

XÂY DỰNG HỆ THỐNG TRUYỀN TẢI HÌNH ẢNH VÀ ÂM THANH HỖ TRỢ ĐÀO TẠO TỪ XA TRÊN MẠNG VINAREN

Phạm Thái Bảo

Trần Anh Khoa

Đào Văn Tuyết

TÓM TẮT

Mạng nghiên cứu và đào tạo Việt Nam (VinaREN) là một mạng đường trục tốc độ cao cho phép liên kết các mạng của các trung tâm nghiên cứu và đào tạo trong cả nước, kết nối với các nước trong khu vực và trên thế giới thông qua TEIN-2 với tốc độ 45/155 Mbps và cũng có thể thông qua các mạng quốc tế khác. Với ưu thế như vậy, VinaREN hoàn toàn có thể sử dụng cho các đào tạo từ xa trong phạm vi trong nước cũng như nước ngoài với chất lượng tốt. Để tận dụng tốt hạ tầng mạng tốc độ cao như trên chúng tôi đề nghị sử dụng hệ thống DVTS, đây là một hệ thống truyền tải âm thanh và hình ảnh thời gian thực độ trễ thấp, hệ thống DVTS này hiện nay đang được sử dụng ở nhiều nước trên thế giới trong đó có Việt Nam.

Bài báo sẽ đi sâu vào việc thiết kế hệ thống đào tạo từ xa sử dụng DVTS trên mạng VinaREN. Nội dung chính của bài báo: 1. Cấu trúc mạng VinaREN. 2. Giới thiệu tổng quan về DVTS. 3. Cấu hình và kết quả thử nghiệm. 4. Kết luận và định hướng phát triển.

Từ khoá: *VinaREN, DVTS, TEIN-2, Video Conference, motion JPEG*

ABSTRACT

Vietnam Research and Education Network (VinaREN) is a high speed backbone linking networks of major research and education organizations in Vietnam, and also linking regional, international research and education networks via TEIN2 with a bandwidth of 45/155 Mbps and via other international networks. With these advantages, VinaREN will be able to use perfectly in e-learning between organizations in Vietnam and also between Vietnam and other countries. To utilize the infrastructure of the high speed network, we propose a method using DVTS which is a transport audio and video system with very low delay. The DVTS system is well-known in many countries including Vietnam.

This article goes deeply in establishing e-learning systems using DVTS based on VinaREN. The essential contents of the article include: 1. VinaREN structure. 2. Introducing DVTS. 3. Configurations and Testing. 4. Conclusion and development.

Keywords: *VinaREN, DVTS, TEIN-2, Video Conference, motion JPEG*

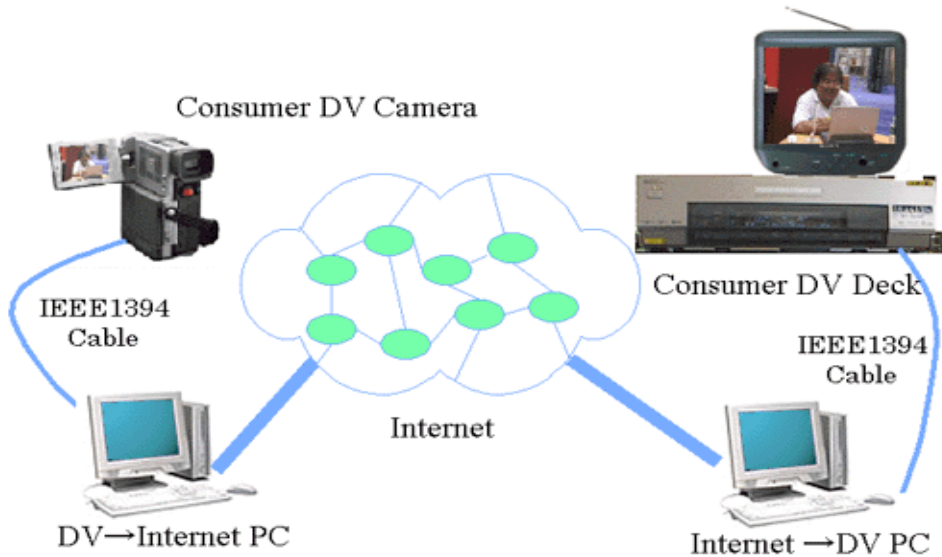
I. GIỚI THIỆU

E-learning không chỉ là lưu trữ và phân phối bài giảng dưới dạng các tập tin văn bản, dữ liệu lưu trữ tại các CMS cần được đa dạng để tăng hiệu quả giảng dạy (như âm thanh, hình ảnh, Video, ...) Hiện nay ở nước phần lớn chưa tận dụng khả năng truyền tải hình ảnh, âm thanh để tương tác giữa người giảng bài và người học. Ở những nơi đã sử dụng thì chất lượng hình ảnh, âm thanh chưa cao, và nhiều khi còn gây trở ngại vì cấu hình hệ thống khó khăn và việc mở rộng hạn chế. Với sự ra đời của mạng tốc độ cao VinaREN và hệ thống truyền tải âm thanh, hình ảnh thời gian thực DVTS, thì nhóm nghiên cứu của chúng tôi đã đề ra giả thiết rằng: “Liệu DVTS có thể cung cấp một giải pháp công nghệ tốt cho truyền tải và thu nhận âm thanh hình ảnh, áp dụng không những cho e-learning mà còn trong các lĩnh vực khác Telemedicine, Teleconference,... trên mạng VinaREN với điều kiện nước ta trong thời gian sắp tới hay không?”.

