

電子ホログラフィによる 3D ゲームシステムの構築と評価

原 和基[†] 白木 厚司[‡]

木更津工業高等専門学校 専攻科 制御・情報システム工学専攻[†]

木更津工業高等専門学校 情報工学科[‡]

1. はじめに

近年, 3D テレビや 3D ゲームが普及しており, 臨場感や現実感のある質の高い情報が求められている. 現在普及している立体表示技術は, 主に両眼視差により奥行きを知覚するものである. このように注目されている立体表示技術の 1 つにホログラフィ^[1]というものがある. 近年, この技術を用いた電子ホログラフィによる立体映像の動画化が期待されている. この技術を用いることで運動視差等の人間の立体知覚を全て満たす究極の 3D ゲームが実現できると考えられる.

しかし, 電子ホログラフィでは計算機合成ホログラム(Computer Generated Hologram : CGH)を作成するために膨大な量の計算が必要となる. CGH を用いてリアルタイムで動画の再生をする場合, ビデオレートである秒間 30 フレームの CGH が必要となり, 現在普及している PC(Personal Computer)の処理性能では実現が難しい. そこで本研究では, 演算性能の高い GPU(Graphics Processing Unit)を用いることによって CGH の作成における計算を高速化した.

また, 3D 映像の評価として, どのように認識され, どの程度識別可能であるか明確な基準が定まっていないことを踏まえ, 電子ホログラフィ技術を用いたシンプルな 3D ゲームを構築し, 再生像についての評価実験を行った.

2. ホログラフィ

2.1 ホログラフィ技術

ホログラフィ技術では, 光の干渉・回折現象を用いて 3 次元物体からの光の情報を記録材料に縞模様で記録する. さらに, 記録材料に光を照射すると光が回折し, その光が元の物体を再現するという技術である. 物体の光の情報を記録したものをホログラムと呼ぶ.

2.2 電子ホログラフィ

ホログラムは光学機器を使用して作るのが一般的であるが, 光の干渉現象を PC などの計算機でシミュレートすることによって作成できる. 計算機で作成されたホログラムを CGH と呼び, 光学機器を用いての再生が可能である. このような技術の総称を電子ホログラフィと呼ぶ.

2.3 CGH の作成計算

CGH を作成するためには以下の式(1), (2)を用いて計算する^[2]. このような計算方法をフレネル近似計算と呼ぶ. ここで, ホログラムに記録する物体を x, y, z 座標を持つ点の集まりと考え, I をホログラム面での光の強度, x_α と y_α をホログラム面での x, y 座標, x_j, y_j, z_j を物体点の x, y, z 座標とする. また, k は波数, N は物体点の数, $r_{\alpha j}$ はホログラム面と物体との距離を表している. 本研究では作成する CGH を表示デバイスに合わせ 1920×1080 画素とした.

$$I(x_\alpha, y_\alpha) = \sum_{j=1}^N \cos(kr_{\alpha j}) \quad (1)$$

$$r_{\alpha j} = \frac{(x_\alpha - x_j)^2 + (y_\alpha - y_j)^2}{2|z_j|} \quad (2)$$

3. GPU による CGH 作成計算

本研究では, CPU(Central Processing Unit)と比べて演算性能の高い GPU を用いて CGH の作成計算を行った. その計算における計算時間と CGH に記録する物体の物体点数の関係を図 1 に示す. 計測した計算時間は, GPU に物体点データを転送し, CPU に計算結果を返すまでの時間である. 物体点数が 1,000, 10,000 点の場合は, データの転送よりも計算の割合が高くなり, CGH 計算時間が物体点数と比例関係であることを確認した. また, CGH をディスプレイに表示するまでの時間が約 10[ms]であったため, 物体点数が 900 程度であればリアルタイムで CGH を作成して再生できることが確認できた.

