

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS

DÁTOVÉ NOSIČE MINULOSTI A SÚČASNOSTI

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

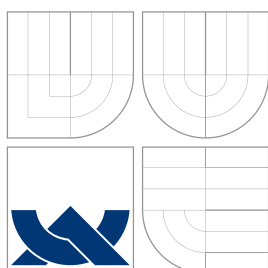
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

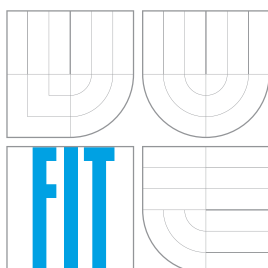
AUTHOR

TOMÁŠ BEREČZ

BRNO 2007



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS

DÁTOVÉ NOSIČE MINULOSTI A SÚČASNOSTI

STORAGE MEDIUMS WITHIN THE TIMES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

TOMÁŠ BERECZ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. BOHUSLAV KŘENA, Ph.D.

BRNO 2007

Abstrakt

Táto práca sa zaoberá prenosnými dátovými nosčmi. V úvode sú popísané metriky, ktoré slúžia pre hodnotenie dátových nosičov, taktiež ako popis druhov ukládaných informácií. Ďalej prezentujem chronologický prehľad dátových nosičov spolu s detailným popisom. Na záver predkladám uvádzam prehľadové tabuľky.

Klíčová slova

prenosné dátové nosiče, prenos informácie, analógový transport, digitálny transport, CD, DVD, BD, HD DVD, uloženie informácie

Abstract

This paper discusses portable storage mediums. In the beginning a set of characteristics is presented, by which the storage mediums are rated, along with a division of basic types of stored information. After the definition of the characteristics a chronological overview of the storage mediums is disclosed, with a detailed description. To sum up the paper, a group of tables may be found in the end, in which the mediums are sorted according to different characteristics.

Keywords

portable storage devices, information transportation, analog transport, digital transport, CD, DVD, BD, HD DVD, information storage

Citace

Tomáš Berecz: Dátové nosiče minulosti a súčasnosti, bakalárska práca, Brno, FIT VUT v Brně, 2007

Dátové nosiče minulosti a současnosti

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením pana Bohuslava Křenu

.....

Tomáš Berecz
15. května 2007

© Tomáš Berecz, 2007.

Tato práce vznikla jako školní dílo na Vysokém učení technickém v Brně, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna autorským zákonem a její užití bez udělení oprávnění autorem je nezákonné, s výjimkou zákonem definovaných případů.

Obsah

1	Úvod	3
1.1	Motivácia	3
1.2	Ciele a štruktúra práce	4
2	Používané metriky pre hodnotenie PDN	5
2.1	Rozmery média	6
2.2	Kapacita	6
2.3	Organizácia dát	7
2.4	Hustota informácie	7
2.5	Technika zápisu	7
2.6	Technika čítania	7
2.7	Životnosť	8
2.8	Výrobné materiály	8
2.9	Rýchlosť čítania/zápisu	8
2.10	Cena	8
3	Chronologický prehľad PDN	10
3.1	PDN minulosti	10
3.1.1	8 pred n.l.? - Papier	10
3.1.2	1816 - Fotografia	11
3.1.3	1887 - Gramofónová platňa	13
3.1.4	1898 - Magnetofón	14
3.2	PDN prítomnosti	15
3.2.1	1967 - Disketa	15
3.2.2	1976 - Video Home System	16
3.2.3	1980 - Compact Disc	18
3.2.4	1996 - Digital Versatile Disc	21
3.2.5	2000 - USB Flash	22
3.2.6	2003 - Blu-Ray Disc	23
3.2.7	2003 - High Definition Digital Versatile Disc	25
3.3	PDN budúcnosti	26
3.3.1	2009? - TeraDisc	26
3.3.2	2011? - Holografický disk	27
4	Prehľady PDN podľa zvolených kritérií	28
4.1	Životnosť PDN	28
4.2	Kapacita PDN	29
4.3	Kategorizácia podľa techniky zápisu/čítania	29

4.4	Fyzické rozmery PDN	29
4.5	Časová os vývoja PDN	30
5	Záver	32
5.1	Dosiahnuté výsledky	32
5.2	Možnosti ďalšieho rozšírenia práce	32

Kapitola 1

Úvod

Vedecký pokrok by bez predávania poznatkov nebol možný. Izolované myšlienky géniov by nemuseli vzniknúť, pokiaľ by ich myseľ nedostala počiatočný tvorivý impulz. Pôvodne si predávali ľudia informácie verbálnou, optickou či akustickou cestou. Nikto nevie, čo ich prinútilo zaznamenávať informácie na médiá rôzneho druhu. Mohli spochybniť autenticitu informácií predávaných spomínanými cestami, alebo jednoducho hľadali iný spôsob zachovávaní informácií. Postupom času dokázal človek zdokonaľovať ukladanie informácií natoľko, že vytvoril prenosné dátové nosiče (PDN) schopné uchovávať dáta.

Nezastaviteľný stroj pokroku zasiahol aj túto sféru ľudského bádania. Vznikali stále pokročilejšie spôsoby, ako na čo najmenší priestor nahustiť čo najviac údajov. Až sme dosiahli súčasný stav 54 GB na dvojvrstvové médium pri Blu-ray Diskoch [8]. Pri takejto hustote zápisu na zistenie informácií už nestačia ľudské zmysly a bez adekvátneho čítacieho zariadenia by sa z disku nemohlo nič extrahovať. Dokonca aj po získaní jednotiek a núl, nemusíme ešte nič vedieť o sémantike či o spôsobe interpretácie dát.

Úlohou tejto práce bude rôzne PDN umiestniť do kontextu dejín. Prípadnému záujemcovi potom poskytnúť materiál, na základe ktorého by vedel pre svoj účel vybrať vhodný druh PDN.

1.1 Motivácia

Počas môjho štúdia na Fakulte Informačných Technológií (FIT) som si niekoľkokrát položil otázku, čo vlastne študujem. Podľa výkladového slovníka The American Heritage [12] študujem „*vývoj, inštaláciu a implementáciu počítačových systémov a aplikácií*“. Definícia to je nevhodná, pretože nezahŕňa manipuláciu s informáciami samotnými. Oxfordský výkladový slovník [21] hovorí o Informačných Technológiách (IT) ako o „*skúmaní alebo využití vybavenia, hlavne počítačov, pre uloženie a analyzovanie informácií*“. Táto veta je už bližšie k mojím skúsenostiam.

Po objasnení si tejto základnej otázky sa však vynorí niekoľko ďalších. Jednou z nich je práve ako informácie uložíme a prenesieme k inému človekovi? Počas krátkej histórie ľudského pokolenia, sa vyvinul nespočet PDN snažiacich sa splniť túto úlohu. A ak zabudneme technológie, pomocou ktorých sme PDN čítali alebo zapisovali, potom zabudneme aj na časť histórie ľudstva. Preto je nesmierne nutné popis týchto technológií a využitie PDN zaznamenať pre budúce generácie.

Nezanedbateľná je aj potreba poskytnúť pomocný materiál užívateľovi, ktorý sa stratil v rozcestí dejín PDN, hľadajúc médium, ktoré by vyhovovalo jeho potrebám. Pritom do

pozornosti nemusia prísť len aktuálne médiá, ale aj záznamové médiá minulosti, ktoré môže záujemca kvôli určitým charakteristikám (ako napríklad životnosť) vybrať.

1.2 Ciele a štruktúra práce

Aby bolo možné popísať objekt, je nevyhnutná znalosť všeobecne uznaných metrík, aby prípadný záujemca nemal problém pri porovnávaní jednotlivých technológií. Preto je cieľom tejto práce najprv ukázať metriky vhodné pre porovnávanie PDN, aby sme ich následný prehľad ukončili porovnávacími tabuľkami.

Druhá kapitola sa venuje používaným metrikám PDN ako fyzické rozmery, kapacita, spôsob zápisu, čítania a podobne. Tretia kapitola obsahuje prehľad PDN, kde je najprv prezentovaný prierez históriu. Nasledujú detailné znalosti PDN súčasnosti a na konci kapitoli je pohľad do budúcnosti vyvíjaných technológií. Štvrtá kapitola je venovaná prehľadovým tabuľkám, ktoré majú uľahčiť orientáciu čitateľa na rozcestí dejín PDN. V piatej kapitole nakoniec zhodnotím výsledky práce.

Kapitola 2

Používané metriky pre hodnotenie PDN

Predstavte si, že by ste počas príjemného májového poobedia opustili civilizovaný svet a uvelebili sa do chládku starého orecha. Určite by ste odhadovali výšku stromu, pri prvom závanе vetra by ste analyzovali jeho teplotu. Na základe uhlu, ktorý zvierajú tieň s povrchom by ste sa snažili určiť čas atď. Spoločným pre tieto objekty a javy, že by ste ich existenciu posudzovali na základe sady vlastností, pojmov, mier a názvov, ktorých význam je medzi ľuďmi dohodnutý, pre vás jednoznačný – posudzovali by ste informácie.

Prírodný proces vnímania okolia pomocou zmyslov a následnej interpretácie mozgom prebieha už od chvíle narodenia. Spoločne s našimi reakciami vznikajú skúsenosti, pomocou ktorých budeme posudzovať prijímané informácie. Vhodným príkladom je veľkosť porcie jedla. Keby dostávala osoba X počas značnej časti svojho života polku misky jedla každé poobedie a následne by dostala plnú, potom by ju označila slovným spojením „veľa jedla“. Oproti tomu keby dostávala osoba Y každé poobedie plnú misku jedla a k nej aj dezert, považovala by poskytnuté množstvo za „málo jedla“. Práve kvôli podobnému subjektívnemu posudzovaniu boli zavedené metriky, ktoré jednoznačne vymedzujú veľkosť určitej vlastnosti alebo javu, na základe vlastnosti vzorového predmetu¹ alebo charakteristiky javu pomocného².

Číselné vyjadrenie vlastnosti objektu pomocou metrick, však už vyžaduje oproti subjektívnemu hodnoteniu, presne definované zariadenia, vytvorené pre tento účel. Komplikovanosť pri tom závisí od toho, do akej miery musí byť meranie presné. Pre určenie celosvetového času sa preto používajú atómové hodiny, sledujúce prechody medzi stavmi cézia (alternatívne rubídia alebo vodíka), ale pre domáce použitie si plne vystačíme so súčasnými digitálnymi hodinami, ktorých presnosť je rádovo o šesť stupňov horšia.

Pre vlastné zaregistrovanie informácií využíva človek svoje zmysly. Ak by sa chcel o informáciu podeliť s niekým iným bez toho, aby ju poškodil, musel by rovnako stimulovať zmysly dotýčaného. To je však realizovateľné pri súčasnom stave techniky, ak vôbec, len v laboratórnych podmienkach. Riešenie ponúka ľudská inteligencia, poskytujúca schopnosť komunikácie, sprvu na úrovni hrdelných zvukov rôznej hlasitosti, ktoré sa postupom času začali meniť v slabiky, slová a vety. Takto vznikol jazyk ako forma komunikácie medzi dvoma bytosťami, či už prostredníctvom zvuku, alebo písma³. Popisovanie reality pomocou jazyka

¹napríklad 1 kg je jednotka hmotnosti, ktorá sa rovná hmotnosti prototypu uloženého v Medzinárodnom Úrade pre Váhy a Miery (BIPM)

²definícia 1 metra ako vzdialenosť, ktorú prekoná svetlo za $1/299\,792\,458$ s

³písmo koexistuje ako alternatívna forma zápisu zvuku vnímaného pri komunikácii pomocou množiny

však nie je uspokojivo presné a hlavne u jedincov so sníženou predstavivosťou, dochádza k masívnym stratám informácií. Do súčasnosti sa podarilo pre niektoré naše zmysly vyvinúť dostatočne presnú repliku informácie, aby si mozog neuvedomoval jej neprirodzenosť.

