

Holográfia

Asztalos Bogdán

Kurgyis Bálint

mérés időpontja: 2018. 04. 20.

1. A mérés célja

A mérés célja, hogy megismerkedjünk a hologramok működésének és elkészítésének elvével, illetve a labor során mi magunk is készítsünk hologramot.

2. Elméleti háttér

A holográfia elméleti háttere és a képrögzítés elve részletesen le van írva a mérési leírásban [1], így itt csak röviden foglaljuk össze a holográfia elvi hátterét. A fotólemezen a beérkező fény intenzitását tudjuk rögzíteni. Hagyományos fényképezés esetén a tárgyról érkező fény intenzitását tudjuk így eltárolni, amely természetes információvesztést jelent, hiszen a tárgyról érkező fény fázisáról így semmiféle információval nem rendelkezünk majd csupán az amplitúdóeloszlást rögzítettük. A holográfia ezzel ellentétben teljes információt szolgáltat a tárgyról olyan módon, hogy egy ismert referenciasugár és a tárgyról érkező fény szuperpozíciójából létrejövő interferenciakép intenzitáseloszlását rögzítjük ebben az esetben. Így az amplitúdót és a relatív fázist is el tudjuk egyszerre tárolni. Az interferenciakép létrehozásához szükséges az, hogy a referenciasugár és a tárgyról érkező fény koherensek legyenek. Ezt úgy tudjuk megvalósítani, hogy a mérési összeállításhoz képest kellően nagy koherenciahosszú fényforrást használunk, a gyakorlatban egy monokromatikus lézert. Majd valamilyen nyalábosztó (pl. féligáteresztő tükör) segítségével létrehozzuk a tárgyat megvilágító, majd arról visszaverődő sugármentet, illetve a referenciasugarat. Az ilyen módon létrehozott képet az előhívás után a referenciafény segítségével megvilágítva tudjuk megnézni. Ha az elkészítés során minden jól sikerül, akkor egy olyan képet kell így kapnunk a tárgyról, amely ugyan nem színhelyes, mivel monokromatikus fénnel készült. Azonban a tárgyon deformálódó teljes hullámfront leképeződött, így a képet különböző irányból nézve mást láthatunk a képen, éppen annak megfelelően, mintha az eredeti tárgyat más-más szemszögből néznénk.

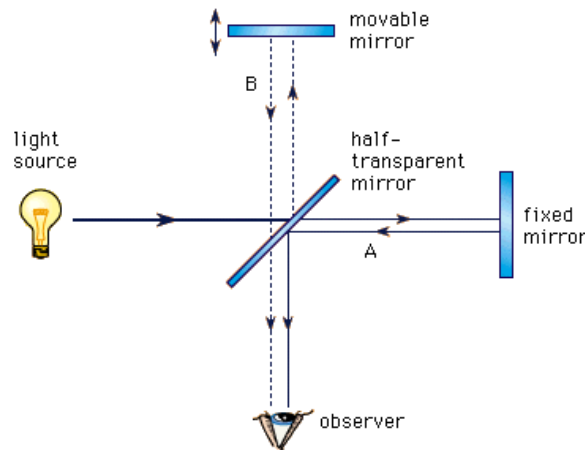
3. A mérés menete

3.1. A mérés eszközei

- 10 mW-os, 633 nm hullámhosszúságú He-Ne lézer
- optikai pad
- nyalábtágító
- blende
- féligáteresztő tükör
- két tükör
- intenzitáscsökkentő szűrő
- fotólemez tartó
- fotólemez
- tárgyasztal
- kisvonat (tárgy)
- stopper
- AgBr oldat
- előhívó folyadék
- desztillált víz

3.2. Rezgésmentesség vizsgálata

A mérési összeállítás optikai padokból, és a rajta lévő optikai eszközökből állt egy laborban lévő asztalon. Mivel a hologram készítésekor az interferencia jelenségét használtuk ki, meg kell vizsgálnunk, hogy a mérési elrendezések mennyire alkalmasak az interferencia előállítására. Ennek érdekében a mérés előtt összeállítottunk az eszközökből egy Michelson-féle interferométert. Ennek szerkezete az 1. ábrán látható. Az ernyő esetünkben a fal volt,



1. ábra. A Michelson-féle interferométer szerkezete: Az fényforrásból kijövő koherens fénysugarat a féligáteresztő tükör két részre osztja, amiket a tükrök visszavernek, és a visszavert sugarak mégegyszer megtörnek a féligáteresztő tükrön majd végül az interferenciát egy ernyőn érzékeljük. Forrás: [Mr. Bridger's Web Page](#)

