

Piotr MOSKALCZUK, Piotr P. JÓŹWIAK, Łukasz KWIATKOWSKI
Politechnika Wrocławska
Wydział Informatyki i Zarządzania

ANALIZA PORÓWNAWCZA METOD KOMPRESJI OBRAZÓW CYFROWYCH

Streszczenie. W artykule przedstawiono metody kompresji obrazów cyfrowych, wykazując różnice technologiczne w różnych formatach. Wykonano analizę kompresji pliku wideo do różnych formatów, wskazując zalety najnowszych technologii w porównaniu ze starszymi rozwiązaniami.

COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS OF COMPRESSION OF DIGITAL IMAGES

Summary. In the paper a compression method of digital images showing the technology gap in different formats has been presented. An analysis of compressed video to various formats showing the advantages of the latest technologies in comparison with the older technologies has been presented, too.

1. Wprowadzenie

Obrazy cyfrowe są wykorzystywane w różnych aspektach życia. Dlatego tak ważne jest, aby ich jakość była jak najlepsza przy jak najmniejszym rozmiarze pliku, z którego się korzysta. Artykuł przedstawia metody i formaty stosowane w kompresji obrazów cyfrowych.

Standardy kompresji obrazów cyfrowych mają swoje początki w latach 80. XX wieku [6]. Obecnie międzynarodowe standardy kodowania muszą się rozwijać, ponieważ wielopoziomowe obrazy cyfrowe mają coraz większe zastosowanie, a standardy zwiększają możliwości ich zastosowań. Standardy ułatwiają różnorodne operacje, takie jak: wymiana obrazów między systemami, wymiana obrazów między aplikacjami czy kompresja obrazów.

Zmniejszają także koszty związane z tworzeniem specjalistycznych urządzeń cyfrowych oraz powodują, że wykorzystywanie ich staje się o wiele bardziej wydajne.

Technologia używana do kompresji obrazów cyfrowych może być zarówno stratna, jak i bezstratna. Kompresja bezstratna jest najczęściej używana do kompresji danych, w której występuje redundancja. Najpopularniejszymi metodami kompresji bezstratnej są: BZIP2, kodowanie Huffmana, kodowanie arytmetyczne, Move To Front, transformata Burrowsa-Wheelera. Kompresje te występują między innymi w formatach: LZ77, LZW, PCX, PNG, RLE, PPM i APE [2].

Kompresja stratna znajduje zastosowanie w szczególności w obrazach i dźwiękach, które są częścią filmów czy animacji. Polega ona na zmniejszeniu liczby bitów, dzięki którym możliwe jest przedstawienie danej informacji. Jednak nie ma pewności, czy dane po dekompresji będą takie same jak przez skompresowaniem. Przykład najprostszej kompresji stratnej to np. odrzucenie co drugiego piksela, albo usunięcie dwóch bitów o najmniejszej istotności. Metoda ta nie nadaje się do kompresji danych, ponieważ przy dekompresji wcześniej skompresowane dane stają się nieczytelne. Warto zauważyć, że przy kompresowaniu tą metodą plików z danymi lub plików wykonywalnych maszyna może nie być w stanie poprawnie zinterpretować ich zawartości przez powstałe przekłamania podczas ich dekompresji. Najpopularniejszymi formatami stosowanymi przy kompresji stratnej są: JPEG, JPEG2000, DivX, XviD, MPEG, Real Video, MP3, OGG Vorbis i Real Audio [2].

2. Technologie kompresji obrazów cyfrowych

Postęp rozwoju technologii kompresji obrazów cyfrowych jest bardzo duży. Głównym formatem, który w ciągu ostatnich kilkunastu lat ulegał szybkiemu rozwojowi, jest format MPEG (ang. Moving Picture Experts Group). Dane formatu MPEG przedstawiają obraz i dźwięk. Format ten jest używany do zapisu filmów, jako Video CD oraz DVD, a także do transmisji cyfrowych w formacie MPEG-2 [6].

