

The Trial Results of Remote Video Production Model Via 5G Network for the Live Sport Program at VTV

Phong Nguyen-Huu^{1*}, Ha Tuan Dung², Ho Anh Vu³, Khuong Ho-Van⁴, Pham Thanh Hoa²

¹Information and Television Technology Center – VTV, Vietnam

²Technical Center – VTV, Vietnam

³Vietnam Television Center in Ho Chi Minh City (VTV9), Vietnam

⁴Ho Chi Minh City University of Technology (HCMUT) – VNU-HCM, Vietnam

*Corresponding author. Email: phongnguyen@vtv.vn

ARTICLE INFO

Received: 08/05/2024

Revised: 01/06/2024

Accepted: 06/09/2024

Published: 28/10/2024

KEYWORDS

5G;

Remote Production;

High Efficiency Video Coding;

Live Sports;

SEA Games 31.

ABSTRACT

This paper presents the results of the trial of application of 5G mobile technology for video remote production of Vietnam Television (VTV). The test model had used many cameras that transmit video via 5G network to produce the live sports programs at SEA Games 31 for Golf competition. Some test results of video quality via 5G network for remote production are presented. Results of testing a sport program with 4 cameras were connected to 5G modules for live sport production. We used 2 SIM cards per a 5G module for a video camera to capture the signals. At the receiver side (Dam Vac Golf Control Room, Vinh Phuc), a decoder was used to decode the signal from IP stream to the SDI, after that sent them to a video switcher, CG, slowdown, etc. Combined with the sound system for commentary. The synchronization signal was performed through the Decoder. Test video with H.265 codec, uplink bit rate for a video camera got 15.6 Mbps, with 700ms latency (encoder-decoder). Some initial results demonstrated the ability to use 5G for production of some live sports at VTV. In addition, the test results also help program production technicians test and evaluate video/audio setup parameters to ensure minimum quality requirements for HD program production and distribution using HEVC codec uplink over 5G networks.

Thử Nghiệm Mô Hình Sản Xuất Video Từ Xa Qua Mạng 5G cho Chương Trình Thể Thao tại VTV

Nguyễn Hữu Phong^{1*}, Hà Tuấn Dũng², Hồ Anh Vũ³, Hồ Văn Khương⁴, Phạm Thanh Hòa²

¹Trung tâm Tin học và Công nghệ truyền hình – Đài THVN, Việt Nam

²Trung tâm Kỹ thuật truyền hình – Đài THVN, Việt Nam

³Trung tâm Truyền hình Việt Nam tại Tp.HCM (VTV9), Việt Nam

⁴Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM, Việt Nam

*Tác giả liên hệ. Email: phongnguyen@vtv.vn

THÔNG TIN BÀI BÁO

Ngày nhận bài: 08/05/2024

Ngày hoàn thiện: 01/06/2024

Ngày chấp nhận đăng: 06/09/2024

Ngày đăng: 28/10/2024

TỪ KHÓA

5G;

SXTX;

HEVC;

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày kết quả thử nghiệm ứng dụng công nghệ 5G cho sản xuất video từ xa (SXTX) được thực hiện tại Đài Truyền hình Việt Nam (VTV). Mô hình thử nghiệm sử dụng camera truyền video qua mạng 5G để sản xuất chương trình thể thao trực tiếp tại SEA Games 31 cho môn thi đấu Golf. Một số kết quả đo kiểm chất lượng video và thông số mạng 5G cho SXTX được trình bày. Kết quả thử nghiệm chương trình thể thao với 4 camera kết nối bộ 5G cho sản xuất video trực tiếp. Sử dụng 2 SIM/1 Modul 5G kèm theo camera để capture tín hiệu video. Ở phía thu (Phòng điều hành sân Golf Đầm Vạc, Vĩnh Phúc) dùng 1 bộ decoder giải mã tín hiệu ra luồng SDI đưa đến video switcher, CG, bộ làm chậm,... Kết hợp với hệ thống âm thanh để bình luận. Tín hiệu đồng bộ thực hiện qua bộ Decoder. Video thử

Thể thao trực tiếp;

SEA Games 31.

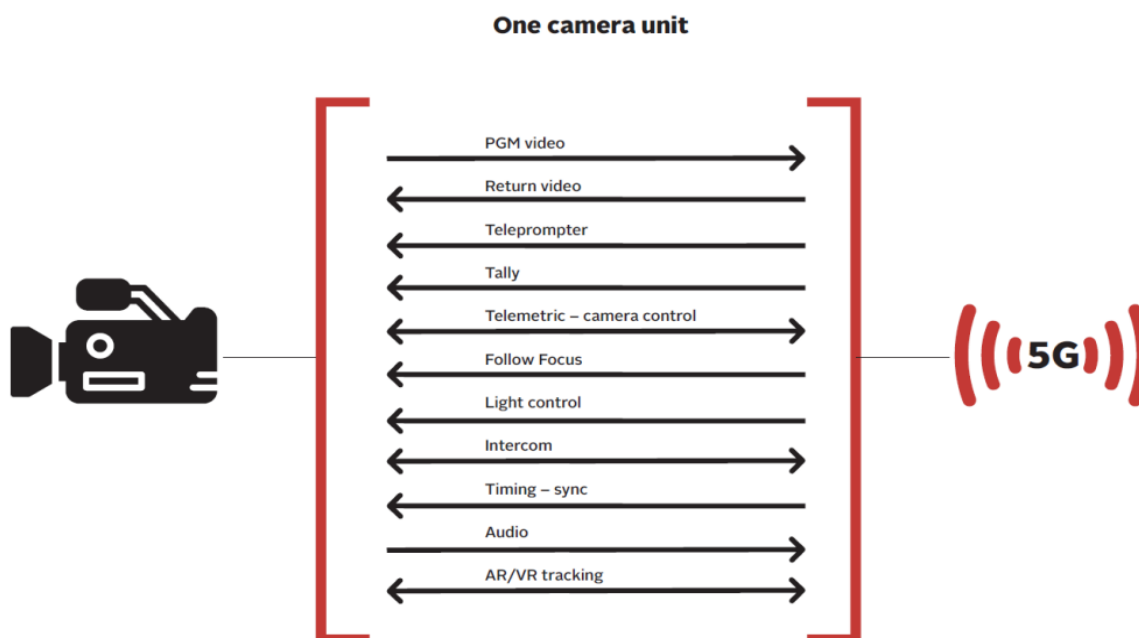
nhận với codec H.265, tốc độ bit Uplink/1 camera là 15.6 Mbps, với độ trễ 700ms (encoder-decoder). Một số kết quả đạt được ban đầu minh chứng cho khả năng sử dụng 5G cho SXTX một số môn thể thao tại VTV. Ngoài ra, kết quả thử nghiệm cũng giúp các nhân viên kỹ thuật sản xuất chương trình kiểm tra và đánh giá các thông số thiết lập video/audio nhằm đảm bảo các yêu cầu tối thiểu về chất lượng cho sản xuất và phân phối chương trình HD sử dụng HEVC codec đường uplink qua mạng 5G.

