

## MULTIMEDIJALNI H.264/AVC STANDARD U VOJNIM KOMUNIKACIONIM SISTEMIMA

Zoran Miličević

Uprava za telekomunikacije i informatiku Generalštaba VS u Beogradu

**Sadržaj:** *U ovom radu je predstavljena jedna od sfera primene multimedijalnog H.264/AVC standarda. H.264/AVC video kodni standard značajno poboljšava efikasnost kompresije video signala, pa je samim tim postao veoma pogodan za niz primena kod različitih vojnih multimedijalnih aplikacija i sistema.*

**Ključne reči:** *H.264/AVC, bespilotne letelice, video konferencijski sistemi, satelitski sistemi, IEEE 802.11 i 802.16 standard.*

### 1. Uvod

Prvi korak koji se nameće kao ključni kada se razmatra mogućnost korišćenja H.264/AVC standarda je činjenica da je isti usvojen od strane North Atlantic Treaty Organization (NATO) i Motion Imagery Standard Board (MIBS) United States Department of Defence (DoD) kao njihov prioritetan video kodek za korišćenje kod širokog niza vojnih aplikacija i sistema. Druga važna stvar, koja omogućava H.264/AVC da se koristi u vojnim aplikacijama i telekomunikacionim sistemima je i činjenica da H.264/AVC omogućava prenos video sadržaja visokog kvaliteta kroz postojeću širinu propusnog opsega ili da alternativno obezbeđuje isti kvalitet video sadržaja kroz znatno manju širinu istog propusnog opsega.

Samim tim je otvoren put korišćenju ovog standarda u već postojećim vojnim aplikacijama i telekomunikacionim sistemima, gde su već implementirani i prethodni video kodni standardi (MPEG-2, MPEG-4 Part 2 itd). Od ne manjeg značaja su i aplikacije koje su u razvoju ili se planiraju u budućnosti.

U radu dat je ostvrt na mogućnost primene video kodnog standarda H.264/AVC kod različitih izviđačkih sistemima kao što su na primer sistemi bespilotnih letelica, kod video konferencijskih sistema, sistemi za obezbeđenje objekata, satelitskim komunikacijskim sistemima, vojnim bežičnim mrežama baziranim na standardu IEEE 802 (Wi-Fi, WiMAX) i drugim senzorskim sistemima gde prikupljanje, distribucija, obrada i analiza video informacija igra važnu ulogu u procesu donošenja odluke o nekoj borbenoj ili neborbenoj situaciji.

U prvom delu rada predstavljena je primena H.264/AVC standarda u sistemima za video praćenje iz vazduha. Nakon toga razmatrana je primena kod video konferencijskih sistema i sistema za obezbeđenje različitih objekta. Takođe, sagledan je i primena kod satelitskih sistem. Na kraju je je predstavljena primena H.264/AVC standarda kod bežičnih tehnologija baziranih na IEEE 802.11 i IEEE 802.16 standardu.

## 2. Primena H.264/AVC standarda u sistemima za video praćenje (nadzor) iz vazduha

Video slike koje se prenose u realnom vremenu postale su važan i rastući izvor informacija u procesu daljinskog nadgledanja, prikupljanja obavestajnih informacija, praćenja situacije na bojištu i donošenja odluka. Prilikom video praćenja iz vazduha (Air Video Surveillance, AVS) sposobnost povezivanje informacija o geografskom prostoru sa slikovito izloženim obavestajnim informacijama omogućava donosiocima odluka da vide geografski sadržaj borbene ili neborbene situacije, prate i vizuelizuju događaje onako kao što se oni odvijaju, kao i da predvide moguće ishode situacija koja se upravo ravijaju. Tehnologija AVS-a predstavlja kritični deo za dostizanje zahteva za većim pristupom i doslednijim praćenjem[1].

Sposobnost praćenja i prepoznavanje ciljeva sa visokom rezolucijom nisu obezbeđeni sa današnjim sofisticiranim sistemima na bespilotim letelicama, koje su pre svega velikih dimenzija i moraju da lete na srednjim i velikim visinama i na taj način degradiraju prostornu rezoluciju snimljenog videa.

Slika 1 prikazuje mogućnosti i način korišćenja sadašnjih sistema bespilotnih letelica.