Technologia MPEG powstała w 1988 r. w celu umożliwienia standaryzowania kodowania wideo i dźwięku. Format MPEG przyczynił się między innymi do zmniejszenia rozmiarów plików filmowych. Podstawowy obraz PAL jest złożony z 25 fps, ma 720 punktów w poziomie i 576 punktów w pionie. Każdy z punktów ma własny opis koloru wielkości 24 bitów. Sumując powyższe dane, aby zapisać 1 sekundę obrazu wideo, potrzebne jest 30 Mb wolnego miejsca na dysku. Rozmiar filmu o długości 1,5 h wyniósłby około 156 GB. W XX wieku takie rozmiary pliku były dużym utrudnieniem przy jego przechowywaniu, dlatego rozwój tej technologii kompresji obrazów cyfrowych musiał następować bardzo szybko.

W 1991 roku pojawiła się specyfikacja standardu MPEG-1. Podstawową rozdzielczością w tym formacie jest 352x240 punktów. Obraz został wyskalowany tak, aby służył do odtwarzania pełnoekranowego. Pierwszy standard miał przepustowość 1,5 Mb/s. Jego kolejne modernizacje pozwoliły na zwiększenie przepustowości do 4 Mb/s oraz na poprawę jakości. Jest to najbardziej uniwersalny standard, pozwalający odtwarzać filmy na niemal wszystkich jednostkach i odtwarzaczach DVD oraz VCD. W standardzie MPEG-1 wyróżniamy następujące części [5]:

- a) synchronizacja oraz mieszanie wideo i audio,
- b) kodek kompresji sygnałów wideo bez przepłotów,
- c) kodek kompresji stratnej sygnałów audio,
- d) procedury dla testów zgodności,
- e) oprogramowanie referencyjne.

Standard MPEG-1 definiuje także trzy „warstwy”, tzw. poziomy złożoności kodowania audio MPEG, takie jak:

- MP1 lub MPEG-1 Part 3 Layer 1 (MPEG-1 Audio Layer 1),
- MP2 lub MPEG-1 Part 3 Layer 2 (MPEG-1 Audio Layer 2),
- MP3 lub MPEG-1 Part 3 Layer 3 (MPEG-1 Audio Layer 3).

Format MPEG-1 ma jednak dużą wadę, ponieważ, nie posiadając przepłotu, może wykorzystywać tylko skanowanie progresywne. Dlatego też został opracowany i opublikowany format MPEG-2. Standard MPEG-1 jest wykorzystywany także dla formatu kodowania dźwięku MP3 [1]. Technologia MPEG-2 wraz ze specyfikacją pojawiła się w 1994 roku. W tym standardzie podstawowa rozdzielczość obrazu wynosi 1920x1152 punkty. Technologia ewoluowała w ciągu 3 lat od opublikowania pierwszego standardu MPEG-1. Transfer w formacie MPEG-2 wzrósł w porównaniu do poprzedniego standardu i wynosił od 3 Mb/s do 130 Mb/s. Wprowadzono nową reprezentację obrazu, gdzie występują: składowa luminancji (Cb) i dwie składowe chrominancji (CR). Dane w tym formacie są przedstawione za pomocą makrobloków. Mają one 4 bloki 8x8 oraz zmienną liczbę bloków 8x8 chrominancji w zależności od formatu obrazu. Przykładem może być format 4:2:0, gdzie można znaleźć po jednym bloku 8x8 dla każdej składowej chrominancji. Przy takich założeniach jeden makroblok zawiera wtedy 6 bloków. Format MPEG-2 definiuje także 3 rodzaje ramek obrazu, potrzebnych do jego transportu: Intra frames (I), forward Predicted frames (P), Bidirectionally frames (B), gdzie Ramki P oraz B podlegają estymacji ruchu, a ramki I są dekodowane wprost. W klatkach sąsiadujących ze sobą znajdują się makrobloki, które są najbardziej zbliżone do siebie. Ruch makrobloku służy do opisu położenia klatek. W ramki P i B wpisywany jest ruch poszczególnych makrobloków. Zmiany, które następują po ruchu obrazu, są niedostrzegalne. Istnieje także metoda, dzięki której

