

Ilona Nowosad*

Wyższa Szkoła Kultury Społecznej i Medialnej w Toruniu

MEDIA KONTRA TERABAJTY INFORMACJI, CZYLI RZECZ O KOMPRESJI DANYCH

Wprowadzenie

Współczesny świat podlega nieustannej cyfryzacji. Z dnia na dzień coraz więcej serwisów, usług i codziennych ludzkich działań opiera się na pracy komputerów lub innych urządzeń cyfrowych i bez nich wprost nie sposób się obejść. Nie inaczej dzieje się w świecie mediów, którego znakomitą większość już zawłaszczyły media cyfrowe. Cyfrowość staje się słowem kluczem w większości obszarów działalności i egzystencji człowieka XXI wieku. Dynamicznie zmienia się nasze otoczenie za sprawą wszechobecnej digitalizacji, a wraz z tym dokonują się zmiany w naszym sposobie myślenia, funkcjonowania w przestrzeni cyfrowej, jej odbioru, komunikacji.

Przekaz jest procesem komunikacyjnym, którego istotą jest oś nadawca–odbiorca. Samo zaś

[...] komunikowanie wymaga medium – naturalnego (biologicznego) – jak gest czy mowa, a niekiedy również sztucznego – jak pismo, druk, telefon itd. Medium, w najogólniejszym sensie, to instrument przenoszenia informacji w czasie lub przestrzeni. Może być tak prosty jak zapis na kamieniu albo tak skomplikowany jak system łączy satelitarnych¹.

W literaturze opisano wiele modeli komunikowania, które charakteryzują przekaz². Wszystkie mają wspólną cechę – opierają się na trzech fundamentalnych elementach: nadawca–transmisja–odbiorca. W różnych modelach ten zestaw może być wzbogacony o elementy dodatkowe, jak: medium, kanał, kodowanie, współpraca między nadawcą i odbiorcą, tj. interakcyjność, itd., wraz z opisem relacji pomiędzy poszczególnymi składowymi. Przekaz medialny jest utożsamiany

* **Ilona Nowosad** – doktor nauk matematycznych, informatyk. Wykładowca w Wyższej Szkole Kultury Społecznej i Medialnej w Toruniu.

¹ T. Goban-Klas, *Media i komunikowanie masowe. Teorie i analizy prasy, radia, telewizji i Internetu*, Warszawa 1999.

² S. Juszczak, *Wybrane modele komunikowania*, w: *Pedagogika medialna*, t. 1, red. B. Siemieniecki, Warszawa 2007.

z tworzeniem i przesyłaniem treści za pomocą mediów, takich jak: prasa, radio, telewizja, Internet. Kluczowym modelem dla badań nad przekazem medialnym stał się matematyczny model przekazu sygnałów Claude'a Shannona, twórcy teorii informacji, która legła u podstaw tego modelu. Z uwagi na podejście ilościowe do teorii informacji model ten uznano za wzorcowy.

Każdego dnia systemy generują niezliczone ilości danych zapisywane w terabajtach pamięci. Na bazie tych danych powstają kolejne zasoby informacji, których forma zależy od ich charakteru, funkcji, przeznaczenia; są to np. tabele, wykresy, teksty, dokumenty, obrazy, multimedia, serwisy www, infografiki, reklamy, reportaże, nagrania itd.

Czy zdajemy sobie sprawę z faktu, że w zasadzie cały ten cyfrowy świat, w szczególności świat mediów cyfrowych, od zaplecza jest w całości zbudowany na algorytmach kompresji danych? Wystarczy zadać sobie kilka poniższych pytań, by przybliżyć się do przekonania, jak kolosalne znaczenie w przetwarzaniu i dostarczaniu informacji odgrywają algorytmy kompresji danych. Czy suma dostępnych na świecie fizycznych nośników danych pomieściłaby tak ogromne ilości informacji (Big Data)? Czy istniałaby możliwość przesyłania ich pocztą elektroniczną? Czy transfer danych odbywałby się w akceptowalnym dla użytkownika czasie? Czy kieszonkowe urządzenia elektroniczne o niewielkiej pamięci zdołałyby odtwarzać media strumieniowe? Czy moglibyśmy śledzić płynną transmisję cyfrowego wideo w czasie rzeczywistym?

