

⑧ ホログラフィックビデオディスプレイ

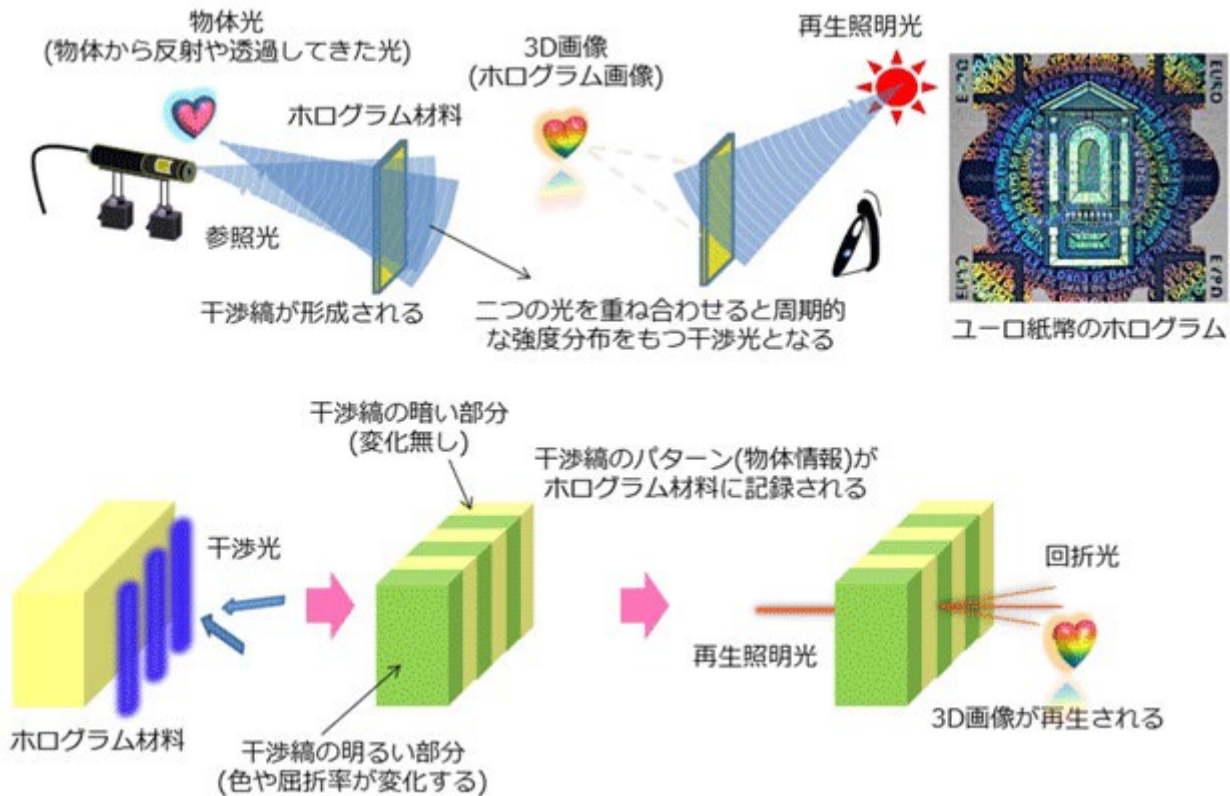
動くシーンの有用なホログラフィックディスプレイを作成するには、ほとんど信じられないほど大量のデータ処理とスループットが必要です。50x50 の表示デバイスのホロムービーを作成したいとします。一般的なホログラフィックフィルムがホログラムの波長程度の解像度（1,000 ラインペア/mm 以上）を持っている必要があることを考えると、これは、同様の解像度を持つある種の空間光変調器（LCD など）が動画を再生するために必要になることを意味します。これは、 1.25×10^{12} または 1.25 テラピクセルを超えることを意味します。そして、高解像度のラップトップ画面は高価だと思っていました。話を簡単にするために干渉パターンがピクセルあたり 1 ビットであると仮定します。その結果、フレームあたり 100 G バイトになります。スムーズな動きを提供するには、少なくとも 24~30fps が必要なので、2.4 テラバイト/秒ということになります。もちろん、さまざまな圧縮技術（当時は MPEG-26 など）を使用して、これをおそらく 10~100 分の 1、あるいはそれ以上に減らすことができます（そして、そのような処理が本当に実用的になるのは間違いありません）。ただし、通信チャネル経由では依然として 24G バイト/秒です。うーん、それはそれほど不可能ではないようです！これには色の必要性は考慮されていませんが、少なくともレーザーは、このようなテクノロジーを市場に投入する際の問題の中で最も少ないものになるでしょう。



