

⑧ 走行中の高騒音車両の自動センシング技術に関する研究

— 音源定位のリアルタイム化と設置環境についての検討 —

環境研究領域 ※宝渦 寛之 坂本 一朗 田中 丈晴 村上 孝行
神奈川工科大学 石濱 正男 株式会社小野測器 猿渡 克己

1. はじめに

マフラー改造等により走行中に高騒音を発する車両の取り締まりに関しては、現行の街頭検査では制約が多いため、国として有効な対策が求められている。また、これまで段階的に車両単体騒音の規制値強化が行われてきたにもかかわらず、環境基準達成率の大幅な改善はなされておらず、その要因については明らかになっていない。そのため、交通流中において、個々の車両から発生される騒音を測定する必要がある。

このような背景を踏まえ、走行中の車両から発せられる騒音を常時監視し、交通流中から高騒音車両を判別可能なシステムの開発を目標とし、前年度の報告⁽¹⁾では、システムの運用構想、要求性能、幅広い周波数帯域に適応可能な音源定位法の提案と検証を行った。しかし、前年度のシステムにおいては、音源分布の導出に時間が掛かり、次節にて述べる目標とする運用構想を実現することは困難であった。そこで、本稿では、ハードウェアの観点から音源定位のリアルタイム化を進めた。また、システムの設置位置に自由度を持たせるため、設置環境についての検討も行った。

2. 音源定位のリアルタイム化

2. 1. リアルタイム化の必要性

前報に示したシステム運用構想案の通り、本システムでは、騒音測定の結果うるさいと判断された車両に対して、警告を発することとしている。この警告は、対象車両が車線変更を行う可能性などを考慮すると、計測後の早いタイミングで発する必要がある。また、システムの運用構想案では、高速走行する車両に対しても適用できるように、1フレーム当たり40msecごと(25fps)にデータを平均化し、音源を表示することとしている。この場合、仮に車両が100km/hの一定速度で8m四方の音源探査領域に進入し脱出するとした場

合、7~12フレーム程度(車両長により変化)の音源定位結果を得ることが出来る。高速走行時にも適用することを考えると、40msec間隔程度の測定が必要と考えられるが、前年度の試作システムでは、1フレームの音源分布を算出するために約1secの時間を要していた。従って、システム運用構想案を実現するためには、処理時間の大幅な短縮を行う必要がある。

2. 2. FPGAを用いた解析

FPGA(Field Programmable Gate Array)とは、ユーザーによってプログラムをすることが可能な集積回路のことで、専用回路より処理速度が劣るものの、ソフトウェア上で処理を行うより高速な処理を行うことが出来る。これまでの試作システムでは、PC上のソフトウェアにて解析を行っていたが、処理速度の向上を狙い、システムにFPGAの導入を行った。本システムにおいて実行する、データ取得から結果の表示までの一連のプロセスを図1に示す。図1において、FPGAが担うプロセスは、音源定位と画像処理およびそれらの重ね合わせである。このように、処理プロセスの大部分をFPGAが担うことにより、1フレーム当りの処理時間を40msecで完了することが出来るリアルタイム処理に成功した。

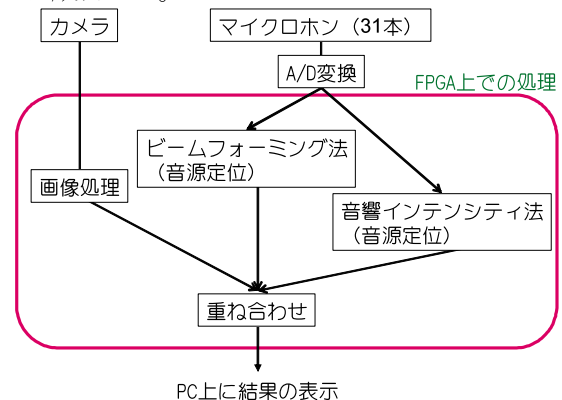


図1 データ処理フローチャート

3. 設置環境についての検討

3. 1. 概要

1 台のシステムで複数車線について音源探査が行えるよう、これまで、マイクロホンアレイを、歩道橋や高速道路の料金ゲート等を利用し車道上方に設置することを想定していた。車道上方への取り付けについては、検討の結果、既に実際の交通流へ十分適用可能である見通が得られている。しかし、車道上方への取り付けは既存施設の使用を前提とするため、設置場所が限られ、環境基準を超過する場所などに自由な設置を行うことは難しい。自動速度取締装置のように、設置希望箇所にゲートを作成することも考えられるが、コスト面や可搬性を考えると現実的ではない。そこで本稿では、システムの設置場所に自由度を持たせるべく、図2に示すように歩道上方にシステムを設置する方法について検討を行った。

