

# ATSC-DASE 기반 고성능 셋톱박스의 설계

방건, 양진영, 최진수, 김진웅  
한국전자통신연구원, 방송미디어연구부

## Design of a High Performance Set-Top Box Based on ATSC-DASE

Bang Gun\*, Jin-young Yang, Jin Soo Choi, and Jinwoong Kim  
Broadcasting Media Technology Department, ETRI  
e-mail : gbang@etri.re.kr\*

### 요약

최근 급속하게 발전하고 있는 컴퓨터, 인터넷 분야의 디지털 기술과 함께 방송 환경도 기존의 아날로그 방식에서 디지털 방식으로 바뀌어 가고 있다. 최근 이러한 디지털 방송 환경의 도입으로 A/V 프로그램의 고화질 서비스 제공과 더불어 다양한 멀티미디어 콘텐츠를 방송망을 통해 전송할 수 있는 데이터방송 기술에 대한 관심이 고조되고 있다. 현재 실시간 운영체제(Real Time O/S)를 이용한 독립형 데이터방송 셋톱박스들의 성능은 Java 나 XML 을 기반으로 저작된 콘텐츠들을 처리할 수 있으나 MPEG-4와 같은 객체 기반의 멀티미디어 콘텐츠를 처리하기에는 연산 능력의 한계를 가지고 있다. 그러나 앞으로 데이터방송 서비스의 발전 방향은 시청자가 직접 방송 내용에 대해 활발하게 상호 작용을 할 수 있는 대화형 방송 서비스로 발전할 것이다. 이러한 대화형 방송에서 사용되는 콘텐츠는 복잡하고 계산량이 많이 요구되며 이를 처리하기 위해서 셋톱박스는 높은 연산량을 가진 다양한 멀티미디어 기능을 처리할 수 있어야 한다. 따라서 본 논문에서는 디지털 지상파 데이터방송시 ATSC-DASE 기반의 콘텐츠와 MPEG-4 콘텐츠를 수신하고 설계 방안을 제안한다.

### 1. 서론

현재 국내외적으로 데이터방송 규격을 제정하기 위한 활동이 활발히 이루어지고 있으나, 실제 설계나 구현의 관점에서는 시작 단계에 있다. 특히 데이터방송에서 사용되는 콘텐츠 처리를 위한 셋톱박스 구조에 대한 연구는 ATSC-DASE[1]나 DVB-MHP[2] 등 국제 규격에 따라 Java 나 XML 로 저작된 콘텐츠 처리를 위한 것만 국한되어 이루어지고 있으며 MPEG-4 등과 같이 좀 더 복잡한 대화형 기능을 제공하는 콘텐츠에 대한 데이터방송 셋톱박스 구조에 대한 구체적인 연구는 아직 미진한 단계에 있다. 그러나 앞으로 데이터방송 서비스가 가시화되고 본격화되면 기존의 데이터방송 표준에서 정의한 콘텐츠 이외에 다양하고

풍부한 기능을 가진 콘텐츠에 대한 요구가 생길 것이다. 따라서 현재 개발되고 있는 셋톱박스는 실시간 운영체제(Real Time O/S) 기반의 프로세서를 사용한 독립형 셋톱박스가 주종을 이루고 있으나 점차적으로 복잡하고 다양한 콘텐츠에 대한 처리를 수행하기 위해서는 많은 계산량과 충분한 확장성을 제공하는 고성능 프로세서가 셋톱박스 구현 시에 요구될 것이다. 이러한 측면에서 다양한 멀티미디어 기능을 갖춘 고성능 PC 는 데이터방송 셋톱박스를 위해서는 최적의 조건을 갖추고 있다. 현재 다양한 멀티미디어 처리, 인터넷 접속 기능을 갖춘 PC 는 가정에 많이 보급되어 있으며 점차적으로 가정에서 게임, 음악, 비디오 시청을 위한 가전기기로서 자리잡아가고 있다. 따라서 본 논문에서는 ATSC-DASE, MPEG-4 시스템[3] 등의 규격을 면밀히 분석한 후 ATSC-DASE 에 기반한 디지털 지상파 데이터방송 서비스에서 객체 기반 멀티미디어 콘텐츠인 MPEG-4를 수용하기에 적합한 PC 기반 고성능 셋톱박스의 구조를 제시하였다. 이 셋톱박스를 통해 시청자는 대화형 객체 기반 A/V 방송 프로그램, 향상된 전자 프로그램 가이드, 데이터 티커(ticker), 홈쇼핑, 홈뱅킹, 전자상거래, 대화형 게임 등을 제공 받을 수 있을 것이다.

