

Holografia și aplicațiile ei moderne

O Huszar

Studentă, Facultatea de Automatică și Calculatoare, Specializarea C.T.I., Anul 1, Grupa 30213, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Strada George Barițiu, Nr. 26-28, 400027, Cluj-Napoca, România.

E-mail: otilia93@yahoo.com

Abstract. Prima hologramă pe care ne-o amintim cu toții este cea din filmul „Războiul stelelor” unde este proiectată o imagine tridimensională a prințesei Leia. Holografia, ale cărei baze au fost puse de către fizicianul maghiar Dennis Gabor, reprezintă tehnica de înregistrare și redare a imaginii 3D a unui obiect, fiind privită ca o aplicație a laserelor. Diferența de principiu între o fotografie obișnuită și o hologramă constă în faptul că fiecare punct al unei fotografii poartă informație despre intensitatea (eventual și culoarea) unui punct sau a unei mici zone din obiectul fotografiat, în timp ce în holografie informația despre fiecare punct din obiect este distribuită pe întreaga suprafață a hologramei. Principiul holografiei optice, adică obținerea înregistrării complete a unui obiect, este prezentat în două etape: înregistrarea imaginii pe filmul holografic (halogenură de argint, gelatină dicromată, fotopolimeri) și redarea acesteia, prin iluminarea filmului cu un laser ce are aceleași proprietăți cu cel folosit pentru înregistrarea imaginii. În ultimii ani, holografia și-a găsit aplicații în toate domeniile ingineriei, și nu numai: calculatoarele pot citi memoriile holografice, cardurile și bancnotele prezintă holograme pentru a preveni falsificarea lor, avioanele și automobilele folosesc head-up displays pentru a ușura pilotajul, respectiv condusul.

1. Introducere

Holografia este o metodă de înregistrare a unei imagini tridimensionale pe un suport în general bidimensional. Astfel, holografia este o formă avansată a tehnicii fotografice; înregistrările obținute se numesc holograme. Aceeași metodă se poate aplica și la înregistrarea, redarea și prelucrarea datelor de altă natură decât cele vizuale.

Tehnica holografică are la bază fenomenele de difracție și interferență. Lumina împrăștiată pe un obiect este înregistrată și apoi utilizată pentru reconstrucția obiectului ca și cum obiectul s-ar afla în acel loc, folosind atât informația transmisă de amplitudinea undei, cât și cea transmisă de faza undei.

2. Scurt istoric

Ideea holografiei îi aparține fizicianului maghiar Dennis Gabor (1900-1979), care în acea perioadă (1947) lucra în Marea Britanie în domeniul microscopiei electronice. Pentru această realizare Gabor (figura 1) a primit în 1971 Premiul Nobel pentru Fizică. Invenția sa nu a putut însă fi aplicată pe scară largă decât după 1960, o dată cu inventarea laserului. Se utilizează o sursă laser deoarece aceasta este monocromatică (emite o bandă foarte îngustă de frecvențe, adică o singură culoare).

În 1962, Emmett Leith și Juris Upatnieks de la University of Michigan, utilizând laserul și adăugând o tehnică împrumutată din munca lor în domeniul radarelor, au obținut prima transmisie prin laser a hologramelor unor obiecte tridimensionale (un trenuleț de jucărie și o pasăre). Aceste

holograme produceau imagini de o claritate uimitoare, similare celor reale, dar necesitau lumina laserului pentru a fi vizualizate.

Tot în 1962, Dr. Yuri N. Denisyuk (figura 2) din Rusia a combinat holografia cu munca lui Gabriel Lippman (laureat al premiului Nobel în 1908) din domeniul fotografiei în culori naturale. Abordarea lui Denisyuk a dus la obținerea hologramei care, pentru prima dată, putea fi observată la lumina unui bec incandescent obișnuit.



Figura 1. Dennis Gabor



Figura 2. Yuri N. Denisyuk

3. Principiul holografiei

Principiul holografiei optice, adică obținerea înregistrării complete a unui obiect, plecându-se de la o figură de difracție produsă de obiect este prezentat în două etape.