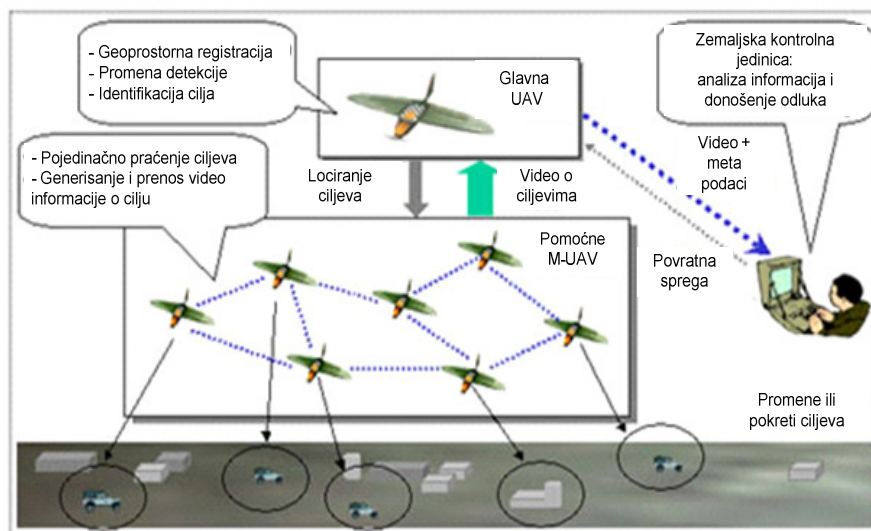


Slika 1. Korišćenje bespilotne letelice za izvršenje različitih misija [2].

Napredak tehnologije koji obuhvata hardversku miniturizaciju senzora, unapređenje elektro-mehaničke kontrole, vazdušno-kosmički dizajn i bežičnu video komunikaciju omogućio je realizaciju manjih i po težini lakših bespilotnih letelica,

takozvanih mikro bespilotnih letelica (Micro-Unmanned Aerial Vehicle, M-UAV). U poređenju sa konvencionalnim sistemima bespilotnih letelica, M-UAV imaju prednost po ceni, kao i brzini razvoja. Takođe, njihova fleksibilnost i sposobnost da lete na manjim visinama olakšavaju i omogućavaju prikupljanje detaljnih video informacija, kako bi se uspešno pratio, prepoznao i identifikovao cilj. Veliki napredak je napravljen u fizičkom dizajnu M-UAV, kao i u razvoju vizuelnih tehnologija za autonomnu kontrolu leta. Međutim, razvoj i kontrola grupe autonomnih M-UAV za video praćenje situacije i ciljeva sa velikih distanci ostaje i dalje veliki izazov.

Na slici 2 je prikazana jedan primer arhitekture sistema M-UAV koji obezbeđuje dosledno video praćenje sa velike udaljenosti.



Slika 2. Arhitektura sistema za video praćenje i saradnje glavne UAV sa pomoćnim M-UAV[2].

Kod ovakve arhitekture glavna bespilotna letelica je velikih dimenzija i leti na većim visinama i vodi grupu manjih M-UAV koji lete na daleko manjim visinama. Velika bespilotna letelica poseduje značajne računarske resurse za geoprostronu registraciju u realnom vremenu i ima mogućnost da komunicira sa kontrolnim centrom preko bežičnog linka (kanala). Nakon precizne geoprostrorne registracije i globalne kompenzacije pokreta pomoću kamere, glavna bespilotna letelica identifikuje i selektuje i statičke i dinamičke ciljeve za svrhu detaljnijeg praćenja. Glavna bespilotna letelica distribuira podatke o geoprostornoj lokaciji, kao i vizuelni sadržaj o cilju do pomoćnih M-UAV, usmeravajući i vodeći ih da prate svaki cilj.

