

Holografické ukládání dat

V.Hubata-Vacek, J.Chaloupka, E.Dluhoš, M.Rost, J.Smolka
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT, Břehová 7, 115 19
Praha 1
dluhoseduard@seznam.cz

Abstrakt:

Holografický záznam dat nám umožní na rozdíl od jiných metod, které zaznamenávají data jen na povrch disku, využít celou šířku materiálu, což přináší obrovský vzrůst kapacity. Navíc přinese mnohem vyšší rychlosti přenosu, protože data jsou uložena v "celých stránkách", kde může být zpřístupněn v jednom okamžiku až jeden milion bitů najednou. Pomocí této technologie můžeme na disk velikosti klasického CD uložit více než 100 GB. V současnosti se však hovoří, že by takový disk byl schopen v budoucnu pojmout až několik desítek terabajtů dat.

1 Úvod

Princip holografie je znám již od roku 1947, kdy jej objevil britský fyzik maďarského původu Dennis Gabor (1900-1979) při práci na zlepšení rozlišovací schopnosti elektronového mikroskopu. Za tento objev byl v roce 1971 oceněn Nobelovou cenou za fyziku. Termín holografie vznikl složením z řeckých slov 'holos'=celý, úplný a 'grafein'=psát, úplný záznam. Informace o každém detailu zobrazeného objektu je totiž, na rozdíl od konvenčních metod záznamu obrazu, zapsána v celém objemu hologramu a ne jen v jeho lokalizované části. V minulém století se několik firem a laboratoří zabývalo holografickým ukládáním dat. Většinou se však prototypy, které některou z takto vyvinutých technologií obsahovaly, vyznačovaly velkou složitostí a náročností výroby. To se samozřejmě odrazilo ve výpočtech ceny, která nemohla ani zdaleka konkurovat tehdejšími zařízeními. Před pár lety se však cena komponentů potřebných na výrobu holografických zařízení vlivem rozvoje elektroniky, především laserů, značně snížila. Tak došlo k novému rozmachu této technologie. V současnosti se touto problematikou zabývá mnoho společností, např. In Phase Technologies, Bell Laboratories, Lucent Technologies, Optware, a tak snad v blízké budoucnosti bude tato technologie uvedena na trh.

2 Technologie holografického zápisu

Princip holografického záznamu

Při holografickém záznamu dat se souvislý laserový paprsek rozděluje na dva. Jeden ze svazků - signální - je modulován vlastnostmi zobrazovaného objektu a nese informace o

něm ve své amplitudě a fázi. Druhý mívá, jako pomocný svazek, jednoduchý tvar (rovinná nebo kruhová vlna). Každým z obou svazků lze vyvolat ten druhý.

Průnik dvou paprsků vytváří interferenční pole světlých a tmavých bodů

Fotocitlivé médium zaznamená interferenční pole

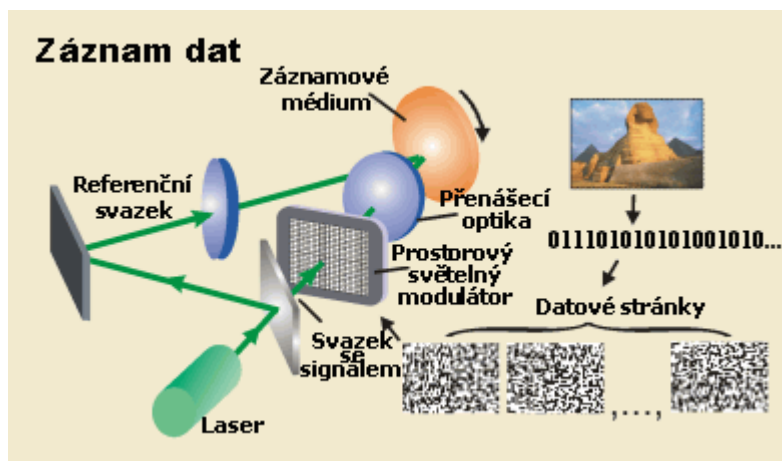
Obraz uvnitř média = hologram

Osvícení média jedním paprskem obnoví data

Data, která mají být uložena, se nakódují na signální svazek pomocí prostorového světelného modulátoru. Data (řetězce bitů) se nejprve uspořádají do stránek či velkých datových polí. Logické hodnoty "0" a "1" se překládají do pixelů na prostorovém světelném modulátoru, a to tak, že buďto světlo pohlcují, nebo ho propouští. Signální paprsek tedy po průchodu modulátorem nese "šachovnicový" vzor datové stránky. Tento signální svazek pak na fotocitlivém záznamovém médiu interferuje s referenčním svazkem, čímž dojde k uložení datové stránky.

Ukládání dat na médium

Čtení holografického záznamu je založeno na ohybu čtecí vlnoplochy na záznamu interferenčního pole. Je-li záznam ozářen vlnoplochou shodnou s jedním z obou svazků za stejných podmínek, za jakých proběhl záznam (směr, tvar), vybaví se i druhý svazek. Právě tak se používá referenční paprsek při čtení k tomu, aby způsobil ohyb na zaznamenaných mřížkách, čímž dochází k rekonstrukci pole bitů. Zrekonstruovaná sada dat se promítá na detektor, který se skládá z pole pixelů a dovede tak číst data paralelně. Rychlost takového holografického čtení se pak může pohybovat od 10 do 100 MB/s.

