

MULTIMÉDIA-HÁLÓZATOK

Technológiák, alkalmazások és szolgáltatások

Szabó Csaba Attila
Huszák Árpád
Petkovics Ármin

MULTIMÉDIA-HÁLÓZATOK

Technológiák, alkalmazások
és szolgáltatások

Szerkesztette
Szabó Csaba Attila



A könyv megjelenését a Magyar Tudományos Akadémia támogatta.



© Huszák Árpád, Petkovics Ármin, Szabó Csaba Attila, Typotex, Budapest, 2023
Engedély nélkül semmilyen formában nem másolható!

Lektorálta dr. Wersényi György

ISBN 978 963 493 233 8

Kedves Olvasó!

Köszönjük, hogy kínálatunkból választott olvasnivalót!

Újabb kiadványainkról és akcióinkról a www.typotex.hu
és a facebook.com/typotexkiado oldalakon értesülhet.

Typotex Kiadó

Alapította Votisky Zsuzsa, 1989

A kiadó az 1795-ben alapított Magyar Könyvkiadók
és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja.

Felelős kiadó: Németh Kinga

Felelős szerkesztő: Szabó Csaba Attila

Borítóterv és tördelés: Szalay Éva

TARTALOM

Előszó	13
1 Bevezetés.....	15
1.1 Célkitűzésünk.....	15
1.2 Történeti visszatekintés	18
1.3 A könyv tematikája és felépítése.....	23
Irodalomjegyzék	26
I. RÉSZ. KÖVETELMÉNYEK ÉS HÁLÓZATOK	27
2 Multimédia-alkalmazások és követelményeik a hálózatokkal szemben	29
2.1 Telefonálás.....	29
2.2 Tároltmédia-streaming.....	31
2.3 Élőmédiá-streaming.....	33
2.4 Videókonferencia.....	33
2.5 Összefoglalás.....	34
Irodalomjegyzék	35
3 Multimédiát továbbító hálózatok és jellemzőik.....	36
3.1 Távközlő hálózatok.....	36
3.2 Vállalati/intézményi hálózatok	40
3.3 Vezeték nélküli műsorszóró rendszerek	41
3.3.1 Földfelszíni műsorszórás	41
3.3.2 Műholdas műsorszórás	42
3.4 Kábeltelevíziós rendszerek	43
3.5 Mobilhálózatok.....	46
3.6 Az internet.....	49
3.7 Otthoni hálózatok	51
3.8 Összefoglalás.....	53
Irodalomjegyzék	54
II. RÉSZ. TECHNOLÓGIÁK ÉS PROTOKOLLOK.....	55
4 Hang-, kép- és videó-forráskódolás.....	57
4.1 Bevezetés.....	57

4.2 Hang és az emberi hallás.....	58
4.2.1 A hang fizikai leírása	58
4.2.2 Emberi hallás és pszichoakusztikus jelenségek.....	60
4.3 Fény és az emberi látás. Fotometria, színmérés	67
4.3.1 A fény fizikai leírása (radiometria).....	67
4.3.2 A fény pszichofizikai leírása (fotometria és kolometria)	70
4.4 A forráskódolás alapjai.....	80
4.4.1 Kvantálók	81
4.4.2 Kódolók.....	83
4.5 Audio-forráskódolás.....	84
4.6 Képkódolás.....	88
4.7 Videókódolás.....	94
4.8 Tárolóformátumok	99
4.9 Összefoglalás	101
Irodalomjegyzék	102
5 Audiorendszerek és megjelenítők	105
5.1 Hangrögzítés és audiorendszerek	105
5.1.1 Hangrögzítés.....	105
5.1.2 Audiorendszerek.....	107
5.2 Képmegjelenítők.....	110
5.2.1 LCD-, LED-, OLED-, plazmamegjelenítők	112
5.2.2 E-ink.....	116
5.2.3 Projektorok	117
5.2.4 UHDTV	119
5.3 Összefoglalás	121
Irodalomjegyzék	122
6 Multimédiát támogató hálózati protokollok.....	123
6.1 Bevezetés.....	123
6.2 Szállítási protokollok multimédia-átvitelhez: UDP Lite, SCTP.....	125
6.3 Médiakezelést támogató protokollok: RTP, RTCP, RTSP.....	128
6.3.1 RTP és RTCP	128
6.3.2 RTSP	131
6.4 IP-multicast: IGMP (IPv4), MLD (IPv6).....	133
6.5 QoS biztosítása IP-hálózatokban: IntServ, DiffServ.....	137

6.5.1 Bevezetés.....	137
6.5.2 Integrated Services (IntServ).....	139
6.5.3 Differentiated Services (DiffServ)	141
Irodalomjegyzék	146
7 HTTP-streaming.....	147
7.1 Alapelvek	147
7.2 HTTP Live Streaming (HLS)	148
7.3 MPEG Dynamic Adaptive Streaming (MPEG-DASH)	150
7.4 HTML5 Streaming.....	151
7.5 Összefoglalás	152
Irodalomjegyzék	153
8 Interaktív médiakommunikáció	154
8.1 Hívásvezérlés: H323	155
8.2 Hívásvezérlés: SIP.....	158
8.3 Multimédia-hívásvezérlés mobilhálózatokban: az IMS.....	165
8.4 Voice over IP	167
8.5 WebRTC.....	171
8.6 Gyártóspecifikus szolgáltatások: Skype.....	173
8.7 Összefoglalás	175
Irodalomjegyzék	175
9 Médiatároló és -elosztó rendszerek	176
9.1 Felhőalapú szolgáltatások (cloud services)	177
9.1.1 Felhőinformatikai szolgáltatási szintek, modellek.....	178
9.1.2 Felhőszolgáltatások biztonsága, típusaik hozzáférhetőségük alapján.....	180
9.2 Multimédia a felhőben (cloud multimedia).....	181
9.3 Tartalomelosztó hálózatok (Content Delivery Network, CDN)	182
9.3.1 A CDN-hálózatok felépítése.....	184
9.3.2 CDN-lekérések irányítása.....	185
9.4 P2P-alapú tartalomelosztás.....	187
9.4.1 P2P-alapú streaming	188
9.4.2 Nehézségek és megoldásaik a P2P-hálózatokban	190
9.5 Összefoglalás	192
Irodalomjegyzék	192

