

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2003 - 2875

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **19.03.2002**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **21.03.2001**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **2001/10113880**

(33) Země priority: **DE**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **14.01.2004**
(Věstník č. 1/2004)

(86) PCT číslo: **PCT/DE02/00987**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO02/078352**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

H 04 N 7/26

(71) Přihlašovatel:

T-MOBILE DEUTSCHLAND GMBH, Bonn, DE;

(72) Původce:

Mossakowski Gerd, Ahlen, DE;

(74) Zástupce:

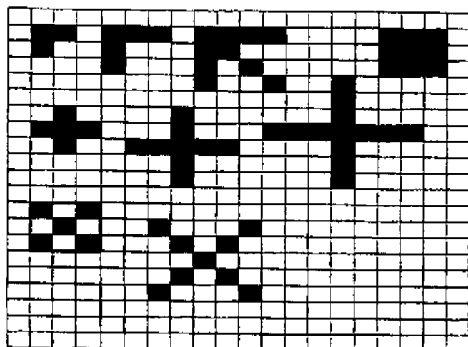
Všetečka Miloš JUDr., Hálkova 2, Praha 2, 12000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Způsob komprimování a dekomprimování
videodat**

(57) Anotace:

Řešení se týká způsobu komprimování a dekomprimování videodat, která sestávají z pole jednotlivých obrazových bodů (pixely), přičemž každý pixel má časově proměnnou hodnotu pixelu, která popisuje informaci o barvě nebo jasu pixelu. Podle řešení se každému pixelu přiřazuje priorita a pixely se podle svého zprioritnění ukládají v prioritním poli. Toto pole obsahuje v každém časovém okamžiku hodnoty pixelů, tříděné podle zprioritnění. Podle zprioritnění se tyto pixely a hodnoty pixelů, použité pro výpočet zprioritnění, přenášejí popř. ukládají. Pixel obdrží vysokou prioritu, když rozdíly k jeho sousedním pixelům jsou velmi velké. K rekonstrukci se právě aktuální hodnoty pixelů znázorňují na displeji. Ještě nepřenášené pixely se vypočívávají z již přenášených pixelů.



CZ 2003 - 2875 A3

ZPŮSOB KOMPRIMOVÁNÍ A DEKOMPRIMOVÁNÍ VIDEO DAT

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu komprimování a dekomprimování videodat.

Dosavadní stav techniky

Video vytvářejí velká množství dat. Aby se tato množství dat nechala efektivně přenášet a ukládat, je smysluplné je komprimovat.

Podle dnešního stavu techniky se videosignály nahrávají a reprodukují v rychlém sledu jednotlivých snímků. U televize (PAL-norma) je to 25 snímků za vteřinu, popř. 50 půlsnímků. U digitálního nahrávání je to až cca. 30 snímků za vteřinu. Každý snímek se rozkládá do řádků a nejprve se přenáší sekvenčně.

Dosavadní metody komprimování jsou v podstatě založené na redukování rozlišení, barevné hloubky a na zmenšení počtu snímků za vteřinu. Při digitální kompresi, např. MPEG-způsobu, se místo kompletních snímků přenášejí v podstatě rozdílové snímky, tzn. rozdíly jednotlivých obrazových bodů (pixel) v porovnání k předcházejícímu snímku, místo kompletních snímků. Nejnovější standard pro videokódování je MPEG4. MPEG je zkratka pro „Motion Pictures Expert Group“. Z této skupiny se určovaly, resp. určují ve vysoké kvalitě

formáty souboru a způsob k místo šetřícímu komprimování a ukládání video- popř. multimedialních dat (video, obrazová a zvuková data). MPEG-standard se dělí mezitím na MPEG-1, MPEG-2, MPEG-3 a MPEG-4, přičemž MPEG-3-standard se mezitím integroval do MPEG-2. Aby se ohromná množství filmových dat mohla zpracovávat a přenášet „normálními“ počítači, ukládají se jenom změny od předcházejícího snímku. MPEG-formát ukládá v pravidelných intervalech z typicky dvanácti snímků takzvané Intra-Frames; to jsou JPEG-komprimované jednotlivé snímky. Snímky mezi těmito I-Frames se podle možnosti neukládají kompletní. Častěji se ukládá MPEG, jak se může zpětně získat pomocí posunutí částí z předcházejících nebo následujících snímků. K tomu se také používají předvídané „Predicted Frames“ a „B-Frames“ (bidirekcionální Frames). Protože se to ale nepodaří perfektně, ukládá se dodatečně na snímek zbývající odchylka ještě JPEG-kódovaná. Touto metodou se nechají nároky na data pro jeden videofilm zmenšit o přibližně 99 %. Možná komprese jde až 200:1. MPEG-1 se navrhovala pro plynulou videoreprodukci. MPEG-1-komprimování, resp. dekomprimování bylo původně způsobem závislým na hardware. Mezitím je ovšem, díky rychlým procesorům, možné i softwarové dekomprimování. Podstatný rozdíl mezi MPEG-1 a MPEG-2 spočívá v tom, že MPEG-2 umí lépe zacházet s, u televize použitým, způsobem prokládaného řádkování (Interlace). Tajemství MPEG-2 spočívá v kompresi na nejvyšší stupeň kvality, takže filmový materiál se může zpracovávat a editovat téměř 1 ku 1 ve studiové kvalitě. Konsekventním způsobem se MPEG-2 etabloval jako standard. U čistého I-Frame kódování se nechá MPEG-2 dokonce používat ve stařihovém provozu. Část MPEG-3-standardu, která byla navržena pro High Definition TV-kvalitu (HDTV), se mezitím implementovala do MPEG-2-standardu. MPEG-4 je dalším vývojem MPEG-2-formátu a je od 1996 ve vývoji. Ačkoliv MPEG-4 bylo

původně myšleno jako kódovací standard pro audiovizuální data s velmi nízkou bitovou rychlostí, sloužil vývoj daleko více účelům než jenom proudění lineárních mediálních dat u internetových nebo bezdrátových aplikací. MPEG-4 dává k dispozici např. účinné mechanismy ke komprimování a distribuci interaktivních mediálních obsahů. Mimoto MPEG-4 disponuje 3D-potenciály, aby se nechala vizualizovat umělá inteligence nebo se nechaly znázornit Avantare, např. v rámci videokonferencí. Rychlost komprese je u MPEG-4 vyšší než u MPEG-2, přičemž „Sprites“ se mohou lépe komprimovat, protože kódovací mechanismus pro to má k dispozici více času. Eventuálně se při tom dokonce může přepínat na Wavelets. Skript umožňuje v málo bytech provádět operace jako „posouvání“ podstatně rychleji, než by umožňovala digitalizovaná komprimovaná forma stejné operace. S pomocí tohoto „Sprites“ se mohou libovolně konturované stojící snímky posouvat přes pohybující se snímky.

