

# CẤU TRÚC HỆ THỐNG SOFTSWITCH

HOÀNG MINH

## 1. GIỚI THIỆU

Trong mạng thế hệ mới (NGN) trên nền Internet Protocol (IP), hệ thống chuyển mạch mềm (Softswitch) nằm ở lớp điều khiển, tạo ra các kết nối giữa các thiết bị, điều khiển việc thực hiện các loại hình dịch vụ và định tuyến thông qua các kiểu mạng khác nhau [1-3]. Trên quan điểm lí thuyết hệ thống, Softswitch được nhìn nhận như một hệ động học nhiều đầu vào nhiều đầu ra, nên có thể quy về các hình thái biến dạng của tổng đài truyền thông [4, 5]. Nhưng, hệ động học mô tả Softswitch không đơn giản [6, 7] và chưa có chuẩn thiết kế [8, 9]. Vì vậy, mỗi nhà sản xuất phát triển Softswitch theo một cách tiếp cận riêng và cấu trúc của Softswitch là độc quyền của từng hãng.

Bài báo này giới thiệu hệ thống Softswitch, được nghiên cứu, phát triển tại CDIT và đã được đưa vào thử nghiệm trên mạng viễn thông của Tập đoàn Bưu chính-Viễn thông Việt Nam. Sau lời giới thiệu ở phần 1, hệ thống Softswitch do CDIT phát triển được trình bày ở phần 2. Phần 3 là một số đánh giá và bàn luận.

## 2. HỆ THỐNG SOFTSWITCH-CDIT

### 2.1. Một số chỉ tiêu đối với Softswitch-CDIT

#### 2.1.1. Về chức năng hệ thống

Có khả năng thay thế chức năng của chuyển mạch kênh nội hạt (khi cung cấp các dịch vụ cho người dùng cuối là doanh nghiệp hoặc hộ gia đình).

Có những chức năng của tổng đài chuyên tiếp (để giảm lượng các cuộc gọi truy nhập mạng dữ liệu sử dụng cách quay số hay trung chuyển các giao dịch).

Có khả năng linh hoạt về dung lượng với số lượng phong phú các dịch vụ khi sử dụng cho môi trường doanh nghiệp.

#### 2.1.2. Về năng lực của hệ thống

Đảm bảo các thông số hiệu năng: số cuộc gọi đồng thời, số cuộc gọi có khả năng thiết lập trong 1 giờ, v.v....

Hệ thống Softswitch đề xuất có dung lượng 20,000 thuê bao, tương đương khoảng 50,000 BHCA.

#### 2.1.3. Về tính tương thích

Có khả năng tương thích cao và hỗ trợ nhiều giao thức (có khả năng kết hợp các thiết bị của nhiều nhà sản xuất để đưa ra giải pháp tối ưu cả về thời gian lẫn dịch vụ).

#### 2.1.4. Về tính mở

Hệ thống có thể được mở rộng theo hai chiều chính:

Phát triển về số lượng thuê bao trong một nút mạng (chiều dọc): có khả năng tăng khả năng xử lý cuộc gọi, tăng tuyến tính với các tài nguyên xử lý và sử dụng hiệu quả nhất tài nguyên này

Phân tán các nguồn tài nguyên trên phạm vi địa lý rộng (phát triển chiều ngang): có khả năng phân tán các nguồn xử lý cuộc gọi đồng thời duy trì được sự đồng bộ, và các cơ chế dự phòng.

## 2.2. Lựa chọn cấu trúc cho hệ thống Softswitch-CDIT

Softswitch có thể chạy trên các phần cứng là các Server chuyên dụng hoặc phổ dụng [8]. Việt Nam chưa có nền công nghiệp điện tử phát triển, việc sử dụng các phần cứng phổ dụng là phù hợp. Các server phổ dụng này thường có tài nguyên (tốc độ CPU, dung lượng bộ nhớ..) hạn chế. Do vậy, cấu trúc đề xuất cho thiết kế Softswitch là cấu trúc phân tán nhằm tăng năng lực phần mềm hệ thống do kết hợp năng lực của nhiều hệ thống xử lý có tài nguyên hạn chế.

