



TÉRHATÁS A SÍKBAN – A TUDOMÁNYOS „SZEMFÉNYVESZTÉS”

Hologram

A hologram nem más, mint egy érzéki csalódás: egy háromdimenziós tárgyról készített kétdimenziós kép, amelyet, ha speciális fényekkel megvilágítunk, újra térhatásban válik láthatóvá a síkban rögzített alakzat. A háromdimenziós kép valójában csak a szemlélő idegrendszerében jön létre, még ma sem tudjuk, pontosan hogyan.



A hologramot a magyar származású Gábor Dénes találta fel 1947-ben, felfedezéséért 1971-ben Nobel-díjat kapott. A hologram készítéséről és sokoldalú felhasználásáról Gál Józseffel, a *MANO Hologram Kft.* igazgatójával beszélgettünk.

A HOLOGRAMOK EVOLÚCIÓJA

A fentiekben persze nagyon leegyszerűsített, hétköznapi nyelven írtam le a hologram elvét.

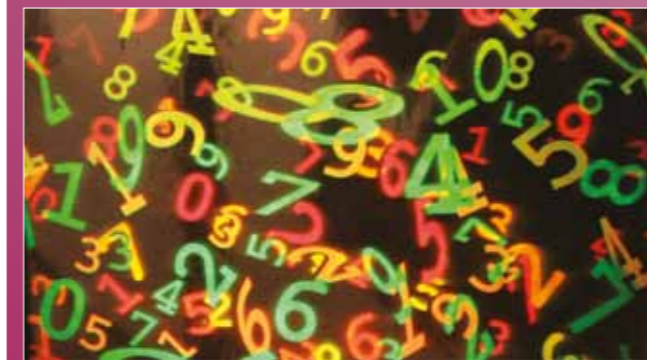
Mint Gál József lapunknak elmagyarázta, a hologramok csakis speciális fénytípussal állíthatók elő. Ma már általában lézerrel készítenek, Gábor Dénes viszont annak idején még a lézerhez hasonló tulajdonságokkal rendelkező, de egy hihetetlenül bonyolult módon létrehozott fényforrással alkotott hologramot.

A mai értelemben vett hologramról 1961 óta beszélhetünk, amikor a lézer már a tudomány világában széles körben elérhető volt. Mára viszont eljutottunk oda, hogy nemcsak lézerrel, hanem ugyanolyan tulajdonságokkal bíró modern eszközökkel is előállítható hologram – fejtette ki a szakértő.

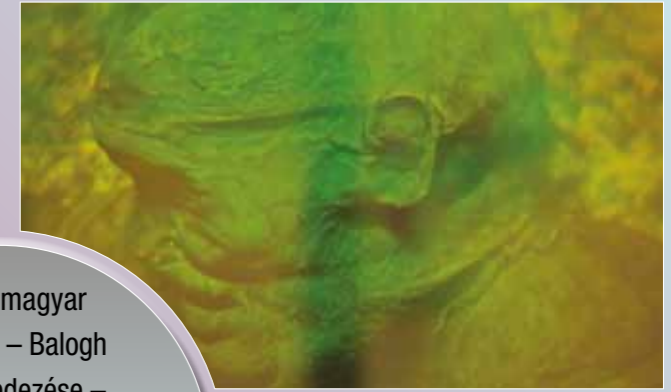
Mint mondta, elsősorban olyan fényhullámra van szükség, amely polarizált, másrészt koherens és monokróm kell, hogy legyen.

– Maga a technológia rendkívül bonyolult. Leegyszerűsítve az történik, hogy ha egy tárgyat lézerrel megvilágítanak, akkor arról egy kép verődik vissza. Önmagában más fényben nem látszik a képen térhatás. Ha viszont a lézer közvetlen fényét és a tárgyról visszaverődő fényt egy lapon fogjuk fel, akkor azok *interferálnak* egymással. Nem egy fényképet kapunk tehát, hanem egy interferenciaképet, más szóval egy zavarosnak látszó ábrát. Ezt később lézerrel előhívják, azaz megvilágítják vele, és akkor tűnik elő a tárgy háromdimenziós képe – magyarázta.