Úkol vynálezu spočívá ve vytvoření způsobu komprimování videodat, který umožňuje jednoduché a flexibilní přizpůsobení na rozdílné přenosové rychlosti popř. přenosové šířky pásma, obrazová rozlišení a velikosti displeje.

Podstata vynálezu

Tento úkol se řeší znaky patentového nároku 1.

Přednostní provedení a další řešení vynálezu jsou uvedena ve vedlejších nárocích.

Přednostně se uskutečňuje paralelní zpracování videoinformací ve videozáznamovém čipu. Paralelní zpracování

slouží k účelu, nejprve určit nejdůležitější pixely a tyto na základě zprioritnění uložit do prioritního pole. Toto pole obsahuje v každém časovém okamžiku hodnoty pixelů, tříděné podle zprioritnění. Podle zprioritnění se tyto pixely a hodnoty pixelů, použité pro výpočet zprioritnění, přenášejí popř. ukládají. Pixel obdrží vysokou prioritu, když jsou rozdíly k jeho sousednímu pixelu velmi velké.

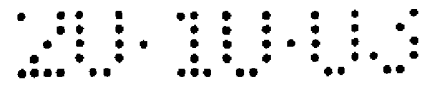
K rekonstrukci se na displeji znázorňují právě aktuální hodnoty pixelů. Pixely, které se ještě nepřenášejí, se vypočítávají z již přenášených pixelů.

Podle výpočetního výkonu, šířky přenášeného pásma a velikosti displeje se k výpočtu ještě nepřenášeného pixelu mohou používat rozdílné způsoby. Pokud je k dispozici velmi velká šířka pásma, může se provádět jednoduchá lineární interpolace. Pokud je k dispozici jen velmi malá šířka pásma, může se toto zohledňovat při přenosu zprioritněných pixelů.

Pomocí průběhu historie přenášených pixelů se mohou identifikovat objekty a tím se může provádět odhad pohybu těchto objektů.

Základní myšlenka způsobu je založena na zprioritněném ukládání popř. přenášení pixelů. Při ukládání popř. videopřenosu se musí dále zohledňovat časové a místní (uvnitř obrazového pole) závislosti jednotlivých pixelů nebo pixelů, shrnutých dohromady v pixelových skupinách.

Aby se dosáhlo extrémně vysoké komprese dat, přenášejí se právě ty skupiny pixelů, které mají nejvyšší prioritu a dosud nebyly přenášené. Plochy, tzn. hodnoty pixelů mezi již



přenášenými skupinami pixelů se vypočítávají z již přenášených skupin pixelů, např. pomocí interpolace. Při vyšším rozlišení (větší obrazové pole) stoupá dosažitelný koeficient komprese, protože u záznamů z přírody mají větší plochy většinou dobře předpověditelný (rovnoměrný) průběh barev, např. modrá obloha.

Je třeba si také všimnout toho, že se právě přenášejí exaktní hodnoty pixelů. V případě potřeby dovoluje tento způsob bezztrátový přenos videoinformací.

Obnova popř. rekonstrukce videodat spočívá na odhadech podobných lidskému vidění. Člověk vnímá dráždění, ale interpretace co na snímku rozpoznává, existuje teprve v jeho mozku. Dráždění odpovídají přenášeným skupinám pixelů, interpretace odpovídá vyplnění ploch mezi ještě nepřenášenými skupinami pixelů.

Aby se toto realizovalo, mohou se zřizovat dodatečná pole. Těmi jsou mimo jiné pole, ve kterém existuje informace, ze kterých skupin pixelů se zjišťuje hodnota pixelu na aktuální pozici. Dalšími informacemi mohou být, kdy tyto hodnoty byly vypočítány, ze kterých skupin pixelů tyto byly vypočítány popř. přenášený. Také odhad přesnosti hodnot (např. výpočet z přímo sousedících pixelů, malý rozptyl pixelu braného za základ výpočtu) se může vyhodnocovat jako dodatečná informace.

Popsaný způsob dovoluje podstatně jednodušší přizpůsobení proudu videodat na rozdílné velikosti displejů a obrazová rozlišení.

Další výhodou je, že popsáním způsobem kódování videa se

automaticky neurčuje, jakými algoritmy se video musí dekodovat. Toto se dosahuje pomocí přenosu zprioritněných hodnot pixelů, které oproti tomu u jiných způsobů nezakouší žádnou tvorbu střední hodnoty. Výrobci tím mají možnost vyvíjet Low až High Cost koncové přístroje a různými algoritmy se zvýraznit vůči spolukonkurentům.

Požadované masivní paralelní zpracování videodat v čipu, speciálně pro to vyvinutém, umožňuje používat extrémně nízké taktovací rychlosti, což se projevuje příznivě na spotřebě proudu.

Pomocí zprioritnění se mohou přenášet určité oblasti videa (např. rty u hlasatelů zpráv) s vysokou prioritou a následovně s lepším rozlišením.

