

5.8GHz 대역 노변기지국과 차량 단말기간 근거리 전용 무선통신 (TTAS.KO-06.0025/R1)

이 상 선 | TTA 텔레매틱스/ITS 프로젝트그룹 의장, 한양대학교 교수

1. 단거리 전용통신 시스템 소개

오늘날 현대 사회의 산업화, 도시화, 고도화는 자동차를 없애서는 안 될 필수품으로 자리매김하도록 하였으며, 그에 따라 자동차 수는 매년 20% 이상 증가하는 반면, 도로를 포함한 기반 시설의 증가는 년 2% 정도로 턱없이 부족하다. 이러한 현상으로 인해 발생하는 교통 혼잡을 완화하기 위해서 교통시설의 공급을 확대하거나, 교통시설의 효율성을 극대화하기 위한 많은 방안들이 모색되고 있으며, 그 중 교통시설의 효율성을 높이기 위한 방안으로 부각되고 있는 것이 Telematics와 ITS이다.

Telematics는 최근까지 위치 탐색이나 경로 설정이라는 단순한 기능 제공이 중심이었으나, 최근에는 점차 그 응용분야를 넓혀 응급시 긴급통보, 원격 도어 잠금 등에까지 확대되었으며, 향후 차량 원격진단, 인터넷 접속 및 멀티미디어 서비스로 발전할 것으로 예상되며, ITS는 교통수단과 시설에 전자, 제어 및 통신 등 첨단기술을 활용하여 교통체계의 운영 및 관리를 과학화, 자동화하고 교통정보를 수집, 처리, 보관, 가공하여, 이를 제공함으로써 교통의 효율성과 안전성을 향상시키는 포괄적 개념의 신 교통체계로 이후 첨단 차량 및 도로 시스템(AVHS)과 같은 보다 진보한 차량 주행 안전 시스템으로 발전할 것으로 보인다.

이러한 Telematics와 ITS 서비스를 보다 효율적으로 제공하기 위해서는 가장 효과적이고 적절한 통신 시스템이 요구되며, 이는 기존의 무선 통신시스템이 제공하지 못하는 고속(160Km/H)의 이동성까지도 보장하여야

한다. 이러한 이유에서 개발되어진 시스템이 본 고에서 기술할 단거리 전용통신(DSRC, Dedicated Short Range Communication)이다.

그 특징을 간단히 살펴보면, 통신 반경이 수 미터에서 수십 미터 사이이며, 도로변 노변장치(Road Side Equipment : RSE)와 RSE가 만들어 내는 통신영역을 지나가는 차량 탑재장치(On Board Equipment : OBE) 사이에서 양방향으로 고속의 데이터의 송수신이 가능한 시스템이며, 응용서비스로 가장 많이 알려진 분야로는 자동요금징수(Electronic Toll Collection : ETC)와 버스 정보시스템(Bus Information System : BIS) 등이 있다.

국내에서는 5.8GHz 대역의 마이크로파를 사용하는 RF-DSRC 시스템과 850nm 대역의 적외선을 사용하는 IR-DSRC 시스템이 상용화되어 있으며, 그림 1과 같이 OSI 7 계층 중 물리계층, 데이터 링크 계층 및 응용계층만을 사용하여 구현되어 있다. 동일 계층 구조를 사용하고 있으나, 그 매체의 특성(물리계층)이 달라짐으로 인해, 매체를 제어하는 데이터 링크 계층(Data Link Layer)의 구조는 달라질 수 밖에 없으므로, 응용계층만이 시스템과 무관하게 동일한 구조와 기능을 가진다. 표 1에서 각 물리 매체에 따른 물리 계층과 데이터링크 계층의 특성을 비교하였다.