본 논문에서는 2장에서 제안한 셋톱박스 하드웨어 구조를 설명하였으며 3장에서는 셋톱박스에서 콘텐츠를 처리하기 위한 소프트웨어의 설계 방식과 구조를 설명하였다. 끝으로 4장에서는 앞으로 셋톱박스 성능 개선에 필요한 보완 사항에 대해 간략하게 서술하고자 한다.

### 2. 제안한 셋톱박스 하드웨어 구조

#### 2.1. PC 기반 셋톱박스의 설계

제안한 셋톱박스는 데이터방송 처리를 위해 PCI 형태의 카드를 PC 에 장착하는 하드웨어를 설계하였다. PC 기반 셋톱박스 구조의 가장 큰 특징은 데이터방송에서 수신되는 MPEG-2 A/V 프로그램과 관련 콘텐츠를 독립적인 모듈에서 처리하는 방식으로 설계한 것이다. 즉, 셋톱박스에서는 MPEG-2 A/V 프로그램을

PCI 카드로 설계된 A/V 프로그램 처리부에서 실시간으로 처리하며 이와 관련된 콘텐츠는 PCI 버스를 통해 PC의 주기억장치로 저장한 뒤, 이를 PC의 중앙처리장치(Central Processing Unit : CPU)가 처리하는 방식을 취하도록 하였다.

이러한 구조 방식은 기존 고성능 PC의 중앙처리장치를 이용하여 콘텐츠를 독립적으로 처리할 수 있게 함으로써 콘텐츠의 처리 능력을 최대한 확보할 수 있게 한다. 따라서 본 논문에서는 다음 그림에서 나타난 셋톱박스의 구조를 사용하여 기존의 셋톱박스에서 MPEG-2 A/V 프로그램과 관련 콘텐츠를 동시에 처리함에 따라 발생할 수 있는 처리 능력의 한계를 극복할 수 있는 방법으로 제안한다.

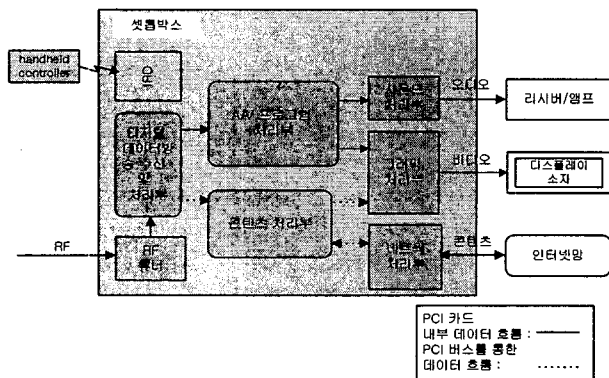


그림 1. 제안한 셋톱박스의 구조

## 2.2. 하드웨어 모듈의 구성

그림 1에서 나타난 각 구성 모듈중 주요 모듈에 대한 설명은 다음과 같다.

### 2.2.1 RF 튜너

안테나로부터 RF 반송 주파수를 받아, 셋톱박스가 요구하는 물리적 채널 주파수로 튜닝하여 44MHz 중간주파수 신호를 VSB 복조기로 전달한다. 셋톱박스의 전원이 꺼진 상태에서 켜진 상태로 될 경우에는 PC 상의 데이터베이스에 저장된 정보를 사용하여 최근에 시청했던 가상채널을 포함하는 물리적 채널 주파수로 튜닝을 한다. 반면, 셋톱박스가 사용자로부터 채널 전환 요구를 입력받을 경우에는, PC 상에 탑재되어 있는 소프트웨어의 하드웨어 제어부로부터 채널 전환 요구를 받아 해당 채널 주파수로 튜닝하게 된다.

### 2.2.2 디지털 데이터방송 수신 및 처리부

디지털 데이터방송 수신 및 처리부에서는 최초로 받은 RF 신호에서 디지털 데이터방송 신호인 MPEG-2 TS(Transport Stream)를 입력 받는다. 이를 PSI/PSIP 규격[5][6]에 따라 역다중화(Demultiplexing)하면 MPEG-2 TS에 포함되어 있는 MPEG-2 A/V 프로그램, 콘텐츠, 콘텐츠 관련 정보를 각각 분리하게 된다.