Umelmo môžeme replikovať zvuk, definovaný ako každé pozdĺžne vlnenie v prostredí, ktoré je schopné vyvolať v ľudskom uchu sluchový vnem⁴ [12]. Zvukové informácie sú potom najčastejšie spojené so záznamom hovoreného slova alebo hudobným prejavom. Podobne informácie vnímané zrakom, čo je schopnosť človeka registrovať elektromagnetické vlnenia vo viditeľnom spektre a následná interpretácia obrazu v mozgu, už vieme vytvoriť vo vysokej kvalite. Vizualne informácie prezentujú statické momenty, alebo dynamické udalosti počas rôznych časových intervalov. Čiastočne prebádaná je možnosť použitia hmatu, zatiaľ čo zaznamenávanie informácií do materiálov, aby boli „čitateľné“ čuchom alebo chuťou zostáva na pokraji záujmu.

Pri snahe nahustiť na minimálnu plochu maximum informácií narazil človek na prirodzenú prekážku zhoršenej čitateľnosti, až sa dostal do situácie, kde musel nahradiť písmo jednoduchšie identifikovateľnou sadou binárnych dát, ktoré sa dali pomocou kódovacích tabuliek preložiť späť na človeku zrozumiteľné znaky. Nuly a jednotky boli vytvárané rôznym spôsobom od prvej existencie/neexistencie znaku (diera na dierkovej páske), až po súčasnú formu rozdielu odrazovosti v dátovej vrstve optických médií.

2.1 Rozmery média

Fyzické rozmery sú zmerateľé aj pomocou tak jednoduchých nástrojov, ako je pravítko. Už na prvý pohľad je pomocou fyzických rozmerov PDN rozlíšiť niektoré druhy, ktoré inak pracujú na podobnom princípe uskladnenia informácií. Dobrým príkladom sú 5,25 palcové a 3,5 palcové diskety.

Z dôvodu rýchleho získavania informácií museli byť primitívne média dostatočne veľké aby mohli zobrazovať znaky abecedy, v ktorej bola informácia zachovaná. Človek má pri vývoji tendenciu minimalizácie svojich vynálezov. Ako príklad môžem pripomenúť kamenné tabule, na ktoré boli vytesané znaky rôznej veľkosti. V súčasnosti dochádza pri digitalizácii kníh možnosť uložiť prakticky celú knižnicu na plochu 12 centimetrového umelohmotného disku.

2.2 Kapacita

Kapacitu môžeme hodnotiť hneď z niekoľkých uhlov pohľadu na základe toho, či sa na dáta pozeráme zo sémantického hľadiska, ktoré by však limitovalo možnosť miniaturizácie zápisu, nehovoriac o následnom čítaní. Z tohoto dôvodu sa uvádza kapacita u starších médií obsahujúcich textové informácie v čítateľnej podobe v počte znakov.

Pri prechode na PDN, u ktorých už človek potrebuje pomocné zariadenie, na to aby prečítal/zapísal informácie, už má zmysel vyjadrovať kapacitu nosiča v bitoch alebo bytoch. Bit (b)⁵ môže obsahovať hodnoty 0 a 1, čiže logickú pravdu či nepravdu, a tým je najmenšou informačnou jednotkou. Reprezentovať údaje iba pomocou núl a jednotiek je z hľadiska interpretácie informácií ľudskou myslou nemysliteľné. Preto sú bity zaradené do

znakov

⁴frekvencia tohoto vlnenia musí byť v rozmedzí 20 Hz–20 kHz, aby mohla byť pre človeka zachytená

⁵skratka od binary digit

väčších celkov – bytov, ktorých význam sa dá prostredníctvom kódovacích tabuliek preložiť. Byte (B) obsahuje osem bitov.

U statických vizuálnych informáciách (napr. fotografiách) uvádzam počet scén⁶, ktorý je PDN schopný preniesť. Naopak pri dynamických vizuálnych informáciách (napr. film, zvuk) ako údaj o kapacite poslúži dĺžka snímky na danú fyzickú veľkosť. Po digitalizovaní vizuálne informácií, pomocou ľubovolnej techniky, budú reprezentované opäť ako sled binárnych čísiel, kde vyjadrím kapacitu v bytoch.

Kapacitu u PDN uskladňujúcich zvukové informácie vyjadrujem v dĺžke záznamu na danú fyzickú veľkosť. Po prevedení do digitálnej podoby použijem pre označenie byty.

2.3 Organizácia dát

Chaoticky zapísané dáta by pravdepodobne vedelo interpretovať len málo ľudí či strojov. Je preto nevyhnutné, aby mali dáta istú formu organizácie, ktorá musí byť nevyhnutne známa tomu, kto sa snaží z PDN získať ľubovoľnú informáciu, preto sa budem snažiť o objasnenie štandardnej organizácii dát na daných nosičoch.

Textové, vizuálne a zvukové informácie je možné reprezentovať pomocou rady binárnych čísiel, ktorých význam sa dá interpretovať pomocou kódovacích tabuliek alebo prekladom informácií matematických funkciami. Nie je však vždy možné emulovať stopercentne realitu, kvôli diskkrétnej povahe počítačov. Aby sme však vnímali informácie podobne ako boli zaznamenané, postačí dosiahnutie krokovania, pri ktorom ľudská myseľ nedokáže rozlíšiť jednotlivé kroky a bude interpretovať diskkrétne informácie spojit.

2.4 Hustota informácie

Udáva počet bitov na plochu. U starších textových médií prichádza do úvahy ešte počet znakov na plochu. Cieľom rozvoja v súčasnosti je zvyšovanie hustoty informácie, pretože tým sa nepriamo znižujú náklady na výrobu PDN. Nepriamou nevýhodou je znižovanie životnosti dátového nosiča, ku ktorému dochádza kvôli charakteru použitých materiálov.

2.5 Technika zápisu

U prvých PDN zápis prebiehal ľudskou rukou. Pri dosiahnutí miniaturizácie už nebola presnosť človeka dostatočná. Na jeho miesto nastúpili stroje, ktoré boli sprvu mechanického, neskôr elektrického či magnetického charakteru. Prešlo sa od zápisu znakov, ktorým vedel človek priradiť adekvátny význam, k zápisu binárnych dát. Tieto binárne dáta pritom nemusia nevyhnutne znamenať znaky písma. Dobrým príkladom sú digitálne obrazy, ktoré by nevedel človek pri najnižšom zobrazení bitov správne interpretovať.

2.6 Technika čítania

Najzákladnejšou technikou čítania je intuitívna pomocou zraku. Hieroglyfy z Egypta či hoci aj latinka, ktorou píšem tento text, je automaticky detekovaná našim zrakom a prekladaná tak, že v našich myšliach vytvára obrazy reprezentujúce písaný text. K vytvoreniu obrazu

⁶záznam obrazu určitého výseku z reálneho alebo umelo vytvoreného sveta, zachytávajúceho elektromagnetické vlnenie vo viditeľnom spektre

je však nevyhnutná znalosť významu znakov, bez ktorej sa informácie na veky stratia. Podobný problém postihuje aj PDN súčasnosti. Stačí si len uvedomiť fakt, že ak by niekto získal optické médium ako je CD disk bez absolútnej technickej znalosti o jeho konštrukcii či organizácii dát, bolo by extrémne náročné určiť logiku záznamu alebo sémantiku informácií uchovaných na nosiči. Pri popise technike čítania budem preto popisovať aspoň základný princíp čítania.

Moderné optické zariadenia už nepracujú na jednoduchých technikách, ale na rôznej odrazovosti dátového povrchu. Pritom treba rozlíšiť, čo znamená binárnu jednotku a čo nulu. Nie každému by mohlo byť zrejmé, že sa zmena medzi plochami môže interpretovať rôzne. Pri technike kódovania NRZI⁷ sa za jedničku považuje zmena v odrazovosti a za nulu trvalosť rovnakého signálu. Naopak pri kódovaní NRZ⁸ sa za jedničku považuje plocha s vyššou odrazovosťou, zatiaľ ako nula sa interpretuje plocha s odrazovosťou nižšou [8].

2.7 Životnosť

Tento aspekt monitoruje životnosť informácií zachytených na PDN. U masívnejších materiálov, ako sú kovy alebo zliatiny, to prakticky znamená fyzické zničenie PDN. Pri citlivejších materiáloch (napr. magnetických páskach) postačí mierne zvýšená vlhkosť, ktorá spôsobí hydratáciu gélovej vrstvy. V konečnom dôsledku bude médium nečitateľné, spôsobujúci zničenie informácií uskladnených na ňom.

2.8 Výrobné materiály

Pôvodným požiadavkom pre materiály bola skôr trvácnosť a jednoduchosť zápisu opticky ľahko identifikovateľných dát. Materiály vyhovujúce týmto požiadavkam boli sprava dostupný kameň, drevo či kosti zvierat. Neskôr sa ním stali chemicky reaktívne látky, ktoré sa dajú jednoducho upraviť a majú trvalý efekt. Pri magnetických médiách sú to oxidy kovov. Pri optických zase organické farbivá alebo zliatiny kovov.

2.9 Rýchlosť čítania/zápisu

Pokiaľ človek vnímal okolie svojimi zmyslami, vedel pre zvýšenie rýchlosti prijímania informácií stimulovať svoj mozog. Postupne však vznikol stredný člen medzi človekom a informáciou – stroje, u ktorých už existujú vymedzené maximá pre prijatie/odovzdanie informácií. Množstvo informácií, potrebných pre čo najautentickejšiu replikáciu hoci len malej časti skutočnosti, dosahuje obrovských rozmerov. Pre zobrazenie takejto informácie je imperatívny maximálny možný dátový prenos. Dôležitosť rýchlosti zápisu je na druhú stranu atraktívna skôr pre skrátenie doby čakania vytvorenia dát na nosiči.

2.10 Cena

Ťažko určiteľným, ale predsa jedným z najdôležitejších metrík je cena dátového nosiča, zvyčajne vyjadrovaná ako číslo v danej svetovej mene. Problematikou pri určení ceny, je jej neustály pohyb, vyvolaný nákladmi na výskum, ale napríklad aj dopytom po danom tovare

⁷Non-Return to Zero Inverted

⁸Non-Return to Zero

zo strany spotrebiteľov, alebo lokálnymi a globálnymi stavmi zásob pri výpadku či ukončení výroby.