II. HỆ THỐNG DVTS

1. Giới thiệu

- **Mô hình hệ thống DVTS được xây dựng như sau:**



Hình 1. Mô hình hoạt động của DVTS

- **Hệ thống DVTS bao gồm:**

Thiết bị thu hình, thiết bị phát hình và hai máy tính được kết nối với nhau thông qua mạng Internet trong đó thiết bị thu hình và phát hình được gắn với máy tính thông qua cổng IEEE1394.

- **Hoạt động của hệ thống DVTS:**

Thiết bị thu hình sẽ ghi nhận hình ảnh dưới dạng từng frame hình sau đó nén lại bằng định dạng *motion JPEG* rồi gửi lên cho PC bằng định dạng *DV (Digital Video)*. PC này sẽ đóng gói dữ liệu nhận được từ thiết bị thu hình bằng *giao thức RTP (Realtime Transport Protocol)* rồi gửi qua cho PC bên kia thông qua đường truyền Internet. PC bên kia sau khi nhận được các gói *RTP* sẽ tiến hành bóc tách tiêu đề *RTP* để lấy ra dữ liệu *DV* rồi gửi cho thiết bị phát hình qua cổng *IEEE 1394*. Thiết bị phát hình sẽ hiển thị hình ảnh dựa trên dữ liệu nhận được.

- **Định dạng *motion JPEG*:**

Việc nén Video trong *motion JPEG* rất đơn giản. Một đoạn Video thì bao gồm các frame hình liên tục, *motion JPEG* chỉ nén các frame hình này lại bằng thuật toán nén tương tự như *nén ảnh JPEG* sử dụng *biến đổi Cosin rời rạc (Discrete Cosine Transform)* và *mã hóa độ dài thay đổi (Variable Length Coding)*. Sau khi nén bằng *motion JPEG* thì đoạn Video sẽ trở thành một chuỗi các ảnh *JPEG*.

- **Định dạng *DV (Digital Video)*:**

Một frame hình ảnh được chia thành những *chuỗi định dạng giao diện số (DIF – Digital Interface Format)*. Những chuỗi này sau đó còn được chia nhỏ thành những 150 khối *DIF*, mỗi khối *DIF* có kích thước 80 byte trong đó có 3 byte tiêu đề.

- **Đóng gói *RTP*:**

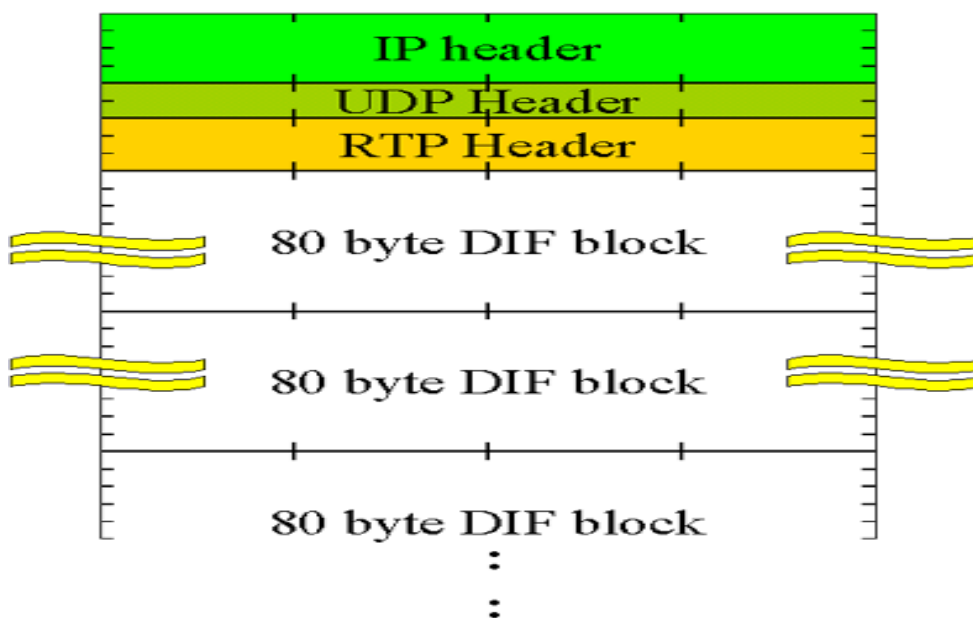
Tất cả các khối *DIF* trong cùng một gói *RTP* thì phải cùng một frame video. Để chuyển sang một frame video khác thì phải dùng trường *timestamp* của *RTP*.