이 두 시스템 중 RF-DSRC 시스템은 한국정보통신 기술협회(TTA)에서 그 표준(TTAS.KO-06.0025: 5.8GHz 대역 노변기지국과 차량 단말기간 근거리전용 무선통신 표준)과 시험규격(TTAS.KO-06.0052: 5.8GHz DSRC L2 시험규격, TTAS.KO-06.0053: 5.8GHz DSRC L7 시험규격)을 제정하였으며, IR-

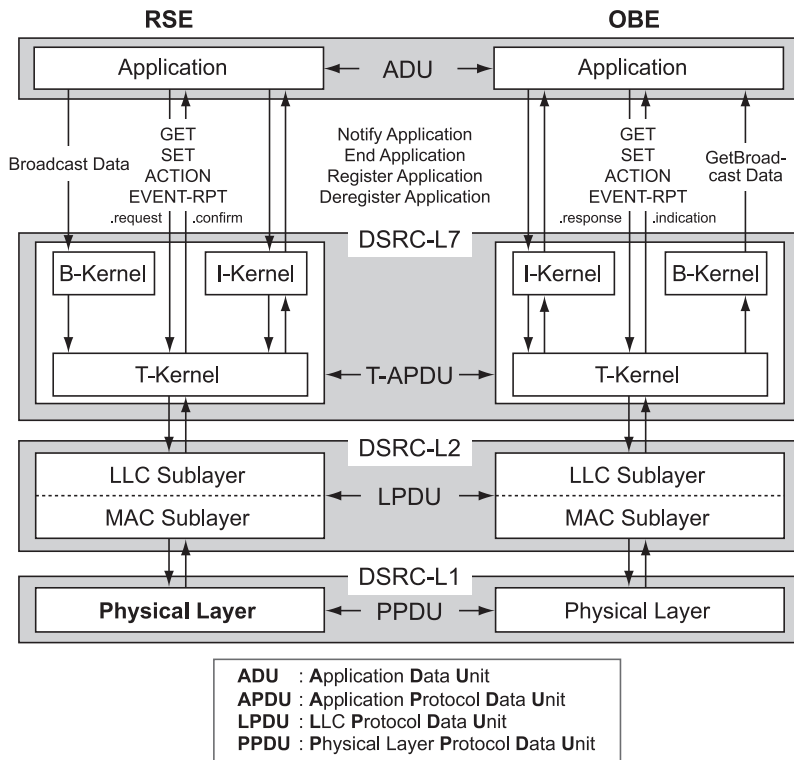


그림 1. DSRC 시스템의 계층 구조

표 1. 각 매체에 따른 물리계층 비교

| 물리 계층 비교 | | | 데이터 링크 계층 비교 | | |
|-------------------|---------------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------------|
| 항목 | IR-DSRC | RF-DSRC | 항목 | IR-DSRC | RF-DSRC |
| 반송파 주파수 (전송파장) | 800~900nm | 5.8GHz 대역 | 매체 접근 제어 | 비동기식 시분할 다중접속 방식 | 동기식 시분할 다중접속 방식 |
| 송수신 대역폭 | 50nm | 5MHz | 프레임 길이 | 가변 | 고정(100옥텟) |
| 변조방식 | ASK-OOK | ASK | 변조방식 | 링크주소 길이 | 가변(2~5옥텟) |
| 비트율 | 1Mbps | 1,024Mbps | 비트율 | 최대 LPDU | 255옥텟 |
| BER | 10 ⁻⁶ 이내 | 10 ⁻⁵ 이내 | 암호화 | 있음 | 있음 |

DSRC 시스템은 기술표준원에서 그 표준(KS X 6915: ITS 섹터에서의 적외선 통신기술)과 시험규격(KS X 6916: ITS 섹터에서의 적외선 통신기술 적합성 평가방법)을 제정해 놓고 있다.

본 고에서는 이 중 한국정보통신기술협회에서 제정한 5.8GHz 대역 노변기지국과 차량단말기 간 근거리전용 무선통신 표준에 관해 논하고자 한다.

2. 5.8GHz 대역 노변기지국과 차량 단말기간 근거리전용 무선통신 표준

본 표준은 크게 표준의 목적과 구성 및 범위를 다루는 서론 부분과 시스템을 구성하는 물리, 데이터링크, 응용 계층의 구조를 정의하고 설명하는 본문, 마지막으로 구

체적인 파라미터 및 프로세서의 예시를 담은 부록의 세 부분으로 나눌 수 있다.

2.1 물리계층

본 계층에서는 지능형 교통시스템을 위한 5.8GHz 마이크로파를 이용한 단거리 전용통신(Dedicated Short-Range Communication, DSRC) 시스템의 물리계층 규격이 기술되어 있으며, 특히 개방형 시스템 접속(Open System Interconnection, OSI)계층 1의 요구조건들을 충족하도록 구성되어 있다.