Cenový vývoj má u PDN poslednej doby podobný priebeh, kde po zavedení je cena obvykle vysoká. Prostredníctvom zvýšenia dopytu a následného nárastu vyrábaných množstiev však cena klesne. Na konci životného cyklu PDN cena opäť stúpa kvôli poklesu záujmu zo strany spotrebiteľov, zastavenia výroby a zníženiu stavu globálnych zásob tovaru.

Kapitola 3

Chronologický prehľad PDN

Ťažko povedať, čo bolo prvým impulzom pre ukladanie informácií. Dobrých kandidátov poskytujú činnosti spojené s prežitím, tak isto ako potreba človeka vyjadrovať sa. Pračlovek mohol zaznamenať počet zvery, zárezmi na konáriku, vyznačiť na kôru stromu číhajúce nebezpečenstvo, alebo vytesať obraz lovu do kosti ulovenej zvery. ohli to byť konáriky zo zárezmi, alebo dokonca ľudská pokožka, na ktorej si farbivom vyznačil počet zvierat stáda vhodných na ulovenie. Akonáhle človek zmenil spôsob života z kočovného na usadlí, musel si zaznamenávať informácie súvisiace s poľnohospodárstvom ako doba príchodu záplav, vhodný počet semien pre zasiatie danej plochy a podobne. Nemuselo sa pri tom jednať len o prenos informácií z bodu A do bodu B, rovnako dôležité bolo, aby zostali takto kritické informácie zachované pre potomka. Síce je možná argumentácia alternatívneho predávania vedomostí ústnou formou, čo by bolo v praxi ekvivalentné pužitiu ľudského mozgu ako PDN, avšak spoľahlivosť takéhoto postupu nedosahuje ani požadovaných presností, ani garanciu predania informácií (v prípade úmrtia).

3.1 PDN minulosti

Stretneme sa tu s revolučnou myšlienkou svetlocitlivých látok, na základe ktorých sa v súčasnosti vyvíjajú aj vysokokapacitné holografické disky. Prínajmenšom sekundovať bude objav magnetického zápisu, pre zachovanie zvuku, ktorého pozostatky stále uchováваме vo forme pevných diskov v našich počítačoch. Nezanedbateľným objavom bol taktiež zápis zvukových vln na gramofónovú platňu, ktorá svojou štruktúrou pomohla k zrodu špirálového záznamu na optické PDN súčasnosti.

3.1.1 8 pred n.l.? - Papier

Špecifikácia:

- Rozmery média: rôzne (najpoužívanejšie 210 mm x 297 mm)
- Kapacita: rôzna (podľa hustoty zápisu, veľkosti písma...)
- Organizácia dát: v znakoch použitej abecedy alebo obrázkov, nanesených vo vrstve farbiva
- Technika zápisu: nanes vrstvy farbiva ručne alebo pomocou špecializovaných strojov
- Technika čítania: intuitívna zrakom

- Životnosť: podľa techniky výroby a podmienok až 500–600
- Výrobné Materiály: prirodzené vlákna z rastlín, textilné vlákna, farbivá, škroby pre vylepšenie povrchových vlastností

Predchodcom papiera sa stal *papyrus* už niekedy okolo roku 3 000 pred našim letopočtom [16]. Vyrábali ho v Egypte z úpravou a zlysovaním byle rastliny *Gyperus Papyrus*. Neznášal však vlhkosť, vďaka svojej krehkosti vyžadoval špeciálnu opateru. Nevyrábali sa z neho knihy aké poznáme teraz, ale zvitky, ktoré vznikali zlepovaním viacerých papyrusov do jedného celku. Nasledovníkom papyrusu bol *pergamen*, vynájdený ako náhrada za papyrus. Pergamen bol ľahšie produkovateľný, pretože na svoju produkciu nevyžadoval rastliny žijúce v subtropickom pásme. Obrovskou výhodou pergamenu bola skutočnosť, že sa vyrábal z ovčej alebo jahňacej kože, ktorá sa po ošetroení vápenným roztokom, vysušila a upravila z oboch strán morskou penou a kriedou. Pergamen bol oveľa odolnejší oproti vlhkosti ako papyrus, nalámal sa, pričom na neho bolo možné písať z oboch strán.

Papier bol vynájdený v Číne. Najstarší popísaný kus papiera sa dochovalo z roku 8 pred n. l. a bol pravdepodobne súčasťou listu [7]. Dlhú dobu sa predpokladalo, že papier vynášiel Cai Lun roku 105 nášho letopočtu. Pre výrobu sa používali prírodné vlákna z viacerých rastlín¹ a textilného odpadu. Papier doniesli do Európy Arabi, ktorí ho získali pri svojej expanzii na východ. Až po vynájdení parného stroja, schopného vyrobiť papier s vlákninami z drevnej buničiny, sa stal papier dostupný širokým masám.

Najdôležitejším prvkom pri výrobe papiera sú vlákna celulózy, izolované vo fáze varenia buničiny². Pri chemickom rozvlákňovaní sa zachováva dĺžka vlákien, zvyšujú sa silu papiera, oproti lacnejšiemu mechanickému rozvlákňovaniu. Pre upravenie výslednej farby papiera sa pridávajú do celulózy rôzne farbivá. Po rozvlákňovaní sa zo zmesi celulózy vytvorí na site tenký film, z ktorého po vylisovaní, odtečení vody a vysušení dostaneme papier [17]. Papier je bez prídavných prísad veľmi pijavý. Preto sa na povrch pridáva apretúra, vrstva polymérov alebo škrobov, aby sa zlepšili jeho vlastnosti.

3.1.2 1816 - Fotografia

Špecifikácia:

- Rozmery média: rôzne (najpoužívanjšie 9 cm x 13 cm)
- Kapacita: 1+ scén³
- Organizácia dát: vo vrstve alebo vrstvách svetlocitlivých látok
- Hustota informácie: 1+ scéna/1 fotografia
- Technika zápisu: chemická svetlocitlivými látkami
- Technika čítania: intuitívna zrakom
- Životnosť: podľa životnosti materiálov svetlocitlivých substrátov niekoľko hodín až niekoľko storočí v ideálnych skladovacích podmienkach

¹najmä žihlavy, konope a moruše

²používa sa aj spojenie rozvlákňovanie

³možné pri viacnásobnej exponácii tej istej fotografie

- Výrobné Materiály: pri starších typoch striebro, meď, cín, asfalt, bitúmen novšie typy z organických materiálov

Pri prvých pokusoch vytvoriť fotografiu použil *Nicéphore Niépce* papier pokrytý striebornými soľami, ktoré tmavnú pri kontakte so svetlom [24]. Prvý obrázok vytvoril roku 1816 ako negatív pohľadu na prírodu z okna. Niépce sa po prvých pokusoch začal sústreďovať na leptavosť kyselín pri rôznych intenzitách svetla, vďaka ktorým pochopil, že netreba aby bol efekt chemickej zmeny základu fotografie viditeľný voľným okom. Stačí aby bol následný obraz transformovateľný pomocou inej pomocnej chemickej látky do viditeľnej podoby.



Obrázok 3.1: Originálny záber Nicéphore Niépceho



Obrázok 3.2: Rekonštrukcia použitím pôvodnej techniky fyzautotypie

Následovali neúspešné pokusy s U-V reaktívnou živcou ihličnatých stromov, po ktorých sa obrátil k anorganickým látkam: asfaltu a bitúmenu. Od roku 1822 sa mu darilo reprodukovat kresby pomocou základov potiahnutých bitúmenom (hlavne sklenené základy, vápenaté kamene, neskôr medené alebo cínové tabule). Obrázky produkoval pomocou metódy kaligrafického leptania aby pomocou kyselín vyleptal obrázok na papier, doba expozície však bola extrémne dlhá, až niekoľko dní v jasnom slnečnom svetle. Svoju metódu nazval Niépce *heliografiou*.

Spolu s *Louis Jacques Mandé Daguerre* vyvinul Niépce novú techniku získavania obrázkov nazvanou v angličtine *physautotype*. Pomocou destilácie levandulového oleja získali smolu, ktorú nechali vysušiť. Ruzpustili trochu tejto smoly v alkohole. Získanú zmes naniesli na vyleštenú striebornú platňu. Po vyparení alkoholu zostala na povrchu súvislá biela vrstva, ktorá bola vystavená cez objektív 7–8 h. Následne bola platňa položená nad vaničku s bielim petrolejom. Výpary z petroleja urobili transparentnými časti platne, ktoré neboli svetlom

ožiarené⁴. Následne vzniknutý obraz bol čiernobieli. Daguerre vytvára po úmrtí Niépceho vlastnú techniku – *dagerotypiu*, ktorá vyžaduje len niekoľkominútovú expozíciu.

George Eastman nahradil v roku 1884 tabule suchým gélom na papieri. Roku 1888 jeho firma Kodak zaviedla prístroj schopný vyvolať film.

Prvú farebnú fotografiu vytvoril roku 1861 škótsky fyzik *James Clerk Maxwell* tromi fotoaparátmi. Každý mal iný farebný filter pred objektívom. Fotograf tak dostal tri negatívi v základných farbách: modrá, zelená, červená. Citlivosť skorých substrátov na zelené a červené svetlo boli slabé. Bratia *Lumièreovci* vynašli roku 1907 prvý farebný film s dostatočnou citlivosťou na všetky tri farbi. Roku 1932 nasledovala Agfa podobným typom filmu Agfacolor. Roku 1935 uviedol Kodak prvý integrovaný systém troch svetlocitlivých emulzií. Roku 1936 nasledovala Agfa typom Agfacolor Neue, ktorá mala tri svetlocitlivé vrstvy. Všetky súčasné typy sa zakladajú na tejto technológii.

3.1.3 1887 - Gramofónová platňa

Špecifikácia:

- Rozmery média: 17,5; 25 a 30 cm
- Kapacita: 3 min–30 min na stranu
- Organizácia dát: v špirálovej stope, kde fyzické rozmery zárezov určujú veľkosť rezonancie membrány
- Technika zápisu: vrubovaním stopy metalickou ihlou valcovej alebo diskovej plochy, masová produkcia lisovaním do stvrdenej gumy alebo PVC
- Technika čítania: ihla kmitajúca horizontálnym, vertikálnym alebo diagonálnym smerom sníma povrch, rozkmitávajúc membránu, ktorá reprodukuje zvuk
- Životnosť: až 200 rokov podľa podmienok uskladnenia
- Výrobné materiály: šelak, tvrdené plasty, PVC, cín, vosk

Desať rokov pred vznikom *gramofónu* vytvoril Thomas Alva Edison prvý prístroj schopný záznamu zvuku, ktorý nazval fonografom. Pracovalo na princípe vyrezávanie štrbín do cínovej fólie, ktorou bola obklopený valec so špirálovým žliabkom. Štrbiny vyrezávala ocelová ihla spojená s membránou, ktorú rozhýbavali narážajúce zvukové vlny. Prehrávanie prebiehalo opačným postupom, rozhýbávaním membrány, pomocou brázd na cínovej fólii. Záznam bol však prehrateľný len raz, čo sa vyriešilo zavedením voskových valcov. Nepodarilo sa však vyriešiť masovú reprodukovateľnosť, pretože každý jeden valec musel byť nahraný dopredu.

