

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 7 日現在

機関番号：32641
 研究種目：基盤研究(C) (一般)
 研究期間：2012～2015
 課題番号：24500129
 研究課題名(和文) ICT社会における「見える/見られる」の可視化システム

研究課題名(英文) Visualization System of Visibility in ICT Society

研究代表者

牧野 光則 (Makino, Mitsunori)

中央大学・理工学部・教授

研究者番号：90238890

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：現実空間をモデル化した仮想空間における視認性の計算ならびに可視化システムの構築を目標として、以下に関する成果を得た。
 視認性計算とその結果の可視化を対話的に実現するための手法を開発・改善し、都市空間における視認性提示システムを実装した。(2)ディスプレイウォール上で情報を提示する入出力インタフェースに視認性計算を導入した。(3)HMD装着者に対する、仮想空間または拡張空間中での視認性が、操作画面拡張や没入度調整に有用であることを示した。(4)視聴者に不要な情報を提示しないことで処理量を削減する必要があるリアルタイムCG制作の観点から、視認性が評価基準として有用との見込みが得られた。

研究成果の概要(英文)：The research project aims to establishment of a visualization system of visibility in a virtual world based on the real space. The outcome of the project includes the followings; (1) definition and modification of visibility, interactive visualization method with real-time CG and application to a visualization system in virtual urban space, (2) application of the visibility to GUI, namely on tiled-display wall, (3) evaluation of usability of the visibility for HMD users to expand manipulation display or operate the immersive level in virtual space, (4) evaluation of effectiveness of the visibility for real-time CG production to eliminate unnecessary objects from the virtual world from user's viewpoint.

研究分野：コンピュータグラフィックスと応用

キーワード：視認性 ビジュアルシミュレーション コンピュータグラフィックス バーチャルリアリティ ヒューマンインタフェース 安全安心 防犯

1. 研究開始当初の背景

セキュリティが重要性を増している現代社会において、防犯意識の高まりと必要性の増加から屋内外でセキュリティカメラ(防犯カメラ)による監視が増えている。視認の一種である監視は不足していれば無意味であるし、過剰であればコストの問題やプライバシー侵害の恐れがある。少ないコストで適切な監視を行うことは、安心・安全な社会を構築するためにも不可欠である。また、道路設備の標識・標示の視認が重要なものというまでもない。さらには、屋内外に掲出される各種広告や建築物等の景観設計にとっても、視認はその効果を推測・決定する上で重要な要素である。加えて、Google マップのストリートビューによって、ある場所をどの程度見ることができるのかを、特別の知識・設備・投資を必要とせず利用可能となった。これは、プライバシー保護の観点からも視認・被視認の状況を適切に評価し、対応する技術の確立と普及が社会的に重要かつ急務になったといえる。さらに、電力不足により平成 23 年夏期に東日本を中心に実施された減灯による視認性低下による防犯への懸念は、本研究課題の意義をさらに高めたと言える。

このように、専門家による美術館問題への数理的解法の構築や実測による状況把握という従来の流れは重要である一方で、「いつでも、どこでも、誰でも」視認・被視認状況を確認する手段の提供には大きな需要が見込まれる。この「(1)様々な状況における視認性を(2)適切かつ客観的に評価し、かつ、(3)わかりやすく提示する」の構成要素の達成技術はそれぞれ、(1)コンピュータシミュレーション、(2)適切な式・アルゴリズムによる数値化、(3)(CG による)可視化、となる。しかし、この観点からの重要な先行技術研究成果が見当たらないため、ICT 技術による視認性の数値化・可視化シミュレーション技法の構築は潜在的な社会需要を満たす可能性が高い。また、複雑な空間情報に基づく視認性のより容易な把握のために、通常型ディスプレイや近年中の普及が見込まれる立体視ディスプレイやタイル型ディスプレイも実装先として想定している。さらに、Web アプリケーションとしての一部実装も計画しており、実用的観点からも効果を期待できる。

以上の通り、必ずしもコンピュータやセキュリティに精通していない多くの人々が自らの周囲の視認性について容易に把握できる技術・システムの研究は、より安全・安心、あるいは効率的・効果的な社会の構築につながるため、意義が大きい。

2. 研究の目的

本研究は、特定個所が他の場所からどの程度見られるのか(被視認) また、特定個所から他の場所をどの程度見ることができるのか(視認)を「視認性」として数値評価し、かつ、可視化する。このために、コンピュー

タグラフィックス技術、ユーザインタフェース技術を活用して、多様な入力データに柔軟なシステムを実現する。本研究は ICT 社会における安心・安全性の向上、特にプライバシー保護ならびに防犯の一助となる技術の創出・提供を主目的とし、専門家以外でも視認性に関して状況把握や比較考察を可能とすることを具体的な目的とする。

- (1) 電子地図または電子的に作成された 3 次元屋内見取り図を対象とする、基礎的研究成果を生かした、視認性を数値化かつ可視化するプラットフォーム(ソフトウェアシステム)の PC 上で開発。
- (2) 視認性評価利用想定事例における要求事項の調査、モデル化、プラットフォームへの組み込み
- (3) 時間変化に基づく状況変化の考察、モデル化とプラットフォームへの組み込み

