

공중 육상 이동 통신망에서의 SS No. 7 트래픽 제어 방법 연구

박준혁* 임선배**

목 차

- I. 서 론
- II. 공중 육상 이동 통신망과
CCITT SS No. 7
- III. SS No. 7 트래픽 제어 방법
- IV. 결 론

〈요 약〉

이동 가입자에게 통신 서비스를 제공하기 위한 공중 육상 이동 통신망은 SS. No. 7 공통신 신호망을 이용하여 이동 통신망 구성 요소(HLR, VLR, MSC 등)들을 연결시킨다. HLR, VLR 등은 SS No. 7에서 신호점의 형태로 구현되며 이러한 신호점들은 신호 메시지 중계 기능을 갖는 신호 전달점과 신호 메시지 전송 기능을 갖는 신호 링크를 통하여 메시지를 서로 교환한다. 신호 메시지 전송시 신호 링크의 혼잡 상태로 인한 트래픽 상의 문제가 발생할 수 있으며 이의 해결을 위한 트래픽 제어 방법이 필요하게 된다. SS No. 7은 고유의 레벨-3 트래픽 제어 방법(Congestion Control Scheme)을 이용하여 신호 링크 혼잡시 신호 메시지 발신 신호점을 제어한다.^[3]

* 이동통신프로토콜연구실 연구원

** 이동통신프로토콜연구실 실장

I. 서 론

공중 육상 이동 통신망(Public Land Mobile Network : PLMN)내의 여러 구성 요소들, 즉 Home Location Register(HLR), Visitor Location Register(VLR), Mobile Services Switching Centre(MSC), Operation and Maintenance Centre(OMC) 등은 SS No. 7 공통신호망을 통하여 효율적인 이동 통신 서비스를 제공하기 위한 신호 메시지를 서로 교환한다. 위의 구성 요소들은 SS No. 7에서 신호점(Signaling Point : SP)의 형태로 나타나며, 신호점들은 여러 개의 신호 전달점(Signalling Transfer Point : STP)과 이에 따른 신호 링크(signaling link)들을 통하여 접속한다. 신호 전달점으로 들어온 신호 메시지는 착신 신호점 주소(destination point code)에 따라 해당 신호점으로 전달되어야 하는데, 해당 신호점에서의 신호 링크 트래픽 상태(정상 또는 혼잡)에 따라 신호 메시지가 정상적으로 전달될 수 있는가가 결정된다. 신호 링크의 메시지 전송 속도가 메시지 도착 속도보다 빠를 경우에는 트래픽상의 문제가 일어나지 않으나, 비슷하거나 늦을 경우에는 신호 링크의 혼잡 상태를 발생시켜 트래픽상의 문제를 일으킨다. 이때 주어진 성능 요구 사항을 만족시킬 수 있는 트래픽 제어 방법이 신호 전달점에 구현되어야 한다.

본 고에서는 먼저 공중 육상 이동 통신망과 공중 육상 이동 통신망을 구성하는 요소들간의 통신에 이용되는 CCITT SS No. 7에 대하여 간략히 소개한 후 SS No. 7에 사용되는 트래픽 제어 방법을 레벨-3 관점에서 알아본다.

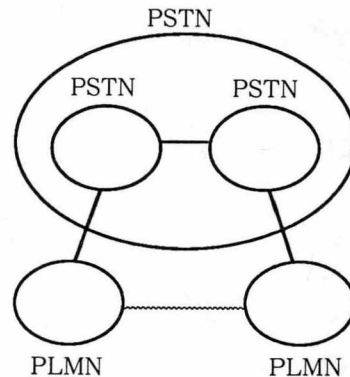
II. 공중 육상 이동 통신망과 CCITT SS No. 7

1. 공중 육상 이동 통신망(Public Land Mobile Network : PLMN)

가. 개 요

이동 가입자(mobile subscriber)에게 통신 서비스를 제공하기 위한 PLMN은 고정 통신망(Public Swiched Telephone Network : PSTN)의 확장된 형태 또는 PSTN의 한 구성 요소로서 볼 수 있다. 첫번째 경우 MSC가 관리하는 구역들의 모임으로 PLMN을 생각할 수 있으며, MSC는 이동 가입자로서의 호 설정(call setup)시 고정 통신망과 PLMN과의 인터페이스(interface) 역할을 한다. 두번째 경우 PLMN은 LE(Local Exchange)를 제어하는 PSTN/ISDN 축적 프로그램(stored program)내의 특정 로직(logic)들의 모임으로 생각할 수 있다.

