

SD法による可聴化した交通状態の印象評価

Impression evaluation of sonificated traffic state by Semantic Differential Method

酒井紫帆

塩見康博

(立命館大学大学院理工学研究科) (立命館大学理工学部環境都市工学科)

1 はじめに

高速道路での交通渋滞は重要な社会問題である。渋滞を未然に防止するためには渋滞予兆を検知し、それに関わる情報提供により運転行動の変容を促すことが効果的である。しかしながら、渋滞の予兆検知に関わる研究事例¹⁾は少なくないが、必ずしもその精度は高くない。また、運転行動変容を促すために視覚情報を提供する場合、ドライバーの注意が散漫となる可能性がある。

そこで、本研究では視覚よりも微小なパターン認識を把握することができる聴覚を使った分析方法である可聴化に着目した。これにより、交通状態および渋滞予兆を聴覚情報としてドライバーに提供することも期待できる。本稿では、高速道路に設置された車両感知器データを用いて交通状態を判別するための可聴化方法を提案すると共に、SD法を用いて可聴化したデータの印象評価を行うことで音による交通状態判別が可能か検討する。

2 使用データの概要

本研究では中国自動車道上り線の20.32kp地点および20.90kp地点に設置された車両感知器パルスデータを用いる。個別車両の通過時刻と速度のデータを使用し、速度は1秒間隔の30秒移動平均を算出する。本研究では2台連続して時速40km未満の車両が観測された時点が渋滞発生時点と定義した²⁾。なお、20.32kpは渋滞発生箇所となっている¹⁾。

3 可聴化システム

音は高さ、音量、音色の三要素により定まるため、速度を周波数へ、交通量を音量へ割り振ることを検討した。音の作成はSuperColliderを使用し音色はサイン波とした。

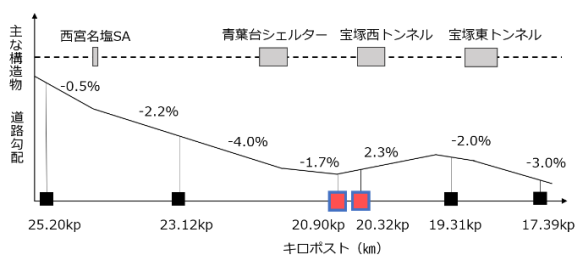


図1 対象地

3.1 速度から周波数へのマッピング

最大数を330 Hz、最小周波数が110 Hzになるようなロジスティック関数に速度を当てはめて周波数に変換する。ロジスティック関数の50パーセントタイル値が渋滞発生直前の速度である70km/hになるようにすることで、渋滞発生直前の速度変化が周波数に細かく割り振られるようにする。

3.2 交通量から音量へのマッピング

周波数のロジスティック関数と同様に最大音量を1、最小音量を0.05にし、ロジスティック関数の95パーセントタイル値が1日の最大交通量である25veh/30secになるようにした。

3.3 可聴化の方法と利用するデータ

(1) 時空間速度変動の可聴化

20.32kpと渋滞が伝播する箇所である20.9kpの速度と、既往の研究³⁾より渋滞発生のきっかけとなるとされる追い越し車線の交通量データを可聴化する。これにより、渋滞発生個所の交通状態が不安定になり、渋滞が伝播していくことを表現する。

(2) 車線間速度変動の可聴化

渋滞発生箇所である20.32kpの3車線の速度と交通量データを可聴化する。車線ごとの交通状態の違いによって音の混ざり方に変化ができる。渋滞発生に近づくにつれて、追い越し車線の速度が低下してくるため、非渋滞状態と差ができることが期待される。

4 SD法による印象評価

3で提示した2種類の手法で可聴化した音から交通状態を判別可能か、形容詞尺度を利用して対象とするものの印象をとらえる手法であるSD法を用いて評価した。時空間速度変動の可聴化実験は2019/1/9~11に行い63人の被験者が参加し、車線間速度変動の可聴化実験は2019/5/7~10, 14に行い59人の被験者が参加した。

4.1 交通状態の区分

SD法の印象評価の対象として、交通状態を以下の4種類に区分した。

A: 渋滞発生時刻から85~90分前の自由流

B: 渋滞発生10~15分前の臨界流

C : 渋滞発生から 30 秒～5 分 30 秒前の臨界流

D : 渋滞発生から 10～15 分後の渋滞流

4.2 実験内容

本実験では A, B, C, D の音を順に聞き, 11 個の 7 段階両極尺度を用いた質問に答えてもらった. 使用した尺度は, 「明るい-暗い」, 「安定-不安定」, 「速い-遅い」, 「きめ細やか-粗い」, 「重い-軽い」, 「落ち着いた-激しい」, 「迫力ある-もの足りない」, 「はっきりした-ぼやけた」, 「心地よい-不快」, 「特徴ある-平凡な」, 「やかましい-静かな」とした.

