

視覚・聴覚情報を用いた道路交通騒音評価 VR システムの構築

中央大学大学院 学生員 ○ 柴田 啓輔
 京葉ガス 正会員 田近 伸二
 中央大学 正会員 檜山 和男
 建設環境研究所 正会員 志村 正幸

1. はじめに

著者らは既往の研究において日本音響学会が作成した道路交通騒音予測モデル ASJ RTN-Model 2008¹⁾ に基づく道路交通騒音評価 VR システムを構築した²⁾。

しかし既往のシステムは簡易な道路環境にしか対応しておらず、また道路交通騒音を可聴化出来るもの、騒音レベルの空間分布の把握が困難であるという問題点が生じていた。その為、本研究ではより複雑な環境（高架橋、建物の設置）への適用と道路交通騒音の空間分布を把握するべく可視化機能の追加を試みた。

2. システムの概要

本システムは没入型 VR 装置³⁾ 内に、仮想の道路周辺環境を再現し、道路交通騒音を視覚・聴覚情報により評価するシステムである。本システムは図-1 に示すように a) 走行する自動車 CG アニメーションと共にリアルタイム計算により走行音を提示する機能と、b) 道路交通騒音の空間分布を把握するべく道路交通騒音の等値面を提示する機能の 2 つの機能を有している（以降 a) の機能、b) の機能）。それぞれの機能は作成したインターフェイス機能により切り替えが可能であり、異なる処理工程を行っている。本システムの 2 つの機能の処理工程を図-2 に示し、以下それぞれの工程について概要を示す。

(1) Pre-Process

a) 映像データとして提示する自動車、道路周辺構造物の形状データを作成する。また、シミュレーションを行う際の計算条件（自動車及び受音点の位置情報、自動車の走行条件、道路の周辺環境）の設定を行う。計算条件はコントローラと、作成したインターフェイス機能により対話的に変更可能である。

b) a) の手法と同様に形状データの作成および計算条件の設定を行う。また、騒音レベルの等値面の三次元表示を行うため道路周辺に、生成したメッシュデータの入力を行う。なお、本研究では節点数 67,626、要素数 375,000 の四面体のメッシュデータを入力した。

(2) Main-Process

a) Pre-Process で決定した計算条件をもとに ASJ RTN-Model2008 に基づき、受音点における道路交通騒音レベルの算出を行う。計算手法の例を図-3 に示す。図-3 の様な高架橋設置時には直接音の他、3 つの反射音を計算し合成する。また本システムは周辺構造物として遮音壁、高架橋の他、住宅の設置も可能である。ASJ RTN-Model2008 の計算方法の詳細や個々の計算手法については参考文献 1) を参

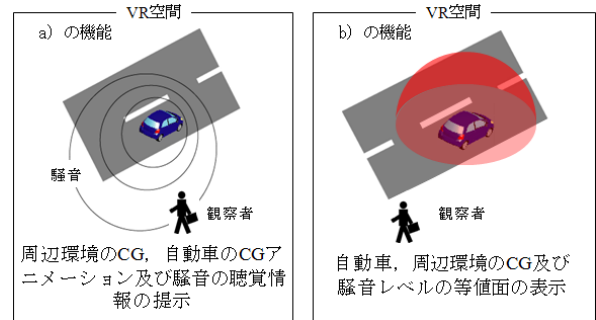


図-1 本システムの機能

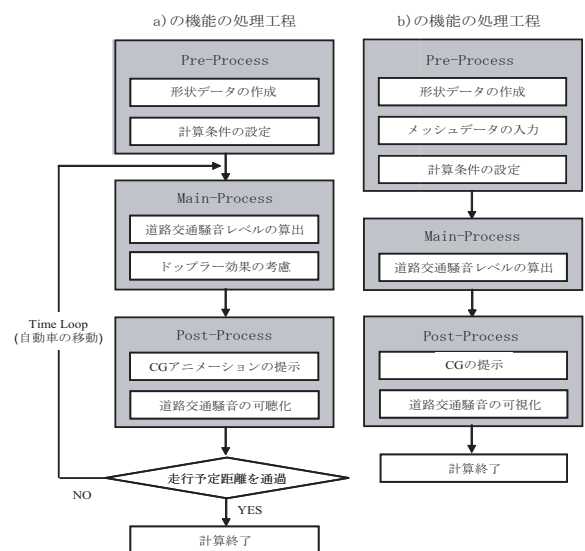


図-2 機能毎の処理工程

照されたい。また、より臨場感のある道路交通騒音の聴覚情報を提示するべく、ドップラー効果による周波数の変化についても考慮している。

b) 道路交通騒音レベルの等値面を描くために、入力したメッシュデータの全節点において、a) の受音点における道路交通騒音レベル算出時と同様の計算を行う。

(3) Post-Process

a) 自動車及び道路周辺の CG 映像を VR 空間内に提示する。なお、提示する CG 映像は、入力した計算条件に応じて対話的に変化する。自動車位置はアニメーションとして、Main-process で計算した自動車走行音に対応した音源データと共に提示される。なお、走行予定距離を通過するまで Main-Process ~ Post-Process の処理を繰り返すことで自動車の移動アニメーション及び対応した音の増減現象の提示

KeyWords: VR, 道路騒音, 音響, 可聴化

連絡先: 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 E-mail: shibata.k@civil.chuo-u.ac.jp