Doi: <https://doi.org/10.54644/jte.2024.1593>

Copyright © JTE. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium for non-commercial purpose, provided the original work is properly cited.

1. Giới thiệu

Sản xuất video từ xa (Remote Production - SXTX) qua mạng 5G là một chủ đề nhận được sự quan tâm trong cả học thuật lẫn ngành công nghiệp vào những năm gần đây [1], [2], [3]. Tại các hội thảo lớn trong ngành truyền hình: EBU, IBC, SMPTE, IP Showcase, NAB,...SXTX được các Đài TH (Truyền hình) sử dụng cho sản xuất thể thao qua mạng 5G [4], [5]. Dự án lớn của EBU tập trung nhiều cho thử nghiệm 5G cho SXTX [6], [7]. Mạng 5G đã được thương mại hóa, tốc độ cao, độ trễ thấp, đáp ứng băng thông cho SXTX với điều kiện QoS nghiêm ngặt [8]. SXTX qua mạng 5G tốc độ cao, có thể đáp ứng yêu cầu về băng thông cao cho video 4K và trễ truyền thấp cho sản xuất trực tiếp, đang được các Đài TH trên thế giới thử nghiệm cho sản xuất các sự kiện thể thao trực tiếp [9]. Ưu điểm của phương án này là thiết bị gọn nhẹ, có thể di động, triển khai tác nghiệp nhanh tại hiện trường (*chỉ cần camera, thu audio vào camera truyền chung với video, tally/intercom kèm theo tín hiệu video truyền qua kết nối IP*), đội sản xuất trực tiếp sẽ tập trung một Studio riêng ở khoảng cách xa vài trăm hoặc thậm chí hàng nghìn km, toàn bộ dữ liệu video/audio gốc, tally, intercom, đồng bộ dựa trên timecode,... được truyền trực tiếp qua mạng 5G về trung tâm phát sóng tại một Studio, từ đó đội biên tập, đạo diễn, KTV làm đồ họa,... có thể thực hiện tùy chỉnh video, điều khiển camera, làm biên tập hình ảnh và âm thanh, CG,... như đang thực hiện trên video gốc [10].



Hình 1. Các tín hiệu khác nhau kết nối đến 1 camera cho sản xuất trực tiếp

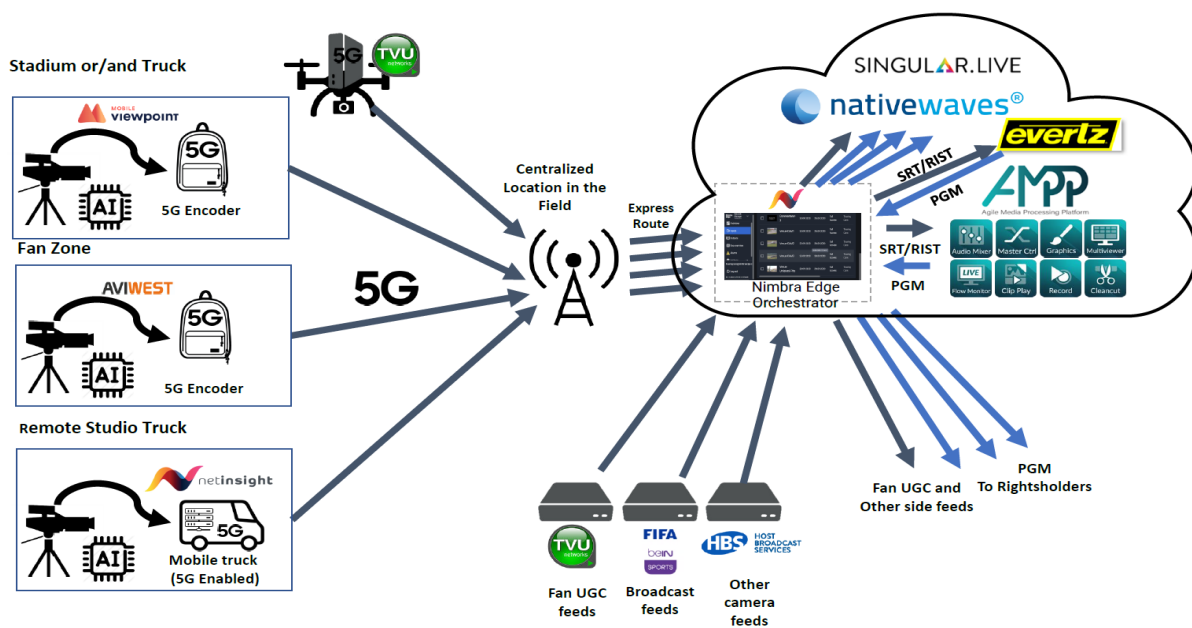
SXTX là một trong những trường hợp ứng dụng mạng 5G tiêu biểu và phát triển gần đây [11]. Là một giải pháp mới để sản xuất các chương trình thể thao, tin tức, giải trí và sự kiện trực tiếp hiệu quả hơn so với sản xuất truyền thống dùng xe màu. SXTX qua mạng 5G cho phép các đài TH triển khai ít

nhân sự hơn tới các sự kiện (chỉ dùng camera), nhân viên tham gia sản xuất chương trình còn lại nằm trong một Studio tập trung hoặc phân tán. Từ 2020 - 2022, các dự án thử nghiệm SXTX cho sự kiện thể thao trực tiếp được tiến hành bởi các đài TH, dẫn đầu là dự án bởi BBC R&D, BT Sport (Anh), Al Jazeera (Trung Đông), YLE (Phần Lan), TV2 (Đan mạch), Viacom/CBS (Tây Ban Nha), BBC News. EBU, 3GPP, IBC, công ty viễn thông, nhà sản xuất thiết bị,... vẫn tiếp tục nghiên cứu thử nghiệm mạng 5G cho sản xuất video, tích hợp khả năng “broadcast” vào quy trình sản xuất IP. Mạng 5G hỗ trợ truyền thông hai chiều, vì vậy các tín hiệu PGM video, Tally, intercom, IFB, CCU, wireless audio, AR/VR tracking, thông tin đồng bộ,... có thể truyền và kèm kênh phản hồi qua một liên kết vô tuyến 5G duy nhất [12].

Các lợi ích mà công nghệ 5G có thể mang lại cho các đài TH (theo BBC) [13]: Phân phối video/contribution: truyền file tốc độ cao, streaming trực tuyến; SXTX; Truyền video gốc với độ trễ thấp từ camera hiện trường về cho đội sản xuất tại Studio; Cho phép triển khai nhiều dịch vụ 4K/UHD hơn; Ứng phó thảm họa: Giữ các chương trình TH tiếp tục phát sóng trong các điều kiện xảy ra thiên tai, tình huống khẩn cấp, Breaking News.

Hình 1 minh họa truyền tín hiệu video qua giao diện vô tuyến 5G cho sản xuất (SX) trực tiếp. Các tín hiệu phản hồi, intercom, tally, audio, tín hiệu đồng bộ,... được truyền chung qua 1 kênh vô tuyến 5G. Điều này đơn giản hóa việc triển khai các kết nối tại hiện trường [14].