각 PLMN들은 기능적으로 서로 독립된 통



(그림 1) PSTN을 통한 PLMN 연결

신망 요소로 볼 수 있으며, 이러한 PLMN들은 기존의 PSTN 및 PDN을 통하여 연결 가능하다. (그림 1)에 나타난 실선은 물리적 경로를 나타내며, 점선은 물리적 경로를 통한 단대단(end-to-end) 정보 경로를 나타낸다.^[2]

나. 구성 요소

1) MSC(Mobile Services Switching Center)

무선 시스템과 PSTN과의 인터페이스이며, 이동 가입자에게 호를 제공하기 위한 신호 처리 기능을 갖는다.

2) HLR(Home Location Register)

이동 가입자의 영구적 또는 일부 임시적인 정보를 저장하는 위치 레지스터(Location Register)이다.

3) VLR(Visitor Location Register)

현재 MSC가 관리하는 구역내의 가입자 위치 정보와 같은 임시 정보를 저장하는 위치 레지스터이다.

4) OMC(Operation and Maintenance Center)

PLMN내 모든 구성 요소들의 운영 및 관리를 위한 목적으로 설계되는 요소이다.

2. CCITT SS No. 7

가. 개요

공통선 신호망은 교환(switching) 및 처리(processing) 기능을 갖는 노드(node)들과 이들 노드들을 연결하는 전송 링크(transmission

link)들로 구성된다. 각 노드는 내부에 특정 기능(function)을 구현함으로써 신호점(Signalling Point : SP)의 형태(예 HLR, VLR, LE 등)로 SS No. 7에 나타나며, 이들 신호점들을 연결하는 전송 링크들은 신호 링크(signal-link)의 형태로 SS No. 7에 나타나게 된다.^[1]

나. 구성요소

1) 신호점(Signalling Part : SP)

신호망 기능을 갖는 노드 내부의 논리적 실체로 이동 통신망내의 HLR, VLR, MSC 등과 같이 신호 메시지의 발신점(originating point) 및 착신점(destination point) 역할을 한다. 사용자부(User Part)간 통신 가능한 두 신호점을 신호 관계(signalling relation)에 있다고 말한다.

2) 신호 전달점(Signalling Transfer Point : STP)

레벨 1-3의 기능, 즉 메시지 전달부(Message Transfer Part : MTP)의 기능만을 갖는 신호점이다. 신호점간의 효율적 통신을 위한 신호 메시지 중계 기능을 갖는다.

3) 신호 링크(signalling link)

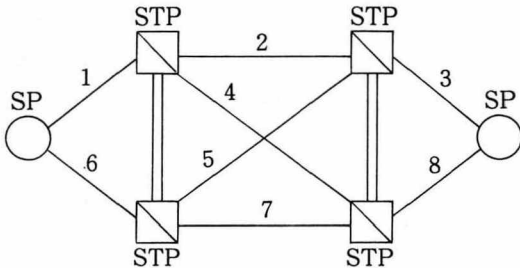
신호 관계에 있는 두 신호점간 신호 메시지를 전송하는 기능을 갖는다.

Ⅲ. SS No. 7 트래픽 제어 방법

1. 개요

(그림 2)에 두 신호점을 연결하는 하나의

SS No. 7 공통선 신호망을 나타내었다. 두 신호점간의 신호 메시지 경로는 트래픽 부하(load)와 메시지 우선권(priority)을 고려하여 여러 경로 중에 선택적으로 결정할 수 있다. (예 1→2→3, 1→4→8, 6→5→3) 본 장에서는 신호 전달점에서 신호점으로 향한 신호 링크가 혼잡 상태일 때, 그 신호 링크로 메시지를 보낸 발신 신호점을 제어하는 방법을 알아본다. 단, 모든 신호 메시지는 통신망에서 동등한 취급을 받는 것으로 가정한다. (메시지 우선권을 고려치 않음)



(그림 2) 두 신호점을 연결하는 SS No. 7

2. SS No. 7 Congestion Control Scheme

SS No. 7은 경계 제어(threshold control)에 의한 고유의 레벨-3 트래픽 제어 방법(congestion control scheme)을 갖는다^[3]. 먼저 트래픽 제어에 이용되는 링크 버퍼 점유 레벨(link buffer occupancy level)과 제어 메시지를 살펴보면 다음과 같다.