Riešenie na spomenuté problémy ponúkol Emile Berliner 8. novembra 1887 patentovaním gramofónu. Berliner ako prvý začal nahrávať na ploché platne namiesto valcových fólií. Najprv používal pre svoje platne cín, roku 1890 prešiel na vosk, a keď sa nakoniec stali gramofónové platne populárne, boli voskové platne nahradené tvrdeným plastom. Namiesto vertikálneho kmitavého pohybu pracujú gramofónové mono disky s horizontálnym pohybom. Stereo disky kmitajú pomocou diagonálnych pohybov. Nahrávanie pôvodnej nahrávky prebiehalo rovnakým spôsobom ako u fonografu, nanosením pomocou vyrezávania ihlou, ktorá je pripojená k membráne. Prehrávanie záznamu prebiehalo opäť reverzným spôsobom [19].

⁴stali sa čiernymi ako strieborný podklad

Masová výroba kópií prebiehala pomocou materskej nahrávky, vyrobenej z vosku, z ktorej vytvorili niklového „otca“. Proces vytvorenia disku sa zakončoval pomocou týchto otcov, ktorý stláčali valce z PVC, opatrené štítkom. Konečné médium dosahovalo fyzických rozmerov 30, 25 a 17,5 cm.



Obrázok 3.3: Pohľad do výroby gramofónových platní

Rýchlosť prehrávania sa počas prvých dvadsať rokov menila a nebola štandardizovaná [4]. Nakoniec roku 1925 sa definovala ako rýchlosť 78 otáčok za minútu (rpm). Roku 1948 uviedla na trh Columbia Records platne prehrávané pri 33,5 rpm. Firma RCA Victor nasledovala roku 1949 s platňami prehrávanými pri 45 rpm. Ako nový štandard predstavila RCA Victor menšie 17,5 cm platne s 45 rpm, mienené ako konkurenciu väčším 30 cm platňám s 33,5 rpm. Nakoniec sa oba druhy uplatnili vzhľadom k rozdielnej kapacite. Menšie, rýchlejšie prehrávané disky sa používali pri prezentácii „singlov“, zatiaľ čo väčšie platne s kapacitou až 30 min pre jednu stranu slúžili pre celé „albumy“. V súčasnosti si gramofónové platne nájdu uplatnenie najmä v tanečnej hudbe alebo hip-hope, kde ich ešte stále využívajú pre jednoduchosť modifikácie prehrávanej hudby, nazvanej mixovanie.

3.1.4 1898 - Magnetofón

Špecifikácia:

- Technika zápisu: zápis magnetického poľa, indukovaného elektromagnetom impulzami z mikrofóna
- Technika čítania: reprodukcia rôzne intenzívneho magnetického poľa
- Výrobné materiály: meď, oceľ

1. decembra 1898 si dal *Valdemar Poulsen* patentovať v Dánsku svoj *Magnetofón* (angl. *Telegraphone*). Svoj vynález perzentoval na výstave *Exposition Universelle* v Paríži roku 1900, kde doň panovník František Jozef povedal pár slov, ktoré sa zachovali ako najstaršia preživšia nahrávka. Roku 1903 založil Poulsen *American Telegraphone Company*, kde so svojími americkým spoločníkmi vyrábal magnetofóny hlavne pre použitie v kanceláriách a pre zaznamenávanie telefónnych odkazov.

Prvý magnetofón pracoval na princípe magnetizácie magnetizovateľného média (väčšinou kovu). Pozostával z medeného valca obklopeného oceľovým drôtom, po ktorom sa pohyboval

No. 661,619.

V. POULSEN.

METHOD OF RECORDING AND REPRODUCING SOUNDS OR SIGNALS.

(Application filed July 6, 1900.)

(No Model.)

3 Sheets—Sheet 1.

Fig. 1.

Witnesses:

Frank J. O'Connor

Walter M. Chapin

Inventor:

Valdemar Poulsen

by W. A. H. H. H. H. H.

3.2 PDN prítomnosti

3.2.1 1967 - Disketa

- Rozmery média: 8,89; 13,335 a 20,32 cm (3,5; 5,25 a 8 palcov)
- Kapacita: od 80 kB–750 MB
- Organizácia dát: v kruhových sektoroch rôznej dĺžky
- Hustota informácie: maximálne 4,74 MB/cm²

15

- Technika zápisu: zmena povrchových vlastností disku magnetizáciou
- Technika čítania: interpretácia magnetického poľa
- Životnosť: v ideálnych podmienkach 30 rokov, štandardne 5 rokov
- Výrobné materiály: plasty, pokryté oxidmi kovov, netkaná látka
- Rýchlosť čítania/zápisu: 62,5 kB/s–7,5 MB/s

Roku 1967 dostala skupina IBM v San Jose Laboratories úlohu vytvoriť PDN schopný uskladniť mikrokód pre sálové počítače (angl. mainframe), ktoré mali novú polovodičovú vstavanú pamäť, ktorá na rozdiel od predchodcu s magnetickým jadrom, nezachovávala obsah pamäte po vypnutí. Museli brať ohľad na požiadavku neprekročiť cenu piatich dolárov aby mohli lacne, rýchlo a jednoducho distribuovať nové verzie kódu. Na prvú verziu diskety bolo možné zapísať iba 80 kB dát a svojou veľkosťou ôsmich palcov (20,32 cm) bola značne väčšia než neskoršie varianty. Roku 1971 bola nakoniec implementovaná mechanika do sady mainframov IBM System 370, pričom vedela diskety len čítať. Vlastná disketa sa skladala z umelohmotného disku potiahnutého oxidom železa. Kľúčovou časťou bol netkaný látkový obal, ktorý držal magnetickú vrstvu chránenú pred vplyvom prachu a neustále ju čistil. Roku 1973 vypustila IBM novú verziu disketovej mechaniky, vrátane disketu na svojom 3740 Data Entry Systéme. Otáčanie disku sa v mechanike zmenilo na opačný smer, ktorý zostal aj neskôr štandardom, okrem toho poskytovala mechanika možnosť čítania aj zápisu pri kapacite diskety 256 kB [9].

Veľkosťou však 8 palcové diskety obmedzili šírku počítača samotného, ktorého v snahe miniaturizovať na veľkosť, keď sa už dá na stôl umiestniť, značne limitovalo. Pri jednom z „brainstormingov“ v bare zobrali ako vzorovú mieru koktejlový obrúsok štvorcového tvaru so šírkou práve 5,25 palca (13,335 cm) [27]. Od roku 1976 preberalo podiel na trhu od väčšej 8 palcovej varianty. Svoju maximálnu kapacitu dosiahla 5,25 palcovka roku 1984 a to 1,2 MB. Nasledoval zhľuk formátov rôznych rozmerov a veľkostí, z ktorých sa nástupcom stala 3,5 palcová disketa vynajdená firmou Sony, uvedená na trh roku 1981. Hlavným dôvodom prevahy bolo použitie „tri a poliek“ v sadách firmy Hewlett-Packard, ktoré zaručili rozšírenie formátu, trhovú stabilitu a prilákali aj iné firmy k využitiu formátu [10]. Pôvodná kapacita dosahovala 720 kB, pričom pomocou zdvojnásobenia počtu sektorou sa dosiahla kapacita 1 440 kB až nakoniec 2 880 kB. Zaujímavým pokusom využitia princípov disketovej mechaniky sa pokúsila firma Iomega roku 1994, keď predstavila mechaniku Zip. Postupom času sa jej podarilo z pôvodnej kapacity 100, neskôr 250 MB, dostať na úctihodnú kapacitu 750 MB. Posledným pokusom využitia princípu zápisu na magnetický disk nastal roku 1997, keď firma Sony predstavila svoje médium HiFD s maximálnou kapacitou 200 MB [23].

Zápis na disketu prebieha pomocou vystavenia zápisovej hlavy krokovým motorom. Po overení správnosti adresy, odizoluje vymazávacia cievka susedné sektori, aby proces zápisu nebol ovplyvnený okolím. Následna magnetizácia, zmení magnetické pole železných čiastočiek umiestnené na povrchu diskety. Čítanie diskety prebieha prekladom magnetického vzoru do binárnych dát.

3.2.2 1976 - Video Home System

Špecifikácia:

- Rozmery média: 188 mm x 25 mm x 104 mm (šírka x výška x dĺžka)



Obrázok 3.5: Porovnanie CD s 8; 5,25 a 3,5 palcovými disketami

- Kapacita: podľa oblasti a spôsobu záznamu 20 min až 9 h
- Organizácia dát: zvukový kanál na vrchnej strane pásky, video informácie špirálovito po dĺžke
- Technika zápisu: rotujúcou valcovou hlavou
- Technika čítania: rotujúcou valcovou hlavou
- Životnosť: 5 až 30 rokov
- Výrobné Materiály: plasty, páska z oxidu železa
- Rýchlosť čítania/zápisu: 2,339 cm/s–3,335 cm/s

VHS alebo *Video Home System* bol zavedený firmou JVC (Victor Company of Japan) roku 1976 ako spôsob domácej archivácie televízneho vysielaťia, predaja filmov a výroba domácich videí [20]. Vznikol ako konkurencia PDN Betamax vyrábaného firmou Sony. Už roku 1980 dosiahol 70 %-ného zastúpenia v oblasti nahrávania videa. Najväčším dôvodom víťazstva VHS bola vyššia ponúkaná kapacita a miernejšej politike licencovania JVC.

Kazeta VHS je založená na magnetickej páske. Šírka pásky je 12,7 mm (0,5 palca) [3], dĺžka je podľa kapacity média rôzna, maximálne 430 m. Rýchlosť prehrávania je 3,335 cm/s pre systémy NTCS⁶ a 2,339 cm/s pre systémy PAL⁷. Kapacita VHS dosahuje 3,5 hodiny pre NTCS, 5 hodín pre PAL. Pre ďalšie zvýšenie kapacity ponúkajú novšie rekordéry v oblastiach PAL možnosť nahrávať v móde LP, ktoré spomalí pohyb pásky na polovicu. V oblastiach NTCS je alternatívou mód EP (tiež SLP), spomalujúci pásku na tretinu rýchlosti. Nevýhoda oboch módov spočíva v znížení kvality nahrávky. 3 MHz-ová šírka pásma je dosiahnutá špirálovým nahrávaním frekvencie modulovaného svetelného signálu, ku ktorému je pridaný ďalší signál obsahujúci sýtosť a odtieň farieb. V pôvodnej špecifikácii obsahovalo

⁶analogový systém prenosu televíznych signálov používaný v Severnej Amerike, Japonsku, Južnej Kórei a niekoľkých iných krajinách

⁷analogový systém prenosu televíznych signálov používaný v Európe okrem Francúzska, Čína, Austrália a mnoho krajín Ázie a Afriky



Obrázok 3.6: Pohľad na kazetu VHS so sklopenou ochranou pásky

VHS audio záznam jedného kanálu na vrchnej časti pásky, schopný zachovať zvukové informácie od 100 Hz do 8 kHz, s odstupom od šumu 42 db. Roku 1985 sa objavili nové HiFi videorekordéri, ktoré ukladala zvuk ako stereo od 20 Hz do 20 kHz, s odstupom viac ako 70 db od šumu.