III. RÉSZ. MULTIMÉDIA-KOMMUNIKÁCIÓS SZOLGÁLTATÁSOK	195
10 Hang- és videó-műsorszórás	197
10.1 Analóg hangműsorszórás	197
10.1.1 Frekvenciasávok	198
10.1.2 Az analóg hangműsorszóró rendszer és fő elemei	199
10.1.3 FM-sztereó hangműsorszórás	202
10.1.4 RDS – Radio Data System	203
10.2 Digitális hangműsorszórás	204
10.2.1 Rendszerek és szabványok	205
10.2.2 A DAB-rendszer felépítése	205
10.2.3 A DAB elterjedtsége és a várható jövő	207
10.2.4 DRM – Digital Radio Mondiale	208
10.3 Digitális televízió-műsorszórás	209
10.3.1 Bevezetés: a videojel digitalizálása	209
10.3.2 Az MPEG-adatfolyamok	210
10.3.3 A DVB-S/C/T rendszertechnikája	215
10.3.4 Gyakorlati és üzleti kérdések	219
10.3.5 Mi lesz a digitális (földfelszíni) televíziózás jövője?	220
10.4 Összefoglalás	221
10.1 Függelék. Az OFDM-modulációról	222
10.2 Függelék. Feltételes hozzáférés MPEG/DVB-rendszerekben	224
Irodalomjegyzék	225
11 IPTV	226
11.1 Bevezetés	226
11.2 IPTV az előfizetők és a szolgáltatók szemszögéből	227
11.2.1 Mit nyújt az IPTV az előfizetőknek?	227
11.2.2 Szolgáltatói modellek és kihívások	228
11.2.3 Szolgáltatásminőség (QoS/QoE)	229
11.3 Az IPTV rendszertechnikája	231
11.4 Az IPTV protokollarchitektúrája	235
11.5 Élő adások vételének technikái az IPTV-ben	237
11.5.1 Csatornaváltás	237
11.5.2 Csomagok ismétlése	239
11.6 Helyzetkép, jövő	240
11.7 Összefoglalás	241
Irodalomjegyzék	242

12	Tartalomszolgáltatás az interneten: OTT.....	243
12.1	Lineáris és nemlineáris tartalomfogyasztás.....	244
12.2	Az OTT.....	245
12.2.1	OTT – IPTV.....	245
12.2.2	Műszaki kérdések.....	246
12.2.3	Az OTT ökoszisztémája.....	175
12.3	OTT-szolgáltatások.....	249
12.3.1	OTT-szolgáltatók.....	249
12.3.2	Európa és Magyarország.....	251
12.3.3	Szolgáltatási modellek.....	252
12.4	Hibrid TV (HbbTV).....	254
12.5	Összefoglalás: mit hoz a jövő?.....	257
	Irodalomjegyzék.....	258
IV.	RÉSZ. MULTIMÉDIA-ALKALMAZÁSOK.....	261
13	Telemedicina, telehealth.....	263
13.1	Történeti visszatekintés.....	264
13.2	A telemedicina technikái.....	266
13.2.1	Áttekintés.....	266
13.2.2	Adatátvitel.....	267
13.2.3	Audiovizuális rendszer.....	270
13.2.4	Diagnosztikai eszközök.....	271
13.3	Telemedicina-alkalmazások.....	272
13.3.1	Távkonzultáció.....	272
13.3.2	„Telestroke”-rendszerek.....	274
13.3.3	Távsebészet.....	274
13.3.4	Távmonitorozás.....	276
13.4	M-health.....	277
13.5	Emberi és gazdasági vonatkozások.....	279
13.6	Ambient Assisted Living: az intelligens környezet által segített életvitel.....	280
13.7	Összefoglalás.....	285
	Irodalomjegyzék.....	286
14	Audiovizuális együttműködés, e-learning.....	287
14.1	Videókonferencia-rendszerek.....	287
14.1.1	Történeti visszatekintés.....	287
14.1.2	Technikai alapok.....	290

14.1.3	Telepresence-rendszerek.....	293
14.1.4	Alkalmazási területek.....	295
14.1.5	Szoftveres konferenciarendszerek és -kliensek.....	297
14.2	E-learning.....	297
14.2.1	Távoli (virtuális) előadóterem.....	297
14.2.2	A webalapú (online) tanulás és technikái.....	298
14.2.3	Tanulásmenedzsment-rendszerek.....	300
14.2.4	Online kurzusok – MOOC.....	301
14.2.5	Blended learning.....	302
14.2.6	Távoli és virtuális laboratórium.....	303
14.3	Összefoglalás.....	305
	Irodalomjegyzék.....	305
15	Okosvárosok és alkalmazásai.....	307
15.1	Bevezetés.....	307
15.2	Adatgyűjtési koncepciók az intelligens városokban.....	310
15.3	Intelligens városok alkalmazásai.....	312
15.3.1	Szenzorhálózatokra építő alkalmazások.....	312
15.3.2	Közösségi érzékelés (crowdsensing).....	315
15.4	Az intelligens városok jövője, összefoglaló.....	320
	Irodalomjegyzék.....	321
16	Járműkommunikáció.....	322
16.1	Bevezetés, motiváció.....	322
16.2	Célkitűzések, kihívások.....	323
16.3	A C-ITS architektúrája.....	325
16.3.1	Közeghozzáférési réteg.....	326
16.3.2	Hálózati és szállítási réteg.....	327
16.3.3	Facilities réteg.....	328
16.4	Napjaink V2X alkalmazásai.....	329
16.5	Összefoglalás.....	332
	Irodalomjegyzék.....	335
17	Digitális fényképezés.....	336
17.1	A fényképezés története.....	336
17.2	A fényképezés fizikája.....	338
17.2.1	Gyűjtőlencse.....	338

17.2.2 Fókuszálás	341
17.2.3 Fotoelektromos hatás	342
17.2.4 Bayer-féle szűrőrács	343
17.2.5 CMOS- és CCD-fény szenzorok	343
17.2.6 Hisztogram	346
17.3 Digitális fényképezőgép-családok	347
17.3.1 Kompakt fényképezőgépek	347
17.3.2 „Bridge”-fényképezőgépek	348
17.3.3 Digitális tükörreflexes fényképezőgépek (DSLR-ek)	349
17.3.4 MILC: tükör nélküli, cserélhető objektív fényképezőgépek	351
17.4 A záridő-blende-érzékenység „háromszöge”	353
17.4.1 Záridő	353
17.4.2 Blende/rekeszérték	355
17.4.3 Fényérzékenység (ISO)	358
17.5 Összefoglalás	359
Irodalomjegyzék	360
18 Videózás és filmkészítés	362
18.1 Bevezetés	362
18.2 A filmezés előtt	363
18.2.1 Alkotói tevékenység	363
18.2.2 Nem alkotói előkészítés	365
18.3 Forgatás	366
18.3.1 Kamerák	366
18.3.2 Egy kis cinematográfia	371
18.3.3 Tanácsok saját videókészítéshez	378
18.4 Utómunka	380
18.4.1 Rögzítés, terjesztés, vetítés	380
18.4.2 Szerkesztés: a művészi oldal	381
18.4.3 Szerkesztés: a technikai oldal	382
18.5 Összefoglalás	382
18.6 Függelék: Apple iMovie bevezető	383
Irodalomjegyzék	384
Betűszavak jegyzéke	385

ELŐSZÓ

Ez a szakkönyv a multimédia-technológiákat, -szolgáltatásokat és -alkalmazásokat újszerű, egységes és gyakorlatorientált módon tárgyalja.