분리된 MPEG-2 A/V 프로그램은 A/V 프로그램 처

리부에 전달되고, 콘텐츠와 콘텐츠 관련 정보는 콘텐츠 처리부로 각각 전달된다.

### 2.2.3 A/V 프로그램 처리부

A/V 프로그램 처리부는 크게 두 가지 역할을 담당하며 이는 ATSC A/53B[6][8] 규격의 MPEG-2 비디오와 ATSC A/52 규격[7][8]의 AC-3 오디오를 복호화하는 기능을 수행하게 된다. MPEG-2 시스템 역다중화기로부터 비디오 스트림을 입력받아 MPEG-2 비디오 복호화를 수행하고, 복호화된 비디오를 그래픽 처리부로 출력한다. 또한 동시에 MPEG-2 시스템 역다중화기로부터 오디오 스트림을 입력받아 AC-3 오디오 복호화를 수행하게 되며 이는 스테레오 오디오 및 5.1채널 오디오 출력을 지원한다. 이 오디오 출력을 위해 스테레오 단자 및 SPDIF(Sony/Philips Digital Interface)을 통해 사운드 카드 및 오디오 리시버/앰프로 전달한다.

### 2.2.4 콘텐츠 처리부

콘텐츠 처리부의 가장 큰 특징은 디지털 데이터 방송 수신 및 처리부를 통해서 입력된 콘텐츠를 PCI 버스를 통해 PC의 주기억장치로 불러와 이를 중앙처리장치에서 MPEG-2 A/V 프로그램과는 독립적으로 처리할 수 있다는 것이다. 따라서 콘텐츠 처리부는 PC 상의 주기억장치에 저장된 콘텐츠 및 콘텐츠 관련 정보를 해당 소프트웨어 모듈에 할당하고 이를 처리할 수 있게 하는 기능을 수행한다. 각 소프트웨어 모듈에서 처리된 콘텐츠는 다시 PCI 버스를 통해 그래픽 처리부로 전달된다. 셋톱박스에 탑재된 소프트웨어 모듈들은 ATSC-DASE에서 규정한 선언적 응용 콘텐츠(Declarative Application), 절차적 응용 콘텐츠(Procedural Application) 및 MPEG-4 콘텐츠 등을 원활하게 처리할 수 있게 설계하였다. 다음 3장에서는 콘텐츠 처리부에 관한 소프트웨어 구조 방식을 설명하였다.

### 2.2.5 그래픽 처리부

그래픽 처리부는 제안된 셋톱박스 구조에서 핵심이 되는 기능을 수행하는 구성 모듈 중의 하나이며 이는 실시간으로 처리된 MPEG-2 비디오와 관련 콘텐츠에 대한 합성(overlay)된 영상을 만들고 이를 RGB 형태의 신호로 변환하여 출력하게 된다.

## 3. 제안한 콘텐츠 처리 소프트웨어 구조

### 3.1. 소프트웨어 설계 방식

제안된 셋톱박스에서 콘텐츠 처리를 위한 소프트웨어 모듈들은 MPEG-4 콘텐츠와 기존 ATSC-DASE에서 규정한 선언적 응용 콘텐츠와 절차적 응용 콘텐츠를 처리할 수 있게 설계하였다. 이는 그림 1에서 나타난 셋톱박스 구조에서 콘텐츠 처리부에 해당되며 PC 상에 탑재되는 소프트웨어이다. 일반적으로 셋톱박스를 구동시키기 위해서는 다양한 구동 소프트웨어 모듈들이 탑재되는데, 특히 데이터방송을 위한 소프트웨

어의 설계는 셋톱박스에 있어서 어떤 콘텐츠를 처리하는가에 따라 그 구조가 조금씩 달라질 수 있다.