Kompresja danych

Najkrócej mówiąc, kompresja danych zajmuje się najbardziej kompaktową reprezentacją zapisu danych. Jest ona realizowana w dwóch prostych etapach. Pierwszy to redukcja liczby unikalnych symboli zapisu danych, co sprowadza się do ustalenia minimalnego alfabetu symboli, drugi to kodowanie najczęściej występujących symboli za pomocą najmniejszej liczby bitów, zgodnie z zasadą: najmniej bitów dla najczęstszych „liter” alfabetu.

Patrząc na powyższy opis, idea kompresji wydaje się prosta, klarowna. Sprowadza się do zaledwie dwóch faz. Jednak sposobów ich realizacji są miliardy i to czyni ją tak skomplikowaną i wymagającą dogłębnej analizy zależnie od rodzaju danych, które mają być poddane kompresji. Każdy ich rodzaj musi być inaczej traktowany. Inne algorytmy należy zastosować do obrazu, inne zaś do tekstu czy liczb. Dodatkowo pewne dane należy poddać wstępnej obróbce, by ich kompresja przyniosła oczekiwane rezultaty. To wszystko sprawia, że zagadnienia związane z kompresją danych od lat pięćdziesiątych XX wieku nieustannie i nierozzerwalnie towarzyszą rozwojowi mediów i ich przesyłaniu, a algorytmy kompresji wciąż są doskonałe lub poszukuje się nowych algorytmów. Z procesem przetwarzania

danych zmierzającym do ich zapisu w formie pliku o możliwie najmniejszym rozmiarze, jak również późniejszego ich odczytu nieodłącznie związane są takie pojęcia, jak: formaty plików, kodeki, kontenery multimedialne. Proces przesyłania danych na odległość wymaga dodatkowo opracowania stosownych protokołów transmisyjnych, które zapewnią skuteczne dostarczenie treści od nadawcy do odbiorcy w akceptowalnym czasie za pomocą dostępnych zdalnych technologii i urządzeń. W każdej z tych sytuacji pojawia się dodatkowa trudność do przewyciężenia związana z ryzykiem utraty, czy też zniekształcenia informacji; to zjawiska wysoce niepożądane i bardzo kłopotliwe szczególnie w przypadku takich rodzajów danych, jak chociażby daty wydarzeń bieżących i historycznych czy dane statystyczne i ekonomiczne.

Współcześnie nie sposób przesłać pojedynczego bitu informacji w sieci bez uruchomienia algorytmów kompresji danych w tle – nieważne, czy ten bit danych będzie należał do obrazu, pliku audio, bloga, wideo na żądanie, sondażu przedwyborczego, czy też aktualizacji serwisu www.

Zasadniczo metody kompresji danych grupuje się w kilka głównych rodzin: kodowanie ze zmienną długością słowa (ang. VLC – *Variable Length Coding*), kodowanie statystyczne (ang. SC – *Statistical Compression*), kodowanie słownikowe (ang. DE – *Dictionary Encoding*), kodowanie predykcyjne (ang. CM – *Context Modeling*), kodowanie transformatowe (ang. TE – *Transform Encoding*). Każda z tych rodzin obejmuje całą gamę algorytmów, które różnią się działaniem, dopuszczalnymi danymi wejściowymi, ograniczeniami pamięci i, naturalnie, rozmiarami plików wynikowych. Właściwy dobór tych narzędzi jest gwarantem uzyskania odpowiednich właściwości sygnału wyjściowego dostosowanego do medium transmisyjnego.

Wróćmy na moment do kluczowych faz kompresji danych. Wspomniana faza pierwsza nazywana jest modelowaniem. Na tym etapie dane poddaje się analizie celem wykrycia i opisanie zależności w strumieniu symboli. To ona decyduje o przydatności modelu do dalszej fazy, zwanej kodowaniem, i finalnej jego efektywności. Istotne jest również rozstrzygnięcie kwestii, czy i w jakim stopniu dopuszczalne są zjawiska utraty informacji z punktu widzenia dalszego wykorzystania wynikowych plików procesu kompresji. Z pewnością dane pochodzące z systemów bankowości czy medycznej diagnostyki obrazowej nie należą do takich, gdyż choćby minimalne ich zniekształcenie nie pozostawałoby bez konsekwencji i wpływu na rzeczywistość. Istnieją też duże obszary danych, których szczegółowość bądź jakość pozostaje w mniej wiążącej relacji z ludzką percepcją wzrokową i słuchową. Dobrze wiadomo, że każdy człowiek posiada inną osobniczą zdolność postrzegania barw w określonym zakresie częstotliwości. Podobnie rzecz się ma w przypadku rozdzielczości dźwiękowej ludzkiego ucha i zakresu słyszalności. Ogólnie przyjmuje się, że dane występujące w przekazie