특히 이 계층에서는 차량탐재장치와 노변장치를 이용한 시스템 사이의 다중접속을 위한 상호호환성을 제공하며, 광범위의 통신영역에서 고속의 데이터를 운행 중인 차량에 대해 자유롭게 사용할 수 있도록 시분할 다중접속방식(Time Division Multiple Access, TDMA)을 사용하도록 정의하고 있다.

5.8GHz 대역의 물리계층에서, 노변장치에서 차량탐재 장치로 정보전송을 위한 통신 요구조건은 하향회선(down link) 파라미터로 설명되며, 차량탐재 장치에서 노변장치로 정보전송과 관련된 요구조건들은 상향회선(up link) 파라미터로 설명된다. 각 파라미터는 반송파 주파수, 송신기 스펙트럼 마스크, 수신기 대역폭, 복사 전력 등 14개 항목에 대해 세부적으로 21개의 파라미터를 측정하도록 되어 있다.

아쉽게도 본 물리규격과 관련된 시험 규격서는 각 파라미터 측정의 기술적 어려움 및 측정 방법의 다양성, 측정을 위한 고급 장비 및 시설의 확충 등의 이유로 구체적으로 정의되어 문서화되지는 못하고 있다.

2.2 데이터 링크 계층

본 계층에서는 단거리 전용통신 시스템의 데이터 링크 계층의 규격이 기술되어 있으며, 노변장치가 자신의 통신영역을 통과하는 차량 탐재장치들에게 통신매체를 할당해 주고 이를 이용하여 노변장치와 탐재장치 간의 원활한 통신을 가능하도록 한다. 이를 위해 통신 프레임의 구조와 채널 사용방법에 대해 구체적으로 정의되어 있다.

우선 통신 프레임의 구조는 일반적으로 매체접속 제어(Media Access Control, MAC) 계층에서 정의되며, 통신 프레임 생성, 통신채널에 대한 에러 검출 기능, 점대점 통신 링크 초기화, 프로토콜 데이터 단위, 확인(ACK) 신호 송수신, 메시지 데이터의 단순 암호화/복호화 및 상위 데이터의 분리(Fragmentation) 및 결합(Defragmentation) 등의 기능을 수행하게 된다. 이를 위해 본 표준에서는 동기식 시분할 다중접속의 프레임 구조를 사용하였고, 그 구조는 그림 2와 같다. 특히 노변장치(Road Side Equipment, RSE)에서 생성되는 프레임 제어 슬롯(FCMS)은 하향과 상향에 관계없이 모든 프레임에 포함되며 이를 통해 각 슬롯의 특성을 정의하게 된다. 따라서 FCMS는 하향링크(RSE => OBE)로 전달되며, 채널 사용에 대한 제반 정보와 통신 프로파일 및 슬롯할당 정보가 포함되어 있다. 즉 FCMS의 정보에 따라 할당되는 메시지 데이터 슬롯(MDS)의 특성(상향 혹은 하향)과 접속 요구 슬롯(ACTS)의 수 등이 결정된다.

메시지 데이터 슬롯(MDS)은 RSE와 OBE 사이의 메시지 데이터 교환을 위하여 사용되고, 상향과 하향링크 모두에 사용되며, 한 개의 프레임에 최대 8개 slot이 포

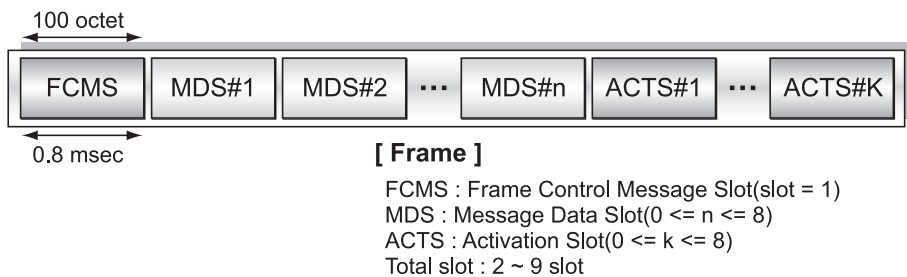


그림 2. TDMA 프레임 구조

함될 수 있다. 마지막으로 접속요구 슬롯(ACTS)은 OBE가 RSE에게 메시지 데이터 슬롯의 할당을 요구하기 위하여 사용되므로 상향 전용이며, 한 개 프레임에 최대 8개 slot이 할당될 수 있다.