### 2.2.1. Nguyên tắc phân tán

Phân chia cấu trúc hệ thống thành các modul nhỏ hơn phù hợp với năng lực xử lý của phần cứng hiện có.

Phân tán theo chức năng. Mỗi chức năng có thể được thực hiện bởi vài modul để nâng cao dung lượng.

Số bậc phân tán hợp lý: Phân tán thành càng nhiều cấp thì năng lực đạt được càng cao nhưng rất phức tạp và khó khả thi trong thực hiện.

Giảm tối đa sự trao đổi thông tin giữa các thành phần: Càng ít thông tin trao đổi thì càng dễ dàng đồng bộ hoạt động và tránh sự phức tạp trong giao tiếp, giành giới sự phân tán thường nằm tại các điểm gãy trong kiến trúc chức năng.

Liên lạc giữa các thành phần: Có thể sử dụng nhiều phương án khác nhau nhưng cách phổ biến và thông dụng nhất là sử dụng môi trường IP. Tuy nhiên, cần có những phương thức trao đổi đa điểm đủ mạnh cho mục tiêu này.

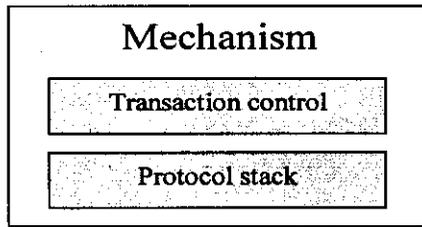
### 2.2.2. Xác định biên chia cắt trong kiến trúc phân tán

#### - Cơ chế và chính sách trong xử lý các giao dịch

Trong quá trình xử lý cuộc gọi, chỉ có khâu đầu tiên phụ thuộc vào các giao thức báo hiệu cụ thể (cùng là tín hiệu nhắc máy, với ISUP chuyển trong bản tin IAM, với SIP trong INVITE và với H.323 trong bản tin SETUP). Hai khâu sau thuần túy mang tính xử lý logic, độc lập với các giao thức báo hiệu. Logic cuộc gọi được xử lý trên cơ sở sự kiện do các giao thức báo hiệu chuyển đến [9 ÷ 13].

*Chính sách (policy)* là nguyên tắc xử lý cuộc gọi do nhà cung cấp dịch vụ quyết định. Như vậy, chính sách phụ thuộc vào dịch vụ, không phụ thuộc các giao thức báo hiệu cuộc gọi (SIP, MGCP..) [14 ÷ 17].

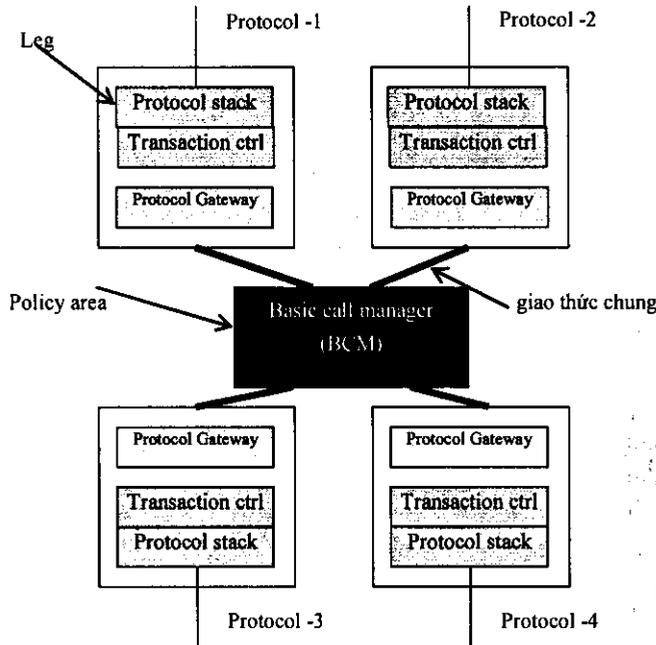
*Cơ chế (mechanism)* phụ thuộc vào từng giao thức, thực hiện các chính sách với từng trường hợp khác nhau của loại đầu cuối, các giao thức báo hiệu. Cơ chế thực hiện mỗi giao thức gồm 2 phần: phần chồng giao thức (protocol stack) thực hiện mã hóa và giải mã bản tin và phần quản lý phiên giao dịch (transaction control) thực hiện quản lý các phiên làm việc trên ngăn xếp giao thức đó (hình 1).



