MOST GATEWAY 스케줄링 알고리즘에 관한 연구

장성진* · 장종욱**
*동의대학교

A Study on dynamic gateway system for MOST GATEWAY Scheduling Algorithm

Seong-jin Jang* · Jong-wook Jang**
*Dong Eui University
E-mail : ch99jin@hanmail.net

요 약

우리의 앞선 연구에서 MOST25와 MOST150 네트워크를 연결하여 하나의 네트워크를 형성할 수 있는 MOST GATEWAY 시스템을 제안하고 MOST GATEWAY 시스템에서 처리하는 streaming data, packet data, control data 등 다양한 종류의 데이터에 대한 서비스 품질 및 자원 이용률, 지연을 보장하고 스케줄링 알고리즘의 성능 분석을 위한 시뮬레이션 설계 방안을 제시하였다. 따라서 본 연구에서는 시뮬레이션 툴인 NS-2를 이용하여 MOST25와 MOST150 네트워크 간의 기존 스케줄링 알고리즘의 성능을 분석하고, 그 결과를 바탕으로 차량에 적합한 스케줄링 알고리즘의 개선 방안을 제시하고자 한다.

ABSTRACT

In our previous research, we proposed a MOST GATEWAY system for organically connected to the network MOST150 and MOST 25 and we proposed a simulation design method for performance analysis of Scheduling Algorithm in MOST GATEWAY system. Therefore in this paper, after comparing the performance among the existing scheduling algorithm methods in MOST25 and MOST150 Networks, we use NS-2 simulator in order to analyze the performance. Finally, we present an improvement scheme of the efficiency and scalability.

키워드

MOST, MOST 150, MOT Gateway, Gateway Scheduling Algorithm

Ⅰ. 서 론

최근, 자동차 내의 전자제어시스템의 증가와 기술력 향상에 따라 지능형 자동차(intelligent vehicle)에 대한 관심이 급속히 증대되고, 보다 높은 신뢰성과 안전성의 확보, 자동주행 및 충돌방지 등과 같은 운전자 편의성을 지원하기 위해서 첨단 정보통신, 전자, 제어 기술과 같은 새로운 IT기술을 접목하려는 시도가 많아지고 있다[1][2]. 또한, 차량에 많은 멀티미디어가 통합되면서 최근 몇 년간 MOST에 관한 많은 연구가 활발히 이루어지고 있다. MOST가 적용된 차량은 각종 전자제품 연결을 위해 수십 개 또는 수백 개의 와이어를 한 가닥의 광케이블로 대체 될 수 있다. 신차 개발을 위한 설계 및 생산 공정이 단축되고 품질향상과 멀티미디어의 편리성, 차량 무게 및 연료 소모 감소로 인해 차량의 경쟁력을 높일 수 있다[1].현재 MOST 인포테인먼트 백본을 사용하는 차량 모델의 수는 100여종에 이르렀으며, Daimler chrysler, Audi, BMW 등의 해외 기업과 Hyundai, KIA의 국내 기업들이 MOST기술을 차량에 적용하였다[3].

기존 MOST25 장착차량이 더 높은 대역폭과 이더넷과 같은 향상된 서비스를 받고자 할 경우 MOST150 관련 장비를 모두 교체해야함으로 네트워크 구축비용의 고가화로 자동차 경쟁력 강화에 지장을 초래할 것으로 예상된다. 이러한 경쟁력은 빠른 시일 내에 기술개발에 착수하지 않는다면 시간이 갈수록 고가화 문제는 해결하기 힘들 것이다. 따라서, 서로 다른 대역폭을 지원하는 MOST25, MOST50, MOST150은 각각 이기종 네트워크로 구성됨으로, 서로 다른 Protocol을 가진

네트워크 간 정보를 송수신하기 위해서는 Gateway 개발이 필수적이다[4][5][6]. MOST150은 MOST25와 유사한 프레임구조를 가지고 있으나 Ischronous Channels과 Ethernet Channel이 더 추가 되었다. MOST25 네트워크와 MOST150 네트워크에서 데이터 전송을 위해 Gateway를 구성할 경우, MOST150에서 MOST25로 데이터 전송 시 Ischronous Channels과 Ethernet Channel의 데이터를 처리할 수 없어 데이터 손실 및 지연이 발생한다.