✚ Một số trường hợp ứng dụng công nghệ 5G cho sản xuất thể thao



Hình 2. Mô hình SXTX cho 1 trận bóng đá FIFA Cup

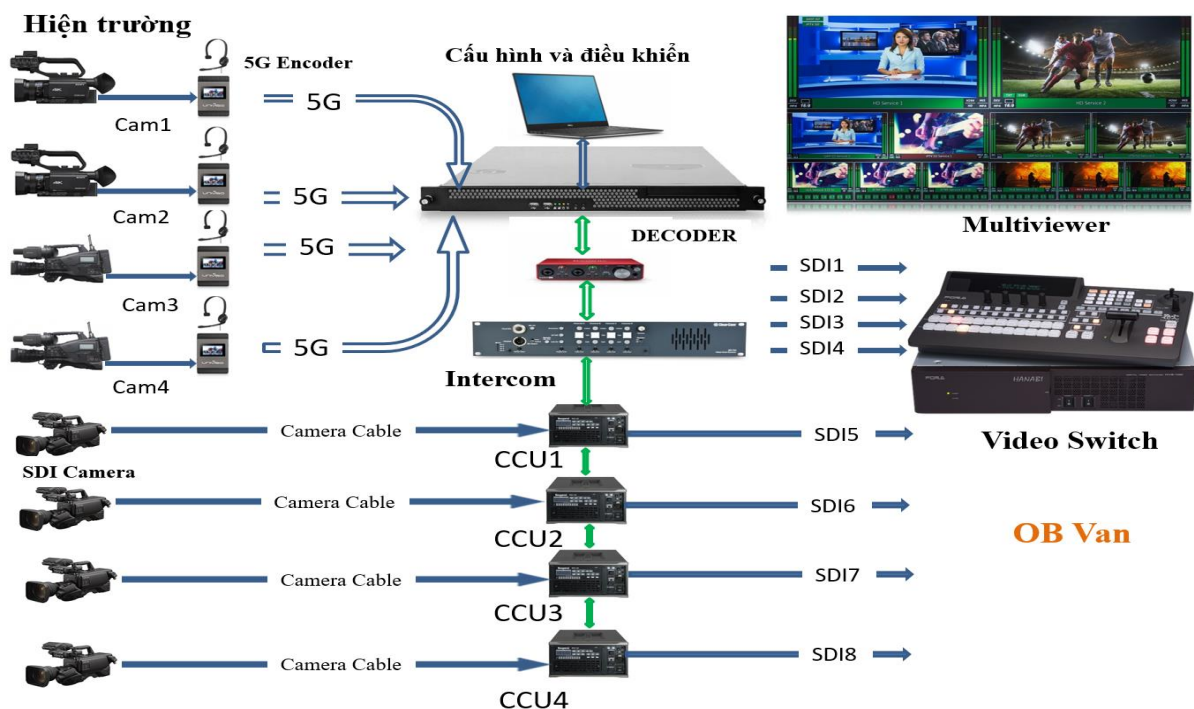
BT Sport: SX thể thao qua mạng viễn thông EE Telecom. Tốc độ đỉnh 1.38 Gbps; tốc độ của user 8Mbps-100Mbps cho Smartphone; CPE và Camera. BT Sport đã SX thể thao trực tiếp qua 5G thay cho xe màu, mô hình SXTX qua 5G của BT Sport, tại Anh đã sản xuất thành công sự kiện thể thao EE Wembley Cup, lần đầu tiên sử dụng công nghệ 5G cho SXTX. BT đã mở rộng dự án SXTX cho nhiều sự kiện thể thao khác trong năm 2020. SXTX là khả thi nhờ BT Sport thực hiện một cách tiếp cận hỗn hợp các công nghệ mạng hiện có 4G LTE/5G, cáp quang và vệ tinh [5]. Thử nghiệm 5G Broadcast cho truyền hình trực tiếp cuộc thi âm nhạc tại Châu Âu 2022 là mô hình SXTX sự kiện âm nhạc được truyền hình trực tiếp sử dụng công nghệ 5G Broadcast, một công nghệ tương tự như phát sóng quảng bá truyền hình số mặt đất (free-to-air), sử dụng thiết bị thu sóng 5G để xem truyền hình quảng bá. Từ 2020, EBU sử dụng 5G cho SXTX đưa xe đạp và xe mô tô tại Châu Âu trong các dự án 5G Remote Production. Các trường hợp ứng dụng 5G để SX thể thao tại FIFA Cup, Olympic. Trong đó các thiết bị 5G: Camera AI,

Drone, Smart-Phone 5G,... thực hiện capture tín hiệu video và streaming qua 5G/Cloud đến người dùng cuối. Từ 2020-2022, 5G triển khai cho Olympic, và FIFA World Cup tại sân vận động DOHA, QATAR được truyền hình trực tiếp các trận đấu bóng qua 5G. Thiết lập hệ thống như **Hình 2** bên dưới, SX sử dụng các Camera đặt cố định (Field Cam), camera thông minh (AI) điều khiển từ xa và drone Camera truyền qua 5G. Một số luồng feed 5G từ App Mobile cũng được sử dụng [15].

Tại Việt Nam, mạng 5G được các nhà mạng viễn thông: Viettel, Mobifone, Vinaphone triển khai thử nghiệm từ 2019. Đến tháng 04/2024, mạng VNPT và Viettel được cấp giấy phép thiết lập mạng, kinh doanh cung cấp dịch vụ 5G [16]. Tại Đài THVN (VTV), một số thiết bị nhỏ gọn sử dụng truyền tin qua 4G đã được thực hiện. Tuy nhiên, với các chương trình thể thao đòi hỏi băng thông cao, tốc độ di chuyển liên tục, mạng 4G không đảm bảo đủ tốc độ bit. Với sự ra đời mạng 5G, nhóm thực hiện đã tiến hành thử nghiệm SXTX qua mạng 5G cho một số môn thể thao tại Sea Games [17]: Golf, Bóng đá,... Một số kết quả đo kiểm chất lượng video được tiến hành để đánh giá hiệu suất mạng, bước đầu minh chứng khả năng SXTX qua mạng 5G với các camera mang vai gắn Module 5G.

2. Mô hình thử nghiệm

Mô hình thử nghiệm được mô tả trong **Hình 3**, ở hiện trường sân Golf, các camera sử dụng kèm bộ module 5G encoder gắn sim 5G để đóng gói và truyền tín hiệu video/audio qua mạng 5G, (với 2 Sim/Modul 5G). Quay phim có thể dễ dàng di chuyển giữa các địa điểm hoặc bám theo mục tiêu cần ghi hình. Tín hiệu audio sẽ được thu trực tiếp từ micro của camera. Tín hiệu intercom được kết nối và truyền qua bộ IP. Sử dụng tín hiệu intercom để trao đổi trực tiếp giữa đạo diễn và quay phim. Tín hiệu đồng bộ thực hiện bởi bộ decoder đặt tại nhà điều hành sân Golf.