Hình 1. Cơ chế thực hiện giao thức

Thấy rằng, giữa Policy và Mechanism tồn tại một điểm gãy. Phân tách tại điểm gãy, có thể lựa chọn được phương án đảm bảo tính mở của hệ thống [20]. Trong các mạng độc lập (SIP, H.323..) phần chính sách được thiết kế gắn với phần cơ chế để tạo nên một cấu trúc đơn giản, tối ưu về hiệu năng, song lại không có tính mở.

- Phương án một điểm gãy: (hình 2)



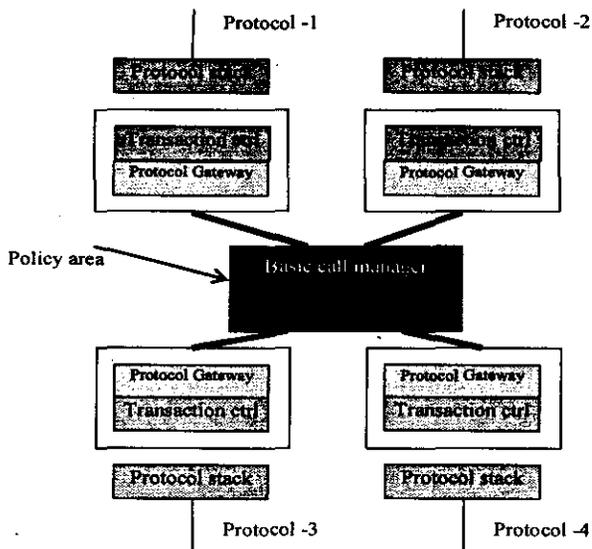
Hình 2. Mô hình phân tán mức cao

Các giao thức báo hiệu được chuyển sang một giao thức chung nhất (siêu giao thức). Phần chính sách cho cuộc gọi cơ bản (BCM) được xử lý ở tâm một hình sao (star). Phần cơ chế được thực hiện trong các nhánh gọi là các Leg. Các Leg sẽ ánh xạ các giao thức cụ thể sang giao thức chung (chức năng protocol-gateway).

Với cơ chế này số gateway giảm tối thiểu (BCM), khả năng mở rộng cũng rất linh hoạt. Khi thêm một giao thức mới, chỉ cần tuân thủ mặt cắt giao thức chung.

- Phương án 2 điểm gãy:

Ở đây, phần cơ chế của các giao thức được tách làm 2 lớp (hình 3). Mô hình này được sử dụng khi yêu cầu về thiết kế Softswitch hỗ trợ cho quản lý các Media Gateway có số lượng công lớn.

