

XIV ホログラフィー入門

① ホログラフィーとは何か？

ホログラフィーは、非常に高解像度の 2D フィルム上またはフィルム中の干渉パターンとしてシーンに関する 3D 情報をキャプチャーする技術の一種です。フィルムを適切な条件下で現像して表示すると（表示にレーザーが必要なフィルムもあれば、適切な白色光源を使用できるフィルムもあります）、その結果、視点を移動したりオブジェクト（物体）、適切な隠面除去（個体物が個体に見える）、影とハイライトなどの周囲を見回したりする機能など、オリジナルの細部まで再現されます。原則として、ホログラムはオリジナルと光学的に区別できません。ホログラムの通常の写真は、シーン自体の写真と同じように見えます。



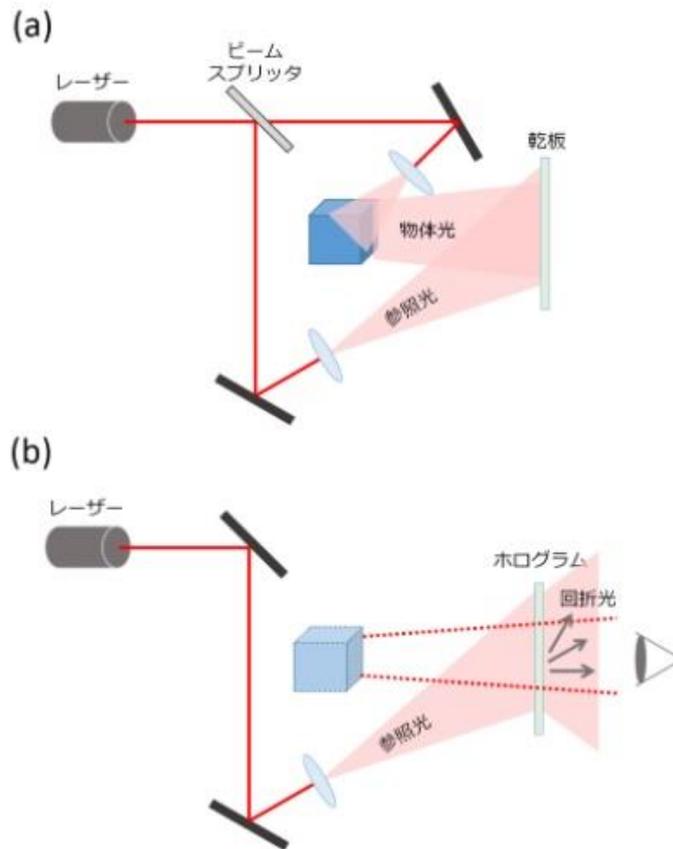
3D 画像の背景の例

しかし、今日この技術が存在する限り、ホログラフィーは SF やその他の映画やテレビ番組でよく描かれるものではありません。この欠陥の一部は、ホログラフィーとは何か、そしてそれがどのように機能するかという基本原則に起因していますが、その多くは現在のテクノロジーの不十分さによるものです。



映画 Star Wars のホログラムのシーン

- ホログラム自体（フィルムまたはプレート）が視野内にある必要があります。つまり、何も無い空間にホログラムを投影して横から見ることはできません。ホログラムの作成時に適切な設定を行うと、シーンがフィルムの前に「現れる」ように視点を配置できますが、シーンはフィルムによって制限されてしまいます。この場合の効果は、窓を覗いているような効果ですが、奥行きの手がかりに基づいてシーンが窓の前に現れます。



ホログラム撮影の基本概念

- ホログラフィック複製の品質は現在、従来の写真技術の品質をはるかに下回っています。これは、非常に多くの情報を限られた解像度でフィルムに記録する必要があり、スタジオ内で使用される光のわずかな波長や気流さえも含め、他のほとんどすべてが最終結果に影響を与えるためです。
- 進歩は絶えず進んでいますが、レーザーを使用せずにホログラムを表示したり、真のフルカラーホログラム(クレジットカードやロゴに見られる「レインボー」ホログラムではありません)を作成したりする際の品質と解像度を完璧にするためには、やるべきことがまだまだたくさんあります。

