

高架構造物の景観シミュレーションにおけるCG動画の呈示方法の空間把握に及ぼす影響¹

The Effects of Visual Presentation Method on Space Perception using Computer Graphics Animation for Landscape Simulation of Over-bridge¹

三谷哲雄²・山中英生³・永峯崇二⁴

Tetsuo MITANI, Hideo YAMANAKA and Syuuji NAGAMINE

1. はじめに

近年、景観シミュレーションにおいてもコンピュータ・グラフィックス（以下、CG）による動画の利用事例が多く見られるようになってきている。一般には、CG動画が迫真性や訴求力をもったプレゼンテーションを作成できることが利用の大きな理由となっている。また、認知心理学でも指摘されているように²⁾、移動視点からの見えの提示は、空間認識や地物の形状認識にとって静止画にはない情報を含んでおり、景観シミュレーションにおいて重要な情報伝達の効率性と正確性の確保に有利な長所を有していることも重要な要因と言える²⁾。CG動画は、自由な視点移動の設定が可能で、空間内を実際に移動しているように見せることもできるが、長時間の動画作成には、極めて多数の静止画を作成する必要があり、計算時間や制作コストがかかる。このため、正確な空間把握に必要な視点移動をなるべく効率よく制作するなどの工夫が必要となる。

CG動画については、心象評価意識による景観評価における動画の有効性を明らかにした研究³⁾⁴⁾、CGを用いた心理実験により空間認知を定式化した研究⁵⁾、3次元の空間呈示が心理的空間把握に有効であることを明らかにした研究⁶⁾などがある。しかし、いずれの研究でも視点の移動方法は単一であり、またコマ撮り精度も一定に設定されており、CG動画の呈示方法の設計について検討された研究は見あたらない。

そこで本研究では、景観シミュレーションにおける最適な空間呈示の方法について知見を得るために、CG動画の呈示方法が空間把握に及ぼす影響を明らかにすることを目的としている。具体的には、都市内で比較的良好に見かける歩行者デッキを実験対象構造物として、アンケート実験によりそのCG動画の呈示方法が被験者の空間把握の正確性に及ぼす影響を捉える。動画の呈示方法については、視点移動方法およびコマ撮り精度を変化させることにした。一方、空間把握の正確性は、デッキ高さに着目し形状認識の正確さとともに、仮想空間内での自視点位置認識の正確さを捉えることにした。

2. CGの仮想空間と動画呈示方法の設定

(1) 仮想空間の設定

想定した仮想空間を図-1に示す。景観シミュレーションの対象構造物として幅員20mの道路路上に設置した高さ6m、幅6mの歩行者デッキを用いることにした。

(2) 視点移動方法の設定

視点の移動経路については、仮想空間内の代表的な移動形態を選定し、図-2に示すように対象物に対して直角に近づく接近移動、角度をなして近づく斜め移動、平行に移動する横移動、さらに視点位置を固定した状態で視線を水平回転させるパン、上下に回転させるティルトに分類した。これらに加えて、視線方向、注視点位置、視点位置などを変化させて表-1に示す18種類の視点移動方法を設定した。作成したCGの画像の例を図-3に示す。なお、視点高さは、ほぼ人の目の位置を想定して地面から1.6mの位置に設定した。

(3) 動画のコマ撮り精度の設定

動画のコマ撮りの精度は、ビデオ録画の際の1画像を録画するフレーム数で変化させた。最も滑らか

¹キーワード：景観シミュレーション、CG動画、視点移動、空間把握

²正会員 工博 流通科学大学情報学部経済情報学科
〒651-21 神戸市西区学園西町3-1
TEL(078)796-4401/FAX(078)794-3054

³正会員 工博 徳島大学工学部建設工学科

⁴正会員 工修 清水建設㈱

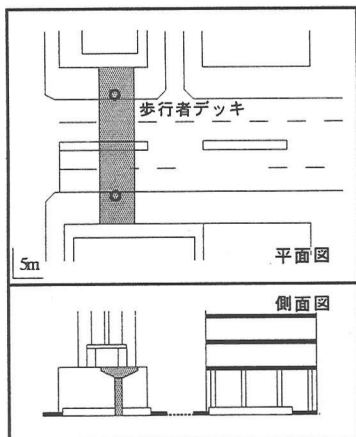


図-1 想定した仮想空間

な動画で1コマを2フレーム（1秒間15コマ）として、6フレーム（1秒間5コマ）×20フレーム（1秒間1.5コマ）の3種類のコマ撮り精度を設定した。また、動画の呈示時間はアンケート実験の総時間を考慮して、1つの呈示方法のCG動画呈示を3秒間とした。したがって、1コマ2フレーム録画の動画では45枚の画像を必要とし、全ての移動方法の画像作成には約100時間を要した。