ホログラム動画(ホロムービー)のイメージ

このような表示は原理的には簡単です。

- ホログラムを書き込むには、干渉パターンによって何らかの特性（密度、色、位相など）を変化させる材料（SLM）上で電子またはレーザービームを走査します。十分に機能します（下記を参照）。
- ホログラムを表示または読み出すには、通常のホログラムと同様に、パターンを通して低強度の拡大レーザービームを照射します。
- ホログラムを消去するには、ホログラムを上書きするか、より高強度のレーザービームまたは「フラッド」電子ビームを素材に照射します。



ホログラフィーの原理

参考 URL: [共同発表：「究極の3Dテレビ」実現に向けたホログラム材料を開発 \(jst.go.jp\)](http://共同発表：「究極の3Dテレビ」実現に向けたホログラム材料を開発 (jst.go.jp))

実際、私は 1980 年代初頭にこのようなことについて議論していました（前世で）が、何らかのスループットを達成するには、専用の専用コンピューターか、まだ存在しないもののいずれかが必要であることに気づきました。

それは今でもそうです。

ただし、静止画像（たとえば、適切な遠近法で解剖学をさまざまな角度から観察したい医療用視覚化など）の場合は、書き込みに数秒以上かからない限り、速度はそれほど重要ではない可能性があります。

それでは見てみましょう... 10cmx10cm の可視光の SLM の場合、それはわずか約 500 億ピクセルです。通常の CRT 電子銃ではなく、走査型電子顕微鏡に似ています。1 秒あたり数十ギガバイト（1 秒のリフレッシュレートの場合）は、一部の最新のマイクロプロセッサの内部メモリバスと同じ桁なので、大した問題ではありません。😊もちろん、その煩わしいフレームレートを倍増させます。😞

「三次元ディスプレイ」や「ホログラフィック」などのキーワードを使用して特許データベースを検索すると、さまざまな興味深い情報が見つかるはずですが、おそらくほとんどの場合非現実的です 😞

（引用元：Steve Roberts.）

問題は 2 つあり、解像度と帯域幅です。ホログラムは、利用可能な CCD が提供できるよりもはるかに多くのセンサーを mm あたりに必要とするため、解像度、および帯域幅を処理できるのは専用の光ファイバーラインの直接アレイのみであるため、帯域幅です。実際のレーザーで撮影されたシーンを見ることはできません。コンピューターと 2 台以上のカメラが必要です。実験用の小規模ディスプレイは低解像度で作成されていますが、計算に使用された Cray 社製コンピューター

は私のリビングルームに置くスペースがありません。レーザー光線は少し距離を置くとコヒーレンスを失います。そのため、画像の収集にレーザーは使用されないため、(客席から何十メートルも先に居る)マンデーナイトフットボールのメンバーが(レーザービーム照射で)失明することはありません。もしかしたら、すぐにではないかもしれませんが。



個人用3D ディスプレイの一例

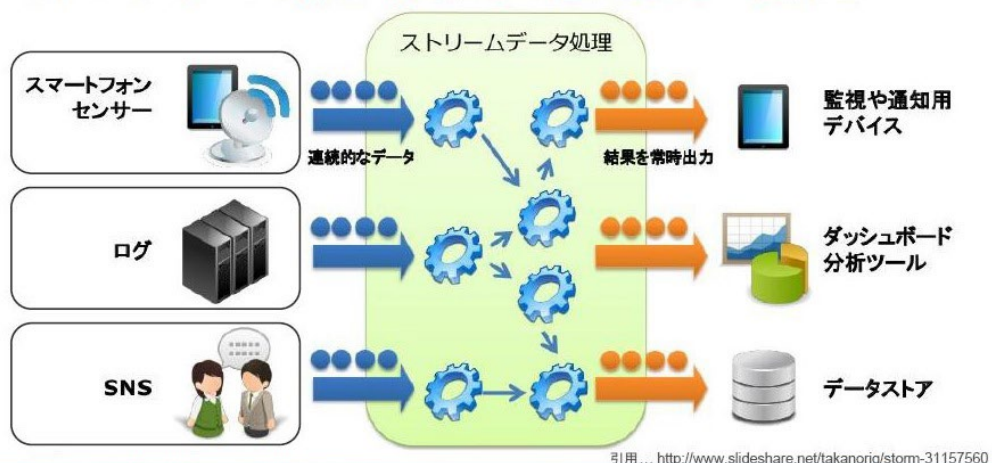
(引用元: James Hunter Heinlen (dracus@primenet.com).)