możemy wprowadzać dodatkowe informacje o modyfikatorze obrazu [4]. Kompresja ramek I opiera się na przestrzennym nadmiarze (podobieństwa fragmentów jednej klatki), a P i B na nadmiarze czasowym (mała zmienność obrazu w czasie). Wygenerowane makrobloki są kompresowane za pomocą dyskretnej transformaty cosinusowej (DCT) i podlegają kwantyzacji w celu uzyskania jak największej liczby następujących po sobie zer lub jedynek i są kompresowane algorytmem RLE oraz za pomocą tablic Huffmana [2]. Grupa kolejnych zapisanych ramek jest zwana GOP (ang. Group of Pictures) i stanowi ciąg 15 ramek: I_BB_P_BB_P_BB_P_BB_P_BB_. Stosowany jest też podobny ciąg 12 ramek. Statyczne sceny mogą być silniej kodowane przy zastosowaniu większej liczby ramek B (np. IBBBPBBBPBBP), a dynamiczne – z uszczupleniem liczby ramek P (np. IPPBPBPPPPPP) [1].

Dla formatu MPEG-4 specyfikacja powstała w 1998 roku. Format ten służył i służy także obecnie głównie do obsługi mediów strumieniowych w Internecie, prowadzenia wideokonferencji i dystrybucji CD. Miał zabezpieczenia przed przekłamaniami podczas przesyłania danych. Zawierał wiele elementów, które zostały zastosowane w standardach MPEG-1 i MPEG-2. Implementował także nowe możliwości, np. obsługę VRML, służącą do renderowania 3D. MPEG-4 był również podstawą dla tworzenia kodeków, np. XviD. W 10 części implementacji standard MPEG-4 zawierał zaawansowane kodowanie wizji AVC (ang. *Advanced Video Coding*). W tym standardzie transfer wynosił od 5 kbit/s do 1 Gbit/s. Zaproponowana przez ten standard rozdzielczość wynosiła od sub-QCIF do Studio-resolution, czyli 4000x4000 punktów.

Format MPEG-7 utworzono do opisu danych multimedialnych. Przechowuje on informacje, które cechują obraz, np. kolory, kształty i tekstury w metadanych w języku XML. Często jest dodawany do kodów czasowych, aby zdarzenia, jak np. synchronizacja tekstu piosenki z muzyką lub identyczność obrazów, zostały zasygnalizowane.

W przyszłości format MPEG-21 będzie standardem, dzięki któremu będzie można standaryzować treści multimedialne [3].

Głównymi metodami kompresji obrazu w formatach MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 są: podpróbkiwanie chrominancji, kodowanie transformatowe, kompensacja ruchu i kodowanie Huffmana.