- T레벨 : 혼잡 상태 시작(congestion onset)
- A레벨 : 혼잡 상태 경감(congestion abatement)
- D레벨 : 메시지 폐기(message discard)
- TFC 메시지 : 전송 제어(TransFer Controlled)

메시지

- CT 메시지 : 혼잡 상태 테스트(Congestion Test) 메시지

위의 버퍼 점유 레벨과 제어 메시지를 이용하여 다음과 같은 과정에 의하여 트래픽을 제어한다.

- 신호 전달점으로 들어온 메시지가 발신 신호 링크의 버퍼 점유 레벨을 T 이상으로 만들면, 신호 전달점은 발신 신호점으로 TFC 메시지를 보내고 들어온 메시지는 전송을 위해 신호 링크 버퍼에 대기시킨다.

- 신호 전달점은 그 신호 링크의 혼잡 상태가 경감될 때까지(즉 버퍼 점유 레벨이 A보다 작아질 때까지) 신호 링크로 메시지를 보낸 모든 발신 신호점으로 계속하여 TFC 메시지를 보낸다.

- TFC 메시지를 받은 발신 신호점의 사용자부는 특정 착신 신호점에 대한 메시지 생성을 중단하며 타이머 T_{15} 를 작동시킨다.

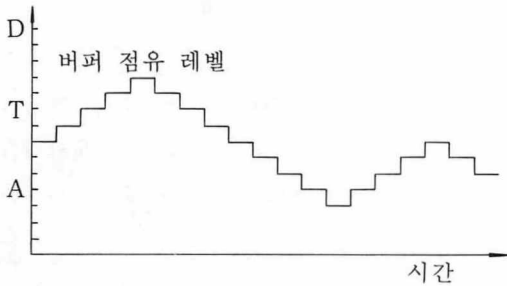
- 타이머 T_{15} 가 소멸하면 발신 신호점은 CT 메시지를 보내 신호 링크의 혼잡 상태가 경감되었는가를 T_{16} 시간 동안 확인한다. 즉 T_{16} 시간내에 다시 TFC 메시지를 받으면 타이머 T_{15} 를 재작동시키며, T_{16} 시간이 경과해도 TFC 메시지를 받지 않으면 특정 착신 신호점에 대한 정상 트래픽을 회복한다.

- CT 메시지를 받은 신호 전달점은 정상 메시지를 받을 때와 마찬가지로 신호 링크 상태가 혼잡하면 발신 신호점으로 TFC 메시지를 보내며, 착신 신호점에서 CT 메시지는 소멸된다.

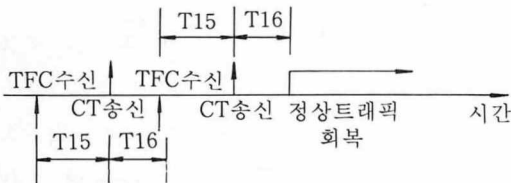
- 신호 링크 버퍼 점유 레벨이 D 이상

일 때 신호 전달점에 들어온 메시지는 폐기되며, 폐기된 메시지는 다른 프로토콜에 의해 복구된다.

T, A, D의 관계는 $A < T < D$ 를 만족하며, 현재 신호 링크 상태의 혼잡 여부는 지나온 신호 링크 버퍼 점유 레벨 path에 의존한다. (그림 3)은 신호 링크 버퍼 점유 레벨 path의 한 예를 보여주며, (그림 4)는 Congestion Control Scheme에 의해 트래픽 제어를 받는 신호점의 동작 예를 보여준다.



(그림 3) 신호 링크 버퍼 점유 레벨 path



(그림 4) 트래픽 제어를 받는 신호점에서의 동작

3. 해석적 모델 (Analytic Model)

가. 모델 설명

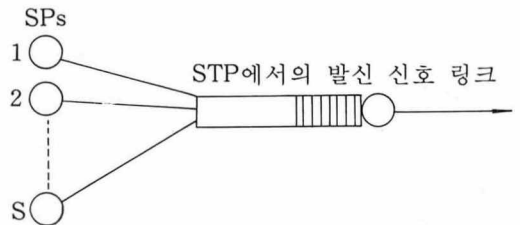
분석을 간단히 하기 위하여 다음과 같은 가정을 한다.