3. 研究の方法

初年度である平成 24 年度は、先行研究成果の改善事項の検討・抽出、プラットフォーム開発とモデル化を主に推進した。平成 24 年度の成果を踏まえて平成 25 年度は視認性を可視化するシステム等の構築を開始し、平成 26 年度は構築した立体視システムや Web アプリケーションの拡張を行い、評価を行った。なお、研究開始後のコンピュータ環境の大幅な変化(Microsoft Windows 8 ならびに 10)に伴う機器やソフトウェアライブラリの動作確認に伴うシステム開発・検証の問題解決のため、研究期間を平成 28 年 3 月まで 1 年間延長した。また、研究期間中に急速に発展したヘッドマウントディスプレイ(HMD)と呼ばれる、立体視可能な個人型ディスプレイ機器と本研究との適合性検証を追加して研究を推進した

研究進行にあたっては、主として研究代表者が単独で行い、必要に応じて研究代表者の研究室に所属する大学院生を研究協力者として項目別に担当を依頼した他、特定事項については外部専門家に助言を依頼した。

4. 研究成果

年度ごとに以下の成果を得、主として査読付き論文誌・国際会議への論文投稿・発表をもって公開した。

(1) 平成 24 年度

3 面液晶シャッタ形式 3 次元ディスプレイシステムを駆動する 6 台の PC 上でマルチスレッド技術を利用した視認性判定・可視化システムを開発・構築し、視認性を計算するためのレイトレーシング・ビームレーシングを対話的に実行する手段を得た。本成果は Springer 社出版の学術論文誌に査読付き論文として掲載された。

次に、12 面タイルディスプレイでの可視化を想定して、Kinect による動作入力と大画面高精細グラフィック出力を可能とする、リアルタイムかつ対話型グラフィックスシステ

ムを構築した。また、このシステム上での視認性計算のモデルデータ用に、研究室が存在する階と1階、および階段部分を3次元データ化した。本成果は国際会議 2ndATISR2012にて発表した。

(2) 平成 25 年度

平成 24 年度研究実績に基づき、視認性プラットフォーム開発、視認性計算技術の改良ならびにその応用、各種ディスプレイシステムへの展開・実装技術の開発を行った。特に、視認性計算の高速化を図るため、レイトレーシング・ビームトレーシングの分散処理を行う手法を構築し、前年度と同環境でより高速に視認性を提示できる、あるいは、前年度より大規模複雑な環境で同程度の処理時間で視認性を提示できる成果を得た。本成果は本成果 Springer 社出版の学術論文誌に査読付き論文として掲載されたほか、国際会議 ITC-CSCC2013 にて発表した。

(3) 平成 26 年度

バーチャルリアリティ、仮想現実感(AR)技術と融合させるため、入出力インタフェースの開発を行い、マーカ入力やタッチ入力による簡易操作を実現し、ならびに、大型ディスプレイウォールへのリアルタイム出力に関するシステム構築を行った。本成果は2件の査読付き論文として国際会議 IEVC2014 ならびに IWAIT2015 にて発表した。

(4) 平成 27 年度

GPUを利用した高速CG処理を視認性計算に導入した。この成果を直接視認可能な物体ならびに映り込み(鏡面反射による他物体の視認)で視認可能な物体の検出計算に適用することで、対話的な動作を実現した。また、対話的操作を妨げない実時間 CG 描画についても成果を得た。

また、バーチャルリアリティ、AR と融合した入出力インタフェースを以下の4種開発した。

- ・ 操作者の手振りならびに首振り動作によるハンズフリー入力に基づくヘッドマウントディスプレイ(HMD)への重畳表示
- ・ マーカ操作による HMD への重畳表示
- ・ マーカおよびタッチ操作による大型ディスプレイへの CG 表示
- ・ 視野内の視認性の高低を考慮した HMD 上での表示領域の拡張ならびに没入度の操作性の向上

各成果は査読付き国際会議に4件論文発表した他、国内会議にて研究報告として1件発表した。

(5) 総合成果

研究期間を通じて得られた主な成果は以下の通りである。

第一に、視認性の基本定義(研究開始前に特許取得済み、特許 2004-379396)に基づき、視認性計算とその結果の可視化を対話的に実現するための手法を開発・改善し、都市空間における視認性提示システムとしてバーチャルリアリティシステム CAVE 上にて実装

した。

第二に、タンジブルインタフェースを用いてディスプレイウォール上で情報を提示する入出力インタフェースに視認性計算を導入し、操作ならびに理解度の向上に貢献した。図は、無線 LAN を想定した、視認性の定義に基づく電波の到達度を計算・可視化したものである。本事例では、視認性の定義に基づいて計算しているため、壁等での電波の透過を想定せず、正反射のみ対象としている。このため、各地点への電波の到達度は、基地局からの各地点の視認性と同義となる。