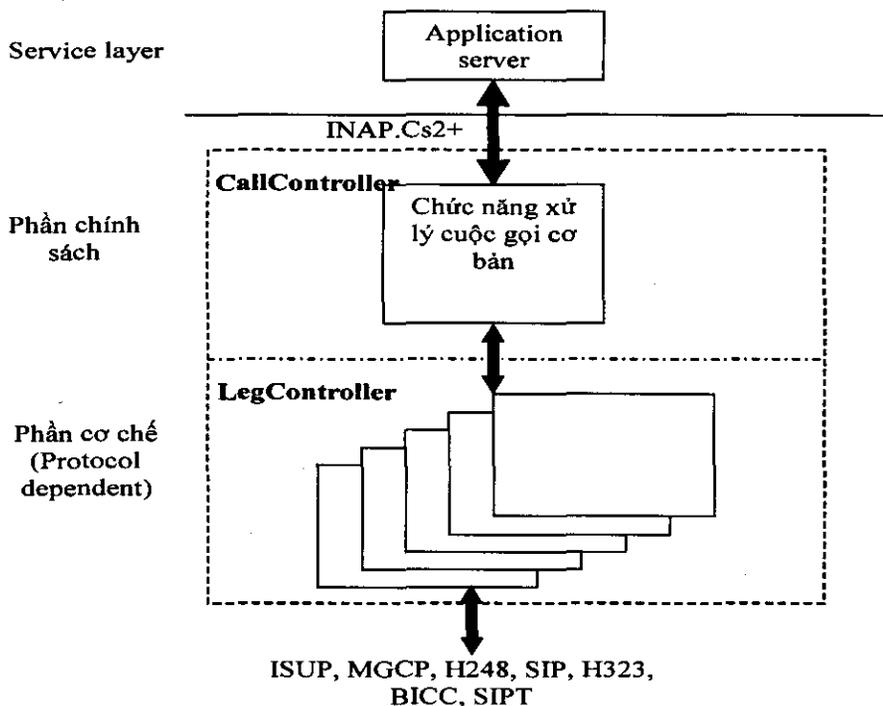


Hình 3. Mô hình phân tán rất cao

- Phương án 3 điểm gãy:

Có thể đạt được dung lượng rất cao nhưng rất phức tạp, do phần chính sách có thể được phân chia. Mô hình này phù hợp với các hệ thống trong tương lai, khi đặt vấn đề mở rộng các yêu cầu.

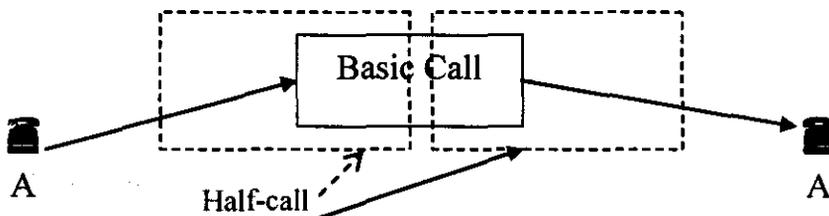
### 2.2.3. Cấu trúc hệ thống Softswitch theo mô hình phân tán



Hình 4. Cấu trúc của hệ thống Softswitch theo mô hình phân tán

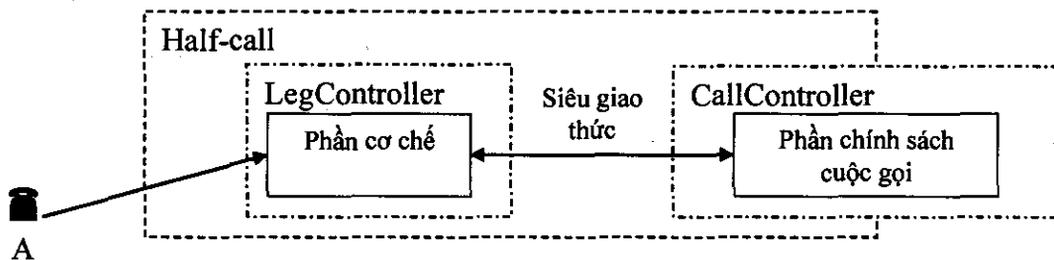
Cấu trúc Softswitch được trình bày ở hình 4, trong đó phần xử lý chính sách cuộc gọi cơ bản gọi là CallController (CC), các modul thực hiện lớp cơ chế thích nghi với các giao thức gọi là các LegController (LC).

Softswitch thực hiện cuộc gọi cơ bản 2 partner (hình 5) bao gồm 2 nửa cuộc gọi (half-call)