2. Mã hoá DV

- Định dạng mã hóa DV được tối ưu cho việc lưu trữ trên băng từ.
- Dữ liệu của DV bao gồm audio, video. Hệ thống dữ liệu này được quản lý theo từng frame hình ảnh. Một frame hình ảnh được chia thành những chuỗi định dạng giao diện số (DIF – Digital Interface Format). Những chuỗi này sau đó còn được chia nhỏ thành những khối DIF
- Đối với nén Video, DV dùng kỹ thuật nén DCT và VLC với tỉ lệ cố định. Kỹ thuật này chia khung hình ảnh ra làm nhiều khung hình chữ nhật con rồi nén trên những khung này
- Đối với nén Audio, tần số lấy mẫu là 32KHz, 44.1KHz, 48KHz, sau đó được lượng tử thành 16, 18, hay 20 bit

3. Payload của RTP cho DV

- Một gói DV/RTP gồm có RTP Header và RTP Payload. Như đã nói ở trên thì một frame video được chia làm nhiều chuỗi DIF. Mỗi chuỗi DIF chia làm 150 khối 80 byte DIF. Mỗi khối này có 3 byte Header.
- Tất cả các khối DIF trong cùng một gói RTP thì phải cùng một frame video. Để chuyển sang một frame video khác thì phải dùng trường timestamp của RTP.
- 3 byte Header này chỉ định loại của khối 80 byte và vị trí của nó trong chuỗi DIF
- Có khối 80 byte DIF có 5 loại:
 - Header
 - Subcode
 - Thông tin phụ của Video
 - Audio
 - Video



Hình 2. Định dạng gói RTP cho DV

- Có hai kiểu được đề nghị cho truyền Video và Audio: truyền Video và Audio chung, và truyền riêng biệt chúng.

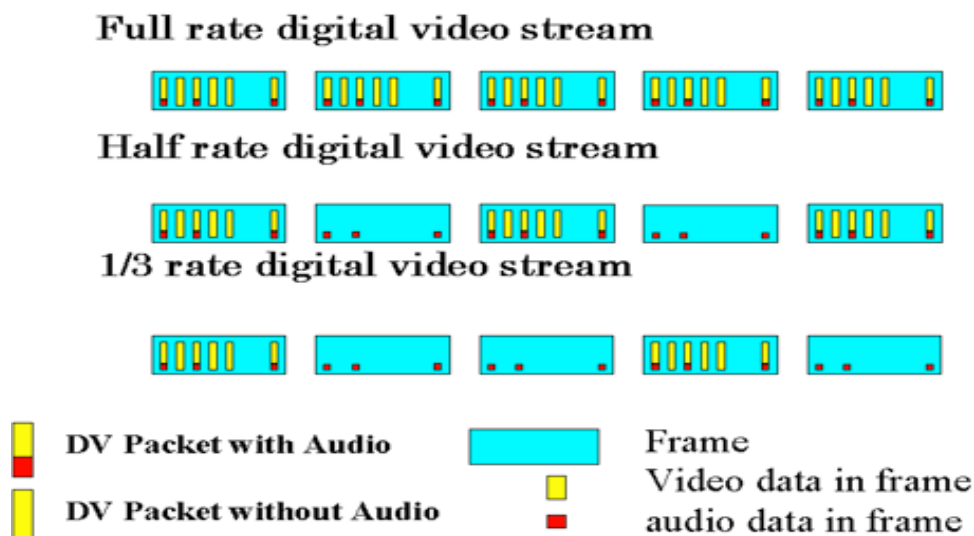
- Khi truyền riêng biệt Audio và Video thì có 2 chiến lược để truyền. (1) Truyền theo luồng Audio thông thường. (2) Chuyển Audio sang định dạng Audio PCM rồi truyền.
- Khi truyền riêng biệt hai luồng Audio và Video thì sự đồng bộ giữa chúng không được hoàn hảo nên DVTS cho truyền chung Audio và Video trong một luồng.

4. Thiết kế DV/RTP

- Hệ thống DVTS bao gồm máy tính Pentium, hệ điều hành Linux/Windows cấp IEEE1934, DV camera và DV Deck
- Ứng dụng truyền nhận dữ liệu và đường truyền internet.
- Cấp IEEE1934 truyền với 3 chế độ khác nhau:
 - (1) Truyền gói với những khoảng thời gian bằng nhau sử dụng trong mạng đảm bảo về độ trễ Jitter và băng thông
 - (2) Truyền bất đồng bộ nhưng không đảm bảo độ tin cậy khi truyền
 - (3) Truyền bất đồng bộ và đảm bảo độ tin cậy khi truyền.

➤ Sử dụng băng thông và loại bỏ Frame:

- Luồng DV đầy đủ cần 30 Mbps. Tốc độ frame là 29.97 frame/sec.
- Trong nhiều trường hợp có thể giảm tốc độ Frame để giảm băng thông tiêu thụ.
- Loại bỏ bớt Frame hình và giữ nguyên Frame tiếng.
- Tốc độ frame 15 frame/sec không làm giảm nhiều chất lượng hình ảnh & có thể chấp nhận cho việc truyền thông.