Pomoćne M-UAV koje lete na manjim visinama prate i usmeravaju se na ciljeve unutra vidnog polja svojih kamera da bi zabeležile video informacije sa više detalja. Nakon efikasne video kompresije, pomoćne M-UAV prosleđuju kompresovane video informacije o cilju do glavne bespilotne letelice. Nakon toga, glavna bespilotna letelica

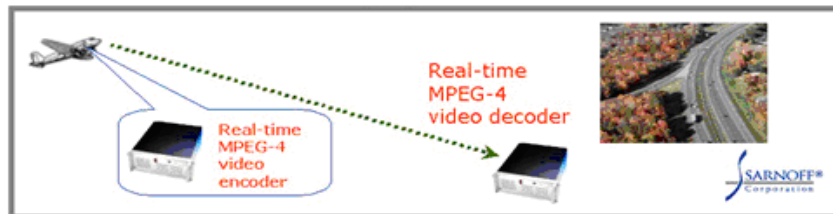
multipleksira video informacije o svim ciljevima dobijene od M-UAV, kao i meta podatke o geoprostornoj lokaciji svakog cilja i prosleđuje ih sve zajedno do kontrolnog centra za automatsko ili poluautomatsko (sa ljudskom asistencijom) prepoznavanje ciljeva, analizu dobijenih informacija i u konačnom donošenju odluke. Povratnom petljom od kontrolnog centra do glavne bespilotne letelice definišu se ciljevi od interesa za koje je neophodno video praćenje visokog kvaliteta od strane pomoćnih M-UAV, kao i zahtevi bežičnoj mreži da obezbedi potrebne nivoe zaštite za video strim visokog prioriteta, a koji je izabran od strane korisnika.

Resursi u smislu napajanja, težina itd., a koji su raspoloživi za M-UAV su ipak limitirani, tako da je digitalna video kompresija važna tehnologija za kolaborativne M-UAV sisteme.

Internacionalni standardi za video kompresiju kao što su MPEG-2, MPEG-4 Part 2 i MPEG-4 Part 10 (tj. H.264/AVC) su dizajnirani i optimizovani za aplikacije zabavnog karaktera, kao i elektronske korisničke aplikacije. Kod tipičnog videa koji je namenjen zabavi slučajni pokreti video objekata dominiraju video scenom. Međutim, video nastao praćenjem iz vazduha od strane M-UAV prikazuje veoma čvrst globalni pokret. Ova karakteristika jedinstvena kod video praćenja iz vazduha može se iskoristiti za značajno unapređenje efikasnosti video kodovanja.

Slika 3 prikazuje jedan primer MPEG-4 sistema za kodovanje i dekodovanje namenjenog za sisteme praćenja iz vazduha. Istraživanja pokazuju da globalna predikcija i procena pokreta značajno unapređuju efikasnost kodovanja, redukujući brzinu video podataka u rasponu od 30 do 50%.

### Video striming sistem za video praćenje iz vazduha



Slika 3. Primer MPEG-4 sistema za kodovanje i dekodovanje namenjenog za sisteme praćenja iz vazduha [1].

Primena H.264/AVC standarda kod klasičnih bespilotnih, kao mikro bespilotnih letelica ogleda se pre svega u činjenici da u poređenju sa prethodnim standardima H.264/AVC obezbeđuje veću kompresiju, efikasnije kodovanje video sadržaja, kao i niže bitske protoke (do 50%) uz mnogo prihvatljiviji perceptualni kvalitet. Takođe, standard podržava fleksibilnost u kodovanju, kao i organizaciju kodovanih podataka tako da je povećana otpornost na greške i gubitke. Isto tako, tu je i mogućnost razvoja i primene algoritama sa smanjenom kompleksnošću (kao što je na primer Global Motion Estimation (GME) algoritam), kako za primenu kod glavnih tako i za primenu kod pomoćnih M-

UAV kako bi se postigla što veća kompresija, a sa druge strane smanjili gubici u video sadržaju koji se prenose kroz sistem za praćenje u realnom vremenu.

### **3. Primena H.264/AVC standarda u video konferencijskim sistemima i sistemima za obezbeđenje objekata**

Različite organizacije, pa tako i vojska su bile zainteresovane i tražile dramatične skokove u smislu efikasnije i efektivnije komunikacije, tako da se sada u domenu video konferencijskih sistema mogu koristiti prednosti koje je doneo razvoj H.264/AVC video kodnog standarda[3, 4].

Impresivno poboljšanje performansi sa H.264/AVC standardom omogućava različitim vladinim i nevladinim organizacijama, pa samim tim i vojsci da za prihvatljivu cenu koštanja usvoje video komunikaciju u većoj meri preko tačaka konekcije u okviru mreža koje podržavaju H.264/AVC na svojim video krajevima[3].