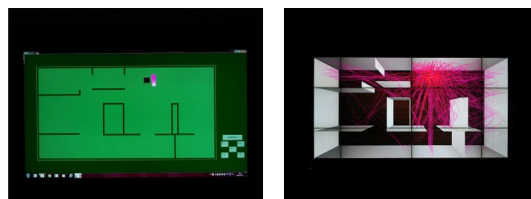


図 タンジブルインタフェースを用いた室内空間における無線 LAN 到達度の計算・可視化。

第三に、ヘッドマウントディスプレイを装着した者に対する、仮想空間または拡張空間中での視認性について、研究対象として追加し、操作画面の拡張や没入度の調整に有用であることを示した。

第四に、視聴者に有用な情報を提示しつつ不要な情報を提示しないことで処理量を削減する必要があるリアルタイム CG 制作の観点から、視認性を評価基準として情報の取捨選択が可能との見込みが得られた。

一方で、以下の課題が残された。

研究目的に含めた、「安全・安心」の観点からは、開発した技術によるセキュリティカメラやその配置の検証が残された。特に、現状では複数のカメラが同一または周辺地域に配置されていることから、単一ではなく総合的な視認性の定義、計算方法、可視化方法について研究期間後も研究を進める必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計12件)

Daiki Masaki, Mitsunori Makino, An Interactively Virtual Extended Display on Transparent HMD, Proceedings of 2016 International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications, 査読有り, 2016, M3-6-2.

Rina Ashida, Mitsunori Makino, A Control Interface of Level of Immersion in VR System, Proceedings of 2016 International Technical Conference on Circuits/Systems,

Computers and Communications, 査読有り, 2016, M3-6-1.
鷲野誠, 牧野光則, 仮想空間提示に適したタンジブルインタフェースに関する研究, 除法処理学会研究報告ヒューマンインタラクション, 査読無し, 2016, vol.2016-HCI-167, pp.1-8
URL:
<http://id.nii.ac.jp/1001/00157934/>
Akari Saito, Mitsunori Makino, An Interactive Risk Visualization of Snow Sliding from Roof with a Particle-Based Real-Time CG, Proceedings of 2015 International Conference on Cyberworlds, 査読有り, 2015, pp.30-33
DOI: 10.1109/CW.2015.61
Kazuki Yanai, Mitsunori Makino, A Particle-Based Real-Time CG Rendering of Carbonated Water with Automatic Release of Bubbles, Proceedings of 2015 International Conference on Cyberworlds, 査読有り, 2015, pp.375-378
DOI: 10.1109/CW.2015.62
Kouta Nishimura, Mitsunori Makino, A Cooking Support System Using Gesture Recognition, Proceedings of 2015 International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications, 査読有り, 2015, pp.575-578.
Riki Hasegawa, Mitsunori Makino, An AR-based Support System of Resume Writing, Proceedings of 2015 International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications, 査読有り, 2015, pp.710-713.
Makoto Washino, Mitsunori Makino, An Interactive Manipulation on Microsoft PixelSense for Transfer and Rotation of Objects in VR Space, Proceedings of the 2015 Joint Conference of the International Workshop on Advanced Image Technology and the International Forum on Medical Imaging in Asia, 査読有り, 2015, OS56.
Kei Kato, Mitsunori Makino, An Interactive Training System of Potential Recognition on Maps in Virtual Space, Proceedings of the 4th IEEEJ International Workshop on Image Electronics and Visual Computing 2014, 査読有り, 2014, A-3,
Hua Xie, Mitsunori Makino, The Division Method in Visualization of High Frequency Electromagnetic Wave Propagation for Distributed

Computing on CAVE System, Springer Communications in Computer and Information Science, 査読有り, vol.402, 2013, pp.149-159.
DOI: 10.1007/978-3-642-45037-2_14
Hua Xie, Mitsunori Makino, An Interactive Visualization of High Frequency Electromagnetic Wave Propagation Using Distributed Computing on CAVE System, Proceedings of 2013 International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications, 査読有り, 2013, TueC2-4.
URL:
https://www.researchgate.net/publication/268435322_An_Interactive_Visualization_of_High_Frequency_Electromagnetic_Wave_Propagation_on_the_CAVE
Hua Xie, Mitsunori Makino, Successive Visualization of High Frequency Electromagnetic Wave Propagation Using Multi-thread on CAVE System, Springer Communications in Computer and Information Science, 査読有り, vol.325, 2012, pp.188-196
DOI: 10.1007/978-3-642-34387-2_22

〔学会発表〕(計1件)

Yusuke Matsui, Mitsunori Makino, A Virtual Reality Evacuation Drill System with Kinect and Large Tiled Display, 査読有り, Proceedings of the 2nd International Conference on Applied and Theoretical Information Systems Research, 2012.

〔その他〕

ホームページ等
研究代表者所属機関研究者データベース:
<http://ir.c.chuo-u.ac.jp/researcher/profile/00016338.html>
研究代表者 ResearchGate:
https://www.researchgate.net/profile/Mitsunori_Makino/contributions
研究代表者 Google Scholar Citations:
<https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=7Bj8QqEAAAJ>

6. 研究組織

(1)研究代表者

牧野 光則 (MAKINO, Mitsunori)
中央大学・理工学部・教授
研究者番号: 90238890