

路面性状を考慮した DS 背景の再現性に関する研究

中央大学 学生会員 ○常塚 将樹  
 前田道路 正会員 郭 慶煥  
 中央大学 フェロー会員 姫野 賢治

1. 研究の背景

3D モデル (背景) は, 実際の道路と比較して細部 (走行風景や音, 振動) まで正確に再現することができる. もし再生が可能な環境が整っているのであれば, それに越したことはないが, 現実的には, 詳細な 3D モデルの作成には実地の計測など, 多大な労力と時間を必要とし, 即時性の求められる研究環境である場合には大きな負担となる. また, シミュレータの演算能力に対する要求が高く, 正確に再生できない可能性があり, 負荷を軽減するために, 不可視部の削除等様々な手法が採られている.

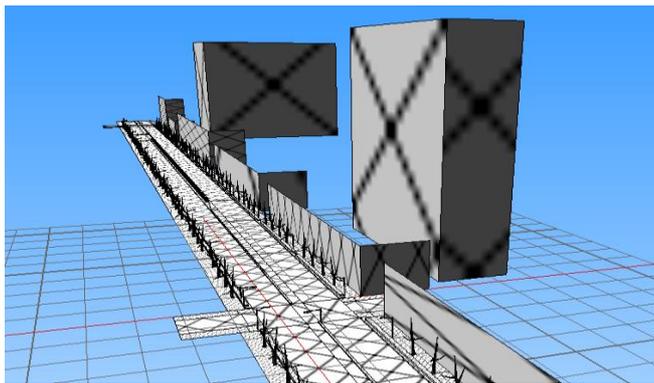


図 1. 3D モデルにおける負荷軽減策の例 (不可視部分の削除)

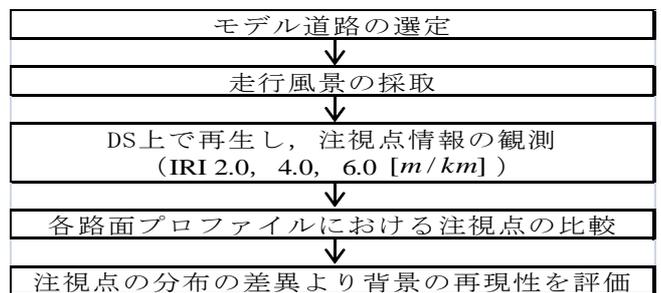
2. 目的

本研究室のドライビングシミュレータ (以下 DS とする.) においては, 舗装構造評価用に特化しており, 車両挙動演算装置と背景生成装置がリンクしているため, 背景再生のために高負荷がかかった場合, 車両挙動演算装置が同時に「処理落ち」を起こす可能性があるため, 必ずしも詳細な 3D モデルを使用することが望ましいとは言えない. そこで, 実際の走行時の運転者の注視点を観測し, 運転者にとって特に重要な対象を明らかにすることによって, 3D モデルで特に重点的に再現すべきオブジェクトを特定し, 作成の負担軽減および再現性の向上を図る.

3. 研究概要と方法

これまでの研究により, DS で背景を再現する際に振動の有無が運転者の注視点に影響を及ぼすことが確認された. そこで本研究では, 振動の程度が運転者の注視点に与える影響を調べる.

3.1. 研究の流れ



3.2. アイマークレコーダを用いた注視点の観測

株式会社ナックイメージテクノロジーのアイマークレコーダを用いた注視点観測を行う. DS を稼働させ, 振動と共に, 撮影した実車の走行風景を投影し, 被験者 5 名の注視点の観測を行った. 走行風景は, 農道, 高速道路, 住宅街, 都市部の 4 つのモデル道路を選択し, 路面は, IRI 2.0, 4.0, 6.0[m/km] の 3 つの路面プロファイルにより注視点の観測を行った. 走行映像に含まれるオブジェクトを表 1 に示すように 7 項目に分類し, 0.2 秒間隔のフレームから注視点を比較した. なお, 「除外」の項目への注視が確認されたときは, 走行全体の総フレーム数からそのフレーム数を減算した.

表 1. 注視対象の分類

名称	項目
デフォルト	道路の消失点近傍
路面	車両近傍の路面
誘導	道路端・車線・導流帯等
標識・信号	交通標識・信号
	道路標示・カーブミラー等
側方設置物	植栽・防音壁・街灯等
背景	建物・空等
除外	移動物体・計器視認・まばたき等

キーワード アイマークレコーダ, ドライビングシミュレータ, 3D モデル

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部都市環境学科道路研究室 tel03-3817-1796