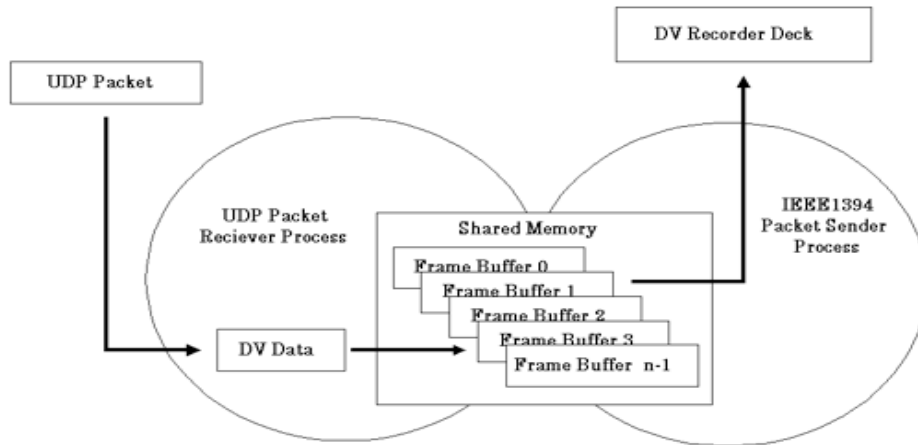


Hình 3. Minh họa tốc độ frame

➤ Xử lý mất packet

- Có hai giải pháp:
 - Phát lại frame hoàn chỉnh trước đó.
 - Sử dụng lại dữ liệu liên quan từ frame trước đó.
- DVTS chọn giải pháp thứ 2.

➤ **Frame Buffering**



Hình 4. Xử lý ở bộ đệm

- Chương trình nhận gồm hai Thread chính:
 - Nhận UDP packet, decode đưa frame vào buffer.
 - Lấy frame từ buffer và đưa đến ngõ ra IEEE1394
 - Sử dụng lại Frame trước nếu frame kế tiếp chưa sẵn sàng

➤ **Hỗ trợ IPv6**

- Hỗ trợ IPv6 dễ tương thích với Internet thế hệ tiếp theo.
- Các gói chỉ khác nhau ở phần tiêu đề IP, còn UDP và DVTS data thì vẫn như cũ.

III. CẤU TRÚC CỦA MẠNG VINAREN

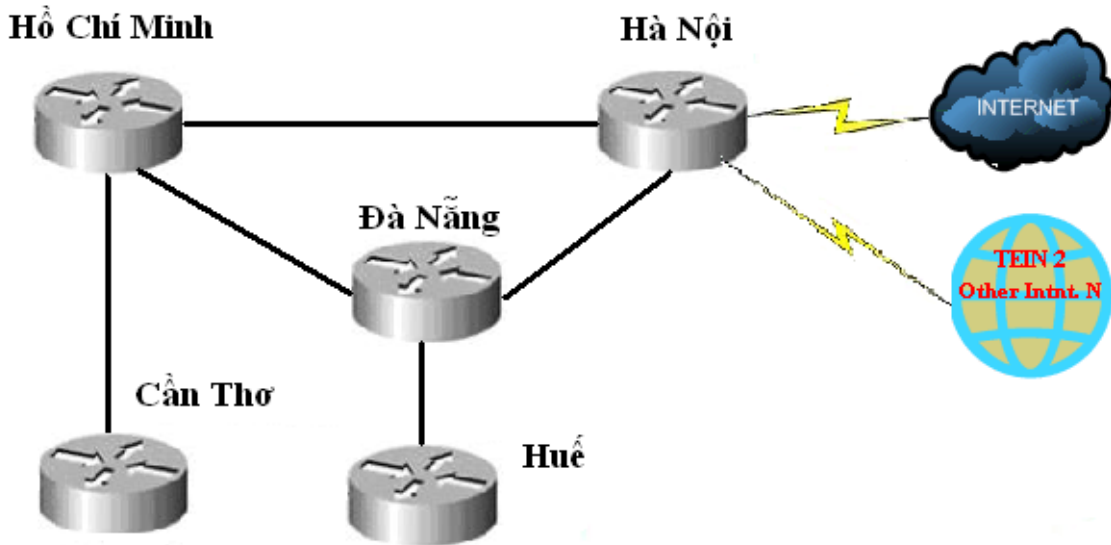
- VinaREN là một mạng phi thương mại không liên thông với Internet thương mại. VinaREN có đường trục cáp quang 100Mbps kết nối hầu hết các trường đại học lớn và cơ sở nghiên cứu trong nước. VinaREN kết nối với mạng thông tin Á-Âu (TEIN2) qua đường 45Mbps. Qua TEIN2 chúng ta có thể truy cập các tài nguyên của hơn 3000 trường đại học và các trung tâm nghiên cứu quốc tế.
- Cấu trúc mạng VinaREN bao gồm:
 - Mạng trục quốc gia
 - Các trung tâm vận hành mạng
 - Hạ tầng viễn thông
 - Các mạng thành viên