以上のような視点移動方法とコマ撮り精度を組み合わせることで54種類のCG動画の呈示方法を設定した。

3. CG動画の呈示方法の評価実験

(1) 評価用CG動画の作成方法

評価画像は、道路、歩道、建物、歩行者デッキの3次元形状をそれぞれ入力してCG画像を作成した。この画像を視点移動ごとに作成し、ビデオにコマ撮りすることで動画にした。

CGの作成には、基本個体（プリミティブ）を組み合わせてそのブール演算を指定するCSGモデルでモデリングし、歩道のタイルや中央分離帯の植生はバンプマッピングを用いて表面を処理している。レンダリングは、YDK製のビデオ出力付きフレームバッファおよび並列演算機（トランスピューター）を使用し、レイトレーシング方のソフトを用いた。計算画像の解像度は500×250のピクセルで、この画像をHi8方式のコマ撮り8mmビデオで録

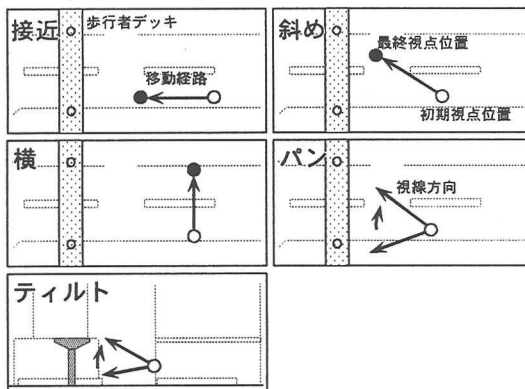


図-2 視点移動方向

表-1 視点移動方法一覧

移動経路	初期視線	視点位置	注視点位置	速度/角速度	移動特徴
接近	デッキ中心	固定	固定	8 m/s	視線が傾いたまま移動
	デッキ中心	固定	固定		注視点をデッキ中心に固定
	進行方向	固定	固定		進行方向にデッキを見上げながら視線がデッキに垂直な状態で移動
	進行方向	固定	固定		移動方向54度視線はデッキに垂直
斜め	デッキ垂直	固定	固定		移動方向54度視点は中心に固定
	デッキ中心	固定	固定		移動方向78度視線はデッキに垂直
	デッキ垂直	固定	固定		移動方向78度視点は中心に固定
	デッキ中心	固定	固定		移動方向78度視点は中心に固定
横	デッキ垂直	固定	固定	12度/s 20度/s	デッキとの距離34m
	デッキ中心	固定	固定		デッキとの距離34m
	デッキ垂直	固定	固定		デッキとの距離17m
	デッキ中心	固定	固定		デッキとの距離17m
パン		左右に振る		12度/s 20度/s	デッキとの距離34m デッキとの距離17m
ティルト	デッキ垂直	上下に振る		15度/s	デッキとの距離34m
	デッキ中心			15度/s	デッキとの距離34m
	デッキ垂直			8度/s	デッキとの距離17m
	デッキ中心			8度/s	デッキとの距離17m