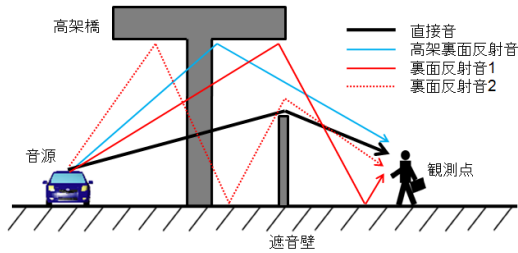


図-3 ASJ RTN-Model 2008 の計算手順-高架橋設置時

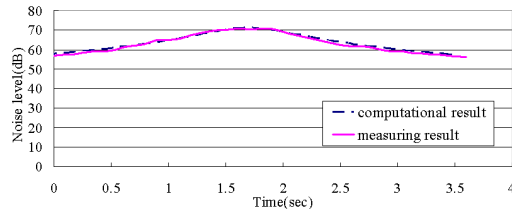


図-4 ユニットパターン（図-6 のケース A）

が可能となっている。

b) 計算条件に対応したCG映像の提示と共に、観察したい道路交通騒音音圧レベルを入力する。これは40~55dB間で対話的に変更可能であると共に、50, 55, 60dBの3つの音圧レベルを同時に選択することも可能である。この入力を基に、先に入力したメッシュデータ各節点をを用いて、三角形ポリゴンにより等値面の形状データを作成する。

3. 適用例

本手法を図-6のケースA~Dに示す道路周辺環境に対して適用した。

a) の機能を選択した際、観察者が正確な道路交通騒音を体感するためにはVR空間内で出力される聴覚情報と計算によって求められた騒音レベルの数値を一致させる必要がある。そこで騒音計を用いた計測に基づくキャリブレーションを行った。図-4はケースAに対しての計算結果と計測結果を比較したユニットパターンである。条件は自動車の速度：100km/h、舗装の種類：排水性舗装、舗装後の経過年数：0年、車線～観察者までの距離：10mである。この処理により、計算結果に対応した走行音と共に、ドップラー効果による高い臨場感が確認できた。またキャリブレーション位置以外での誤差分布を図-5に示す。計測により、構築した空間内で位置によって誤差が生じていることが分かった。

b) の機能選択の際の適用例を図-7に示す。条件は自動車の速度：50km/h、舗装の種類：排水性舗装、舗装後の経過年数：0年である。ケースAでは障害物がないことにより綺麗な半球が、ケースB、Dでは遮音壁、建物による音の回折の様子が、ケースCでは高架橋による遮音、反射の様子が観察でき、道路交通騒音の空間分布の様子が確認できた。

4. おわりに

本報告では、VR空間において音と映像を用いて道路交通騒音の予測結果を提示することを行った。適用例を通じて、以下の結論を得た。

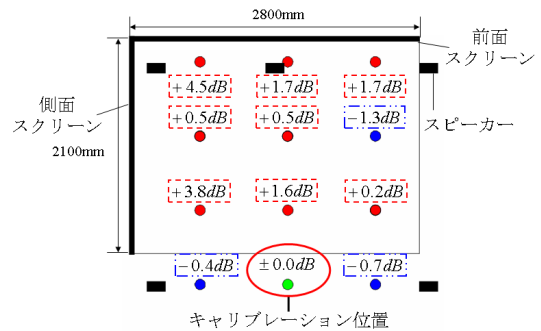


図-5 VR空間内の誤差の分布

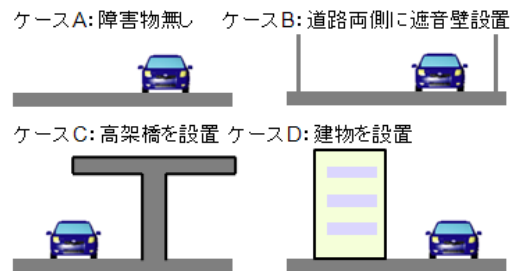


図-6 道路周辺環境ケースA~D

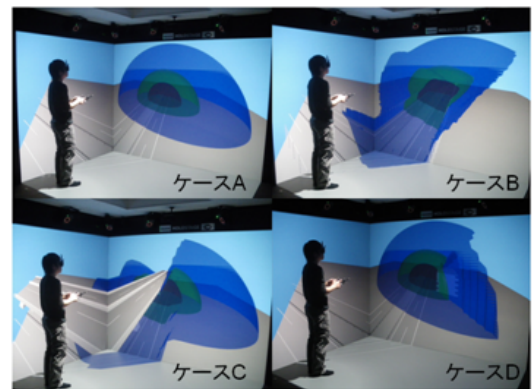


図-7 b) の機能を体感している様子

- 誤差を計測したことでVR空間内での誤差の分布を確認できた。
- VR空間において道路交通騒音の予測結果の等値面を可視化したことで、騒音の空間分布を確認することができた。

今後は、車種拡張による複合音への対応、より複雑な条件への適用、実地形への適用などを行っていく予定である。

参考文献

- 1) 日本音響学会道路交通騒音調査研究委員会:「道路交通騒音の予測モデル」ASJ RTN-Model 2008, 日本音響学会誌, Vol65, pp179-232, 2009年
- 2) 田近 伸二, 櫻山和男, 志村 正幸: VR空間における幾何音響理論に基づく道路交通騒音の可視化, 土木学会第64回年次学術講演会講演論文集 CS8-013
- 3) 高田知学, 櫻山和男, 谷口健男, 浜田秀敬: 都市環境シミュレーションのための三次元都市モデリング手法とプリ, ポスト処理へのVR技術の適用研究, 土木情報利用技術論文集, Vol.17, pp279-286, 2008年11月。