

# 가상 호 발생기를 이용한 Switching System 분석 및 시험

유현상, 여남수, 범순균  
LG정보통신(주) 교환연구소 교환SW실

## Test & Analyze Switching System Using Virtual Call Generator

Hyun-Sang Yu, Nam-Su Yeo, Soon-Kyun Beom  
Switching SW, Switching Research Lab, LGIC Ltd.

Tel: 0343-450-2043, Fax: 0343-450-7104 E-mail: hsyu@rex.lgic.co.kr

### 요 약

Switching System(이하 교환 시스템)이 QoS(Quality of Service)를 유지하면서 처리 가능한 최대 동시 호 처리 능력을 검증하기 위하여, 수학적 분석을 이용한 해석적 방법, 실제 호를 사용한 통계적 방법 등이 제안되었다. 해석적 방법을 이용해 산출한 교환 시스템의 최번시 동시 호 처리 능력(BHCA, Busy Hour Call Attempt)은 단지 수학적인 예측일 뿐이므로 이를 검증하기 위해서 가상 호 발생기가 제안되었다. 이 가상 호 발생기는 가입자의 행동을 시스템 하위 프로세서(가입자 정합 Device 제어 프로세서)에서 Simulation하여 가상의 호를 발생시키고, 이를 통해 교환기 최대 동시 호 처리 용량을 시험하기 위한 SW이다. 이 가상 호 발생기는 동일한 형태의 호를 동시에 다량으로 발생시킴으로써 교환 시스템의 주 프로세서(Main Processor, MP)의 동시 호 처리 용량을 시험하기 위한 SW이다. ITU-T 권고에 의하면 시스템 부하가 90 ~ 95 %를 넘어 서는 경우는 예외적인 처리(과부하 제어 등)를 권고하고 있으므로 MP 부하 90 ~ 95 %에서 BHCA를 계산하면 최대 호 처리 용량이라 할 수 있다. 가상 호 발생기는 시스템 개발 초기에 실제 가입자 정합 Device 와 호 발생기 없이도 MP 과부하 지점까지 호를 발생시킴으로써 개발의 시간 및 비용을 절약할 수 있도록 하고, 계획된 시스템 용량을 만족하기 위해 필요한 조치를 교환 시스템 개발 초기에 취할 수 있도록 한다. 또한, 과부하 지점에서 MP가 정상 동작하는지 검증하는 도구로 사용 가능하다. 앞으로 이를 더 발전시키면 가상 호 발생기를 이용한 다양한 시스템 검증 및 분석에 이용할 수 있을 것이다. 본 논문은 가상 호 발생기의 구조와 최대 용량 시험 방법을 소개하고, 더 나아가 호 Traffic에 대한 최대 용량 시험뿐 아니라 QoS를 향상시키기 위한 교환 시스템의 제반 성능 시험 및 분석에 이를 이용하기 위해 개선이 필요함을 서술하고자 한다.