3. 2. 実験概要

実験風景を図2に示す。システムは、可搬型のリフト上に固定し、地上高さ 4m 位置に設置する。マイクロホンアレイのフレームは、地面に対し 45° の角度がついた状態で固定されている。各マイクロホンのサンプリング周期は 51.2 kHz とする。

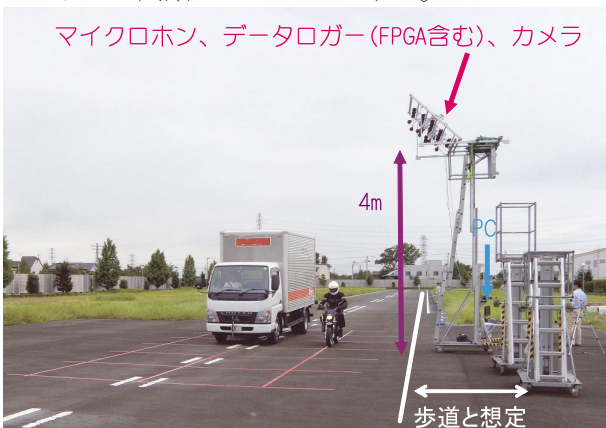


図2 実験風景

3. 3. 実験結果

簡易的に複数車線を模擬するため、図2のように、2tトラックとバイクを車間距離約 1.5m で併走した場合の結果について示す。いずれの車両も 50km/h から全開加速する。図3は、高周波数帯域にビームフォーミング法を使用し、低周波数帯域に音響インテンシティ法を用いたハイブリッド法にて音源定位を実施し、カメラにて撮影した画像と重ね合わせて作成している。ビームフォーミング法の結果はコンターマップにて示し、音響インテンシティ法の結果は得られた3次

元音響インテンシティベクトルが地面高さ 50cm の面を指す位置を白丸にて表している。なお、図は、カメラレンズの歪みのために湾曲している。

図3の結果では、ビームフォーミング法ではトラックのエンジン音とバイクのエンジン音および排気音を分離することが出来ており、歩道上方に取り付ける方法でも十分に複数車線の音源を検出することが可能であると考えられる。しかし、手前車線と外側車線ではマイクロホンアレイとの距離が異なるため、同じ音量の車両であっても違った騒音レベルとして観測される。従って、計測された騒音レベルに対し距離補正を行う必要がある。また、バイクと車両の位置が今回の条件と入れ替わった場合、バイクから発せられる騒音は、トラックの遮蔽効果により正確な計測は困難であるため、今後の課題である。

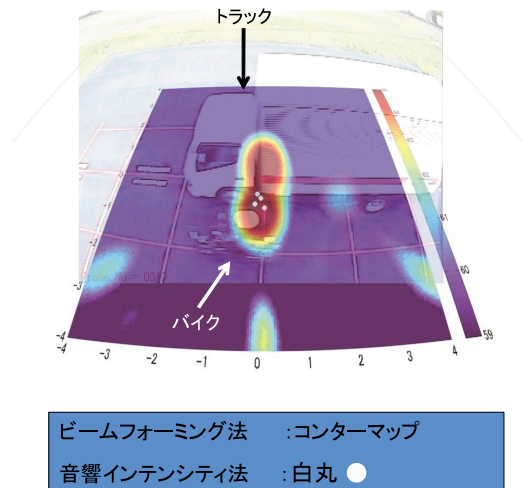


図3 音源定位結果

4. まとめ

交通流から高騒音車両を検出するシステムについて、FPGAを用いることにより、音源定位のリアルタイム化を実現することが出来た。また、実用性を考慮し、システムの設置位置についても、検討を行った。その結果、音源の評価方法などのさらなる検討が必要であると考えられるが、大型車両の陰に隠れる車両等を除き、音源を抽出できる見通しが得られた。今後は、本システムを実際の交通流へ適用し、どのような車両が環境基準超過の要因となるのか検討を行う。

参考文献

- (1) 田中、ほか5名、「走行中の高騒音車両の自動センシング技術に関する研究—実周波数帯域に適応する新技術の提案—」、平成20年度交通安全環境研究所講演概要、pp. 27-30