medialnym mogą spełniać niższe kryteria w aspekcie kompresji danych i utrata pewnego podzbioru danych wykraczających poza statystycznie udokumentowane zakresy będzie w tym przypadku dopuszczalna. Wykorzystując właściwości ludzkiego wzroku i słuchu, a mówiąc wprost: ich ograniczenia, i posługując się statystycznym modelem psychoakustycznym, jesteśmy w stanie wyeliminować ze źródła emisyjnego spory zakres symboli, dzięki czemu poddane kompresji dane, mimo że ulegną znacznej redukcji, nadal będą stanowiły kompletną w odbiorze informację wynikową.

Na informację audiowizyjną składają się trzy elementy: element zasadniczy, niezauważalny i redundantny. Element redundantny to informacja nadmiarowa, która wcześniej pojawiła się już w przekazie i powtarza się w kolejnych sekwencjach sygnału audio lub wideo. Mogą to być sąsiednie dźwięki tej samej częstotliwości lub identyczne piksele obrazu czy kolejnych ramek wideo. Elementy niezauważalne to składowe dźwięku lub obrazu, których ludzkie ucho czy oko nie rejestruje z uwagi na wspomniane wcześniej ograniczenia rozdzielczości lub postrzegania ruchu. W końcu element zasadniczy to składowa podstawowa sygnału, która nie jest ani redundantna, ani niezauważalna – bez niej informacja byłaby zniekształcona, a nawet niezrozumiała. Celem kompresji jest wyeliminowanie z informacji składowych nadmiarowych i niezauważalnych.

Dzięki kompresji otwierają się różne możliwości techniczne związane z zapisem danych, ich odtwarzaniem, przesyłaniem na odległość, archiwizacją czy udostępnianiem. Zastosowanie rozmaitych algorytmów kompresji danych wniosło do rzeczywistości wirtualnej m.in. różne formaty plików graficznych, dźwiękowych i wideo, co z kolei przyczyniło się do upowszechnienia serwisów www w rodzaju banków obrazów (np. Flickr), banków muzyki (np. historyczny już Napster lub współczesny Spotify) i banków wideo (np. YouTube).

Przed rokiem 1996, w którym opublikowano standard MP3, jeden z najpopularniejszych i obecnie najpowszechniej stosowanych formatów audio, podstawowym sposobem zapisu dźwięku były pliki WAVE, które do utrwalenia ścieżki dźwiękowej o długości 3 minut potrzebowały około 30 MB pamięci³. Przesłanie takiego pliku trwało na owe czasy blisko 9 minut, zatem 3-krotnie dłużej niż sam utwór, nikt więc wtedy nie marzył o transmisji takiego audio w czasie rzeczywistym. Rewolucja formatu MP3 sprawiła, że każdy mógł uzyskać dostęp do 3-minutowego utworu o rozmiarze 1–3 MB dodatkowo w jakości spełniającej oczekiwania użytkownika. Konwertowanie i archiwizowanie całych płyt CD oraz ich odsłuch w formacie MP3 stały się nie tylko możliwe, ale wręcz wygodne oraz pożądane przez odbiorców. Transfer takich plików również zabierał o wiele

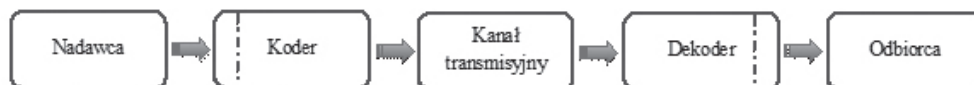
³ *The Web back in 1996-1997 – Pingdom Royal*, „Pingdom Royal” 2008, 16 September, [updated: 2018, 17 May], <https://royal.pingdom.com/2008/09/16/the-web-in-1996-1997/> [dostęp: 24.09.2018].

mniej czasu i przy niezbyt wyśrubowanym ustawieniu częstotliwości próbkowania (bitrate) podczas kompresji już na tamte czasy pojawiła się realna możliwość streamingu audio. I faktycznie pierwszą usługę streamingu audio uruchomiła firma AT&T już w 1997 r.