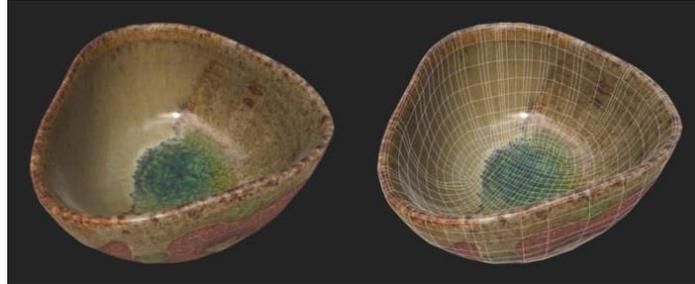


レインボーホログラムの一例

(一部引用元: Rick Poulin (rpoulin@rohcg.on.ca).)

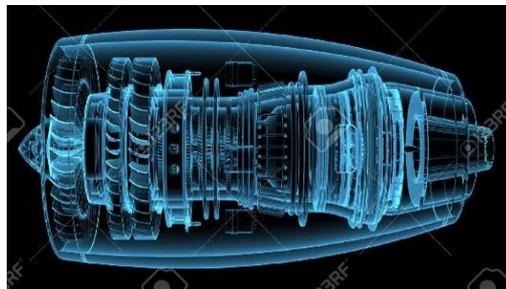
ホログラフィーは実際にはまだ初期段階にあります。すでに他にも多くの魅力的な用途があります。そのほんの一部を以下に示します。

- 希少で繊細な工芸品、彫刻、絵画の 3D 表現。オリジナルのあらゆるニュアンスを捉えることで、実際のオブジェクトを温度、湿度、暗さなどの理想的な条件下で安全に保管することができます。



工芸品のデジタルアーカイブの一例

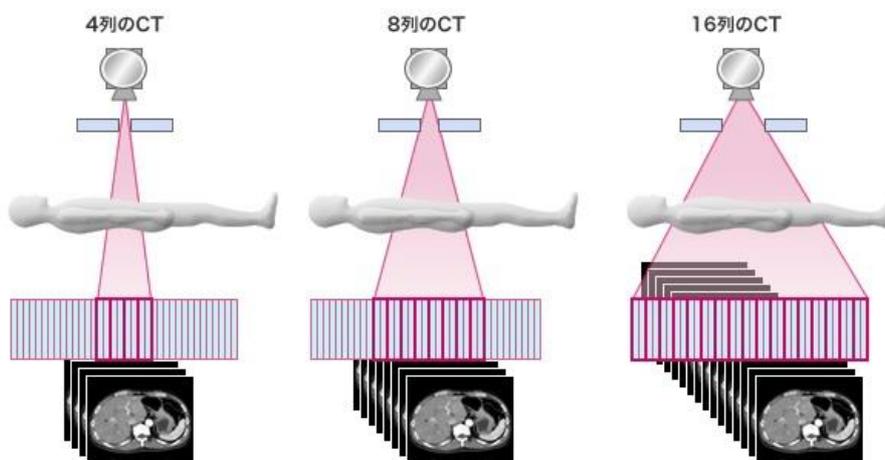
- 微細スケールでの応力による振動モードや変形の解析。検査対象のホログラムは通常の方法で作成されます。次に、物体を動かさずに、現像されたホログラムが元の位置とまったく同じ位置に置き換えられ、レーザーが再び点灯されます。物体の表面の変位は、使用されているレーザー光の波長の一部のスケールであっても、目に見える干渉縞として現れます。これは、300 年前の貴重なバイオリンやジェットエンジンから、設計段階の建物、橋、その他振動や応力を受ける構造物の縮尺モデルに至るまで、あらゆるものを評価するために使用されています。