VHS zaznamenáva obraz analógovo ako nepretržitý tok farieb, podobný televíznemu prenosu, oproti tomu sa obraz zobrazuje na televízoroch ako obdĺžniková sada pixelov. Pretože šírka plochy televízora je širšia ako počet zmien frekvencie videosignálu, je obraz do plnej šírky televízora roztiahnutý. Vyššie rozlíšenia sú preto pre systém VHS nemožné. Pomer odstupu šumu od signálu je 43 db.

Vzniklo niekoľko pokročilých variánt kaziet VHS. Super-VHS (S-VHS) je štandardom s vylepšenou šírkou pásma videosignálu. Roku 1998 vznikol formát Data-VHS (D-VHS), ktorý nahráva dáta ako transportný tok v kódovaní MPEG-2. Na rovnakom princípe pracuje formát VHS-Compact (VHS-C). Do roku 2006 sa používal vo videokamerách, v súčasnosti ho nahradili plne digitálne a optické verzie pokročilejších médií.

VHS systémy zostali obľúbené medzi mnohými užívateľmi napriek tomu, že od príchodu formátu DVD roku 1996 strácal neustále popularitu v prospech novšieho média.

3.2.3 1980 - Compact Disc

Špecifikácia:

- Rozmery média: 120 mm alebo 80 mm
- Kapacita: 210 MB - 900 MB, 74 min - 99 min
- Organizácia dát: v špirálovej stope rôznej odrazovosti
- Hustota informácie: maximálne 9,97 MB/cm²
- Technika zápisu: mechanické lisovanie alebo menenie odrazových vlastností dátovej vrstvy červeným laserom

- Technika čítania: detekcia rôznej odrazovosti dátovej vrstvy fotodiódov pri osvetlení červeným laserom
- Životnosť: odhadovaná na maximálne 100 rokov
- Výrobné materiály: plasty, farbivá, hliník, zliatiny kovov
- Rýchlosť čítania/zápisu: 150 kB/s–7 800 kB/s

Prvá špecifikácia *Compact Discu* vznikla spoluprácou firiem Sony a Philips na konci sedemdesiatych, začiatku osemdesiatych rokov 20. storočia. Obe firmy sa snažili vyvynúť alternatívu formu pre LP platne. Pôvodne reprezentovali svoje prototypy samostatne na základe Laser Disku roku 1978. Vedenia firiem sa nakoniec rozhodli zjednotiť sily. Využili pri tom expertízu technikov Philips v servopohonoch, analógových a digitálnych modulačných systémoch, spolu so skúsenosťami technikov Sony na poli elektrického obsahu (oprava chýb, PCM adaptéry, kódovanie kanálov...) [22].

V júni 1980 vyšla na základe spoločnej špecifikácie *Red Book* (Červená Kniha), definujúca fyzické charakteristiky CD, opravu chýb, formu čítania. Štandardu *Compact Disc-Digital Audio* (CD-DA) slúži na uskladnenie digitalizovaných zvukových informácií. Pre prenos definuje rýchlosť 150 kB/s (neskôr tiež označenie 1x). Zvuk je prehrávaný na vzorkovacej frekvencii 44,1 kHz, kde každá vzorka nadobúda 16 bitovú hodnotu [15]. Maximálna kapacita CD-DA je 74 minút zvukového stereo záznamu.

Roku 1988 bolo publikované rozšírenie Red Book pod názvom *Yellow Book* (Žltá Kniha). Špecifikuje štandard *Compact Disc-Read-Only Memory* (CD-ROM) v dvoch módoch. Mód 1 prináša ochranu proti chybovosti dát v podobe EDC⁸, ECC⁹ a CIRC¹⁰ kódov, ktoré zaberú z jedného sektora 304 B. Mód 2 si bere na druhej strane z celkovej veľkosti 2352 B na sektor len 16 B pre hlavičku, zvyšných 23 B prenecháva užívateľovi [1]. Vhodný je preto hlavne pre údaje, ktoré si nepotrpia tak na bezchybovosti, ako audio alebo video záznam. Z Módu 2 vznikol roku 1991 CD-ROM XA (eXtended Architecture), na ktorom sa zakladali naskoršie CD-I, Photo CD, Video CD a CD-Extra. CD-ROM poskytuje kapacitu 650 MB pre užívateľské dáta [15].

Roku 1986 vyšla *Green Book* (Zelená Kniha). Špecifikuje formát *Compact Disc-Interactive* (CD-i), spolu s potrebným hardwarom potrebným pre prehranie. Skôr teda definuje domáci interaktívny set. Novinkou je schopnosť uskladniť audio aj video záznam na jeden disk. Komprimáciu video záznamu zabezpečuje kódovanie Moving Picture Experts Group-1 (MPEG-1), zatiaľ čo audio bolo kódované pomocou modulácie adaptívneho diferenčného pulzu (adaptive differential pulse code modulation – ADPCM). Posledná revízia formátu bola roku 1994 a roku 1999 predala firma Philips posledné sety CD-i prehrávačov. Princípi CD-i disku však boli použité následne pri CD-XA disku a kódovanie MPEG-1 vo White Book (Bielej Knihe).

Roku 1989 Philips, Sony a Microsoft definujú *Compact Disc-Read-Only Memory eXtended Architecture* (CD-ROM XA) ako spôsob prinesenia výhod Zelenej a Žltej Knihy na počítače.

Nasledujúcim štandardom sa stala roku 1989 *Orange Book* (Oranžová Kniha). V troch častiach postupne definovala *Compact Disc-Magneto-Optical* (CD-MO), *Compact Disc-Recordable* (CD-R) a *Compact Disc-ReWritable*. CD-MO bola pokusom zaviesť CD, ktoré

⁸EDC - Error Detecting Code

⁹ECC - Error Correcting Code

¹⁰CIRC - Cross Interleave Reed-Solomon Code

by bolo možné používať ako disketu, teda ľubovoľne prepisovať. Proces prebiehal zahriatím dátovej vrstvy na tkzv. teplotu Curie¹¹ a následne pomocou magnetického poľa boli zapísané nové informácie. CD-MO však boli nekompatibilné so štandardom CD-ROM, preto neboli nikdy komerčne uplatnené. CD-R poskytli užívateľovi možnosť zapisovať svoje dáta. Roku 1996 vyšla tretia časť knihy, definujúca CD-RW. Na rozdiel od CD-R, používajúcej ako dátovú vrstvu farbivá, obsahuje CD-RW vo svojej dátovej vrstve kryštalovú zmes zloženú zo striebra, india, antimónu a telúria [9]. Táto zmes má tú špeciálnu vlastnosť, že pri zahriatí na určitú teplotu a následnom schladení, dochádza k jej kryštalizácii, zatiaľ čo pri zahriatí na vyššiu teplotu a následnom schladení sa zmes stáva amorfnou. Kryštalická časť odráža laserové lúče, ale amorfná ich pohlcuje, s minimálnym odrazom. Mimo týchto PDN priniesla Oranžová Kniha schopnosť záznamu Multisession. Pred záznamom multisession sa museli všetky údaje na CD zapísať naraz. Od tejto chvíle, každá session je jasne definovaná začiatočným blokom Lead-In a koncovým blokom Lead-Out.



Obrázok 3.7: Prepisovateľné CD-RW médium, s kapacitou 210 MB a priemerom 8 cm

Roku 1992 sa na trhu objavil *PhotoCD* vyvinutý firmou Kodak. Ponúka 6 rôznych veľkostí, priamu vytvoriteľnosť z filmu a záznam multisession. Kvôli cene ho však Kodak nahradil lacnejším formátom *PictureCD*, prezentujúci obrázky v jednom rozlíšení a formáte jpeg.

Roku 1993 predstavili v kooperácii firiem Philips, JVC, Matsushita a Sony štandard *White Book* (Biela Kniha), definujúci *Video Compact Disc* (VCD). Cieľom bolo nahradenie kaziet VHS. K tomu je VCD vyzbrojená kodekom MPEG-1 pre záznam videa a MPEG-1 Audio Layer II pre záznam zvuku. V dobe svojho príchodu bola schopná zaznamenať 74 minútový záznam na jedno CD. Pre väčšinu filmov to znamenalo uloženie na dvoch VCD. Po príchode DVD diskov však stráca popularitu.

Výroba CD lisovaním prebieha podobne ako výroba gramofónových platní, len v menšom a technologicky vyspelejšom vydaní. Na 6 mm hrubý sklenený disk je nanosená 150 μm vrstva svetlocitlivej látky pevnej pri 80 °C. Následne sú časti povrchovej vrstvy, zmäkčené použitím modro-fialového lasera, vyleptané hydroxidom sodným (NaOH). Nanosením vrstvy niklovej zliatiny sa vytvorí „otec“. Pomocou rovnakého procesu je vytvorená inverzná „matka“, ktorá slúži ako záloha pre vytvorenie „otca“, bez nutnosti prejsť celým proce-

¹¹teplota, pri ktorej stráca materiál svoje magnetické schopnosti

som vytvárania skleneného disku. Disky sú potom vytvárané kovovým razidlom za pomoci „otca“. Razidlo stláča 18 g tekutého plastu (350 °C) pri tlaku asi 20 000 psi, pri rýchlosti približne jedného diskov za tri sekundy. Aby povrch bol povrch odrážavý, naniesie sa naň tenká vrstva hliníku (0,005-0,01 μm). Ochranu zabezpečuje 6-7 μm vrstva akrylového laku, ošetrovaná UV svetlom aby sa zabránilo oxidácii hliníkovej vrstvy. Na záver je na výsledný disk vytlačený štítok [25].

CD-R, ktoré sú vypaľované užívateľmi, obsahujú dátovú vrstvu z organického farbiva. Na pozadí tohoto farbiva sa nachádza tenký film (zo striebra alebo 24-karátového zlata) na vytvorenie podobných vlastností ako má lisované CD s hliníkovým odrazovým povrchom a ochranu pred oxidáciou. Pri vypaľovaní dochádza k zvýšeniu povrchovej teploty až sa stane farbivo „matným“, čo spôsobí oveľa menšiu odrazivosť oproti miestam, ktoré neboli laserom ohriate [9].

Čítanie dát prebieha pomocou červeného laseru s vlnovou dĺžkou 780 nm a silou okolo 1 mW. Informácie sa interpretujú pomocou techniky NRZ.

