

Andrzej KRUPICZKA

## KOMUNIKACJA MULTIMEDIALNA. STANDARDY I TRENDY

Streszczenie. W artykule dokonano przeglądu standardów komunikacji multimedialnej. Przedstawiono charakterystykę oraz potencjalne zastosowania następujących standardów: H.261, T.120, MPEG-1 oraz MPEG-2. W dalszym ciągu zaprezentowano trendy rozwojowe i badawcze w tej dziedzinie: H.324, MPEG-4 i UMTS.

## MULTIMEDIA COMMUNICATION. STANDARDS AND TRENDS

Summary. The paper presents a review of multimedia communication standards. Descriptions and potential applications of the following standards are presented: H.261, T.120, MPEG-1 and MPEG-2. Next the development and research trends in this area are described: H.324, MPEG-4 and UMTS.

## COMMUNICATION MULTIMEDIA. STANDARDS ET TENDENCES

Résumé. L'article présente une revue de standards de communication multimedia. Les standards suivant sont décrit et leurs applications possibles indiquées: H.261, T.120, MPEG-1 et MPEG-2. Les récentes tendances de développement dans ce domaine sont également présentées: H.324, MPEG-4 et UMTS.

## 1. Wprowadzenie

Począwszy od końca lat osiemdziesiątych realizowany jest w Europie program RACE (*ang. Research in Advanced Communications in Europe*). Program ten był zaplanowany jako „przygotowanie na wprowadzenie w Europie szerokopasmowych sieci i usług w 1995 roku z uwzględnieniem strategii narodowych” [1]. Jego celem była integracja operatorów sieci, dostawców usług, producentów sprzętu oraz użytkowników poprzez wspólnie prowadzone programy badawcze [1]. W ramach RACE wyodrębniono kilka linii projektowych, a wśród nich „komunikację wizualną” (*ang. Image communications*), składającą się z trzech następujących grup tematycznych [1]:

- reprezentacja i przetwarzanie obrazów cyfrowych,
- transmisja obrazów cyfrowych,
- multimedialne systemy dostępu.

W realizowanych pracach badawczych obok projektowania i symulowania złożonych systemów komunikacyjnych dokonuje się wielu implementacji demonstrujących rozwiązania w zakresie sprzętowym.

Przykładem realizacji komunikacji multimedialnej może być europejski projekt badawczy MICE (*ang. Multimedia Integrated Conferencing for Europe*), obejmujący kilkanaście państw europejskich, w którym wykorzystano sieci telekomunikacyjne ISDN oraz standard H.261.

Po zakończeniu programu RACE w 1995 roku przewidziano jego kontynuację w postaci programu ACTS (*ang. Advanced Communications Technologies and Services*). Podstawowym jego celem jest wprowadzenie szerokopasmowej infostrady europejskiej przed rokiem 2000 [1]. Przedmiotem realizowanych w ramach programu prac badawczych będą między innymi: interaktywne, multimedialne systemy i usługi oraz ruchoma komunikacja personalna.

Praktyczne możliwości realizacji systemów wykorzystujących komunikację multimedialną wynikają między innymi z postępu w następujących dziedzinach [4, 5]:

- standaryzacji metod kompresji obrazów i dźwięku,
- rozwojowi sieci komputerowych i telekomunikacyjnych,
- rozwojowi technologii elektronicznych.

Istotne znaczenie dla efektywności komunikacji multimedialnej ma typ kanału transmisyjnego. Zaletą kanałów z komutacją obwodów (np. ISDN) jest gwarancja przepustowości i maksymalnego opóźnienia dla danych. Z kolei kanały z komutacją pakietów (np. LAN, Internet) umożliwiają połączenia wielopunktowe, ale nie gwarantują dotrzymania zależności czasowych. W tym celu stosuje się buforowanie danych dźwiękowych u odbiorcy oraz techniki kompresji obrazów pozwalające na szybką redukcję zniekształceń wyświetlanych obrazów w przypadku „zaginięcia” pakietu danych w sieci.

Artykuł przedstawia istniejące standardy komunikacji multimedialnej oraz trendy rozwojowe w tej dziedzinie.