ジェットエンジンの 3D 画像一例

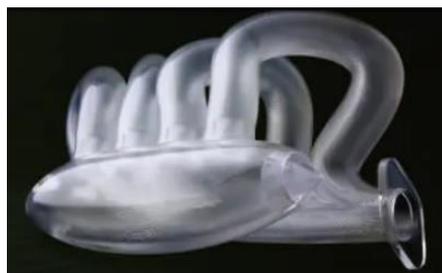
- 医療用 CT または MRI スキャナーからの複数の 2D 画像は、通常のホログラムの「オブジェクト」となる LCD パネルのようなものを使用して元のスライスデータを表示する 1 枚の画像に連続して記録することによって積み重ねることができます。各露光後、SLM(空間光変調器)はホログラフィックフィルムに対してわずかな距離だけ移動し、シーケンス内の次のスライス(スライスの厚さによって分離された)が表示および記録されます。フィルムが「再投影」または「ルックスルー」画像で、解剖学的構造が半透明に見える場合、2D スキャンや通常の X 線「平面」フィルムを読み取る訓練を受けていない人にとっては、より意味のあるものになります。従来の医療ワークステーションで画像を前処理することにより、対象の構造を強調し、その他の構造を除去することができます。これらの「Voxgram」(ボクセル由来=3-D をピクセルに例えたもの)は、手術計画や患者への問題の説明に使用できます。(ただし、これはホログラフィーを直接使用して実現できる真の 3D ではないことに注意してください。)高度な技術を使用すると、レーザーを必要とせずに、単純な低コストの白色光ディスプレイボックスでホログラムを見ることができます。参照: Holorad: CT および MRI データからのホログラム。(残念なことに、この技術は機能

し、素晴らしいものではありませんが、元の会社である VOXEL は、ホログラフィックプリンターの開発と販売の能力について少し楽観的すぎるだけでなく、他の法的問題も抱えていました。おそらく、Holorad はそれらの障害を克服しました。) [Holorad: home](#)



(東芝メディカルシステムズ様ご提供資料より改変)

マルチスライス CT の概念図

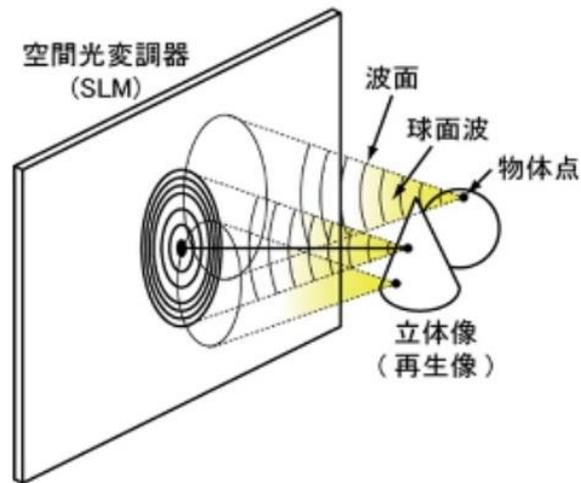


ルックスルー画像の一例



Voxel 画像の一例

- ホログラフィック記録方式は、スタートレックの標準記憶装置の実物版である小さな結晶体全体に大量のデータを保存するために開発されています。情報は SLM(空間光変調器)を使用してビットの 2 次元配列に変換され、光学系に対する結晶の角度を変えることで、そのような複数の「面」を同じホロクリスタル内に保存できます。現在の課題は、以前に存在したものを消去せずにこれを実行できるようにすることです。



SLM によるホログラム表示の概念図

- ホログラフィック手法は、真の光コンピュータの構成要素を形成するデータ要素を光学的に分類したり、光通信ネットワークでデータを選択したりするために使用できます。これらは事前に生成して光学的に選択することも、リアルタイムで生成することもできます。