본 논문에서는 소프트웨어 설계 방식에서 일반적으로 사용되고 있는 계층구조 방식을 이용하여 ATSC-DASE 및 MPEG-4 콘텐츠 처리를 위한 소프트웨어 구성 모듈들을 계층별로 나누어 설계하였다. 제안한 콘텐츠 처리부의 소프트웨어 설계 방식은 크게 세가지 계층으로 나누었으며 각 계층의 인터페이스를 명확히 하여 계층마다 독립성을 유지할 수 있도록 설계하였다. 이러한 계층구조로 설계된 소프트웨어는 계층내의 모듈들을 추가/수정함으로써 발생하는 전체 구조의 변경을 최소화 시킬 수 있으며 업그레이드 및 호환성을 극대화 할 수 있는 특징을 가지고 있다. 다음 그림 2는 콘텐츠 처리를 위한 전체적인 소프트웨어 모듈 구성도를 나타낸 것이다.

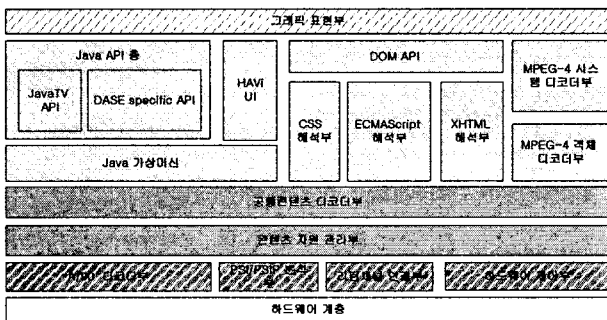


그림 2. 콘텐츠 처리를 위한 소프트웨어 모듈 구성도

다음 표는 그림 2의 모듈 구성도를 바탕으로 계층구조를 사용하여 각 구성 모듈들을 나누어 나타낸 것이다.

표 1. 계층구조에 따른 소프트웨어 모듈 구성

구분	모듈 구성 요소
상위 계층	그래픽 표현부
중간 계층	DOM API, CSS 해석부, ECMAScript 해석부, XHTML 해석부
	Java API 층, Java 가상머신, HAVi UI
	MPEG-4 시스템 디코더부, MPEG-4 객체 분리 디코더부
하위 계층	A/90 디코더부, PSI/PSIP 분석부, 리턴채널 연결부, 하드웨어 제어부

### 3.2. 계층구조에 따른 셋톱박스 소프트웨어 모듈 구성

표 1에서 나타낸 계층구조 형식의 소프트웨어 설계는 하드웨어 계층위에서 이루어진다. 하드웨어 계층

에서는 RF 신호로 수신된 MPEG-2 TS 를 역다중화하여 MPEG-2 A/V 프로그램과 분리된 콘텐츠 및 관련 정보를 PCI 버스를 통해 PC 의 주기억장치에 전달하는 역할을 수행하게 된다. 주기억장치에 전달된 콘텐츠 및 관련 정보는 소프트웨어의 하위 계층에 해당하는 각 모듈에서 처리를 하게 되며 이는 다시 중간 계층에서 각 콘텐츠의 형식에 따라 콘텐츠를 구동하게 되고 최종적으로 상위 계층인 그래픽 표현부에서 영상으로 표현되어 진다. 다음 그림은 각 소프트웨어 계층을 이루고 있는 소프트웨어 모듈들과 콘텐츠 및 관련 정보 흐름의 관계를 나타낸 것이다.

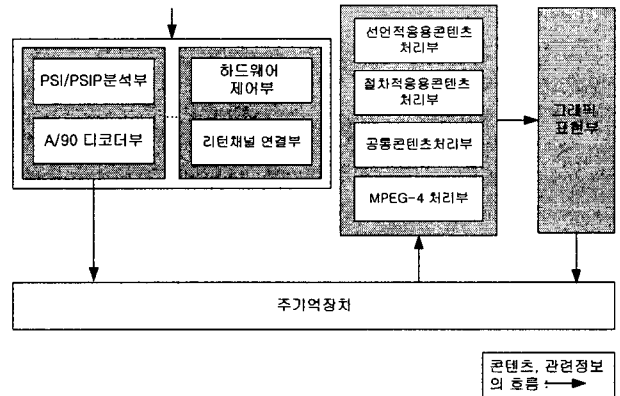


그림 3. 콘텐츠 처리를 위한 데이터 흐름

그림 3에서 보인 것처럼 하드웨어에서 처리된 콘텐츠 데이터는 제안한 소프트웨어 계층구조를 통해 각각의 콘텐츠 형태에 따라 처리하게 된다. 다음은 계층구조로 이루어진 주요 구성 모듈들이 콘텐츠 처리를 위해 어떤 역할을 하는지 설명하였다.