Způsob umožňuje, z proudu dat videa pro rozdílné koncové přístroje odfiltrovat optimální dílčí proudy dat, aniž by se toto muselo zohledňovat u videozáznamu.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude blíže vysvětlen prostřednictvím konkrétních příkladů provedení znázorněných na výkresech, na kterých představuje

- obr. 1 znázornění obrazového pole z 20 x 21 pixelů;
- obr. 2 znázornění různých tvarů skupin pixelů;
- obr. 3 obrazové pole s pohyblivým objektem v časovém okamžiku t1;

- obr. 4 obrazové pole s pohyblivým objektem v časovém okamžiku t_2 ;
- obr. 5 obrazové pole s pohyblivým objektem v časovém okamžiku t_3 ;
- obr. 6 nově generované obrazové pole s vloženými skupinami pixelů v rohu snímku;
- obr. 7 vyplnění ploch mezi již vloženými skupinami pixelů;
- obr. 8 vložení dalších skupin pixelů a vyplnění ploch mezi nimi ležícími.

Příklady provedení vynálezu

V dalším se podle příkladného příkladu popisuje komprimování a dekomprimování videosignálu.

Tvoří se následující záznamy:
Jako videozdroj slouží, toho času běžný, videosignál (např. PAL nebo NTSC). Videoinformace se může přečíst elektronickým zařízením, běžným na trhu (např. Framegrabber kartou). Ke znázornění způsobu se v dalším používá minimalizované obrazové pole s šířkou 20 pixelů a s výškou 21 pixelů (obrázek 1). Každý pixel pole se reprezentuje hodnotou 32 bitů (hodnota pixelu). 32 bitů je např. rozděleno na 4 hodnoty (transparentní, červená, zelená, modrá) s právě 3 bity. Police pixelu je určena celým číslem. Obrazové pole se způsobem, ukázaným na obrázku 1, čísluje od 0 do 419. Číslo

vnitř každé přihrádky odpovídá pozici příslušného pixelu. Mezi zdrojem a spotřebičem existuje UDP (User Datagramm Protocol) spojení. Přes toto se potom posílají komprimovaná videodata. Komprimování videosignálu se uskutečňuje následujícím způsobem:

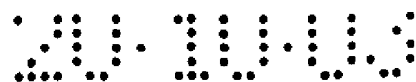
Způsob spočívá v tom, že se trvale uskutečňuje zprioritnění jednotlivých pixelů videosignálu, přičemž pixely se ukládají do pole podle svého zprioritnění. Toto pole obsahuje v každém časovém okamžiku aktuální, podle priorit tříděné, hodnoty pixelů. Pixel obdrží vysokou prioritu, když jsou rozdíly k jeho sousednímu pixelu příliš velké. Pixel se spolu s jeho, pro výpočet použitými, sousedními pixely, sdružuje do skupiny pixelů. Podle tohoto zprioritnění se tyto skupiny pixelů přenášejí popř. ukládají.

Čtení obrazového pole

Framegrabber má v každém časovém okamžiku právě aktuální snímek ve svém obrazovém poli, což může být, jak je ukázáno na obrázku 1, například 20 x 21 pixelů velké obrazové pole. Každý pixel je definován svou pozicí (0 až 419) a svou hodnotou pixelu (hodnota barvy popř. jasu).

Určení skupin pixelů

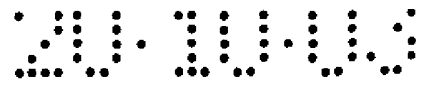
Nejdříve se určí, které sousední pixely tvoří jednu skupinu pixelů. S p_0 je přitom označen ten pixel, který udává pozici skupiny pixelů a pro který se počítá priorita. Relativní pozice zbývajících pixelů, např. p_1 - p_4 , skupiny pixelů k referenčnímu pixelu p_0 vyplývá z použitého způsobu (tvaru) skupiny pixelů. Na obrázku 2 jsou příkladně znázorněné možné tvary skupin pixelů. Mohou se vytvářet jak vzhledem k referenčnímu pixelu p_0 symetrické tak i asymetrické



skupiny pixelů. Jaký typ skupin pixelů se používá je mj. závislé na typu obrazového materiálu a žádoucí míře komprese. Zpravidla je dosažený koeficient komprese tím větší, čím více pixelů skupina pixelů zahrnuje. Ke kódování a dekódování, tzn. komprimování a dekomprimování videosnímku se musí používat stejný tvar skupin pixelů.

Zjištění prioritních hodnot

Pro každý pixel p_0 skupiny pixelů se nyní vypočítává priorita s ohledem na jeho skupinu pixelů. Přitom se každý pixel 0-419 snímku jednou k referenčnímu pixelu p_0 . Přitom je podle vynálezu navrženo, že výpočet prioritních hodnot pixelu se jak dalece možno provádí v rámci paralelního zpracování dat. Optimální je, když se výpočet priorit všech pixelů snímku uskutečňuje zároveň. Protože se jedná o videosignál, vypočítávají se prioritní hodnoty všech pixelů stále znova, protože se obsah snímku průběžně mění. Velký počet skupin pixelů, zejména těch s nízkým zprioritněním, se ale s vysokou pravděpodobností nemění. K výpočtu priority se mohou užít různé výpočetní metody. Příkladně se zde používá lineární metoda. K tomu se jednotlivé hodnoty pixelů P_0, P_1, P_2, P_3 a P_4 skupiny pixelů rozkládají na jejich barevné podíly červený, zelený a modrý. Každá z těchto hodnot barvy se reprezentuje 8 bity. Pro každou barvu jednoho každého pixelu P_1-P_4 se nyní zjišťuje rozdílová hodnota barvy vzhledem k P_0 , např. $P_0_{\text{červený}}-P_1_{\text{červený}}, P_0_{\text{červený}}-P_2_{\text{červený}}, \dots, P_0_{\text{modrý}}-P_4_{\text{modrý}}$. Absolutní rozdílové hodnoty barev se sčítají a dělí se počtem barev a počtem pozorovaných pixelů. Výsledkem je prioritní hodnota pro pozorovanou skupinu pixelů. Tato prioritní hodnota je tím vyšší, čím rozdílnější jsou hodnoty barev jednotlivých pixelů skupiny pixelů.