いくつか作られています。現時点では、そのような技術を利用できる唯一のアプリケーションは、非常にハイエンドの医療と政府、主に軍事ですが、国防省は原子カシミュレーションプログラムにアプリケーションを持っていると思います。いずれにせよ、それらは恐ろしく高価であり、私が見たもの(私がまだ爆発物業界でコンサルティングをしていたとき)は、信号プロセッサ、モデリング、およびシミュレーションを実行し、処理される信号として使用するリアルタイムデータストリームを生成します。これは、リアルタイムで望むもののすべての薄暗い(しかし美しく詳細な)3D 動画画像を生成すると考えられていました。彼らはこれを使用して、(非理想的で現実的な)岩の複数の層を通過する衝撃波の進行を詳細に表示しました。ディスプレイを見るには照明を消す必要がありました。「モニター」はプレキシガラス製の水槽のように見えました。さらに詳しい情報が必要な場合は、このタイプのシステムを最初に作成し始めたディスプレイに関する優れた記事がいくつかあります。

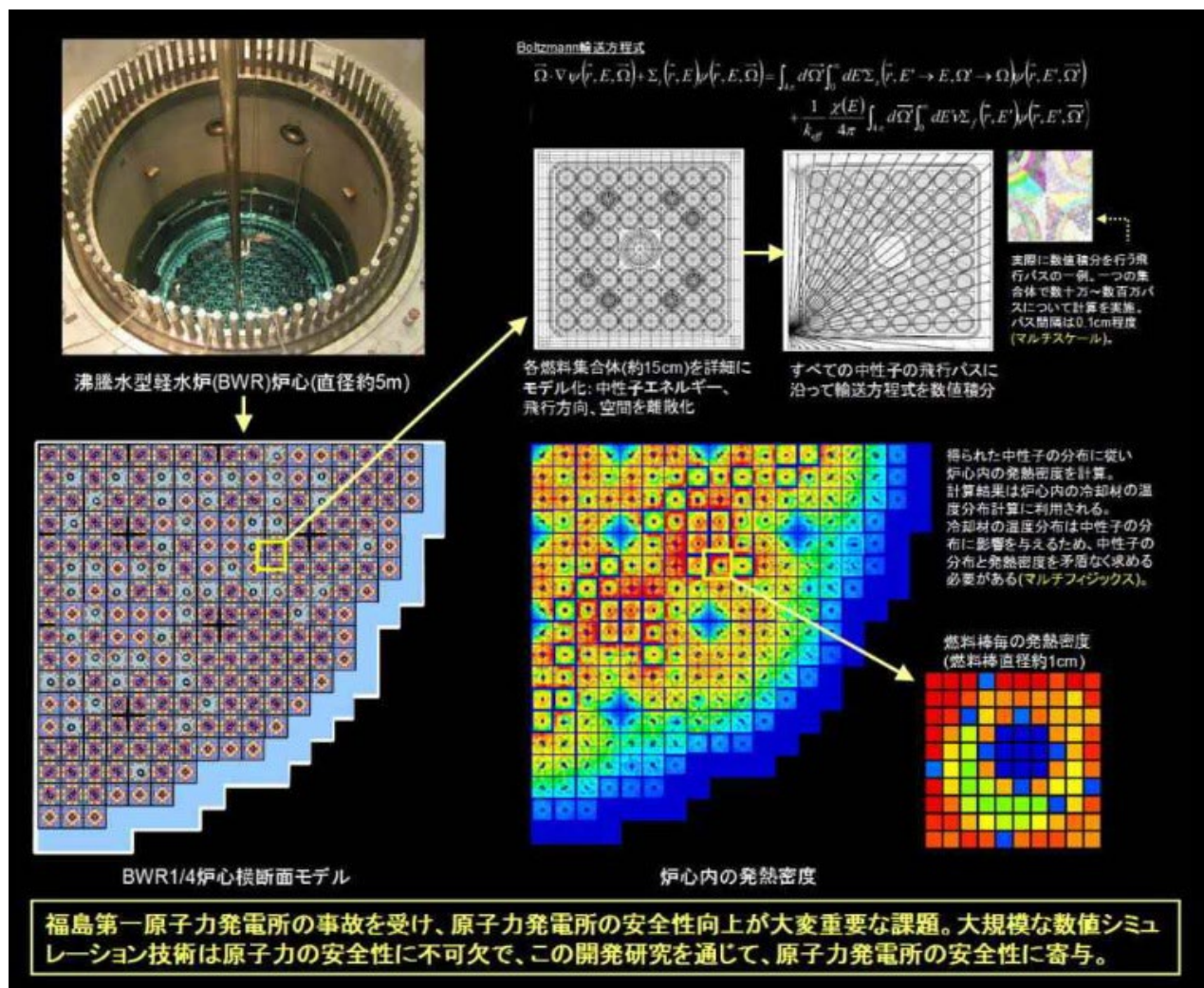
ストリームデータ処理とは



連続的に発生するデータに対して、 リアルタイムに集計・解析等の処理を行い続ける



リアルタイムデータストリームの概念

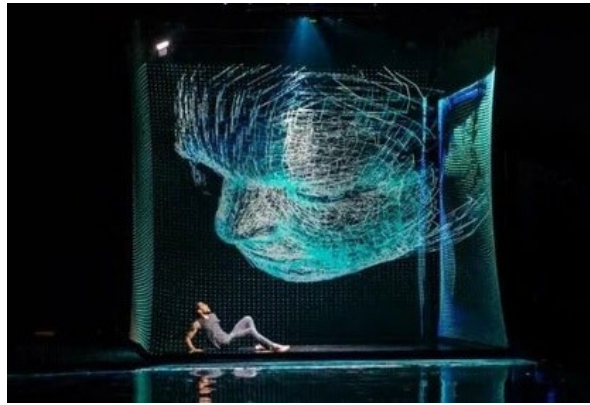


原子炉炉心内部シミュレーション画面の一例

(引用元: Ted (email address N/A).)

レーザーによって作成された真の干渉パターンホログラムを非常に高解像度の LCD ディスプレイに表示する試みがいくつか行われてきました。私はデジタルイメージングの討論会に参加していましたが、そこでも討論会が開催されていました。画面自体は 5 万 × 5 万ピクセルくらいだったと思います。実際のホログラムは、約 17 インチのスクリーン上でドラムスキャナーによって 90K × 90K ピクセル（それぞれそのようなもの）でスキャンされました。ホログラムは非常に明るく、他のホログラムよりも鮮やかでした。各ホログラムファイルは 100MB をはるかに超えていました。