3. Analiza porównawcza wybranych formatów kompresji obrazów cyfrowych

Przeprowadzono analizę pliku wideo o parametrach przedstawionych w tabeli 1. Do kompresji pliku wideo wykorzystano trzy formaty: MPEG-1, WebM oraz XviD. Plik wideo został przetestowany w programie służącym do konwersji filmu cyfrowego na wybrany format. Tabela 1 przedstawia ogólne dane dotyczące wstępnych ustawień pliku wideo. W poszczególnych wierszach przedstawiono: profil pliku wideo (ang. *profile name*), częstotliwość próbkowanie dźwięku (ang. *custom audio sample rate*), szybkość transmisji dźwięku (ang. *custom audio bitrate*), liczbę klatek na sekundę (ang. *custom video frame rate*), szybkość transmisji obrazu (ang. *custom video bitrate*) oraz rozmiar pliku (ang. *file size*). Tabela 2 przedstawia ustawienia wstępne dla pliku wideo w formacie MPEG-1, gdzie w poszczególnych wierszach przedstawiono: format wideo (ang. *video format*), liczbę klatek na sekundę (ang. *frame rate*), proporcje obrazu (ang. *aspect ratio*), tryb kontroli częstotliwości (ang. *rate control mode*), w tym przypadku o zmiennej częstotliwości VBR (ang. *variable bitrate*), dokładność wyszukiwania ruchu (ang. *motion search accuracy*). Tabela 3 przedstawia zmiany zachodzące dla pliku wideo w formacie MPEG-1 przy różnych rozdzielczościach (ang. *image resolution*), rozmiar poszczególnych plików (ang. *file size after compression*) oraz czas trwania kompresji (ang. *compression time*). Tabela 4 przedstawia rozmiar plików (ang. *file size*) dla pliku wideo w formacie MPEG-1 przy odpowiednich szybkościach transmisji wideo (ang. *bitrate*). Tabela 5 przedstawia ustawienia jakości (ang. *quality*) dla pliku wideo w formacie MPEG-1, czas kompresji (ang. *compression time*), rozmiar pliku po kompresji (ang. *file size after compression*). Tabela 6 przedstawia nazwy użytych filtrów (ang. *filter names*) dla pliku wideo w formacie MPEG-1 oraz zmiany spowodowane użyciem poszczególnych filtrów (ang. *filters*). Tabela 7 przedstawia dane dotyczące wstępnych ustawień pliku wideo dla formatu WebM, gdzie w poszczególnych wierszach przedstawiono: format wideo (ang. *video format*), liczbę klatek na sekundę (ang. *frame rate*), tryb kontroli częstotliwości (ang. *rate control mode*) i kodek wideo (ang. *video codec*). Tabela 8 przedstawia zmiany zachodzące w rozmiarze pliku dla pliku wideo w formacie WebM przy różnych rozdzielczościach. Tabela 9 przedstawia rozmiar plików przy odpowiednich szybkościach transmisji wideo dla pliku wideo w formacie WebM. Tabela 10 przedstawia dane dotyczące wstępnych ustawień pliku wideo dla formatu XviD, gdzie w poszczególnych wierszach przedstawiono: format wideo (ang. *Video format*), liczbę klatek na sekundę (ang. *frame rate*), tryb kontroli częstotliwości (ang. *rate control mode*), gdzie do wyboru jest kodowanie 1-przebiegowe (ang. *1-pass variable bitrate*) bądź kodowanie 2-przebiegowe (ang. *2-pass variable bitrate*), jakość (ang. *quality*) oraz szybkość

transmisji wideo (ang. *bitrate*). Tabela 11 przedstawia rozmiary plików wideo przy odpowiednich rodzajach kodowania dla pliku wideo w formacie XviD. Tabela 12 przedstawia rozmiary plików przy odpowiednich jakościach obrazu w pliku wideo dla pliku wideo w formacie XviD. Tabela 13 przedstawia podsumowanie wszystkich formatów.

W tabelach użyto oryginalne nazwy angielskojęzyczne, ich polskie wyjaśnienie natomiast przedstawiono przy opisie każdej tabeli.

Tabela 1

Tabela wstępnych ustawień pliku wideo

Profil pliku wideo (ang. <i>profile name</i>)	HD WMV Video 1920x1080
Custom audio sample rate	44100 b/s
Custom audio bitrate	128.000 kbit/s
Custom video framerate	24.000 b/s
Custom video bitrate	10000 kbit/s
File size	14513 k Bytes

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 2

Ustawienia obrazu dla pliku wideo

Video format	MPG-1
Frame rate	24 fps
Aspect ratio	4:3 625 line
Rate control mode	VBR
Motion search accuracy	Highest Quality

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 3

Tabela zmian rozdzielczości obrazu dla pliku wideo

Image resolution	File size after compression	Compression time
320x240	1,63 Mb	42s
352x288	1,65 Mb	48s
640x480	1,83 Mb	68s
720x576	1,90 Mb	73s