Další metody ke zjištění prioritní hodnoty jsou použití hodnot šedi nebo maximální hodnoty barevného rozdílu jedné barvy. Protože prioritní hodnota se později sama nepřenáší, popř. se ukládá, nemá způsob zjištění prioritní hodnoty žádný přímý vliv na dekódování.

Zprioritněním se dosahuje, že oblasti snímku, které mají velkou změnu barvy nebo kontrastu, jako např. hrany, získávají vysokou prioritu, a relativně stálé obsahy snímku, jako např. modrá obloha, nízkou.

Třídění prioritních hodnot

V tomto kroku se prioritní hodnoty třídí sestupně podle velikosti. Třídění se uskutečňuje po zjištění každé nové prioritní hodnoty. Pro každý časový okamžik máme tak, uspořádaný podle priorit, seznam skupin pixelů, které jsou seříděné sestupně. Je třeba usilovat o to, aby se vyvíjely příslušné obrazové snímače (CCD-čipy), které ihned poskytují takový seznam, uspořádaný podle priorit. Pokud se snímek, který chceme komprimovat, snímá přímo CCD kamerou nebo skenerem, existuje principiálně možnost, z mikročipu, zpracovávajícího snímek, existujícího v kameře/skeneru, přímo získávat pole, tříděné podle priorit. Tím se při komprimování šetří podstatná část nákladů na výpočet.

Aktualizace prioritních hodnot

Na rozdíl od nehybných snímků (např. fotografie) dostáváme u videoinformace trvale proměnnou změnu priority skupin pixelů, např. při pohybu kamery nebo u pohyblivých objektů. Aby se toto zvýraznilo, je na obrázcích 3 až 5 znázorněno videosnímkové pole v různých časových okamžicích t_1 až t_3 , přičemž se objekt posouvá zprava doleva.

Podle obrázku 2 obsahuje snímek v časovém okamžiku t1 objekt, který vyplňuje pixel 156, 157, 176, 177, 191-197, 211-217, 231-237, 256, 257, 276, 277. Pro výpočet priorit pixelů (0-419) snímku se používá tvar skupiny pixelů (vlevo dole), na obrázku 2 silně orámovaný. Dostáváme prioritní rozdělení pixelů, jak je příkladně znázorněno v dalším popisu způsobu v tabulce 1 k časovému okamžiku t1. Tabulka obsahuje právě jen čísla referenčního pixelu (p0) skupiny pixelů. Ty skupiny pixelů, které se nacházejí v okrajové oblasti objektu a u kterých příslušný referenční pixel (p0) vykazuje největší rozdíl ke zbývajícím pixelům skupiny pixelů, získávají největší prioritu A. Skupiny pixelů, jejichž referenční pixely vykazují menší rozdíl ke zbývajícím pixelům skupiny pixelů, získávají střední prioritu B a ty skupiny pixelů, jejichž referenční pixely nevykazují vůbec žádný rozdíl ke zbývajícím pixelům skupiny pixelů, nejnižší prioritu C.

tabulka 1

	priorita A	priorita B	priorita C
časový okamžik t1	<u>175</u> , <u>255</u> , <u>231</u> , <u>191</u> <u>156</u> , <u>157</u> , <u>277</u> , <u>276</u> ,	<u>177</u> , <u>197</u> , <u>217</u> , <u>237</u> , <u>257</u> , <u>176</u> , <u>256</u> , <u>211</u> , <u>192</u> , ...	<u>0</u> , <u>1</u> , <u>2</u> , <u>3</u> , <u>4</u> , <u>5</u> , <u>6</u> , <u>7</u> , <u>8</u> , <u>9</u> <u>10</u> , <u>11</u> , <u>12</u> , <u>13</u> , <u>14</u> , <u>15</u> , ...
časový okamžik t2	<u>189</u> , <u>173</u> , <u>154</u> , <u>155</u> <u>274</u> , <u>275</u> , <u>253</u> , <u>229</u>	<u>175</u> , <u>195</u> , <u>215</u> , <u>235</u> , <u>255</u> , <u>190</u> , <u>191</u> , <u>192</u> , <u>193</u> , ...	<u>0</u> , <u>1</u> , <u>2</u> , <u>3</u> , <u>4</u> , <u>5</u> , <u>6</u> , <u>7</u> , <u>8</u> , <u>9</u> <u>10</u> , <u>11</u> , <u>12</u> , <u>13</u> , <u>14</u> , <u>15</u> , ...
časový okamžik t3	<u>187</u> , <u>171</u> , <u>227</u> , <u>251</u> <u>152</u> , <u>153</u> , <u>272</u> , <u>273</u>	<u>173</u> , <u>193</u> , <u>213</u> , <u>233</u> , <u>253</u> , <u>188</u> , <u>189</u> , <u>190</u> , <u>191</u> , ...	<u>0</u> , <u>1</u> , <u>2</u> , <u>3</u> , <u>4</u> , <u>5</u> , <u>6</u> , <u>7</u> , <u>8</u> , <u>9</u> <u>10</u> , <u>11</u> , <u>12</u> , <u>13</u> , <u>14</u> , <u>15</u> , ...
...

V rámci komprimování se nyní nejprve přenáší, resp. ukládají skupiny pixelů, opatřené prioritou A, potom skupiny pixelů s prioritou B a nakonec skupiny pixelů s prioritou C.



Protože se objekt mezitím pohybuje a vzhledem k obrázku 3 zaujímá na obrázcích 4 a 5 jinou pozici, mění se priority jednotlivých skupin pixelů. Seznam priorit se aktualizuje a okamžitě se pokračuje s přenosem aktuální skupiny pixelů s nejvyšší prioritou. Nově vypočítané priority skupin pixelů pro časové okamžiky t2 (obrázek 4) a t3 (obrázek 5) jsou znázorněné v tabulce 1.