Podobnie było do 2001 roku z plikami wideo, które w tamtych czasach były przechowywane głównie w kontenerze MOV. Standard zapisu tych plików polegał na utrwaleniu serii statycznych obrazów w formacie JPG w ściśle określonej sekwencji. Pomimo zastosowanej stratnej kompresji obrazów składowych rozmiary wynikowego pliku wideo były nadal olbrzymie, toteż idea oglądania wideo odtwarzanego bezpośrednio ze strony www graniczyła z utopią. W 2001 roku został uruchomiony serwis YouTube, który umożliwił użytkownikom wgrywanie m.in. samodzielnie nagranych plików wideo, stając się jednocześnie platformą społecznościową służącą do upowszechniania własnych treści multimedialnych. W cieniu tego serwisu od początku jego istnienia ciężko pracują wbudowane weń algorytmy kompresji danych. To dzięki nim sporych rozmiarów pliki wideo o dowolnej dostępnej rozdzielczości (w tym też surowe pliki AVCHD wprost z kamery) są ładowane na serwery do repozytorium multimedialnego, skąd mogą być udostępniane i przesyłane strumieniowo na żądanie innych użytkowników. Ponadto YouTube przed publikacją plików dokonuje rekodowania wgrywanych zasobów, przygotowując również kontenery multimedialne w kilku niższych rozdzielczościach, przez co możliwe staje się ich odtwarzanie z zachowaniem odpowiedniej jakości m.in. na urządzeniach mobilnych o mniejszych rozdzielczościach ekranowych. Po 10 latach od powstania serwisu przeprowadzono badanie, które wykazało, że w ciągu jednego roku załadowano na YouTube ponad 13 milionów godzin filmów, co dawało łącznie około 1500 lat oglądania⁴. Jak to możliwe? Na przykładzie tylko jednego roku działania pojedynczego serwisu www liczby te ukazują, jak ogromną rolę odgrywają algorytmy kompresji danych.

Kanał transmisyjny

Do wymiany danych między elementami osiowego systemu nadawca–odbiorca służą kanały transmisyjne. Mogą nimi być w warstwie fizycznej m.in. przewody, fale radiowe, światłowody.



Rys.1 Schemat systemu z kanałem transmisyjnym, koderem i dekoderelem

Źródło: opracowanie własne.

⁴ BM [B. Mrożewski], *YouTube bez tajemnic*, „PC Format” 2011, nr 2, <https://www.pcformat.pl/YouTube-bez--tajemnic,a,1571/> [dostęp: 30.09.2018].

Z odbieraniem sygnałów zawsze wiążą się zjawiska losowego uzmiennienia, które mogą polegać na przypadkowym tłumieniu sygnału lub zakłóceniach addytywnych. Istnieje szereg modeli kanałów transmisyjnych, które wykorzystuje się w pakietach symulacyjnych i pracach badawczo-konstrukcyjnych w optymalizacji istniejących lub poszukiwaniu nowych rozwiązań technicznych stosowanych m.in. w przekazie medialnym. Wśród nich można wskazać różne modele probabilistyczne (z rozkładami Gaussa, Hoyta, Rayleigha, Nakagamiego – dobrze odwzorowujące rzeczywiste kanały transmisyjne), modele wielodrogowe czy model Jakesa do opisu transmisji w rzeczywistym kanale radiowym⁵ [Noga]. W przypadku transmisji cyfrowej stosuje się różnorakie kody korekcyjne w celu zabezpieczenia przed błędami i zakłóceniami sygnału. Do nich należy m.in. rodzina kodów Hamminga, która umożliwia wykrycie i korekcję pojedynczego błędnego bitu sygnału, lub samo wykrycie już bez korekcji błędów podwójnych. Kodowanie Hamminga opiera się na wprowadzeniu do sygnału wejściowego dodatkowego bitu kontrolnego, który pełni funkcję zabezpieczenia. Dzięki bitom kontrolnym dekodery wykrywa i koryguje błąd w sekwencji bitów. Instrumentem do pomiaru jakości transmisji jest również prawdopodobieństwo błędu (ang. BER – *Binary Error Rate*) i kodowanie z kontrolą parzystości, które polega na dodaniu do wysyłanej informacji tzw. bitu parzystości.