3.2.4 1996 - Digital Versatile Disc

Špecifikácia:

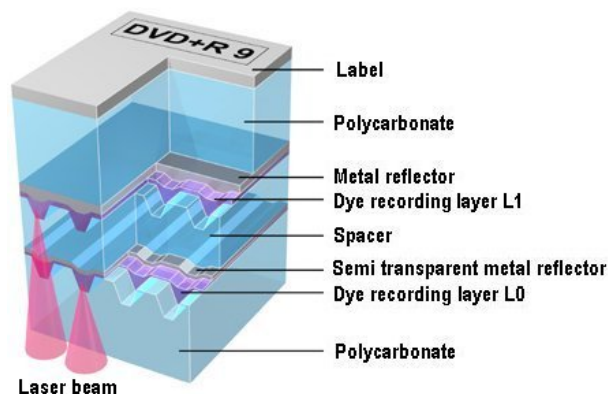
- Rozmery média: 120 mm alebo 80 mm
- Kapacita: 1,4 GB - 17,1 GB
- Organizácia dát: v špirálovej stope rôznej odrazivosti
- Hustota informácie: maximálne 92 MB/cm²
- Technika zápisu: mechanické lisovanie alebo menenie odrazových vlastností dátovej vrstvy červeným laserom
- Technika čítania: detekcia rôznej odrazivosti dátovej vrstvy fotodiódov pri osvetlení červeným laserom
- Životnosť: odhadovaná na maximálne 100 rokov
- Výrobné materiály: plasty, farbivá, hliník, zliatiny kovov
- Rýchlosť čítania/zápisu: 1,32 MB/s-21,13 MB/s

Na pokračí vzniku ďalšej formátovej vojny 15. septembra 1995, podobnej v osemdesiatych rokoch medzi VHS a Betamax, sa súperiace strany dohodli o zavedení spoločného formátu, z dôvodu minimalizovania strát. Pôvodne súperiace strany mali každá vlastného kandidáta v podobe Multi Media Compact Discu (MMCD), podporovanou firmami Philips a Sony, a Super Density, za ktorou stáli Toshiba, Time-Warner, Matsushita Electric, Hitachi, Mitsubishi Electric, Pioneer, Thomson, a JVC. 8. decembra 1995 však zjednocujú svoje sily a prostredníctvom tlačovej správy oznamujú svetu, že sa dohodli na vývoji nového formátu, *Digital Versatile Disc* (DVD). Pre kontrolu formátu bolo založené DVD Fórum, do ktorého sa môže prihlásiť každý. Pôvodným impulzom pre vývoj DVD bol filmový priemysel, vyžadujúci lepšiu kvalitu, funkčnosť a nižšiu cenu. Skutočným katalyzátorom sa však po chvíli stali počítače, ktorých DVD-ROM prehrávače sa predávali päť-krát lepšie ako stolné DVD prehrávače [25].

Po vzore CD prichádza aj DVD z viacerým formátmi, označeniami a kapacitami. V auguste 1996 bola publikovaná DVD Video Book, po ktorej na trh prišli v novembri prvé prehrávače DVD. Roku 1997 nasledovali knihy pre 3,95 GB raz zapisovateľné DVD-R a 2,6 GB prepisovateľné DVD-RAM. Roku 1997 nastalo zvýšenie kapacity na 4,7 GB pre prepisovateľné DVD po definovaní štandardov DVD-RW a DVD-RAM. Pre neprepisovateľné DVD-R prišlo 4,7 GB špecifikácia roku 2000. Aplikačné využitie DVD médií podporili špecifikácie DVD Audio a pre nahrávanie DVD Video, publikované roku 1999, ktoré znamenali príchod prehrávačov viackanálového vysokokvalitného zvuku, alebo medzi inými rekordéri, schopné nahrávania v relatívne vysokých rozlíšeniach oproti VHS.

S úpravami štandardu prišla skupina DVD+RW Alliance, ktorá nebola s pôvodnými špecifikáciami. Napriek tomu, že majú vďaka neskoršiemu príchodu „pluskové“ DVD výhody oproti „mínuskovým“, ani jeden formát nezískal jednoznačnú dominanciu na trhu.

Na rozdiel od CD prinieslo DVD zvýšenie kapacity aj vo forme dvoch vrstiev na jednej strane nosiča. Čitateľnosť oboch vrstiev je docieľaná polopriepustnou odrazovou vrstvou. Ďalšie zvýšenie kapacity sa dosiahlo spojením dvoch DVD médií hornou nedátovou vrstvou. Povrch je čítaný červeným laserom, s vlnovou dĺžkou 650 alebo 635 nm. Hrúbka média je 1,2 mm, dátová vrstva sa nachádza v hĺbke 0,6 mm. DVD podobne ako CD prichádza v dvoch fyzických veľkostiach 8 a 12 cm. Jednotlivé formáty sa označujú pomocou skratiek DVD- x , kde x označuje kapacitu formátu v gigabitoch zaokrúhlenú smerom nahor (napríklad DVD-5 pre 4,7 GB nosič).



Obrázok 3.8: Štruktúra dvojvrstvového zapisovateľného DVD+R média

Filmové produkčné spoločnosti chceli pri zavedení DVD zabrániť masívnemu kopírovaniu filmov, ktoré nastalo po zavedení VCD a rozmachom internetu. Výsledkom tejto snahy však nebolo vždy šťastné. Firmy sa totiž v zúfalosti pred pirátmi dostali až do stavu, keď vedome porušovali štandard aby zabránili kopírovaniu informácií. V konečnom dôsledku bola však každá ochrana skôr či neskôr prelomená. Snaha vyšla nazmar, dosiahlo sa však, že pri prípadnom objavení zachovalého disku v budúcnosti, nebude možné tento nález dekódovať ani pri poznaní technológie, pomocou ktorej bol disk zapísaný vďaka „ochrane dát“ narušujúcej štandard.

3.2.5 2000 - USB Flash

Špecifikácia:

- Rozmery média: podľa obalu rôzna, zvyčajne 5-6 cm

- Kapacita: 32 MB - 128 GB
- Technika zápisu: zmena napätia v poli tranzistorov
- Technika čítania: získanie úrovne napätia z poľa tranzistorov

Základ USB Flash pamäte vynášiel Fujio Masuoka, pri práci na pamäti DRAM vo firme Toshiba. Nepáčilo sa mu črta pamätí DRAM, ktoré strácajú svoj obsah pri vypnutí elektrického prúdu. Pôvodným zámerom Masuoky bolo nahradenie všetkých ostatných pamäťových technológií na trhu. Aby dosiahol Masuoka svojho cieľa, získal si ďalších štyroch vedcov do svojho tímu. Nakoniec roku 1981 patentovali plány pre pamäť *Electrically Erasable, Programmable Read-Only Memory* (EEPROM), ktorú jeden z kolegov Masuoki nazval Flash (slov. záblesk), pretože mu pripomínala vlastnosť tranzistora vymazať počas tak krátkej doby ako je záblesk fotoaparátu. Toshiba si však neuvedomila významnosť vynálezu až pokiaľ Intel neprišiel s podobným riešením do roku 1988 [6].



Obrázok 3.9: 8 GB USB Flash pamäť Voyager

Viacero firiem sa prezentuje ako vynálezca Flash diskov s USB konektorom, schopným komunikovať s počítačom pomocou rozhrania USB, ktoré sa objavilo roku 1996. V súčasnosti pracujú USB Flash pamäte v špecifikácii 2.0 rýchlosťami 10-25 MB/s. Nevyužívajú maximálnu možnú rýchlosť prenosu USB 2.0 420 Mb/s [11]. Namiesto toho pracujú na maxime, ktorú povoľuje konštrukcia pamätí NAND blokov, z ktorých sa vlastná pamäť skladá. Zápis prebieha pomocou zmeny úrovne energie v poli tranzistorov. Používajú sa pamäte typu NAND, ktoré uskladňujú viac informácií na rovnakej ploche ako NOR.

3.2.6 2003 - Blu-Ray Disc

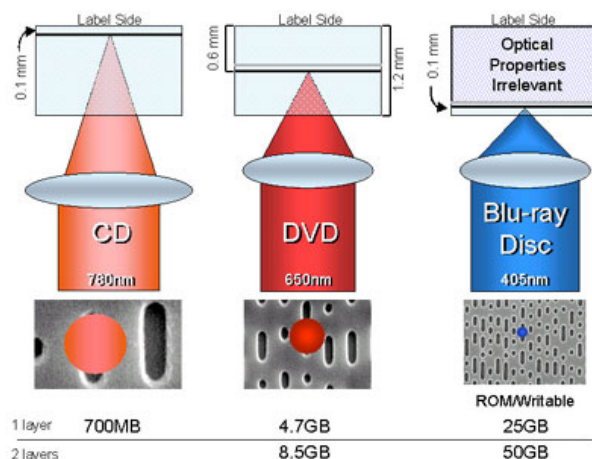
Špecifikácia:

- Rozmery média: 120 mm alebo 80 mm
- Kapacita: 7,8 GB - 54 GB
- Organizácia dát: v špirálovej stope rôznej odrazovosti, logická organizácia v UDF 2.5
- Hustota informácie: maximálne 612 MB/cm²
- Technika zápisu: menenie odrazových vlastností dátovej vrstvy modrým laserom
- Technika čítania: detekcia rôznej odrazovosti dátovej vrstvy fotodiódov pri osvetlení modrým laserom

- Životnosť: odhadovaná na maximálne 100 rokov
- Výrobné Materiály: plasty, dátová vrstva z medi a kremíka alebo organického farbiva
- Rýchlosť čítania/zápisu: 4,5 MB/s

Počas nasledujúcich rokov sa bude postupne prechádzať vo väčšine krajín sveta na digitálne televízne vysielanie. S príchodom televíznych setov schopných prehrať HD obsah¹² je nevyhnutný príchod PDN, schopných zaznamenávať vysielanie v plnej kvalite. *Blu-Ray Disc* (BD) je jedným z konkurenčných formátov pokúšajúcich sa nahradiť DVD disky.

BD disky môžu byť vyrábané s organickou alebo anorganickou dátovou vrstvou. Pri použití anorganických látok sa používa kremík a meď. Pri zápise sa miesto prehreje tak, aby sa vytvorila ich zliatina, ktorá ma nižšiu odrazivosť. Na obdobnom princípe funguje zápis aj na organické typy. Dátová vrstva je chránená 100 μm vrstvou. U dvoj-vrstvového média je prvá vrstva chránená 100 μm vrstvou, nasleduje 75 μm ochranná vrstva, po nej druhá dátová vrstva, ďalšia ochranná a nakoniec odrazová vrstva. Na to, aby sa mohla prečítať u dvoj-vrstvových médiách druhá vrstva musí mať prvá vrstva optickú priepustnosť vyššiu ako 50%, nezávisle natom či už na PDN bol vykonaný zápis alebo nie.



Obrázok 3.10: Porovnanie substrátov, laserov a povrchov médií CD, DVD a BD

Pre zápis sa používa modrý laser s vlnovou dĺžkou 405 nm so silou 6 mW-14 mW podľa rýchlosti zápisu a počtu vrstiev. Zo zvyšovaním rýchlosti zápisu sa bude musieť zýšiť aj sila lasera, kvôli zníženej dobe pre zvýšenie povrchovej teploty na dostatočnú hodnotu [5].

Kapacita pri BD s priemerom 120 mm dosahuje 25 GB alebo 27 GB, u dvoj-vrstvových 120 mm to je 50 GB alebo 54 GB. Existuje menšia verzia s priemerom 80 mm a kapacitami 7,8 GB u jedno-vrstvového a 15,6 GB u dvoj-vrstvového média. Rozdielne kapacity pri rovnakých fyzických rozmeroch sú dosiahnuté rôznou hustotou zápisu pri dodržaní rovnakých vzdialeností medzi stopami.

Prvý rekordér BD predstavila firma Sony na Japonskom trhu roku 2003. Na americký a európsky trh sa BD dostala až roku 2006. Prvé BD rekordéry nemali možnosť prehrať staršie PDN DVD a CD. Roku 2007 nielenže sú BD rekordéry a prehrávače schopne tieto disky prečítať, ale existujú už aj combo zariadenia, schopné prehrať HD-DVD médiá.

