

視聴覚が速度感に及ぼす影響の定量化

Analysis of the audiovisual influence on the speed feeling

学籍番号 06603 木村大輔

指導教員 平岡一則

1 はじめに

日常、運転者は自動車での走行中に、視覚による周囲の景色の流れ方と、聴覚からの情報を合わせて速度を判断していることが考えられる^[1]。しかし視覚による速度の判断は、天候や昼夜による影響を受けやすい。雨などの天候が悪いとき、夜間やトンネル内などの視界が悪いところでは、視覚からの情報による速度の判断は困難になる。運転者は、視界の悪い場所や時間帯では、走行中の自動車から発生するエンジン音や風切り音などの車内音を頼りに速度の判断をしているものと考えられる^{[2][3]}。

これまでの研究では、主に視覚による速度感知覚についての研究が多く行われているが、聴覚による速度感知覚についての研究はあまりされていない。また、速度感を定量的に調べている例もほとんどない。

本研究では、視覚情報に加えて車内音にも着目して速度感の定量化を行うことを目的とする。昼夜の違い、提示する音の種類、音のレベル、車速の4つの要因が速度の判断にどのように影響しているか調べるために、視聴覚実験を行い速度の判断にどのように影響しているか統計的に解析する。

2 視聴覚実験

実験で被験者に提示するための映像と車内音を、昼間と夜間に乗用車を使用して録画、録音する。実験には利用者の多い乗用車を使用する。天候が晴れの日に車速40, 50, 70, 80[km/h]で車間距離を十分にとり、路面状態がアスファルトとコンクリートの平坦な直線道路を定常走行したときの車内からの映像と車内音を昼間と夜間に録画、録音する。車速40, 50[km/h]は国道16号、車速70, 80 [km/h]は関越自動車道で行う。車内からの映像は、定常走行したときの対向車や周囲の景色の流れを助手席にビデオカメラを固定して実際に運転している状況を想定して録画する。

車内音の録音には、ダミーヘッドを用いてバイノーラル録音を行う。図1(a), (b)のように助手席にダミーヘッドを設置する。録画、録音と同時に定常走行中の車内の等価騒音レベル L_{Aeq} を測定する。 L_{Aeq} は、視聴覚実験で被験者に提示するときの車内音を運転しているときの状況を再現するのに用いる。映像の録画、車内音の録音、等価騒音レベル L_{Aeq} の測定は同時に10秒間行う。

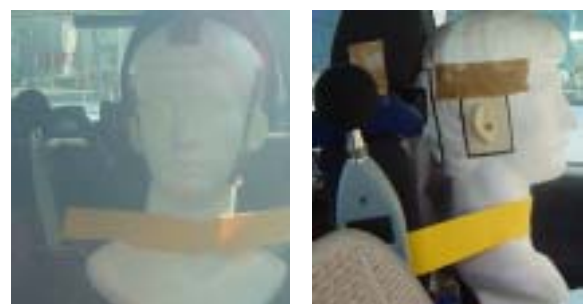
また、運転中にラジオなどを聴いている場合を想定して、速度感に影響するといわれている曲を提示する。ここでは、英国自動車関連調査機関の調査結果より、運転中に聞くと危険な曲の「ワルキューレの騎行」と安全に運転できる曲の「マッドワールド」が、速度の判断にどのように影響するか調べる。表1は、実験を行った場所と録画、録音する時間帯、車速、路面の種類、提示する音楽をまとめたものである。

録画した映像と録音した車内音から視聴覚実験を行う

ための実験信号を作成する。実験信号は、基準刺激と比較刺激を二つずつ対にして判断を求める一対比較法^[4]を用いる。図2は、視聴覚実験で用いる実験信号の構成である。音の無い映像を基準として音のある映像は「遅い、同じくらい、速い」の三段階評価で、被験者に速度感の判断を求める。その結果を基に、速度の違いを正しく判断できているかについて、16種の実験信号ごとに正答率を求める。正答率は、実験信号ごとに正解した人数の比率とする。例として、図1で水準がD1の 低速走行1のとき、基準刺激が40[km/h]で比較刺激が50[km/h]と車速が上がっている組合せなので「速い」と答えるのが正解となる。

実験因子の組合せには、必要最小限の実験回数で多くの情報を得るために直行実験計画法を適用して実験を効率的に行う。直交実験計画法から得られた16種の異なる条件の実験信号を各被験者に提示する。実験の因子と水準をまとめたものを表2に示す。因子が車速のときは、低速走行と高速走行したときの周囲の景色の流れ方の違いによる影響を調べる。水準は低速走行と高速走行で車速が上がる組合せと、下がる組合せを作る。実験信号では車速の差を10[km/h]とする。また、低速走行(40, 50[km/h])と高速走行(70, 80[km/h])での車速の差は30[km/h]とする。

被験者は、15人の正常な視聴覚を有する成人男性を対象に行った。実験日や時間帯の違いからくる影響をなくすために、16種の実験信号をランダム順番で被験者に提示する。



(a)正面

(b)側面

図1 ダミーヘッド

表1 録画、録音条件

実験場所	国道16号	関越自動車道
車速	40, 50[km/h]	70, 80[km/h]
時間帯	昼間(11~15時), 夜間(20~22時)	
車内音	路面状態	アスファルト, コンクリート
	提示する音楽	ワルキューレの騎行, マッドワールド

