

自宅でホログラム記録☆

2008年06月30日01:19

日本大学にある研究室の研究ページを見てた。

【コンピュータでホログラムを作ろう！】

...えっ？-w-?

【<http://panda.ecs.cst.nihon-u.ac.jp/oyl/Cholo/Cgh/>】

す、すごい！！！！

皆さんご存知の【ホログラム】というのは、あの浮き上がって見える虹色をしてるあの【ホログラム】です。

これって、大掛かりな高価な撮影機材でしか作成できないと言うことで、偽造防止に使われていたりしますよね。

ですが、この研究室では、家庭用のプリンターと、スライドフィルムを使ってホログラムを自宅で作ってしまおう！て魂胆のようです！

今日の記事は、難しい話も多いので、作り方を知りたい方は、作り方のところまで、ジャンプをどうぞ。

さて。

ホログラムは、何十年も前から知られているのに、今だに【マイノリティリポート】のように、ホログラムを利用して立体に浮き上がって見える【立体テレビ】のようなものが実現しておらず、もはや地味な存在になっています。

ようやく、4・5年前に【ホログラフィックメモリ】と言って、ブルーレイディスクの20倍くらいの容量のディスクが作れる！って研究がはじまりました。

20世紀は【エレクトロニクス】の時代でしたが、21世紀は【環境】の世紀であり、そして【フォトンクス】の時代なのです☆

光を操る技術...だから【フォト】ニクスです。

たとえば、【光コンピュータ】って言うのは、2種類の光を一点に当てて、その明るさを図って足し算をしたりって感じの、まさに光を操る技術の代表格です。

そのほかに、重要なのが【ホログラム】です。

ホログラムのすごいのは、写真が2Dの平面でフィルムやCCDに記録するのに対し、ホログラムは、同じフィルムを使って3Dの情報まで記憶してしまうことです。

ものの奥行き...【位相】まで記録できるのです。

たとえば、今流行の1000万画素デジカメを使って、奥行き方向に100回撮影したら、なんと10億画素分のデータが必要になります。

データとしては、圧縮しても一枚のデータが100MBくらい、非圧縮だと、一枚当たり1GBってとこ

でしょうか。

ところが、ホログラムは不思議なことに奥行きを記憶できるので、たった一枚のフィルムなどで撮影が済みます。

データが小さくすむのです。

さらに、デジカメで記録したデータから位相のデータを取り出し、3D表示したり、浮かび上がる3D液晶ディスプレイなどを利用して、浮かび上がらせるには、今のCPU性能分がそれだけ多く必要になるのに対し、フィルムに記録したものは、光にかざすだけでいいのです。

皆さんがよくご存知のホログラムは、電球などの光を当てただけで浮かび上がってきます。それは、フィルムが透過性を持つことです。

何かを撮影する際には、光が被写体にぶつかって、跳ね返ってきた光をカメラのフィルムなどに当てなければなりません。

光がカメラに届かないときは、被写体は写りません。

写るんですとかでよく見る【ISO1600】なんて言うのは、どれだけ光に対して敏感かをあらわす指標で、これが高いほど、敏感...つまり、それだけ弱い光で撮影ができるということです。