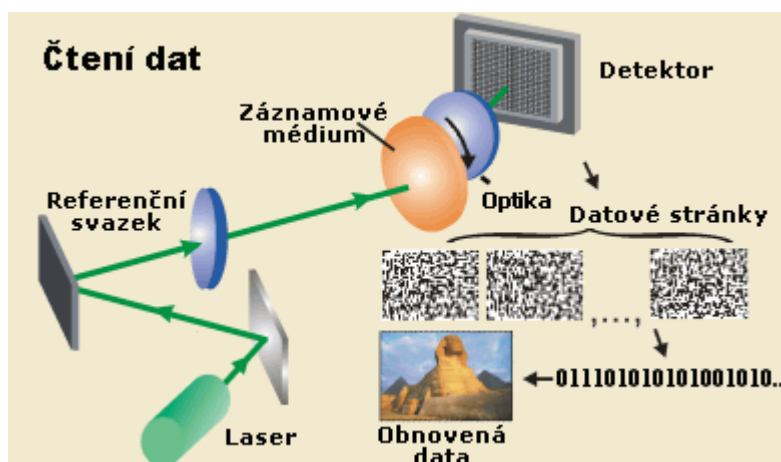


Obr. 1 Schéma ukládání dat na záznamové médium

Čtení dat z média

Proměnlivou hodnotou referenčního paprsku, např. při změně úhlu dopadu nebo změně vlnové délky, je možné číst ze stejného místa různá data, použije-li se vždy právě taková úroveň referenčního paprsku, která byla použita při zápisu. Čtení je tak závislé na proměnlivé hodnotě referenčního paprsku. Takový způsob multiplexování dat přináší enormní kapacitu zápisu holograficky uložených dat. Z podstaty holografického zobrazení vyplývá také

možnost asociativního vybavování dat. Lze zjistit, zda je daný hledaný datový soubor v paměti zapsán, nebo pomocí jím modulovaného signálu dokonce vybavovat s ním spojená data. Dochází tak jediným osvětlením k paralelnímu srovnání struktury hledané informace (nebo její části) se všemi záznamy, uloženými v paměťovém záznamu.



Obr. 2 Schéma čtení dat

Záznamový materiál

Na záznamový materiál pro holografické paměti jsou kladeny vysoké nároky. Způsob záznamu vyžaduje dostatečnou optickou propustnost, citlivost, homogenitu, rozměrovou a teplotní stabilitu. Důležité je také nedestruktivní čtení a malá tloušťka. Již od prvních pokusů o holografický záznam informace je ve středu zájmu niobičnan lithný (LiNbO_3) dopovaný železem (Fe) a prvky vzácných zemin. Jinými významnými kandidáty záznamových materiálů jsou polymery. Vlastnosti polymerů většinou převyšují vlastnosti niobičnanu lithného. Zatím se polymery jeví jako vhodnější pro trvalý holografický záznam. To ukazují i výzkumy firem, které se holografickými záznamy zabývají. Např. firma InPhase technologies vytvořila speciální fotopolymer vykazující potřebné parametry. Je tvořen směsí dvou nezávisle polymerovaných, ale ještě kompatibilních chemických materiálů. Zapisovatelné disky jsou tvořeny místní polymerizací jedné složky, která vytvoří matici média. Druhá složka, která je fotocitlivá, zůstane bez reakce a roztoušená v této matici. Záznam hologramů nastává skrz prostorový vzor generovaný během holografického zápisu (zjednodušeně: v nosném médiu se vytvoří díky jedné chemické sloučenině matrice, do které se, díky druhé sloučenině, zapisují data).

Důležitá skutečnost oproti klasickým CD či DVD diskům je ta, že holografická média jsou propustná. Tedy žádný odraz. Na jedné straně se médium osvětí a na druhé se data čtou.

3 Shrnutí

Holografické ukládání dat nám do budoucna přináší mnoho nových možností. Především jde o mnohonásobně větší kapacitu disků. Pokud se splní předpoklady některých firem budeme mít možnost uložit na jeden disk několik terabajtů, což se může hodit při uchovávání, či především při zálohování, většího množství dat. Tato technologie také

nevyžaduje vysoké otáčky média, aby byl zachován rychlý přenos dat, tak jak vidíme u dnešních CD a DVD, což je bezpochyby další výhoda.

Poděkování

Rádi bychom poděkovali všem spolužákům a především Adamovi za inspiraci, kterou nám dodával.

Reference:

- [1] R. Všečetka, Holografické DVD – až 100 GB dat,
- [2] M. Bartoň, Datový holografický záznam už není sci-fi,
http://www.universe-people.cz/obr_noviny/nov_cl39.htm
- [3] M. Bartoň, Technologie holografického zápisu, <http://www.cdr.cz/a/clanky/clanek/627>