- 1) $T_{16} = 0$ 즉 CT 메시지가 발신 신호

점에서 출발하여 신호 전달점에 도착할 때까지의 시간과 TFC 메시지가 신호 전달점에서 출발하여 발신 신호점에 도착할 때까지의 시간은 무시한다.

- 2) T_{15} 를 random화 한다. 즉 T_{15} 의 값은 실질적으로 deterministic하게 결정될 것이나, 분석 결과에는 큰 변화가 없으므로 편의상 random화 한다.

(그림 5)는 신호 전달점 발신 신호 링크에서의 메시지 전송 상태를 queueing 모델로 표현하고 있다. S는 이 신호 링크를 사용하고 있는 신호점의 수를 나타낸다. 신호점당 신호 링크로의 메시지 도착은 파라미터가 λ 인 Poisson 분포를 따르며, 메시지 전송(서비스) 시간은 파라미터가 μ 인 Exponential 분포를 따른다. 따라서 신호 링크가 정상 상태일 때 신호 링크로의 메시지 총 도착은 파라미터가 $S\lambda$ 인 Poisson 분포를 취하며, 메시지 길이는 파라미터가 C/μ 인 Exponential 분포를 취한다. 여기서 C는 신호 링크의 전송 속도(bits/sec)를 나타낸다.



(그림 5) Queueing 모델

나. 모델 분석

(가정-2)에 의하여 state가 (i, j, k) 로 표현되는 Markov Process X를 정의할 수 있다. 여

기서 변수 i, j, k 들은 다음 식들에 의해 표현된다.

- i =신호 링크 버퍼내의 메시지 수
- $j=1$ (신호 링크가 혼잡 상태일 경우),
 0 (신호 링크가 정상 상태일 경우)
- k =연결이 막힌 신호점의 수.

Balance-equation^[5]을 이용하여 안정상태 확률값(steady-state probability) $P[i,j,k]=\text{Prob}\{X=(i,j,k)\}$ 이 얻어지며, 이 값들로부터 총 throughput(β_T), 효율적 throughput(β_E , 정상 신호 메시지만 포함), CT 메시지 throughput(β_{CT}), 메시지 손실률(δ), queueing system의 길이(ℓ , 신호 링크 버퍼내에 있는 메시지와 전송 상태에 있는 메시지 모두 포함), 신호 링크에서의 메시지 전송 시간(w , 버퍼에서의 대기 시간 포함) 등의 값을 구할 수 있다.

$$\beta_T = \mu \{1 - \sum_{j=0}^1 \sum_{k=0}^s P[0,j,k]\} \dots\dots\dots(1)$$

$$\beta_E = \sum_{k=0}^{s-1} (S-k)\lambda \{ \sum_{i=0}^{D-1} \sum_{j=0}^1 P[i,j,k] \} \dots\dots\dots(2)$$

$$\beta_{CT} = \beta_T - \beta_E \dots\dots\dots(3)$$

$$\delta = \sum_{k=1}^{s-1} (S-k)\lambda P[D, 1, k] \dots\dots\dots(4)$$

$$E[\ell] = \sum_{i=0}^D i \{ \sum_{j=0}^1 \sum_{k=0}^s P[i,j,k] \} \dots\dots\dots(5)$$

$$E[w] = \frac{E[\ell]}{\beta_T} \dots\dots\dots(6)$$

식(5), (6)의 $E[\cdot]$ 는 expectation operator를 나타내며, 식 (6)은 Little's formula^[4]를 적용한 결과이다. 식 (6)에 의하여 신호 링크에서의 메시지 전송 속도는 효율적 throughput외에도 CT 메시지 throughput에 의하여 영향을 받을 수 있다.

다. 수치적 결과

$S=10, \mu=1.0, S\lambda=0.8, A=11, D=20, T_{16}=0$ 그리고 T_{15} 는 변수일 경우를 생각한다.