A könyv megírását az motiválta, hogy a multimédia-kommunikáció egymással összefüggő témái nem találhatók meg egyetlen szakkönyvben vagy egyetemi jegyzetben. Ezért fő célkitűzésünk az volt, hogy az egymáshoz kapcsolódó, egymást feltételező szakterületeket egységes tárgyalásban, a szükséges mélységben lefedjük, áttekintő képet adva azokról a kommunikáció és a hálózatok nézőpontjából.

Kiindulásként összefoglaljuk a multimédia-alkalmazások *specifikus igényeit a továbbító hálózatokkal szemben*. Ezután áttekintjük a *hálózatok fő jellemzőit*, hogy tisztában legyünk azzal, milyen lehetőségeket nyújtanak a multimédia továbbítására, és mely korlátozásokkal kell számolnunk. Megvizsgáljuk, milyen speciális *továbbítási módszerek és protokollok* állnak rendelkezésre a médiaátvitel támogatására. Részletesen foglalkozunk azokkal a módszerekkel, amelyek segítségével alkalmassá tehetjük a multimédia források jeleit a hálózatokon történő továbbításra, specifikusan a *tömörítő forráskódolás eljárásaival*. A technikai alapok megismerését követően a *multimédia-kommunikációs szolgáltatásokat* vesszük sorra, kezdve a *digitális műsorterjesztő rendszerekkel*, folytatva a menedzselte hálózaton történő, IP-alapú műsorterjesztés, az *IPTV* rendszertechnikájával és szolgáltatásaival, és a szintén IP-alapú, de a nyilvános *interneten történő tartalom-szolgáltatással*. Ezután a *multimédia-alkalmazások* már ma is fontos és nagy jövő előtt álló kulcsterületeinek szentelünk egy-egy fejezetet: ezek a *telemedicina és a telehealth* (távgyógyászat és távegészségügy), az *audiovizuális kollaboráció, az intelligens környezet* alkalmazásai és a *járműkommunikáció*. Mindegyik területen alapvető a multimédia-információ alkalmazása, és kulcsfontosságú a multimédia-információnak a hálózatokon történő elvárt minőségű továbbítása. Az *utolsó rész* két fejezete a *kép- és videótartalom előállításával* foglalkozik: a *digitális fényképezéssel* és a *videózás és filmkészítés* alapjaival, és ahhoz nyújt segítséget, hogy a felhasználók minél jobb képeket és videókat készítsenek és tegyenek közzé vlogjaikban, a Facebookon és társaiban.

Felhívjuk a figyelmet arra, hogy a fentiek önálló szakterületek, amelyekkel külön egyetemi tantárgyak és szakkönyvek foglalkoznak. Ezek közül néhányat a fejezetek végén lévő irodalomjegyzékben ajánlunk az egyes témakörökben való alaposabb tájékozódáshoz.

A multimédia-kommunikáció egyszerre régi és új terület. Hosszú múltra tekint vissza, napjainkban pedig rendkívül gyorsan fejlődik, mind a szolgáltatások, mind azok

technikai eszközei terén. A humán vonatkozásokat illetően is gyors átalakulásnak vagyunk tanúi a médiafogyasztás platformjait és a fogyasztók szokásait illetően. Ezért várható, hogy könyvünk egyes részei egy idő múlva már nem lesznek eléggé frissek. Igyekezünk mindenütt jelezni, hogy az elmondottak a könyv megírása idején, tehát 2019-ben voltak érvényesek. Ennek alapján a későbbi olvasó könnyen utána tud nézni a bekövetkezett változásoknak.

A szerzők köszönetüket fejezik ki a kézirat szakmai véleményezőinek, akik számos hasznos tanáccsal segítettek a könyv elkészítését. Köszönet illeti mindenekelőtt *dr. Wersényi Györgyöt*, a Széchenyi István Egyetem professzorát, aki a könyv szakmai lektora volt. Hálaság vagyunk továbbá egy-egy fejezet véleményezéséért a következőknek: *Benkó Tamás* operatőr, rendező, *dr. Bokor László* egyetemi docens (BME HIT), *dr. Cserhádi Zoltán* (Simmelweis Egyetem), *Csorba Dávid* mérnökinformatikus (Elevake Hungary Kft.), *dr. Gódor István* tudományos főmunkatárs (Ericsson Research), *dr. Lencse Gábor* egyetemi tanár (Széchenyi István Egyetem és BME HIT), *dr. Pekár Adrian* egyetemi adjunktus (BME HIT), *dr. Temesi Tibor* (Silicon Computers). Volt tanszéki kollégáink, *dr. Kovács Imre*, *dr. Lois László* és *Sebestyén Ákos* sok éven át tanították a mediakódolás és műsor-szórás tárgyait. A „Szélessávú mediatovábbító rendszerek”, „Médiatechnológiák” és „Médiakommunikáció” című tantárgyak előadási anyagainak egyes ábráit felhasználtuk a 4., 10. és 11. fejezetekben, amiért köszönetet mondunk.

Köszönetet mondunk továbbá a BME Villamosmérnöki és Informatikai Kar vezetésének a könyv első változatának egyetemi jegyzet formájában történt elkészítéséhez nyújtott támogatásáért.

1 BEVEZETÉS

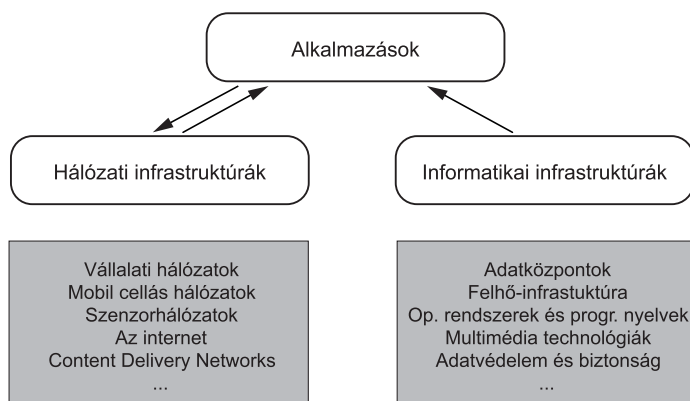
1.1 Célkitűzésünk

Ez a könyv a multimédia-kommunikációval vagy más szóval a hálózati multimédiával (*networked multimedia*) foglalkozik. Célkitűzésünk: kiindulópontokat és alapokat nyújtani ahhoz, hogy az ezeket az ismereteket elsajátítók képessé váljanak a hálózaton nyújtott multimédia-alkalmazások és -szolgáltatások tervezésére, valamint a multimédia-hálózatok és -rendszerek megvalósításán és üzemeltetésén való tevékenységre.

