

1. ÚKOL NA PŘEDMĚT
VÍCEKRITERIÁLNÍ ROZHODOVÁNÍ
(EKO404)

***Hodnocení zapisovatelných
DVD mechanik***

Autor
Martin Šlouf
xslom03@vse.cz

17. května 2003

Obsah

| | |
|-------------------------------------|----------|
| 1 Úvod | 1 |
| 2 Vybrané DVD mechaniky | 3 |
| 3 Hodnocení | 5 |
| 3.1 Vážený součet | 5 |
| 3.2 TOPSIS | 5 |
| 3.3 ELECTRE I | 6 |
| 3.4 ELECTRE III | 8 |
| 3.5 Lexikografická metoda | 9 |
| 4 Závěr | 9 |

1 Úvod

Mým *cílem* bude zhodnotit podle několika kritérií zapisovatelné DVD mechaniky, tj. zařízení umožňující zápis na DVD média.

K hodnocení jsem si vybral několik zapisovatelných DVD mechanik dostupných na českém trhu od renomovaných výrobců.

Ohledně zápisu na DVD existují dvě hlavní oblasti stěžující vzájemné srovnání:

1. Jaká datová sběrnice je zařízením podporována?
2. Jaký standard zápisu je podporován?

Různé odpovědi na tyto otázky do značné míry předznamenávají budoucí vlastnosti zařízení (výkonové charakteristiky spolu s limity zařízení a z toho vyplývající nasazení v praxi). Mechaniky pro zápis DVD lze takto rozdělit do několika skupin. Podle mého názoru nemá smysl srovnávat mezi sebou zařízení z různých skupin, ale pouze v rámci skupin.

ad 1) Hlavní dva typy *datových sběrnic* mohou být SCSI a ATAPI. Datová sběrnice má vliv na to, jakým způsobem si DVD mechanika vyměňuje data se svým okolím (počítačem).

- *SCSI* — tato podstatně výkonnější sběrnice (a také podstatně dražší) umožňuje, aby přes ni bylo připojeno více zařízení (pevný disk, CD, . . .) a přesto (vedle dalších vlastností, např. kontrola přenášených dat), zajišťuje nepřetržitý přísun dat při zápisu (což je podstatné pro sekvenční média (DVD-R, DVD-RW)).

Aby zařízení plně využila možnosti této sběrnice, mívají obyčejně lepší hardware (rychlejší a větší paměť, lepší čip aj.). Zařízení s touto sběrnicí jsou téměř zcela vytlačeny svými levnějšími „bratříčky“ se sběrnicí ATAPI.

- *ATAPI* — DVD mechaniky připojené na tuto sběrnicí bývají pomalejší a s menším množstvím paměti, avšak jsou značně levnější. Výhodou může být i snazší instalace — tato sběrnice je standardem současných stolních počítačů.
- Výše uvedené sběrnice jsou zabudovávány hlavně do interních DVD mechanik. Pochopitelně, že existuje řada jiných možností, jak připojit DVD mechaniku k počítači — USB, FireWire, aj — určených převážně k zapojení externích mechanik. Těmi se nebudu zabývat.

ad 2) DVD Forum (organizace pro standardizaci DVD) zavedlo tři typy standardů pro zápis na DVD média:

- *DVD-R* nabízí možnost jedno-záznamového zápisu (*write once*). V současnosti používaná verze 1.0 má nyní nástupce ve verzi 2.0. Ačkoli zpětná kompatibilita je samozřejmostí, přináší nová verze vylepšení (zápis větší rychlostí). Je logickým požadavkem, aby DVD mechanika tuto verzi podporovala, bohužel výrobci tuto skutečnost často opomíjejí udávat.
- *DVD-RW* narozdíl od *DVD-R* umožňuje přepis jednou zapsaných dat. Data jsou nahrávána sekvenčně (vždy nakonec obsazené části disku). Přepis nutně znamená výmaz všech starých dat, je garantováno až 1000 přepisů.
- *DVD-RAM* podobně jako *DVD-RW* umožňuje přepis nahraných dat. Používá zvláštní (levnější média) s ne tak velkou kapacitou. Nabízí však oproti *DVD-RW* prakticky neomezené možnosti přepisu a náhodný (nikoli sekvenční) přístup na médium (vhodné pro časté zálohy).
- Pouze pro úplnost se zmíním o dvou proprietárních formátech *DVD+R* a *DVD+RW*, což jsou obdoby *DVD-R* a *DVD-RW*. Tyto formáty jsou propagovány zejména firmami Sony a HP.