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 4
Tabela zmian bitrate dla pliku wideo

Bitrate	File size
500	1,99 Mb
1200	2,99 Mb
2500	3,84 Mb
3500	5,26 Mb
4500	6,69 Mb
6000	8,82 Mb
7500	10,9 Mb
9000	13,1 Mb

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 5

Tabela ustawień jakości obrazu dla pliku wideo

Quality	Compression time	File size
Lowest	01:02:00	1,87 Mb
Low	01:07:00	1,87 Mb
Normal	01:11:00	1,88 Mb
High	01:26:00	1,88 Mb
Highest	02:23:00	1,88 Mb

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 6

Tabela filtrów użytych na pliku wideo

Filter name	Filter effects
noise reduction	Obraz nie miga, gwałtownie nie zmienia jasności w kilku punktach.
edge enhancement	Sprawia, że lepiej odbieramy obiekty i kształty.
audio effects	Słaba poprawa, jedynie szept zza drzwi minimalnie bardziej wyraźny.
basic color correction	Kolory bardziej rzeczywiste.
source frame range	Brak efektów.

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 7

Tabela podstawowych ustawień dla pliku wideo

Video Format	WebM
Frame rate	24 fps
Rate control mode	1500
Video Codec	VP8

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 8

Tabela rozdzielczości obrazu dla pliku wideo

Image resolution	File size after compression
320x240	1.62 Mb
352x288	1,62 Mb
640x480	1,66 Mb
720x576	1,68 Mb

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 9

Tabela zmian *bitrate* dla pliku wideo

Bitrate	File size
383	758 KB
512	782 KB
640	888 KB
900	1,06 Mb
1500	853 KB
2000	1,66 Mb
3000	3,23 Mb
4000	4,23 Mb

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 10

Tabela ustawień podstawowych dla pliku wideo

Video format	XviD
Frame rate	25 fps
Rate control mode	1-pass variable birate, 2-pass variable bitrate
Quality	Highest
Bitrate	1000

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 11

Tabela ustawień kodowania dla pliku wideo

Type coding	File size after compression
1-pass	2,24 Mb
2-pass	2,26 Mb

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 12

Tabela ustawień jakości obrazu dla pliku wideo

Quality	File size
Lowest	0,44 Mb
Low	0,59 Mb
Normal	0,7 Mb
High	1,36 Mb
Highest	2,26 Mb

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 13

Tabela podsumowująca formaty MPEG-1, WebM, XviD

Video Format	MPEG-1	WebM	XviD
Image resolution	720x576	720x576	720x576
Bitrate	CBR 2500	2000	1000
Filters	Usuwanie szumu		
Type coding	Sekwencja GOP		2-przebiegowe
Quality	Normal		Highest
File size	5,021 Mb	1,66	2,26

Źródło: Opracowanie własne.

Plik wideo w formacie MPEG-1 przy parametrach przedstawionych w tabeli 2 został przetestowany dla różnych rozdzielczości obrazu. Na podstawie tabeli 3 można wnioskować, iż rozdzielczość obrazu ma duży wpływ na rozmiar pliku wyjściowego, a czas kompresji ulega wydłużeniu. Jednakże wzrost rozdzielczości to także lepsza jakość obrazu.

Kolejnym krokiem analizującym format MPEG-1 jest zbadanie współczynnika określającego, ile bitów zostanie użytych do zapisania dźwięku lub obrazu w ciągu sekundy, czyli wielkość strumienia (ang. *bitrate*). Wyniki w tabeli 4 przedstawiają zmiany *bitrate* dla pliku wideo. Zauważalna poprawa występuje między wielkością strumienia 1200 a 2500. Wraz ze wzrostem współczynnika *bitrate* jakość obrazu rosła sukcesywnie. Po przekroczeniu poziomu 4500 obraz nie wykazywał dużego tempa poprawy. Optymalne ustawienie *bitrate* oscyluje w granicach 4000-4500. Warto wspomnieć, że dopiero od zakresu wielkości