Tím by možný komprimovaný přenos videosignálu mohl podle tabulky 1 vypadat následovně:

Časový okamžik t1: skupiny pixelů s nejvyšší prioritou A se přenáší: 175, 255, 231, 191, 156, 157, 277, 276, 177, 197, 217.

K časovému okamžiku t2 se rozpoznávají nové priority. Jiné skupiny pixelů obdrží nejvyšší prioritu A. Pokračuje se s přenosem nové priority A:

189, 173, 154, 155, 274, 275, 253, 229

Potom následuje přenos skupin pixelů s prioritou B:

175, 195, 215, 235, 255, 190, 191, 192, 193,...

K časovému okamžiku t3 se opět rozpoznává nová priorita. Ostatní skupiny pixelů obdrží nejvyšší prioritu A. Pokračuje se s přenosem nové priority A:

187, 171, 227, 251, 152, 153, 272, 273

V dodatečném poli se kontroluje, které skupiny pixelů již jsou přenesené. Pokud se skupina pixelů už přenesla, nepotřebuje se přenášet podruhé, pokud se mezitím nezměnila její priorita. Mohou se rozpoznat a přednostně přenášet určité oblasti snímku, např. obličej. Dodatečně se od příjemce mohou vyžadovat i určité skupiny pixelů (např. při rozpoznání chyb přenosu kvůli chybnému CRC Check). Takovým způsobem požadované skupiny pixelů mohou potom obdržet

vysokou prioritu, takže se přenášejí ihned.

Skupiny pixelů ukládat/přenášet

Pojmy „ukládat“ a „přenášet“ se v dalším používají jako synonyma. Nejprve se ukládá, resp. přenáší několik charakteristických veličin videosnímku. Příkladně uvedeno to jsou např.:

- šířka snímku (v pixelech)
- výška snímku (v pixelech)
- použitý tvar skupiny pixelů (není nutné, když je standardizován jenom jeden tvar)

Následovně se jednotlivé skupiny pixelů ukládají popř. přenášejí podle své priority, tzn. skupiny pixelů s vysokou prioritou se nejdříve ukládají (a později se také nejdříve čtou).

K tomu se nejdříve ukládá hodnota pozice referenčního pixelu p_0 skupiny pixelů. Následně se ukládají skupiny pixelů P_0, P_1, P_2, P_3, P_4 .

Příklad:

Hodnota pozice P_0 , hodnoty pixelů P_0, P_1, P_2, P_3, P_4 ; další hodnota pozice P_0 (se stejnou nebo nižší prioritou), hodnoty pixelů $P_0, P_1, P_2, P_3, P_4, \dots$, další hodnota pozice P_0 (s nejmenší prioritou), hodnoty pixelů P_0, P_1, P_2, P_3, P_4 .

Ukládání se může optimalizovat různými metodami, které se zde zmiňují jen příkladně. Může se provádět úsekové kódování skupin pixelů. Např. když v nějaké oblasti snímku nejsou žádné červené části, může se tato přenášet místo 8 bitů (červená) jenom např. 2 bity, nebo se může využívat počet nevýznamných nul. Dále se mohou používat všeobecně běžné metody komprimování, např. zip-formát. Určením

hraniční hodnoty pro zprioritnění se může zaručovat určitá kvalita. Např. se může určit hraniční hodnota pro rozdílové hodnoty pixelu, pod kterou přiřazená skupina pixelů obdrží vždy nejnižší hodnotu priority. Pokud se nejprve přenáší 4 skupiny pixelů rohových bodů, dostáváme s několika skupinami pixelů vypočítanou co možná největší plochu.

Rekonstrukce (dekomprimování) videodat

Generování nového obrazového pole

Při rekonstrukci komprimovaných videodat se nejprve vytváří obrazové pole srovnatelné se znázorněním v obrázku 1. K tomu se čtou a vyhodnocují identifikační data snímku. Příkladně to jsou šířka snímku, výška snímku a tvar skupiny pixelů, použité ke komprimování. Pokud se výška snímku a šířka původního snímku a nyní žádaného znázornění (např. chraničený PDA displej nebo obrazovka s vysokým rozlišením) neshodují, musí se příslušně upravovat. K tomu se nejdříve zjišťují přepočítací koeficienty (šířka snímku_originál/šířka snímku_displej a výška snímku_originál/výška snímku_displej). Tyto koeficienty se mohou používat aby se hodnota pozice z originálního snímku přepočítala na hodnotu pozice nového displeje.

Doplnění skupin pixelů

Jak je znázorněno na obrázku 6, podle pořadí zprioritněných skupin pixelů se tyto nyní načítají. Například se první čtyři skupiny pixelů zanášejí s nejvyšší prioritou do obrazového pole. Na obrázku 6 jsou tyto skupiny pixelů na rozích snímku. Pozice referenčního pixelu p_0 příslušné skupiny pixelů je určena černě podloženými poli 21, 38, 381 popř. 398. Tato hodnota pozice (p_0) existuje jako celočíselná hodnota v uložené databázi. Následovně se mohou

tmavošedě podložené hodnoty pixelů, patřící k příslušné skupině pixelů, zanášet do nového obrazového pole. Mezi nimi ležící, světle šedě označené hodnoty pixelů, se potom nechají vypočítat z tmavošedě a černě označených polí. K výpočtu se nejprve rozkládají známé hodnoty pixelů na své součásti červenou, zelenou a modrou. Následovně se vypočítává střední hodnota každé barvy, např. $\text{pixel}(22) = (\text{pixel}(2) + \text{pixel}(21) + \text{pixel}(42))/3$.

Vyplňování ploch

Nyní se již existující skupiny pixelů navzájem spojují čarami. To je znázorněno na obrázku 7. Dostáváme trojúhelníky, jejichž rohy jsou definované příslušnými skupinami pixelů. Příkladně se má toto ozřejmit na čáře mezi pozicí pixelu 2 a pozicí pixelu 17. Barevný průběh čáry se vypočítává podle hodnot barvy pixelu 2 a 17. Nejprve se zjišťuje počet pixelů mezi těmito oběma pozicemi, v příkladu 14. Následovně se pro každou barvu (červená, zelená, modrá) zjišťuje barevný rozdíl, např. hodnota barvy na pozici 2 = 2; hodnota barvy na pozici 17 = 30 dává barevný rozdíl 28). Stupňování hodnot barev na pixel - od pixelu 2 k pixelu 17 - se potom vypočítává z barevného rozdílu/počet (v příkladu $28/14 = 2$).