데이터 링크 계층에서의 채널 사용방법은 논리적 연결 제어 계층(LLC layer: logical link control layer)에서 담당하게 된다. 본 계층에서는 데이터의 논리적인 흐름을 제어하는 기능을 수행하며, 이를 위해 수신된 명령 PDU를 해석하고 적절한 응답 PDU를 생성하는 기능을 포함하고 있고, 논리링크 제어 모듈을 가진다. 이를 위해 프로토콜 데이터 유닛(PDU)의 송신을 시작하거나 수신을 시작하는 기능, 데이터의 논리적인 흐름을 제어하는 기능, 수신된 명령 PDU를 해석하고 적절한 응답 PDU를 생성하는 기능 및 논리링크 모듈 내에서

오류 제어 및 오류를 복원하는 기능 등을 가지게 된다. 이를 구현하기 위해서는 비확인 비연결 모드(Unacknowledged Connectionless Mode)와 확인 비연결 모드(Acknowledged Connectionless Mode)를 구별하여 정의되어 있다.

비확인 비연결 모드에서는 최소한의 프로토콜만 수행하며, 신뢰적인 Data 전달을 보장하지 않고, Error recovery와 Sequencing Service를 7계층(or 응용계층)에서 제공할 경우 또는 빠른 처리가 요구될 경우에만 사용된다. 반면, 확인 비연결 모드에서는 데이터의 전송과 동시에 응답을 요구할 수 있게 서비스가 제공되며, Sequence Delivery가 제공되어, 보다 안정적인 데이터 전송을 보장하게 된다. 이를 구현하기 위해 표 2와 같은 서비스 프리미티브가 정의되어 사용된다.

표 2. 서비스에 따른 프리미티브

| LLC 서비스 | 비확인 비연결 | 확인 비연결 | | |
|--------------|---|--|---|---|
| | | 데이터 단위 전송 | 데이터 단위 교환 | 회신 데이터 단위 준비 |
| 서비스 프리미티브 | DL_UNITDATA.request DL_UNITDATA.indication | DL_DATA_ACK.request DL_DATA_ACK.indication DL_DATA_ACK_STATUS.indication | DL_REPLY.request DL_REPLY.indication DL_REPLY_STATUS.indication | DL_REPLY_UPDATE.request DL_REPLY_UPDATE.indication |

