

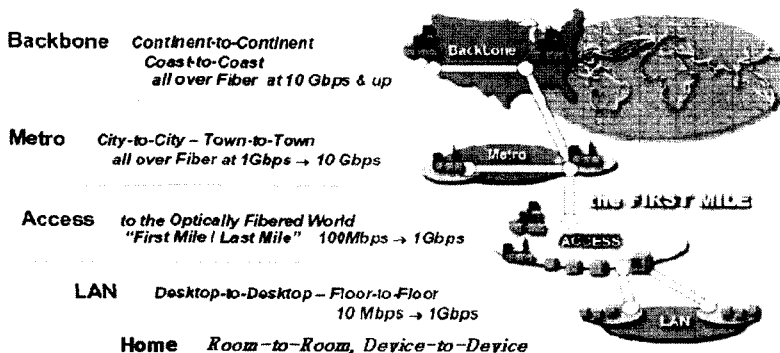
IEEE에서의 Ethernet QoS 기술

권서원, 송재연, 박재운, 김영균 (삼성전자)

1. 개요

지금까지 end-to-end ethernet 서비스를 실현하기 위한 노력으로 10 Gbps 이상의 ethernet 전송기술, 강력한 보안프로토콜, 그리고 QoS 방안 등이 주가 되어 연구되고 논의 되어져 왔다. 본고에서는 기존의 asynchronous ethernet을 그대로 수용하며 기존 ethernet의 가장 큰 한계점으로 지적되었던 real-time data 전송문제를 해결하기 위한 'Synchronous Ethernet'의 표준화 현황 및 기술을 소개하고자 한다. 'Synchronous Ethernet'은 현재 공식적으로 정해진 표준이 없

는 상태지만 2004년에 국제표준회의에서 새롭게 활발한 활동으로 자리잡을 것으로 보인다. Ethernet의 가장 큰 단점중의 하나인 실시간 데이터 전송의 QoS 문제를 근본적으로 해결하기 위해 'Synchronous Ethernet'의 필요성이 부각되었고 이는 새로운 홈네트워크 기술로도 활용 가능하고 기존의 가입자 전송망에도 활용이 가능한 기술이므로 최근 각종 home network 업체들과 access network 업체들이 관심을 보이고 있다. 지금까지의 end-to-end Ethernet을 위해서 LAN에서부터 WAN까지의 범위로 생각해왔다면 이제 그 범위를 각 가정내의 디바이스부터



〈그림 1〉 End-to-end Ethernet

〈표 1〉 용어정의

Cycle	A unit of transmitted data
STM	System Timing Master ; manage cycle synchronization
TSC	Time Sensitive Control ; control messages (low latency)
Slot	A segment of synchronous data ; 192 slots per frame
SRT	Slot Routing Table ; routing information between ports
Sync-E Link	Synchronous link
Sync-E Port	Ethernet port ; engaged in an synchronous link
Sync port	Ethernet port ; serves as the synchronization source for the device
Sync-E Frame	Synchronous Ethernet frame
Async-Frame	Asynchronous Ethernet frame
SDMP	Synchronous Data Management Protocol
MDCP	Media Device Control Protocol

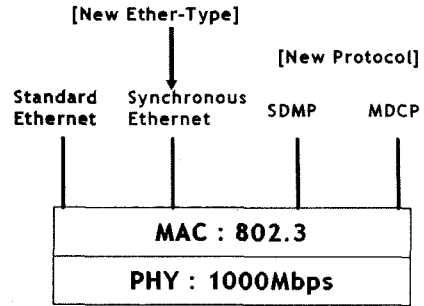
WAN 까지로 확장할 수 있는 가능성이 열리는 신호라 할 수 있다. 다음장에서 다룰 세부기술로는 2004년 1월 현재 비공식적으로 공개되어 있는 draft v0.39에 정의된 내용을 소개하고자 한다.

II. 세부기술

Draft v0.39에는 표1 과 같은 항목을 정의 또는 요구기능으로 기술하고 있다.

1. Reference Model

그림2는 'Synchronous Ethernet'의 개념을 설명하기 위한 모델을 표현한 것이다. 기본적으로 physical layer는 1 Gbps 이더넷만을 고려하고 있다. 기존의 802.3 표준 Ethernet에 'Synchronous Ethernet' 타입을 새롭게 정의하는 부분이 필요하게 되며 또한 synchronous data를 처리하기위한 SDMP (synchronous data management protocol)와 각 기기간의 제어를 위한 MDCP (media device control protocol)가 필요하게 된다. 이러한 SDMP와 MDCP는 표준 이더넷 MAC layer protocol에 추가되는 것이 아니라 새로운 독립적인 프로토콜로 관리되어야 한다.



〈그림 2〉 Reference Model

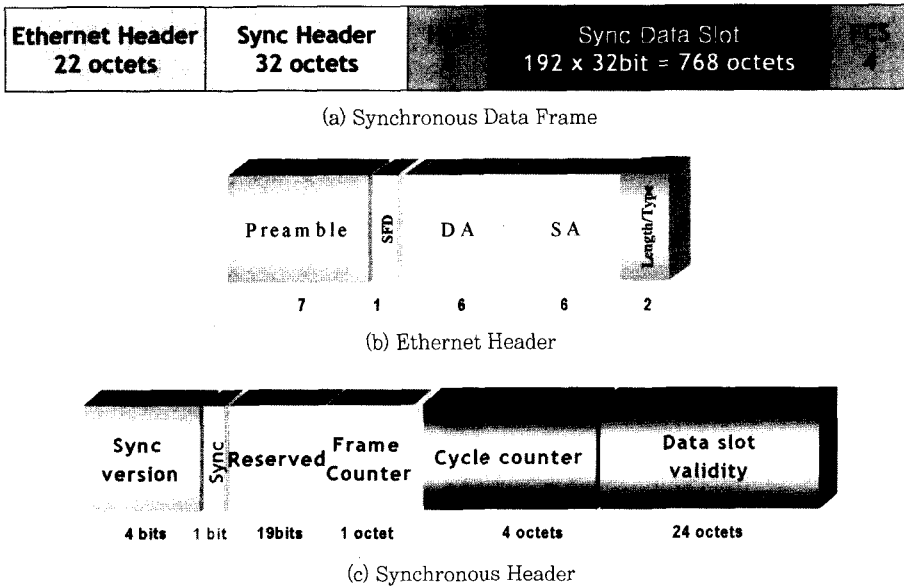
2. 전송매체

기본적으로 모든 'Synchronous Ethernet'에 사용되는 케이블은 mid-span power solution을 제공할 수 있어야 하므로 IEEE802.3af (power over Ethernet) 규격을 따르도록 하고 전이중 (Full Duplex) 방식으로 데이터 전송이 가능하도록 한다고 규정하고 있다. 하지만 이러한 규정은 홈네트워크에는 적당할지 모르나 가입자 전송장비에서는 기존의 광케이블을 사용하여야 전송거리를 충분히 확보할 수 있으므로 전송매체에 대한 논의는 표준화가 본격화 되는 시점에서 논의를 거쳐 변경될 여지가 충분하다.

3. System Timing Master

모든 디바이스는 고정크기, 고정주기(cycle)로 데이터를 주고 받는데 각 cycle의 데이터 크기는 이더넷 전송속도에 따라 달라진다. 또한 초당 8000개의 cycle을 전송하며 cycle-to-cycle jitter는 800ns를 넘지 않는 것으로 지정하고 있다.

STM (System Timing Master)은 'Synchronous Ethernet' 네트워크의 동기를 제공하고 관리하는 중심 역할을 하게되며 모든 디바이스가 이러한 STM의 기능을 할 수 있어야 하는 것을 전제



〈그림 3〉 Synchronous Data Frame

로 하지만 오직 하나의 디바이스만이 일련의 정해진 약속에 의해 STM으로 선정된다. STM 선정을 위한 가장 기본이 되는 약속을 간단히 설명하면 다음과 같다. Synchronous data frame의 'Synchronous Header'에 'Sync' bit를 정의해서 그 필드의 값이 enable되면 최우선적으로 STM이 된다. 기존에 이미 STM 역할을 하고 있던 디바이스의 비활성화된 포트로 새로운 디바이스가 연결될때 새로운 디바이스의 'Sync' bit 필드값이 disable 되어있으면 기존 디바이스가 그대로 동기를 제공하는 역할을 유지하지만 enable 되어있으면 서로의 MAC 어드레스값을 비교해서 높은 쪽 디바이스가 동기를 제공하는 STM의 역할을 하게 된다.

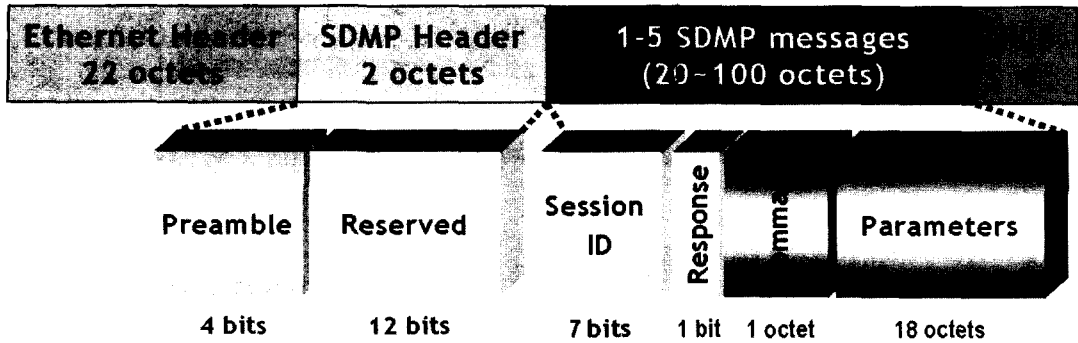
4. Synchronous Data Frame

'Synchronous ethernet'에서 정의 하고 있는 frame 구조를 살펴보면 그림 3과 같다.

Synchronous data frame은 총 830 octets의 고정 길이를 사용하는데 이를 세부적으로 살펴보면 기존의 IEEE802.3 표준 이더넷 frame의 이더넷 헤더 22 octets를 똑같이 적용하며 바로 뒤에 새롭게 정의된 'Synchronous Header' 32 octets를 추가하여 헤더만을 위한 오류검색을 실시하고 실제로 유효한 'Synchronous Data Slot'을 192개 할당한다. 여기서 slot은 4 octets (32bits)를 묶은 단위로 'Synchronous Ethernet'의 synchronous data의 흐름은 기본적으로 slot 단위로 이루어지게 된다. 한편 현재의 asynchronous Ethernet frame과 구분해 주기 위해서 이더넷 헤더의 마지막 필드에 synchronous ethernet type을 새롭게 정의해서 추가해야 한다.

5. Synchronous Data Management Protocol (SDMP)

앞에서 정의한 'Synchronous Data Frame'을



〈그림 4〉 SDMP Frame

이용해 유효한 synchronous 트래픽을 적절하게 처리하기 위해서는 독립적인 관리 프로토콜이 필요하다. 이를 위해 정의한 것이 SDMP이며 기본적으로 slot 단위로 synchronous data가 전송되므로 이를 위해 routing 기법이 필요하게 된다.

가) SDMP Frame

SDMP frame은 그림 4와 같이 Ethernet 헤더, SDMP 헤더와 최대 5개까지의 메시지가 들어갈 수 있는 가변길이이다. 현재의 draft v0.39에서는 상세한 SDMP message가 정의 되어 있지 않으므로 누구나 효율적인 관리를 위한 message를 생각해 볼 수 있고 제안할 수 있도록 열려져 있는 상태이다. 이러한 SDMP frame은 각 cycle마다 들어가게 되며 'Synchronous Data Frame'과는 달리 비동기 frame으로 처리하도록 한다.

나) Slot Routing & Slot Reservation

유효한 synchronous data를 효율적으로 전송하기 위한 방법으로 slot routing을 제안하고 있다. 이러한 slot routing을 위해 SRT(Slot Routing Table)를 만들어 각각의 slot을 관리하게 함으로써 데이터의 흐름을 제어한다. SRT는 그림5와 같이 source, destination 디바이스의

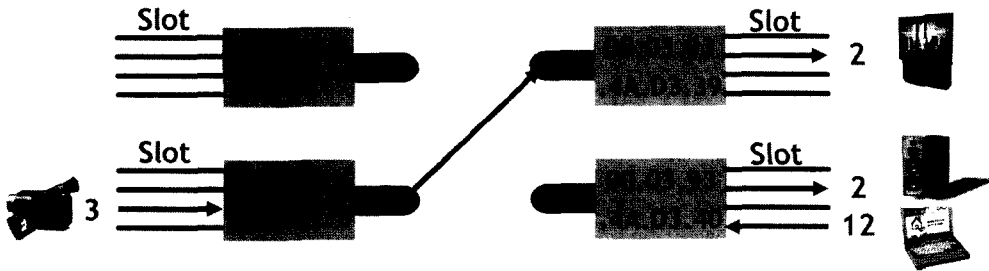
MAC 어드레스와 전송에 사용할 slot의 쌍으로 지정되어지며 실제 전송할 데이터의 타입까지도 지정하게 되어있다. 그림5의 SRT를 이용한 동작의 예를 간단히 설명하면 다음과 같다. MAC 어드레스 00.03.93.4A.D3.38에 연결되어 있는 디바이스의 데이터는 3번 slot에 실려서 MAC 어드레스 00.03.93.4A.D3.39의 2번 slot을 통해 목적지로 보내지게 된다. 또한 MAC 어드레스 00.03.93.4A.D3.40에 연결되어 있는 디바이스는 12번 slot을 이용해서 데이터를 보내고 2번 slot을 통해 동일한 MAC 어드레스에 연결되어 있는 목적지로 보내지게 된다. 경우에 따라서는 서로 겹치지 않게 각각의 모든 slot에 대해서 서로 다른 (source, destination)을 예약하여 고정적으로 사용할 수도 있다.

6. Media Device Control Protocol (MDCP)

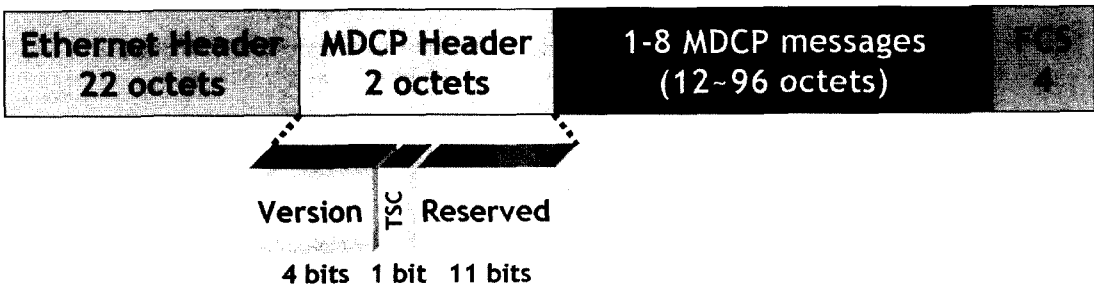
디바이스를 제어하기 위한 프로토콜인 MDCP는 다음과 같은 5개의 항목을 다루는 것으로 정의되어 있다.

1) Device type discovery

S R T	Source		Destination		Data Info	
	MAC	Slot	MAC	Slot	Type	Format
	any	any	all	any	000	000
	00.03.93.4A.D3.38	003	00.03.93.4A.D3.39	002	001	001
	00.03.93.4A.D3.39	any	00.03.93.4A.D3.39	001	001	001
	00.03.93.4A.D3.40	012	00.03.93.4A.D3.40	002	001	001



〈그림 5〉 Slot Routing Table



〈그림 6〉 MDCP Frame

- 2) Device component addressing
- 3) Media transport controls
- 4) Analog-style controls
- 5) Data format negotiation

즉, MDCP는 연결되어 있는 디바이스의 종류 검색, 디바이스의 주소 설정, 디바이스간에 주고 받는 데이터 종류의 협상을 다루게 된다.

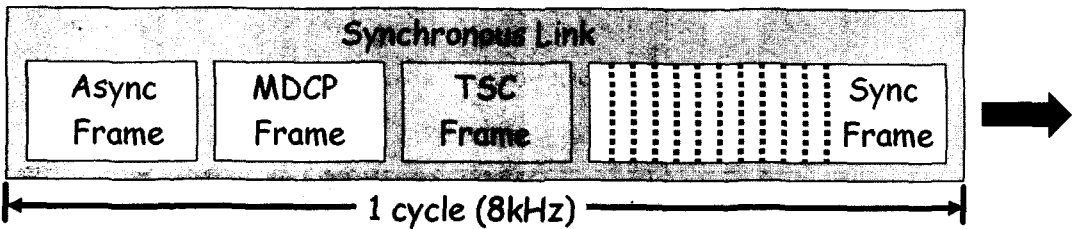
MDCP frame은 MDCP header의 'TSC' bit 설정에 따라 일반적인 디바이스 제어를 위한 용도와 시간적으로 매우 중요하게 빨리 처리해 주어야 하는 용도로 구분하게 된다. 'TSC' bit가

enable 되어 있으면 'low latency control'을 보장하기 위해 그 어떤 asynchronous frame보다 먼저 보내게 되는데 이를 TSC(Time Sensitive Control) frame 이라고 한다. 한편 message 필드는 그림7과 같이 총 11개 항목에 대해 12 octets으로 구성되어 있으며 최대 하나의 MDCP frame에 8개 까지 들어갈 수 있다.

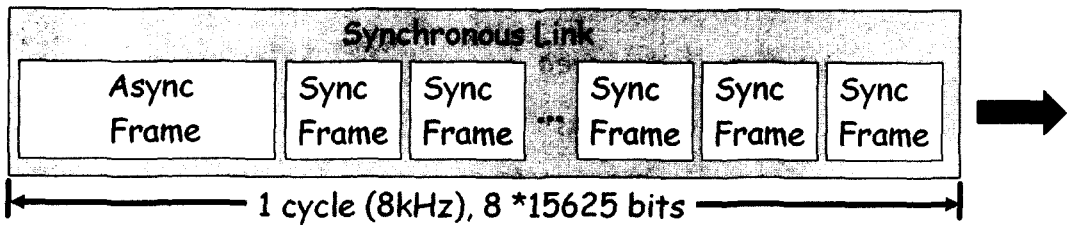
Synchronous data frame을 제외하고 나머지 frame들은 모두 asynchronous frame으로 간주한다. 그러나 asynchronous frame 중에서도 그림8과 같이 하나의 cycle내에 시간적으로 빨리 처리되어야 하는 TSC frame을 synchronous

Field Name	Size	Description
Destination Component Addr.	2 octets	
Source Component Addr.	2 octets	
SID	3 bits	Session ID
RI	1 bit	Identifies that the message is a response
Command Type	12 bits	Category of command
Command	1 octet	Command Name
Command Modifier	4 bits	Sets the context of the command
DR	1 bit	Identifies that a response must be returned
PN	1 bit	Parameter field is 1x32bit or 1x24bit + 1x8bit
Parameter Type	2 bits	Signed Int, Unsigned Int, Bit Mask, Reserved
Parameters	4 octets	Command Parameters

〈그림 7〉 MDCP message



〈그림 8〉 frame 전송 순서



〈그림 9〉 1000 Mbps Profile

data frame의 바로 뒤에 붙여서 전송하고 다음에 MDCP frame을 보내도록 한다. SDMP frame이나 asynchronous data는 상대적으로 우선순위가 낮아도 되므로 마지막에 보내도록 한다. 또한 기존의 IEEE802.1q를 지원하는 이더넷 스위치장비를 거쳐가는 경우를 고려해서 3-bit priority 필드를 synchronous data frame에 대해서 '110', TSC frame에 대해서 '101', MDCP frame에 대해서 '100'으로 설정하도록 규정하여 기존 이더넷 스위치장비를 그대로 활

용할 수 있는 방안을 제시하고 있다.

7. 1000 Mbps Profile

현재 draft v0.39에서는 1000 Mbps의 전송속도만을 활용할 계획을 가지고 있다. 1000 Mbps를 고려했을 때 하나의 cycle에 synchronous frame과 asynchronous frame을 함께 보낼 있게 하기 위해 하나의 cycle에 전송할 수 있는 최대 synchronous frame의 개수를 최대 16개로 한정

하고 있다. 참고로 한 cycle에 전송하는 기본 synchronous frame은 10개, 최대 TSC frame은 136개로 정하고 있다.

그림9와 같이 최대 16개의 synchronous frame을 모두 보내는 경우를 고려해 보면 1000 Mbps이므로 한 cycle당 15625 byte를 전송할 수 있다. 여기에 synchronous frame 830 octets, 표준 IPG(interpacket gap) 12 octets를 고려하여 개선하면 asynchronous frame에 2141 octets가 할당되게 된다.

$$\begin{aligned} * \text{최소할당 asynchronous frame size(octets)} &= 15625 - \\ &16 * 830 - 17 * \text{IPG} = 2141 \text{ (octets)} \end{aligned}$$

III. 시장현황

모든 가전기기 및 통신기기가 디지털화 되고 특히 HDTV같은 고화질의 화상서비스가 구체화되면서 옥내 및 옥외의 데이터 용량이 증가하는 것은 물론이고 synchronous data에 대한 절대적인 QoS보장에 관심이 집중되고 있다. 특히 옥내에서는 홈네트워크 구성을 위한 여러 기술 중에서 synchronous data 전송품질, 서비스 전송거리, 전송속도를 중요한 선정요소로 고려하고 있으며 이중에서도 synchronous data 전송 품질을 가장 중요한 항목으로 두고 있다.

Synchronous Ethernet을 활용한다면 기존의 ethernet 관련 디바이스를 그대로 활용하면서 위의 세가지 항목을 모두 만족시킬 수 있으므로 기존의 IEEE1394와 같은 홈네트워크 기술과 경쟁할 것으로 예상된다. 또한 가입자망에 대해서도 기존의 TDM망을 대체할 수 있기 때문에 가정의 홈네트워크 디바이스에서부터 가입자망을 거쳐 장거리 망에 이르기까지 진정한 end-to-end ethernet 서비스가 가능하리라 기대해 본다.

그 시기는 국제표준화 작업이 시작되는 시점에서 정해지는 표준화 종료 일정에 따라 도입시기를 가늠해 볼 수 있을 것이다.

IV. 표준화현황

'Synchronous Ethernet'은 기존의 IEEE802.3 asynchronous ethernet과 호환성을 가지면서 단순한 best effort 수준의 이더넷을 뛰어넘어 synchronous data의 QoS도 지원할 수 있게 한다는 기본 취지하에 지난 2003년 8월의 FSAN(Full Service Access Network) OAN(Optical Access Network) 회의 및 9월의 CEA(Consumer Electronics Assosiation)회의에서 소개되었다. 2004년 1월 현재까지 비공식적으로 오픈되어 있는 'Synchronous Ethernet' draft v0.39는 Pioneer와 Gibson Lab의 멤버들이 주가 되어 기본적인 골격 및 요구기능을 정리한 정도에 불과하나 정식적인 표준화 작업을 시작하기 위하여 vendor들간의 face-to-face meeting 및 전화 회의 등이 진행되어왔고 추후에도 예정되어 있다. 현재의 비공식 문서에는 표준화 작업을 위해 열려져 있는 항목 및 해결과제가 많이 있기 때문에 각국의 제조업체 및 연구소들의 관심을 많이 받고 있다. 기술적으로는 앞으로 규정되어질 표준 아이템 항목으로 SDMP message, MDCP message, TSC routing method, data type 규정 등을 예상해 볼 수 있다.

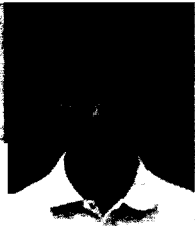
삼성전자는 'Synchronous Ethernet' 기술의 홈네트워크 응용 또는 access network 응용 가능성을 높게 보고 2004년 3월의 IEEE 802 Plenary 회의에서 예정된 Synchronous Ethernet CFI(Call For Interest)에서 기술적, 경제적 요구 사항 및 해법에 대한 기고문을 포함, Nortel,

Broadcom, Pioneer 등과 함께 표준화 사전 작업을 진행 중이다.

참고문헌

1. Pioneer and Gibson, Synchronous Ethernet Draft ver.0.39, 9, 2003
2. 권서원, "Synchronous Ethernet 기술동향", 제6회 한국어이더넷포럼 워크샵 발표집, pp81-94, 11, 2003

저자소개



권서원

1997년 고려대학교 전자공학과 학사
 1999년 고려대학교 대학원 전자공학과 석사
 1997년-1999년 KIST Photonics Research Center
 1999년-2002년 삼성전자 초고속통신시스템 개발팀
 2003년-현재 삼성전자 표준연구팀 선임연구원
 주관심분야 광전송시스템, 광가입자망 표준화, FTTH



송재연

1995년 홍익대학교 전자공학과 졸업
 1997년 홍익대학교 전자공학과 석사
 2001년 홍익대학교 전자공학과 박사
 2001년-현재 삼성전자 통신연구소 표준연구팀 책임연구원
 주관심분야 광통신망 설계, 광가입자망 표준화, FTTH

저자소개



박재운

1985년 경희대학교 전자공학과 졸업
 1984년 삼성반도체통신 통신연구소 입사
 1990년 삼성반도체통신 기획조사팀 과장
 1991년 삼성전자 본사 전략기획실 과장
 1995년 삼성전자 산업전자사업부 기획팀 과장
 1999년 삼성전자 본사 경영지원팀 차장
 2001년 삼성전자 정보통신총괄 경영지원팀 부장
 2001년 삼성전자 광사업부 기획/마케팅그룹장
 2003년-현재 삼성전자 정보통신총괄 통신연구소 표준연구팀 N/W표준연구팀장
 주관심분야 4G, FTS, FTTH 표준화



김영균

1972년 서울대학교 전기공학과 졸업
 1976년 Rutgers University 전자공학 석사
 1978년 Duke University 통신공학 박사
 1978년 ETRI Digital PCM Channel Bank 개발 책임자
 1982년 J.S. Lee Assoc., Inc. 위성통신 분야 책임자
 1984년 GTE 위성/이동통신 네트워크 시스템 분야 책임자
 1993년 INTELSAT 3세대 이동통신 표준화 책임자
 1999년-현재 삼성전자 정보통신총괄 통신연구소 표준연구팀장
 주관심분야 3G, 4G, FTTH 표준화