軽量化3次元データを用いたリアリティーの向上検討 第一報

Reality Improvement using Compact 3D Data and Hemispherical Display

正会員 曾根 順治^{t1}, 伊藤 優太^{t1}, 磯部 正利^{t2}, 正会員 久米 祐一郎^{t1},
正会員 徳山 喜政^{t3}, 正会員 今野 晃市^{t4}, 鳥谷 浩志^{t5}, 近藤 浩一^{t6}

Junji Sone^{t1}, Yuuta Ito^{t1}, Masatoshi Isobe^{t2}, Yuichiro Kume^{t1}, Yoshimasa Tokuyama^{t3}, Kouichi Konno^{t4},
Hiroshi Toriya^{t5} and Kouichi Kondo^{t6}

あらまし Web上で軽量化3次元データを流通させる試みが行われている。1つは、設計データを活用したコンカレントエンジニアリングであり、2つめは、アニメーションを活用した電子商取引やコミュニケーションである。このような状況の中で、様々なリアリティーを高める研究も行われている。リアリティーを高める手段としては、3面、5面の没入感ディスプレイやドーム型ディスプレイが活用されている。本研究は、軽量化3次元データを用いた場合にリアリティーを高める方法を検討するために、ドーム型ディスプレイを用いて、実験により人間の体感変化を観察する。

キーワード: 3次元データ, 軽量化, リアリティー, ラティス格子, ドーム型ディスプレイ, 誘導現象

1. はじめに

近年の廉価かつ強力なグラフィックスハードウェアの普及により、Web上でも3次元データを活用した種々のコミュニケーションが行われるようになってきている。製品の製造分野においては、設計データを基に、協調設計、設計検討が行われている。また、そのデータを基に並行的に金型設計・製造などの製造準備、営業やメンテナンスの体制整備を行う、コンカレントエンジニアリ

ングが進められている。この場合においても、製品試作前に製品機能を仮想的に確認するために、リアルな使い勝手などをシミュレーションすることが必要となる。

また、3次元アニメーションを活用した電子商取引やコミュニケーションにおいては、ユーザに正確な情報と満足感を与えるために、軽量かつ高精度データを用いたアニメーションが必要である。近年、Webブラウザをユーザインタフェースとして活用できることにより、3次元データやアニメーションの表示が容易となり、かつ小型PCでも見る事が可能となっている。

リアリティーを向上させるためには、視覚、聴覚、触感などの情報伝達能力を向上させる必要がある。視覚による情報伝達の場合、人間の視界および全方位に映像を投影することにより、通常のディスプレイよりリアリティーの向上を図っている。1つは、4-6面に映像を投影する全方位型¹⁾²⁾ディスプレイが研究されている。また、視野をほぼカバーする半球を用いたドーム型ディスプレイ³⁾についても研究が行われている。畑田らは、ドーム型ディスプレイを用いて、視野角が広がることにより、誘導現象を引き起こしやすいことを、写真画像による実験から検討している。

以上の研究状況を踏まえ、本研究は第1段階として視覚を主体として、軽量化3次元データを活用して生成した人工的な映像をドーム型ディスプレイに表示した場合に、人間への体感変化を実験により検討する。実験は、模様を貼り付けた3次元トンネル内を歩行するシミュレーションを行い、脈拍の変化を計測して、通常ディスプレイの場合と比較することにより、その効果を検討する。

2002年5月29日受付, 2002年8月23日最終受付, 2002年9月3日採録

^{t1} 東京工芸大学 工学部 情報メディア工学科

(〒243-0297 厚木市飯山 1583, TEL 046-242-9508)

^{t3} 東京工芸大学 工学部 画像工学科

(〒243-0297 厚木市飯山 1583, TEL 046-242-9508)

^{t2} 日本バイナリー(株) 電子機器部

(〒108-0023 港区芝浦 4-16-36, TEL 03-5427-7111)

^{t4} 岩手大学 工学部 情報システム工学科

(〒020-8550 盛岡市上田三丁目 18-8, TEL 019-621-6476)

^{t5} ラティス テクノロジー 株式会社

(〒102-0074 東京都千代田区九段南 3-8-11, TEL 03-5212-5121)

^{t6} (株) 東芝 研究開発センター

(〒212-8582, 川崎市幸区小向東芝町 1 TEL 044-549-2400)

^{t1} Photonic Media and Information Engineering, Faculty of Engineering, Tokyo Institute of Polytechnics

(1583, Iiyama, Atsugi-shi, Kanagawa 243-0297, Japan)

^{t3} Image Engineering, Faculty of Engineering, Tokyo Institute of Polytechnics

(1583, Iiyama, Atsugi-shi, Kanagawa 243-0297, Japan)

^{t2} Electric Equipment Department, NIHON BINARY Co., LTD.