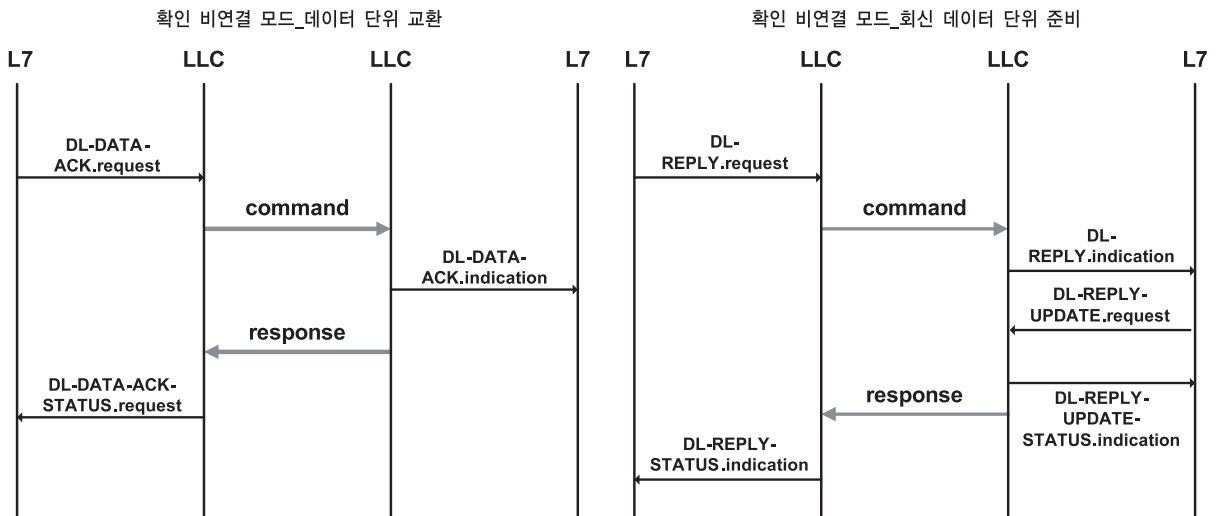


그림 3. 확인 비연결 모드에서의 처리 절차

2.3 응용 계층

본 계층에서는 단거리 전용통신 시스템의 응용계층(Application Layer)에 의해 제공되는 서비스와 그 구조를 기술하고 있으며, 이를 구현하기 위한 응용 서비스 요소(Application Service Element(ASE))를 규정하고 있다. 이러한 요소규정은 응용 서비스 프로토콜 데이터 단위(Application Protocol Data Units(APDU)), 응용 서비스 데이터 단위 (Application Service Data Unit(ASDU))와 ASDU에 관한 활동들로 이루어져 있다. ASDU의 송수신은 서비스 프리미티브(Service Primitives(SP))의 호출로 실행될 수 있다.

이 응용계층(Application Layer) 구조는 ITS 단말장치의 응용기능이 단순한 서비스에서부터 복잡한 서비스까지 또한 다수의 서비스를 동시에 수행하기 위해 적절한 범위 요소 선택을 가능하게 한다. 따라서 응용계층(Application Layer)의 목적은 응용 시스템에 대한 통신기술을 제공하는 것이며, 그 범위는 응용계층에서 제공하는 도구를 이용하도록 구축하는 것이다. 이러한 기술들은 응용 프로세스가 사용할 수 있는 요소들로 이루어져 있어, 다른 통신환경 즉, 다른 통신수단을 사용하

는 경우에서도 응용 프로세스의 재사용이 가능하도록 구성되어 있다.

응용계층은 그 용도에 따라 전송 커널 요소(T-KE), 방송 커널 요소(B-KE), 초기화 커널 요소(I-KE)로 나누어진다. 그림 1에서처럼 가장 아랫단에 존재하는 T-KE는 대응되는 시스템의 상대 개체에 APDU의 전송을 담당하고, 상위 커널 및 응용 프로그램에 Get, Set, Action, Event-Report, Initialization 등과 같은 서비스 프리미티브에 의해 서비스를 제공한다.

I-KE는 RSE와 OBE 간 통신 초기화를 담당하고 있으며, 이를 위해 상대 시스템의 프로파일과 응용서비스에 관련된 정보에 담겨있는 BST(Bast Service Table)와 VST(Vehicle Service Table)를 교환하게 된다. 이를 통해 RSE의 응용서비스 존재를 OBE 응용서비스에게 알리게 되며, 이후 데이터 교환을 위한 OBE의 LID를 생성할 수 있다.

마지막으로 B-KE는 방송 풀(Broadcast Pool)을 교환함으로써 OBE와 RSE 간 서로 다른 응용서비스에 대한 정보를 수집, 방송 및 분배하는 기능을 수행하게 된다.