Ma az alkalmazások – kevés kivételtől eltekintve – hálózati alkalmazások. Hálózatokon működnek, azaz feltételezik, hogy az alkalmazást nyújtó infrastruktúrához (szerver, felhő stb.) a felhasználók valamilyen kommunikációs hálózaton férnek hozzá. Ez lehet erre a célra létrehozott és üzemeltetett, dedikált rendszer, mint amilyenek a hagyományos műsorszóró rendszerek, vagy – ma egyre növekvő mértékben – a nyilvános internet.

A *hálózati* alkalmazások fejlesztése és működtetése két nagy pilléren nyugszik:

- informatikai infrastruktúrák és eszközök,
- hálózati infrastruktúrák és szolgáltatások (1.1 ábra).



1.1 ábra. *A hálózati alkalmazások pillérei*

Milyen mérnöki feladatok elvégzésére kell felkészülnünk a hálózatokon nyújtott multimédia-alkalmazások és -szolgáltatások fejlesztése során? Két alapvető feladatra:

Az esetek egy részében *egy adott hálózati rendszerre vagy szolgáltatásra épülve* kell megtervezni és kifejleszteni az alkalmazást. Ezt jelzi a felfelé mutató nyíl. A tervezés csak akkor lehet sikeres, ha jól ismerjük azt a hálózatot, rendszert, amelyen működtetni akarjuk, vagy azt a hálózati szolgáltatást, amelyet használni akarunk, azok jellemzőit, lehetőségeit és korlátait, beleértve üzemeltetési és gazdasági szempontokat is. Ezzel az esettel állunk szemben, amikor egy távközlési szolgáltató a meglévő hálózatának vagy szolgáltatásának jobb kihasználása érdekében fejleszt új szolgáltatást. Ilyen feladatok vállalati hálózatok esetén is felmerülnek, különösen érdekes, ha több telephelyes nagy cégekről, multinacionális vállalatokról van szó.

Az esetek másik részét illusztrálja a lefelé mutató nyíl, amely arra utal, hogy egy új alkalmazás tervezése esetén *ki kell választani a legmegfelelőbb hálózati infrastruktúrát vagy szolgáltatást* a rendelkezésre állók közül, vagy ha ilyen nem találunk, *tervezni kell új hálózatot*, az alkalmazás igényeiből kiindulva. Példa: egy önkormányzat intelligens városi alkalmazásokat akar fejleszteni és működtetni. Ehhez meg kell vizsgálni, hogy a különböző távközlési szolgáltatók mit tudnak nyújtani, és ha technikailag megfelel a szolgáltatásuk, akkor hajlandók-e speciális, partneri üzleti konstrukcióra. Ha a szolgáltató erre nem, vagy csak kis engedményekre hajlandó, az önkormányzat dönthet úgy, hogy inkább maga épít ki infrastruktúrát. Ehhez ki kell választani a legalkalmasabb hálózati technológiát (például Wi-Fi mesh), és meg kell terveznie a hálózatot és annak üzemeltetését.

A multimédia-kommunikáció komplex terület. Mindenekelőtt ismernünk kell a multimédia-alkalmazások specifikus igényeit a továbbító hálózatokkal szemben. Szükségünk van a hálózatok jellemzőinek ismeretére, arra, hogy milyen lehetőségeket nyújtanak a multimédia továbbítására, és mely korlátozásokkal kell számolnunk, milyen speciális továbbítási módszerek és protokollok állnak rendelkezésre a médiaátvitel támogatására. Tisztában kell lennünk azokkal a módszerekkel, amelyek segítségével alkalmassá tehetjük a multimédia-források jeleit a hálózatokon történő továbbításra, specifikusan a tömörítő forráskódolás eljárásaival. És akkor még nem beszéltünk a platformok sokféleségéről, amelyeken a felhasználók „fogyasztják” a multimédia-tartalmat, és jó néhány további kapcsolódó kérdésről. Végül még egy fontos aspektus: mindez a klasszikus távközlés, a műsorszórás és az internetes multimédia-előállítás, terjesztés és fogyasztás konvergenciafolyamatába beágyazottan jelentkezik.

A fentiek különálló szakterületekként jelennek meg egyetemi tantárgyakban és a szakirodalomban. Célunk, hogy mindezeket az egymáshoz kapcsolódó, egymást feltételező szakterületeket egységes tárgyalásban, a szükséges mélységben lefedjük. Ebből a szempontból könyvünknek és azon tárgyaknak, amelyeknek segédanyagául szolgál, célkitűzése, tematikája és tárgyalási módja egyedülállónak tekinthető. Ugyanakkor felhívjuk a figyelmet arra, hogy az egyes témakörökben való elmélyüléshez számos kitérő szakirodalom áll rendelkezésre, amelyekből néhányat a fejezetek végén lévő irodalomjegyzékben fel is fogunk tüntetni.

Mivel már a fentiekben is sokszor szerepelt a média, multimédia szó, jöjjön most egy kis fogalommagyarázat! Annál is inkább szükség van erre, mert ezek a megnevezések többféle értelemben használatosak a hétköznapi beszédben és a szaknyelvben. A „médiium” többes számban: „média” (vagy médiumok), jelentése: közvetítő eszköz, közeg, hordozó. A hétköznapi ember leginkább tömegkommunikációs eszközként találkozik ezekkel, ide tartozik a nyomtatott sajtó, a rádió- és televízióműsor, az internetes média.

Mi szűkebb és speciális értelemben használjuk a fenti kifejezéseket: *médiumokon* értjük az emberi (esetleg gépi) érzékelés számára továbbított *információ különféle hordozóit*. Ilyenek a beszéd, zene, kép, videó, mozifilm, a film kísérvhangja, szöveg, de ide tartoznak kevésbé hétköznapi „információhordozók” is, mint a tapintás, illat, íz, amelyek továbbítása és reprodukciója már nem is annyira a „jövő zenéje”. Megemlíthetjük még a testbeszédet és arcmimikát mint információt hordozó médiumokat, vagy gépi multimédiánál a virtuális valóságot, azaz a gép által generált környezetet, benne virtuális résztvevőkkel.