Zatímco *DVD-R* a *DVD-RW* jsou si velmi podobné (jde o sekvenční zápis), *DVD-RAM* je od nich zcela odlišný (zápis na média s náhodným přístupem). *DVD-R/RW* ocení ti, co zálohují velké objemy dat najednou a jednorázově (video), *DVD-RAM* naopak ti, co zálohují větší objemy dat, jež se často mění (databáze).

Skupina mechanik, které jsou předmětem mého zájmu má datovou sběrnicí ATAPI, jsou interní a podporují sekvenční zápis DVD, tj. *DVD-R* a *DVD-RW*.

Důvodem výběru je (0) zamýšlené použití, (1) co největší kompatibilita s nejrozšířenějšími médii a (2) rozumný výkon za dostupnou cenu. Formát DVD-R/RW je velmi podobný formátu DVD-ROM (analogie: CD-R/RW a CD-ROM) a drtivá většina nevypalovacích DVD mechanik je schopna tyto formáty číst. Interní mechaniky se sběrnici ATAPI bývají značně levnější než (1) mechaniky se sběrnici SCSI (jejíž integrace do současných počítačů není bez dalších investic (nutno mít tzv. řadič SCSI) a zároveň i levnější než (2) externí mechaniky.

2 Vybrané DVD mechaniky

Vybrané modely jsou uvedeny v tabulce 1.

Výběr kritérií nepotřebuje delší komentář — snad jen, že zkratka MTBF znamená *Mean Time Between Failure* a u označení vyrovnávací paměti se přidržuji anglického termínu *buffer*. Cena byla určena jako průměrná z několika obchodů, MTBF se podařilo zjistit jen u tří modelů (Toshiba SD-R50002, Asus DRW-0402P, HP DVD300i), u ostatních jsem uvažoval minimální zjištěnou hodnotu (stejná byla i situace u podpory formátu DVD-R 2.0).

Mechaniku hodlám používat na vypalování větších objemů dat (data-báze, video), a to zejména na média DVD-R a požaduji co nejnižší cenu a zároveň spolehlivost. Tomu odpovídá i určení vah.

Váhy jsem nejprve určil pro rychlou orientaci bodovací metodou (rozdělil jsem celkem 40 bodů) a následně metodou kvantitativního párového srovnání v Saatyho matici (kde jsem ještě trochu více upřednostnil cenu). Zajímalo mě, jak se od sebe budou jednotlivé odhady vah lišit¹ — mile mě překvapilo, že obě metody dávají srovnatelné výsledky, což mě utvrdilo v tom, že jsem váhy určil dobře. Pro další výpočty jsou použity váhy vypočítané ze Saatyho matice.

Poslední upozornění před vyhodnocením se týká vypalovací mechaniky HP DVD300i — tato mechanika nepodporuje vypalování na média DVD-R, ale pouze na DVD+R/RW — proto jsem ji nakonec z testu vyřadil — o tento nestandardizovaný formát nemám zájem.²

¹Vyzkoušel jsem pouze tyto dvě metody, protože párové srovnání mi přišlo nevhodné (řadu kritérií považuji za téměř rovnocenné) a metoda pořadí je příliš jednoduchá.