strumienia 3000+ film uzyskał dobrą jakość. Ustawienie *bitrate* między 4000 a 9000 skutkuje nieznaczną zmianą jakości obrazu, rozmiar natomiast wzrósł dwukrotnie. Większy *bitrate* skutkuje większą liczbą szczegółów, brakiem pikseli i lepszą jakością obrazu. Wybór opcji *bitrate* między 500 a 2500 może spowodować, iż obraz będzie gorszej jakości, m.in. będą zauważalne tonalne przejścia kolorów, jednak plik będzie mocniej skompresowany.

Porównując opcje „2-pass VBR (ang. *Variable Bitrate*)” i CBR (ang. *Constant Bitrate*), ustawione na stałym poziomie, można wnioskować, iż zmienny *bitrate* pozwala zmniejszyć rozmiar pliku, jednocześnie zachowując jego jakość. Jakość obrazu ma niebagatelne znaczenie, jednak liczy się także czas jego przetwarzania do jak najlepszej jakości. Tabela 5 przedstawia ustawienia jakości obrazu oraz czas, w którym obraz został skonwertowany do odpowiedniej jakości przy zmiennym *bitrate* (VBR).

W przedstawionej tabeli 5 rozmiar konwertowanego filmu jest stabilny. Jedyne, co można stracić, zyskując na jakości, to czas przetwarzania. Oczywiście najlepszym rozwiązaniem jest wybór wartości „Normal”, biorąc pod uwagę optymalny czas przetwarzania. Nie istnieje wielka dysproporcja jakości między trzema ostatnimi wartościami rozmiaru pliku, jaką można zauważyć przy formacie XviD (tabela 12).

Użycie filtrów pozwala na polepszenie jakości obrazu. Filtry oraz ich efekty zostały przedstawione w tabeli 6. Spowodowały one znaczne wydłużenie czasu kodowania. Poprawiły jednak jakość i odbiór wyświetlanego obrazu. Nie należy zawsze stosować wszystkich filtrów na raz; poznając zalety każdego, można selektywnie wybierać filtry, bazując na zawartości filmu.

Wykrywanie zmiany sceny jest także ważnym czynnikiem przy kompresji plików wideo. Odtworzony plik wideo, w którym użyto wykrywania zmiany sceny, był bardziej ostry. Przy dynamicznych scenach obiekty nie rozmywały się.

Badanie sekwencji intraobrazów, ramek predycyjnych i dwukierunkowych (sekwencja GOP) przyniosło podstawowy wniosek, taki że ustawienie intuicyjne tych parametrów jest mało efektywne.

Ramki kotwiczne I są kodowane niezależnie, natomiast obraz w klatce P jest kodowany na podstawie predykcji z ostatniej ramki I bądź P. Ramka B jest kodowana na podstawie predykcji z poprzedniej i następnej ramki I. Odpowiednie ustawienie tych parametrów to wybór przy intraobrazach małego stopnia kompresji, niemającego referencji do innych klatek. Wybór obrazów predycyjnych P to korzystanie z informacji zawartej na innych klatkach, będących jednocześnie punktami odniesienia dla innych klatek tego samego rodzaju. Jeśli chodzi o obrazy dwukierunkowe, są one najbardziej skompresowane, ponieważ są interpolowane na podstawie klatek sąsiadujących z nimi z obu stron. W filmie zawierającym

wiele dynamicznych scen, pełnym akcji, ruch powinien być opisany w klatkach B i P, a mniej dynamiczne sceny – pobrane z informacji zawartych w klatce typu I.

Format WebM jest jednym z najnowszych formatów. Plik wideo w formacie WebM, przy parametrach przedstawionych w tabeli 7, został przetestowany dla różnych rozdzielczości obrazu.