(4-16-36, Shibaura, Minato-ku, Tokyo 108-0023, Japan)

^{t4} Department of Computer and Information Science, Faculty of Engineering, Iwate University

(3-18-8, Ueda, Morioka-shi, Iwate 020-8550, Japan)

^{t5} Lattice technology, Inc

(3-8-11, Kudan-Minami, Chiyoda-ku, Tokyo 102-0074, Japan)

^{t6} TOSHIBA Corp. Corporate research & development center

(1, Komukai Toshiba-cho, Saiwai-ku, Kawasaki, 212-8582, Japan)

べる。

4.1 実験方法

図2に示すトンネル内をウォークスルーする状況を確認実験に用いる。また、画面表示例を図3に示す。これは、トンネル形状、出口の壁、非可視の仮想障害物と仮想人間の形状をXVLデータとしてモデリングし、そのデータを用いて、時間刻みごとに視点と仮想人間を移動させる。その移動時に歩行音を流すと同時に、仮想人間と仮想障害物の干渉判定を行い、干渉が起こった場合には、数秒間の衝突音を流し、実験を終了する。ここで、トンネルの全長は600mm、仮想障害物は疑似乱数を用いてトンネル入り口から、300mmから600mmの範囲にランダムに配置し、移動速度は8mm/secである。実験条件はドーム型ディスプレイ(直径150cm、視野角度160°)と通常ディスプレイ(17インチ、視野角40°)を用い、被験者の注視点は出口の壁の中心とする。また、実験は周囲の外乱がない個室で行う。

人間のリアリティー向上を確認する場合は、人間の脳内の伝達機能を調べる必要がある。しかし、脳内の情報を調査することは難しいため、第1段階として耳から得られる心拍数に影響があれば、何らかの効果があると考え、被験者の心拍数の変化を評価する。本実験では、6人の被験者(20代男性6人)にドーム型ディスプレイ、通常ディスプレイを用いた実験を、それぞれ交互に1セット3回ずつ、計5セット受けてもらう。また、実験の慣れを防ぐために、1セットごとに15分程度休ませている。1回の実験時間はランダムな位置で衝突するため36~75秒の範囲で変動する。

5. 実験結果

図4は、ドーム型ディスプレイを用いた場合の心拍数の変化の一例、図5は、通常ディスプレイを用いた場合の心拍数の変化の一例を示す。図より、ドーム型ディスプレイの場合は、周期的に心拍数が変化しているが、通常ディスプレイの場合は、心拍数の変化が小さいことがわかる。また、図6は、5人、5セットの心拍数の標準偏差の平均値をまとめた図である。ドーム型ディスプレイ全体の平均は6.74、通常ディスプレイ全体の平均は5.06である。図より被験者Dを除いて、ドーム型ディスプレイを用いた場合は、通常ディスプレイより心拍数の標準偏差が大きくなっていることがわかる。ここで、平均的なドーム型ディスプレイによる脈拍標準偏差の増加は3割程度である。これは、ドーム型ディスプレイを用いると誘導現象が起きることにより、脈拍が変動が大きくなると考える。

また、歩行音の影響を調べるために、音響効果のない場合についても、被験者2人に対して、ドーム型ディスプレイと通常ディスプレイを用いた場合の心拍数の変化を実験した。3セットの標準偏差平均値の結果を表1

図4 ドーム型ディスプレイを用いた場合の心拍数の変化の一例
Number of cardiac beats using hemispherical display.

図5 通常ディスプレイを用いた場合の心拍数の変化の一例
Number of cardiac beats using normal display

図6 被験者ごとの心拍数の標準偏差
Variation of cardiac beats

に示す。表より、音響効果がない場合についても、ドーム型ディスプレイを用いた場合は、通常ディスプレイより心拍数の標準偏差が大きくなっていることがわかる。以上の結果より、心拍数の標準偏差の計測結果から、ドーム型ディスプレイの人間の視覚への影響度合いは、通常ディスプレイより大きいことがわかる。

本実験は、仮想障害物にイルカを用いており、その時のデータ読み込みから表示までの時間は、1Ghz CPUのパーソナルコンピュータで4秒である。それに対し、同じ形状のVRMLデータをCosmo Player 2.11で読み込み表示する場合は7秒であり、形状にも依存するが1.8倍程度の高速度化の効果があつた。また、ラティス格子の面数は、193個、ポリゴンの面数は、21960個であるため、干渉チェックを行う場合に、ラティス格子の場合は精度

が粗くなるが、面数に反比例して速くなると考える。

表 1 音響効果のない場合の心拍数の標準偏差 (b/min)