이러한 문제점을 해결하기 위해, 우리의 앞선 연구에서 MOST25와 MOST150 네트워크를 유기적으로 연결하여 하나의 네트워크를 형성할 수 있는 MOST GATEWAY 시스템을 제안하였다[7].

따라서, 본 연구에서는 손실되는 Ischronous Channels과 Ethernet Channel의 서비스 품질 및 자원 이용률, 지연을 보장하기 위해 MOST GATEWAY에 가장 많이 사용하고 되는 CBQ 스케줄링 알고리즘을 적용하고, NS-2를 이용하여 우선순위 및 대역폭에 따른 성능을 분석하고, 그 효율성 및 개선 방안을 제시하고자 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 기존 MOST 네트워크의 문제점과 MOST GATEWAY 스케줄링 알고리즘의 필요성을 제시하며, 3장에서는 MOST GATEWAY와 CBQ 스케줄링 알고리즘의 구성방안을 제안한다. 4장에서는 MOST GATEWAY의 스케줄링 알고리즘의 성능을 분석하고, 5장에서 결론을 맺는다.

Ⅱ. 관련 연구 및 문제 정의

본 장에서는 MOST와 기존 스케줄링 알고리즘의 문제점을 제시함으로써 본 논문에서 구현하고자하는 메커니즘의 배경을 제시하고자 한다.

현재 MOST는 최대 25Mbps를 지원하는 MOST 25와 최대 50Mbps를 지원하는 MOST 50을 지원하는 상용화 제품들이 출시되었으며, 향후, 150Mbps까지 대용량의 멀티미디어 서비스를 지원한다. MOST25, MOST50, MOST150은 이기종 네트워크로 구성됨으로 데이터를 송수신하고자 할 경우 게이트웨이가 필요하며, 이에 관한 연구 결과가 많지 않다. 실제 게이트웨이를 통해 데이터 전송 시 높은 대역폭에서 낮은 대역폭으로 데이터를 전송할 경우 데이터양이 증가함에 따라 데이터 손실과 전송지연이 발생하는데, 특히, MOST150에서 MOST25로 데이터를 전송할 경우 MOST150에만 지원하는 Ischronous Channels과 Ethernet Channel의 데이터를 MOST25에서 처리할 수 없어 더 많은 데이터 손실과 전송지연이 발생된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 MOST150의 Ischronous Channels과 Ethernet Channel의 데이터를 MOST25 에서 처리할 수 있도록 Ischronous data는 Sream Data 처리하고, Ethernet는 Packet Data로 처리한다. 변환한 MOST150의 Packet Data와 Stream Data와 MOST25의 기존 Packet Data와 기존 Stream Data의 우선순위 및 대역폭 문제가 발생하게 된다. 극단적인 경우, 특정 데이터가 대역폭을 독점하여 우선순위가 낮은 데이터는 전송기회를 놓치게 되고 원하는 시간 내에 데이터를 전송할 수 없게 되어 자원 기아상태가 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 기존의 다양한 큐 스케줄러를 적용해 볼 수 있다[8][9].

MOST 네트워크의 경우 다양한 멀티미디어 데이터와 패킷 데이터, 제어 데이터를 전송하기 때문에 각 특성에 맞는 데이터의 서비스 품질과 지연을 보장하기 위해 IP 기반의 패킷 데이터에 적용되는 스케줄링 알고리즘을 적용해 볼 수 있다. 단순한 형태의 First In First Qout(FIFO) queuing에서 차별화 된 서비스를 위해 Priority Queuing(PQ) 정책이 제안되었으며 PQ의 기아현상을 방지하고 flow별 공정한 서비스를 위해 Fair Queuing(FQ) 정책이 제안되었다. FQ의 단점을 극복하고 성능을 향상시킨 Weighted Fair Queuing(WFQ)와 Weighted Round Robin(WRR) 방식도 연구 되었다. 현재 가장 널리 사용하는 것은 이 PQ와 FQ의 특성을 결합한 Class Based Queuing(CBQ)이다[8][6].