1. Mạng trục quốc gia

Mạng trục quốc gia của VinaREN bao gồm 3 Router với bộ xử lý có tốc độ 720 Gbps được đặt tại ba thành phố là Hà Nội (Trung tâm Thông tin Khoa học và Công nghệ Quốc gia, phòng 613-615 nhà 24 Lý Thường Kiệt, Hà Nội), thành phố Đà Nẵng (Sở Khoa học Công nghệ thành phố Đà Nẵng, 51A Lý Tự Trọng, Hải Châu, Đà Nẵng), thành phố Hồ Chí Minh (Trung tâm Thông tin Khoa học và Công nghệ thành phố Hồ Chí Minh, 79 Trương Định, quận I, thành phố Hồ Chí Minh). Ngoài ra còn có 02 Router có bộ xử lý 720 Gbps đặt tại thành phố Huế (số 3 Lê Lợi, kết nối với Đà Nẵng) và tại Thành phố Cần Thơ (khu II Đường 3/2 thành phố Cần Thơ - kết nối trực tiếp vào

Router lõi tại thành phố Hồ Chí Minh). Các Router được kết nối bằng cáp quang với tốc độ chuyển mạch cao, thông tin chuyển qua các Router này hầu như tức thời.

Đường kết nối Đà Nẵng – Hồ Chí Minh là đường back-up. Các tuyến cáp của mạng trực đều có hệ thống back-up. Với thiết kế như vậy sẽ đảm bảo mạng trực hoạt động liên tục.



Hình 5. Kết nối mạng đường trục quốc gia của VinaREN

2. Các Trung tâm vận hành mạng - Network Operating Centre (NOC)

VinaREN có 03 Trung tâm vận hành mạng miền (còn được gọi là NOC cấp 1) đặt tại Hà Nội, Đà Nẵng và Tp. Hồ Chí Minh. Các NOC cấp 1 đảm nhận trách nhiệm quản lý cả Router lõi thuộc miền tương ứng.

Các NOC khu vực (NOC cấp 2) được đặt tại Tp. Huế cho khu vực Bắc Trung Bộ và Tp. Cần Thơ cho khu vực đồng bằng sông Cửu Long. Sau này, khi có nhu cầu, có thể phát triển thêm một số NOC cấp 2 tại các khu vực khác như duyên hải phía Bắc (Hải Phòng), miền núi phía Bắc (Thái Nguyên) và Tây Nguyên (Buôn Mê Thuột).

Ba NOC miền bao gồm:

- NOC miền Bắc gọi tắt là NOC-HN – kiêm chức năng NOC quốc gia còn gọi là VNNOG
- NOC miền Nam gọi tắt là NOC-HCM
- NOC miền Trung gọi tắt là NOC-ĐN.

Các NOC khu vực bao gồm:

- NOC Tây Bắc gọi tắt là NOC-TN
- NOC Bắc Trung bộ - NOC-HUẾ
- NOC khu vực ĐB SCL – NOC-CT

➤ **NOC miền hay NOC cấp 1:** có các nhiệm vụ cụ thể như sau:

- Duy trì hoạt động ổn định NOC miền;
- Đảm bảo kết nối NOC miền với các NOC khu vực và các thành viên của VinaREN thuộc miền, khu vực khi có nhu cầu;

- Theo dõi, phát hiện và phối hợp với VNNOC, các NOC khác cũng như nhà cung cấp đường truyền để khắc phục sự cố;
- Phối hợp với VNNOC và hỗ trợ các mạng thành viên triển khai các hoạt động trên mạng của VinaREN, APAN ...

➤ **NOC khu vực hay NOC cấp 2:**

- NOC cấp 2 được lựa chọn theo khu vực và được hình thành phục thuộc vào nhu cầu và điều kiện cụ thể của từng giai đoạn. Trước mắt, NOC khu vực Bắc Trung bộ (NOC-HUE) đặt tại Đại Học Huế, thành phố Huế và NOC khu vực đồng bằng sông Cửu Long (NOC-CT) đặt tại Đại Học Cần Thơ, thành phố Cần Thơ.
- NOC cấp 2 có nhiệm vụ cụ thể như sau:
 - Duy trì hoạt động ổn định NOC khu vực.
 - Đảm bảo kết nối NOC cấp 1, với các thành viên của VinaREN thuộc khu vực khi có nhu cầu.
 - Theo dõi, phát hiện và phối hợp với NOC cấp 1 để khắc phục sự cố.
 - Phối hợp với VNNOC và hỗ trợ các mạng thành viên tổ chức các hoạt động chuyên môn trên mạng.

➤ **Trung tâm vận hành mạng quốc gia- VNNOC**

Trung tâm vận hành mạng quốc gia (Vietnam Network Operating Centre - VNNOC) có nhiệm vụ quản trị và giám sát hoạt động của toàn bộ VinaREN và các công kết nối quốc tế của VinaREN. Trước mắt VinaREN có kết nối quốc tế với TEIN2/TEIN3 và kết nối với Internet thương mại phục vụ truy cập tới các nguồn tin điện tử trong nước và trên thế giới qua Liên hợp các thư viện Việt Nam. Sau này có thể có các kết nối với mạng GLORIAD cũng như các mạng quốc tế khác.