Construction and evaluation of 3D game system using electro-holography

[†]Kazuki Hara, Control and Information Course, Kisarazu National College of Technology

[‡]Atsushi Shiraki, Department of Information and Computer Engineering, Kisarazu National College of Technology

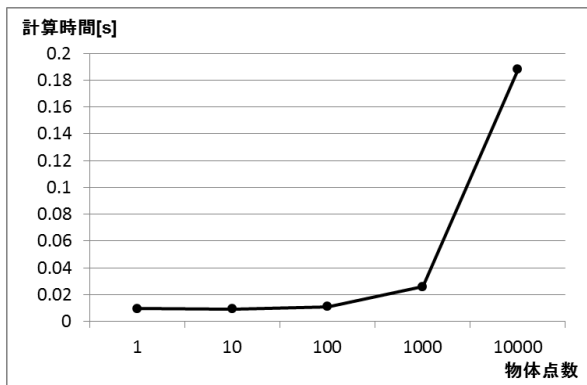


図1 物体点数と計算時間の関係

4. 3D ゲームシステム

図2に本システムの構成図を示す。システムの流れとしては、まず作成するホログラムの物体点データを入力する。その物体点データをもとにGPU側でCGHの計算を行い、その計算結果から表示するCGHの画像データをCPU上で作成する。最後にCGHの画像データをLCD(Liquid Crystal Display)に表示させ、LED(Light Emitting Diode)の光を再生照明光として照射し、立体映像を得る。

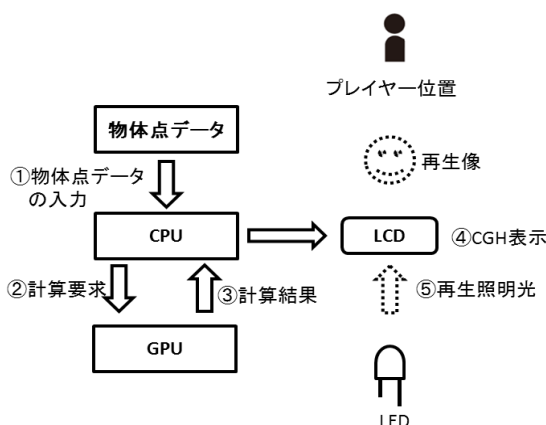


図2 システムの構成

4.1 ゲームの仕様

本研究でのゲームは、表示された複数の物体の中から指定されたものを選択するというものである。ゲームの種類としては、表示する物体・物体数・大きさ・配置を変更したものを用意した。これらのゲームでは、表示される各物体の奥行き方向の物体の間隔は20[cm]とした。このゲームの実行時のイメージを図3に示す。図3の例において、1番手前にある物体を選択するという場合は、イメージの右に位置する物体と対応するキーを押すことで正解となる。また、現時点で19人の被験者(16~20歳の男女)からこのゲームを用いた評価実験を実施した。

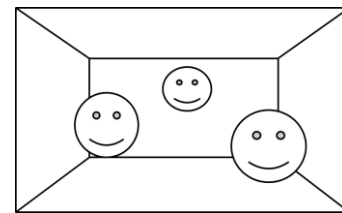


図3 ゲーム画面のイメージ

4.2 再生像の評価

本研究では、評価実験の結果から現段階での3D映像について、評価項目ごとの視認性と奥行き方向の物体間の識別可能な距離を検討した。

再生像と正答率について表1に示す。評価項目について、正答率などのデータから考察すると、被験者によって見え方に差はあるが、物体に変化を与えても立体感が得られ、変更前と同様に識別が可能であることを確認した。また、被験者が識別可能な奥行き方向の物体間隔は1~7[cm]であった。この結果から、現段階で映像を正しく認識するために、奥行き方向の間隔を8[cm]程度設けたゲームの実装を考えている。また、今後も識別可能な距離について検討する。

表1 再生像と正答率

再生像	正答率	再生像	正答率
星(横並び)	85.24%	ハート	80.64%
星(縦並び)	79.69%	恐竜	79.33%
星(5つ)	75.66%	顔	83.70%
星(各物体にランダムなサイズ変更)	83.49%	キューブ	75.29%

5. おわりに

本研究では、電子ホログラフィ技術を用いたシンプルな3Dゲームシステムを構築し、再生像についての評価を行った。また、GPUを用いることでCGH計算の高速化に成功した。そして、評価実験から再生像の視認性と識別可能な距離について確認した。また、本研究で得た再生像の視認性や距離感などの評価は、立体映像の見え方における1つの基準になると考えている。

謝辞

本研究は、科研費(23700134)の助成を受けたものである。ここに謝意を表す。

参考文献

- [1] 辻内順平：“ホログラフィ”，丸善株式会社，1993.
- [2] Stephen A. Benton, V. Michael Bove Jr：“HOLOGRAPHIC IMAGING”，WILEY INTERSCIENCE.