¹²High-Definition predstavuje rozlíšenie 1280 x 720, 1920 x 1080, teda vyššie ako SD (Standard-Definition)

3.2.7 2003 - High Definition Digital Versatile Disc

Špecifikácia:

- Rozmery média: 120 mm alebo 80 mm
- Kapacita: 15 GB - 30 GB
- Organizácia dát: v špirálovej stope rôznej odrazovosti
- Hustota informácie: maximálne 340 MB/cm²
- Technika zápisu: menenie odrazových vlastností dátovej vrstvy modrým laserom
- Technika čítania: detekcia rôznej odrazovosti dátovej vrstvy fotodiódov pri osvetlení modrým laserom
- Životnosť: odhadovaná na maximálne 100 rokov
- Výrobné Materiály: plasty, zlato, hliník, striebro
- Rýchlosť čítania/zápisu: 4,5 MB/s

High Definition Digital Versatile Disc (HD DVD) bola vyvinutá ako následovník DVD firmami Toshiba a NEC. 19. novembra 2003 rozhodlo DVD Fórum, že podporí navrhovaný high definition (HD) Advanced Optical Disc ako následovníka DVD a pomenoval ho na HDDVD. Impulzom pre vznik HD DVD bolo rozširujúce sa HD vysielanie v Japonsku a USA. Nezanedbateľným bol aj účinok príchodu televízorov so širšou uhlopriečkou, nový formát totiž podporuje rozlíšenie 1920 x 1080.

Podobne ako u DVD, aj u HDDVD sa nachádza dátová vrstva v hĺbke 0,6 mm pod povrchom. Na čítanie sa používa modrý laser s vlnovou dĺžkou 405 nm. Dáta sú organizované do špirálovej štruktúry, kde sú jednotlivé stopy vzdialené 0,4 μ m. Na trhu sú média HDDVD-ROM v jedno alebo dvojvrstvovej variante poskytujúcej 15 respektívne 30 GB pre užívateľské dáta. Pre svoje momentálne hlavné odvetvie filmového priemysla ponúka miesto až pre 8 h filmu, pri použití pokročilejších kompresných techník AVC MPEG-4/VC-1 MPEG-2 pre kódovanie videa, prípadne Linear PCM/Dolby Digital Plus/DTS Dolby Digital/MPEG Audio pre kódovanie audio sekvencií [14].



Obrázok 3.11: Dvojvrstvová verzia HD DVD firmy Toshiba

Na rozdiel od DVD majú HD DVD vyššiu hustotu dát, spôsobenú menšími rozmermi na bit. Ďalšie zvýšenie kapacity možno v budúcnosti dosiahnuť zvýšením počtu vrstiev, alebo spojením dvoch médií z vrchnej strany, kde nie sú žiadne informácie ukladané. Momentálne sú na trhu lisované média HD DVD-ROM. Pre osobné použitie slúžia HD DVD-R. Na prepisovateľných HD DVD-RW sa pracuje a budú zahrnuté do najbližšej verzie špecifikácie [26].

3.3 PDN budúcnosti

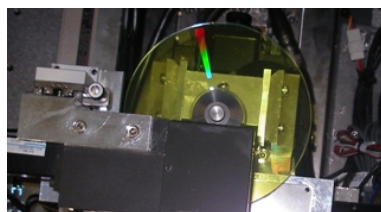
Na limity optického špirálového digitálneho zápisu, ktoré mení bodovo vlastnosti látok, sa pokúša dosiahnuť firma Mempile so svojím TeraDiscom, zatiaľ čo firma InPhase pracuje na svojom holografickom zázname, kde sa už dáta zaznamenávajú v celých stránkach bitov plošne v celom substráte.

3.3.1 2009? - TeraDisc

Špecifikácia:

- Rozmery média: disk s priemerom 12 cm
- Kapacita: až 1 TB
- Organizácia dát: v až 200 špirálových vrstvách svetlocitlivých buniek
- Technika zápisu: zmena stavu svetlocitlivých látok v celej hrúbke substrátu
- Technika čítania: ožarovanie svetlocitlivých buniek pre zistenie ich stavu
- Životnosť: odhadovaná na 50+ rokov
- Výrobné materiály: priesvitný polymér

27. marca 2007 firma Mempile predstavila svetu svoj prvý fungujúci prototyp PDN schopného zaznamenať 500 GB dát. Nahustenie informácií sa im podarilo pomocou patentovanej dvojfotónovej technológie, ktorej princíp spočíva v menení stavu svetlocitlivých látok chromofórov v celej hrúbke substrátu, zloženého z priesvitného polymeru.



Obrázok 3.12: TeraDisc v prototype prehrávača

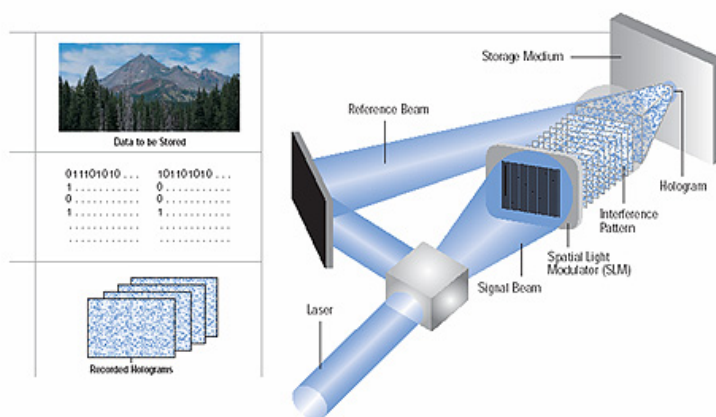
Vďaka tomu, že má menenie stavu nelineárny charakter, dôjde k zmene stavu len u chromofóru, nachádzajúceho sa pri ohnisku použitej šošovky. Pomocou tejto techniky bol dosiahnutý zápis 100 vrstiev do 1,2 mm substrátu s celkovým objemom dát 500 GB. Firma chce dosiahnuť pomocou optimalizácie svojich postupov zápis až 200 vrstiev pri kapacite vrstvy 5 GB [13].

3.3.2 2011? - Holografický disk

Špecifikácia:

- Organizácia dát: v stránkach bitov zapísaných pomocou zmien štruktúry substrátu
- Hustota informácie: pri použití dvojstavových fotopolymérov až 15 Gb/cm^2
- Technika zápisu: interferenciou signálového a referenčného lúča, dôjde k zmene charakteristík substrátu
- Technika čítania: difrakciou referenčného lúča a načítania výslednej mriežky bitov paralelne pomocou CCD čipov
- Životnosť: odhadovaná na 50+ rokov
- Výrobné materiály: fotopolyméry

Koncept holografického zápisu je známy už zo štyridsiatych rokov dvadsiateho storočia, ale až po vynájdenie lasera roku 1960 nebol reálnym prospektom. Kvôli neexistencii zariadení schopných registrovať snímaný obraz bol holografický záznam „daný k ľadu“ v sedemdesiatych rokoch dvadsiateho storočia [2]. Príchodom kvalitných CCD¹³ snímačov, polovodičových detektorov, malých LCD¹⁴ panelov a hlavne dvojstavových polymerov sa táto sféra znova otvára a priekopníkom je v súčasnosti firma InPhase Technologies.



Obrázok 3.13: Princíp zápisu stránky bitov pomocou holografického záznamu

Holografický zápis pracuje na princípe zápisu stránok do svetlocitlivého materiálu. Svetlo z koherentného lasera je rozdelené na dve časti, signálovú, ktorá nesie informácie, a referenčnú. Stránka bitov je do signálového lúča zakódovaná pomocou priestorového svetelného modulátora (spatial light modulator - SLM). Pri interferencii signálového lúča s referenčným dôjde vo svetlocitlivom substráte k zmene vlastností, detekovateľnej difrakciou referenčného lúča od zapísanej mriežky, obnovujúc stránku bitov, ktoré sú paralelne čítané pomocou CCD čipov. Pričom pri zmene vlnovej dĺžky lasera alebo uhlu dopadu referenčného lúča je možný záznam viacerých stránok bitov na rovnakom mieste, ktoré budú čítané lúčom s rovnakými charakteristikami [18].

¹³Charge Coupled Devices

¹⁴Liquid Crystal Display

Kapitola 4

Prehľady PDN podľa zvolených kritérií

Človek má tendenciu, vzhľadom k svojej lenivosti, znehodnocovať potrebu získavania nových vedomostí, nehovoriac o zachovávaní historických. Obzvlášť v spojení s chabnúcov životnosťou súčasných PDN a snahe istých jedincov úmyselne ničiť historické zdroje, aby mohli získať väčšiu moc prezentovaním vlastného výkladu dejín, je prinajmenším alarmujúcou skutočnosťou. Aby boli relevantné informácie zachované, ako tomu bolo napríklad na zlatom disku, ktoré niesli sondy Voyager, musíme PDN uchovať v ideálnych podmienkach, predlžujúc ich životnosť do maximálnych medzí. Životnosť však nie je jediným kritériom, ktoré by mohlo záujemca v prípadnom porovnaní PDN zaujímať. K tomuto zámeru by som chcel prispieť prehľadovými tabuľkami organizovaným do sekcií podľa auktoálnosti alebo záujmového porovnania charakteristík PDN z hĺbok ľudskej histórie, vrátane tých, ktoré bližšie neboli priblížené v tejto práci.

4.1 Životnosť PDN

Fyzickým obmedzením životnosti sú predovšetkým výrobné materiáli, pričom sa PDN nemusí zničiť, „stačí“ ak sa dôjde k znehodnoteniu informácie, do stavu nečitateľnosti. Pri technikách, ktoré vyžadujú dodatočnú logickú interpretáciu môže dôjsť tiež k nepríjemnej interakcii časti PDN tak, že sa zapísané informácie zmenia, alebo vymažú, ale nosič samotný zostane fyzicky nenarušený. Oba procesy sú prirodzené, ktorým sa nedá v nekonečnom časovom horizonte zabrániť, môžeme sa len pokúsiť maximálne predĺžiť dobu po zlyhanie PDN. Ako relevantnú hodnotu uvádzam praktickú životnosť média pri bežnom používaní, takisto ako teoretickú maximálnu dobu životnosti v ideálnom prostredí.

Praktická životnosť	Maximálna životnosť	Názov PDN
3–5 rokov	10–30 rokov	páskové magnetické médiá
5 rokov	10–30 rokov	diskety
5 rokov	30 rokov	prepalovateľné optické médiá
10 rokov	75–150 rokov	napalovateľné optické médiá
30–40 rokov	200 rokov	lisované optické médiá
200 rokov	600 rokov	papier

Tabuľka 4.1: Kapacita PDN zaznamenávajújúcich zvukové dáta

4.2 Kapacita PDN

Pri hodnotení kapacity PDN som musel brať do úvahy rôzne charakteristiky informácií, ktoré sa uskladňujú. Tabuľka 4.2 zoraďuje PDN podľa dĺžky zvukového nahrávania, ktoré sú schopné zachovať. Pridaním vizuálnych informácií k zvukovým je úlohou iných médií, preto ich zobrazuje oddelene tabuľka 4.3. Nakoniec tabuľka 4.4 porovnáva nosiče z hľadiska objemu binárnych dát, ktoré sú schopné do seba pojať. U všetkých položiek uvádzam maximálnu hodnotu, ktorá bola dosiahnutá.