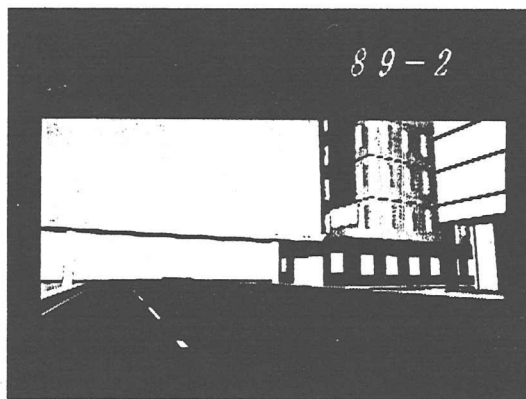


図-3 作成したCG画像の例

画した。

(2) 評価項目と実験方法

デッキの形状認識の正確性を評価するために、

デッキの高さを変化させそれを正確に認識できているか否かについて分析した。実験は、デッキ高さの異なるCG動画を同じ呈示方法で順次2シーン呈示し、どちらが高いかについて回答させた。高さの違いの認識については、予備実験を行いデッキ高さの10%以上変化させれば、被験者は明らかに違いを認識できることを確認し、ここではデッキ高さ6mに対して前後2シーンの高さの違いを25cmおよび50cmに設定した。1評価の呈示は、視点移動時間が1シーン3秒のアニメーションに前後1秒の静止画像を加え、アンケート回答のためのテロップ画像を時間5秒を加えた。この結果、1評価の時間は15秒で、一回の実験時間は108案で約30分である。

一方、自視点位置認識の正確性を分析するために、各呈示方法において被験者に自分の位置を平面図上に記入させ、これが仮想空間内の実際の位置と比べて誤差がデッキ長さの5%以内のものを正解として分析した。実験は、同じ呈示方法のCG画像を2回繰り返して呈示して、視点の移動経路、初期視線の方向、最終視線の方向を回答させた。1評価の呈示は、視点移動時間が1シーン3秒のアニメーションの前後に1秒の静止画像と無画面を加え、アンケート回答のためのテロップ画像を時間10秒を加えた。この結果、1評価の時間は24秒で、一回の実験時間は42案（ここでは水平方向の位置認識に着目しテイルトを除く）で約17分である。

アンケート実験は被験者1人1人がモニタの正面に座って解答ができるようにし、被験者は大学生で男子33名、女子19名の計52名であった。

4. CG動画の空間把握に及ぼす影響

(1) 画面上の高架構造物の見え方の要因設定

視点移動方法が異なれば画像も異なり、そこから受ける印象が異なってくるのは当然である。しかし、同じ移動方法でも注視点位置や視線方向などが異なれば画像は異なり、その印象も異なってくる。また、その印象は空間把握にも影響を及ぼすと考えられる。そこで、こうした画像の呈示形態の説明要因をモニタ画面上のデッキの見え方に着目して、表-2に示すような要因を設定した。

対象物の中心位置とは画面上でデッキ中心が時間

表-2 設定した見え方の要因とそのパラメータ

要因名	パラメータ			画面上での動き方
対象物の中心位置	上下方向	水平歩行	不動	視点移動に伴う画面上でのデッキの中心の移動方向
対象物の見込角	拡大		不変	デッキを見据える角度 対象物の見えの大きさを表す
対象物の呈示時間	3 秒	2 秒	2秒未満	デッキの全体部分が画面上に呈示されている時間
対象物の両端位置	同方向	異方向	方向変化	デッキの両端の橋脚が画面上で移動する方向

とともに上下に移動するもの、水平に移動するもの、不動の場合の3種類の動画に分類した。対象物の両端位置とはデッキの橋脚が中心から拡がるように変化するものを両方向とし、どちらかに横にずれていくもの異方向とし、この動きが途中で変化するものを方向変化としている。

(2) 分析結果

表-2の見え方の要因とコマ撮り精度を説明要因として、ダミー変数による判別関数法を用いて、形状変化認識および自視点位置認識の正解、不正解を判断基準にして分析を行った結果を図-4および図-5に示す。図の判別係数によって認識の正確さに及ぼす影響の程度を相対的に比較することができる。

フレーム数に着目すると、どちらの認識にも2フレーム（1秒15コマ）のななめらかな動きを示す呈示方法が認識されやすいことが分かった。特に形状変化認識においては、6フレーム（1秒5コマ）よりも20フレーム（1秒1.5コマ）の方が認識されやすくなっている。これは、高さのような形状認識は静止画においても認識できるため、20フレームのような荒い動きが静止画の連続呈示のようなイメージで認識され、逆に6フレームの動きでは被験者の形状認識に対して混乱を招いたためと考えられる。

対象物の中心に着目すると、形状変化、自視点位置とともに対象物中心の移動方向は上下方向が最も認識の正確性が高く、最も低いのは水平方向である。これは、画像の縦横比が横の方が大きく縦方向の情報量が不足しているために、対象物の水平方向よりも高さ方向の見え情報量の方が必要とされたのが原因ではないかと考える。見込み角に着目すると、両認識ともに正確さに顕著な差は見られない。呈示時