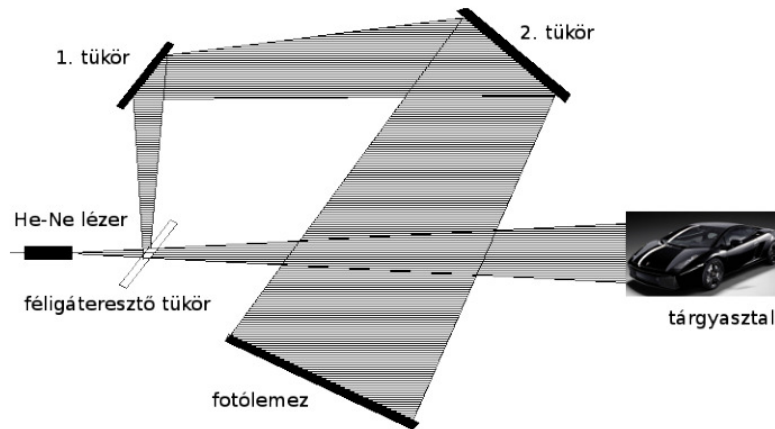
amire rávetült a lézer interferenciája. Jól látszódott, hogy amikor mozogtunk vagy beszélünk, az interferencia gyűrűk helye remegett, amikor pedig az asztalt meglöktük, akkor teljesen elmosódott a kép. Csendben, és mozgásmentes környezetben viszont viszonylag stabilan lehetett látni a képet. Így tehát arra jutottunk, hogy a mérési berendezésünk erősen érzékeny volt a mi mozgásunkra, de lehetséges vele interferenciát létrehozni, így a hologram készítése közben teljesen csöndben voltunk, és igyekeztünk nem is mozogni.

3.3. Képpalkotás

A hologram készítésekor a mérőberendezések szerkezete a 2. ábrán látható. Tárgynak egy kisvonalat használtunk, azt rátettük a tárgyasztalra. Fényforrásként a lézert használtuk, ennek fényét átvezettük egy nyalábtágítón, hogy meg tudja világítani a teljes tárgyat, majd keresztülvezettük egy féligáteresztő tükrön, hogy a sugarat ketté osszuk. Az egyik sugarat az ábrán látható módon, két másik tükör segítségével közvetlenül a fotólemezre irányítottuk, ez volt a referenciasugár. A másik sugarat a tárgyra irányítottuk, és úgy állítottuk be az eszközöket, hogy a tárgyról visszaverődő fény is a fotólemezre jusson, ahol a referenciasugárral interferál.

A fotólemezt csak azután tettük bele a tartóba, miután a szobát teljesen elsötétítettük, hogy más fény ne érje, mint amit mi rögzíteni akarunk. A berendezés beállítása során a fény útjába tettük a lezárt blendét, hogy a fény még ne érje a fotólemezt, majd amikor minden készenállt, kinyitottuk a blendét, és vártunk csendben és mozgásmentesen 10 percet (amit a stopperrel mértünk), és ezután zártuk újra a blendét.

A hologram előhívása a hagyományos filmek előhívásához hasonló módon történt. A fotólemezt először AgBr oldatba helyeztük, amivel a már kivált ezüstszemcsék méretét



2. ábra. A mérőberendezések szerkezete a hologram készítésekor. Forrás: A mérés leírása

látható nagyságra növeltük, majd desztillált vízben lemostuk, ezután az előhívófolyadékba helyeztük, ami megakadályozta, hogy a fotólemez a továbbiakban is érzékeny legyen a fényre. Ezután szintén vízben leöblítettük, amiben egy cseppnyi felületaktív anyagot oldottunk, hogy a fotólemez cseppmentesen száradjon, és végül hajszárítóval megszárazítottuk. Mindkét oldatban 6-6 percig volt a fotólemez, szintén sötétben.

4. Eredmény

Az előhívott hologramon nem látszik semmi, hiszen az emberi szem nem érzékeli a fázis-modulációt, de visszatéve a fotólemez tartóba, és a referenciafényvel megvilágítva, a tárgy eredeti helyén virtuális kép keletkezik, amit a lemez másik oldaláról nézve pontosan úgy érzékel, mintha valóban ott lenne. A mi esetünkben az elkészített hologram nem látszódtott, mert a kép készítés során valami probléma lépett fel, aminek okára nem jöttünk rá, de egy régebbi felvételt láthattunk, amin valóban megfigyelhető volt a térbeli látvány.

Hivatkozások

[1] Szabó Bálint: [14. Holográfia](#)