私たちの目は約 27fps で信号を処理するため、約 30fps が必要であることに注意してください。30fps では、1 秒のホログラフィックアニメーションは 180GB 以上になります。明らかに、真のホログラムの動きでさえ、まだ長い道のりです。コンピュータによって作成される人工干渉ホログラムには、さらに多くのストレージと処理能力が必要になります。しかし、コンピュータ業界では、10～20 年以内にこれが現実になる可能性は非常に高いです。



3D ホログラムのステージでの実例

(引用元: Andre de Guerin (mandoline@gtonline.net).)

LCD の表面に干渉パターンを生成し、可視光を照射することでホログラムを直接生成する新しいタイプの液晶ディスプレイがあります。

これにより生成されるディスプレイは、リアルタイムで動く 3D ホログラムです。

ちょっとした問題が 1 つあります。LCD 密度は、 $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ のピクセル サイズで $3,800 \times 3,800$ ピクセルというところでもないものです。標準の 1280×1024 ラップトップ画面のサイズが 10 分の 1であることを考えると、この種のディスプレイを大量生産するには大きな問題が生じるでしょう。

(引用元: Sam.)

実際には、いくつかの小さな問題があります。その中でも特に重要なのは、引用されている解像度がせいぜい限界であり、それにデータを供給するのは、帯域幅と処理の点で非常に手間がかかることです。😅 ただし、ホログラム内の局所的な欠陥は 3D 再構成では局所的に表示されないため、デッドピクセルは少なくとも大きな問題にはなりません。背景ノイズが少し追加されるだけです。