Variation of cardiac beats without sound

ディスプレイ	被験者 A	被験者 F
ドーム	11.830	6.876
通常	7.806	4.865

6. ま と め

本研究は、軽量化 3 次元データを用いて作成した映像を用いて、ドーム型ディスプレイによる体感的リアリティー向上を検討するシステムを開発し、実験を行った。その結果、被験者により違いはあるが、ドーム型ディスプレイは通常ディスプレイより、被験者の脈拍の変動を引き起こすことがわかった。この脈拍変動は、画像からの誘導現象に起因すると考えられるが、詳細な現象解明は今後の課題である。

今後は、脈拍変動周期と視点の移動速度の関係、脈拍変動とリアリティーの相関関係の調査、他のリアリティー性の評価指標の検討、ならびに実験用 3 次元データの充実などを進めていく予定である。

最後に、本研究について議論を頂いた東京工芸大学畑田教授、石川講師に感謝する。

【文 献】

- 1) Cruz-Neira, C., Sandin, D.J., and DeFanti, T.A. Surround-Screen Projection-Based Virtual Reality: The Design and Implementation of the CAVE. Computer Graphics, (1993) 135-142.
- 2) 廣瀬通孝, 小木哲朗, 石綿昌平, 山田俊郎, 没入型多面ディスプレイ (CABIN) の開発, パーチャルリアリティー学会大会論文集, 2, (1997), 137-140.
- 3) Hatada T., Sakata H. and Kusaka H. Psychophysical Analysis of the "Sensation of Reality" Induced by a Visual Wide-Field Display. SMPTE Journal, 89, (1980), 560-569.
- 4) A. Wakita, M. Yajima, T. Harada, H. Toriya and H. Chiyokura. XVL: Compact and Qualified 3D Representation with Lattice Mesh and Surface for The Internet. Fifth Symposium on the Virtual Reality Modeling Language, (2000), 45-51.
- 5) Chiyokura H., Kimura F.: Design of Solids with Free Form Surfaces Computer Graphics, 17, 3, (1983), 289-298
- 6) N. Dyn, D. Levin, and D. Liu. Interpolatory convexity-preserving subdivision scheme for curves and surfaces. Computer-Aided Design, 24, 4, (1992), 211-216.
- 7) 脇田玲, 矢島誠, 原田毅士, 鳥谷浩志, 千代倉弘明, ラティス構造に基づく軽量で高品質な Web3D データ表現, 情処学論, 42, 5, (2001), 1170-1181.
- 8) Vision Series Products' Specifications, Elumens Corporation, (2000).
- 9) Collision Detection Manual, D-Cubed Ltd, (2001).
- 10) OpenAL API Reference - AL3D, Loki Entertainment Software, (2000).

曽根 順治 1985 年, 豊橋技術科学大学大学院修士過程修了。(株) 東芝, 慶應義塾大学 SFC 研究所訪問所員を経て, 現在, 東京工芸大学助教授。コンピュータグラフィックス, VR および製造システムの研究に従事。博士 (工学)。正会員。

伊藤 優太 2001 年, 東京工芸大学工学部光工学科卒業。在学中, コンピュータグラフィックスの研究に従事。現在, ウチダエスコ (株) 勤務。

磯部 正利 1999 年, 東京工芸大学工学部光工学専攻修了。現在, 日本バイナリー (株) 勤務。バーチャルリアリティシステムの研究・開発に従事。

久米 祐一郎 1985 年, 早稲田大学大学院理工学研究科物理および応用物理専攻博士後期過程修了。(株) 東芝, 早稲田大学理工学部助手, シカゴ大学医学部研究員, SRI インターナショナル主任研究員を経て, 現在, 東京工芸大学教授。バーチャルリアリティ, 視覚障害者の補助技術の研究に従事。工学博士。正会員。

徳山 喜政 1986 年, 東京大学工学部産業機械工学科修士課程修了。(株) リコーを経て, 現在, 東京工芸大学助教授。CAD, CG における自由曲面生成手法, 形状制御手法の研究に従事。博士 (工学)。正会員。

今野 晃市 1985 年, 筑波大学第三学群情報学類卒業。(株) リコー, ラティス・テクノロジー (株) を経て, 現在岩手大学助教授。計算機科学, 自由曲面生成, レンダリングアルゴリズム, 並列処理の研究に従事。博士 (工学)。正会員。

鳥谷 浩志 1983 年, 東京大学理学部卒業。(株) リコー ソフトウェア研究所を経て, 現在ラティス・テクノロジー (株) 社長。計算機科学, ソリッドモデリング, Web3D 技術の研究に従事。理学博士。

近藤 浩一 1987 年, 東京大学大学院修士課程修了。(株) 東芝, 総合研究所機械研究所に入所。現在, 同社研究開発センター, システム技術ラボラトリー主任研究員。設計支援技術の研究に従事。博士 (工学)。