逆に、敏感なので、余計な光まで感じてしまうので、これが【ノイズ】の原因になってきます。

さて、ホログラムを撮影する際には、特殊な光を被写体に向けて当てます。

【レーザー光線】です。

レーザー光線は、色が単色...つまり、一色しかない光です。

赤色のレーザーポインターは、三原色のうちのひとつ、赤色しか含まれていません。

蛍光灯などは、白色なので、3原色すべてが含まれています。

そのせいで、ホログラムに赤色以外...たとえば電球などを当てると、干渉を起こして虹色に見えるのです。

赤色など、一色に対する光の反射しか記録していないホログラムだから。

ホログラムをレーザーなどで見ると、とても綺麗に見えるそうです☆

さてさて。

レーザーのあつた被写体は、赤色に対して反射光を出し、それをカメラで記録するわけですが、反射光は、物体の形によってカメラに届くまでの距離が場所ごとに変わります。

いろんなところからいろんな強度の光が届くのですが、ここで光の面白い性質をご紹介します☆

【独立性・・・重ね合わせの原理】

波は、波源の振動によって、媒質を一定の周波数で伝わる現象です。

たとえば、水面当たりに手を入れて、ゆっくり上下に動かすと、緩やかな波が起こります。

この時、スピードを保ち、より深く上下に動かすと、波の高さがあがります。

津波は、海底での地震の威力が、水面全体を何メートルも揺らしている現象なのです。

さらに、上下する深さを保ちながら、上下するスピードをあげると、細かい波が立ちます。

この時、波の高さを【位相】、並みの速さを【周波数】と呼びます。

波の面白いのはここから！

なんと、2つの波の速さが違う波同士がぶつかると波の形が変わるのです☆

さらに！

ぶつかってできた波は、なんと！元の波2つに分解することができるのです！

このことを、【重ね合わせの原理】と言い、波が干渉しあわないのを【波の独立性】というのです。

つまり、テレビでタレントが複数人で同時に話しているような音声は、一人一人の声に分解できちゃうんです！

た・だ・し！

一人一人の声の特徴を完全に把握できている場合のみ。

なんで、スピーカーに向かって、話していた本人が同じ大きさの音量で話すと、本人のしゃべった部分が打ち消されちゃいますよ☆

さらに、もうひとつ大事なのが【干渉】

【干渉しあわない】と言って、干渉するとはおかしな話ですが、これは、波の周波数が全く同じ場合。

干渉と言うのは、同じ周波数の波がぶつかったときに、打ち消しあったり、強め合ったりして、波の形が変わること。

独立性はこの時点で消失します。

たとえば、スピーカーのLとRを向かい合わせると、テレビのモノラルの音同士が弱めあって、音が全く聞こえなくなっちゃいます。

最近流行の【ノイズキャンセル】って言うのは、この原理を応用しています☆

さて。話をホログラムの撮影に戻しましょう。

この波の2つの性質を使いますと...

①単色の光は周波数が同じ

ことから、カメラに届くフィルムには、被写体の形によって、反射光の波源がずれることになり、距離が変わり、その光は、周波数が同じなので、強めあったり弱めあったりします。

この、ずれる現象を【回折】と言います。

回折と言うのは、進む方向の揃った(レーザーに限らず、指向性があるという意味です)真っ直ぐな光が、ある細い点などにぶつかると、そこから進む方向の揃っていない光が新たに発生することです。

つまり、反射光が【ぶつかったところを波源として発生した】とも取れるわけです。

この反射光が、干渉して、カメラに届くわけです。

流れとしては、入射光がぶつかった被写体から、反射光が出てきて、それが干渉しあった【結果】を、フィルム上で記録できることになります。

しかし、これでは、ある一方向からの反射光しか当てていないので、浮き上がって見えません。

ここで、ある工夫を。

入射光に対して、斜め45度から入射光と同じ周波数の光を当ててるのです。

入射光を、マジックミラーなどでまずは半分通過させて、残り半分をさらにミラーで方向を変えて斜めから当てるようにすれば、実現できます。

勿論、全く同じ性質や強度の光を、もうひとつ別方向から当ててるのもありますが、実際問題、強度や波のそろい具合を完全に揃えると言うのは難しい話です。

さて、この斜め45度と言うのが肝で、これで、ものの奥行きを45度の範囲で知る術になります☆

これをホログラフィック記録における【参照光】と言います。

この参照光が、入射光と同様、反射光を生みます。

この2つの光があたっている被写体を撮影すると、2つの方向から発生した反射光を、同時に記録することになります。

これは、言い換えると、普通のカメラ撮影に加え、物の奥行きまで記録できることになりますね☆めでたしめでたし♪

...って簡単な話では終わりませんw

単純に、撮影をすると、2つの光が入り混じった、多重露出のような写真が出来上がります。

カメラにおいては、まさに【失敗作】ですねw

ところが、ここで注目！

単色の光の場合、波は干渉するのですよね☆

なので、単色の光を使うと、カメラには、干渉の結果が記録されます。

これを【干渉縞】と言います。

単色光を使って記録された干渉縞には、ひとつの被写体に対して、2つの場所での情報の、交じり合った結果が記録され、これも早い話が【失敗作】

ですが...！

先ほどの【斜め45度】と言うものに注目～♪

斜め45度に当てると言うのはつまり...

【ひとつの被写体が、2つの光源から来た光の中におかれている】

中に

【ぺらぺらの写真フィルムがおかれている】

と考えることもできますよね??

さらに!