A lézer közvetlen fényét nevezik *referenciának*, a tárgyról visszavertet pedig *tárgysugárnak*. A hologram maga a referencia- és a tárgysugár összegzése. Az előhívásnál tulajdon-



Szintén magyar találmány – Balogh Tibor felfedezése – a holografikus elven működő 3D-s televízió. Egy ilyen Budapesten, a Tudományok Házában volt látható.



képpen az történik, hogy ugyanazzal a lézersugárral egy másik irányból világítják meg a hologramot.

– Ez matematikailag olyasmi, mintha hozzáadtunk volna egy dologhoz valamit, majd azt kivontuk belőle, s így visszakaptuk az eredeti tárgyat – fűzte hozzá. A hologram maga úgy néz ki, mint egy kissé homályos üveg vagy fólia. Amint megfelelő fényt kap, láthatóvá válik a rajta rögzített alakzat.

– A lézeres készítésű és előhívású hologramok után viszonylag gyorsan, már a hatvanas évek elején megjelentek az úgynevezett vastagréteg-hologramok, amelyeken már természetes fényen is láthatóvá válik a rajtuk lévő kép – folytatta, hozzátéve, hogy az első hologramokat ugyanis csak lézeres megvilágítással lehetett látni.

A számítógépek megjelenése után pedig kiderült, hogy a hologramokat digitális módon is lehet befolyásolni, azaz helyettesíteni lehet a lézert. Igaz, már a vastagréteg-hologramok megjelenése lehetővé tette, hogy folyamatosan, egyre több területen váljon alkalmazhatóvá.

A HOLOGRAM, MINT SZEMLÉLTETŐ ESZKÖZ

– Sok olyan kiállítási tárgy van, amelyet közvetlenül nem lehet a közönségnek bemutatni, ezért ezeket hologrammal rögzítik – mutatott rá Gál József.

Magyarországon példa erre a korona, amelyet a Parlamentben őriznek, a visegrádi palotában pedig hologramként látható. Kutatók kifejlesztették a körbejárható – henger alakú – hologramot, ilyen is készült a koronáról.

Kitért arra, hogy közel húsz éve már mozgóképeket is meg lehet jeleníteni hologramokkal. Ez azt jelenti, hogy különböző szövegekből más-más képek válnak láthatóvá, vagy az ilyen hologramok eleve filmszerűen jelennek meg.

A hologramot a tudomány világában szemléltető eszközként is használják. Vannak olyan fizikai jelenségek, ame-





lyeknek a bemutatásában óriási szerepet játszik a hologram. Ilyen például egy robbanás háromdimenziós megjelenítése, de segítségével térhatásban mutatható be mondjuk, egy emberi koponya is.

A fekete-fehér hologramokat idővel színesek váltották, amelyek kezdetben különböző színű lézerekkel készültek, majd ez a technológia is továbbfejlődött. Ma már olyan hologramok vannak, amelyek teljesen természetes színűek, vagyis egy az egyben visszaadják az eredeti tárgy színeit.

A technika fejlődése forradalmasította a hologramok sokszorosítását.

– A nyomtatott hologramok megjelenése előtt sokszorosítani még csak úgy lehetett, hogy mindig új hologramot készítettek a tárgyról, ráadásul ezek a másolatok nem is voltak tökéletesen egyformák. A nyolcvanas évek elején fejlesztettek ki egy olyan módszert, amivel nyomtatni lehetett a hologramokat. 1984 márciusában a National Geographic című folyóirat már egy ilyen, nyomtatott hologrammal jelent meg. Ez egy

Speciális eljárással a hologramok egyes részletei lézertűvel kivethetővé tehető. A biztonsági hologramok között is vannak olyanok, amelyek kivethető részeket tartalmaznak, ami még inkább nehezíti a hamisításukat, mivel ezek szabad szemmel nem, csak lézertűben láthatók.

ezüstsínű, különleges eljárással készült hologram volt. Ma is leggyakrabban ilyenekkel lehet találkozni – mesélte a szakértő.

A HOLOGRAM, MINT VÉDELMI ESZKÖZ

A hologram tehát sokszorosíthatóvá és nyomtathatóvá vált, ugyanakkor továbbra is másolhatatlan maradt, tehát alkalmas lett védelmi funkció betöltésére is. Így került hologram előbb bankkártyákra, majd pénzekre, zárjegyekre és még sok másra.