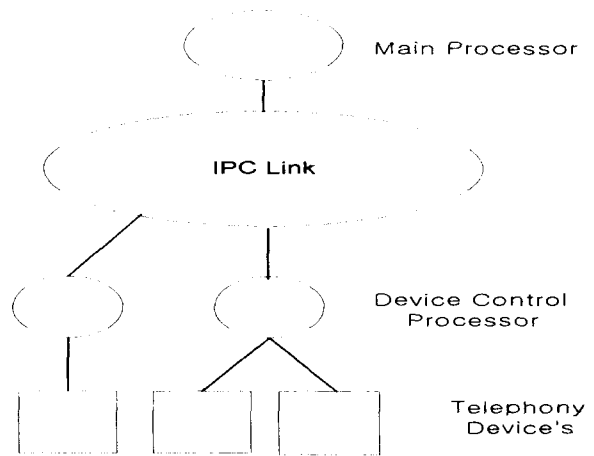
### I. 서론

통신 시장의 발달과 처리 데이터의 대용량화로  
인해 국설 교환 시스템의 용량은 비약적으로 발전

해 왔다. 이에 Switch 용량의 증대와 함께 이를 제어하는 프로세서의 용량 증대 또한 요구되었다. 따라서 다수의 가입자를 수용할 때 교환 시스템 동시에 발생하는 다수의 호에 대하여 적절한 처리를 보장할 수 있는지 검증하는 것, 특히 이를 보장하기 위하여 교환 시스템의 프로세서 체계가 성능을 만족하는 지 검증하는 것이 중요하게 되었다. 한 교환 시스템의 통신 서비스의 질(QoS)을 만족한 수준으로 유지하기 위해서는 그 시스템의 성능에 대한 감시/시험/보수 등의 일이 개발 과정부터 수행되어야 한다. 하지만 시스템 개발 초기에 최대 호 처리 성능을 측정하는 것은 매우 어려운 일이다. 현대 국설 교환 시스템은 전체 교환기의 용량이 클 뿐만 아니라 그 구성 요소인 Switching Subsystem의 용량만 하더라도 수만 가입자를 수용해야 한다. 이에 호 처리 성능 측정을 만족할 만한 호를 발생시키는데 수동적인 방법을 쓸 수가 없으며, 기존 시중에 있는 호 발생기(단말 simulation 장치)로도 불가능한 일이다. 또한 호 발생기나 수동적인 방법이 가능하더라도 가입자 정합 장치를 시스템 개발 초기부터 대규모로 구성하는 것은 비용이나 시간의 큰 낭비를 초래할 것이다. 이에 시스템 초기에 시스템 호 처리 성능을 측정하기 위하여 교환 시스템 내부의 가상 호 발생기를 고려하게 되었다. 교환 시스템에서 대부분의 부하는 Switching 요구를 분석, 처리하는 데 걸리는 처리 속도 및 프로세서 점유도로 인해 발생한다. 가상 호 발생기는 가입자의 행동을 Simulation한 가상의 호를 다량으로 발생시켜 MP 성능을 시험하기 위한 것이다. 즉, 가상 호 발생기는 다량의 호가 동시에 발생할 때 프로세서에 가해지는 부하를 측정하고 기준 부하(시스템이 정상적으로 동작해야 하는 부하 정도 (CPU 부하율 90%)에서 호 처리 서비스를 정상적으로 수행할 수 있는 지 분석하는 도구로서 개발되었다.

## II. 가상 호 발생기의 구현

가상 호 발생기는 다음 사항을 전제로 개발되었다. 우선 이 가상 호 발생기 SW의 부하로 인해 시스템(주 프로세서 계)의 성능에 영향을 끼치지 않아야 한다. 둘째, 이 가상 호는 성능 측정 대상인 주 프로세서 계의 관점에서 실제 호와 구별되지 않아야 한다. 위 사항을 만족하기 위하여 가상 호 발생기는 교환 시스템의 가입자 정합 Device를 제어하는 가장 하위의 프로세서인 Device 제어 프로세서에 위치 하도록 구현되었다.



[그림 1] 전형적인 교환기 Processor 계층

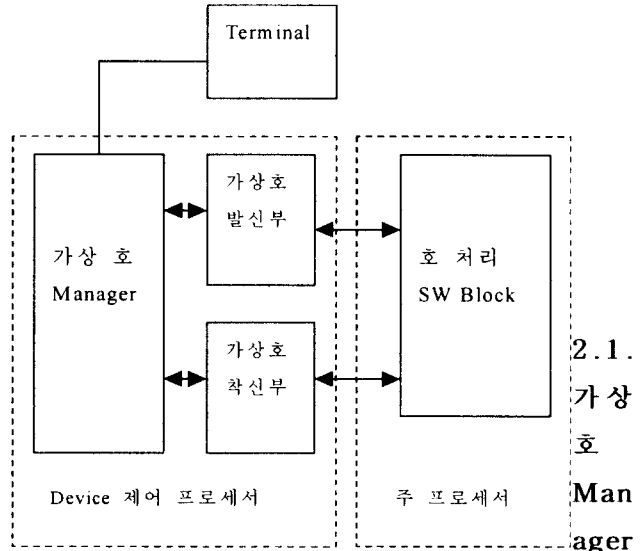
대부분의 교환 시스템(TDX기반)의 프로세서 구조는 주 프로세서, 하위 프로세서(Device 제어 프로세서)와 이들 상호 간에 통신을 위한 IPC(Inter Processor Communication) 체계로 이루어진다. 가상 호 발생기 SW가 탑재되는 Device 제어 프로세서는 가입자 정합의 종단에 위치하는 하위 프로세서이다. 이 프로세서 계층은 Switch Device 제어, DTMF 및 Tone Device 제어 프로세서 등과 같은 계층에 존재한다.