3.1. Înregistrarea imaginii

Pentru a obține o hologramă fasciculul laser este divizat în două fascicule. Unul din acestea este reflectat pe obiect de unde ajunge pe filmul pe care se înregistrează holograma, iar celălalt fascicul este trimis direct pe filmul de înregistrare (fasciculul de referință). Prin interferența fascicului împrăștiat pe obiect și a fascicului de referință se obține o figură cu linii microscopice luminoase și întunecoase. Figura este înregistrată pe film obținându-se o hologramă, care conține toate informațiile cu privire la amplitudinea și faza luminii difractate de către obiect (figura 3).

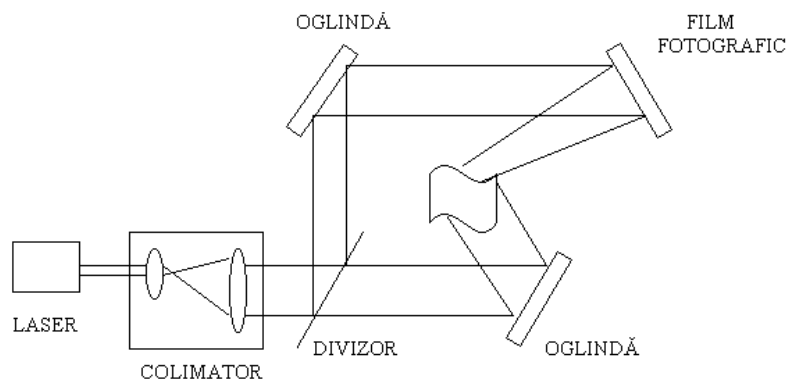


Figura 3. Sistem de înregistrare a unei holograme

3.2. Redarea imaginii

Pentru a reda imaginea înregistrată pe o hologramă trebuie să developăm filmul și apoi să-l așezăm în poziția originală și să-l iluminăm doar cu un fascicul laser direct cu aceleași proprietăți cu cel cu care am înregistrat holograma. Figura de interferență holografică înregistrată va difracta fasciculul

laser care traversează holograma și astfel se reconstruiește imaginea obiectului. Imaginea obținută are toate dimensiunile obiectului original și pare atât de reală încât observatorul este tentat să o atingă cu mâna, dar acesta întâlnește doar un fascicul de lumină focalizat (figura 4).

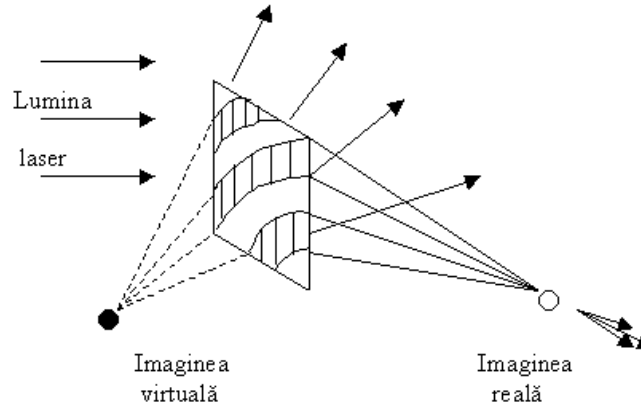


Figura 4. Redarea imaginii punctuale

4. Tipuri de film holografic

Emulsiile cel mai folosite pentru filmele holografice sunt cele cu halogenură de argint, gelatină dicromată și fotopolimerii.

În urma utilizării filmelor cu halogenură de argint se obțin imagini de foarte bună calitate, care sunt utilizate de fotografi și artiști. Această emulsie este mai ieftină, mai puțin fragilă, mai ușor de mânuit, dar nu asigură o calitate superioară în privința adâncimii imaginii și a rezoluției acesteia;

Gelatină dicromată (DCG) este un amestec de gelatină cu alte substanțe chimice, depusă pe sticlă. Dicromatele produc imagini strălucitoare în domeniul galben din vizibil. Imaginile au o adâncime mică, dar se pot observa cu ochiul liber. Această calitate le face mult utilizate în industria cadourilor. Dicromatele au fost în multe cazuri înlocuite cu fotopolimeri;

Fotopolimerii sunt materialele cele mai noi utilizate la înregistrarea imaginilor. Acestea au fost introduse de Polaroid și Dupont. Fotopolimerii au un suport de plastic și sunt adecvați pentru producție de serie. Adâncimea imaginii este puțin mai mică decât în cazul cele obținute cu halogenură de argint, dar imaginile sunt mai strălucitoare și au un unghi mai mare din care pot fi observate.