H.264/AVC značajno povećava šire korišćenje kompatibilnih video kodnih sistema za vojne aplikacije, kao i delokrug, raspon i frekvenciju prednosti korišćenja ovih sistema u vojne svrhe. Šire prihvatanje video konferencijskih sistema koji se baziraju na H.264/AVC standardu u vojsci obezbeđuje:

- Povećanje obima realizaciji svih zadataka: kroz povećanje korišćenja video konferencijske komunikacije iz dana u dan, i korišćenja ovog vida komunikacije u realizaciji kritičnih misija. Korisnici na svim nivoima komandovanja mogu da realizuju različite zadatke i misije daleko brže i efikasnije.
- Efikasniju komunikaciju: video dokazuje da će biti daleko efikasniji alat za komunikaciju nego glas ili Web kod većine aplikacija. Kada korisnici preko video konferencijskih sistema imaju značajnu i korisnu razmenu informacija, kao i saradnju sa različitim nivoima komandovanja, sam proces komandovanja postaje daleko efikasniji.
- Eliminaciju troškova: korišćenje video konferencijskih sistema koji se baziraju na H.264/AVC standardu utiče značajno na smanjenje troškova, a što se ogleda u smanjenju troškova trupnih putovanja na različite sastanke, implementacije i održavanja komunikacione mreže i mogućnost komunikacije sa najnižim nivoima komandovanja.
- Efikasnije korišćenje mrežne infrastrukture: video konferencijski sistemi bazirani na H.264/AVC standardu zahvaljujući svojim naprednim performansama efikasnije koriste dodeljeni propusni opseg u okviru mrežne infrastrukture za prenos video sadržaja i mogu se konektovati na postojeću komponente u okviru mrežne infrastrukture.
- Povezivanje sa prethodnim generacijama video konferencijskih sistema: video konferencijski sistemi bazirani na H.264/AVC standardu mogu se povezati preko bridževa i getveja sa krajevima mreže gde se za komunikaciju koriste drugi video kodni standardi (H. 261, H.263 itd.)

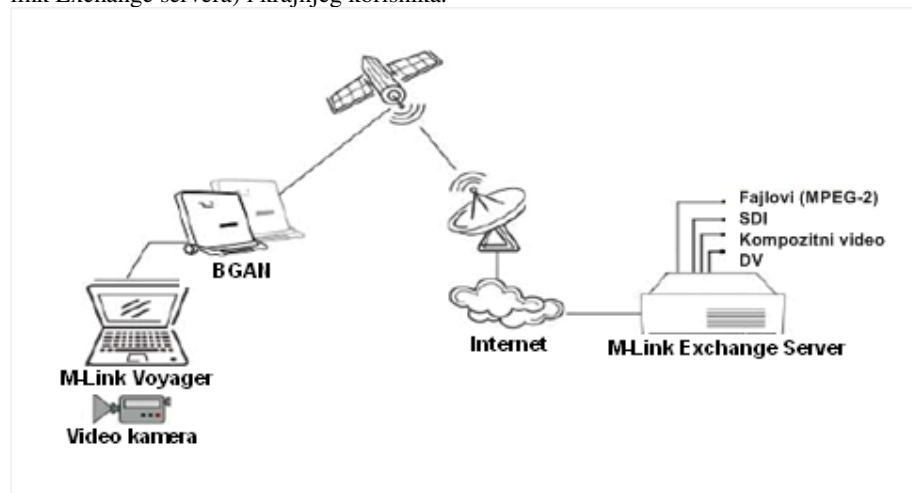
Takođe, zahvaljujući svojim performansama H.264/AVC video kodni standard nalazi veliku primenu i u sistemima za udaljeni ili lokalni video nadzor različitih vojnih instalacija na teritoriji, kao što su na primer kasarne, skladišta, objekti komandovanja,

poligoni za izvođenje obuke, stacionarni centri i čvorišta veze, izviđački i radarski centri itd.

#### 4. Primena H.264/AVC standarda kod satelitskih komunikacija

H.264/AVC standard je našao primenu i za prenos vojnih aplikacija preko satelitskih sistema (komercijalnih ili vojnih).