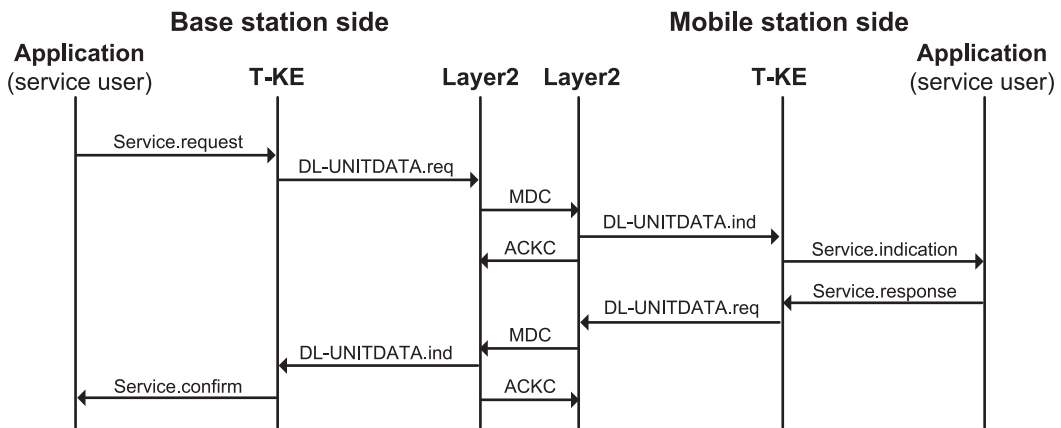


그림 4. T-KE의 서비스 프리미티브 처리 절차

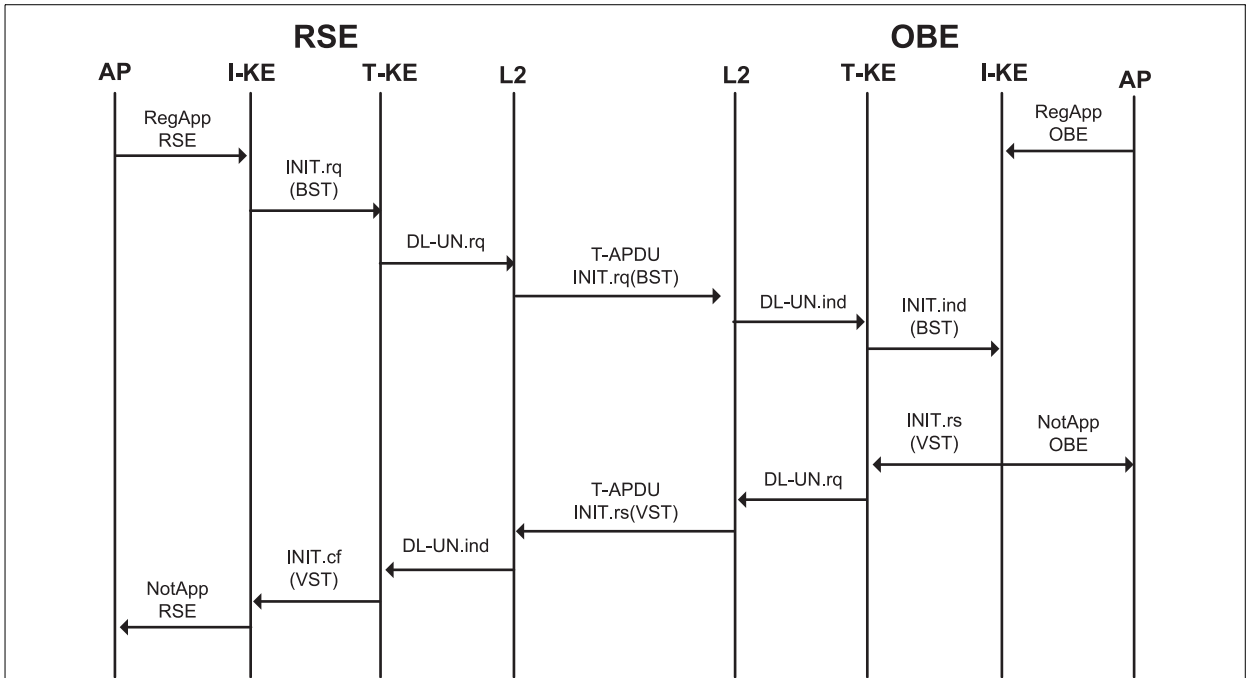


그림 5. 초기화 커널에서의 서비스 절차도

3. 결론

지금까지 'TTAS.KO-06.0025/R1 - 5.8GHz 대역 노변기지국과 차량 단말기간 근거리전용 무선통신' 표준에 관해 살펴보았다. 본 표준은 지난 2000년 제정 이후, 본 표준을 기반으로 버스 정보시스템, 자동요금 징수시스템에 이미 사용되었으며, 그간의 사용 과정에서 확인된 표준의 오류와 호환성 확보를 위해 필요한 몇 가지 사항을 덧붙여, 관련 기업 및 기관과 함께 2006년 수정 및 보완되었다. 이와 더불어 호환성을 검증하기 위한 시험규격 역시 새롭게 보완되어 운용되고 있다.

표준이 관련 기술에 대한 전반적인 내용을 상세히 다루어 정의하지 못하고, 상호 호환성 확보를 위해 꼭 필요한 부분만을 포괄적으로 다룰 수 밖에는 상황에서, 본 기고문을 통해 관련 표준을 사용하는 기관 및 기업에서 관련 표준에 대해 보다 많은 관심을 가지게 되는 계기를 마련하길 바라는 바이다.

또한 현재 본 표준을 사용하고 있는 각 기관 혹은 기업에서 본 표준의 개선을 위해 추가적인 의제를 TTA의 관련 표준화 그룹에 의제로 상정함으로써 관련 기술이 보다 진일보 하기를 바라는 바이다. **TTA**