## 2. Przegląd standardów

### 2.1. Wstęp

Wśród standardów komunikacji multimedialnej, z których każdy przeznaczony jest dla innego obszaru zastosowań, można wymienić [2, 4]:

- *H.261* przy przepustowościach łącza  $p \times 64$  kbps, gdzie ( $p = 1, 2, \dots, 30$ ),
- *MPEG-1* przy przepustowościach łącza do 1.5 Mbps,
- *MPEG-2* przy przepustowościach łącza od 4 do 60 Mbps.

Wybrane zastosowania komunikacji multimedialnej przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Tabela wybranych zastosowań komunikacji multimedialnej  
The table of selected multimedia communication applications

Rynek	Przepustowość	Standard	Rozdzielcz.	Ramek/sek
Wideotelefon	56... 128 kbps	H.261	352x288	5...10
Wideokonferencje	384...1920 kbps	H.261	352x288	15...30
Interakt. multimedia	1... 2 Mbps	MPEG-1	352x288	15...30
TV cyfrowa (CCIR 601)	4... 9 Mbps	MPEG-2	720x486	30
Telewizja HDTV	18... 45 Mbps	MPEG-2	1920x1080	30

W dalszym ciągu przedstawiono krótką charakterystykę standardów komunikacji multimedialnej obowiązujących w postaci norm międzynarodowych CCITT oraz ISO.

### 2.2. Standard H.261

Standard H.261 jest rekomendacją komitetu CCITT zatwierdzoną w 1990 roku [6, 8]. Opisuje ona algorytm kompresji oraz format ruchomych (zmiennych w czasie) obrazów cyfrowych przeznaczony do ich przesyłu sieciami ISDN (ang. *Integrated Services Digital Network*) przy przepustowościach  $p \times 64$  kbps, gdzie ( $p = 1, 2, \dots, 30$ ). Zasadnicze zastosowania standardu to wideotelefony dla  $p=1,2$  [9] i wideokonferencje dla  $p \geq 6$  [10, 11].

W standardzie przyjęto dwa formaty informacji video CIF (ang. *Common Intermediate Format*) oraz QCIF (ang. *Quarter-CIF*). Obraz kolorowy jest reprezentowany w postaci składowej luminancji obrazu  $Y$  oraz dwóch składowych chrominancji  $C_B$  i  $C_R$ .

W standardzie H.261 wyodrębniono dwa tryby kodowania danych video. W trybie kodowania wewnątrzramkowego (ang. *intraframe coding*) redukuje się informację nadmiarową zawartą w danej ramce obrazu. W tym celu każdy blok obrazu o rozmiarze  $8 \times 8$  jest poddawany transformacji DCT oraz kwantyzacji. Ta sama ramka obrazu podlega również dekompresji w koderze, jest zapamiętywana, a następnie wykorzystana w trybie

kodowania międzykadrowego (*ang. interframe coding*), w którym redukuje się informację nadmiarową zawartą w kolejnych ramkach obrazu. W tym trybie kodowania wykorzystuje się algorytm DPCM (*ang. Differential Pulse Code Modulation*) wraz z techniką estymacji ruchu [6].

Obecnie standard ten jest szeroko rozpowszechniony i dostępny komercyjnie na różne platformy sprzętowe (m.in. fińska firma Bitfield).

Należy podkreślić, że standard H.261 jest jednym z elementów rekomendacji H.320 zatwierdzonej w 1993 roku, dotyczącej wąskopasmowej komunikacji multimedialnej w systemach telekomunikacyjnych [7]. Seria rekomendacji H.320 obejmuje także kodowanie informacji typu audio (G.711, G.722, G.728) oraz rekomendacje związane ze strukturą ramki danych (H.221), kontrolą (H.230) i procedurą nawiązywania komunikacji (H.242).

### 2.3. Standard T.120

Standard T.120 pod tytułem „Protokoły transmisyjne dla danych multimedialnych”, podobnie jak H.320, jest serią rekomendacji ITU-T opisującą wielopunktowy transport dokumentów wideokonferencyjnych. Standard ten umożliwi współdzielenie danych pomiędzy uczestnikami połączenia w postaci tablicy czy plików binarnych. Rekomendacja T.123 definiuje połączenia dla różnych typów sieci, natomiast rekomendacje T.122 i T.125 definiują komunikację wielopunktową. Kolejne rekomendacje T.124, T.126 oraz T.127 są odpowiedzialne odpowiednio za: mechanizmy zarządzania konferencjami, oglądanie i modyfikację współdzielonych obrazów i aplikacji oraz wymianę plików.