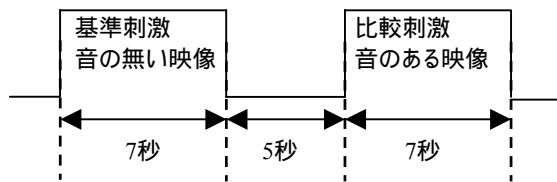


図2 実験信号

表2 実験因子と水準

因子	水準	
時間帯	A1	昼間
	A2	夜間
提示する音の種類	B1	アスファルト道路上の車内音
	B2	コンクリート道路上の車内音
	B3	ワルキューレの騎行
	B4	マッドワールド
音のレベル	C1	基準 + 5[dB]
	C2	基準 - 5[dB]
	C3	基準[dB]
車速	D1	低速走行1 40 - 50[km/h]
	D2	低速走行2 50 - 40[km/h]
	D3	高速走行1 70 - 80[km/h]
	D4	高速走行2 80 - 70[km/h]

3 結果

視聴覚実験で15人の被験者について得られた結果から、提示した16種の実験信号ごとに正答率を求める。表3はその結果である。

表3からでは、4つの因子及び各水準が速度感の正答率にどのように影響を及ぼしているか不明である。これらを明らかにするために統計的な解析を行う。

表3 視聴覚実験結果

実験 №	正答率	実験因子			
		昼夜 :A	音の種類 :B	音のレベル :C	車速 :D
1	0.800	1	1	1	1
2	0.067	1	2	2	2
3	0.333	1	3	3	3
4	0.733	1	4	3	4
5	0.533	1	1	2	3
6	0.600	1	2	1	4
7	0.200	1	3	3	1
8	0.667	1	4	3	2
9	0.067	2	1	3	4
10	0.400	2	2	3	3
11	0.333	2	3	1	2
12	0.067	2	4	2	1
13	0.400	2	1	3	2
14	0.467	2	2	3	1
15	0.267	2	3	2	4
16	0.133	2	4	1	3
総平均	0.379				

4 解析・考察

実験により得られた結果の解析には、数値化できない因子(本研究では昼間、夜間や音の種類など)の影響力を定量的に評価することができる分析手法の一つである数量化理論 類を用いる。図3は、解析結果である。

この図は、実験因子の各水準が速度感の正答率に及ぼす影響を定量的に表したものである。中心の0は、全因子、全水準の正答率の総平均0.379に対応しており、値がプラスになると正答率が高くなり、マイナスになると正答率が低くなる。さらに、正答率の正負の幅が大きい因子ほど、速度感の正答率に強く影響している。

図3から昼夜による影響は、昼間のほうが夜間に比べて正答率が高いことから速度を判断しやすいことが分る。提示した音の種類では、アスファルト道路の方がコンクリート道路より正しく速度の判断ができる。ワルキューレの騎行では速度の判断を誤りやすく、マッドワールドは正答率が平均よりも高くなっていることが統計的に分った。また、音のレベルが小さいと速度の判断が難しくなることも分った。以上をまとめると、各因子が速度の判断に影響を与えているのは、

昼夜の違い 音のレベル>音の種類>>車速
という順番になった。

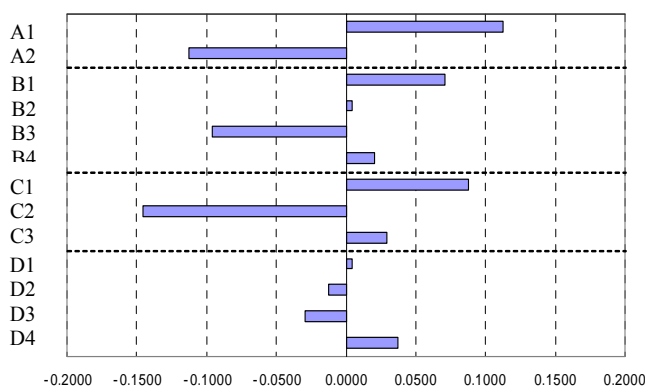


図3 実験解析結果

5 まとめ

視聴覚情報が速度感に与える影響を定量化することを目的として、昼夜の違い、提示する音の種類、音のレベル、車速の4つの因子に着目して、視聴覚実験を行い統計的に解析した。

その結果、各因子が速度感に及ぼす影響を、数量化理論 類を用いた解析により、定量化することができた。

速度感の判断に影響を与えているのは、
昼夜の違い 音のレベル > 音の種類 >> 車速
という順番になった。

実験前の予想とは異なり、音のレベルが昼夜の明るさによる違いと同じくらい速度の判断に影響していることが統計的に分った。

6 参考文献

- [1]星野博之, “自動車車内音による速度感知覚”, 日本音響学会誌, Sept.1997.
- [2]星野博之, “自動車車室内騒音の音質評価”, 日本音響学会誌, Jun.1997.
- [3]木村大輔, 丸山光信, “視覚情報と聴覚情報が速度感に及ぼす影響”, 2006日本音響学会春季講演論文集, pp.91, Mar.2006.
- [4]難波精一郎, 桑野園子, “音の評価のための心理学的測定法”, コロナ社, Jun.1998.