

# 지상파 데이터 방송을 위한 t-learning 콘텐츠 접근 동기화 방법

고수아<sup>o</sup> 차재혁

한양대학교 전자컴퓨터통신공학과

angelsua@hanyang.ac.kr, chajh@hanyang.ac.kr

## A T-learning Contents Synchronization Method for Terrestrial Data Broadcasting

Suah Ko<sup>o</sup> Jaehyuk Cha

College of Information & Communications Department of Electronics Computer Engineering, Hanyang University

### 요 약

최근 지상파 서비스에도 양방향 데이터방송 TV 서비스 기능이 본격화되면서 t-learning(TV learning) 콘텐츠 개발도 활성화 되고 있다. 학습자가 데이터방송을 통해 콘텐츠를 학습할 때, 적절한 시기에 적절한 상호작용이 활성화되어야 한다. 현재 제공되는 데이터방송은 VoD(Video on Demand)의 패키지 기반이기 때문에, 프로그램이 처음 시작한 시간에 의지한 상대적인 시간으로 재생되는 방식이다. 그러나 학습자가 t-learning 콘텐츠를 시청하는 시점이 다양하기 때문에 VoD 방송으로는 적절한 시점에 적절한 데이터를 제공하기 어려운 동기화 문제가 발생하게 된다. 본 논문에서는 학습자가 t-learning 콘텐츠의 어느 시점에 접근하더라도 적절한 시점에 학습자와 콘텐츠 간의 상호작용이 가능한 동기화 메커니즘을 제시한다.

### 1. 서 론

e-learning이 대중화되면서 학습자는 개인용 PC로 네트워크를 통해 다양한 개인별 학습 콘텐츠를 쉽게 접할 수 있게 되었다. 하지만 이러한 e-learning 학습은 부가적인 콘텐츠 이용비용과 화면크기 및 해상도의 제한이 수반된다. 일반적으로 콘텐츠 이용에 대한 추가비용 없이 학습자에게 가장 친숙하고 대중적인 교육의 형태로는 지상파 교육방송을 들 수 있다. 이러한 교육방송 채널에서 제공하고 있는 콘텐츠는 단방향 전송만이 가능하다. 학습자는 일방적인 강의식 학습만이 가능하고, 학습자의 반응은 무시되었다. 이 후, 양방향 데이터방송 TV 기술이 도입되면서 네트워크 통신을 이용한 사용자 이벤트 처리가 가능하게 되었다. 그러나 현재 양방향 데이터방송 TV는 VOD(Video On-Demand) 서비스 중심으로 제공되어 별도의 가입비를 지불해야만 서비스를 사용할 수 있었다.

최근 지상파 방송 표준인 ACAP까지 서비스 영역이 확장되었다. 기존에 일방적인 TV 시청 학습이 아닌, 지상파 방송에서 학습자 반응이 수용되는 형태로 t-learning이 가능하게 되었다. 이러한 기술을 기존 지상파 방송에 도입하기 위해서, 지상파 방송과 데이터방송 간의 동기화 기술이 필요하다. 사용자가 지상파 방송 재생 중 어느 시점에 접근하든지 데이터 방송은 해당 시점에 재생되어야 한다.

기존의 TV는 단방향 전송만이 가능했기 때문에 학습자는 학습 콘텐츠 내용을 수용할 수 밖에 없었다. 또한 기존의 양방향 데이터방송 TV는 VOD(Video On-Demand) 서비스 중심으로 제공되어 별도의 가입비를 지불해야만 서비스를 사용할 수 있었다. 그러나 지상파 방송 표준인 ACAP까지 서비스 영역이 확장되면서 기존에 일방적인 TV 시청 학습이 아닌 학습자와 교수자 간의 양방향 통신이 가능한 형태로 TV를 통한 학습이 가능하게 되었다.

현재 출시되고 있는 TV는 한국의 지상파 방송 표준인 ACAP을 지원하기 때문에 기존에 제공되고 있는 지상파 교육방송에 데이터를 전송할 수 있다. 본 연구를 통해 기존 교육방송에 양방향 통신이 가능한 데이터 정보를 추가할 수 있다. 이러한 방식은 보다 많은 학습자가 지상파 교육방송을 통해 Dynamic한 학습 콘텐츠로 학습할 수 있도록 지원해 준다. 그러나 현재 STB(Set-top Box)에서 제공하고 있는 TV용 API로는 방송재생시간의 상대적인 시간으로 데이터 출력 시간을 조절할 수 밖에 없다. 학습자는 지상파를 통해 교육방송을 수신하지만 언제 교육방송 채널에 접근하게 될지는 알 수 없다. 또한 지역에 따라 전송지연시간으로 인한 지상파 방송 시간과 데이터 방송 시간 간의 차이가 발생하여 데이터 재생시간과 비디오 재생시간 간의 싱크가 어긋날 수도 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 지상파를 통해 수신되는 동영상 방송과 네트워크를 통해 수신되는 데이터방송 간의 싱크를 맞추는 방법을 제안한다.