Ⅲ. MOST GATEWAY 구성

3.1 MOST GATEWAY 설계

본 연구에 따른 MOST25-MOST150 게이트웨이는 구조는 그림1에서와 같이 MOST 25와 MOST150 프레임에 포함되는 여러 개의 프레임에 대한 정보를 저장하고 관리하는 데이터 매핑 테이블과 MOST25 프레임을 데이터 매핑 테이블에 기반하여 필터링한다.

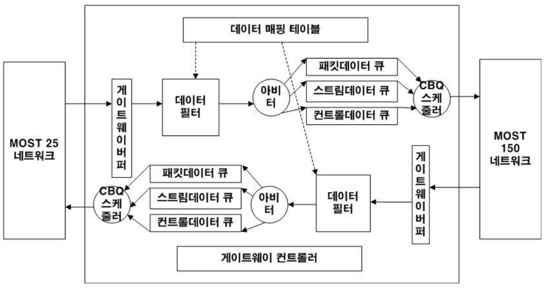

그림1. MOST GATWAY 구조도

입력된 패킷의 헤더에 기록된 필드 정보에 의해 각 입력 프레임을 데이터 분류기를 통해 여러 개의 출력 큐를 패킷 데이터 큐, 스트림 데이터 큐, 컨트롤 데이터 큐로 분류하여 각 큐의 특성에 따라 가중치를 주고, 대역폭의 할당 값에 따라서 스케줄러를 구성된다.

그림2는 MOST25의 데이터 프레임 구조이다. 25Mbps의 전송을 지원하는 MOST25는 512bits (64bytes)로 첫 번째 1바이트는 프레임관리 목적으로 쓰이고, 다음 60바이트는 스트림 데이터와 패킷데이터를 전송하고, 마지막 2바이트는 컨트롤 데이터에 사용한다.

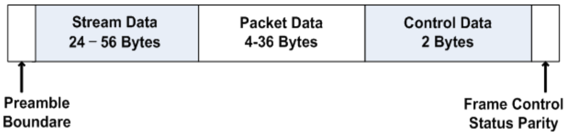

그림2. MOST 25 프레임 구조

그림3은 MOST25 프레임과 MOST150 프레임 구조를 비교한 것이다. MOST150은 MOST25 보다 넓은 150Mbps 대역폭을 지원하며, 광범위한 비디오 애플리케이션을 지원할 수 있는 등시 전송 메커니즘과 효율적이고 균일한 IP기반 패킷 데이터 전송을 위한 이더넷 채널을 전송한다[10]. MOST25 네트워크와 MOST150 네트워크에서 지원하는 대역의 차이로 인해 지연과 대역폭을 최적화 할 수 있는 스케줄러를 포함한다.

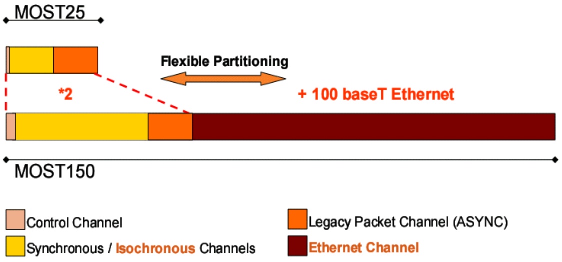

그림 3. MOST25와 MOST150 프레임 구조의 비교

3.2 CBQ 스케줄링 알고리즘

MOST GATEWAY에 현재 가장 많이 사용되고 있는 CBQ를 적용할 수 있다. CBQ(Class Based Queuing)는 WRR 큐잉 스케줄러에 기반한 정책으로 WRR의 단점을 극복하여 다양한 패킷 사이즈가 서로 공존할 경우에도 정확한 대역폭 크기를 보장하고자 하는 방법이다.

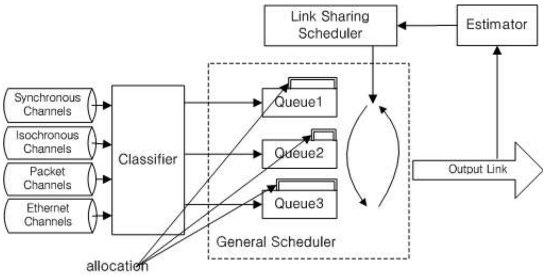

그림 4. CBQ의 패킷처리 방식

그림4와 같이 CBQ는 내부에 두 개의 스케줄러 -WRR 큐잉 스케줄러, Link Sharing 스케줄러-로 구성되며 기본적으로 WRR와 같이 동작하나 estimator를 통해 각 클래스가 할당된 대역폭보다 더 많이, 혹은 더 적게 output 대역폭을 사용할 경우 Link Sharing 스케줄러가 가동되게 된다 [11]. MOST250에서 MOST25로 데이터 전송할 경우 MOST GATEWAY의 CBQ 스케줄러가 Ischronous Channels과 Ethernet Channel 데이터를 각 큐에 차등 전송 후에 대역폭 이용률 및 우선순위에 따라 처리된다.

CBQ의 Link Sharing scheduler의 output 패턴을 제어하기 위하여 다음 변수를 사용한다[12].

- idle

할당된 대역폭을 만족시키기 위하여 이상적인 출발 간격 시간과 실제 출발 간격 시간의 차이 값이다

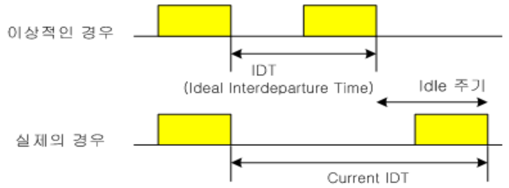

그림 5. idle 변수 계산

idle 값을 식(1)과 같이 계산되며 p는 전송된 패킷의 크기, r은 output link의 대역폭, f는 해당 클래스에 할당된 것보다 많은 양이 서비스되고 있음을, 0보다 클 경우 할당된 양보다 적은 양이 서비스 되고 있음을 의미한다.

$$idle = IDT_{current} - IDT_{ideal} = IDT_{current} - \frac{p}{r \times f} \quad (1)$$

- avgidle

CBQ에서 트래픽 제어를 위한 가장 중요한 변수로 트래픽의 실제 서비스율의 추이를 추적한다. 이 값은 식 (2)와 같이 EWMA 함수의 평균값에 의해 계산된다. w는 weight를 의미하며 16으로 설정한다.

$$avgidle_{n+1} = (1-w) \times avgidle_n + w \times idle \quad (2)$$

IV. 성능 평가

본 절에서는 제안한 MOST GATEWAY에 CBQ 스케줄러를 적용하여 대역폭 이용율과 우선순위를 달리 했을 경우 성능 평가 및 분석을 수행한다. 성능을 비교하기 위해 NS-2 시뮬레이터를 사용하고, 그림6와 같이 토폴로지를 구성하였다. MOST150에서 MOST25로 데이터를 전송했을 경

우 기존의 Stream Data를 CBR Data로 처리하고, Ischronous Channels Data는 RealAudio 데이터로 변환하였다. 대역폭 이용률 및 우선순위를 표1과 표2과 같이 설정하여 그 성능을 비교하였다.

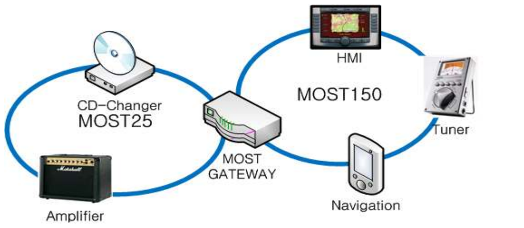

그림 6. MOST 링 토폴로지

	CBR	RealAudio1	RealAudio2
	Queue1	Queue2	Queue3
대역폭	50%	30%	20%
우선순위	6	1	1

표 1 대역폭 이용률 및 우선순위 1

	CBR	RealAudio1	RealAudio2
	Queue1	Queue2	Queue3
대역폭	50%	30%	20%
우선순위	1	6	6

표 2 대역폭 이용률 및 우선순위 2

그림7은 표2의 통신처리량을 보여주고 있으며 그림8은 표2의 drop된 처리량을 나타낸다. 우선순위가 가장 빠르고 대역폭이 50%인 Queue1의 CBR 데이터는 그림8과 같이 drop된 패킷이 없기 때문에 여유 대역폭을 빌릴 필요없이 데이터를 전송할 수 있다. Queue2와 Queue3 는 우선순위는 같으나 대역폭의 차이로 인해 Queue2가 Queue3에 비해 drop된 패킷의 양이 적었다. 이는 Queue2가 Queue3에 비해 더 많은 여유 대역폭을 빌렸기 때문이다.

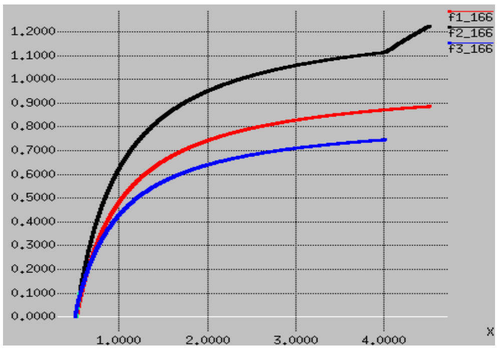

그림 7. 표2의 큐에 따른 통신처리량

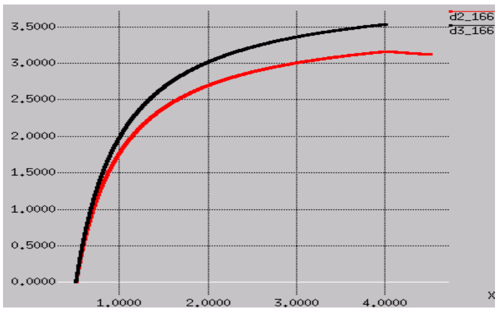

그림 8. 표2의 큐에 따른 drop된 패킷양

그림9는 표1의 통신처리량을 보여주고 있으며 그림10은 표1의 drop된 처리량을 나타낸다. 우선순위가 가장 높고 대역폭이 높은 Queue2가 Queue3에 비해 우수한 통신 처리 성능을 보여주고 있음을 알 수 있다. Queue1의 경우 우선순위가 가장 낮기 때문에 Queue2와 Queue3에서 여유 대역폭을 모두 사용하였기 때문에 데이터를 전송하기 못하고 그림9과 같이 모든 데이터가 drop 되었다.

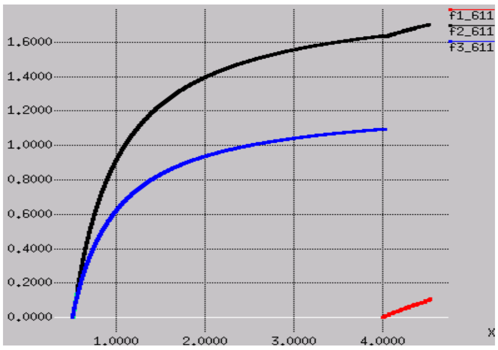

그림 9. 표1의 각 큐의 통신처리량

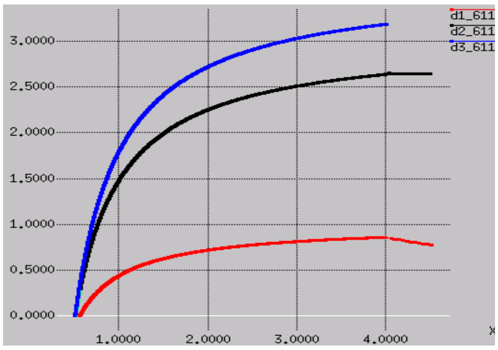

그림 10. 표1의 각 큐의 drop된 패킷양

그림11는 표1와 표2에서 통신처리량이 가장 우수한 Queue2의 통신처리량을 비교한 결과이다. 표1의 Queue2가 가장 우수한 통신 처리 성능을 보였다. 하지만 표2의 경우 CBR 데이터를 40초 동안 전송하지 못하고 모두 drop 되어 공평한 대

역폭을 보장하지 못하였다.