가상 호 발생기는 호에 대해 가입자의 행동을 가상으로 조직하는 것이므로 가상의 호 발생 Event를 Device 제어 프로세서에서 SW로 구현하는 것이 당연하다고 할 것이다. 가상 호 발생기가 하위 프로세서에 위치함으로써 주 프로세서와 독립적인 가상 호 발생기가 가능해졌다. 또한 이 가상 호 발생기의 동작을 제어하는데 있어 주 프로세서의 개입을 없애 가상 호 발생기의 동작으로 인해 교환

시스템 전체적으로 부가적인 부하가 발생하지 않도록 하였다. 가상 호 발생기 자체에서 발생하는 부하는 성능 측정의 대상이 되는 주 프로세서 부하와 상관 없으며, 가상 호 발생기가 존재하는 Device 제어 프로세서는 대용량의 가입자를 수용하므로 단지 하나의 프로세서로도 시스템 부하 측정에 필요한 호를 충분히 발생시킬 수 있다.

가상 호 발생기의 동작은 호 관련 IPC Simulation 동작이고, Processor간 IPC 통신과정에서 실제 호와 동일하게 행동하도록 구현되었다. 주 프로세서의 호 처리 기능 블록의 모든 호 처리 Process는 Device 제어 프로세서의 호 발생 Event 전달로부터 발생한다. 실제 호와 가상 호는 IPC 부하 및 주 프로세서 동작 과정에서 절대적으로 동일하다. 즉, 주 프로세서 입장에서는 가상 호와 실제 호가 IPC에서 구분되지 않으므로 동일하게 간주되는 것이다. 주 프로세서의 부하는 Device 제어 프로세서로부터 발생한 Event를 분석, 처리하는 과정과 이들 프로세서와 관련 제어 정보 및 데이터를 송/수신하는 Process의 CPU 점유도에 따라 결정된다.

가상 호 발생기는 운용자로부터 가상 호 관련 파라미터를 받아들여 이에 따라 적절한 가상 호를 Scheduling하고 호 처리 부분의 Task를 제어하는 가상 호 Manager, 가상 발신 호 관련 IPC 절차를 Simulation하는 가상 호 발신부, 가상 착신 호 관련 IPC 절차를 Simulation하는 가상 호 착신부의 세 가지 요소로 구성된다.



[그림 2] 가상 호 발생기의 구성

### 호 Scheduling

가상 호 Manager는 Device 제어 프로세서에 직접 연결된 터미널을 통해 운용자와 정합하고 가상 호 Scheduling을 수행하며, Simulation 결과를 운용자에게 출력한다. 가상 호 Manager는 운용자로부터 가입자 회선 Group의 구성(발신 시작 회선, 착신 시작 회선, 총 회선 수), 호의 유형(발신/착신, PSTN/ISDN), 시간당 발생 호수, 호 유지 시간(Holding Time) 등을 입력 요소로 받아들인다. 가상 호를 Scheduling하기 위한 입력 변수는 다음과 같다.

- Isc : scheduling interval (단위 : sec)
- Csc : simulation interval마다 발생하는 호 수
- Tsi : simulation 시간 (단위 : sec)
- Csi : simulation되는 전체 call 수
- Rsi : 시간 당 발생하는 call 수
- $Csi = Csc * (Tsi / Isc)$
- $Rsi = (Csc / Isc) * 3600$

위 식에서 Isc는 고정 변수이며 가상 호 Manager는 위 식에 의해 Isc마다 Csc만큼의 호를 발신하도록 가상 호 발신부를 제어하여 가상 호 Event를 발생시킨다. 가상 호 Manager는 각 호에 대해 호

성공 여부와 실패 여부, 호 실패 원인 등을 호 발신/착신부로부터 보고 받고, Simulation 시간이 종료되면 다음과 같은 내용의 호 Simulation 결과를 출력한다.