– Magát a kliséet ugyanis, vagyis a speciális nyomóformát, amiről nyomtatják a hologramot, szinte lehetetlen lemásolni. Az ezzel a klisével készült nyomatok viszont tökéletesen azonosak – hangsúlyozta Gál József.

A kliséket – így érthető módon – a biztonsági hologramokat gyártó cégek fokozottan őrzik, széfekben tárolják.

A biztonsági hologramokat nemcsak lézertűvel készítik, hanem számítástechnikai eljárással digitális effektusokkal is ellátják, pontosan azért, hogy még inkább megnehezítsék a hamisításukat. Ezek a digitális effektusok

kizárják ugyanis a holografikus módszerrel történő másolást is.

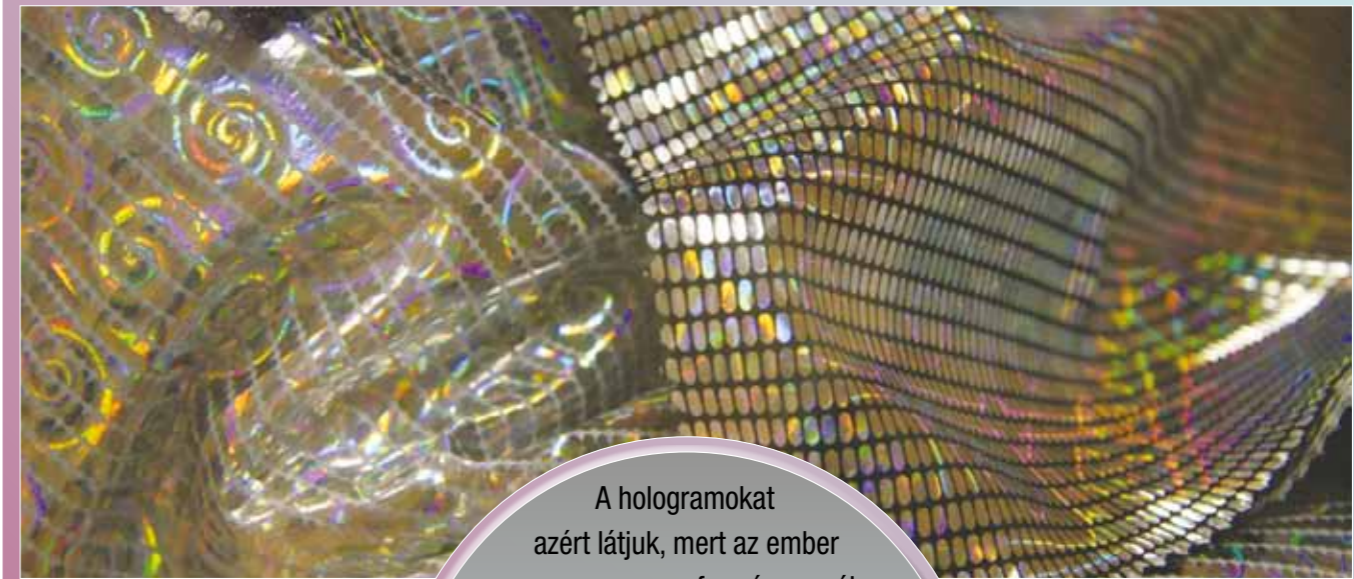
– Fénymásolóval ezeket a hologramokat lehetetlen sokszorosítani, de még a szkennerek is megzavarodnak, mert egészen más fényeffektusok kellenek a kép előhívásához – fejtette ki a szakember.

A hologramok ipari alkalmazásáról szólva elmondta: kiderült, hogy kihasználható az alapfolyamat, miszerint elkészítünk egy hologramot, megvilágítjuk lézertűvel és visszakapjuk az eredeti tárgy képét. Még hozzá úgy, hogy még egyszer elkészítünk egy holografikus képet a tárgyról, ugyanabból az állásból, ugyanazzal a fényforrással és ugyanarra a lemezre.

– Ekkor az történik, hogy ha a tárgyon mozgás, azaz változás történt, akkor saját magával újra interferál, s az előhívott képen ez a változás jelenik meg, például hullámvonalak formájában – magyarázta.