Ještě zbývající plochy se vyplňují kreslením od horizontálních čar, např. od pozice 63 k pozici 74, od pozice 82 k pozici 93, atd. Také zde se vypočítává předběžný barevný průběh mezi body jak je uvedeno výše.

Jak ukazuje obrázek 8, dává každá další doplněná skupina pixelů další trojúhelníky, které se mohou příslušně vyplňovat. Poté, co se nejprve vyplnila celková plocha využitím 4 rohových bodů (21, 38, 398, 381), může se nyní s



každou další skupinou pixelů zjemnit rozlišení. Doplnění skupiny pixelů 87 vede ke 4 trojúhelníkům s referenčními body (21, 38, 87), (21, 87, 381), (381, 87, 398), (398, 78, 38). Pokud se nyní uvnitř takového trojúhelníku, např. 87, 381, 398 doplní další skupina pixelů (247), vznikají 3 nové trojúhelníky (247, 381, 398), (247, 87, 381) a (247, 87, 398). Každá nová skupina pixelů vytváří tím 3 nové trojúhelníky, které se mohou vyplňovat. Čím více skupin pixelů je doplněno, tzn. čím více trojúhelníků se tvoří, tím blíže přichází vypočítaný barevný průběh skutečnému barevnému průběhu snímku. Protože od nyní vznikají jenom nové trojúhelníky, mohou se pro výpočty používat optimalizované způsoby. Dále se mohou právě 3 nově vzniklé trojúhelníky paralelně vypočítávat, aby se zvýšila rychlost zpracování. Dodatečná možnost paralelní činnosti vzniká tím, když se doplňují nové skupiny pixelů v různých oblastech snímku.

U shora popsaných kroků způsobu se předpokládalo, že se obsah snímku mezitím nezměnil. Pokud se mění obsah snímku, potom se priority jednotlivých skupin pixelů nově rozdělují a přenášejí se aktuální skupiny pixelů s nejvyšší prioritou. Mění se jenom pořadí právě přenášených a do snímku doplňovaných skupin pixelů. Na výše popsaném principu rekonstrukce snímku se ale nic nemění.

Aby se přihlíželo k časovým změnám obsahu snímku, mohou se ale vytvářet ještě dodatečná pole (s velikostí obrazového pole). Tato mohou obsahovat údaje o

- čase, tzn. kdy byla hodnota pixelu naposledy vypočítána popř. přenášena
- základech výpočtu. Které přenášené pixely byly použité

- k výpočtu hodnoty pixelu.
- pravděpodobnost/přesnost. Hodnota pixelu se přenášela nebo vypočítala; když byla vypočítána, jak velký je rozptyl skupin pixelů, ze kterých se vypočítávala nová hodnota?
 - odchylka od již kalkulovaných hodnot pixelů s potom přenášenými hodnotami pixelů.

Z těchto veličin se nechají potom určovat oblasti snímku, ve kterých existují četné změny skupin pixelů. Sousední skupiny pixelů, nebo také kompletní oblasti, podléhají zpravidla podobným změnám, např. změnám jasu, změnám barvy. Vyhodnocením těchto změn se nechají zpravidla určovat objekty a jejich chování, např. předmět, který se ve videu pohybuje. Rovnoměrné změny vztažené na celkové obrazové pole mohou například odkazovat na jeden pohyb kamery. Pokud se tyto informace vyhodnocují např. s pomocí neuronových sítí schopných učení, nechají se velmi lehce dělat odhady hodnot pixelů ještě nepřenášených skupin pixelů. Pokud se tyto odhady shodují, mohou se identifikovat skupiny pixelů, které mají zvláštní vliv na změny na objektech. Pokud se tyto skupiny pixelů znova vyžadují od zdroje, je možné přesně určovat a předpovídat pohyby objektů s jenom málo skupinami pixelů. V praxi to znamená, že ačkoliv je k dispozici jenom nízká šířka pásma, vyskytují se nízké časy zpoždění, které jsou podstatně menší než u způsobu založeném na Frame. Vyhodnocování polí, dodatečně generovaných v přijímači, umožňuje i dobrou identifikaci objektu.

V závislosti na kapacitách, které jsou k dispozici, se mohou vedle čistého zprioritnění pomocí hodnot barvy sousedních pixelů brát také závislosti polohy zprioritněných

skupin pixelů. To má objasnit případ použití. Pokud se na moři pozoruje horizont, objeví se jako vodorovná čára. Nechá se očekávat, že prioritní hodnoty každé skupiny pixelů podél tohoto horizontu jsou přibližně stejné. V tomto případě mají nejdále od sebe ležící body horizontální čáry největší vypovídací schopnost. Přenosem nejvíce vnějších levých a nejvíce vnějších pravých skupin pixelů horizontu je již možné tento opět rekonstruovat.

Další možnost zprioritnění spočívá v řádovém vyhodnocení určitých oblastí snímku. Takovou oblastí snímku mohou například být obličeje. Ačkoliv obličeje na videu z dovolené činí mnohdy jenom procentuálně malou oblast celkového snímku, stojí při pozorování většinou v centru. Takové lidské chování při dívání se může zohledňovat pomocí příslušného zprioritnění skupin pixelů těchto oblastí snímku (oblasti obličeje). Skupiny pixelů v centru videa mohou rovněž zakusit příslušně vyšší zprioritnění.

Další možnost optimalizace spočívá ve skutečnosti, že se sousední skupiny pixelů navzájem překrývají. Šikovným výběrem skupin pixelů se může zabraňovat, že se překrývající hodnoty pixelů sousedních skupin pixelů přenášejí opakovaně.