5. Aplicații ale holografiei

Holografia reprezintă unul din exemplele cele mai fascinante de recombinație a radiației împrăștiată pentru a produce fotografii. Aceasta este atât o metodă utilizată pentru a produce imagini cât și un instrument important în știință și tehnologie.

Holografia are multe alte aplicații decât redarea imaginilor tridimensionale. În ultimii ani, holografia a trecut din laborator în industrie găsimu-și tot mai multe aplicații în comunicații și inginerie.

5.1. Memoria holografică

În tehnica computerelor holografia poate realiza memorii mult mai mari și mai rapide decât cele existente, dar tehnologia de fabricație a acestora nu este încă pusă la punct pentru o producție de serie.

Stocarea holografică de date prin care este stocată informația cu o densitate foarte mare în cristale sau fotopolimeri. Această tehnică are șansa să devină următoarea generație după tehnica Blu-ray (care este limitată de difracție). În anul 2005 unele companii ca Optware și Maxell au produs un disc cu diametrul de 120 mm cu strat holografic care are potențialul de stocare de 3,9 TB și care probabil va purta numele de Holographic Versatil Disc (HVD).

5.2. Securitate

Utilizarea hologramelor mici pe cărțile de credit bancare (figura 5.a) care au rolul de a preveni falsificarea acestora a introdus un concept nou. Hologramele apar pe bancnote (figura 5.b), pe biletele emise pentru intrarea la diferite manifestări culturale sau sportive, pe ambalajele originale ale programelor pentru calculator.

5.3. Aviație și automobile

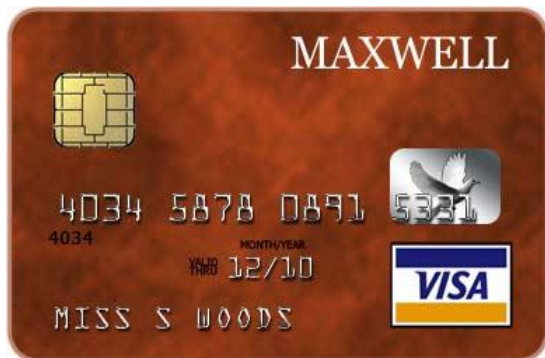
În industria aviatică sunt utilizate monitoarele numite HUD (head-up displays-figura 5.c) care permit piloților să vadă pe un ecran instrumentele de pe bordul avionului care sunt proiectate printr-o tehnologie holografică. Această tehnologie a fost aplicată și în industria automobilelor.

5.4. Artă

Dezvoltarea holografiei a oferit lumii o modalitate efectivă de a crea imagini tridimensionale de calitate. Astfel apare o nouă arie independentă a holografiei creative: holografia reprezentatională. Holografia artistică, ca important stil în acest domeniu al holografiei, a devenit o nouă artă a frumosului. Primul artist ce a folosit holografia a fost Salvador Dali.

5.5. Înghețarea timpului

Una dintre posibilitățile unice ale holografiei o constituie înghețarea timpului. Dacă un ansamblu de obiecte în mișcare este înregistrat la momentul t pe o hologramă, restituirea ulterioară a acestei holograme va da o undă luminoasă reconstruită, care va fi echivalentă cu unda reflectată pe ansamblul de obiecte la momentul t și această undă poate fi observată într-un interval de timp oricât de mare îl dorim.



a. Carduri de credit



b. Bancnote



c. Head-up display

Figura 5. Aplicații ale holografiei

6. Concluzii

Pornind de la o aplicație a laserelor, s-au descoperit o multitudine de posibilități de redare a unei imagini optice, începând de la înregistrarea imaginii, divizarea ei, recunoașterea formei, ajungând chiar la existența microscopiei holografice.

7. Bibliografie

- [1] Denisyuk, Yuri N. 1962 *On the reflection of optical properties of an object in a wave field of light scattered by it* (Doklady Akademii Nauk SSSR) **144** (6): 1275–1278.
- [2] Vlad, Valentin I. 1973 *Introducere în holografie* (Editura Academiei R.s.r)
- [3] <http://ro.wikipedia.org/wiki/Holografie>
- [4] <http://www.calificativ.ro/referate/referat-Holografia-rid5333.html>
- [5] <http://www.infomate.ro/revista/imt789125.pdf>
- [6] <http://grupa5107.files.wordpress.com/2011/02/holografie.pdf>