A *multimédia* szigorúan véve egynél több médium egyidejű használatát jelenti, ezért például egy mobilbeszélgetés nem multimédia, de szöveg továbbítása képekkel együtt már az. Mi azonban nem fogjuk ezt a megkülönböztetést alkalmazni, és általában a multimédia kifejezést fogjuk legtöbbször használni. Megjegyezzük, hogy korábban a számítógépes médiát nevezték multimédiának, ezért egy ideig az akkor még gyengébb minőségű számítógépes és internetes médiakommunikációt azáltal próbálták megkülönböztetni a stúdióminőségű, illetve a műsorszórásban továbbított hangtól és képtől, hogy utóbbi esetben nem multimédia-, hanem *médiakommunikációt* emlegettek. Ma már ennek nincs jelentősége, ezért mi a multimédiát és médiát szinonimaként, vegyesen használjuk. További pontosításhoz lásd még a HTE Fogalomtárát [6].

A fogalommagyarázatot egy szokatlan példával zárjuk, amelynél a kommunikáció ma még futurisztikusnak tűnik: multimédiának nevezhető egy jó éttermi fogás élvezete (1.2 ábra), amelynél a vizualitás, az íz és az illat mint médiumok játszanak egyidejűleg szerepet. Lehet, hogy ma még ezt a multimédiát hálózaton csak abban a változatban lehet továbbítani és fogyasztani, hogy az étteremből – a mobilunk segítségével – audiovizuális közvetítéssel mutatjuk meg a képeket barátainknak, és szóban kommentáljuk az illatokat és ízeket... Hasonlóan ahhoz, ahogyan ez a virtuális borkóstolásnál történik: a bemutatón élően, videókonferencia segítségével lehet részt venni, de a kóstolandó borokat a jelentkezőknek előre elküldik postán.

Végül egy adat a hálózati multimédia fontosságáról. A Cisco Systems rendszeresen közzéteszi a hálózati videóforgalom előrejelzését [8]. Eszerint 2017-ben az IP-hálózatokon a teljes forgalom 75%-át tette ki a videóforgalom, és volumene 2022-ig meg fog háromszorozódni! A jelentésben számos további érdekes adatot találhatunk.

1.2 ábra. *Multimédia az étteremben...*

1.2 Történeti visszatekintés

A multimédia-kommunikáció vagy hálózati multimédia egyszerre régi és új terület. Az internetes kép- és videómegosztó szolgáltatások, az internetes rádió és tévé alig egy évtizedes múltra tekinthetnek vissza, a közösségi hálókkal való integráció még kevesebbre. Ugyanakkor a hálózati multimédia a telefonálás és rádió-műsorszórás kezdetéhez nyúlik vissza, sőt akár még korábbra is, a morzetávíró megjelenésére, amely az első adatátviteli szolgáltatás volt a 19. század közepétől kezdve. A távírót a beszédkommunikáció, azaz a telefónia megjelenése követte. Alexander Graham Bell 1876-os találmánya és első demonstrációja óta már csaknem másfél évszázad telt el. Hazánkfia, Puskás Tivadar híres „telefonhírmondója” 1893-tól működött évtizedeken át. Ez akár már az első multimédia-szolgáltatásnak is tekinthető, mert hír- és zenei műsorokat nyújtott a telefonhálózaton (1.3 ábra).

A *földfelszíni rádióműsor-sugárzás* éppen *egy évszázados* múltra tekinthet vissza. Alapjait több kiváló fizikus és feltaláló fektette le, közülük leginkább három nevet szoktak emlegetni: Guglielmo Marconi, Nikola Tesla és Alexander Popov nevéét. Ők azok, akik szinte egyidejűleg, 1896 és 1898 között, egymástól függetlenül mutatták be találmányaikat, amelyekkel rádiófrekvenciás átvitelt valósítottak meg különböző körülmények között és távolságokra. Közülük mégis Marconit tartják leggyakrabban a „rádió feltalálójának”. Ennek alapja, hogy Marconi nemcsak feltaláló volt, hanem az új technikát egyrészt időben szabadalmaztatta (egyébként Tesla is, és hosszú „szabadalmi

háború” kezdődött közöttük, amelyet végül Tesla nyert meg), és be is vezette a gyakorlatba. Ma úgy mondanánk, hogy Marconi megvalósította a teljes innovációs láncot, a kutatási eredménytől a kereskedelmi szolgáltatásig.



1.3 ábra. Zenei közvetítés a Telefonhírmondó stúdiójából 1901-ben

(Forrás: http://en.citizendium.org/wiki/Image:Stentor_reading.jpg, szerzői jogok lejártak)

Ezt követően két évtizednek kellett eltelnie, hogy számos bemutató és kísérleti adás után 1919-ben és 1920-ban megkezdhessék működésüket az első kereskedelmi (értsd: hivatalos engedéllyel rendelkező, nyilvános) rádióállomások Hollandiában, Angliában, az Egyesült Államokban és Argentínában. Ezzel indult meg világszerte a hivatalos rádióműsorszórás, amely tehát a jelen munka megírása idején (2019) éppen százéves. Rövidesen sor került az első mobilalkalmazásra (1920-as évek, USA), és még egy fontos mérföldkövet kell megemlítenünk: a frekvenciamoduláció feltalálását, amely E. H. Armstrong nevéhez és az 1935-ös évszámhoz kapcsolódik. Ezt követően terjedt el az FM-műsorszórás.

Ami a *televízió-műsorszórás*t illeti, azt gondolnánk, hogy mivel lényegesen fejlettebb és bonyolultabb technológiáról van szó, jóval később is jött létre a rádiózáshoz képest. Valójában az alapozó találmányok és az első adások nem nagy késéssel követték a rádióműsorszórás hasonló eseményeit. Az első, még mechanikus képletapogatási technika, az úgynevezett Nipkow-tárcsa bemutatása 1884-ben történt, igaz, az első működő tévérendszert csak a múlt század húszas éveinek elején mutatták be. A nagy áttörést az elektronikus adócsövek egyre fejlettebb változatai jelentették. Sajnálatosan kevésbé ismert, hogy ebben

a folyamatban magyar feltaláló, Tihanyi Kálmán is kulcsszerepet játszott, az ő töltés-tárolási elvén alapult az amerikai RCA cég adócsöve, az „iconoscope”. Közismertebb, hogy az első nyilvános tévéadás 1936-ban történt a berlini olimpiáról. A színestelevízió-rendszerek az ötvenes években jelentek meg.