Jedan primer takvog rešenja za primenu kod satelitskih komunikacija je M-link Voyager H.264/AVC sistem, koje između ostalog pruža mogućnost prenosa vojnih aplikacija i servisa [5, 6]. Slika 4 prikazuje arhitekturu sistema u kojoj se koristi M-link Voyager H.264/AVC. Video kamera kao krajnji senzorski uređaj generiše video signal i prosleđuje ga do H.264/AVC terminala (M-link Voyager H.264/AVC), a koji je u ovom slučaju povezan preko satelitskog terminala (BGAN) sa satelitskim sistemom, kao što je na primer Inmarsat. Video signal sa satelita se dalje prosleđuje do satelitskog prijemnog centra na zemlji i dalje kroz različite mrežne tehnologije do multimedijalnog servera (M-link Exchange servera) i krajnjeg korisnika.



Slika 4. Korišćenje H.264/AVC kodeka u satelitskim komunikacijama[5].

M-link Voyager H.264/AVC u kombinaciji sa M-link Exchange serverom obezbeđuje između ostalog vojne servise putem sveobuhvatnog video prenosa sa kraja na kraj video konekcije i optimiziran je za komunikaciju u mobilnim i IP uslovima korišćenja.

Bazirajući se na H.264/AVC video kodeku, M-link Voyager H.264/AVC nudi potpune interlaced PAL i NTSC Standard Definition formate, sa mogućnošću korišćenja High Definition kao opcije. M-link Voyager H.264/AVC podržava Live H.264/AVC video prenos, obezbeđujući video visokog kvaliteta i malog kašnjenja direktno na M-link Exchange serveru. M-link Voyager H.264/AVC sistem za memorisanje i prenos podataka je u velikoj meri mobilno, pouzdano i kompaktno rešenje, koje se može postaviti i raditi sa udaljene ili neprijateljske lokacije.

Takođe, M-link Voyager H.264 AVC garantuje puni H.264 AVC strim od 128 kb/s, a za prikupljanje informacija sa udaljenih lokacija, posebno sa Inmarsat BGAN terminalima ovakav sistem nudi idealno rešenje sa klasom rada do 256 kb/s za striming i 492 kb/s za background prenos.

### **5. Primena H.264/AVC standarda kod bežičnih komunikacionih tehnologija (Wi-Fi i Wi-MAX)**

Tehnika video kompresije, kao što je H.264/AVC poseduje različite alate i metode koji joj svojim performansama omogućavaju primenu u različitim mrežnim okruženjima, pa tako i u vojnim bežičnim telekomunikacionim sistemima, koji se baziraju na WiFi (IEEE 802.11 Wireless Local Area Networks (WLANs) i WiMAX (IEEE 802.16 standard) tehnologiji prenosa [7, 8, 9, 10].

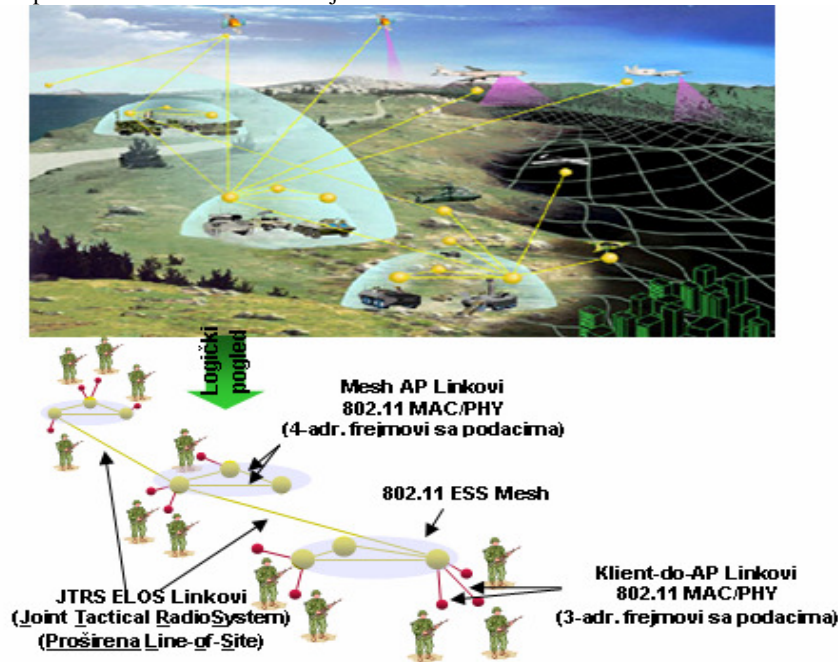
Bežični LAN (Wireless Local Area Network) - Wi-Fi je tehnologija za komunikacionu opremu koja je u skadu sa različitim verzijama IEEE 802.11 standarda implementiranog u frekvencijskom opsegu 2,4 GHz (nelicencirani opseg) gde se uz korišćenje direktne sekvence (Direct Sequence Spread Spectrum, DSSS) obezbeđenje prenos podataka sa brzinama 1, 2, 5.5 i 11 Mb/s [11, 12, 13]. IEEE 802.11 kao standard za bežično mrežno povezivanje definiše i fizički (Physical Layer, PHY) i sloj kontrole pristupa medijumu (Medium Access Control, MAC). MAC nivo kod 802.11 standarda je baziran na CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) mehanizmu. Mehanizam izbegavanja kolizije je obezbeđen pomoću Distributed Coordination Function (DCF) koja određuje vremenski raspored pristupa bežičnim medijumu. Iako dizajniran za mreže upravljane pomoću baznih stanica, Distributed Coordination Function (DCF) kod IEEE 802.11 dozvoljava mobilnim korisnicima da pristupe radio prenosnom putu bez potrebe za radio baznom stanicom. Većina protokola dizajniranih za ad hoc mreže baziraju se na pretpostavci da se IEEE 802.11 koristi na najnižim slojevima komunikacije.