Hình 3. Mô hình thử nghiệm truyền video qua 5G tại sân Golf

Lưu ý trong mô hình thử nghiệm này, chúng tôi kết hợp giữa phương án sản xuất truyền thống với các Camera SDI có dây, được điều khiển tập trung qua bộ CCU, và đưa tín hiệu về Video Mixer, và mô hình SXTX qua mạng 5G. Có 4 camera không dây gắn module 5G, tín hiệu audio/video sẽ truyền qua giao diện vô tuyến 5G với các BTS thử nghiệm phủ sóng quanh sân Golf. Bộ 5G decoder sẽ nhận luồng IP, giải mã tín hiệu và đưa đến bộ Video Switch để thực hiện cho công đoạn sản xuất video tiếp theo tại trung tâm điều hành giám sát tín hiệu.

✚ Thông số mạng 5G cho thử nghiệm:

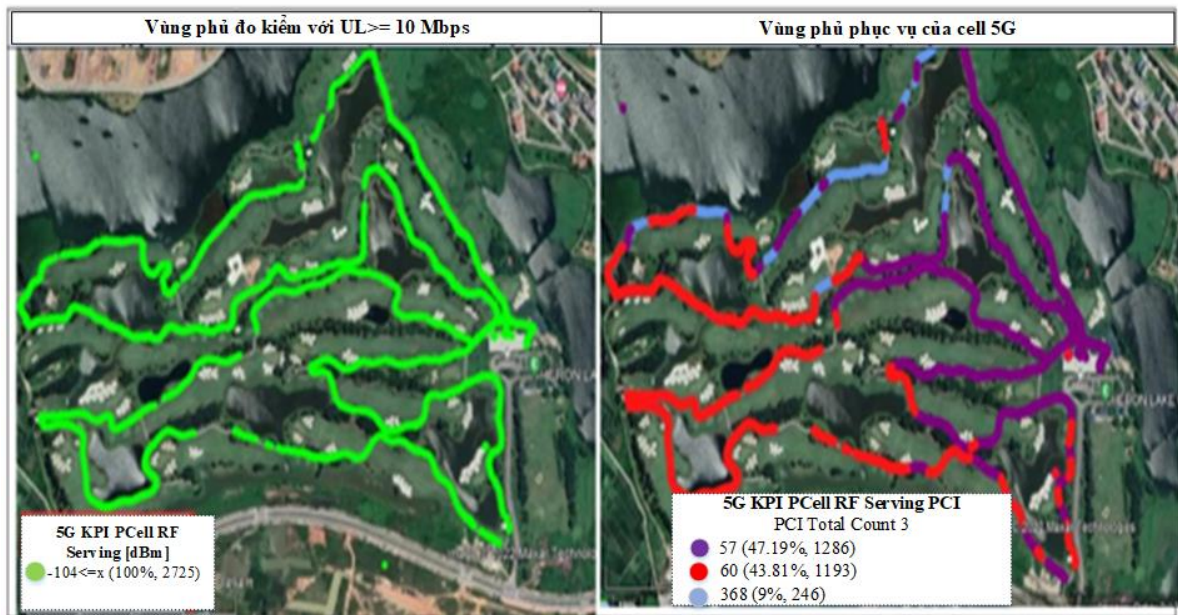
Đầu vào thiết kế số lượng máy quay 8 camera. Chất lượng truyền tải yêu cầu: Tối thiểu 5Mbps/máy (cấu hình theo chuẩn HD 1080i @H.265/HEVC); Độ trễ yêu cầu: 1 giây.

✚ Cấu hình mạng 5G:

Thiết kế 03 sector 5G tại 03 trạm VPC0593, VPC0454, VPC0396. Vùng phủ thiết kế đảm bảo 100% ngưỡng outdoor 10 Mbps. Tài nguyên tần số: Triển khai 02 lớp mạng 5G gồm 1 carrier 100MHz + 1 carrier 90MHz. Giải pháp tối ưu tham số: Thay đổi cấu hình TDD pattern DL: UL cho mạng 5G, thay đổi từ tỉ lệ 8:2 sang tỉ lệ 7:3. Tốc độ Upload/UL trung bình cải thiện 26% từ 61Mbps ÷77Mbps.

✚ Kết quả đo kiểm vùng phủ sóng 5G tuyến đường trong sân Golf:

Kết quả đo kiểm trong **Hình 4** minh họa vùng phủ sóng 5G đảm bảo 100% số mẫu đạt ngưỡng lớn hơn -104dBm (ngưỡng thiết kế vùng phủ UL 10Mbps). Vùng màu xanh dương ứng với trường hợp mức tín hiệu thu > -104 dBm (100% KPI cho UL ≥ 10 Mbps). Các màu còn lại không đạt chỉ tiêu KPI để cung cấp dịch vụ.



Hình 4. Kết quả đo kiểm bản đồ vùng bao phủ mạng 5G

Bảng 1. Thống kê thông số các mẫu đo chất lượng mạng 5G

STT	KPI	Tổng số mẫu	Số mẫu tốt	Giá trị đạt được	CTKT	So với CTKT
1	Average Application UL Throughput (Mbps)	2135		77		
2	Max Application UL Throughput (Mbps)	2135		170		
3	% Application UL Throughput ≥ 10Mbps (%)	2135	2135	100.00		
4	% Application UL Throughput ≥ 20Mbps (%)	2135	2079	97.37	100%	Đạt
5	HTTP Download/Upload Success rate (%)	71	71	100.00		

Bảng 1 thống kê kết quả đo kiểm chất lượng dịch vụ mạng 5G (single UE) với UL và HTTP. Trong đó, 100% số mẫu đo kiểm đạt tốc độ UL lớn hơn 10 Mbps, và 97.37% cho trường hợp tốc độ UL lớn hơn 20 Mbps.

✚ Kết quả đo kiểm chất lượng trường hợp tệ nhất (worst case) tại 18 hố Golf (4 UE):

Bài đo thực hiện như sau: 4 máy điện thoại 5G thực hiện upload dữ liệu đồng thời. Phiên upload thực hiện 20 phút/hố golf. Cấu hình cell 5G: 1 carrier 90 MHz. Thống kê chất lượng 5G tính trung bình tại 18 hố đo so với Target (95%): Tổng % số mẫu $\geq 10\text{Mbps}$ (94.42%); tổng % số mẫu $\geq 5\text{Mbps}$ (97.81%).