Náklady na to, co se používá k dekódování, jsou volně upravitelné. U malého displeje (např. mobilní telefony) jsou zapotřebí jistě menší početní náklady než reprodukce na vysoce rozlišitelné velké obrazovce, ačkoliv oba používají stejný prvotní datový proud, sestávající ze zprioritněných skupin pixelů. Tato flexibilní úprava umožňuje výrobcům koncových přístrojů zabudovat do jejich přístrojů speciální optimalizaci, např. počtu objektů, historie změny snímku. Pro výrobce dostáváme možnost, oddělit se od své konkurence,

aniž by se ohrozila kompatibilita přenosu videa.

Zastupuje:

Dr. Miloš Všetěčka v.r.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob komprimování videodat, která sestávají z pole jednotlivých obrazových bodů (pixely), přičemž každý pixel (0-419) má časově proměnnou hodnotu pixelu, která popisuje informaci o barvě nebo jasu pixelu, **vyznačující se** kroky:

- a) Zjištění prioritní hodnoty pro každý pixel pole pomocí výpočtu hodnoty pixelů na základě právě okamžité hodnoty pixelu vzhledem k okamžité hodnotě pixelu předtím určené skupiny sousedních pixelů;
- b) Sdružení pixelů, braných pro výpočet prioritní hodnoty, do jedné skupiny pixelů (P0-P4),
- c) Třídění skupin pixelů podle jejich prioritních hodnot a ukládání v prioritním poli; a
- d) Ukládání a/nebo přenášení skupin pixelů podle jejich priority v prioritním poli,

přičemž kroky a) až d) se neustále opakují, přičemž prioritní hodnoty skupin pixelů se zjišťují stále znova a prioritní pole obsahuje v každém časovém okamžiku skupiny pixelů, tříděné podle aktuálních priorit.

2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že hodnotu rozdílu pixelů dostáváme z rozdílu hodnoty pixelu pozorovaného pixelu k hodnotě pixelu každého jeho pozorovaného sousedního pixelu skupiny pixelů.

3. Způsob podle kteréhokoli předcházejícího nároku, **vyznačující se tím**, že na začátku se ukládají a/nebo přenášejí charakteristické veličiny videosnímku, jako šířka snímku v pixelech, výška snímku v pixelech a tvar použité

skupiny pixelů.

4. Způsob podle kteréhokoli předcházejícího nároku, **vyznačující se tím**, že pro každou skupinu pixelů se ukládá nebo přenáší pozice referenčního pixelu (P0), jeho hodnota pixelu, jakož i hodnota pixelu zbývajících pixelů (P1-P4) skupiny pixelů.

5. Způsob podle kteréhokoli předcházejícího nároku, **vyznačující se tím**, že skupinám pixelů určitých oblastí snímku se přiřazuje zvýšená priorita.

6. Způsob podle kteréhokoli předcházejícího nároku, **vyznačující se tím**, že hodnoty pixelů skupin pixelů se dále komprimují pomocí úsekového kódování nebo jiným způsobem komprese.

7. Způsob podle kteréhokoli předcházejícího nároku, **vyznačující se tím**, že nepřetržité zjišťování a vydávání skupin pixelů, tříděných podle priorit, se uskutečňuje již pomocí použitého systému snímajícího snímek, jako např. skener, CCD-kamera.

8. Způsob podle kteréhokoli předcházejícího nároku, **vyznačující se tím**, že se mohou používat Framegrabber-karty (popř. softwarová řešení), aby se konvertoval existující videomateriál nejrůznějších formátů (např. AVI, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4,...).

9. Způsob k rekonstrukci videodat, která se komprimovala způsobem podle některého z nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že právě přečtené hodnoty pixelů se znázorňují na způsob obrazového pole, přičemž ještě

repřenášené pixely se vypočítávají z již přenesených pixelů.

10. Způsob podle nároku 9, **vyznačující se** kroky:

- a) generování prázdného obrazového pole z přečtených charakteristických veličin komprimovaného videosnímku,
- b) kontinuální čtení uložených popř. přenášených skupin pixelů a přidání do obrazového pole,
- c) tvorba trojúhelníků spojováním právě tří bezprostředně sousedících skupin pixelů pomocí alespoň jedné čáry,
- d) vyplňování pixelů, tvořících plochu trojúhelníků, průběhem barev a/nebo jasů, vypočítaným ze skupin pixelů, tvořících trojúhelník, a
- e) opakování kroků b) až e).

11. Způsob podle některého z nároků 9 nebo 10, **vyznačující se tím**, že trojúhelníky jsou ve své velikosti proměnlivé a nechají se přizpůsobit různým rozlišením snímku.

12. Způsob podle některého z nároků 9 až 11, **vyznačující se tím**, že se mohou vytvářet dodatečná pole, která obsahují údaje o:

- času, tzn. kdy byla hodnota pixelu naposledy počítána, resp. přenášena,
- podkladech výpočtu, tzn. které přenesené pixely se používaly k výpočtu hodnoty pixelu,
- pravděpodobnosti/přesnosti, tzn. hodnota pixelu byla přenášena nebo vypočítána; v případě, že byla vypočítána, jak velký je rozptyl skupin pixelů ze kterých se vypočítala nová hodnota,
- odchylce od již vypočítaných hodnot pixelů s potom přenášenými hodnotami pixelů.

13. Způsob podle některého z nároků 9 až 12, **vyznačující se tím**, že se podle polí, vytvářených podle nároku 12, mohou jednoduchým způsobem rozpoznávat profily pohybu a objekty.