WLAN mreže obezbeđuju bežičnu konektivnost za različitu računarsku opremu kao što su laptop računari, personalni digitalni asistenti (Personal Digital Assistants, PDA), digitalne kamere i kućni računari opremljeni sa bežičnim mrežnim adapterom. Takođe, vojni Joint Tactical Radio System (JRTS) će podržavati talasne forme za povezivanje sa opremom koja bazira na 802.11 standardu.

Oprema na bazi Wi-Fi može uspostaviti ad-hoc mrežu kada se grupiše na malom prostoru ili biti opslužena od strane "hot-spot" servisne tačke, koja je locirana u centru neke oblasti. Pokrivanje takvih tačaka pristupa ima domet 45 m unutar nekog prostora ili 90 m izvan istog prostora. Da bi se postigle veće brzine prenosa i veći domet, posebno na teško pristupačnom terenu, sistem koristi dualne diverziti antene (dve ili četiri antenska niza) i radio pojačavače i usmerene antene, tako da se može ostvariti pokrivanje do nekoliko kilometara preko konekcije sa optičkom vidljivošću.

WLAN tehnologija je našla široku primenu kod vojnih aplikacija, pre svega kod aplikacija koje se koriste u borbenim vozilima, komandnim mestima, kod ad-hoc mreži za specijalne jedinice i kod malih timova koji koriste personalni radio (Personnel Role Radio, PRR). Buduće aplikacije, a koje su u procesu evaluacije, obuhvataju korišćenje Wi-Fi komunikacija za međusobnu komunikaciju članova tima raspoređenih u integrisani Infantry Combat Suits. Takođe značajna je primena i kod drugih aplikacija, a koje obuhvataju mrežu nepovezanih zemaljskih senzora za praćenje, zaštitu snaga i

prikupljanje obaveštajnih informacija. Slika 5 prikazuje jedan primer kako se koristi Wi-Fi u operativnom borbenom scenariju.



Slika 5. Korišćenje Wi-Fi u operativnom borbenom scenariju [14].

Na slici 5 borbena vozila opremljena sa pristupnim tačkama (Access Points, APs) su međusobno povezana preko bežičnog distributivnog sistema (Wireless Distribution System, WDS). Jedinice koje se kreću van borbenih vozila nose klijentske stanice (STAs). APs i klijentski STAs predstavljaju krajeve komunikacije. Povremeno STA ima potrebu da ima ulogu komutatora i postaje AP da bi se umanjilo račvanje mesha. Prisutna je prevaga multicast aplikacija, tj. praćenje situacija i VoIP konferencijski mod. Koristi se enkripcija. Omogućeno je automatsko konfigurisanje (utakni i koristi – plug and paly). Koristi se i Multiple 802.11 ESS Meshes povezane preko Joint Tactical Radio System ELOS linkova.