Bảng 2. Thống kê kết quả đo tại 18 hố Golf

Số lượng hố Golf	% số mẫu $\geq 10\text{Mbps}$	% số mẫu $\geq 5\text{Mbps}$	% số mẫu $< 10\text{Mbps}$	% số mẫu $< 5\text{Mbps}$	Target	Đánh giá
Hố 1	98.46%	98.68%	1.54%	1.32%	95%	Đạt
Hố 2	98.79%	99.60%	1.21%	0.40%	95%	Đạt
Hố 3	93.97%	97.86%	6.03%	2.14%	95%	Đạt
Hố 4	99.83%	99.91%	0.17%	0.09%	95%	Đạt
Hố 5	100.00%	100.00%	0.00%	0.00%	95%	Đạt
Hố 6	99.75%	100.00%	0.25%	0.00%	95%	Đạt
Hố 7	99.82%	100.00%	0.18%	0.00%	95%	Đạt
Hố 8	98.46%	98.68%	1.54%	1.32%	95%	Đạt
Hố 9	89.17%	91.70%	10.83%	8.30%	95%	Không Đạt
Hố 10	88.08%	99.72%	11.92%	0.28%	95%	Đạt
Hố 11	92.35%	92.69%	7.65%	7.31%	95%	Không Đạt
Hố 12	99.27%	99.82%	0.73%	0.18%	95%	Đạt
Hố 13	100.00%	100.00%	0.00%	0.00%	95%	Đạt
Hố 14	61.43%	91.54%	38.57%	8.46%	95%	Không Đạt
Hố 15	85.74%	93.70%	14.26%	6.30%	95%	Không Đạt
Hố 16	92.57%	96.66%	7.43%	3.34%	95%	Đạt
Hố 17	96.66%	98.89%	3.34%	1.11%	95%	Đạt
Hố 18	99.77%	99.89%	0.23%	0.11%	95%	Đạt
Tổng	94.42%	97.81%	5.58%	2.19%	95%	Đạt

✚ Đánh giá chung:

- ✚ **Kết quả đo kiểm vùng phủ với 5G Smart-phone:** đạt 100% số mẫu đo kiểm thực tế đạt $> 10\text{Mbps}$, đúng theo mục tiêu thiết kế ban đầu (đánh giá single UE). Kết quả đo kiểm trong trường hợp worst case (tối đa 4 máy/hố golf + tốc độ tối thiểu yêu cầu $5\text{Mbps}/\text{máy}$) với 14/18 hố golf đạt $> 95\%$ số mẫu $\geq 5\text{Mbps}$; tính chung tổng thể 18 hố golf có 2% số mẫu $< 5\text{Mbps}/\text{máy}$ (kết quả đánh giá mẫu đo tức thời 1 giây/mẫu). Trường hợp worst case tối đa 4 máy/hố golf + tốc độ tối thiểu yêu cầu $5\text{Mbps}/\text{máy}$.
- ✚ **Kết quả đo kiểm với đầu cuối video (sử dụng video camera của VTV):** Kịch bản test như sau. Số lượng thiết bị kết nối đồng thời: 02 camera của VTV kết nối truyền dữ liệu đồng thời. Vị trí đo kiểm: Vị trí đặt máy quay tại 18 hố golf. Thời gian đo kiểm: 10 phút/hố golf. Kết quả đánh giá chất lượng đường truyền đảm bảo 18/18 hố golf.

3. Kết quả thử nghiệm sản xuất chương trình thể thao trực tiếp

Hiện nay, Đài THVN đang có một số thiết bị sử dụng công nghệ di động 5G để truyền dẫn tín hiệu kết nối từ Camera tiên kỳ nhỏ gọn từ xa về Server thu đặt tại Trung tâm SX tại Hà Nội. Cụ thể, Trung tâm Kỹ thuật truyền hình (KTTH) đang quản lý sử dụng 04 bộ phát Univiso UV800, 04 bộ phát Univiso UV100 và 03 bộ Server thu UV2101. Trong phần tiếp theo, chúng tôi trình bày chi tiết kết quả thử nghiệm SXTX qua 5G cho môn thi đấu Golf tại SEA Games 31, năm 2022.

Địa điểm thử nghiệm là nơi tổ chức thi đấu môn GOLF tại sân Golf Đầm Vạc, Vĩnh Yên, Vĩnh Phúc, môn thi đấu chính thức tại SEA Games 31.

- **Model thiết bị 5G sử dụng:** 02 thiết bị phát Univiso UV800 (Encoder), mỗi thiết bị được gắn 02 sim Viettel 5G; 01 thiết bị thu Univiso UV2101 (Decoder) kết nối mạng internet tốc độ 100Mbps.
- **Thông số cài đặt thử nghiệm bên phát:** Mã hóa video: HEVC; Tốc độ bit: VBR @15 Mbps; Độ trễ (Latency): 700ms; Thiết bị 5G encoder hỗ trợ tối đa 70 Mbps (uplink); Tín hiệu: Video SDI Embedded, 1080i50 @HD; Video codec: HEVC (H.265) /AVC (H.264) main profile; Không gian màu: ITU-R BT.709 @HD; Độ sâu bit: tối thiểu 8 bit, lấy mẫu màu 4:2:0; Audio: 2 kênh 48 kHz @ 16bit, mã hóa AAC.

Mô hình thử nghiệm thực tế trong **Hình 3** kết hợp sử dụng truyền dẫn 5G và hệ thống mạng WiFi diện rộng tại sân Golf để truyền tải tín hiệu video từ 16 camera trải dài trên sân Golf 18 lỗ. Có 4 Camera sử dụng Module 5G, kết hợp các camera sử dụng sóng WiFi và Camera SDI cho sản xuất. Đây có thể xem là mô hình lai ghép giữa SXTX và sản xuất truyền thống. Tín hiệu từ các camera đưa về bộ Mixer đặt tại nhà điều hành sân Golf. Khoảng cách từ 5G Endcoder về Decoder ước lượng từ 100m - 3 km tùy theo vị trí Camera di chuyển.

ViettelNet đã cung cấp dịch vụ 5G thử nghiệm bao phủ toàn bộ sân Golf với 03 trạm 5G, căn chỉnh hệ thống đảm bảo cho việc truyền dẫn tín hiệu vô tuyến cho các Camera. Cả 3 trạm 5G của Viettel đều sử dụng anten công nghệ MIMO 64T64R (64 thu, 64 phát) - một trong những công nghệ anten 5G tiên tiến hiện nay. Ngoài ra, mạng 5G được triển khai tại sân Golf Đầm Vạc trên băng tần 2.600 MHz - băng tần đáp ứng chất lượng 5G tốt nhất tại thời điểm thử nghiệm. Bên cạnh đó, các kỹ sư ViettelNet đã cấu hình tham số để nâng cấp tốc độ Uplink lên 1.5 lần, đồng nghĩa với tốc độ truyền tín hiệu trực tiếp cũng được tăng lên tương tự. Qua đo kiểm thực tế với Speedtest¹, tốc độ uplink 5G ghi nhận 200 Mbps, tốc độ downlink 5G đạt 700 Mbps.



Hình 5. Thiết bị 5G mang vai tác nghiệp tại sân Golf (balo chứa 5G Encoder kết nối Camera qua cáp SDI)

¹ <https://www.speedtest.net/>

Từ **Hình 5** đến **Hình 7** minh họa SXTX sử dụng nhiều Camera cho 1 trận đấu Golf tại SEA Games 31, với 04 camera sử dụng thiết bị 5G Encoder để truyền tín hiệu từ sân Golf, kết hợp các Camera SDI khác. Chất lượng truyền video ổn định trong suốt quá trình thử nghiệm, đảm bảo băng thông và QoS.