#### 3.2.1 콘텐츠 처리를 위한 하위 계층의 역할

소프트웨어 계층구조에서 하위 계층을 구성하고 있는 모듈은 A/90 디코더부, PSI/PSIP 분석부, 리턴채널 연결부, 하드웨어 제어부가 있다. PCI 카드인 하드웨어의 디지털 데이터방송 수신 및 처리부에서 전달된 콘텐츠 및 관련 정보는 각 모듈에서 다양한 콘텐츠가 중간 계층의 해당 콘텐츠 처리부로 정확하게 전달될 수 있도록 A/90 및 PSI/PSIP 규격에 따라 콘텐츠 관련 정보를 분석하여 결과를 주기억장치에 저장하는 역할을 주로 담당 한다. 다음은 하위 계층을 이루고 있는 각 모듈에서 담당하고 있는 역할을 설명하였다.

PSI/PSIP 분석부는, 하드웨어 계층내의 MPEG-2 시스템 역다중화기로부터 PSI 및 PSIP 데이터를 받아 분석하여 물리적 채널에 포함된 가상 채널들이 제공하는 각종 시스템 정보 및 사용자가 요구하는 가상 채널내의 각종 방송 프로그램 정보를 하드웨어 제어부에 제공함으로써, MPEG-2 시스템 역다중화를 통해 선택된 가상채널에 해당하는 A/V 프로그램 및 관련 콘텐츠의 정보인 VCT(Virtual Channel Table), PMT(Program Map Table), MGT(Master Guide Table), EIT(Event Information Table), ETT(Extended Text Table) 등을 분석하고, 결과를 주기억장치로 전달한다. 예들들

면, PMT 의 분석된 결과로부터 A/90 디코더부에서 DST 의 위치 정보를 알 수 있다.

A/90 디코더부는 A/90 규격의 프로토콜에 따라 만들어진 데이터를 분석하여 비동기, 동기, 동기화 데이터로 분류하고 DST(Data Service Table), NRT(Network Resources Table)를 분석하여 데이터 서비스를 제공하는 응용 콘텐츠와 사용되는 자원들간의 연결을 위한 정보를 주기억장치로 전달한다.

리턴채널 연결부는 소프트웨어 업그레이드, 웹 콘텐츠 수신 등을 위한 인터넷 접속이나 사용자 조작을 통한 인터넷 접근을 지원하는 기능을 담당한다.

### 3.2.2 선언적 응용 콘텐츠 처리

선언적 응용 콘텐츠의 처리를 위한 소프트웨어 모듈들은 중간 계층에 해당되며 ATSC-DASE 에서 정의한 규격에 따라 선언적 응용 환경(Declarative Application Environment)을 구현해야 하며 이를 구성하고 있는 모듈은 DOM(Document Object Model) API, CSS(Cascade Style Sheet) 해석부, ECMAScript 해석부, XHTML 해석부로 되어있다. 각각의 모듈은 DASE 에서 규정한 XDTML(eXtensible DTV Markup Language)을 근간으로 만들어진 콘텐츠를 처리하기 위한 것으로 Windows 운영 체제에서 동작할 수 있도록 C++언어를 기초로 하여 구현 가능하도록 설계하였다.

### 3.2.3 절차적 응용 콘텐츠 처리

절차적 응용 콘텐츠의 처리를 위한 소프트웨어는 중간 계층에 해당되며 ATSC-DASE 에서 정의한 규격에 따라 절차적 응용 환경(Procedural Application Environment)을 구현해야 하며 이를 구성하고 있는 모듈은 Java API, JavaTV API, HAVi UI, DASE Specific API 와 더불어 JavaVM 로 되어있다. 각각의 모듈은 DASE 에서 규정한 Java 를 근간으로 만들어진 Xlet 콘텐츠를 처리하기 위한 것으로 Windows 운영 체제에서 동작할 수 있도록 Java 1.xx SDK 와 C++언어를 기초로 하여 구현 가능하도록 설계하였다.