Streaming danych

Technika streamingu audio/wideo polega na dostarczaniu audio/wideo w czasie rzeczywistym poprzez połączenie sieciowe. Rodzaj połączenia sieciowego może być zupełnie dowolny, jednak musi spełniać pewne minimalne wymagania, by sprostać temu zadaniu. Podstawową zaletą tej techniki jest brak konieczności pobierania całego pliku i jego zapisu na dysku przed odtworzeniem. Kolejne fragmenty pliku są odtwarzane praktycznie w tym samym momencie, w którym dane są wysyłane i tuż po odtworzeniu znikają z pamięci. Ta technika dostarczania danych, zwana inaczej mediami strumieniowymi, wymaga zastosowania specjalnych protokołów transmisyjnych, które mają za zadanie stać na straży chronologii przesyłania pakietów danych w celu zapewnienia użytkownikowi końcowemu właściwej zawartości pliku. W odróżnieniu od innych metod przesyłania danych, media strumieniowe muszą być przesyłane we właściwej kolejności. Technika ta wykorzystuje system buforowania, by zagwarantować użytkownikowi możliwość odtworzenia całego pliku w sposób ciągły bez niepożądanych przerw. W przypadku plików audio/wideo wysokiej jakości taka technika była we wcześniejszych dekadach znacząco obciążona negatywnym zjawiskiem w postaci przerw

⁵ K.M. Noga, *Transmisja danych w kanale radiowym – wybrane zagadnienia w środowisku Vissim*, „Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej” 2014, nr 40, s. 77-80.

w transferze i w konsekwencji nieciągłości odtwarzania. Dopiero po wdrożeniu i rozpowszechnieniu szybkich łączy szerokopasmowych streaming plików audio/wideo w wysokiej jakości może odbywać się bez zakłóceń.

Kodowanie sygnału mowy

Obecnie wiele urządzeń mobilnych świetnie radzi sobie ze streamingiem audio/wideo. Na co dzień wiele z nich przede wszystkim wykorzystuje się do komunikacji głosowej, która jest najwygodniejszym i najbardziej naturalnym modelem komunikowania się ludzi. Na gruncie techniki mowa – podobnie jak inne sposoby przekazu komunikatów, treści, wiedzy – również bazuje na algorytmach kompresji danych. Z naturalnego punktu widzenia

[...] mowa – zarówno na etapie artykulacji, jak i percepcji i rozpoznawania – jest obiektem bardzo złożonym i trudnym, nasze zaś subiektywne wrażenie prostoty i naturalności procesu komunikacji głosowej jest wynikiem faktu, że w analizę i generację mowy przyroda zaangażowała ogromne fragmenty mózgu, w którym zachodzą – bez udziału świadomości – tysiące procesów informacyjnych i regulacyjnych, zaangażowana jest pamięć, umiejętność uczenia, wreszcie – inteligencja człowieka⁶.

To tłumaczy, dlaczego przeniesienie mowy na płaszczyznę systemów technicznych i teleinformatycznych napotykało ogromne trudności, zaś wysoki poziom rozwiązań systemów analizy, kodowania, syntezy i przesyłania mowy uważa się za jeden z głównych wyróżników nowoczesnych systemów medialnych i łączności.

W przypadku sygnału mowy najistotniejszą kwestią jest zrozumiałość przekazu oraz brak opóźnień w przesyłaniu danych w trakcie połączenia. Algorytmy kompresji danych stosowane w komunikacji głosowej koncentrują się głównie na tym, by nie utracić komunikatywnej funkcji przekazu, jednocześnie drastycznie redukując zapis sygnału głosowego. Z drugiej jednak strony zbyt silne algorytmy kompresji mogą zniekształcić sygnał mowy lub wprowadzić nieakceptowalnie duże opóźnienia przesyłu podczas połączenia. Dlatego też przy zapewnianiu optymalnej przepustowości kluczowe jest uwzględnienie właściwości kodeków. Popularny kodek GSM – z uwagi na niskie wymagania związane z prędkością transmisji przy jednoczesnej dość dobrej jakości kodowania głosu – znalazł się w ścisłej czołówce stosowanych w tym zakresie narzędzi kompresji sygnału mowy. Jego działanie wykorzystuje wykrytą w ludzkim głosie właściwość, która polega na tym, że w ciągu 20 ms głos ludzki nie podlega na tyle znaczącej modulacji, by zmiana dźwięku została zarejestrowana przez ludzkie ucho. To właśnie ta cecha – krótkotrwała stałość dźwięku w czasie – jest zapisywana za pomocą niewielkiego

⁶ R. Tadeusiewicz, *Sygnal mowy*, Warszawa 1988.

zestawu parametrów. Sygnał audio dzielony jest na bloki po 20 ms, każdy blok jest kodowany na 260 bitach w oparciu o bibliotekę sygnałów wzorcowych. Każdy wzorzec zakodowany jest na 104 bitach, zaś 156 bitów opisuje różnicę między oryginałem i wzorcem.