WiMAX bežična tehnologija obezbeđuje konekcije sa velikim propusnim opsegom i na većim rastojanjima. WiMAX je bežična širokopolasna tehnologija koja je definisana sa IEEE 802.16 standardom, a koji je izveden iz IEEE 802.11 Wi-Fi standarda koji trenutno opslužuje *hotspots* i bežične lokalne mreže širom sveta i široko je prihvaćen od strane vojske. Za razliku od WiFi tehnologije, koji pokriva manja rastojanja i ima ograničenja pri primeni u urbanom području zbog prostiranja, WiMAX može da radi u višim frekvencijskim opsezima i da obezbedi pokrivenost na distanci do 50 km, kada se koriste stacionarne konekcije sa optičkom vidljivošću. Mreža podržava brzinu prenosa podataka do 50 Mb/s, sa stabilnom brzinom prenosa korisničkih podataka od 0.5 do 2 Mb/s obezbeđujući pri tome simultani prenos podataka (uključujući i sliku visoke rezolucije), glas (VoIP) i video. Takođe, WiMAX tehnologija efikasno obezbeđuje



servise na rastojanju od 5 do 8 km za mobilne korisnike (bez direktne optičke vidljivosti) [15, 16].

Zato što WiMAX koristi više frekvencijske opsege nego sadašnje vojne i komercijalne komunikacije, postojeći antenski tornjevi mogu da dele WiMAX ćelijski sistem bez kompromitovanja komunikacionih servisa. Takav način implementacije može da se koristi za raspoređivanje WiMAX stanica radi povećanja propusnog opseg za specifične i sa podacima intenzivnije aplikacije unutar postojeće mreže. Takođe, integracija WiMAX talasnih formi je već razvijena za budući softverski definisani radio (Software Defined Radios, SRD) i može biti odmah uveden u buduću spiralu JTRS radija. WiMAX može da se koristi za pokrivanje područja gde se izvodi obuka, obezbeđujući pri tome infrastrukturu za realističnu integraciju obuke u realnim uslovima i simulacije ratnih igara. Od WiMAX ili jednog od budućih derivata ovog standarda se očekuje da obezbedi osnovu za buduće Mobile Area Networks (MANET) mesh mreže.

Karakteristike bežičnih komunikacionih kanala, kao što su senke, prostiranje po više putanja, fading i interferencija još uvek ograničavaju dodeljeni propusni opseg za različite aplikacije. U skladu sa tim tehnike video kompresije su suštinski deo multimedijalnih aplikacija preko WLAN.

H.264/AVC video kodni standard postiže efikasno kodovanje u propusnom opsega od nekoliko kilobita do nekoliko megabita u sekundi. Prema tome od prenosa H.264/AVC videa se očekuje da bude važna komponenta mnogih bežičnih multimedijalnih servisa. H.264 je definisao mrežni apstraktni nivo (Network Abstraction Layer) za adaptaciju izlaznih podataka sa video koderu prema zahtevima različitim prenosnim tehnologijama, kao što su i Wi-Fi i WiMAX.

Takođe, H.264/AVC je uveo skup tehnika kao što je *struktura bazirana na isečcima, deljenje podataka i fleksibilno raspoređivanje makroblokova* koje ga čine otpornim na greške [17, 18, 19]. Korišćenjem tehnike deljenja podataka H.264/AVC koder deli komprimovane podatke u različite jedinice (delove) različite važnosti. Bazirajući se na zahtevima za kvalitetom servisa ovih različitih jedinica specifični algoritmi na MAC sloju kod Wi-Fi ili WiMAX jedinice povezuju sa kategorijom pristup na drugom sloju komunikacije. Na taj način omogućeno je aplikativnom nivou da prosledi sopstveni strim sa zahtevima da bi se zaštitila najvažnija H.264/AVC informacija, sa garantovanom malom degradacijom primljenog H.264/AVC strima.

## 5. Zaključak

Zahvaljujući svojim performansama, koje se prvenstveno odnose na povećanje efikasnosti kodovanja, poboljšanje metoda predikcije, robusnost na gubitke i greške, kao i fleksibilnost, H.264/AVC video kodni standard nalazi sve veću primenu i u vojsci, a našta nas upućuje činjenica da su pojedine vojne organizacije i savezi isti usvojili kao njihov prioritetan video kodek za korišćenje kod širokog niza vojnih aplikacija.

U radu su razmatrane prednosti i mogućnosti, kao i načini korišćenja H.264/AVC standarda kod različitih vojnih aplikacija i sistema.