Tabela 8 przedstawia zależności między rozdzielczością obrazu a rozmiarem pliku po kompresji. Różnice między rozmiarem plików przy różnych rozdzielczościach obrazu są niewielkie.

Analiza współczynnika, określającego ile bitów zostanie użytych do zapisania dźwięku lub obrazu w ciągu sekundy, została przedstawiona w tabeli 9, gdzie rozdzielczość obrazu wynosiła 720x576. Wszystkie wyniki przedstawione w tabeli mają mały czas kompresji (do 40 sekund). Wzrost współczynnika *bitrate* i rozdzielczości powoduje znaczny wzrost rozmiarów.

Podstawowe parametry pliku wideo w formacie XviD zostały przedstawione w tabeli 10. Przy rozdzielczości 720x576 przeanalizowano różnice między kodowaniem 1-przebiegowym (ang. *1-pass variable bitrate*) a 2-przebiegowym (ang. *2-pass variable bitrate*), przedstawione w tabeli 11.

Kodowanie 2-przebiegowe uzyskało lepsze wyniki niż 1-przebiegowe, co widać po jakości obrazu. Nie ma również wielkiej różnicy między wielkością plików po kodowaniach, co także przemawia na korzyść kodowania 2-przebiegowego.

Jakość obrazu i czas jego przetwarzania zostały przedstawione w tabeli 12. Wyniki pokazują, iż parametr „Jakość” ma duży wpływ na rozmiar pliku. Najlepszy obraz uzyskano przy jakości „Highest”, gdzie plik zajmował 2,26 Mb.

4. Podsumowanie

Przedstawiona w niniejszym artykule analiza porównawcza kompresji obrazów cyfrowych pokazała przewagę najnowszych technologii kompresji, m.in. WebM, nad metodami kompresji sprzed kilku lat, np. MPEG-1.

Wyniki osiągnięte przez poszczególne formaty zostały przedstawione w tabeli 13. Jak widać, najlepsze wyniki osiągnął format WebM. Zarówno rozmiar pliku, jak i obraz w tym formacie były najlepsze. Zastosowanie najnowszych technologii pozwala zachować więcej wolnej przestrzeni dyskowej. Rozmiary plików wideo przy dzisiejszej technologii kompresji obrazu, jak wynika z powyższych badań, pozwalają na zmniejszenie ich objętości o 1/3. Ma to niebagatelny wpływ na szybkość przesyłania danych.

Rozwój obrazów cyfrowych jest bardzo szybki. Fotografia cyfrowa, cyfrowe wideo czy telewizja cyfrowa są już dostępne. Formaty wideo wciąż się rozwijają. Wprowadzanie nowych standardów, które powodują wzrost jakości obrazu oraz redukcję ich rozmiaru, staje się faktem. Zapewne rozwój technologii będzie w dalszym ciągu dążył do miniaturyzacji, przez co transmisje danych będą szybsze, a rozmiary mniejsze, przy zachowaniu jakości.

Bibliografia

1. Malina W., Smiatacz M.: Metody cyfrowego przetwarzania obrazów. Wyd. Akademicka Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2005.
2. http://education.wikia.com/wiki/PWr_-_Metody_kompresji_obrazow_cyfrowych.
3. <http://www.mpeg.org>, wydane przez MpegTV.
4. Watkinson J.: The MPEG Handbook. Second Edition. Wyd. Focal Press, Warszawa 2004.
5. Drozdek A.: Wprowadzenie do kompresji danych. Wydanie 2. WNT, Warszawa 2007.
6. Sayood K.: Kompresja danych – wprowadzenie. Wyd. RM, Warszawa 2002.

Abstract

The article presents the basic methods of digital image compression. The presented compression methods are basic, frequently used for processing video files. These are the most important and widely used compression standards for digital images. Investigations of both older and latest video compression formats have been described. The results of the formats MPEG-1, XviD and WebM are presented in the respective tables. Described and drew conclusions from the research that helped define what progress has been achieved over the last few years in the field of digital image compression.