### 3.2.4 MPEG-4 콘텐츠 처리

MPEG-4 콘텐츠는 객체 기반의 멀티미디어 데이터로서 A/90 규격에 따라 전송된다. 전송된 MPEG-4 콘텐츠 처리를 위한 소프트웨어는 MPEG-4 시스템 규격에 따라 구현되어야 하며 이를 구성하고 있는 모듈은 크게 MPEG-4 콘텐츠를 이루고 있는 각각의 객체 데이터를 분리해 내는 MPEG-4 객체 분리 디코더부와 분리된 각각의 객체 데이터에 대한 복호화 및 객체 제어 기능을 담당하는 MPEG-4 시스템 디코더부로 나누어진다. 각각의 모듈은 MPEG-4 콘텐츠를 처리하기 위해 Windows 운영 체제에서 동작할 수 있도록 C++언어를 기초로 하여 구현 가능하도록 설계하였다.

## 4. 결론

현재 국내 방송 환경으로 볼 때 디지털 방송은 시작 단계라 현실적으로 느낄 수 있는 부분인 고화질

의 영상 서비스만을 생각할 수 있다. 하지만 국내외적으로 볼 때 많은 기업이나 연구소에서는 이미 디지털 데이터방송 서비스를 위한 기술 개발이나 상용 서비스 제공을 하고 있다. 앞으로 데이터방송 서비스의 방향은 시청자가 직접 방송 내용과 활발하게 상호 작용을 할 수 있는 보는 방송이 아닌 방송 내용과 대화하는 형태로 발전해 나아갈 것이다. 이는 다양한 시청자의 요구 사항을 만족 시킬 수 있는 콘텐츠가 요구되며 이를 위해서는 복잡한 연산과 다양한 기능을 갖춘 고성능 셋톱박스가 필요하게 될 것이다. 현재 PC 는 각 가정마다 이미 많이 보급되어 있을 뿐만 아니라 이미 가전기기로써의 개념에도 많이 접근해 있다. 따라서 PC 의 기능은 데이터방송 수신을 위한 고성능 셋톱박스로서의 요구 조건을 만족 시킬 수 있을 것이라 판단된다. 이에 본 논문에서는 PC 기반 셋톱박스 구조를 제안함으로써 지상파 데이터방송 서비스에서 제공되는 콘텐츠뿐만 아니라 차세대 대화형 콘텐츠를 모두 처리할 수 있는 고성능 셋톱박스 설계 방안을 제안하였다. 또한 콘텐츠 처리를 위한 소프트웨어 설계 방식으로 각 모듈에 대한 추가/수정을 효율적으로 할 수 있게 콘텐츠 및 관련 데이터 흐름에 따라 나는 계층 구조 방식을 제안하였다. 앞으로 각 구성 모듈내의 최적화를 통해 콘텐츠 처리부의 성능을 향상 시켜야 하며 MPEG-4 콘텐츠이외에 다양한 콘텐츠 처리를 위한 확장과 ATSC-DASE 규격의 진행 방향에 따른 지속적인 수정 및 보완도 해 나아갈 것이다.

## 참고 문헌

- [1] Draft ATSC Standard (2001-10), DTV Application Software Environment Level 1(DASE-1).
- [2] ETSI TS 101 812 V1.1.2 (2001-10), Digital Video Broadcasting (DVB); Multimedia Home Platform (MHP) Specification 1.0.1.
- [3] ISO/IEC 14496-1(1999-10), "Information technology - Coding of moving pictures and associated audio: Systems, ISO/IEC 14496-1/FDAM-1: MPEG-4 version 2 Intermedia Format - MP4", International Standard.
- [4] ATSC Standard A/90 (2000), ATSC DATA BROADCAST STANDARD.
- [5] ATSC Standard A/65A (2000), Revision A to Program and System Information Protocol (PSIP) for Terrestrial Broadcast and Cable.
- [6] ATSC Standard A/53B (2001-8), Revision B to ATSC Digital Television Standard.
- [7] ATSC Standard A/52(1995-10), Digital Audio Compression (AC-3) Standard.
- [8] ISO/IEC 13818-1 | ITU-T Rec. H.222.0 (2000), Information technology - generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems, Annex R.

<감사의 글>

본 연구는 정보통신부의 "통합데이터방송 기술 개발" 과제의 지원을 받아 이루어졌으며, 논문작성에 도움을 주신 방송미디어연구부원들에게 감사드립니다.