4.3 分析結果

アンケート結果を因子分析した. 表 1 は因子負荷量を示す. これより, 因子 1 が「安定の要素」, 因子 2 が「音の明るさの要素」, 因子 3 が「音量の要素」とする.

図 2 は各交通状態の平均因子得点の結果を示している. 得点が小さいほど安定して, 明るく, 音量が小さいといえる. これより, いずれの可聴化手法においても, 交通状態ごとに異なる印象を持つことが分かった. とりわけ, 明るさの因子が交通状態によって大きく違って区別されて印象付けられていたことがわかる.

似た交通状態である B と C はどちらの手法でも大きな印象の差がない結果となった. しかし, 車線間速度変動の可聴化と比べて時空間速度変動の B と C の安定や音量の平均因子負荷量の差が大きいことから, 時空間速度変動の可聴化の方が, 微小ながらも渋滞発生前の不安定な交通状態を表現するのに適していると言える. これは, 時空間速度変動の可聴化の方がサイン波の重なりで発生するうなりを捉えやすく, 交通状態の不安定さを表現できたためと考えられる.

5 まとめ

本研究では 2 つの可聴化方法で可聴化した交通流データの印象評価を行った. その結果, どちらの手法も交通状態ごとに異なる印象をもつ音を生成できることが分かった. しかしながら, どちらの手法も渋滞発生前の交通状態である B と C の印象の違いは小さい結果となったため, 渋滞予兆検知のためには異なる可聴化のアプローチを検討する必要があるといえる. 特に, 交通状態と音の不安定さをリンクさせることが重要であると考えられる.

一方, 本実験では交通工学に精通していない被験者で

表 1 時空間速度変動の因子負荷量

| | 因子 | | |
|-------------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 |
| 安定-不安定 | 0.760 | -0.031 | -0.075 |
| ばらばらな-溶け合った | -0.755 | 0.162 | 0.256 |
| 落ち着いた-激しい | 0.705 | -0.318 | -0.362 |
| 心地よい-不快 | 0.622 | 0.199 | -0.063 |
| やかましい-静かな | -0.594 | 0.295 | 0.488 |
| 重い-軽い | 0.079 | -0.906 | 0.190 |
| 明るい-暗い | -0.046 | 0.854 | 0.019 |
| 速い-遅い | -0.224 | 0.783 | 0.097 |
| はっきりした-ぼやけた | 0.201 | 0.444 | 0.209 |
| 迫力ある-物足りない | -0.182 | 0.000 | 0.731 |
| 特徴ある-平凡な | -0.393 | -0.043 | 0.437 |

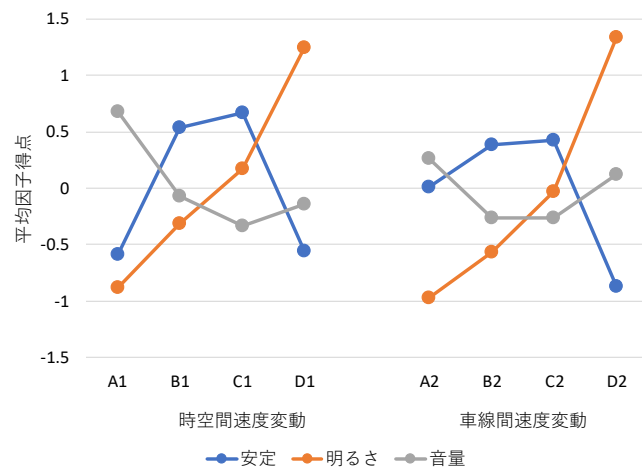


図 2 因子得点結果

も音の聞き分けができたことから, 一般ドライバーに交通状態を視覚情報以外の方法で伝達できる可能性がある. 今後は, 交通状態をドライバーに音響的にフィードバックし, 運転行動の変容を促すシステムへの応用について検討を進めたい.

参考文献

- 1) 塩見康博, 谷口知己, 宇野伸宏&嶋本寛. 個別車両データを用いた単路部ボトルネックにおける速度変動予測と車線変更誘導による渋滞抑制効果の検証. 高速道路と自動車 56, pp.30-40, 2013
- 2) 山岡努, 片倉正彦, 大口敬, 鹿田成則. 車両感知器パルスデータによる渋滞検出に関する研究. 土木計画学研究・講演集, No23-1, pp. 559-562, 2000
- 3) 越正毅, 桑原 雅夫, 赤羽 弘和. 高速道路のトンネル, サグにおける渋滞現象に関する研究. 土木学会論文集 No.458, pp.65-71, 1993.