4. 結果と考察

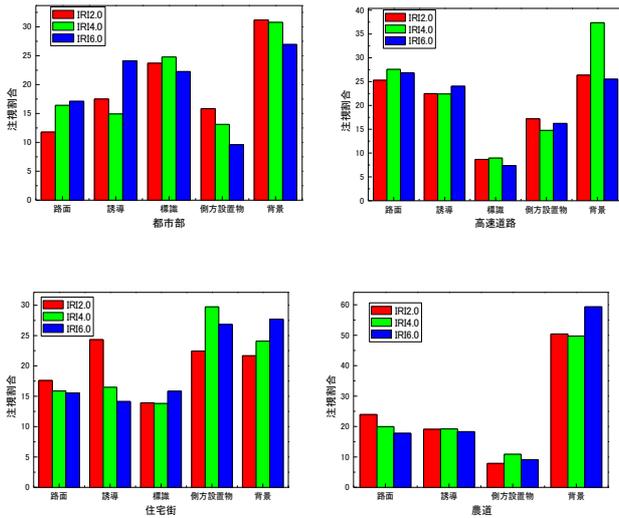


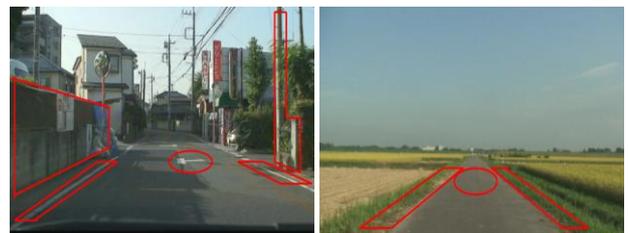
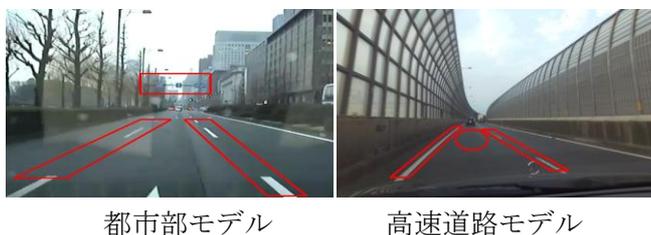
図2. 注視点割合

・都市部、高速道路においては、IRIが大きくなることで路面の注視割合が増加し、住宅街、農道においては路面の注視割合が減少した。これは都市部、高速道路は共に複数車線であり道路の全幅が大きいのにに対し、住宅街、農道は道路の全幅が小さいことが要因の1つとして考えられる。

・都市部、住宅街において、誘導部分でのIRIの変化による注視割合の差が見られた。一方で、この結果は農道と高速道路ではあまり見られなかった。これは都市部と住宅街は周囲の風景が複雑であるという点で共通している。しかし、今回使用した高速道路や農道の場合、同じような直線区間であっても周囲の風景が殺風景であり変化しないものであった。この違いによるものが要因の一つとして考えられる。

・「標識」および「側方構造物」についてはモデルごとに出現する頻度や視野に対する占有率が異なるため、モデルごとの単純な比較はできないが、信号やカーブミラーが出現する場合や路面標示の視認率は非常に高い。

結果から走行振動の程度を考慮した、モデルごとに重点的に再現すべき項目は以下のとおりである。



住宅街モデル

農道モデル

5. 3Dモデル作成の要件

結果を基に3Dモデル作成の要件を示す。

・誘導や路面等、より運転者との距離が近い物が詳細に再現されるべきである。特に道路端ほどのモデルにおいても重要である。一方で背景等の運転者と比較的距離のある物に対しては、注視率は高いものの、一つ一つの箇所に対する視線の停留時間は短いため、必ずしもそれほど詳細に再現する必要はないといえる。つまり、運転者からの距離とオブジェクトの重要度は比例しており(近いほど重要)、LODの設定と組み合わせることで、より効率的でシステム負荷の低い背景の作成が行える。

・カーブミラーや信号等が出現した際の視認率は高いため、交通量の程度に応じて再現することが有意である。

・走行振動の程度を考えた際、振動が大きい区間では、道路の幅員が広い道路に対しては、路面の再現性をより正確にする必要がある。幅員の狭い道路に対しては、路面よりも測方構造物や誘導等を考慮すべきである。

6. まとめ

・現実に近い環境をDS上で構築するのに、走行振動の再現は有意であり、荒れた路面のモデルであるほどその効果は高い。ただし、真の再現性を言及するのであれば、路面の状態はストラクチャ・テクスチャの両方で詳細に再現されるべきである。特に走行振動が大きいほど路面テクスチャの再現性が重要となるが、これに掛る作業量対効果は研究内容の厳密性と照らし合わせて評価すべきである。

・本研究で用いた4パターンのモデル道路の背景の重要なオブジェクトが得られたが、一概に全ての条件に当てはまるわけではなく、各諸条件(測部や道路の幅員等)を考慮すべきである。一方、より運転者との距離が近いオブジェクトが詳細に再現されるべきであることは共通していえると考えられる。