Trung tâm vận hành mạng quốc gia Việt Nam (VNNOC) là đầu mối quốc gia của VinaREN, VNNOC có các nhiệm vụ cụ thể sau:

- Xúc tiến, triển khai, duy trì và phát triển mạng VinaREN;
- Quản lý tài nguyên và hoạt động của mạng VinaREN;
- Đảm bảo Công truy cập tới các nguồn tin điện tử trên Internet;
- Làm đầu mối hợp tác quốc tế của mạng VinaREN;
- Đầu mối tổ chức các hoạt động triển khai trên mạng qui mô quốc gia và quốc tế.
- Để triển khai các nhiệm vụ trên, VNNOC được trang bị các máy chủ cài đặt các phần mềm để quản trị mạng (Ciscowork LML 2.6), phòng chống virus, quản lý băng thông, quản lý hiệu năng, giám sát hoạt động hệ thống và v.v....

3. Hạ tầng mạng viễn thông

➤ **Đường kết nối quốc tế**

Đường kết nối quốc tế của VinaREN đi TEIN2 Hà Nội – Hồng Kông kênh riêng thuê của Tổng Công ty Viễn thông quân đội (theo đấu thầu quốc tế). Từ tháng 10/2008 đường kết nối quốc tế này sẽ được nâng cấp lên 155 Mbps.

➤ **Đường kết nối mạng trực quốc gia**

Mạng trực quốc gia của VinaREN được hình thành trên cơ sở kết nối các Router lõi với nhau qua các kênh riêng thuê của Công ty Thông tin Viễn thông Điện lực. Chi tiết các kết nối như sau:

- HN-HCM: 155Mbps. Khi nhu cầu về lưu lượng giữa NOC-HN và NOC-HCM tăng lên, đường kết nối này có thể được nâng lên 1 Gbps;
- NOC-HN với NOC-ĐN: 45 Mbps;
- NOC-HCM với NOC-ĐN: 45 Mbps;
- Kết nối giữa NOC cấp 2 với NOC cấp 1 (Huế - Đà Nẵng và Cần Thơ – HCM). Các kết nối được thực hiện thông qua Core Switch tại các NOC cấp 1 với băng thông 45 Mbps;
- Giữa các đơn vị kết nối vào các NOC, tùy vào nhu cầu và khả năng thực tế, và phạm vi địa lý có thể kết nối trực tiếp bằng cáp quang theo chuẩn Fast Ethernet (10/100 Mbps), bằng quang trực tiếp theo chuẩn Giga Ethernet hoặc n đường E1 (kênh thuê riêng) hay các công nghệ thông dụng khác của các nhà cung cấp hạ tầng viễn thông tại khu vực đó.
- Sử dụng kênh riêng 40 Mbps thuê của Tập đoàn Bưu chính Viễn thông Việt Nam để kết nối Internet thương mại.

➤ **Hạ tầng viễn thông:**

- Hạ tầng viễn thông tại thành phố Hà Nội

Hạ tầng viễn thông của VinaREN tại thành phố Hà Nội được xây dựng theo vòng RING bao gồm 3 nút chính (VNNOC, POP-VAST – Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam và POP-WRU – Trường đại học Thủy lợi). Các mạng thành viên được kết nối trực tiếp vào VNNOC, POP-VAST, POP-WRU bằng cáp quang theo chuẩn Fast Ethernet. Các mạng có điều kiện kỹ thuật có thể kết nối trực tiếp vào POP hoặc NOC theo chuẩn Giga Ethernet.

- Hạ tầng viễn thông tại thành phố Đà Nẵng

Thành phố Đà Nẵng có bốn mạng kết nối vào NOC-ĐN. Các mạng thành được kết nối vào NOC-ĐN bằng cáp quang trực tiếp.

- Hạ tầng viễn thông tại thành phố Hồ Chí Minh

Thành phố Hồ Chí Minh có mười bốn mạng kết nối vào NOC-HCM bằng cáp quang trực tiếp theo Fast Ethernet hoặc Giga Ethernet.

- Hạ tầng viễn thông tại thành phố Cần Thơ

Thành phố Cần Thơ có bốn mạng kết nối vào NOC-CT. Các mạng thành viên được kết nối vào NOC-CT bằng cáp quang trực tiếp theo chuẩn FE hoặc GE.

- Hạ tầng viễn thông tại thành phố Huế

Tại thành phố Huế có 2 đơn vị kết nối bằng cáp quang (Giga Ethernet)