### 2.4. Standard MPEG-1

Standard MPEG-1 jest międzynarodowym standardem kompresji obrazu i dźwięku zatwierdzonym przez ISO w postaci normy ISO 11172 [13]. Definiuje on strumień danych będący reprezentacją zsynchronizowanej sekwencji obrazów oraz dźwięku dla przepływności łącza 1.5 Mbps. Standard składa się z 3 części opisujących kodowanie obrazów, kodowanie dźwięku oraz synchronizację obu strumieni danych. Przyjęto format ramki obrazu w rozdzielczości 352 x 288 pikseli z 25 ramkami na sekundę. Po kompresji obraz jest reprezentowany przez ramki trzech typów: typu I (*ang. intra*), zakodowane jako pojedyncze obrazy nieruchome, typu P (*ang. predicted*), zakodowane jako różnica w stosunku do ramki typu I lub P oraz ramki typu B (*ang. bidirectional*), które są interpolacją pomiędzy ramkami typu I lub P. Ramki I są przesyłane co 10 lub 12 ramek [13, 14].

Proces kompresji wg standardu MPEG-1 jest złożony i wymaga mocy obliczeniowej rzędu kilkuset MIPS. Dekodowanie jest mniej wymagające. Uzyskiwana jakość obrazu jest porównywalna ze standardem magnetowidów VHS [14].

W celu rynkowej promocji standardu MPEG-1 powstało konsorcjum OM-1 złożone z przedstawicieli producentów oprogramowania i sprzętu zainteresowanych tą technologią. Jednym z celów tego konsorcjum będzie specyfikacja tzw. API (*ang. Applications Programming Interface*), którego użycie przez programy aplikacyjne umożliwi współpracę z dekoderni MPEG-1 różnych producentów.

## 2.5. Standard MPEG-2

Standard MPEG-2 jest międzynarodowym standardem kompresji obrazu i dźwięku zatwierdzonym przez ISO w postaci normy ISO 13818 pod koniec 1994 roku [15].

Koncepcja standardu MPEG-2 jest podobna do normy MPEG-1, ale zawiera rozszerzenia obejmujące szerszy zakres zastosowań. Podstawowym zastosowaniem normy jest definicja procesu cyfrowej transmisji sygnału telewizyjnego przy przepustowości łącza w zakresie 4–60 Mbps.

Zasadniczą różnicą w stosunku do MPEG-1 jest umożliwienie efektywnego kodowania obrazów z przeplotem (*ang. interlaced video*). Ponadto wprowadzono tzw. skalowalność obrazu, pozwalającą na podział obrazu na kilka strumieni danych reprezentujących sekwencję obrazów dla różnych rozdzielczości, jakości obrazów czy przepustowości łącza.

Dzięki tym zmianom możliwe było poprawienie jakości obrazu (w stosunku do MPEG-1), począwszy od porównywalnego z jakością obrazu w standardzie telewizyjnym PAL, aż do jakości osiągananej w telewizji wysokiej rozdzielczości HDTV [15].

## 3. Trendy rozwojowe

### 3.1. Transmisja wąskopasmowa – standard H.324

Standard H.324 pod tytułem „Terminal multimedialny dla wąskopasmowych, wizualnych usług poprzez sieć GSTN” jest serią rekomendacji ITU-T [16]. Definiuje on transmisję „żywego” dźwięku, obrazu i danych z użyciem modemów w standardzie V.34 poprzez sieć GSTN (*ang. Global Standard Telephone Network*) z przepustowością do 28.8 kbps.

Zasadniczym jego celem będzie umożliwienie komunikacji wideotelefonicznej po normalnych, tradycyjnych liniach telefonicznych. Poprzez użycie zaawansowanych opcji będzie możliwe uzyskanie takiej samej jakości obrazu i dźwięku jak w standardzie H.261, ale przy ponad dwukrotnie zredukowanej ilości informacji.

Rekomendacja H.263, podobnie jak H.261, definiuje kodowanie obrazów, natomiast rekomendacja G.723 jest odpowiedzialna za kodowanie dźwięku przy przepustowościach 5.3 oraz 6.4 kbps. Pozostałe rekomendacje H.245 oraz H.223 definiują kontrolę i protokół multipleksowania.

