエ変換に線形時不変ウィナーフィルタを適用し (フィルタは事前に設計)、2) フレーム毎に求まるパワーの時系列信号にガウス窓型の FIR フィルタを畳み込んで平滑化したものを求め、3) その極大値のうち絶対値が式 (1) 以上となるものを検出する。閾値は実験的に定めるものとする。

2.2 車両の走行方向の推定

本研究では走行車両の進行方向の推定も試みた。車線によって各マイクロホンまでの距離が異なることから、平滑化パワー系列が極大となる時刻は図 2 に示すようにチャンネル間で時間差が生じる。これを利用して走行している車線を推定する。具体的には、両録音信号のある時間幅内に現れたパワーの極大値を対応付け、その極大値の時間差 d の正負によって車両の進行方向の左右を推定する。このとき両マイクロホンの録音信号が同期している必要があるが、同期していない場合には、録音の最初と最後で同じ位置から同期用の音響信号を発生し、これを手がかりに録音信号を同期させる [2]。

3 評価実験

3.1 実験条件

筑波大学近辺の 2 車線道路において、高さ 50cm の台の上に固定した三洋社製の IC レコーダー ICR-PS603RM を用いて車両の走行音の時間測定を行った。また、走行音の録音とともに車両の走行を動画として撮影し、録画後に人手で車両の走行方向と通過時刻のラベリングを行った。ガウス窓型 FIR フィルタの分散 σ は 14、窓幅は $6\sigma + 1$ とし、閾値の調整は手動で行った。また、その他の実験条件を表 1 に示す。

3.2 結果考察

走行車両に対する極大値と真の通過時刻の一部を図 3 に示す。また、各走行方向の真の交通車両数と推定交通車両数を表 2 に示す。本稿では表 2 に示した結果から表

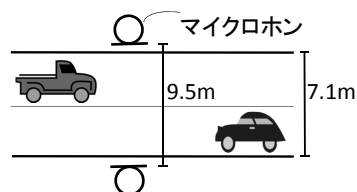


図 1 車両走行音の観測

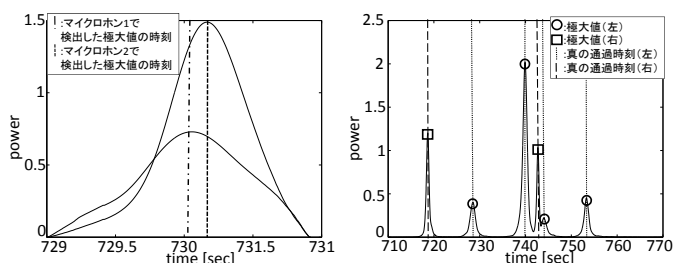


図 2 2 個のマイクロホンの平滑化パワー

図 3 各走行方向に対する極大値と真の通過時刻

表 1 実験条件

録音時間	660 sec
サンプリング周波数	48 kHz
短時間フーリエ変換のフレーム長	2048 samples
短時間フーリエ変換のフレームシフト幅	512 samples

表 2 各走行方向の真の交通車両数と推定交通車両数

	右	左
真の交通車両数	26	38
推定交通車両数	27	40
真の通過時刻と一致した推定交通車両数	22	35

表 3 各進行方向の F 値

	右 + 左	右	左
F 値	0.870	0.831	0.897

3 に示す各走行方向の推定交通車両数の F 値を算出し評価値とする。算出した F 値より、高い精度で走行車両の進行方向の推定ができていると言える。

4 おわりに

本稿では広範囲で長時間の観測を容易にするための簡便な交通量観測方法として、車両自身が発生する走行音を利用した音響センシング手法を検討し、予備的な検討結果を報告した。今後は各走行方向の交通車両数の推定精度の向上や、4 車線以上の道路に対応するため、観測するマイクロホンの数を増やすことを検討している。

参考文献

- [1] 飯田恭敬, 北村隆一, 交通工学, オーム社, 2008.
- [2] Sakanashi et al., "Speech enhancement with ad-hoc microphone array using single source activity," Proc. APSIPA, Oct. 2013.