Kapacita	Názov PDN
60 min	Gramofónová platňa
90 min	AudioCD
8 h 36 min	Audio-DVD

Tabuľka 4.2: Kapacita PDN zaznamenávajúcich zvukové dáta

Kapacita	Názov PDN
90 min	VideoCD
7,6 h	DVD
8 h 40 min	VHS
13,3 h	HD DVD
22,2 h	BD

Tabuľka 4.3: Kapacita PDN zaznamenávajúcich audio-vizuálne dáta

Kapacita	Názov PDN
750 MB	Zip
900 MB	CD
17,1 GB	DVD
30 GB	HD DVD
32 GB	USB Flash
54 GB	BD

Tabuľka 4.4: Kapacita PDN zaznamenávajúcich binárne dáta

4.3 Kategorizácia podľa techniky zápisu/čítania

Počas histórie bolo vyvinutých niekoľko techník zápisu informácií, recyklovaných aj v najmodernejších optických médiách. Tabuľka 4.5 zaraďuje PDN do rodín podľa týchto techník.

4.4 Fyzické rozmery PDN

Miesto je mnoho-krát rozhodujúcim faktorom pri ďalšom rozvoji PDN. Nečudo teda, že aj pri výbere PDN máme tendenciu uprednostňovať médiá zaberajúce menej priestora.

Použitá Technika	Názov PDN
Nanesenie vrstvy farbiva	Papier
Zmena štruktúry pôsobením svetla	Fotografia
Vybudenie zvuku mechanickým javom	Gramofónová platňa
Rozdieli odrazovosti	CD
	DVD
	BD
	HD DVD
	TeraDisc
Magnetizovanie média	Magnetofón
	VHS
	Disketa
Elektricky ovplyvniteľné pole tranzistorov	USB Flash

Tabuľka 4.5: Kategorizácia podľa techniky zápisu/čítania

Dobрым príkladom sú USB Flash disky, ktoré už v súčasnosti dosiahli kapacitu vrcholových optických médií, pričom sa rýchlosťami zápisu a potrebnou réziou diametrálne nelíšia. Značnou výhodou USB Flash diskov je plošná veľkosť potrebná pre uskladnenie - 5-10 cm², oproti až 177 cm² optických diskov v štandardnom tvrdom obale. Tabuľka 4.6 je preto zoradená podľa plochy, ktoré jednotlivé PDN zaberajú. Pod rozmerom aktívnej časti rozumiem veľkosť samotného média, kam sa ukladajú informácie bez obalu (napr. u magnetických záznamových médií je relevantná dĺžka pásky). U médií, ktorých verzie majú rôznu veľkosť, uvádzam najčastejšie používanú.

Plošná Veľkosť	Rozmery aktívnej časti	Názov PDN
5 cm ²	5 cm ²	USB Flash
79 cm ²	55 cm ²	3,5 palcová Disketa
117 cm ²	117 cm ²	Fotografia
177 cm ²	100 cm ²	CD, DVD, BD, HD DVD
195 cm ²	5,46 m ²	VHS
623,7 cm ²	623,7 cm ²	Papier (A4)
900 cm ²	628 cm ²	Gramofónová platňa

Tabuľka 4.6: Fyzické rozmery PDN

4.5 Časová os vývoja PDN

Pre konečný celkový prehľad som pripravil tabuľku 4.7, pre uľahčenie orientácie v dejinách PDN. Rok vynájdenia označenia rok, v ktorom PDN nadobudlo reálnych rozmerov, prípadne označuje rok patentovania vynálezu. V prípade poznania autora vynálezu, prípadne firmy alebo organizácie, ktorá mala veľký vplyv vo vývoji daného PDN, nájdeme túto informáciu v poslednej kolonke. U neznámeho vynálezcu uvádzam krajinu, kde sa vynález objavil prvý-krát.

Rok vynájdenia	Vynález	Vynálezca
8 pr. n. l.	Papier	Čína
1816	Fotografia	Nicéphore Niépce
1877	Fonograf	Thomas Edison
1887	Gramofónová platňa	Emile Berliner
1898	Magnetofón	Valdemar Poulsen
1967	Disketa	IBM
1976	VHS	JVC
1980	CD	Sony, Philips
1982	VHS-C	JVC
1996	DVD	DVD Fórum
2000	Audio-DVD	DVD Fórum
2003	BD	Blu-Ray Disc Association
2003	HDDVD	Toshiba, NEC

Tabuľka 4.7: Časová os vývoja PDN

Kapitola 5

Záver

V tejto práci som predostrel pred čitateľa priblíženie do oboru prenosných dátových nosičov. Dosiahnuté výsledky najprv v nasledujúcej sekcii zhodnotím, aby si som v poslednej sekcii načrtnol možnosti pokračovania tejto práce v rámci diplomovej práce, ukončujúcej nadväzujúce inžinierske štúdium.

5.1 Dosiahnuté výsledky

Pri preskúvaní ľudských dejín, som vytvoril chronologický prehľad dôležitých PDN, ktoré do značnej miery ovplyvnili ďalší vývoj v oblasti prenosu informácií prostredníctvom počítačov. Pre potencionálneho záujemcu som zhromaždené poznatky premenil do ľahko porozumiteľných tabuliek, zohľadňujúcich rôzne kritériá zoradenia.

5.2 Možnosti ďalšieho rozšírenia práce

Hĺbka zoznámenia sa s každým dátovým nosičom nedosiahla hranice vyčerpania všetkých relevantných informácií, ktoré by sa mohli zachovať. Podobne ako počet PDN opísaných v chronologickom prehľade by mohol byť ďalej rozšírený. Prípadnému užívateľovi by mohla pomôcť transformácia práce do formy interaktívnej stránky umiestnenej na serveroch školy. V pokračovaní by som sa mohol zamerať na jeden druh zápisu, ktorý by som analyzoval pod drobnohľadom. Výhodnou variantou je tiež možnosť prakticky využiť získané znalosti vo forme programu pomáhajúceho s konverziou dát z jedného druhu PDN na druhý. Podobný program by pri tom musel byť schopný nielen rozdelenia informácií na správne veľkosti, vzhľadom k cieľovému médiu, ale aj hardwarovo pomôcť zariadeniu so zápisom vo vybranom prostredí operačného systému.

Literatura

- [1] *Data interchange on read-only 120 mm optical data disks (CD-ROM)*, 1996. [citované 3.5.2007]. URL: <http://www.ecma-international.org/publications/files/ECMA-ST/Ecma-130.pdf>.
- [2] *Optical data storage enters a new dimension*, 2000. [citované 10.5.2007]. URL: <http://physicsweb.org/articles/world/13/7/7>.
- [3] *VHS Community*, 2001. [citované 30.4.2007]. URL: http://www.vhs-std.com/english/index_e.htm.
- [4] *Early Sound Recording and the Invention of the Gramophone*, 2005. posledná modifikácia: 18.7.2005 [citované 9.5.2007]. URL: <http://www.collectionscanada.ca/gramophone/m2-3004-e.html>.
- [5] *Blu-ray Disc Recordable Format - Part 1 Physical Specifications*, 2006. [citované 1.5.2007]. URL: www.blu-raydisc.com/assets/downloadablefile/BD-R_Physical_3rd_edition_0602f1-13322.pdf.
- [6] *Fujio Masuoka: Thanks For The Memory*, 2006. posledná modifikácia: 3.4.2006 [citované 11.5.2007]. URL: http://www.businessweek.com/magazine/content/06_14/b3978021.htm.
- [7] *New Evidence suggests longer paper making history in China*, 2006. posledná modifikácia: 8.8.2006 [citované 14.5.2007]. URL: http://news.xinhuanet.com/english/2006-08/08/content_4937457.htm.
- [8] *Public Specification*, 2006. [citované 1.5.2007]. URL: <http://www.blu-raydisc.com/Section-13470/Section-13890/Index.html>.
- [9] *Storage*, 2006. posledná modifikácia: 11.4.2006 [citované 5.5.2007]. URL: <http://www.pctechguide.com/02Storage.htm>.
- [10] *Timeline of Computer History*, 2006. [citované 10.5.2007]. URL: <http://www.computerhistory.org/timeline/?category=cmpnt>.
- [11] *USB 2.0, Hi Speed USB FAQ*, 2006. posledná modifikácia: 31.8.2006 [citované 11.5.2007]. URL: <http://www.everythingusb.com/usb2/faq.htm>.
- [12] *The American Heritage Dictionary of the English Language*. Houghton Mifflin Company, Boston, fourth updated edition, 2006. ISBN 9780618701728.
- [13] *3D Terabyte data storage technology*, 2007. [citované 10.5.2007]. URL: <http://www.mempile.com>.
- [14] *HD DVD Promotion Site*, 2007. [citované 11.5.2007]. URL: <http://www.hddvdprg.com/>.

- [15] *Mediatechnics Systems*, 2007. [citované 3.5.2007]. URL: <http://www.mediatechnics.com/>.
- [16] *Paper History*, 2007. [citované 14.5.2007]. URL: http://www.paperonline.org/history/history_frame.html.
- [17] *Petrus Ručná Výroba Papiera - História*, 2007. [citované 14.5.2007]. URL: <http://petrus.host.sk/index.php?op=historia#papier>.
- [18] *What is Holographic Storage?*, 2007. [citované 10.5.2007]. URL: http://www.inphase-technologies.com/technology/default.asp?subn=2_1.
- [19] Mary Bellis. *Emile Berliner - The History of the Gramophone*, 2007. [citované 9.5.2007]. URL: <http://inventors.about.com/od/gstartinventions/a/gramophone.htm>.
- [20] Alan Freedman. *Computer Desktop Encyclopedia*. AMACOM, second edition, 1999. ISBN 0814479855.
- [21] A. S. Hornby. *Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English*. Oxford University Press, Oxford, 2000. ISBN 0-19-431538-X.
- [22] Kees A. Schouhamer Immink. *The CD Story*, 1998. [citované 3.5.2007]. URL: www.exp-math.uni-essen.de/~immink/pdf/cdstory.pdf.
- [23] Cliff Joseph. *Sony HiFD*, 2000. [citované 11.5.2007]. URL: <http://www.macuser.co.uk/macuser/reviews/16485/sony-hifd.html?searchString=>.
- [24] Jean-Louis Marignier. *Nicéphore Niépce - The reference site about the inventor of Photography*, 2007. [citované 28.4.2007]. URL: <http://www.niepce.com/home-us.html>.
- [25] Scott Mueller. *Upgrading and Repairing PCs*. Que, fifteenth edition, 2003. ISBN 0-7897-2974-1.
- [26] Bob Auger Newmérique. *HD DVD - A technical introduction*, 2005. [citované 11.5.2007]. URL: http://www.dvdforum.org/images/Forum_HD_DVD_Universal_24.pdf.
- [27] Jim Porter. *Magnetic Recording and Information Storage*, 1998. posledná modifikácia: 14.12.1998 [citované 10.5.2007]. URL: <http://www.disktrend.com/pdf/portrpkg.pdf>.

Zoznam príloh

Príloha 1. CD, ktoré obsahuje text bakalárskej práce vo formáte PDF, ako aj zdrojové texty vo formáte $\text{\LaTeX}$