만약 T 의 값이 아주 크다면 위 모델은 $M/M/1$ queueing system과 같이 동작할 것이다. $M/M/1$ queueing system의 성질^[4]에 의하여,

$$E[1] = \frac{\rho}{1-\rho} = \frac{0.8}{1-0.8} = 4.0 \dots\dots\dots(7)$$

$$E[w] = \frac{1/\mu}{1-\rho} = \frac{1}{1-0.8} = 5.0 \dots\dots\dots(8)$$

여기서 ρ 는 $\frac{S\lambda}{\mu}$ 를 나타낸다. 평균 queueing system의 길이가 4.0이므로 $T=15$ 이면 Congestion Control Scheme이 자주 사용되지 않을 것으로 보인다. 그러나 메시지 도착 속도가 신호 링크의 전송 속도보다 크거나 비슷한 경우에는 Congestion Control Scheme에 의하여 트래픽을 제어하여야 한다.

4. 트래픽 제어 변수 결정

가. 성능 목표

주어진 통신망에 요구되는 성능 목표를 고려하여 제어변수(버퍼 점유 레벨 및 타이머)가 결정되어야 하며, 여기서는 다음과 같은 성능 목표를 설정하기로 한다.

- 일정 수준 메시지 전송 시간하의 최대 throughput 유지
- 메시지 손실 최소화
- 빈번한 Congestion Control Scheme 작동 방지

나. 제어 변수 결정

1) T_{16}

T_{16} 값은 발신 신호점에서의 오류를 최대한 줄이는 값으로 결정되어야 하며, 최소한 CT 메시지가 발신 신호점에서 전송되어 이에 대한 응답으로 TFC 메시지가 발신 신호점에 도착할 때까지의 시간보다는 커야 한다.

2) T_{15}

T_{15} 값은 트래픽 과부하시 일정한 메시지 전송 속도를 유지하는 값으로 결정되어야 한다.

3) D

D값은 메시지 전송 속도나 throughput에 영향을 적게 미치므로, 메시지 손실을 최대한 줄이기 위하여 메모리 용량이 허용하는 한 최대한 크게 잡아야 한다.

4) A와 T

A의 값이 커질 때는 연결이 막힌 신호점 수를 감소시켜 throughput의 값이 증대된다. 그러나 신호 링크 버퍼에 쌓이는 메시지 수를 증가시켜 메시지 전송 시간을 느리게 한다. T의 값이 작아질 때는 신호 링크 버퍼에 쌓이는 메시지 수를 감소시켜, 메시지 전송 시간을 빠르게 한다. 그러나 연결이 막힌 신호점 수를 증가시켜 throughput의 값을 떨어뜨린다. 따라서 A값과 T값은 throughput과 메시지 전송시간을 함께 고려하여 결정되어야 한다.

IV. 결 론

본 고에서는 이동 통신망내의 여러 구성 요소들과 이들간의 통신에 이용되는 SS No. 7 공통선 신호망 트래픽 제어 방법을 알아보았

다. 신호 링크에서 메시지 전송 속도가 메시지 도착 속도보다 느리거나 비슷한 경우 트래픽 상의 문제가 발생하며 이때에 트래픽 제어 방법이 필요하게 된다. SS No. 7 공통선 신호망은 경계 제어에 의한 고유의 트래픽 제어 방법(Congestion Control Scheme)을 갖는다. 해석적 모델(Analytic Model)에 의한 수치적 결과를 분석하였으며, 주어진 성능 목표를 달성하기 위한 여러 제어 변수 결정 과정을 제시하였다. 어떠한 성능 요구 사항을 만족시키는 제어 변수 값이 다른 성능 요구 사항을 만족시키지 않는 경우가 발생하므로, 종합적인 성능 요구 사항을 고려하여 제어 변수를 결정하여야 한다.

이상에서 다룬 트래픽 제어 방법은 메시지 우선권을 무시하였으나 메시지 우선권을 고려하는 트래픽 제어 방법에 대한 연구가 앞으로 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. CCITT Blue Book. vol. VI, fascicule VI. 7, Recommendation Q. 700, 1988.
2. CCITT Blue Book. vol. VI, fascicule VI. 12, Recommendation Q. 1000, 1988.
3. Kyoojeong Lee and Youngho Lim, "Performance Analysis of the Congestion Control Scheme in SS No. 7", IEEE, 1989.
4. L. Klienroch, Queueing Systems Vol. I : Theory, Wiley : New York, 1975.
5. Sheldon M. Ross, Stochastic Processes, Wiley : New York, 1983.