- 시간 당 발신 시도 호수( Call Attempt)
- 시간 당 발신 성공 호수( OutGoing Call Success)
- 시간 당 착신 성공 호수( InComing Call Success)
- 시간 당 정상 호수( Normal Call)
- 시간 당 비정상 호수( Abnormal Call)

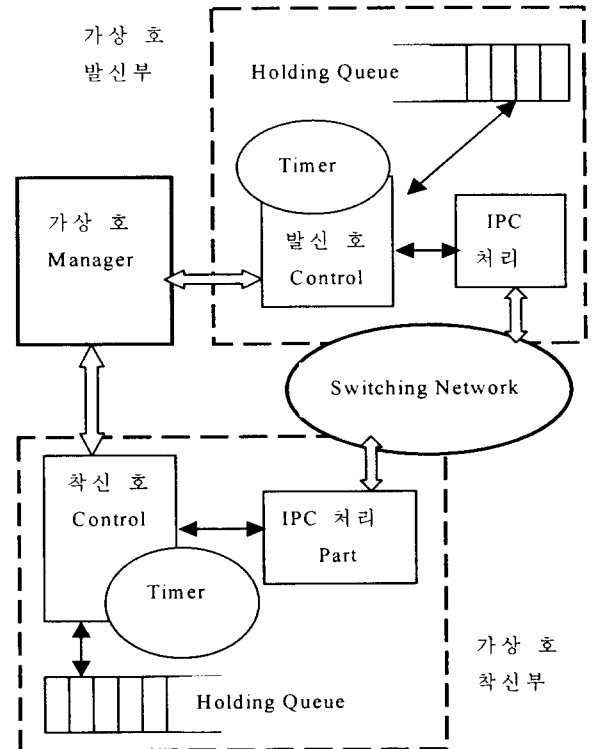
## 2.2. 가상 호의 구성

호 처리 과정에서 실제 호의 IPC 절차는 가상 호 발생기의 IPC Simulation으로 대체되고 그 외의 행동은 무시된다.(예를 들어 analog 음성의 PCM Encoding 부분 등) IPC Simulation은 정형화된 일반 음성호로 제한되고 주 프로세서 호 처리 블록의 응답에 따라 가상 호 발생기 내의 Timer 및 Task가 기동 되어 다음 호 절차를 진행한다. 모든 Device 행동은 가정되거나 무시된다. 모든 가상 발신 회선은 가상 착신 회선과 1:1로 대응되도록 구현되었으며, 이들 발/착신 회선을 가상 호 발생기가 모두 관리하는 구조이다. 다음은 PSTN 발/착신 호 절차이다.

1. 가상의 발신부는 가상 호 Manager의 요구를 받아 각 그룹의 가입자 별로 순차적으로 호 발신 IPC 메시지(Hook Off Event 메시지)를 MP로 보내 발신 호를 생성한다.
2. 가상 호 발신부는 발신 시도가 정상이면 계속해서 착신 번을 송출한다.
3. 가상 호 발신부는 착신 번 송출을 완료하고 착신 번 완료를 MP로부터 통보 받으면 통화 중 상태로 간주하고 Holding Time 동안 호를 유지한다.
4. 가상 착신부는 착신 요구를 MP로부터 받으면 일정 시간 이후에 착신 응답(Hook Off)을 하고

Holding Time 동안 호를 유지한다.

5. 가상 발/착신부는 Holding Time이 지나면 회선 복구 요구를 보내고 호를 해제한다.



[그림 3] 가상 호 처리 과정의 구성도

가상 호 발신/착신부는 호 Event 제어를 담당하는 호 Control Part, 호 관련 IPC 메시지를 전송하고 수신하는 IPC 처리 Part, Event 대기 Timer, 통화 중인 호를 유지시키는 Linked List 구조의 Holding Queue로 이루어진다. 발/착신부는 구조상 동일하며, Holding Time Out에 의한 해제 과정 충돌은 교환 시스템 상에서 실제로 일어나는 일이므로 문제되지 않는다.