Kodeki mowy muszą być dostosowane do specyficznych właściwości sygnału mowy, uwzględniać m.in. fragmenty dźwięczne i bezdźwięczne, formantowość części dźwięcznych, entropię sygnału mowy, wąskie pasmo, model receptora słuchowego i psychologiczne aspekty percepcji mowy. Kodeki mowy znajdują zastosowanie w telefonii mobilnej i internetowej (VoIP), telekonferencjach, komunikatorach internetowych, rejestratorach i syntezatorach mowy oraz archiwizacji nagrań mowy.

RTP, RTSP i szyfrowanie

Protokół RTP⁷ (ang. *Real-Time Transport Protocol*) jest standardowym medium wykorzystywanym w przesyłaniu strumieni multimedialnych, który w połączeniu z protokołem RTSP⁸ (ang. *Real-Time Streaming Protocol*) stwarza możliwości transmisji telewizji internetowej i mediów strumieniowych. Dane multimedialne są kompresowane i dzielone na bloki o określonym rozmiarze, a następnie zaopatrywane w nagłówki, które umożliwiają odtwarzanie oryginalnego strumienia. Możliwe jest dodatkowo zastosowanie szyfrowania oraz kontroli poprawności i integralności pakietów, co najczęściej uzyskuje się poprzez osobne szyfrowanie skompresowanych pakietów szyfrem DES (ang. *Data Encryption Standard*)⁹ w trybie CBC (ang. *Cipher Block Chaining*). Dzięki temu możliwe jest zdeszyfrowanie każdego pakietu bez znajomości poprzedników. Dodatkowo protokoły te umożliwiają zastosowanie wybranego schematu szyfrowania do całego pakietu lub do samego zasobu multimedialnego z pominięciem nagłówek. Kontrolę integralności oraz autentyczności pakietu można uzyskać dzięki weryfikacji nagłówek poprzez stworzenie kryptograficznego podpisu cyfrowego. Te mechanizmy zapewniają szyfrowanie transmisji online, co w istocie może odbywać się również w kilku wariantach. Najszerszym praktykowanym podejściem jest to już opisane – w pierwszej fazie kompresja, a potem szyfrowanie. Istnieje podejście odwrotne: w pierwszej fazie szyfrowanie, a następnie kompresja. To, niestety, nakłada liczne ograniczenia na proces zarówno samego szyfrowania, jak też kompresji. W tym podejściu od kompresji wymaga się bezstratności, by możliwe było zdeszyfrowanie, samo szyfrowanie zaś musi odbywać

⁷ H. Schulzrinne i in., *RFC 1889 – RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications*, January 1996, <https://tools.ietf.org/html/rfc1889/> [dostęp: 30.09.2018].

⁸ H. Schulzrinne i in., *Real Time Streaming Protocol (RTSP)*, April 1998, <https://tools.ietf.org/html/rfc2326/> [dostęp: 30.09.2018].

⁹ DES – symetryczny szyfr blokowy firmy IBM.

się na znacznie większym, nieskompresowanym strumieniu danych, co znacząco podnosi koszt złożoności obliczeniowej i czasowej tego procesu. Kolejne podejście to zintegrowana kompresja i szyfrowanie, które cechuje się najlepszą efektywnością, jednak wymaga specjalnych algorytmów kompresji odbiegających od przyjętych standardów. Można również zastosować szyfrowanie wybranej części strumienia, na przykład samych ramek wideo typu I (ang. *Intra Coded*)¹⁰, pozostawiając ramki typu P (ang. *Predictive*)¹¹ bez szyfrowania, przez co pozostała część strumienia staje się bezużyteczna.