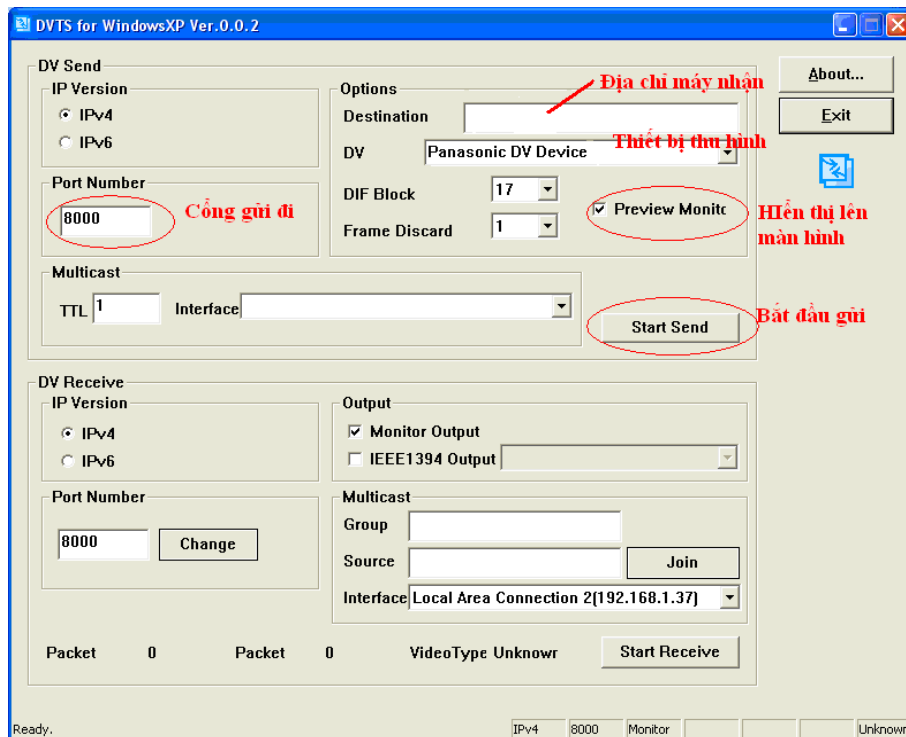
4. Các mạng thành viên

Hiện nay, VinaREN còn đang mở rộng và phát triển với sự tham gia của nhiều hệ thống mạng của trường đại học, và trung tâm nghiên cứu trong cả nước. Với sự mở rộng này trong tương lai, tất cả các trường đại học và trung tâm nghiên cứu ở nước ta sẽ tham gia vào. Qua đó, VinaREN sẽ trở thành một mạng mà tất cả các thành viên sẽ nhận được sự hỗ trợ tốt nhất từ các thành viên khác về mặt công nghệ và tài liệu kỹ thuật,... cũng như khả năng tận dụng đường truyền tốc độ cao của mạng này.

IV. CẤU HÌNH DVTS VÀ KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

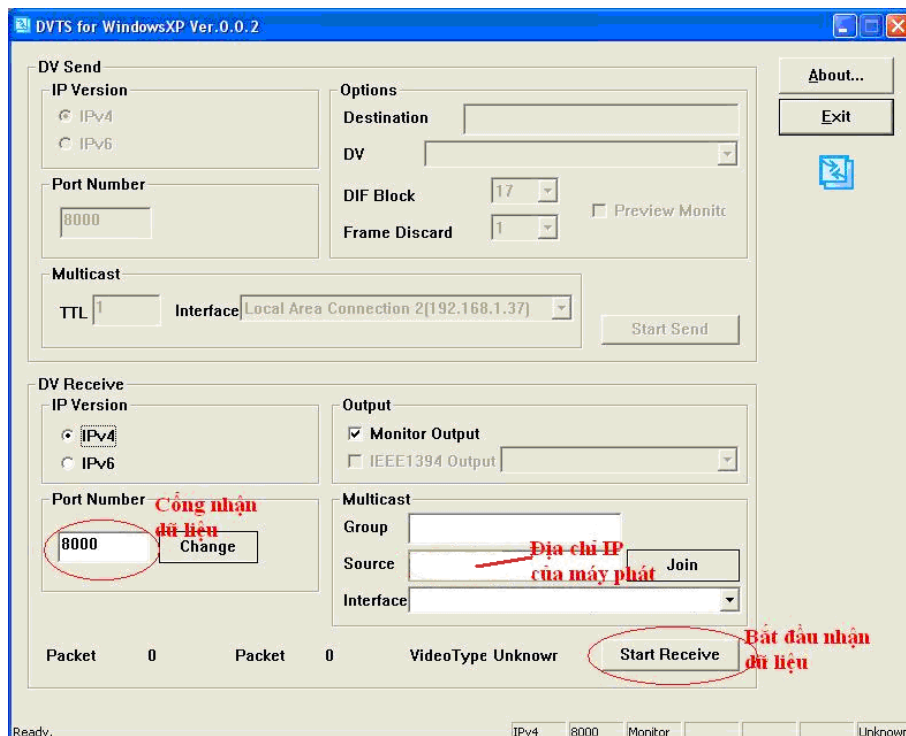
1. Cấu hình

➤ Cấu hình để gửi dữ liệu Video



Hình 6. Cấu hình cho việc gửi dữ liệu Video

➤ Cấu hình để nhận dữ liệu Video



Hình 7. Cấu hình cho việc nhận dữ liệu để hiển thị Video

2. Kết quả thử nghiệm

Các thử nghiệm về DVTS cho biết yêu cầu băng thông dành cho việc truyền dữ liệu là khoảng trên 30 Mbps đối với chuẩn NTSC 525 dòng quét và 29.97 frames/s.