Ma a multimédia-továbbítás és a tartalomfogyasztás egyre növekvő mértékben a nyilvános interneten zajlik, a világhálón, amelynek infrastrukturális alapját annak idején alapvetően számítógépek közötti adatátvitel céljára hozták létre. Az internet e könyv első változatának megírása idején lett éppen ötvenéves. 1969. október 29-én került sor az első üzenetváltásra két kaliforniai számítógépközpont között. Ezt az eseményt az UCLA (University of California at Los Angeles) egyetemen elhelyezett emléktábla a következő szöveggel tanúsítja: „*On October 29, 1969, at 10:30 p.m., the first Internet message was sent from this site. It traveled in separate packets...*” Létrejöttében és későbbi fejlődésében néhány nagy ember játszott kulcsszerepet, tevékenységük jelentősége összemérhető bármelyik világhírű fizikusával vagy matematikusával. Őket nevezik az „internet atyjainak”, „The Fathers of Internet” (1.4 ábra). Mivel viszonylag friss ez a történelem, ezek a nevek még nem váltak általánosan ismertté a köztudatban. Közülük az úttörő *J. C. R. Licklider* volt, az Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma alá tartozó ARPA (Advanced Research Project Agency, később DARPA) munkatársa, aki 1960-ban (!) már összekapcsolt számítógépekről beszélt, és először vizionálta az ember-gép kapcsolatot.

Egy másik jelentős személyiség, *Paul Baran*, szintén ennek a szervezetnek a munkatársa, azon dolgozott, hogy az akkor létezőknél sokkal kevésbé sebezhetőbb hálózatokat hozzon létre, amelyek túlélnék sokféle támadást, és mindaddig kommunikációképesek maradnak, amíg két csomópont marad. Baran eljutott a centralizált topológiától a decentralizálton keresztül a szétosztott topológiáig, amely ma nemcsak az internet, hanem minden nagyobb csomagkapcsolt hálózat jellegzetessége.

Az ARPANET megtervezése, a megvalósítás vezetése elsősorban *Lawrence Roberts* nevéhez fűződik. Roberts mellett talán a legismertebb személy, aki az első számítógép-hálózat megszületésénél bábáskodott, *Leonard Kleinrock* volt. Valószínűleg ő fogalmazta meg elsőként a csomagkapcsolás elvét, amely az elosztott topológiával együtt az ARPANET-hálózat alappillérei lettek. Az 1.5 ábra mutatja az első csomagkapcsoló gépet, amit akkor „Interface Message Processor”-nak neveztek. Kleinrock csapata hozta létre az UCLA-n az ARPANET első csomóponti kapcsológépét, amely az ábra jobb oldali részén látható szekrény volt.

Ezt követően az ARPANET elkezdett rohamosan fejlődni és növekedni. Az 1971-es állapotot az 1.6 ábra mutatja. Európában is létrejöttek az első számítógép-hálózatok: Franciaországban a Cyclades, Angliában is egy hasonló hálózat.

Az ARPANET-hez kapcsolódó nagy nevek sorában még meg kell említenünk *Robert Kahn* és *Vinton Cerf* nevét, akik létrehozták a TCP-t (Transmission Control

Protocol). Ez 1974-ben történt, de csak jóval később, 1984-ben lett az ARPANET és az internet hivatalos, végpontok közötti megbízható átvitelt biztosító szállítási protokollja. A TCP-t és a csomagtovábbítást megvalósító IP-t (Internet Protocol) együttesen TCP/IP-ként emlegetjük, amelyek mind a mai napig a számítógép- és adathálózatok működésének alapját képezik.



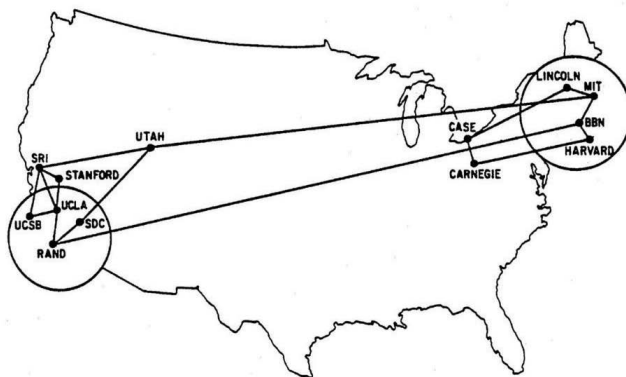
1.4 ábra. Kis internet-arc képcsarnok. Balról jobbra, fent: J. C. R. Licklider, Paul Baran, Leonard Kleinrock; lent: Vinton Cerf, Robert Kahn, Vannevar Bush, Tim Berners-Lee

(Forrás: Wikipédia, montázs a számos helyen megtalálható, forrásmegjelölés nélkül közzétett arc képekből)



1.5 ábra. Az internet kezdete. Leonard Kleinrock és az első csomagkapcsoló gép

(Forrás: <https://history-computer.com/Internet/Birth/Kleinrock.html>)



1.6 ábra. Az ARPANET 1971-ben
(Forrás: Wikipédia, számos helyen, forrásmegjelölés nélkül)

Az internet másik fontos komponense a Web, a WWW – World Wide Web, a világháló, amelyen a klasszikus és újabb internetalkalmazások egész sora alapul. A WWW történetében is kerek évfordulóról, a harmincévesről beszélhetünk 2019-ben. Ebben az esetben is, csakúgy, mint a számítógép-hálózat létrehozóinak sorában, egy olyan nagy emberrel kell kezdenünk, akit szintén kevesen ismernek. Ő *Vannevar Bush*, aki nagyon régen, közvetlenül a második világháború befejezése körül fektetett le egy igen fontos elvet, amit úgy hívunk, hogy asszociatív keresés. Ő gondolt először arra, hogy nemcsak lineárisan kereshetünk, ahogy egy könyvet olvasunk, hanem ahogy az emberi agy általában dolgozik, asszociatív módon. Vannevar Busht szokták a „hipertext” elv atyjának tekinteni.

A hipertext elv és kiterjesztése, a hipermédia világméretű alkalmazása azonban még váratott magára. Ehhez előbb az kellett, hogy a webkonceptió megszülessen. 1989-re tehető az a felfedezés értékű alkotás, amely *Tim Berners-Lee* nevéhez fűződik. Berners-Lee társával együtt dolgozta ki a genfi CERN-ben, a világhírű atomkutató központban a hálózatba kapcsolt webszerverek koncepcióját és az azokon tárolt információ hipertext/hipermédia-alapú kereshetőségét, a vállalaton belüli információtárolás és kommunikáció hatékony megvalósítása céljára. Innen viszont már csak egy kis lépés volt a webkonceptió kiterjesztése az akkor már világméretű internetre, ez volt a WWW kezdete. Azóta a WWW második generációja, a Web2.0, a közösségi momentummal gazdagított Web, a *közösségi média* időszakát éljük.