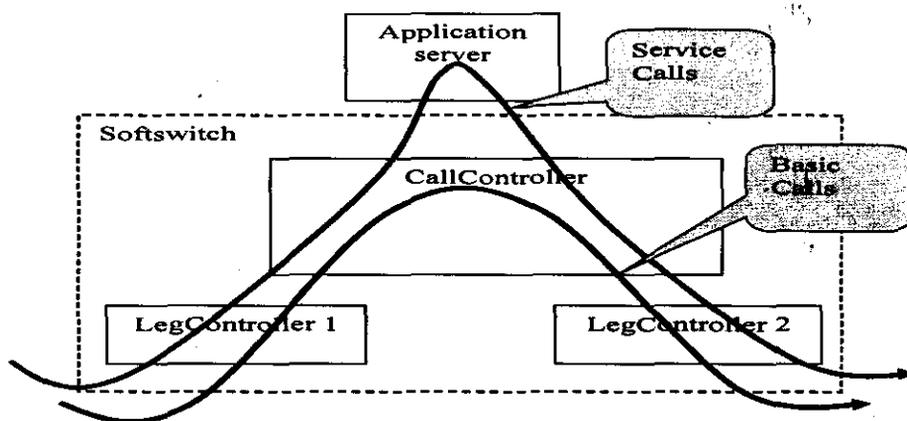
Hình 5. Cuộc gọi cơ bản 2 partner

Mỗi Half-call bao giờ cũng có phần chính sách và cơ chế, 2 phần này được tách rời và thực hiện trong CC và LC như hình 6.



Hình 6. Nửa cuộc gọi (half-call)

Đối với cuộc gọi có dịch vụ, CC sẽ tương tác với Application server theo mô hình tương tự trong mạng thông minh, tuy nhiên ở đây giao diện giữa Softswitch và App server là INAP đã được sửa đổi thích nghi với môi trường IP (hình 7).



Hình 7. Xử lý cuộc gọi có dịch vụ

## 2.3. Hệ thống Softswitch-CDIT

Hệ thống Softswitch-CDIT được thiết kế theo mô hình phân tán với cấu trúc được trình bày ở hình 4, với các cơ chế và các phần mềm phát triển như sau đây.

### 2.3.1. Cơ chế dự phòng của hệ thống Softswitch-CDIT

Để đảm bảo tính tin cậy, hệ thống Softswitch-CDIT được thiết kế dự phòng theo phương án trình bày ở hình 8, với 2 cấp độ khác nhau:

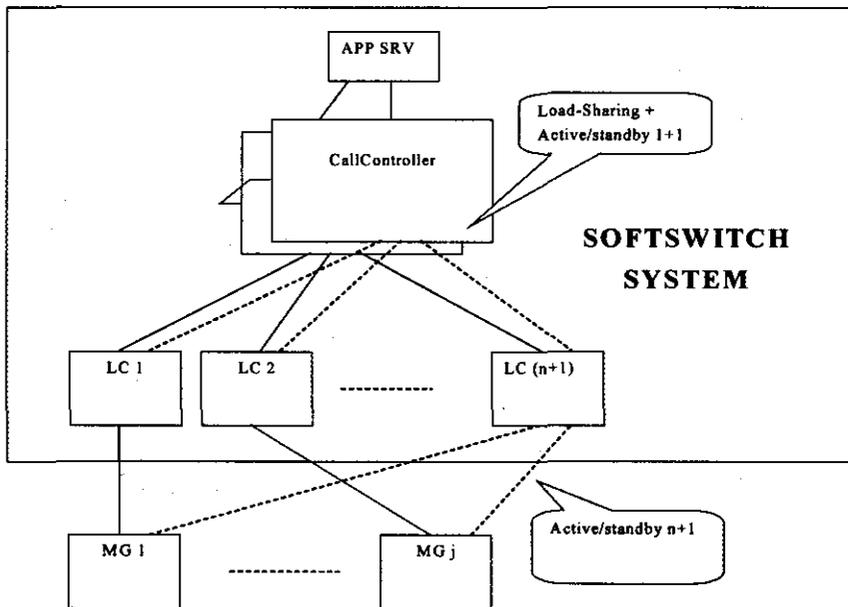
- CallController đóng vai trò như giao điểm trong một mạng hình sao (star), thực hiện việc xử lý các phiên giao dịch ở mức trừu tượng cao nhất dựa trên giao thức chung, không phụ thuộc các giao thức cụ thể. Do vậy, CC cần được thiết kế dự phòng ở mức cao nhất, vì nếu modul này ngừng hoạt động thì coi như hệ thống không thể thiết lập được các giao dịch.

- Các LC sẽ dự phòng ở mức thấp hơn, do LC nằm ngoài tâm của một cấu trúc hình sao, một LC lỗi chỉ ảnh hưởng đến các đầu cuối và các phiên giao dịch hiện thời liên quan đến LC đó.