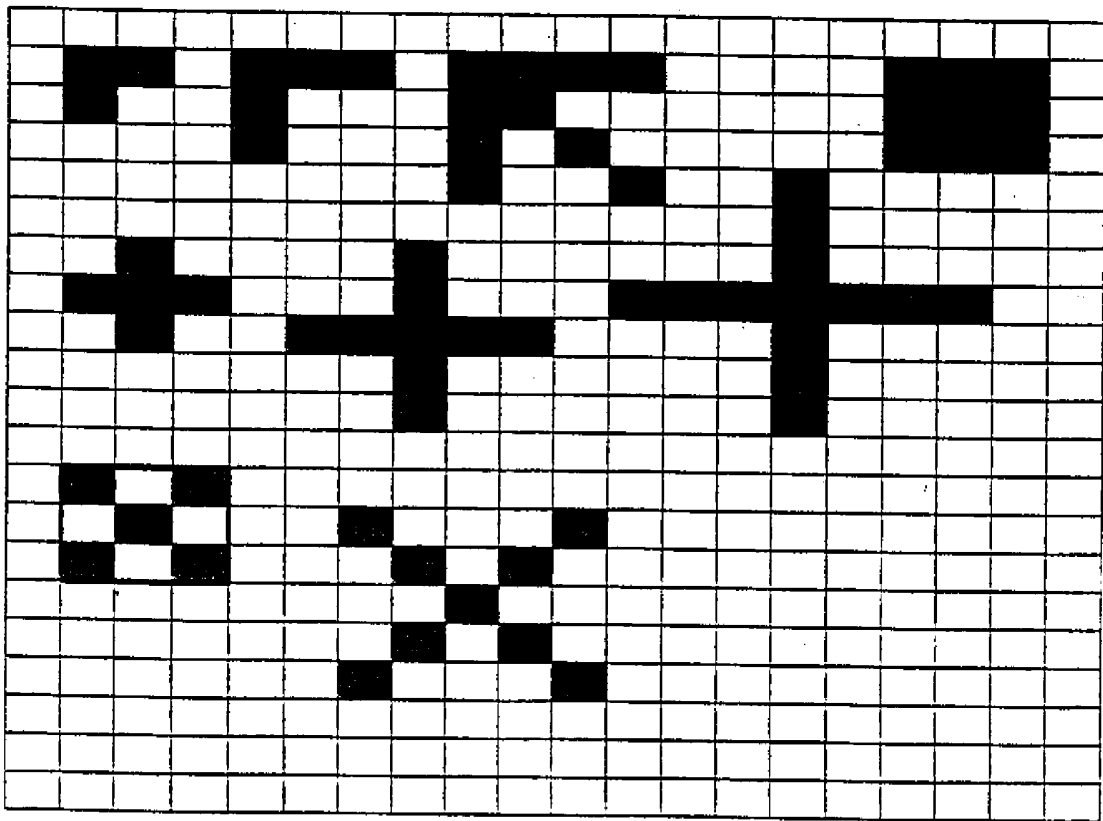
14. Způsob podle nároku 13, **vyznačující se tím**, že vyhodnocením profilů pohybu a objektů se může dosahovat plynulých pohybů s extrémně nízkými čekacími dobami navzdory nejnižších rychlostí přenosu.

Zastupuje:

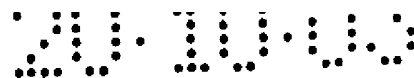
Dr. Miloš Všetečka v.r.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139
140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179
180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199
200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219
220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259
260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279
280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299
300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319
320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339
340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359
360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379
380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399
400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419

obr. 1



obr. 2

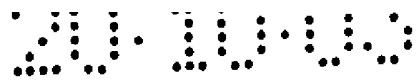


0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139
140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155			158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175			178	179
180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190								198	199
200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210								218	219
220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230								238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255			258	259
260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275			278	279
280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299
300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319
320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339
340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359
360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379
380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399
400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419

obr. 3

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39		
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59		
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79		
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99		
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119		
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139		
140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153			156	157	158	159		
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173			176	177	178	179		
180	181	182	183	184	185	186	187	188										196	197	198	199
200	201	202	203	204	205	206	207	208										216	217	218	219
220	221	222	223	224	225	226	227	228										236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253					256	257	258	259
260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273					276	277	278	279
280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299		
300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319		
320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339		
340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359		
360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379		
380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399		
400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419		

obr. 4

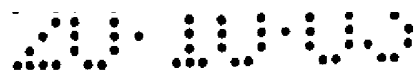


0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139
140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151			154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171			174	175	176	177	178	179
180	181	182	183	184	185	186								194	195	196	197	198	199
200	201	202	203	204	205	206								214	215	216	217	218	219
220	221	222	223	224	225	226								234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251			254	255	256	257	258	259
260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271			274	275	276	277	278	279
280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299
300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319
320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339
340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359
360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379
380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399
400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419

obr. 5

			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
	21		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		38	
			43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56			
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139
140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179
180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199
200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219
220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259
260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279
280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299
300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319
320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339
340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359
			363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376			
	381		383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396		398	
			403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416			

obr. 6



		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
21		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		38		
		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56				
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139
140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179
180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199
200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219
220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259
260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279
280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299
300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319
320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339
340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359
		363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376				
381		383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396		398		
		403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416				

obr. 7

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	21																	38	39
40			44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54						59
60	62	63			66	67	68	69	70	71				75	76	77			79
80	82	83	84	85		87					92	93	94	95	96	97			99
100	102	103	104	105			108	109	110	111	112	113	114	115	116	117			119
120	122	123	124	125			129	130	131	132	133	134	135	136	137				139
140	142	143	144		146		149	150	151	152	153	154	155	156	157				159
160	162	163	164		166		168	170	171	172	173	174	175	176	177				179
180	182	183	184		186		188	189	190	191	192	193	194	195	196	197			199
200	202	203		205	206		208	209	210		212	213	214	215	216	217			219
220	222	223		225	226		228	229	230		232	233	234	235	236	237			239
240	242	243		245	246		248	249	250	251		253	254	255	256	257			259
260	262		264	265		267			271	272		274	275	276	277				279
280	282		284		286	287	288	289	290		293		295	296	297				299
300	302		304		306	307	308	309	310	311	312				316	317			319
320		323		325	326	327	328	329	330	331	332	333	334			337			339
340			344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355					359
360			363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376			379
380	381																	398	399
400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419

obr. 8