間については、自視点位置認識には顕著な差は見られないが、形状変化認識では全シーンが最も正確性が高く、呈示時間は自視点位置認識よりも高さなどの形状認識に影響を及ぼすといえる。両端位置については、橋脚の移動方向が異方向である形態すなわち対象物の両端が広がっていくような移動の正確性が高いことが分かる。逆に両端が巻き込むような複雑な動きをする移動が最も正確性が低い。

5. おわりに

本研究では、CG動画の呈示方法が空間把握に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、歩行者デッキを対象に視点移動方法およびコマ撮り精度を変化させたCG動画を作成し、デッキ高さに着目した形状認識の正確さと仮想空間内での自視点位置認識の正確さをアンケート実験により分析した。そして、その結果から呈示方法を説明要因とした判別関数モデルにより空間把握の正確さに及ぼす影響の程度を定量化することで以下のことが明らかとなった。

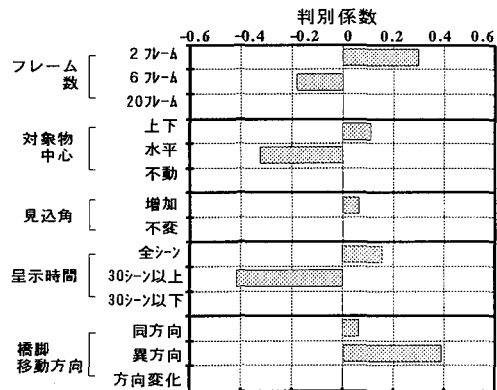
①空間把握の正確さの高いの呈示方法は、コマ撮りの精度が細かく、画面上で対象物中心が上下方向に移動し、対象物両端が異方向に移動するものである。

②しかし、制作費用や時間の関係でコマ撮りの精度を落とさなければならない場合、中途半端にフレーム数を落とすよりも、むしろ連続呈示される静止画を利用した方が空間把握の正確性からは優れている。

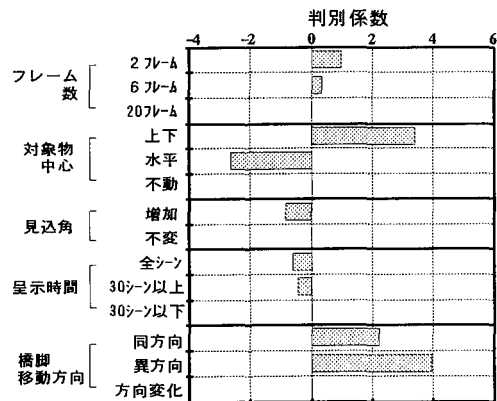
今後の課題としては、今回の分析では各呈示方法の要因ごとの空間把握の正確性は定量的に把握できたといえるが、各呈示手法そのものの正確性については評価できていない。また、景観シミュレーションの目的に適した呈示方法の検討するためには、各呈示手法の評価によりその組み合わせの効果や呈示方法の代替性の確認等も必要と考えられる。

【参考文献】

- 1)宮崎清孝・上野直樹：視点、認知科学選書1，東大出版会，1985年
- 2)榊原和彦：CG利用とプレゼンテーション，土木学会関西支部協同研究グループ「土木計画分野におけるCGプレゼンテーション技術の応用に関する研究」報告



図－4 形状変化認識の正確性の要因分析



図－5 自視点位置認識の正確性の要因分析

書，1991年

- 3)山中・水口・三谷・中村：街路沿道施設の景観評価におけるCGアニメーション手法の適応性に関する分析，土木計画学研究・論文集，No10，pp.287-294，1992年
- 4)榊原和彦・谷口興紀：CGアニメーションを用いた景観シミュレーションの利用可能性に関する研究－動態的景観のデザインの事例から－，都市計画学術研究論文集，No183，pp.75-83，1993年
- 5)大谷理子・須田清隆・秋田宏行：土木計画における景観の評価手法の一考察（その2），土木学会年次学術講演概要集，No49，pp.986-987，1994年
- 6)箱田裕司：認知科学のフロンティアⅡ，サイエンス社，1992年