- *Đối với CallController:* Sử dụng cơ chế Active/standby và load-sharing:

- + Cơ chế Active/standby: gồm hot-standby và warm-standby. Với hot-standby, mọi thông tin được cập nhật đồng bộ giữa 2 bên khi cả hai CC đều hoạt động, nhưng chỉ có một bên active là điều khiển thực sự các phiên giao dịch, do vậy hạn chế được tối đa các ảnh hưởng khi một trong 2 CC bị lỗi, đạt được độ tin cậy cao nhất, song cũng có độ phức tạp cao nhất. Với cơ chế warm-standby, dữ liệu về cuộc gọi chỉ có Active CC quản lý, hai CC giám sát nhau, nếu active CC bị lỗi thì Standby CC chiếm quyền điều khiển.

- + Cơ chế dự phòng chia tải (load-sharing): Bình thường cả 2 CC hoạt động, các LC sẽ được khai báo CC nhất định, khi một trong 2 CC có lỗi thì các LC sẽ tự động chuyển hướng sang CC kia. Với cơ chế load sharing, đồng thời cả 2 CC đều điều khiển các phiên giao dịch. Vai trò của hai CC như nhau, khi một trong số chúng bị lỗi thì CC còn lại tự động gánh tải của CC đó.



Hình 8. Thiết kế dự phòng cho Softswitch CDIT

- Đối với LC:

+ Với các LC quản lý các giao thức báo hiệu liên mạng hoặc liên đài không cần sử dụng cơ chế dự phòng vì theo nguyên tắc chung của báo hiệu liên mạng thì các tuyến này thường đã được dự phòng.

+ Với các LC quản lý các công phương tiện (Media Gateway) thì việc dự phòng là cần thiết vì đây là công giao tiếp thuê bao trực tiếp nên không có việc khai báo định tuyến như các hướng trung kế. Tuy nhiên, các trường hợp này đã được tính đến trong các giao thức điều khiển công phương tiện.

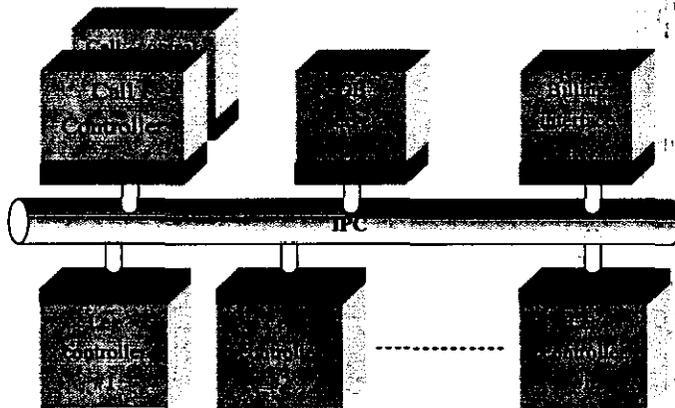
### 2.3.2. Cơ chế phát hiện và điều khiển quá tải

Bên cạnh thiết kế dự phòng, các cơ chế phát hiện và điều khiển quá tải cho hệ thống softswitch cũng được quan tâm. Các thuật toán: Call-gapping, percent throttling [21], [24], leaky-bucket, RED (Random early discard), SRED[22], ARO (acceptance rate occupancy), AQM (active queue management), ARG (Auto matic code gapping) [23], v.v... đã được xem xét và sử dụng.

### 2.3.3. Một số phần mềm đã phát triển

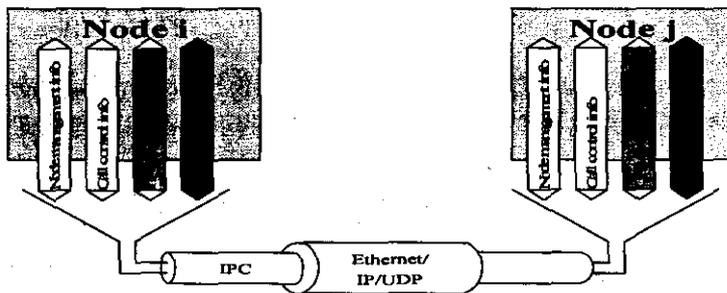
- Phát triển bus truyền thông nội bộ, tốc độ cao (IPC). Định nghĩa siêu giao thức trung chuyển thông tin báo hiệu cuộc gọi (IBUS) và các thủ tục giao tiếp nội bộ dùng cho đồng bộ, giám sát, .. của hệ thống.