²Naopak, mechanika Sony DRU500AX podporuje zápis na oba formáty (DVD-R i DVD+R).

| Typ mechaniky | Osobní preference [bod] | Velikost bufferu [MB] | Maximální rychlost vypa- lování DVD-R [násobek 1×CLV] | Maximální rychlost vy- palování DVD-RW [ná- sobek 1×CLV] | Podpora DVD-R verze 2.0 [ano=1, ne=0] | MTBF [hodina] | Cena [Kč] |
|------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---|--|--|------------------|--------------|
| Pioneer DVR-A05 | 6 | 4 | 4 | 4 | 0 | 60000 | 10257.00 |
| Toshiba SD-R50002 | 5 | 2 | 2 | 1 | 1 | 100000 | 8613.50 |
| Asus DRW-0402P | 4 | 2 | 4 | 2 | 0 | 60000 | 8590.00 |
| Sony DRU500AX | 3 | 8 | 4 | 2 | 1 | 60000 | 12538.50 |
| Panasonic LF-521U | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 60000 | 7690.00 |
| HP DVD300i | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 60000 | 10570.00 |
| Typ kritéria | max | max | max | max | max | max | min |
| váhy (bodovací metoda) | 0.075 | 0.175 | 0.175 | 0.100 | 0.125 | 0.175 | 0.175 |
| váhy (Saatyho matice) | 0.030 | 0.181 | 0.181 | 0.048 | 0.085 | 0.181 | 0.296 |

Tabulka 1: Vybrané modely

3 Hodnocení

3.1 Vážený součet

1. Matice Y (cena byla převedena na maximalizační kritérium):

$$Y = \begin{pmatrix} 6 & 4 & 4 & 4 & 0 & 60000 & 2281.50 \\ 5 & 2 & 2 & 1 & 1 & 100000 & 3925.00 \\ 4 & 2 & 4 & 2 & 0 & 60000 & 3948.50 \\ 3 & 8 & 4 & 2 & 0 & 60000 & 0.00 \\ 2 & 2 & 2 & 1 & 0 & 60000 & 4848.50 \end{pmatrix}$$

2. Bazální (D) a ideální (H) varianta:

$$D = (2, 2, 2, 1, 0, 60000, 0.00),$$

$$H = (6, 8, 4, 4, 1, 100000, 4848.50)$$

3. Matice R ($r_{ij} = \frac{y_{ij}-D_j}{H_j-D_j}$):

$$R = \begin{pmatrix} 1.00 & 0.33 & 1 & 1.00 & 0 & 0 & 0.47 \\ 0.75 & 0.00 & 0 & 0.00 & 1 & 1 & 0.81 \\ 0.50 & 0.00 & 1 & 0.33 & 0 & 0 & 0.81 \\ 0.25 & 1.00 & 1 & 0.33 & 0 & 0 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0 & 0.00 & 0 & 0 & 1.00 \end{pmatrix}$$

4. Užitek variant ($U = \sum v_j r_{ij}$):

$$U = \begin{pmatrix} 0.46 \\ 0.53 \\ 0.45 \\ 0.38 \\ 0.30 \end{pmatrix}$$

Pouze pro informaci uvádím výsledky pro váhy získané bodovací metodou:

$$U_2 = \begin{pmatrix} 0.49 \\ 0.50 \\ 0.39 \\ 0.40 \\ 0.18 \end{pmatrix}$$

V obou případech je nejlepší druhá varianta, tj. Toshiba SD-R50002.

3.2 TOPSIS

1. Matice R ($r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_i y_{ij}^2}}$):

$$\mathbf{R} = \begin{pmatrix} 0.63 & 0.42 & 0.53 & 0.78 & 0 & 0.38 & 0.30 \\ 0.53 & 0.21 & 0.27 & 0.20 & 1 & 0.64 & 0.51 \\ 0.42 & 0.21 & 0.53 & 0.39 & 0 & 0.38 & 0.51 \\ 0.32 & 0.83 & 0.53 & 0.39 & 0 & 0.38 & 0.00 \\ 0.21 & 0.21 & 0.27 & 0.20 & 0 & 0.38 & 0.63 \end{pmatrix}$$