Prace badawcze dotyczące standardu H.324 są w fazie końcowej.

### 3.2. Obiekty audiowizualne – standard MPEG-4

Komunikacja multimedialna przy przepustowościach łącza poniżej 64 kbps jest istotnym elementem aktualnie prowadzonych na świecie prac badawczych. Istniejące standardy kompresji obrazów osiągnęły punkt nasycenia w sensie efektywności. Nowe techniki kompresji uwzględniające „zawartość obrazu” (*ang. content based*), w szczególności jego analiza, zmierzająca do identyfikacji obiektów, ma tu podstawowe znaczenie [5, 17, 18].

W wielu zastosowaniach takich, jak: komunikacja bezprzewodowa, multimedialne bazy danych czy rzeczywistość wirtualna ważne są możliwości elastycznej i interaktywnej kombinacji danych typu 2-D oraz 3-D [19].

Nowy standard powinien dostarczyć skutecznych metod syntezy scen oraz obiektów grafiki komputerowej wraz ze scenami i obiektami naturalnymi. Istotna jest także możliwość swobodnego dostępu do wybranych obiektów poprzez zdalny terminal i sieć o ograniczonej przepustowości [19].

Dlatego podstawowym celem standardu MPEG-4 będzie ustalenie formatu spełniającego powyższe wymagania poprzez zdefiniowanie obiektów audiowizualnych. Standard ten powinien zapewnić lepszą subiektywną jakość obrazów w porównaniu z istniejącymi oraz umożliwić sposób prezentacji obiektów audiowizualnych stosowny do wymagań aplikacji i możliwości konkretnego systemu. Istotną cechą nowego standardu będzie możliwość uzyskania skalowalności obiektów dla różnych rozdzielczości oraz jakości obrazów [19].

Zatwierdzenie standardu MPEG-4 w postaci normy międzynarodowej jest zaplanowane na rok 1998 [19].

### 3.3. Systemy łączności osobistej UMTS

System łączności osobistej UMTS (*ang. Universal Mobile Telecommunication System*) należy do tzw. systemów trzeciej generacji, które mają być wprowadzane od roku 2000 [20]. Podstawowe założenia, jakie przyjęto przy standaryzacji systemu UMTS, są następujące:

- integracja systemów drugiej generacji (np. GSM),
- możliwość usług multimedialnych,
- transmisja w kanale radiowym z przepustowością 144 kbps,
- zasięg ogólnosiwiatowy,
- niski koszt usług i terminali.

Przewiduje się integrację systemu UMTS z tradycyjną stałą siecią telefoniczną oraz z siecią ISDN. Ważnym zadaniem jest też uodpornienie systemu na nadużycia oraz zapewnienie poufności przesyłanych informacji [20].

## 4. Wnioski

W artykule przedstawiono obowiązujące standardy komunikacji multimedialnej, które są istotnym elementem systemów multimedialnych. Systemy takie znajdują coraz szersze zastosowania w wielu dziedzinach działalności człowieka m.in w przemyśle, edukacji, medycynie, pracy twórczej oraz rozrywce.

Ze względu na ciągle dokonujący się postęp technologiczny zarysowują się nowe trendy rozwojowe w zakresie komunikacji multimedialnej. Przede wszystkim chodzi o zwiększenie jej efektywności, a zarazem strony ekonomicznej poprzez jak najlepsze wykorzystanie przesyłanej informacji. Szczególnie istotna jest tu działalność podjęta w ramach standardu MPEG-4, oparta na koncepcji obiektów audiowizualnych [19].

Ważnym czynnikiem rozwoju systemów oraz komunikacji multimedialnej są nowoczesne, szerokopasmowe sieci dostępne [2, 3]. Do obiecujących technologii wykorzystujących tradycyjne połączenia telefoniczne należy zaliczyć ADSL (*ang. Asymmetric Digital Subscriber Line*) [2, 3]. Jej wdrożenie pozwoli na masową realizację wielu interaktywnych usług multimedialnych, np. VOD (*ang. Video On Demand*) czy telezakupy.