- Tổ chức phần mềm hệ thống được phân thành các modul phần mềm hoạt động liên kết với nhau trên cơ sở quan hệ về mặt chức năng. Các modul này gồm CallController (CC), các LegController (LC), modul quản trị cơ sở dữ liệu thuê bao, modul hỗ trợ vận hành và giám sát hệ thống, modul quản lý cước và modul hỗ trợ quản lý mạng SNMP. Sau khi tích hợp các modul phần mềm này với nhau, hệ thống có mô hình như hình 9.



Hình 9. Mô hình node của hệ thống Softswitch

Mỗi modul phần mềm của hệ thống sẽ như một điểm truy nhập trên IPC. IPC này được xây dựng trên nền giao thức UDP và là giao thức truyền thông đa điểm tốc độ cao. Bus truyền thông này được dùng để chuyên chở các bản tin của các giao thức ứng dụng khác: siêu giao thức IBUS, giao thức đồng bộ giữa các node, ... (hình 10).



Hình 10. Trao đổi thông tin giữa các node trong hệ thống

### 3. MỘT SỐ BÀN LUẬN, ĐÁNH GIÁ

Hệ thống Softswitch-CDIT đã được đưa vào thử nghiệm trên mạng lưới viễn thông, cung cấp thử nghiệm các dịch vụ tổng đài NGN nội hạt, chuyên tiếp và IP PBX. Qua thử nghiệm, thấy rằng:

- Về tính năng của hệ thống:

+ Hệ thống Softswitch-CDIT có khả năng hỗ trợ tối đa các dịch vụ và có thể thích ứng trong các môi trường làm việc khác nhau: Class 4, Class 5 hay IP-PBX, IP centrex, v.v... Đó là vì, CC được thiết kế theo mô hình do ITU đề xuất cho mạng thông minh, có tham khảo thêm các tập năng lực CS1, CS2 và CS3, các đề xuất liên quan đến phát triển dịch vụ cho mạng di động, mạng IP (SPIRIT), ... Mặt khác, do phần chính sách được tập trung, nên Softswitch-CDIT dễ dàng giải quyết được yêu cầu về hỗ trợ dịch vụ cho hệ thống, tương tự mô hình mạng thông minh của ITU được đề cập trong tập năng lực CS2.

+ Hệ thống Softswitch-CDIT có khả năng hỗ trợ các phiên giao dịch giữa các đầu cuối bất kỳ, sử dụng các loại giao thức hiện có (ISUP, R2MFC, SIP, H323, SIPT, BICC, MGCP..).

+ Với việc sử dụng phương án phân tán chức năng, Softswitch-CDIT đáp ứng được tiêu chí về tính mở của hệ thống. Kiến trúc hệ thống thay đổi tối thiểu khi có yêu cầu tăng dung lượng hay bổ sung các giao thức mới.

+ Lớp xử lý logic cuộc gọi và phân giao thức được cách ly qua tuyến bus chung, nên dễ dàng đưa thêm giao diện với một giao thức mới vào hệ thống. Việc bổ sung giao thức mới rất đơn giản, chỉ việc ánh xạ giao thức mới này sang "siêu giao thức", xây dựng LC tương ứng mà không cần thay đổi kiến trúc của hệ thống.

- Về năng lực của hệ thống:

+ Năng lực hệ thống đã được kiểm tra độc lập hoặc tích hợp. Modul CC có năng lực xử lý tới hơn 2,500,000 BHCA trên phần cứng CPU 1,5GHz, 512MRAM. Các LC cũng có năng lực rất cao, tùy độ phức tạp của giao thức báo hiệu/ điều khiển mà LC quản lý. Mỗi LC có thể xử lý từ 400 ÷ 800 yêu cầu/ sec. Năng lực tổng thể hệ thống dễ dàng đạt được tới hơn 1,000,000BHCA.