2. matice \mathbf{W} ($w_{ij} = v_j r_{ij}$):

$$\mathbf{W} = \begin{pmatrix} 0.019 & 0.075 & 0.097 & 0.038 & 0.000 & 0.069 & 0.088 \\ 0.016 & 0.038 & 0.048 & 0.009 & 0.084 & 0.116 & 0.151 \\ 0.013 & 0.038 & 0.097 & 0.018 & 0.000 & 0.069 & 0.151 \\ 0.010 & 0.151 & 0.097 & 0.018 & 0.000 & 0.069 & 0.000 \\ 0.006 & 0.038 & 0.048 & 0.009 & 0.000 & 0.069 & 0.186 \end{pmatrix}$$

3. Bazální (D) a ideální (H) varianta (z matice \mathbf{W}):

$$D = (0.006, 0.038, 0.048, 0.009, 0.000, 0.069, 0.000), \\ H = (0.019, 0.151, 0.097, 0.038, 0.084, 0.116, 0.186)$$

4. Vzdálenost od H ($d_i^+ = \sqrt{\sum_j (w_{ij} - H_j)^2}$) a
od D ($d_i^- = \sqrt{\sum_j (w_{ij} - D_j)^2}$):

$$d_i^+ = \begin{pmatrix} 0.157 \\ 0.131 \\ 0.154 \\ 0.210 \\ 0.159 \end{pmatrix} \quad d_i^- = \begin{pmatrix} 0.111 \\ 0.179 \\ 0.159 \\ 0.123 \\ 0.185 \end{pmatrix}$$

5. Relativní vzdálenost od D ($c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}$):

$$c_i = \begin{pmatrix} 0.414 \\ 0.578 \\ 0.509 \\ 0.369 \\ 0.539 \end{pmatrix}$$

Jak je patrné, metoda TOPSIS jako nejlepší opět určila mechaniku Toshiba SD-R50002.

3.3 ELECTRE I

1. matice \mathbf{C} ($c_{ij} = \sum_{h \in C_{ij}} v_i$, $C_{ij} = \{h : y_{ih} \geq y_{jh}\}$):

$$\mathbf{C} = \begin{pmatrix} - & 0.438 & 0.704 & 0.819 & 0.704 \\ 0.562 & - & 0.476 & 0.592 & 0.704 \\ 0.742 & 0.705 & - & 0.819 & 0.704 \\ 0.627 & 0.408 & 0.673 & - & 0.704 \\ 0.567 & 0.705 & 0.742 & 0.562 & - \end{pmatrix}$$

Trochu překvapivý je 5. sloupec, ale skutečně všechny mechaniky jsou lepší než Panasonic LF-521U ve všech kritériích, s výjimkou ceny (přepočítal jsem ho ručně).

$$2. \text{ matice } D \ (d_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{pokud } D_{ij} = \emptyset, \\ \frac{\max_{h \in D_{ij}} |y_{ih} - y_{jh}|}{\max_h |y_{ih} - y_{jh}|}, & \text{jinak} \end{cases},$$

$$D_{ij} = \{h : y_{ih} < y_{jh}\}):$$

$$D = \begin{pmatrix} - & 1.000 & 1.000 & 0.002 & 1.000 \\ 0.000 & - & 0.001 & 0.000 & 0.023 \\ 0.001 & 1.000 & - & 0.002 & 1.000 \\ 1.000 & 1.000 & 1.000 & - & 1.000 \\ 0.002 & 1.000 & 0.002 & 0.001 & - \end{pmatrix}$$

Malá čísla jsou dána jednotkami, které se liší až o tři řády — lepší by bylo, kdybych cenu normalizoval, ale na druhou stranu všechny výpočty jsou prováděny na počítači a výsledky během výpočtu nijak nezaokrouhluji (takže přesnost zůstává).

$$3. \text{ matice } P \ (p_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{pokud } c_{ij} \geq c^* \text{ a } d_{ij} \leq d^*, \\ 0, & \text{jinak,} \end{cases}):$$

$$P_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \ c^* = 0.65, \ d^* = 0.50$$

Matice P_1 má určeny prahové hodnoty na průměr z matice C , resp. D . Je vidět, že množinu efektivních variant tvoří jediná $E = \{\text{Toshiba SD-R50002}\}$.

