



本当の3次元ディスプレイをつくる –ホログラフィを用いたディスプレイの形状提案と出力装置–



研究者所属・職名：
理工学部・応用情報工学科・准教授

ふりがな やまぐち たけし

氏名：山口 健

主な採択課題：

- [若手研究 \(B\) 「ホログラフィによる像が浮き上がるディスプレイの広視域化」 \(2009-2010\)](#)
- [若手研究 \(B\) 「フルカラー像が表示面より飛び出す計算機合成ホログラムを用いた広視域ディスプレイ」 \(2012-2014\)](#)
- [基盤研究 \(B\) 「3次元物体の質感が表現可能な体積型ホログラムプリンタの開発」 \(2016-2019\)](#)

分野：応用光学、マルチメディア

キーワード：ホログラフィ、計算機合成ホログラム、3次元ディスプレイ、高解像度、出力装置、高速計算

課題

- なぜこの研究をおこなったのか？ (研究の背景・目的)

3次元ディスプレイと呼ばれているものの多くは、2枚または複数枚の画像を左右の目に見せることで視差を人の脳に認識させている。人が立体物を知覚する生理的要因としては、両眼視差、焦点調節、輻輳、運動視差があるがこの1つしか使用していないものが多い。ホログラフィと呼ばれる、干渉や回折を用いる技術を使うことで生理的要因全てを満たすディスプレイを作成することは可能である。計算機を利用してホログラフィのディスプレイを作成する計算機合成ホログラムは、未来のディスプレイとして有力ではあるが、現状では十分な出力装置がなく、どのような再生方式が良いかの検討も不十分である。そのため、計算機合成ホログラムを用いたディスプレイの様々な像再生の方式や出力装置の研究を行っている。

- 研究するにあたっての苦労や工夫 (研究の手法)

計算機合成ホログラムで実用的な視域や像サイズを実現するためには、干渉縞の解像度が数百億～数千億画素必要となる。干渉縞の計算にはGPUを使った高速計算を適用しているが、現在のハードウェアでも計算に数日かかるようなものもある。また、出力装置に関しては研究グループで開発しているものを用いており、現在では0.35 μ mピッチのホログラムを出力できるようになっている。また、体積型と呼ばれる反射型の出力装置も開発をおこなっている。



図1 出力された干渉縞と再生像 (正面・左視点)



本当の3次元ディスプレイをつくる –ホログラフィを用いたディスプレイの形状提案と出力装置–

研究成果

●どんな成果がでたか？どんな発見があったか？

①計算モデルの構築

ディスプレイ面から像が飛び出す計算機合成ホログラムについて、再生された像を広範囲から観察可能なように、図2のような半円筒形状の光学モデルを設計した。最初に単色ではあるが全方向に視差を持つホログラムの作成を行い、次に垂直方向の視差を犠牲にしてフルカラーの像を再生可能なレインボウホログラムの手法を取り入れたホログラムを作成した。観察可能な範囲を広げるためには再生される像と観察位置の直線状にホログラムがなければならず、平面型ではホログラムのサイズを大きくしなければならぬ。これに対して今回作成した半円筒形状では再生に図3のような装置が必要となるが、比較的少ない解像度で180度近い視域を実現することができた。また、図2のような光学モデルにすることで、ホログラムに要求される空間分解能も低くすることができた。

②計算データの生成

180度近い視域のどこから見ても像に欠けや重なりがないよう、計算の元となる物体データを3次元の幾何形状データから生成するソフトウェアの開発を行った。今回のホログラムでは物体の周り180度の視域があるため単一のデータではすべての視点で正しい像を観察することはできない。作成したソフトウェアによりポリゴンデータを計算に必要な3次元の点光源群に変換することができた。

③干渉縞計算の高速化

GPUを用いた計算により、約100GBの干渉縞を45時間程度で計算することができた（※GTX480を使用時）。また、垂直方向を犠牲としたフルカラー像が再生可能なホログラムにおいても約77GBの干渉縞を2時間程度で計算することができた（Corei7 3770を使用時）。

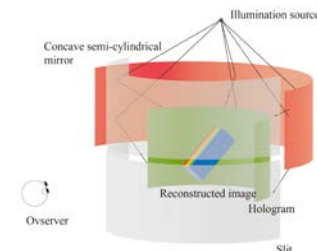


図2 光学モデル

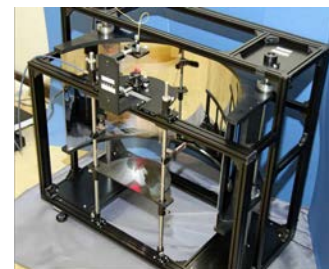


図3 実際の再生光学系

今後の展望

●今後の展望・期待される効果

光学的に撮影したホログラムの再生像を図4に示す。光学的に記録したホログラムでは図のように本物と区別できないような質感を得ることができる。これに対して、我々の出力装置で出力したホログラムの再生像は、まだ光学的に撮影したホログラムの質感には及ばない。これは、出力装置の性能不足が要因の1つではあるが、他にも元となる物体データをより写実的なものにするなど改良点もある。これらを改善することによって、近年普及し始めている3Dプリンタに対抗し、質感など元の物体と同じものを見せることが可能なディスプレイとして利用できるようなホログラフィを用いたディスプレイの研究を進めていきたい。



図4 光学ホログラムの再生像の例