Trong đó băng thông dành cho Video là khoảng 26.5 Mbps.

$$BW_{\text{Video}} = (525 \times 525 \times 4:3 \times 24 : 10) \times 29.97 = 26.5 \text{ Mbps}$$

Số dòng quét aspect ratio Bit/pixel Frame/s
Ti số nén JPEG trung bình

➤ Một số hình ảnh thử nghiệm:



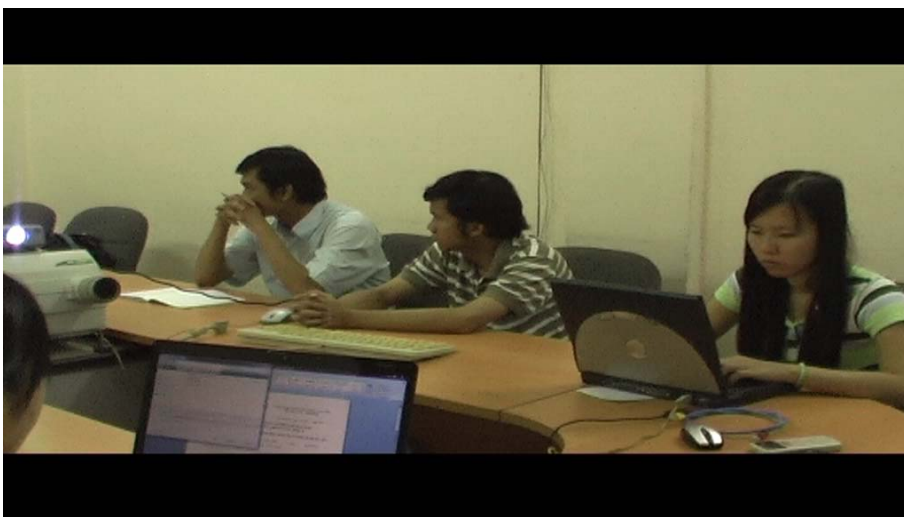
Hình 8. Kết quả thử nghiệm trong lần kết nối giữa ĐH Công Nghệ HN – IOIT HN



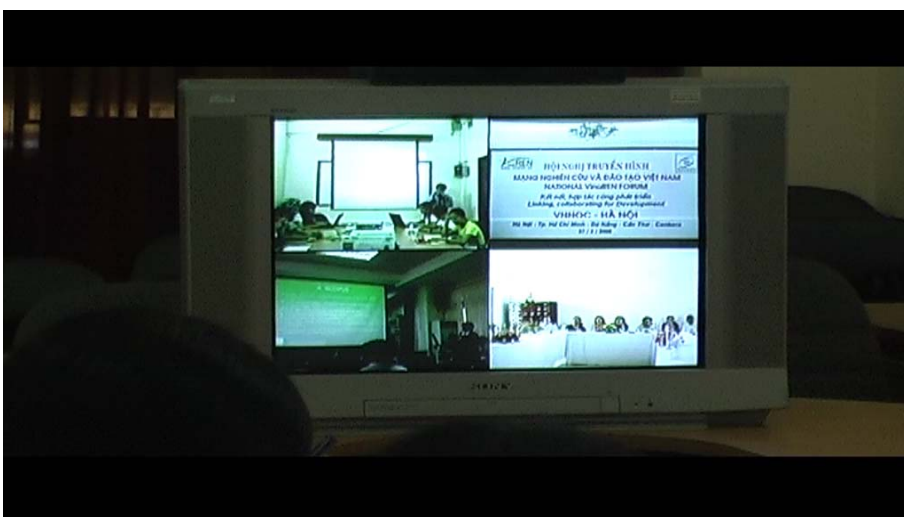
Hình 9. Kết quả thử nghiệm giữa các cầu nối ở Việt Nam và ĐH Australian National University – ANU của Úc



Hình 10. Một số hình ảnh tại phòng thu ở Tp Hồ Chí Minh 1



Hình 11. Một số hình ảnh tại phòng thu ở Tp Hồ Chí Minh 2



Hình 12. Kết quả thử nghiệm giữa các điểm Tp Hồ Chí Minh, Hà Nội, Cần Thơ

V. KẾT LUẬN VÀ ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Với sự kết hợp giữa DVTS và VinaREN, hai hệ thống này sẽ đáp ứng được tốt yêu cầu về việc đảm bảo tính thời gian thực của dữ liệu âm thanh và hình ảnh.

Tuy nhiên, nếu hai hệ thống trên hoạt động độc lập thì sẽ không mang lại hiệu quả cao trong việc tổ chức cũng như quản lý các khoá học đào tạo từ xa. Do đó, chúng cần được tích hợp vào một hệ thống đào tạo từ xa có sẵn và sử dụng như công cụ để tăng khả năng tương tác giữa người học và người giảng bài. Như vậy, Hiệu quả giảng dạy sẽ được nâng cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods. *Digital Image Processing (2nd Edition)*, Prentice Hall, 2002.
- [2]. Akimichi Ogawa, Katsushi Kobayashi, Kazunori Sugiura, Osamu Nakamura, Jun Murai, "Design and Implementation of DV based video over RTP", May 2000, Packet Video Workshop 2000.
- [3]. Nguyễn Quốc Cường, "Internetworking với TCP/IP", NXB Lao động Xã hội, 2002
- [4]. Mạng Nghiên Cứu và Đào Tạo Việt Nam – VinaREN, Hà Nội, 3/2008