Prahová hodnota d^* neměla na výběr velký vliv (pokud ovšem nebylo $d^* = 1.0$, což je to koneckonců patrné i z matice D , jejíž hodnoty jsou notně ovlivněny kritériem ceny, jež je o tři řády větší než ostatní kritéria). Proto měl hlavní význam práh preference c^* .

Pro $c^* \leq 0.7$ se výsledky neměnily (stále pouze Toshiba SD-R50002 měla ve sloupci samé 0), jakmile byl položen $c^* \geq 0.9$, nevycházela žádná varianta jako efektivní (všude byly samé 0). Matice P_2 shrnuje další zajímavé výsledky, jakých jsem dosáhl (Toshiba SD-R50002 ze skupiny efektivních variant vypadla):

$$P_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \ c^* = 0.8, \ d^* = 0.9$$

4. Množina efektivních variant:

$$E_{P1} = \{\text{Toshiba SD-R50002}\}$$

$$E_{P2} = \{\text{Pioneer DVR-A05, Asus DRW-0402P}\}$$

3.4 ELECTRE III

1. matice S ($s_{ij} = \sum_{h \in S_{ij}} v_i$, $S_{ij} = \{h : y_{ih} > y_{jh}\}$):

$$S = \begin{pmatrix} - & 0.438 & 0.258 & 0.373 & 0.438 \\ 0.562 & - & 0.295 & 0.592 & 0.295 \\ 0.296 & 0.524 & - & 0.327 & 0.257 \\ 0.181 & 0.408 & 0.181 & - & 0.438 \\ 0.296 & 0.296 & 0.296 & 0.296 & - \end{pmatrix}$$

2. První krok určování pořadí (první sloupec udává počet variant před kterými je varianta preferovaná, druhý sloupec počet preferovaných variant před touto variantou a třetí sloupec rozdíl první minus druhý):

$$V = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Nejlepší je 2. varianta, Toshiba SD-R50002. Vyloučen byl 2. řádek a 2. sloupec matice S .

3. Ve druhém kroku matice S vypadá takto:

$$S = \begin{pmatrix} - & 0.258 & 0.373 & 0.438 \\ 0.296 & - & 0.327 & 0.257 \\ 0.181 & 0.181 & - & 0.438 \\ 0.296 & 0.296 & 0.296 & - \end{pmatrix}$$

A pořadí variant:

$$V = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 2 & -2 \end{pmatrix}$$

Na druhém a třetím místě tedy jsou varianty Pioneer DVR-A05 a Asus DRW-0402P. Pro jejich vzájemné pořadí byla utvořena další matice S a následně pořadí:

$$S = \begin{pmatrix} - & 0.258 \\ 0.296 & - \end{pmatrix}$$

$$V = \begin{pmatrix} 0 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Asus DRW-0402P tedy zvítězil před mechanikou Pioneer DVR-A05.

4. Pro třetí krok zbývají již jen 2 varianty (Sony DRU500AX a Panasonic LF-521U).

$$S = \begin{pmatrix} \cdot & 0.438 \\ 0.296 & \cdot \end{pmatrix}$$

$$V = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

Předposlední z hodnocených je tedy Sony DRU500AX a na posledním místě se umístila mechanika Panasonic LF-521U.

3.5 Lexikografická metoda

Lexikografická metoda je snadno vypracovatelná, zahrnul jsem ji do úkolu jen pro zajímavost a pobavení. Není nijak zvlášť vhodná, protože nutí uživatele rozhodnout se mezi kritérii a já mám řadu z nich jako rovnocenné.