+ Do tách được lớp cơ chế ra khỏi CC, nên logic xử lý cuộc gọi cơ bản dựa trên giao thức chung tương đối đồng nhất và đơn giản rất nhiều, tăng được năng lực của CC. Ngoài ra, nếu 2 CC làm việc ở chế độ chia tải thì năng lực của phần xử lý trung tâm này tăng lên, khó xảy ra hiện tượng nút cổ chai.

+ Cơ chế dự phòng chia tải cùng các cơ chế phát hiện và điều khiển quá tải cũng được thực hiện trong hệ thống. Hai CC có thể chia nhau gánh tải từ các LC làm cho năng lực của cặp CC

tăng gần gấp đôi so với một CC đơn.

- Vấn đề nghiên cứu tiếp theo:

Các phần mềm trong Softswitch cùng một lúc điều khiển và sử dụng nhiều giao thức có đặc tính trẻ khác nhau. Vì vậy, cần thiết phải nghiên cứu về “tính nhất quán” theo nghĩa nào đó trong không gian “multirates” và xây dựng “siêu giao thức” có khả năng quản trị, trung chuyển các thông tin từ các giao thức khác nhau. Kết quả nghiên cứu bước đầu về “siêu giao thức”, ứng dụng trong Softswitch-CDIT sẽ được tác giả giới thiệu chi tiết trong bài báo tiếp theo.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Chiang-Wei Ku - Service technologies in NGN network-Department of computer sciences and information engineering, National Chung Cheng University, 2002.
2. John C. Mc Donald - Fundamentals of Digital Switching, Plenum press, New York, 1983.
3. Amir Atai - Designing a Scalable High Capacity Super Softswitch, Ph.D. Disertation, Telica, Sep. 2003.
4. S.Wu and Mi.Wong - Overload Control for Distributed Call processor use neural network, Hongkong, 2004.
5. Sneha Kasera - Fast and Robust Signaling Overload Control, Bell Lab., Lucent Technologies, 2002.
6. Shi Lu - Softswitch overload control, University of Pittburgh, 2001.
7. W. Hoffman - Redundancy, Aerospace Systems, March 1971.
8. Nagendra Nagarajayya - An SMP-Based, High-Performance, Multi-Threaded Server Architecture for Applications in the Softswitch/ Call Processing Domain, SUN coporation, Jan. 2001.
9. Q761-Q764 – ITU-T standard.
10. RFC3261-IETF SIP protocol.
11. H323-ITU-T standard.
12. RFC2960-IETF standard.
13. Q1901, Q1902- ITU standard.
14. RFC3372-IETF.
15. RFC2705-MGCP.
16. MSF-AF.2-2.1.4-FINAL - [www.MSForum.org](http://www.MSForum.org).
17. CS121x, CS122x ITU-T standard.
18. [www.maths.adelaide.edu.au/ people/mroughan/Papers/AMS99.pdf](http://www.maths.adelaide.edu.au/people/mroughan/Papers/AMS99.pdf)
19. [www.ietf.org](http://www.ietf.org)
20. [www.w3.org](http://www.w3.org)
21. [www.3gpp.org](http://www.3gpp.org)
22. [www.itu.int/home/index.html](http://www.itu.int/home/index.html)
23. [www.msforum.org](http://www.msforum.org)
24. [www.commsdesign.com/designcorner](http://www.commsdesign.com/designcorner)

## SUMMARY

### ON A STRUCTURE OF SOFTSWITCH

A structure of Softswitch developed in Center for Development of Information Technology (CDIT), Post and Telecommunication Institute of Technology (named as Softswitch-CDIT) is reported in this paper.

The paper arranged as follows. After a brief introduction with respect to the state-of-art of Softswitch structure in the first paragraph, the second paragraph is for describing the developed softswitch. The first part of the later paragraph, major requirements for Softswitch-CDIT are briefly mentioned, and on the basis of those, different proposed criteria for structure of Softswitch-CDIT is described in the second part. The third part of this paragraph is for describing the proposed structure of Softswitch-CDIT. Different results and further related matters with respect to Softswitch-CDIT are discussed in the third paragraph of the paper [24] cited references are also mentioned.

*Địa chỉ:*

*Nhận bài ngày 12 tháng 10 năm 2007*

Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông.