

MHS의 표준화 동향

姜昇燦·朴容震

(한양대학교 전자공학과 조교, 교수)

■ 차례 ■

1. 서론

2. 84'X.400

가. MHS 모델

나. 프로토콜과 계층구조

3. 88'X.400

가. 88'X.400 개요

나. MHS 구성 요소

다. 프로토콜

라. Information 모델

마. Operational 모델

바. Configuration

4. 결론

1 서론

컴퓨터가 널리 보급되고 컴퓨터통신 기술이 발전함에 따라 컴퓨터는 사회의 각 분야에서 필수적인 도구가 되고 있으며, 우리에게 편리한 작업환경을 제공해 주고 있다. 이와같은 컴퓨터를 이용하여 우리는 지리적으로 먼 거리에 있는 사람에게 정보를 전달하거나 전달받을수 있는데, 이런 기술 중 널리 이용되고 있는 것이 MHS(Message Handling System)이다.

MHS는 store-and-forward 방식의 전자우편서비스를 제공해 주는 시스템으로, 전자우편이란 서로 편지를 주고 받듯이 전자 매체를 이용하여 송신자가 수신자에게 message를 전달하는 방법이다. 여기서 전자매체란 여러개의 컴퓨터가 연결된 네트워크이다. 사용자는 네트워크에 연결된 컴퓨터 단말기로 전자 우편의 송수신을 손쉽게 할 수 있다. 컴퓨터가 널리 보급되고 사무자동화의 시대로 나아감에 따라 MHS의 필요성은 절실했으며 실제로 컴퓨터시스템 혹은 업체

별로 여러 방식의 MHS가 개발되어 사용되고 있으며 또한 새로운 MHS가 개발되고 있다. 그러나 MHS 서비스는 전화나 우편 서비스와 같이 세계의 어느 시스템이나 가입자와도 교신이 가능하여야 하므로 MHS간의 상호 운용성이 중요한 문제로 제기되었고, 전 세계를 하나의 MHS 서비스권으로 형성하기 위해, MHS에 대한 표준규격이 필요하게 되었다.

70년대 말부터 시작된 MHS 표준화 작업은 IFIP WG6.5 (International Federation for Information Processing Working Group 6.5), CCITT(The International Consultation Committee on Telephone and Telegraph), ISO(International Standard Organization), ECMA(European Computer Manufactures Association)와 같은 조직체에서 행하여지고 있으며 CCITT에서는 1984년 X.400 프로토콜을 MHS에 대한 표준 프로토콜로서 권고하였다. 여기서 채택한 MHS의 모델은 IFIP WG 6.5의 North American Systems Environment Subgroup의 개념을 확장한 것이다. ISO에서는 TC97/SC18/WG4에서 MHS 표준

화에 대해서 연구하고 있는데 최근에 MOTIS (Message Oriented Text Interchange System)라는 표준규격을 제안하였다. MOTIS는 기본적으로 X.400에서 제안한 MHS 모델에 따르고 있으며 현재 ISO는 CCITT와 같이 MHS 표준규격을 공동 연구하고 있다. 1988년에는 CCITT에서 MHS에 대한 blue-book을 발표하게 되는데 이때 두 기구에서 MHS에 대한 이견을 상호보완하여 공동으로 표준안을 발표할 예정이다. 본고에서는 '84 X.400에 대해서 간략히 설명하고, '88X.400에 관해서 기술하겠다.

가. MHS 모델

X.400은 1984년 CCITT에서 제안한 MHS에 관한 표준프로토콜로서 8개의 권고안으로 구성되어 있다. [표 1] MHS의 기본적인 모델은 그림 1과 같다. 이 모델에서 사용자는 인간 또는 응용 프로세서가 될 수 있으며, 메시지를 보내는 입장에서는 송신자라 부르고, 메시지를 받는 입장에서는 수신자라 부른다. UA(User Agent)는 사용자와 MTA(Message Transfer Agent)간의 메시지의 교환에 관계하는 응용 프로그램이며, 메시지의 편집, 메시지의 MTA의 전달 및 MTA로부터 받은 수신 메시지를 화일 시스템에 보관하는 기능을 담당하고, MTA는 UA와 UA사이

2 84' X.400

표 1 84' X.400 권고안 구조

권 고 안	내 용
X.400	MHS: System Model-Service Elements
X.401	MHS: Basic Service Elements and Optional User Facilities
X.408	MHS: Encoded Information Type Conversion Rules
X.409	MHS: Presentation Transfer Syntax and Notation
X.410	MHS: Remote Operations and Reliable Transfer Server
X.411	MHS: Message Transfer Layer
X.420	MHS: Interpersonal Messaging User Agent Layer
X.430	MHS: Access Protocol for Teletex Terminals

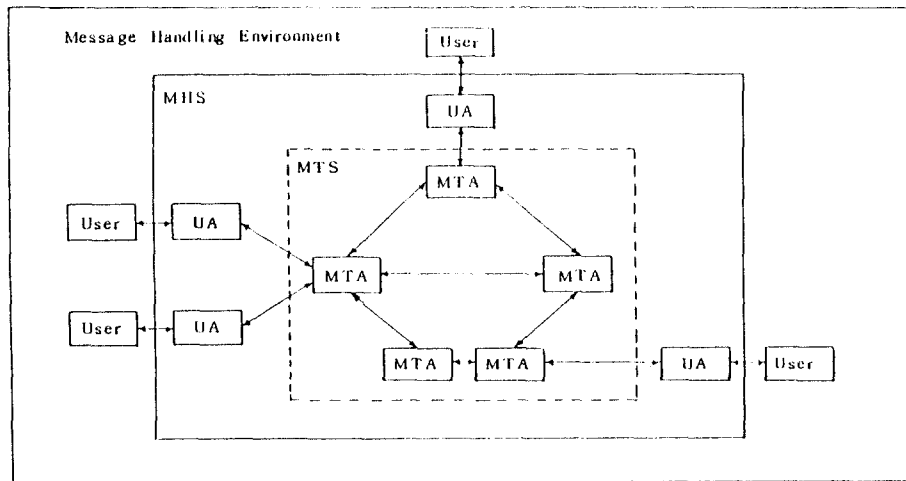


그림 1 X.400 MHS 모델.

에서 store-and-forward 방식의 배달서비스를 제공해 준다. MTS (Message Transfer System)은 이와 같은 MTA들로 구성되어 있으며, MTA는 중계(relay) 방식으로 메시지를 수신자측의 UA와 상호동작하는 MTA에게로 전송한다.

나. 프로토콜과 계층구조

이와같은 MHS가 제공하는 MH(Message Handling)서비스에는 응용프로그램에 독립적으로 메시지의 전송을 담당하는 Message Transfer (MT)서비스와 현존하는 CCITT의 텔리텍스와 텔리마텍서비스를 포함하는 개인간의 통신을 정의하는 Interpersonal Messaging(IPM) 서비스로 나누어진다.

X. 400에서 MHS는 계층 구조로 나타낼 수 있는데 OSI(Open System Interconnection) 기준모델(reference model)에서 개발된 원칙을 사용하며, MHS에 요구되는 프로토콜, 엔터티, 서비스 인터페이스를 정의하고 OSI 기준모델의 특정한 계층에 관계된 MHS 프로토콜을 적용하도록 한다. MHS의 엔터티와 프로토콜은 OSI 응용 계층에 위치하며, 응용계층의 MH의 기능을 그림 2와 같이 메시지의 내용에 관련된 UA기능을 포함하는 UAL(User Agent Layer)과 MTA기능과 MT서비스를 제공해 주는 MTL(Message Transfer Layer)로 나누어진다. MTL과 UAL은 기능에 따라 그림 2와 같이 3개의 시스템으로 나눌 수 있다. 즉, UA기능만 있는 S1, MTA기능만 있는 S2, UA와 MTA의 기능이 모두 있는 S3이다. 또한 그림 2와 같이 계층화된 모델에는 아래와 같은 3가지의 엔터티가 있다.

- (1) UAE(UA Entity): UA의 기능을 실현하는 프로세스이고, UAL간의 프로토콜 조작에 관계하는 UA기능을 엄밀하게 기술한다.
- (2) MTAE(MTA Entity): 다른 MTAE들과 협력하여 MTL의 계층서비스를 지원하는데 필요한 기능을 제공한다.
- (3) SDE(Submission and Delivery Entity): MTL 경계(boundary)를 통해 UAE가 MTL 서비스를 받을 수 있도록 해주는데, SDE가 자체가 메시지전달의 기능을 제공하는 것이 아니라

MTAE와 상호작용을 할 뿐이다.

여기에 대응하는 프로토콜로는 그림 2에 나타나 있듯이 아래와 같다.

- Message transfer protocol (P1): MTA간의 메시지전달과 MTL서비스를 제공하는데 필요한 상호작용을 정의한다.
- Interpersonal 메시지 protocol (P2): IPM UA간에 전송되는 메시지 content의 syntax와 semantics를 정의한다.
- Submission and delivery protocol (P3): S1 시스템에 있는 SDE가 UAE에게 MTL 서비스를 제공해 주는 프로토콜이다.

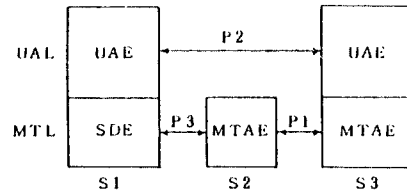


그림 2 MHS의 프로토콜 구성.

388' X.400

가. 88' X.400개요

1984년에 처음 X.400 권고안이 발표된 후, 여러 연구단체에서 전자우편에 대한 하부 구조를 연구 개발하고 있으며, 이러한 시스템을 이용하여 송신자는 수신자에게 어떤 장비를 가지고 있는지 상관하지 않고 편지를 보낼 수 있다. 왜냐하면 상대방 장비에 맞게 코드 변환을 자동적으로 수행시켜 주기 때문이다. 이러한 특출한 서비스를 제공하기 위해서, X.400은 사용자에게 다른 중요한 잇점을 제공한다.

- 즉시 또는 지연 전달
- 메시지 송신 확인
- 공중매체 전송을 통해서 다른 서비스를 조합
- 전자우편 디렉토리 시스템에 액세스를 가능하게 함.

X.400 red book이 발표된 후 지난 4년간

CCITT와 ISO는 공동보조를 맞추면서 MHS의 표준화에 박차를 가하여 1988년에는 X. 400 blue book을 발표할 예정인데 현재 최종 드래프트를 보완하고 있다[표 2]. 여기에는 전자우편의 하드카피의 실제 편지배달, PC 사용자를 위한 메시지 저장기능, 온라인 디렉토리 서비스, 여러 사용자에게 메시지를 전달할 수 있는 기능을 제공하는 distribution list, 비밀 보안에 대한 사항등이 추가됐다. 새로이 제안한 MHS 모델은 그림 3과 같다. MTA는 MTA 상호간에

store-and-forward 방식으로 메시지 전송을 수행하며, MS(Message Store)는 일종의 사서함과 유사하며 메시지의 저장과 이 메시지를 검색하고 관리할 수 있도록 하여준다.

UA는 사용자로 하여금 MHS에 접근할 수 있도록 하여주며 메시지의 편집, 저장등의 기능을 가지고 있다. AU(Access Unit)는 여러 다른 통신시스템과 MHS를 연결시켜, MHS 서비스를 받지 못하는 통신시스템에게 MHS를 사용할 수 있도록 하여준다.

표 2 88' X. 400 권고안 구조.

NAME OF RECOMMENDATION/STANDARD	JOINT MHS		JOINT SUPP		CCITT ONLY	
	CCITT	ISO	CCITT	ISO	SYSTEM	SERVICE
MHS: System and Service Overview	X. 400	10021- 1				F. 40
MHS: Overall Architecture	X. 402	10021- 2				
MHS: Conformance Testing					X. 403	
MHS: Abstract Service Definition Conventions	X. 407	10021- 3				
MHS: Encoded Information Type Conversion Rules					X. 408	
MHS: Abstract Service Definition and Procedures	X. 411	10021- 4				
MHS: MS: Abstract Service Definition	X. 413	10021- 5				
MHS: Protocol Specifications	X. 419	10021- 6				
MHS: Interpersonal Messaging System	X. 420	10021- 7				
Telematic Access to IPMS					T. 330	
MHS: Naming & Addressing for Public MH Services						F. 401
MHS: The Public Message Transfer Service						F. 410
MHS: Intercommunication with Public Physical Delivery Services						F. 415
MHS: The Public IPM Service						F. 420
MHS: Intercommunication Between IPM Service and Telex						F. 421
MHS: Intercommunication Between IPM Service and Teletex						F. 422
OSI: Basic Reference Model			X. 200	7498		
OSI: Specification of Abstract Syntax Notation One (ASN. 1)			X. 208	8824		
OSI: Specification of Basic Encoding Rules for Abstract Syntax Notation One (ASN. 1)			X. 209	8825		
OSI: Association Control: Service Definition			X. 217	8649		
OSI: Reliable Transfer: Model & Service Definition			X. 218	9066- 1		
OSI: Remote Operations: Model, Notation & Service Definition			X. 219	9072- 1		
OSI: Association Control: Protocol Specification			X. 227	8650		
OSI: Reliable Transfer: Protocol Specification			X. 228	9066- 2		
OSI: Remote Operations: Protocol Specification			X. 229	9072- 2		

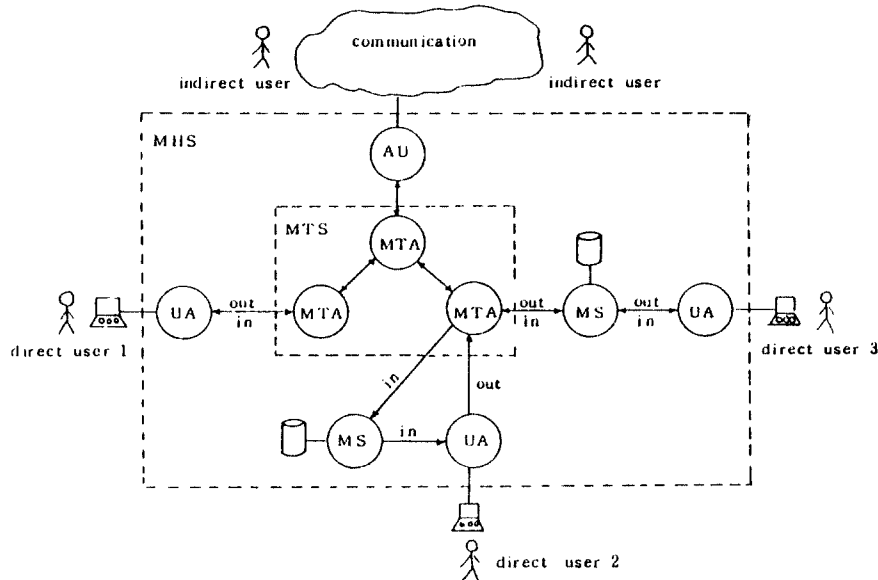


그림 3 88' X. 400 MHS 모델.

나. MHS 구성요소

(1) User

사용자(User)는 인간 또는 응용프로세스가 될 수 있으며 메시지를 보내는 입장에서 송신자(originator), 받는 입장에서는 수신자(intended recipient)라고 한다. 사용자는 direct user와 indirect user로 구분할 수 있다. direct user는 MHS를 바로 사용할 수 있는 사용자이며, indirect user는 MHS와 연결된 teletex, telex 또는 기존의 우편시스템과 같은 다른 통신 시스템에서 MHS를 이용하는 사용자이다.

(2) User Agent (UA)

UA는 direct user와 MTA, MS간에 메시지 교환에 관계하는 응용프로그램이며, 메시지의 편집, 보관 및 MTA나 MS로의 전송 기능을 가지고 있다. 즉 기존의 UA의 서비스에 MS에 관한 서비스가 추가되었다.

(3) Message Transfer Agent (MTA)

MTA는 UA와 UA 또는 UA와 MS 사이에서 store-and-forward 방식의 전송 서비스를 제공해

준다. MTS는 중계 방식으로 메시지를 수신자 측의 UA 또는 MS와 상호 작용하는 MTA로 전송한다. 역시 기존의 MTA 서비스에 MS와 상호 작용하는 서비스가 추가되었다.

(4) Access Unit (AU)

88' X. 400 모델에서는 MHS와 다른 통신시스템간에 internetworking을 제공하고 있는데 AU에서는 MTA와 외부 통신시스템간의 상호작용을 한다. 현재 정의되고 있는 외부 통신시스템 AU는 3가지가 있다.

- Physical-delivery-access-unit (PDAU) : PDAU는 컴퓨터를 접할 수 없는 사용자가 MHS 서비스를 받을 수 있도록 기존의 우편시스템과 MTA간에 상호 작용을 수행한다. 즉, AU로 전송되어 온 메시지를 physical-메시지(편지)로 바꾸어서 PDS(Physical Delivery System)로 전송하여 준다. 여기서 PDS라 함은 현 우편시스템이 되겠다.
- Teletex-access-unit (TTXAU) : TTXAU는 Teletex terminal을 사용하는 indirect user에게 MHS 서비스를 받을 수 있게 하여준다.

- Telex-access-unit (TLXAU) : TLXAU는 Telex terminal을 사용하는 indirect user에게 MHS 서비스를 받을 수 있게 하여준다.

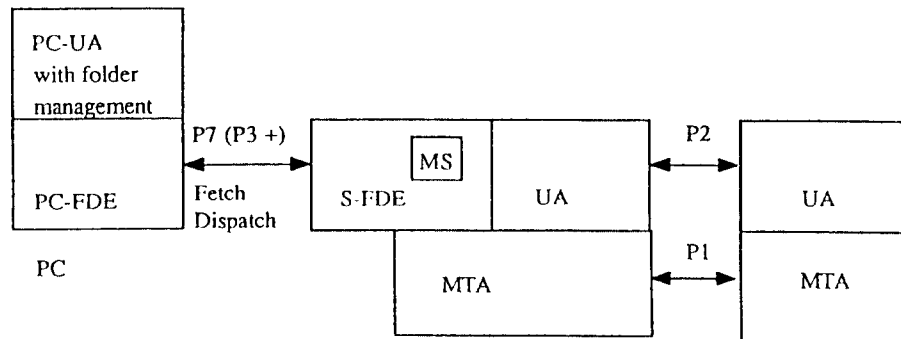
(5) Message Store (MS)

MS로 전달된 메시지의 저장과 검색을 할 수 있도록 한다. MS는 사서함과 같은 기능을 하고 있다. 즉, 한 사서함을 자기 우편함으로 예약하여 사서함으로 온 서신을 받아볼 수 있듯이 MHS에서는 MS 내에 자기의 영역을 배정받아서 UA로 MS를 구동하여 자기에게 온 메시지를 볼 수 있다. MS의 주요 서비스는 표 3에서 볼 수 있다. 이 MS는 UA만 독립적으로 있는 시스템에서 메시지를 송수신할 때 기존의 P3 프로토콜이 가지고 있는 단점을 해결해 주고 있다. 즉, UA시스템이 PC 정도의 컴퓨터에 실시되어 있다면 PC의 메모리 부족, 항시 파워를 켜는 상태가 아닐 수 있으므로 메시지의 반송이 일어나고, 신뢰도가 떨어지고 autoforward의 경우 UA로 꼭 전송되었다가 다시 forward되어야 함으로 이에따른 통신비용의 증가라는 문제가 생

기게 된다. 이러한 문제는 MS라는 전자사서함을 이용함으로써 메시지를 UA로 가져오지 않고도 필요할 때면 언제나 MS를 검색함으로써 위에서 지적한 문제점을 해결할 수 있게 되었다.

표 3 MS 서비스 요소.

서비스요소	기 능
Summary	MS 내에 저장되어 있는 message의 전체적인 분포에 관한 내용을 수신자측 UA에게 제공한다.
List	MS 내에 있는 message에 대한 상세한 정보 즉, 보낸 사람, 시간 또는 코드화한 정보의 타입 등의 내용을 수신자 (UA에서 볼 수 있도록 한다.
Fetch	MS 내에 있는 message를 받아볼 수 있게한다.
Delete	MS 내의 message를 삭제할 수 있게 한다.
Forward	MS 내의 message를 다른 user에게 forward시킬 수 있게 한다.
MS로 Automate	MS로 전송되는 message에 대해서 autoforward 또는 수신 통지 message의 생성 등과같은 여러 자동 동작을 할 수 있도록 하여준다.



PC-FDE
 CPC Fetch and Dispatch
 Entity)
 S-FDE (MS Fetch and Dispatch
 Entity)

그림 4 88' MHS 프로토콜 구성.

다. 프로토콜

84' X. 400 프로토콜과의 차이는 MS의 추가에 따라서 그림 4와 같이 나타낼 수 있다. MS는 UA 혹은 MTA와 공존할 수 있는데, 만약 MS가 MTA에 있지 않고 UA와 함께 있다면 원래의 프로토콜과 같게 되겠지만 MS는 MTA와 함께 존재한다면 새로운 프로토콜이 필요한데 이것을 P3+ 또는 P7 프로토콜이라고 하며 메시지의 저장 및 검색처리에 대해서 정의하고 있다.

라. Information 모델

MHS에서 전송되는 메시지는 기능과 역할에 따라서 다음의 세가지로 분류할 수 있다.

(1) Message

MHS에서 사용자와 사용자간에 주고 받는 정보의 단위를 메시지라고 한다. 메시지는 envelope와 content로 구성된다. envelope는 송신자로부터 수신자에게 메시지를 전송하는데 필요한 제어 정보를 가지고 있으며, content는 다시 헤더(header)와 보디(body)로 나누어 지는데, 헤더에는 메시지의 송수신자와 제목등의 정보가 포함되어 있으며 보디에는 메시지의 내용이 들어 있다. 이러한 content는 MTS에서 타입 변환의에는 어떠한 수정도 가할 수 없다.

(2) Probe

UA가 MTA에게 어떤 특정 메시지가 전송될 수 있는지에 대해서 알아보고자 할때 보내는 메

시지로 envelope 만으로 구성되어 있다. 메시지의 크기, 내용형태, 전달될 수 없는 코드정보형태를 조사하는 능력을 가지고 있다.

(3) Report

report는 MTS에서 메시지나 probe의 송신자에게 메시지 전송상태를 보고하는 메시지이다. report에는 대표적으로 전송이 잘 되었는지를 알려주는 delivery-report와 non-delivery-report가 있다.

마. Operational 모델

메시지를 전송하는데 있어서의 관계를 transmittal이라는 프로세스로써 나타낼 수 있는데, transmittal은 송신자에게 수신자로의 메시지 전송, 송신자측과 MTA간의 probe, report 전송관계를 transmittal-step과 transmittal-event로 표시하고 있다. transmittal-step은 한 엔터티에서 인접한 엔터티간의 관계를 표현하고, transmittal-event는 각 엔터티에서 메시지에 대하여 행해지는 동작을 표시하고 있다. 그림 5에서는 각 엔터티간의 관계를 보여주고 있다.

- Origination: transmittal의 첫번째 단계로 송신자가 UA로 메시지를 전달한다. 실제로 여기서는 송신자가 수신자의 주소를 확인하는 단계이다.
- Dispatch: UA가 메시지나 probe를 MS에게 전달하는 단계이다. 이때 UA와 MS는 송신자측에 속해 있다. 이단계는 MS가 있을 경우

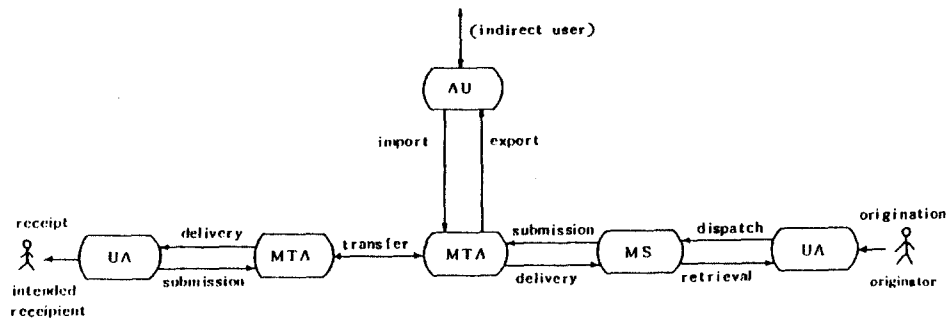


그림 5 The Information Flow of Transmittal.

에만 일어난다.

- Submission : UA와 MS가 MTA로 메시지나 probe를 전송하는 단계이다.
- Import : AU가 메시지, probe 혹은 report를 MTA로 전송하는 단계이다. 이것은 다른 통신시스템에서 정보가 MTS로 들어오는 첫 단계이다.
- Transfer : MTA간의 정보를 전송하는 단계이다.
- Export : import와 반대 경우로 MTA에서 AU로 전송한다.
- Delivery : MTA가 메시지, report를 MS나UA로 전송하는 단계이다.
- Retrieval : MS가 메시지, report를 UA로 전송하는 단계이다.
- Receipt : UA로부터 메시지, report를 받아 보는 단계이다.

바. Configuration

(1) Logical Configuration

88' X. 100에서는 그림 3에서 볼 수 있듯이 세 가지 방법으로 MHS를 사용할 수 있는데, 이는 메시지를 주고 받을 경우 MS가 어떤 역할을 하고 있는가에 따라 구분할 수 있다.

- direct user 1 : MS가 없는 경우로 UA와MTA가 직접 연결되어 메시지를 주고 받을 수 있다.
- direct user 2 : MS가 UA와 MTA사이에서 중간 역할을 한다. 메시지가 왔을 경우 일단은 MS에 저장되었다가 추후에 UA와의 상호작용에 의하여 메시지를 처리할 수 있다. 하지만 메시지를 보낼 때는 MS를 거치지 않고 바로 MTA와 상호 작용하여 전송한다.
- direct user 3 : 이 경우는 메시지를 수신할 경우 뿐만 아니라 송신할 경우에도 MS와 상호 작용하여 메시지를 전송한다.

(2) Physical Configuration

logical configuration이 메시지를 주고 받을때 UA, MS, MTA, AU간의 관계에 따른 관점이라

면 physical configuration은 이 엔티티들을 어떻게 조합하여 실제로 구성하였느냐에 중점을 두고 있다. 이러한 조합을 메시지 스테이션(message-station)이라고 한다. 메시지 스테이션은 MHS의 실제적인 구성에 있어서 기본골격이 되는 것으로 여러 엔티티를 포함한다. 표 4에서 가능한 메시지 스테이션을 보여 주고 있다. 표에서 M은 엔티티가 여러개 있다는 것이고 ()은 optional하다는 것이다. 여기서 알 수 있듯이 AU를 스테이션에 구현시킬 때는 꼭 MTA와 같이 있어야만 한다. 그림 6에서는 메시지 스테이션으로 구성할 수 있는 네가지 형태를 보여 주고 있다.

표 4 메시지 스테이션

Station	Entities Present			
	UA	MS	MTA	AU
U-STN	1	-	-	-
S-STN	-	1	-	-
US-STN	1	1	-	-
T-STN	-	-	1	(M)
UT-STN	M	-	1	(M)
ST-STN	-	M	1	(M)
UPT-STN	M	M	1	(M)

M : entity가 여러개 있다.

() : Optional

(3) Organizational Configuration

전화의 예를 들면, 전화시스템은 각 나라의 관계 당국에서 관리 및 시행된다. 하지만 각 사회단체별로 사설교환기를 사용하여 자체내의 전화시스템을 처리할 수 있다. 이와 마찬가지로 MHS도 기관 단위로 실현될 수 있는데 이것의 주요 단위는 Management-Domain이다. domain은 적어도 하나 이상의 MTA를 가지는 메시지 station들의 묶음이다. management domain에는 공공기관에서 관리하는 Administration management domain과 사설단체에서 관리하는 Private management domain이 있다. 각각의 구성은 그림 7과 같다.

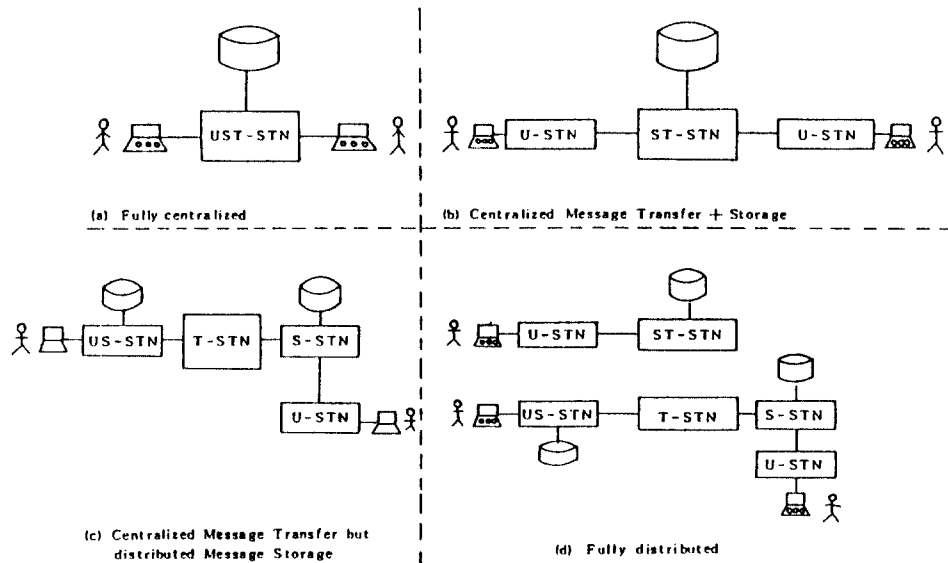
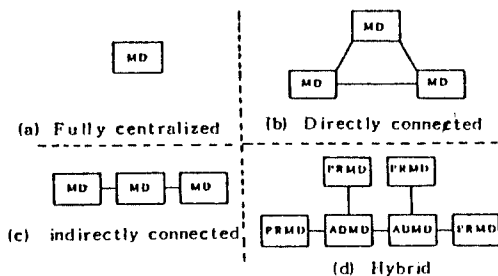


그림 6 Physical Configuration.



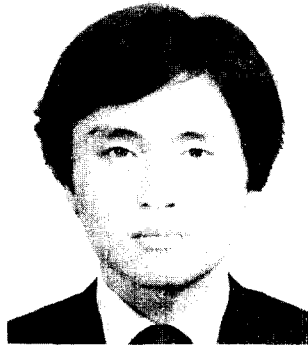
MD : Management Domain
 ADMD : Administration Management Domain
 PRMD : Private Management Domain

그림 7 Organization Configuration.

4 결 론

이 분야의 표준화는 CCITT와 ISO의 study group 간에 상호 협조체제를 구축해서 의견을 수렴하면서 진행되고 있다. 각 기업체나 연구소에서 이러한 표준안에 따라서 MHS를 구현함으로써 하나의 MHS 권으로 나아갈 수 있게 되었다.

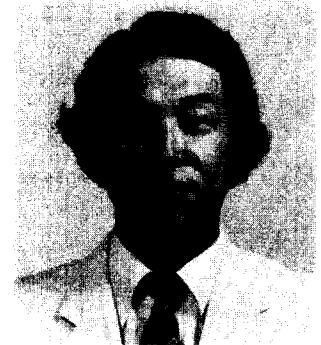
그러나 여기에 선행되어야 할 일이 있다. X.400과 같은 국제표준안은 여러 가능한 서비스들을 모두 처리하기 위해 필요한 모든 프로토콜들을 정의하고 있으며, 따라서 각 프로토콜들은 일반적으로 다수의 클래스와 옵션을 갖고 있다. 그러므로 X.400 구현시 언제 어떻게 표준안을 사용할 것인가를 정의하는 기능표준(Functional Standard)이 필요하다. 이 기능표준은 표준안의 세부사항과 특정한 사용환경이 요구하는 사항을 충족시킨다. 세계 여러나라에서는 구현한 MHS끼리 통신이 안되는 일이 없도록 X.400에 대한 기능표준을 개발하고 있다. 현재까지는 84' X.400에 대한 기능표준을 개발하였지만 88' X.400에 대한 기능표준을 개발하고자 하고 있다. 이와같은 표준화의 움직임으로 일반 사용자들은 보다 쉬운 방법으로 세계 어느 누구와도 정보교환을 할 수 있게 될 것이다.



姜昇爍

저자약력

- 1964년 2월 19일생
- 1986. 2 : 한양대 전자공학과 졸업
- 1987. 3 ~ 1988. 2 : 신기와 실험조교
- 1988. 2 : 한양대 대학원 전자공학과 졸업(석사)
- 1988. 3 ~ 현재 : 한양대 대학원 전자공학과 박사 과정 재학중
- 1988. 3 ~ 현재 : 한양대 전자계산소 조교



朴容爍

저자약력

- 1946년 3월 3일
- 와세다대학 전자통신학과 졸업
- 와세다대학 대학원 석사 졸업(공업석사)
- 와세다대학 대학원 박사 졸업(공학박사)
- (財)日本 情報處理研修센터 기사
- Univ. of Illinois, Urban-Champaign Dept. of Computer Science, Visiting Associate Professor
- 현재 한양대 전자공학과 교수

용어해설

- 야간 전화기(night telephone set) : 구내 교환기에 있어서 국선 중계대의 교환 취급자가 부재중인 야간시 국선에 직접 접속되는 특정 내선 전화기.
- 양자(proton) : 원자핵을 구성하는 소립자의 하나로서 단독으로는 수소의 원자핵이 된다. 정전하를 가지며 그 절대값은 전자의 부전하와 같다. 질량수는 1 이고, 질량은 1.67×10^{-24} [g]으로 전자의 1.836배 정도이다. = 양성자
- 양방향성 마이크로폰(bidirectional microphone) : 지향성 마이크로폰의 일종으로서 8자 특성을 가진 것이다. 현재 사용되고 있는 형은 거의 리본 마이크로폰으로 한정되고 있다.
- 에뮬레이터(emulator) : 다른 컴퓨터 용으로 용으로 쓰여진 프로그램을 자신의 언어로 고쳐서 실행하는 하드웨어 상의 기능이다. 시뮬레이터가 프로그램 패키지인 것에 대하여 이것은 하드웨어를 사용하기 때문에 주기억의 점유량이 적고 처리 시간도 비교적 빠르다. 시뮬레이터와 모방 루우틴은 각각 단독으로 사용될 뿐만 아니라 그 특징을 살려서 양자를 조합하여 동시에 사용할 수도 있다. = 모방 루우틴