Warto podkreślić wagę samego szyfrowania materiału multimedialnego w kontekście ochrony praw autorskich. Dzięki systemom DRM (ang. *Digital Rights Management*) możliwe jest kontrolowanie dostępu do cyfrowych zasobów multimedialnych poprzez żądanie wprowadzenia klucza lub dostarczenia licencji (np. na pojedyncze odtworzenie, jedną kopię, ograniczenie czasowo-geograficzne). Jest to częstą praktyką w przypadku dostarczania treści multimedialnych na żądanie (np. VOD.pl), gdzie użytkownik pozyskuje u wydawcy licencję zawierającą klucz deszyfrujący, a następnie odtwarzacz weryfikuje licencję i deszyfruje strumień multimedialny.

Podsumowanie

Technologie informatyczne już od wielu lat są integralną częścią codziennego życia gatunku ludzkiego, który wyróżnia się szczególną zdolnością komunikowania się. Ta zdolność oraz wiedza gromadzona, rozwijana i przez stulecia przekazywana potomnym przyczyniły się do tak dużego skoku cywilizacyjnego, w szczególności rewolucji w dziedzinie techniki, że stał się możliwy współczesny cyfrowy przekaz medialny. Wciąż głównie względy ekonomiczne i technologiczne wymuszają stosowanie kompresji danych, która redukuje koszty, zmniejszając szerokość pasma wymaganego do transmisji sygnału, czy przestrzeń na dysku niezbędną do zapisu zasobów. Jednakże niezależnie od kosztów kompresja zawsze zagwarantuje transmisję skompresowanego sygnału w krótszym czasie niż sygnału bez kompresji, a także większy przesył danych kanałem transmisyjnym o określonym paśmie. W systemach o wysokiej rozdzielczości, które powoli stają się standardem przekazu publicznego (np. HDTV), kompresja jest obecnie jedynym instrumentem, który umożliwia przetwarzanie sygnału o tak dużej ilości danych. Kompresja danych okazuje się dźwignią wielu poważnych zmian w świecie technologii informacyjnych i kultury, przekaz medialny zaś bez niej praktycznie nie mógłby istnieć.

Słowa kluczowe: kompresja danych, transmisja danych, kodowanie, strumieniowanie, przekaz medialny

¹⁰ Ramki **I** zawierają kompletne informacje o danym obrazie, bez kodowania.

¹¹ Ramki **P** zawierają informacje o zmianach pomiędzy sąsiednimi ramkami **P** lub **I**.

Summary

Media versus terabytes of information, or the thing about data compression

Data compression and related techniques play a fundamental role in the present media world. Technological progress and common digitalization observed nowadays in media coverage exploit a great range of algorithms and techniques of data compression and transmission. Large number of data and digital information, being stored, processed or transferred requires advanced computer technologies derived from the field of information and communication theory, as well as related to various protocols necessary to deliver information. The quality of processed and delivered data is another important issue.

Keywords: data compression, data transmission, coding, streaming, media coverage

Bibliografia

Opracowania

- Chu W.C., *Speech Coding Algorithms. Foundation and Evolution of Standardized Coders*, Hoboken 2003.
- Goban-Klas T., *Media i komunikowanie masowe. Teorie i analizy prasy, radia, telewizji i Internetu*, Warszawa 1999.
- Juszczak S., *Wybrane modele komunikowania*, w: *Pedagogika medialna*, t. 1, red. B. Siemieniecki, Warszawa 2007.
- Noga K.M., *Transmisja danych w kanale radiowym – wybrane zagadnienia w środowisku Vissim*, „Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej” 2014, nr 40, s. 77-80.
- Tadeusiewicz R., *Sygnal mowy*, Warszawa 1988.

Źródła internetowe

- BM [Mrożewski B.], *YouTube bez tajemnic*, „PC Format” 2011, nr 2, <https://www.pcformat.pl/YouTube-bez--tajemnic,a,1571> [dostęp: 30.09.2018].
- Schulzrinne H. i in., *RFC 1889 – RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications*, January 1996, <https://tools.ietf.org/html/rfc1889> [dostęp: 30.09.2018].
- Schulzrinne H. i in., *Real Time Streaming Protocol (RTSP)*, April 1998, <https://tools.ietf.org/html/rfc2326> [dostęp: 30.09.2018].
- The Web back in 1996-1997 – Pingdom Royal*, „Pingdom Royal” 2008, 16 September, [updated: 2018, 17 May], <https://royal.pingdom.com/2008/09/16/the-web-in-1996-1997/> [dostęp: 24.09.2018].