Problematyka rozwoju systemów multimedialnych obejmuje wiele różnorodnych zagadnień, począwszy od technik kompresji, poprzez multimedialne protokoły sieciowe RTP (*ang. Real-time Transport Protocol*) i systemy operacyjne RTOS (*ang. Real Time Operating System*), aż po narzędzia do tworzenia aplikacji, ochronę praw autorskich czy problemy poufności danych. Projektowanie i wdrażanie systemów multimedialnych wymaga interdyscyplinarnych zespołów grupujących specjalistów z wielu dziedzin szeroko rozumianej informatyki, telekomunikacji, elektroniki oraz docelowych użytkowników tych systemów.

## LITERATURA

- [1] Badique E.: Image Processing Activities in RACE Projects: An overview. *European Transactions on Telecommunications*, Vol.6, No.3, May-June 1995.
- [2] Chen C.-T.: Digital visual communications over telephone networks. *Journal of Visual Comm. and Image Representation*, Vol. 6, No. 2, June, pp. 97-108, 1995.
- [3] Konferencja Nowoczesne sieci dostępu. Instytut Łączności, Warszawa, 13-15 IX 1995.
- [4] Chen C.-T.: Video compression: Standards and Applications. *Journal of Visual Comm. and Image Representation*, Vol. 4, No. 2, June, pp. 103-111, 1993.
- [5] Krupiczka A.: Transformacja kosinusowa o zmiennym rozmiarze bloku do kompresji obrazów cyfrowych. Rozprawa doktorska, Politechnika Śląska, 1995.
- [6] Video Codec for Audiovisual Services at  $p \times 64$  kbit/s. CCITT Recommendation H.261, CDM XV-R37-E, CCITT, 1990.
- [7] Narrow-Band Visual Telephone Systems and Terminal Equipment. ITU-T Recommendation H.320, 1993.
- [8] Liou M.: Overview of the  $p \times 64$  kbit/s video coding standard. *Comm. ACM*, Vol. 34, No. 4, April 1991.
- [9] Early S.H., Kuzma A., Dorsey E.: The Video Phone 2500 - Video Telephony on the Public Switched Telephone Network. *AT&T Technical Journal*, Vol. 72, No. 1, Jan/Feb 1993.
- [10] Machrone B.: Seeing is almost believing. *PC Magazine*, June 14, 1994.
- [11] Labriola D.: Desktop videoconferencing. Candid camera. *PC Magazine*, April 25, 1995.
- [12] Transmission Protocols for Multimedia Data. ITU-T Recommendation T.120, 1995.
- [13] Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media at up to about 1.5 Mbit/s. ISO 11172, 1992.

- [14] Le Gall D.J.: MPEG: A video compression standard for multimedia applications. *Comm. ACM*, Vol. 34, No. 4, April 1991.
- [15] Generic coding of moving pictures and associated audio. ISO 13818, 1994.
- [16] Multimedia terminal for low bitrate visual telephone services over the GSTN. ITU-T Recommendation H.324.
- [17] Kunt M., Ikonomopoulos A., Kocher M.: Second Generation Image Coding Techniques. *Proc. IEEE*, vol.73, no.4, pp.549-574, Apr. 1985.
- [18] Cortez D., Nunes P., Menezes de Sequiera M., Pereira F.: Image segmentation towards new image representation methods. *Signal Processing: Image Comm* 6, 485-498, Elsevier 1995.
- [19] MPEG4 Proposal Package Description Revision 2. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 NO397, 1995.
- [20] Rapeli J.: UMTS: Targets, System Concept and Standarization in a Global Framework. *IEEE Personal Communications*, Feb. 1995.

Recenzent: Dr inż. Henryk Małysiak

Wpłynęło do Redakcji dnia 18 grudnia 1995 r.

## Abstract

The paper presents a review of multimedia communication standards. The table 1 characterizes selected multimedia communication applications. Descriptions and potential applications of the following standards are presented: H.261 (videoconferencing for ISDN lines), T.120 (transmission protocols for multimedia data), MPEG-1 (coding of moving pictures and associated audio for digital storage media at up to about 1.5 Mbit/s) and MPEG-2 (generic coding of moving pictures and associated audio). Next the development and research trends in this area are described: ITU-T Recommendation H.324 (multimedia terminal for low bitrate visual telephone services over the GSTN), MPEG-4 (audiovisual objects) and UMTS (Universal Mobile Telecommunication System).