Hình 6. Hệ thống thiết bị giám sát tín hiệu video truyền về từ sân Golf (bao gồm Decoder)

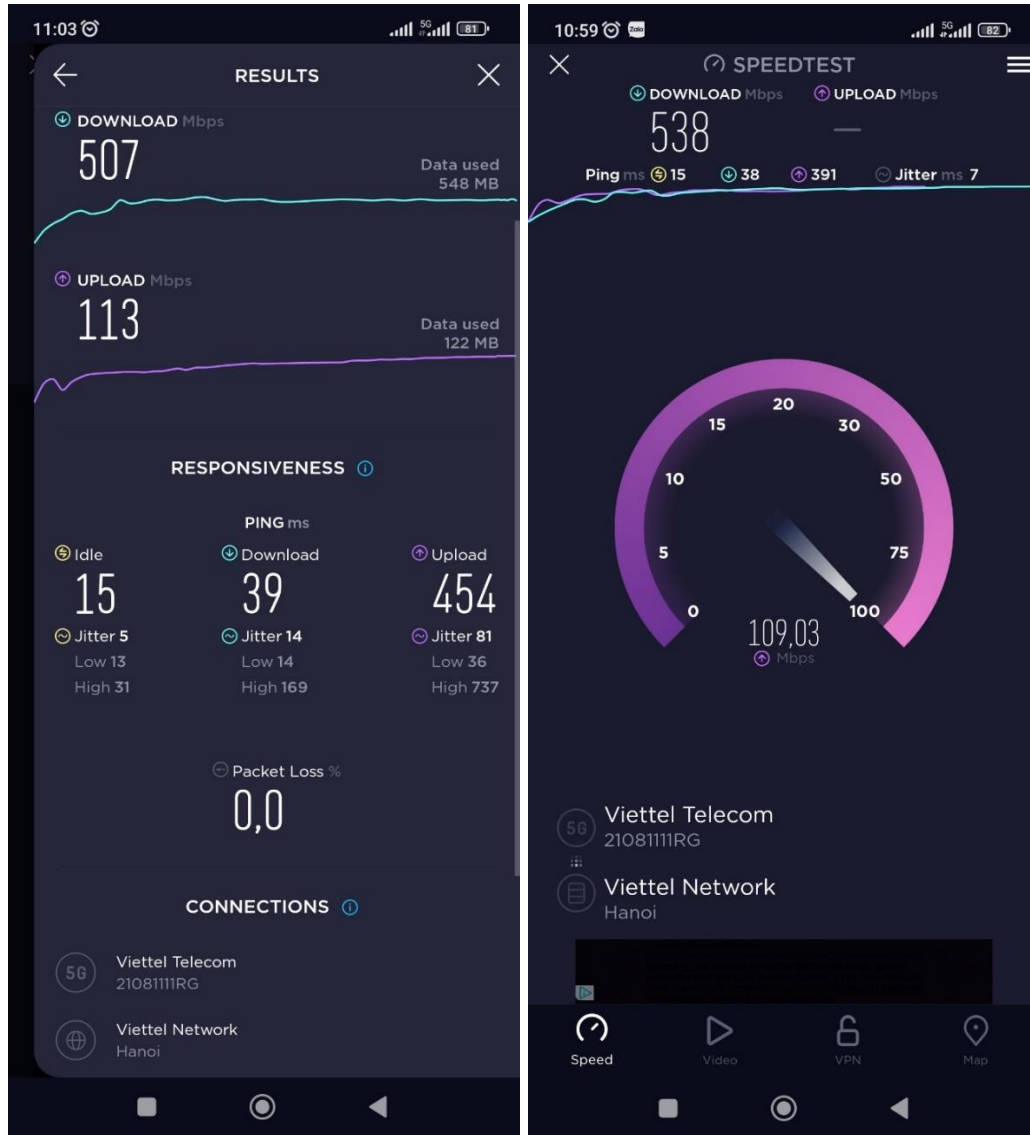


Hình 7. Trận đấu Golf được truyền hình trực tiếp trên kênh VTV5

Hình 8 minh họa đo kiểm tốc độ mạng 5G qua ứng dụng Speed Test² trên mobile. Tốc độ download khoảng 507 – 538 Mbps, tốc độ upload khoảng 109 Mbps – 113 Mbps. Độ trễ mạng (delay time) qua ping khoảng 15ms. Tốc độ này đáp ứng cho SX trực tiếp chương trình thể thao qua 5G. Với các ứng

² <https://www.speedtest.net/apps/android>

dụng thể thao trực tiếp, streaming đòi hỏi tốc độ cao. Thực tế khi thử nghiệm truyền video HD thời gian thực, mã hóa HEVC, tốc độ truyền trung bình 15 Mbps khi ghép 2 SIM 5G cho 1 camera, đảm bảo truyền tín hiệu ổn định trong quá trình tác nghiệp tại sân Golf.



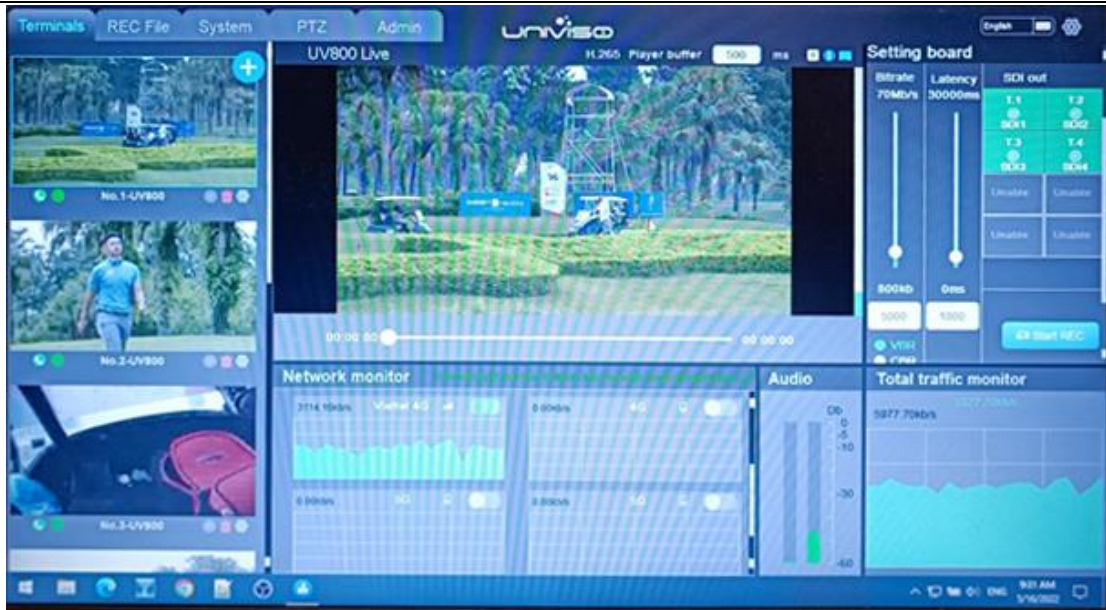
Hình 8. Tốc độ 5G đo qua Smart-Phone bằng Speedtest

Phương pháp đo chất lượng video và audio:

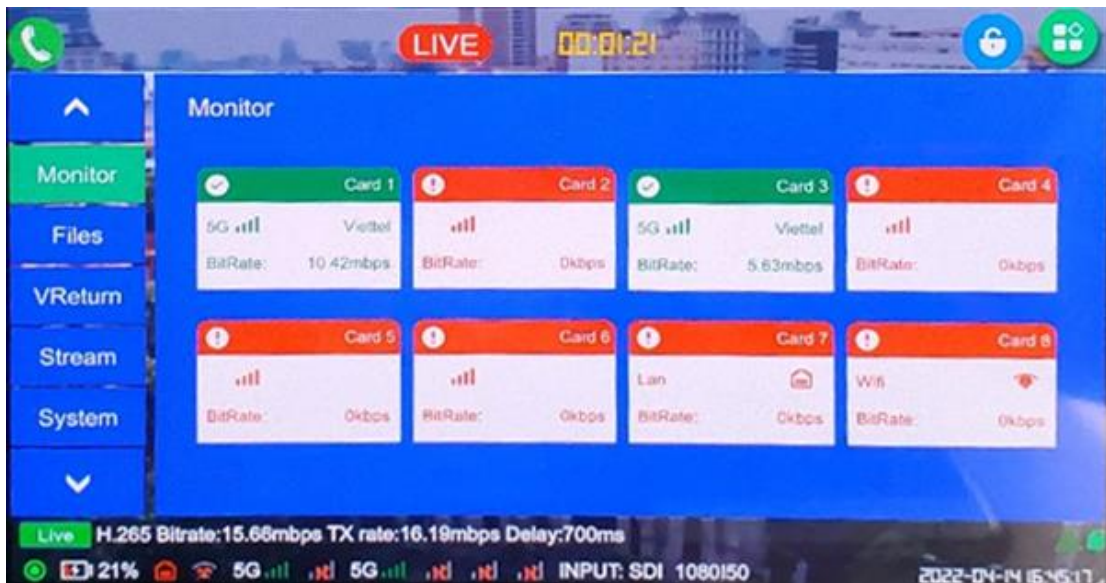
Đo audio thực hiện qua Waveform monitor để đánh giá audio theo tiêu chuẩn AAC, một số thông số đo: Audio loudness, số kênh, tốc độ bit, audio level,...Các tiêu chuẩn tham chiếu: QCVN 115:2017/BTTTT; QCVN 63:2012 BTTTT; EBU R128, ITU – R.1770.

Đo chất lượng video, thực hiện đo SDI baseband sau bộ giải mã Decoder đặt tại nhà điều hành sân Golf. Một số tham số đo: Không gian màu theo ITU- R. BT.709, đo mức video, độ bão hòa màu, C/N, độ chói,...Theo EBU R103 -2000 và ITU-R BT.601.

Đo tốc độ bit, độ trễ 5G Encoder - Decoder, lỗi gói qua giao diện vô tuyến, jitter: Sử dụng thiết bị UNIVISIO đặt tại Trung tâm điều hành sân GOLF tại ngõ ra bộ Decoder để đo chất lượng video qua giao diện vô tuyến 5G, minh họa trong **Hình 9**.



a. Ảnh chụp màn hình đo kiểm bitrate video, audio, chất lượng mạng 5G, latency



b. Ảnh chụp màn hình video bitrate với H.265 sử dụng bonding (ghép 2 SIM 5G)

Hình 9. Minh họa thiết bị đo kiểm chất lượng tín hiệu video qua 5G

Hình 9 minh họa một số kết quả đo chất lượng video thực hiện sau bộ Decoder qua giao diện vô tuyến 5G, với một camera sử dụng 2 SIM Viettel 5G tốc độ từ 5 Mbps – 10 Mbps. Tốc độ bit UL trung bình sử dụng codec H.265 đạt 15.66 Mbps, tốc độ đỉnh (peak) 16.2 Mbps. Độ trễ truyền dẫn qua giao diện vô tuyến 5G (từ Encoder-Decoder) là 700ms đáp ứng thông số Latency theo thiết kế. Đồng bộ tín hiệu vào/ra thực hiện trên bộ Decoder. Tín hiệu intercom thực hiện qua bộ IP intercom của TT.KTTH, tín hiệu Tally truyền từ Camera-Module 5G về bộ Decoder.

Ghi chú: Hiện tại TCVN/QCVN mới áp dụng cho H.264/AVC video, chưa có tiêu chuẩn dành riêng cho video HEVC/H.265. Trong thử nghiệm với HEVC, chúng tôi tham chiếu đến tiêu chuẩn sau cho HEVC video HD 50 frames, với điểm đánh giá 4đ là đạt cho tốc độ bit với thang điểm từ 1(bad) – 2(poor) – 3(Fair) – 4(good)- 5 (excellent). Tiêu chuẩn tham chiếu (EBU Tech Report 036 và ARIB STD-

T12-26.906 V12.0) với HEVC video HD 1080p50 bit rate: 4.3 Mbps – 5 Mbps; HEVC video 4K 2060p50: 14.8 Mbps – 20 Mbps.

4. Kết luận

Bài báo đã trình bày một số kết quả thử nghiệm sản xuất chương trình thể thao trực tiếp qua mạng 5G minh chứng cho khả năng SXTX với nhiều camera. Môn thi đấu là Golf diễn ra tại SEA Games 31 năm 2022. Các camera kết nối bộ không dây 5G Encoder hỗ trợ Sim 5G tác nghiệp tại hiện trường. Tín hiệu từ nhiều camera truyền qua giao diện vô tuyến và đến bộ 5G Decoder đặt tại nhà điều hành sân GOLF,... tại đây tín hiệu chuyển qua giao diện SDI để đưa vào video Switcher, kết hợp các thiết bị khác phục vụ cho thực hiện SX video các bước tiếp theo. Mô hình này cũng có thể áp dụng cho sản xuất trực tiếp các môn thể thao: Bóng đá, Tennis, bóng bàn,...các môn thể thao di chuyển nhanh như xe đạp, đua xe hơi,.. có thể áp dụng kết hợp mô hình sản xuất mới qua mạng 5G và các mô hình sản xuất truyền thống hiện có (cáp quang, vệ tinh, xe truyền hình lưu động). Một số kết quả đo chất lượng video cho thấy đáp ứng được yêu cầu để sản xuất chương trình thể thao, tin tức, giải trí và sự kiện trực tiếp, giúp tiết kiệm chi phí sản xuất chương trình.

Lời cảm ơn

Kết quả thử nghiệm được thực hiện với đề tài: “Nghiên cứu và thử nghiệm mô hình sản xuất chương trình từ xa trên nền tảng công nghệ di động 5G tại Đài THVN”, tài trợ bởi Quỹ KH&CN – Đài THVN.