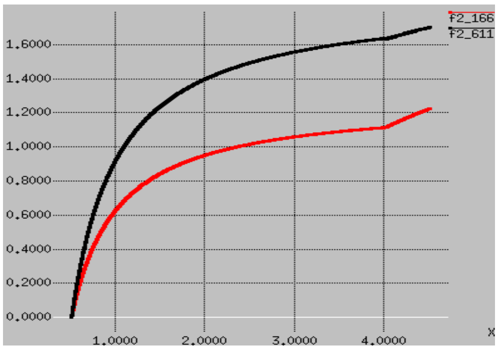

그림 11. 표1과 표2의 Queue2 통신처리량

MOST GATEWAY에서 MOST150의 Ischronous Channels의 데이터를 MOST25로 전송할 경우 모든 큐에서 데이터의 성능을 보장받기 위해서는 실시간 데이터의 우선순위를 낮추고 여유 대역폭을 할당받아 처리하는 방법이 효율적임을 확인하였다.

Ⅴ. 결 론

본 연구에서는 MOST 네트워크에서 기존의 MOST25 장비를 활용하여 MOST150의 성능을 이용할 수 있는 MOST GATEWAY의 구성 방안을 제안하고 그에 따른 데이터 처리과정을 설명하였다. 또한 NS2를 이용하여 MOST150의 Ischronous Channels의 데이터를 MOST25의 데이터를 전송하기 위해 Stream Data로 변환한 후 CBQ 스케줄링 알고리즘에 적용하여 최적의 대역폭 이용률과 우선순위에 따른 성능을 비교하고, 차량에 적합한 환경을 검증하였다. 본 연구의 결과를 MOST GATEWAY에 적용한다면 우수한 성능을 보장 받을 수 있으며, 이를 통해 효율적인 통신이 가능함을 확인 할 수 있었다.

향후, 본 연구에서 제시한 MOST GATEWAY의 결과를 바탕으로 차량에서 최적의 성능을 보장하는 스케줄링 알고리즘을 제안하여 MOST GATEWAY 성능을 개선하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받은 산학협동인력양성사업의 연구수행으로 인한 결과임

참고문헌

[1] 박상현, 'MOST 최신 기술동향' EIC, KERI 전자정보텐터, 전자부품연구원, 2008.

[2] Richard Bishop, "Intelligent vehicle applications worldwide", IEEE Intelligent Systems and Their Applications. vol. 15. no. 1, pp. 78~81, 2000.

[3] 박부식 외 5명, MOST 제어 채널의 대기 지연 분석, 정보처리학회지, 제15권 5호, 2008.9

[4] Bosch, CAN specification version 2.0. Published by Robert Bosch GmbH, September 1991.

[5] 한재선, 'CAN(Controller Area Network)통신 네트워크 간의 효율적인 Gateway 메시지 전송 기술에 관한 연구', 연세대학교 공학대학원, 전자공학 전공, 2007.6

[6] 신혜민, '지연 시간 보장을 위한 향상된 CBQ 정책', 강원대학교 대학원, 통신멀티미디어공학과, 2004. 12

[7] 장성진, 장종욱, MOST25와 MOST150 네트워크에서 효율적인 데이터 전송을 위한 MOST GATEWAY 스케줄링 알고리즘에 관한 연구. 해양정보통신학회, 2009 춘계학술대회, 2009. 10

[8] Chuck Semeria, Supporting Differentiated Service Clsses:Queuing Scheduling Disciplines, Juniper Networks, White paper, 2000.

[9] Ito, Y., Tasaka, S., Ishibashi, Y., Variably weighted round robin queuing for core IP routers, Performance, Computing, and Communications Conference. 21st IEEE International, 3-5 April 2002

[10] http://www.mostcooperation.com MOST BOOK 3.0

[11] 장대훈, '차등화 서비스 클래스를 지원하기 위한 스케줄링 알고리즘' 중앙대학교 대학원, 2003. 12

[12[Sally Floyd, Notes on Class Based Queuing: Setting Parameters, Informal notes, Scptember 1995.