## III. 가상 호 발생기를 사용한 시스템 분석 및 시스템 개발 도구로서의 가상 호 발생기

가상 호 발생기의 운용자는 가상 호 Manager를 통해 전달 받은 결과와 시뮬레이션 기간 동안의 MP CPU 점유율 변화를 측정된 Data를 비교하여 해당 시스템의 적절한 호 처리 용량을 산정할 수 있다. 즉, 다량의 호를 일정 시간 발생시킨 후 최

종적인 정상호의 개수를 파악하고, 그 시간 동안의 프로세서 부하가 Idle Time 10 % 이하가 되도록 일정하게 유지시킴으로써 적절한 호 처리 용량을 산정한다. 가상 호 발생기를 이용한 시험 결과 MP의 부하는 기준 부하까지 선형적인 특성을 보였다. 이는 통신 관련 국제 기구에서 분석한 내용과 일치한다. 가상 호 발생기는 또한 기준 부하를 초과할 정도의 호를 발생함으로써 시스템 과부하 시의 처리 절차 검증할 수 도구로 쓰일 수 있었다. 또한, 가상 호와 실제 호가 구별되지 않는 성질을 이용하여, 실제 가입자 없이도 호 처리 절차 및 통계/과금 등의 정상 동작 여부를 검증하는 도구가 될 수 있었다. 가상 호 발생기는 MP의 성능 측정 용도로 개발되었기 때문에 정형화된 호를 다량으로 발생시키는 것이 주 임무이므로 교환 시스템에서 수용하는 다양한 호(데이터 호, Packet 호 등)를 발생시킬 수 없다. 그러나 가상 호 발생기는 정형화된 호일지라도 여러 기능들을 검증하고 분석하는 도구로서 쓰일 수 있다는 사실을 보여 주었다.

#### IV. 결론

가상 호 발생기는 시스템 수용 용량에 대한 해석학적 예측에 대해 실제적인 통계 데이터와 근거를 제공해 줌으로써 시스템 개발에 도움이 된다. 또한 위 시험을 위해 다수의 Device와 별도 장치가 필요 없기 때문에 비용과 시간에서 많은 이점을 제공한다. 반면에 가상 호 발생기는 많은 개선점을 가지고 있다. 우선 운용자 정합 및 시험 방법의 어려움이다. 운용자는 시험을 위하여 Device 제어 프로세서에 터미널을 연결하고 파라미터를 입력하고 Simulation 시험 결과를 Device 제어 프로세서에 연결된 터미널과 시스템 운용자 터미널에서 확인하여 이를 비교/분석해야 한다. 또한, 가상 호 발생기는 정형화된 호를 발생시킴으로 부가 서비스나 음성 서비스 이외의 호를 시험할 수 없다는 점이다. 가상 호 발생기를 제반 교환 시스템 요소의 성

능 확인 및 기능 검증(다양한 호의 정상 동작 여부 검증, 유지 보수/통계/과금 기능의 검증)에 이용할 수 있도록 개선하는 문제는 추후 연구 과제이다. 가상 호 발생기는 시스템 전체 요소 모두가 관련되고(가입자 정합 을 포함한 다양한 Device 정합) 단순한 IPC 절차 외에도 운용자에 의해 변경 가능한 시나리오에 입각한 Simulation을 수행하도록 개선될 수 있다. 개선의 주요한 부분은 운용자 터미널에 구현되는 가상 호 Manager와 각 시스템 구성 요소 사이의 통신 방법, 호 Manager에 시나리오를 부여하는 사용자(운용자) 정합 방식 등이 될 것이다. 가상 호 발생기의 개선에 대해서는 시스템의 구체적인 분석과 추후 연구가 필요한 부분이다.

#### 참고 문헌

- [1] ITU-T E.701, "Reference Connections for traffic engineering (10/92)", 10/92.
- [2] ITU-T E.550, "Grade-Of-Service and New Performance Criteria Under Failure Conditions in International Telephone Exchanges", Modified at Helsinki, 1993.
- [3] ITU-T Q.543, "Digital Exchange Performance Design Objectives", 3/93.