Xung đột lợi ích

Các tác giả tuyên bố không có xung đột lợi ích trong bài báo này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] M. Keltsch, S. Prokesch, O. P. Gordo, J. Serrano, T. K. Phan, and I. Fritsch, "Remote Production and Mobile Contribution Over 5G Networks: Scenarios, Requirements and Approaches for Broadcast Quality Media Streaming," in *2018 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB)*, 2018, pp. 1-7.
- [2] A. Lustica and J. Bozek, "5G Technology for Broadcast TV Applications," in *2019 International Symposium ELMAR*, 2019, pp. 97-100.
- [3] P. Pérez *et al.*, "Live Free-Viewpoint Video in Immersive Media Production Over 5G Networks," *IEEE Transactions on Broadcasting*, vol. 68, no. 2, pp. 439-450, 2022.
- [4] P. Sunna *et al.*, "A Multiple Camera 5G Wireless Studio for Professional Content Production Scenarios," in *2022 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB)*, 2022, pp. 1-6.
- [5] I. D. D. C. a. all, "STATE-OF-THE-ART OF EXTENDED REALITY IN 5G NETWORKS," *IBC 2019 Technical Paper*, 2019.
- [6] EBU, "5G-based Content Production & Contribution," ed. Geneva, 2024.
- [7] E. (2020), "New EBU report outlines 5G opportunities and challenges for broadcasters," Available: <https://www.ibt.org/trends/ebu-report-5g-could-work-for-broadcasters/6074.article>
- [8] IBC. (2020). *REMOTE PRODUCTION IDENTIFIED AS KEY 5G APPLICATION*. Available: <https://www.ibt.org/news/remote-production-identified-as-key-5g-application/6077.article>
- [9] I. P. Chochliouros, A. S. Spiliopoulou, P. Lazaridis, M. A. Kourtis, Z. Zaharis, and A. Kostopoulos, "Combined 5G-Based Video Production and Distribution in a Crowded Stadium Event," in *Artificial Intelligence Applications and Innovations. AIAI 2020 IFIP WG 12.5 International Workshops: MHDW 2020 and 5G-PINE 2020, Neos Marmaras, Greece, June 5–7, 2020, Proceedings 16*, 2020, pp. 35-46: Springer.
- [10] N. Insight, "Solution Paper: Remote Production: The possibility to offer more live content at a lower cost," Available: https://netinsight.net/wp-content/uploads/2015/12/Remote_production_Solutionpaper.pdf
- [11] ProductionHUB. Remote Production and AI: The Future of Post Production [Online]. Available: <https://www.productionhub.com/blog/post/remote-production-and-ai-the-future-of-post-production>
- [12] EBU, "EBU Members' trials of 5G in content production and contribution," 2024, vol. Tech Report 080 Available: <https://tech.ebu.ch/publications/tr080>.
- [13] D. Silhavy, R. Bradbury, D. Waring, D. Audsin, J. J. Gimenez, and K. Krauss, "Optimizing mobile video streaming through collaboration between content providers and 5G networks," presented at the Proceedings of the 3rd Mile-High Video Conference, Denver, CO, USA, 2024. Available: <https://doi.org/10.1145/3638036.3640258>
- [14] EBU. NEW EBU REPORT OUTLINES 5G OPPORTUNITIES AND CHALLENGES FOR BROADCASTERS [Online]. Available: <https://www.ibt.org/trends/ebu-report-5g-could-work-for-broadcasters/6074.article>
- [15] FIFA. (2014). *2014 FIFA World Cup: Game Change*. Available: <https://www.tvtechnology.com/miscellaneous/2014-fifa-world-cup-game-change>
- [16] VnEconomy, "Efforts to commercialize 5G networks," (in Vietnamese), Digital Economy, June 2024. [Online]. Available: <https://vneconomy.vn/no-luc-thuong-mai-hoa-mang-5g.htm>
- [17] VTV, "Testing 5G application in program production at SEA Games 31," (in Vietnamese), Technology, May 2022. [Online]. Available: <https://vtv.vn/cong-nghe/thu-nghiem-ung-dung-5g-trong-san-xuat-chuong-trinh-tai-sea-games-31-20220519153825254.htm>



Nguyen Huu Phong received the B.E. in Telecom Eng. from University of Transport and communications – Campus 2 (UTC2) in 2006, BBA from the University of Economics HCMC (UEH) in 2012, and Master of Telecom from HCMC Posts and Telecommunications Institute of Technology (PTIT), Vietnam in 2014. From Aug 2016, he has been working toward the Ph.D. degree in Ho Chi Minh City University of Technology (HCMUT). From July 2006 to June 2012, he worked at Wireless Access Network Section in CDMA Mobile Phone Center (S-Fone Mobile). From July 2012 to July 2024, he worked at Broadcast Research and Application Center (BRAC), Vietnam Television (VTV) and Broadcast Technology Section of Information and Television Technology Center - VTV. Since August 2024, he is working at R&D Strategy Dept. in Saigontourist Cable Television Company Ltd (SCTV). His research interests include: Radio network optimization, Full-Duplex, RF Energy Harvesting, audio/video coding, DVB-T2/C2/S2, 5G Remote Production, Speech-to-Text, IP based video Production, 4K UHD and broadcast technology. Email: phongnguyen@vtv.vn. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6103-1778>



Ha Tuan Dung received the Degree of Engineer in Telecommunications Eng. from Ha Noi University of Science and Technology, Vietnam in 2000. From 2000 to 2003, he worked at CMC SI Company, part of CMC Technology Group. Since 2003, he has been a member of Technical Center, Vietnam Television (VTV). His research interests include: Audio and Video over SDI, audio/video coding, IT and News for Broadcasting Production. Email: htdung@vtv.vn. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5017-6543>



Ho Anh Vu received the B.E from Ho Chi Minh City University of Technology an Education (HCMUTE), Vietnam in 2005. Since september 2005, he has been a member of Technical Dept., Vietnam Television Center in Ho Chi Minh City (VTV9) , Vietnam Television (VTV). His research interests include: Audio and Video codec, broadcast technology, play-out and transmission technology. Email: vuhavtv@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8360-6233>



Ho Van Khuong received the B.E. (with the first-rank honor) and the M.S. degrees in Electronics and Telecommunications Engineering from Ho Chi Minh City University of Technology, Vietnam, in 2001 and 2003, respectively, and the Ph.D. degree in Electrical Engineering from University of Ulsan, Korea in 2007. During 2007-2011, he joined McGill University, Canada as a postdoctoral fellow. Currently, he is an Associate professor at Ho Chi Minh City University of Technology, Vietnam. His major research interests are modulation and coding techniques, diversity techniques, digital signal processing, energy harvesting, physical layer security, intelligent reflecting surface, and cognitive radio. Email: hvkhuong@hcmut.edu.vn. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7044-4131>



Pham Thanh Hoa received the Degree of Engineer in Telecommunications Engineering from Ha Noi University of Science and Technology, Vietnam in 2006; and Master of Science in Telecommunications Engineering from Ha Noi University of Science and Technology, Vietnam in 2011. From September 2006 to January 2008, he worked as an engineer in Vietnam Television Pay TV Content Department (VTVpcd). Since February 2008, he has been a member of Technical Center, Vietnam Television (VTV). His research interests include: Audio and Video over IP, audio/video coding, Remote Production through 5G network, enhanced and control audio/video quality in program production and broadcast technology in digital tranformation era. Email: vtvhoapte@vtv.vn. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9562-3806>