被写体からの反射光を記録した【フィルム】を【見た】ときにはフィルムからの【反射光】があると考えられます。

透き通っていたら、フィルムは真っ透明です。

しかし、色のついた像が見えるので、これは

【一部反射している】

といえます。

そこで、フィルムからの反射光の【波源】を考えると、それは、もともとあの2つの光の中におかれていた状況で記録した【干渉縞】です。

さて、ここで、参照光と同じ周波数の単一色の光をフィルムに当てると...

干渉縞に記録されている、2つの光の干渉の結果(つまり、フィルム)から、フィルムを取り除いた時の光の【道筋】が再現できるのです!

つまり、フィルムから離れている、フィルムの外側の部分に、まるで光があるかのように見えるのです!

これはつまり...

【浮き上がって見える】

と言うこと。

なぜでしょう??

ここで、波のもうひとつの性質【回折】の登場です☆

フィルムには、干渉の結果【干渉縞】が記録されているといいましたが、これは、フィルムに光がぶつかった時点で、そこに光が記録され、光はそこで消えるわけですが、その先の光の道筋と言うのは、光の周波数と、回折から割り出せるのです☆

これを言い換えると、フィルムの干渉縞全体が、【波源】であり、フィルムを見るときに当てた参照光と同じ光が、フィルムの干渉縞にぶつかった時点で、反射光が発生し、フィルムを【波源】として、光が回折するわけです。

つまり、奥行きが無いフィルムを波源として、空気の在る外側の空間に【光の道筋】を再生することになるのです！

考えてみてください。

人間が物を見て立体感を感じるのは、2つの目によって【立体感】を感じ取れるからです。

2つの目によって、ホログラムの撮影時と同じ光が、フィルムの先の仮想的な部分にしっかりと再現されたら、そこには【立体感】のあるものが見えるはずですよ。

言ってしまうと、そこに【3次元のものがある】と錯覚しても不思議ではないのです。

これが、ホログラムの撮影・再生の原理です。

さて。

ホログラムの撮影時には、余計な周波数の光が入ってくると、ホログラムとして再生できないのです。

なぜか。

記録時にある一点にあたった光の周波数は、再生時にはわからないからです。

【蛍光灯で撮影した】と言っても、3原色に限らず、いろんな周波数の含まれている蛍光灯の光が、どの部分に、どの周波数の光が、どの強度あたったかをすべて把握するのは、物理的に不可能です。

なぜかと言うと、被写体の出す反射光は、被写体の、ある一点にある元素の性質によって特定されるからです。

たとえば、木材を傾けると艶や見える模様などが、光を当てる方向で違ってきます。

同じ光源なのにです。

これからもわかるように、ホログラムの撮影時には、暗室の中で、真っ直ぐな単色光(レーザー)だけを使って撮影しなくてはなりません。

これだけの設備となると、とても個人では手に入れることはできません。

で・す・が！

コンピュータを使うと、簡単に3D情報のあるCG画像を作成できます。

これを、2つの光を当てた結果として、干渉縞を計算すると、大掛かりな設備を必要とせず、目的の干渉縞を手に入れることができるのです！

これは、CGの画像をフーリエ変換して、重ね合わせることで実現できます。

フーリエ変換すると、画像を重ねるだけで、干渉縞を計算できるのです。

これも光とフーリエ変換の面白い性質です☆

再生する場合、光の周波数は赤色で【600nm】くらいです。

光の【幅】と考えると、大きさは1ミリの1000分の一の、さらに10分の6ですね☆

つまり、計算した干渉縞を、このサイズで実際にフィルムに記録できれば、とても綺麗なホログラムを作れるわけです☆

しかも、現実の撮影では不可能な、まさにCG世界を記録することもできます。

さて。

フィルムに印刷する際に、カメラを使うか、プリンターでフィルムのようなものに印刷するかの方法があります。

プリンタの方法をとる場合、600nmの幅と言うのは、lpi(1インチの幅に、何本線を描けるか)の指標でみると...

①1cm=24mm

②600nm=0.001m(=1mm)のさらに /1000(=1 μ m)のさらに、約半分。

つまり、一インチの幅に、2000000本の線が描ければよいのです。

こうなると、目の前に実物と(本当に)見分けのつかないものが見えるはずですが。

..しかし、現実には、2000000lpiのプリンターなんて存在せず、最近のCANONとかのインクジェットプリンターで約10000lpiのレベルです。

これは、ものの荒さが2000000/10000で、200倍(一倍で現実のサイズ)に増幅されることとなります。

でも、10000lpiもあれば、綺麗なホログラムを作れるそうです☆

なので、プリンターで透明なフィルムに干渉縞を印刷すれば、その幅に合う周波数の光で再生したときに、とても綺麗(荒さ100倍、強度1倍)に見えるわけです。

しかし、レーザー光線を当てないと見えないなんて、実用的ではありません。

なので、太陽光や蛍光灯で見ると見えず、印刷した幅以外の周波数で見ても、何も見えてきません。

しかし、そういう光の中に、偶然にもその周波数の光が含まれていたら、その光によって、再生ができるのです。

次に、フィルムを使う場合です。

よく使うネガやポジのフィルムのサイズは、縦一インチ、横1.5インチです。

つまり、縦に対して、2000000本の線が描ければ良いのです。

しかし、こちらも実際は、【一ミリに100本】くらいの解像度で、一インチには、2400本くらいです。

これでは、劣悪なホログラムになってしまいます。

撮影の方法としては、市販のプリンターを使って、A4の紙数枚に画像を分割して印刷...

それを、張り合わせて遠くから撮影...

だそうです(笑)

勿論、単色光を使うので、画像は強度だけ...つまり、モノクロの画像を利用します。

なるべく綺麗な記録のために、富士フィルムとかが出してる【デュープ用フィルム】を使うといいです。

笑い話ですが、おとし、富士フィルムが、ホログラム撮影のために【ホログラム撮影専用フィルム】を出してきましたw

これだと、10000lpiくらいいくのかな。

どちらの方法でも、まあ、きれいかなあ...

って感じのものになるそうです。

しかし、このほかにも、CDやDVDに記録することもできるみたいで、CDの場合、200000lpiくらい、DVDだと、100000lpiくらいの幅でデータを記録するので、これを使えば、より綺麗なホログラムを手軽に得られます☆

実際、ヤマハがホログラムを記録するドライブを作ったそうです☆欲しい...

そうして、記録したフィルムやOHPシートなどに、太陽光などや、設定した幅の単色光を当てると...

う、浮き上がって見える!!!

...そうです(苦)

僕も作ってみたいけど、3DのCGの画像を作れないTT

なので、今度、植物の写真を360度全方向から30枚くらい撮影して、フーリエ変換で画像を作ってみようかと思います。

ちなみに、画像を【フーリエ変換】すると、周波数の成分に分解できます。

つまり画像を、基本波・2倍波・3倍波...それぞれの強度の重ね合わせに分解できるのです。

これを利用すれば、複数の方向から撮影した写真フィルムでも、利用可能になります。

ちなみに、3枚以上の画像を利用するといいいみたいです☆

説明はここで終わり

さて。

作り方ですが...

用意するもの

①プリンター

- ②ポジフィルムと、銀塩カメラ
(②もしくは、プリンター対応OHPシート)
- ③ホログラム干渉縞の画像データ

③は、CGの座標データがあれば、冒頭のリンクをたどると、変換ソフトが見つかります♪

さらに、座標だけでなく、SHADEなどでラジオシティなどを計算したデータがあると、とても綺麗なホログラムが作れるみたいです。

また、CGデータが手に入らない場合、デジカメで複数の方向から撮影した画像を使って、被写体の形を3次元データに起こすこともできます☆

こうしてゲットした③を...

OHPシートになら、名詞サイズくらい(できれば、3センチ四方くらい)に印刷する。

もしくは、OHPシートがなければ、作成した③の解像度から計算して、A4用紙複数枚の紙に出力して、張り合わせて、それを遠くからカメラで銀塩カメラで撮影する。

です。

モアレの影響を考えると、フィルムのサイズより30パーセント分くらい、より解像度の高いデータを用意しておくといいいでしょう。

さて。

フィルムが手に入ればOK☆

③は...

計算すると、10000ピクセル×10000ピクセル

が最低条件となります。

画素数で言うと、一億画素です。

SHADEで作品を作れる人は、macでも使えば、簡単に手に入れられるでしょう。

画像を作るためのメモリのサイズは、100000000画素のモノクロ画像で、8Bitの階調で、100MBです！

画像一枚で100MBってあたりが、細かさを物語っていますね☆

得られたフィルムに、太陽光などを当ててみましょう！

お...

見えてますね☆

...多分TT

早く僕も作ってみたいです♪

植物を立体的に記録できるなんて、最高じゃないですか！

ちなみに、ポートレートとか、何でも可能ですよ♪

お試しあれ～♪

(そして、ぜひ感想くださいd(^-^);b