Pořadí kritérií podle důležitosti (vycházím z vah určených Saatyho metodou): cena (k7), maximální rychlost zápisu DVD-R (k3), velikost bufferu (k2), MTBF (k6), podpora DVD-R 2.0 (k5), vypalování DVD-RW (k4) a konečně osobní preference (k1).

Výběr je dán hned pořadím podle nejdůležitějšího kritéria (cena) — viz tabulka 1.

O trochu zajímavější by byla situace, kdybych hodnoty cen považoval za rovnocenné v nějakém intervalu (například po tisících). První by opět byl Panasonic LF-521U, ovšem o druhém a třetím místě by se rozhodlo až po porovnání podle maximální rychlosti zápisu DVD-R (zvítězil by Asus DRW-0402P před Toshiba SD-R50002), zbylé pořadí by opět určilo již první kritérium ceny (opět viz tabulka 1).

4 Závěr

Závěrečné pořadí podle jednotlivých metod uvádí tabulka 2 (lexikografická metoda byla vynechána a není dále nijak uvažována).

| Typ mechaniky | Vážený součet | TOPSIS | ELECTRE I | ELECTRE III |
|-------------------|---------------|--------|-----------|-------------|
| Pioneer DVR-A05 | 2 | 4 | N | 3 |
| Toshiba SD-R50002 | 1 | 1 | E | 1 |
| Asus DRW-0402P | 3 | 3 | N | 2 |
| Sony DRU500AX | 4 | 5 | N | 4 |
| Panasonic LF-521U | 5 | 2 | N | 5 |

Tabulka 2: Pořadí modelů

Pořadí mě celkem překvapilo, očekával jsem sice, že vítězství se rozhodne mezi mechanikami Pioneer DVR-A05, Asus DRW-0402P a Toshiba SD-R50002, ale rozhodně jsem nečekal tak jasné vítězství mechaniky Toshiba SD-R50002 a zároveň tak špatné umístění mechaniky Sony DRU500AX.

Jak moc je však toto neočekávaně jasné vítězství objektivní? Mechanika Toshiba SD-R50002 ve dvou hlavních kritériích (velikost bufferu a rychlost zápisu na DVD-R) je na posledních místech, ale v ostatních kritériích je mezi prvními — a to i díky faktu, že se mi u ní podařilo získat všechny údaje, zatímco jak Asus DRW-0402P, tak i Pioneer DVR-A05, její hlavní konkurenti, ztrácejí na tom, že u MTBF a podpory formátu jsem u nich volil automaticky nejhorší hodnotu, protože skutečné parametry se mi nepodařilo získat. Druhým faktem, který se podílí na vítězství dvd Toshiba SD-R50002 je nízká cena a její význam (váha) v testech — zpětně bych možná volil na prvním místě nějakou výkonovou charakteristiku (zápis na DVD-R). Navíc je třeba mít na paměti, že na vítězství měl podíl malou vahou i můj subjektivní pohled — kritérium osobní preference.

K prohře mechaniky Sony DRU500AX přispěla velkou měrou její cena

Skrze výše uvedené není již vítězství mechaniky Toshiba SD-R50002 tak oslnivé. Kdybych měl jednoznačně doporučit nějakou mechaniku pro nákup, rozhodně bych si před nákupem u prodejce ověřil MTBF a podporu formátu DVD-R 2.0 pro dvd Asus DRW-0402P a Pioneer DVR-A05. Kdyby hodnoty byly srovnatelné, volil bych mechaniku Asus DRW-0402P pro její větší výkon oproti mechanice Toshiba SD-R50002 a dobrou cenu. Pouze pokud bych zjistil, že technické hodnoty neznámých parametrů jsou skutečně na mnou určených hodnotách, volil bych dvd Toshiba SD-R50002.

Na úplný závěr bych rád podotkl, že jsem hodnotil čistě technické parametry mechanik dvd, a to ještě ne všechny. Ostatní kritéria jako například záruka či dodaný multimediální software stojí zcela mimo oblast mého zájmu.