## Literatura

[1] [http://www.directionsmag.com/printer.php?article\\_id=2074\(28.07.2008.\)](http://www.directionsmag.com/printer.php?article_id=2074(28.07.2008.))

[2] [http://www.aeronautics-sys.com\(28.07.2008.\)](http://www.aeronautics-sys.com(28.07.2008.))

- [3] [http://www.tandberg.com/collateral/white\\_paper/whitepaper\\_h.264.pdf](http://www.tandberg.com/collateral/white_paper/whitepaper_h.264.pdf)(28.07.2008.)
- [4] [http://www.polycom.com/documents/whitepapers/video\\_communications\\_h.264\\_pro\\_motion\\_polycom\\_video\\_advantage.pdf](http://www.polycom.com/documents/whitepapers/video_communications_h.264_pro_motion_polycom_video_advantage.pdf)(28.07.2008.)
- [5] [http://www.inmarsat.com/.../english/bgan/user\\_guides/using\\_MLink\\_over\\_BGAN\\_en.pdf?](http://www.inmarsat.com/.../english/bgan/user_guides/using_MLink_over_BGAN_en.pdf)  
(28.07.2008.)
- [6] [http://www.livewire.co.uk/products/voylite/M\\_Link\\_Live.pdf](http://www.livewire.co.uk/products/voylite/M_Link_Live.pdf)(28.07.2008.)
- [7] Y. P. Fallah, P. Nasiopoulos and H. Alnuweiri, "Efficient transmission of H.264 video over multirate IEEE 802.11e WLANs", *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, volume 2008, article ID 480293, 14 pages.  
<http://www.hindawi.com/GetArticle.aspx?doi=10.1155/2008/480293>
- [8] K. R. Rao, Z. S. Bojkovic, D. A. Milovanovic, *Introduction to Multimedia Communications: Applications, Middleware, Networking*, John Wiley & Sons, Inc., USA, 2006.
- [9] K. R. Rao, Z. S. Bojkovic, D. A. Milovanović, *WirelessMultimedia Communications: Convergence, DSP, QoS and Security*, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 2008.
- [10] T. Stockhammer, M. M. Hannuksela, T. Wiegand, "H.264/AVC in Wireless Environments", *IEEE Transactions on Circuits and Systems*, vol.13, no.7, pp. 657-673, July 2003.
- [11] <http://www.wi-fi.org> (28.07.2008.)
- [12] <http://www.defense-update.com/products/w/wi-fi.htm> (28.07.2008.)
- [13] C. Chaudet, D. Dhoutaut and I. G. Lassous, "Performance issues with IEEE 802.11 in ad hoc networking", *IEEE Communications Magazine*, pp. 110-116, July 2005.
- [14] [http://meteor.ieee.org/802.11/file/04/11-04-1006-00-009-802-11s-military-usage\\_case.ptt](http://meteor.ieee.org/802.11/file/04/11-04-1006-00-009-802-11s-military-usage_case.ptt)  
(28.07.2008.)
- [15] <http://www.wimaxforum.org> (28.07.2008.)
- [16] <http://www.defense-update.com/products/w/wimax.htm> (28.07.2008.)
- [17] A. Ksentini, M. Naimi and A. Gueroui, "Toward an improvement of H.264 Video Transmission over 802.11e through a cross-layer architecture", *IEEE Communications Magazine*, pp. 107-114, January 2006.
- [18] Z. Miličević, Z. Bojković „H.264/AVC standard i IPTV“, *Zbornik radova XXV Simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju (PosTel 2007)*, str. 128-138, Saobraćajni fakultet, Beograd, 12. i 13. decembar 2007.
- [19] G. S. Kwon, A. Tamhankar, K. R. Rao, „Overview of the H.264/MPEG-4 part 10“, *Journal of Visual Communication and Image Representation 17*, pp.186-216, April 2006.

**Abstract:** *This article provides an overview of one of area for using multimedia standard H.264/AVC. New generation video coding standard H.264/AVC significantly improves video signal coding efficiency in order to become suitable for usage from various military multimedia applications and systems.*

**Keywords:** *H.264/AVC, unmanned areal vehicle, video conferencing systems, satellite systems, IEEE 802.11 i 802.16 standard.*

## MULTIMEDIA H.264/AVC STANDARD IN MILITARY COMMUNICATIONS SYSTEMS

Zoran Milicevic