A közösségi média fő elemei a *személyes tartalom*, a *megosztás* és a *közösségi interakciók* (ajánlások, annotációk, blogok stb.) az illető felhasználók kapcsolati hálóján. A felhasználók által előállított tartalom alapvetően multimédia: kép (fotók), hang, videó. A megosztásra ennek megfelelően vannak szakosodott szolgáltatások (flickr, YouTube és társaik), és

a legelterjedtebb közösségi háló, a Facebook. Utóbbi ma már lényegesen sokrétűbb közösségi kommunikációt tesz lehetővé, mint amikor kitalálták az egyik amerikai egyetemen az új hallgatók egymás megismerésének segítésére azzal, hogy ki-ki közzéteszi a fotóját és a profilját. A Facebookon már jó ideje videókat is közzé lehet tenni, sőt megjelent a FaceBook Watch, amelyen tévéműsorokat is lehet nézni. A legnagyobb, legsikeresebb közösségimédia-projekt, a Wikipédia mindennapjaink része. Hatalmas tudástár, amelynek előnye, hogy mivel nagy létszámú közösség szerkeszti, szinte mindent meg lehet találni benne. Hátránya, vagy mondjuk inkább, sajátossága, hogy mivel nyílt, kollaboratív, közösségi szerkesztésű, központi szervezés, lektorálás nélkül, az egyes fogalmak minősége esetleges, attól függ, mennyire igényesen dolgozta ki azt az adott szerkesztői csoport. Minőségbiztosítás tehát nincs, a módosításokat lehet csupán követni, és azok figyelembevételével tovább szerkeszteni. Ezzel együtt is igen hasznos segédeszköz ahhoz, hogy egy-egy témában az első ismereteket megszerezzük, de forrásként leginkább az idézett publikált anyagokat szabad felhasználni. További közösségimédia-projektek a Wikimédia Alapítvány támogatásával a Wiktionary és a Wikibooks.

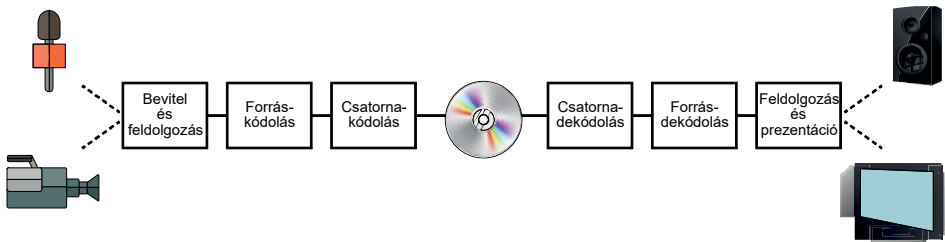
Nagyon érdekes időköt élünk tehát a médiakommunikációt illetően, amelyre könyvünkben is igyekszünk több helyen reflektálni.

1.3 A könyv tematikája és felépítése

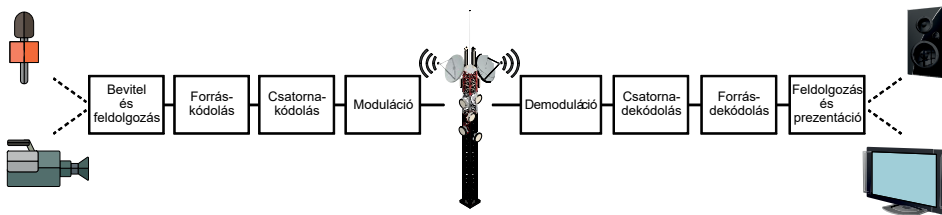
Ahogy már említettük, a multimédia-kommunikáció komplex terület, több fontos információfeldolgozási és -továbbítási kérdéskört foglal magában. Az 1.7 és 1.8 ábra mutat rá ezekre a kérdésekre, a *mediatárolás*, illetve a *mediatovábbítás* rendszereinek blokk-sémáin. A fizikai forrásjelet általában feldolgozásnak vetjük alá, például sávhatároljuk. Ezután az egyik legfontosabb művelet következik, a *forráskódolás*, amelynek célja a nyers adatsebesség – általában jelentős mértékű – csökkentése, a tárolási igény, illetve a szükséges továbbítási sebesség csökkentése céljából. Ezt követi egy másik fontos kódolási feladat, amelynek célja a továbbítandó jelek alkalmassá tétele a zajos, zavarokat tartalmazó, a jeleket nagymértékben csillapító és más káros hatásokat okozó kommunikációs csatornákon történő átvitelre. A forráskódolás során redundanciát csökkentünk, a csatornakódolás során pedig általában redundanciát adunk a továbbítandó jelhez a csatornához való alkalmazkodás céljából. Ide tartoznak egyfelől a hibákkal szembeni védekezés általános módszerei, ezeket hibajavító kódolásnak nevezzük (angolul: FEC – Forward Error Correction), másfelől az adott csatornához való alkalmazkodást, a specifikus hibákkal szembeni védekezést megvalósító *csatornakódolási* módszerek. Az utóbbi funkcióval már átlépünk a következő funkcióra, a *modulációra*, amelyben a kódolt bitsorozatot csatornaszimbólumok sorozatává alakítjuk át. Ettől az átalakítástól és a megválasztott modulációs módszertől (például QAM, OFDM, lásd később) függ

az, hogy mennyire lesz hatékony a csatorna sávszélességének kihasználása, és mennyire lesz a továbbított jel ellenálló a csatorna zavaraival szemben. Kódolóra és dekódolóra a tárolásos rendszerben is szükség van, az egyes hordozó közegeken való tárolás során bekövetkező hibák ellen hasonlóképpen védekeznünk kell, a modulátor-demodulátor viszont értelemszerűen hiányzik. A vevőoldalon a fenti műveletek fordítottját végezzük el: demodulálást, hibajavítást és a forrásjel visszaállítását a megjelenítő számára.

Tematikánk elsősorban a *kódolási* és a *továbbítási* rendszerekre koncentrál. A multimédia-tartalom előállításával, megjelenítésével kevésbé mélyen és kisebb terjedelemben foglalkozunk. Nagy hangsúlyt fektetünk azonban a korszerű multimédiát szolgáló rendszerekre, szolgáltatásokra és alkalmazásokra.



1.7 ábra. *A multimédia-kommunikációs rendszer felépítése: tárolás*



1.8 ábra. *A multimédia-kommunikációs rendszer felépítése: továbbítás*

A könyv 19 fejezetből áll, négy részben csoportosítva.