Ennek a technológiának az alkalmazására példaként említette az atomerőműveket.

– A nukleáris rudakhoz nehéz hozzáférni, és veszélyes is. Ám ha ezekről a rudakról készül egy ilyen dupla hologram, akkor láthatóvá válik, ha végbement bennük valamilyen



A hologramokat azért látjuk, mert az ember szeme nem egyformán reagál a különböző színekre. A legerősebben a zöldessárga színt látja, ám mozgatható különböző szögekből ugyanaz a hely a hologramon más-más színűnek tűnik, kékből, kékeslilából átmegy végül pirosba, miközben végighalad a szivárvány összes színén.

változás. Képes megmutatni azt, hogy a rúd felmelegedett, hiszen a hőmérséklet-emelkedés az anyag tágulásával, azaz mozgással jár – fejtette ki.

Mint elmondta, általában úgy járnak el, hogy kiemelik a nukleáris rudakat, és gyorsan készítenek róluk két képet, amelyet egy lemezre tesznek. A felvételen pedig láthatóvá válik, ha elváltozás van az anyagban. Ennek a technológiának a segítségével szemmel nem látható, minimális anyaghibák vagy elváltozások is észlelhetők, például egy gumitömlelőn egy apró kidudorodás.

Kísérletekkel bizonyították, hogy az eljárással még az is kimutatható, ha nemrégiben a parkettán végigment valaki, ugyanis az anyagban a lépés nyomán keletkező hőváltozás is megjelenik a hologram képen.

– Szakkiállításokon gyakran bemutatnak például egy olyan hologramot, amelyen látható a tárgyon egy ujjlenyomat, pontosabban annak a hőképét sikerült rögzíteni – jegyezte meg.

Kiemelte, hogy a hologram mindezeket túl egy hihetetlen pontos, és nagy felbontású eszköz, ezért képes nagyon kicsi helyen óriási mennyiségű adatot tárolni.

Mint elmondta, készítettek már olyan hologramot, amelynek a felbontása 500 ezer dpi, ami azt jelenti, hogy egy legalább akkora városnak, mint Budapest, a fényképe egyméteres részletességgel elfér egy 1 x 1,5 mm-es térrégen.

– Természetesen, egy ilyen kép megnézéséhez már mikroszkópra van szükség – fűzte hozzá.

A HOLOGRAM, MINT MŰVÉSZETI ESZKÖZ

Kezdetben a hologram hatással volt a képzőművészetre. Mint új kifejezőeszközt sokan kipróbálták, még

Salvador Dalí is, aki az elsők között kísérletezett vele. Művészeti alkalmazása ma már azonban visszatorzulóban van. A szakértő szerint részben azért, mert egyre növekszik a készítésükhöz alkalmas lézerek ára, másrészt a fotóanyaghoz is egyre nehezebb hozzájutni. A régebbi hagyományos fotópapír és a film is kihalóban van, egyre kevesebbet gyártanak, így ezek ára is folyamatosan emelkedik.

Hologram készítésére ugyanis olyan filmek alkalmasak, amelyekben nincs úgynevezett fényudvarmentesítő anyag, azaz olyan réteg, amely megakadályozza azt, hogy fényképezés közben a filmen bevilágítás, azaz fényudvar legyen. A hologram készítéséhez ez viszont kimondottan kell, hogy legyen.

– Az tapasztalható, hogy háromdimenziós képekre igény van, viszont a hologram relatíve drága megoldás erre. Érdekes ugyanakkor, hogy a sokszorosított hologram viszont nagyon kedvező áron előállítható, hiszen ha már elkészült a klisé, bármennyi nyomtatható róla minőségromlás nélkül. Nem véletlen tehát, hogy hologram-matricák, sőt csomagolóanyagok is ezer számban jelennek meg a piacon – fejtette ki a szakember.

Gál József – mint mondta – ugyanakkor bízik abban, hogy a művészek sem felejtik el a hologramot, sőt újra felfedezik, s a mostanihoz képest egyre nagyobb teret hódít meg a képzelet kifejezésében. ▀

Kovács Andrea

Elérhetőség: MANO Hologram Kft.
1081 Budapest, Alföldi u.10.
Tel.: +36/20-927-4291
www.manohologram.hu