Az I., „*Követelmények és hálózatok*” című résznek a jelen bevezetést követő két fejezetében a multimédia-alkalmazásoknak a *hálózatokkal szemben támasztott követelményeit* vesszük számba, valamint áttekintjük a multimédiát továbbító *hálózatokat és jellemzőiket*.

A II. rész – „*Technológiák és protokollok*” címmel – a könyv súlyponti témáit tartalmazza. Az első, terjedelmes fejezet a *hang-, kép- és videó-forráskódolás* módszereivel és szabványaival foglalkozik. A következő fejezet témája a *médiaformátumok és -megjelenítők*. Ezt egy szintén alapozó fejezet követi, a „*Multimédiát támogató hálózati protokollok*”. Ebben

azt vizsgáljuk meg, milyen képességekkel kell kiegészíteni az IP-hálózatok alapvető protokolljait, magát az IP-t, illetve a két szállítási protokollt a médiaforgalom támogatásához. Itt tárgyaljuk a szolgáltatásminőséget biztosító módszereket is. A következő két fejezet, a „*HTTP-streaming*” és az „*Interaktív médiakommunikáció*” két alapvető multimédia-kommunikációs szolgáltatás, az egyirányú médiaátvitel és -terjesztést megvalósító streaming, illetve az interaktív kommunikáció technológiáit tárgyalja. A technológiákat tárgyaló részt a „*Médiatároló és -elosztó rendszerek*” című fejezet zárja.

A *III. részben a multimédia-kommunikációs szolgáltatásokkal* foglalkozunk. Kezdjük a klasszikus és a televíziózásban ma már általánossá vált *digitális műsorterjesztő rendszerekkel*. Ezek még jó ideig megőrzik jelentős szerepüket a műsortovábbításban, s ugyan már nem várhatunk jelentős műszaki innovációkat, de az alkalmazásfejlesztés és üzemeltetés számos szakembert igényel, akik számára lényeges a rendszerek alapos ismerete. A következő fejezetben a menedzselten hálózaton történő, IP-alapú műsorterjesztéssel, az *IPTV*-vel, annak rendszertechnikájával és szolgáltatásaival foglalkozunk. A szintén IP-alapú, de a *nyilvános interneten történő tartalomszolgáltatás* részaránya a hagyományos szolgáltatásokhoz képest rohamosan növekszik, ennek a specifikus kérdéseit tárgyaljuk a rész utolsó fejezetében.

A *IV. részben a multimédia-alkalmazások* már ma is fontos és nagy jövő előtt álló kulcsterületeinek szentelünk egy-egy fejezetet. A *telemedicina* és a *telehealth* (távgyógyászat és távegészségügy) egyre nagyobb szerepet kap az egészségügyben, a jelszó: oda vigyük a gyógyítást, ahol a beteg van. Az *audiovizuális kollaborációnak* a vállalatok, intézmények működésében fontos szerepe van, eszközei a videókonferencia-rendszerek, amelyek az e-learning módszertanában is szerepet kapnak. Az *intelligens környezet* alkalmazásai fontosságát aláhúzó, elegendő az úgynevezett „okosvárosokban” sok helyen fejlesztés alatt álló, máshol már megvalósított intelligens parkolórendszereket megemlíteni. A legújabb terület a *járműkommunikáció* járművek között, illetve a járművek és a környezet között a vezetés segítése, a biztonság növelése, a forgalom hatékonyabb irányítása céljából, s a jövőben fontos szerepe lesz az önvezető járműveknek. Mindegyik területen alapvető a multimédia-információ alkalmazása, és kulcsfontosságú a multimédia-információnak a hálózatokon történő elvárt minőségű továbbítása. Gondoljunk csak a telemedicina szakterületen a távsebészeti alkalmazásokra.

Közismert, hogy a multimédia-hálózatokon, mindenekelőtt az interneten egyre nagyobb részarányt képez a *felhasználói tartalom*. Az *V. rész* két fejezete a *kép- és videótartalom előállításával* foglalkozik. Ezek az alapvetően technikai anyagunkban „kakuktkotás” jellegűek, de fontosnak tartjuk, hogy útmutatót nyújtsunk ahhoz, hogy a felhasználók jobb képeket és videókat készítsenek és tegyenek közzé vlogjaikban, a Facebookon és társain. Egyben a „szárazabb” fejezeteket követően az olvasó és az anyagunkat tanuló számára kikapcsolódást nyújtunk ezekkel a „lightosabb” részekkel. Az első fejezet a *digitális fényképezéssel* foglalkozik, a DSLR- és MILC-gépek technikáival és

alkalmazásával, a következő a *videózás és filmkészítés* legfontosabb tudnivalóit tárgyalja. Az utóbbiban nemcsak az a célunk, hogy ismereteket nyújtsunk és tanácsokat adjunk ahhoz, hogy jobb felhasználói videók készüljenek, hanem a professzionális filmkészítés világába is betekintést nyújtunk.

Mindegyik fejezethez bő irodalomjegyzéket adunk.

Irodalomjegyzék

- [1] Stephen Weinstein: *The Multimedia Internet*. Springer, 2005.
- [2] Stephen Weinstein, Alexander D. Gelman: Networked Multimedia. Issues and Perspectives. *IEEE Communications Magazine*, June 2003, 138–143.
- [3] Leonardo Chiariglione, Csaba A. Szabo: Multimedia Communications. Technologies, Services, Perspectives. Part I. Technologies and Delivery Systems. *Infocommunications Journal*, Vol. 6, No 2 (June 2014), 27–39.
- [4] Leonardo Chiariglione, Csaba A. Szabo: Multimedia Communications. Technologies, Services, Perspectives. Part II. Applications, Services and Future Directions. *Infocommunications Journal*, Vol. 6, No. 3 (September 2014), 51–59.
- [5] Hans W. Barz, Gregory A. Bassett: *Multimedia Networks. Protocols, Design, and Applications*. Wiley, 2016.
- [6] *HTE Fogalomtár*: <http://www.fogalomtar.hte.hu/wiki>
- [7] Szabó Csaba Attila: A jubiláló Internet: 40-25-20 évvel ezelőtt történt. *Híradástechnika*, LXIV. évf. (2009), 9–10. szám, 34–38. http://www.hiradastechnika.hu/data/upload/file/2009/2009_09_10/HT09_9_10_08.pdf
- [8] Cisco Visual Networking Index: *Forecast and Trends, 2017–2022*. White Paper. <https://twiki.cern.ch/twiki/pub/HEPIX/TechwatchNetwork/HtwNetworkDocuments/white-paper-c11-741490.pdf>