## 2. 관련 기술

### 2.1 ACAP [1]

데이터방송 규격인 ACAP(Advanced Common Application Platform)은 북미 표준화 기구인 ATSC(Advanced Television Systems Committee)에서 데이터방송 콘텐츠의 상호 호환성을 위해 지상파와 케이블 진영이 협력하여 만든 미국 데이터방송 표준안이다. 양방향 디지털 TV를 가능하게 하는 데이터 규격으로서 채널의 변경, Video 프로그램의 Resize와 이동, Video/Audio의 선택과 같이 TV를 제어한다. 그리고 Video 프로그램 위에(On Screen Device) 반투명 혹은 투명 등의 콘텐츠 서비스를 Display하는 기능이 가능하다. 또한 비디오 프로그램과 Java Content의 동기화 및 독립적인 채널에 의한 Java Content 서비스 등이 가능하다. 어플리케이션의 타입으로 ACAP-J(JAVA Application)과 ACAP-X(HTML Application)를 정의하며, 전송 규격은 MPEG-2 System(ISO/IEC 13818-1)을 따르고 있다. MHP/OCAP Signaling을 사용하여 어플리케이션에 대한 정보를 제공하고, Data Delivery 기능을 통해 어플리케이션 파일의 구조를 설명한다. 국내에서는 지상파 규격으로 사용되고 있다.

ACAP은 CableLabs' OCAP(Open Cable Application Platform) 표준을 지원한다. GEM(Globally Executable Multimedia Home Platform)에 ATSC로부터 DTV 표준에 기초한 다른 환경과도 상호작용이 가능한 표준 API 요소를 추가한다.

### 2.2 데이터방송 구성

양방향 데이터방송이 지원되는 디지털 TV는 디지털 TV의 전송되는 데이터의 표준인 MPEG-2 TS(Transport Stream), 디지털 TV용 응용프로그램, 그리고 JavaTV API로 구성된다. MPEG-2 TS(Transport Stream)은 encode된 비디오, 오디오, 데이터로 구성된 스트림을 전송하는 메커니즘이다. 그 중 데이터 부분은 서비스 정보와 방송 파일, 그리고 응용프로그램 코드 등으로 구성된다.

JavaTV API는 대화형 TV 서비스와 디지털 방송 수신기에서 동작하는 여러 종류의 소프트웨어를 개발하는데 사용되는 것을 목적으로 하는 인터페이스다. TV 서비스와 관련 서비스를 지원하는 미들웨어로서 자바 플랫폼을 사용하여 독립적인 응용프로그램의 환경을 만족시킨다. 그리고 추상화된 인터페이스를 이용하여 응용프로그램이 동작되는 플랫폼이나 사용하는 방송기술에 대한 정보의 반영 없이 개발되고 동작될 수 있도록 지원한다. 그림 1은 RF(Radio Frequency) 신호를 전달받아 디지털 수신기에 전달하는 절차를 단계별로 보여주고 있다. [2]

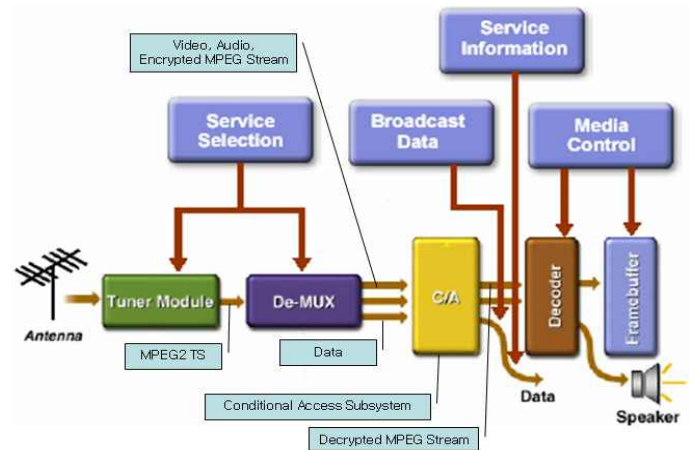


그림 1 디지털 TV 방송 파이프라인

### 2.3 ACAP을 지원하는 PersonalJava API [3]

ACAP 표준은 데이터방송을 송수신 뿐만이 아니라 Java VM의 기능을 구현하기 위해 다양한 API를 사용한다. Java 어플리케이션 API는 Jar 패키지 형태로 구성되어 있다. TV에서 방송데이터를 송수신하기 위해 PersonalJava application 환경 내에서 메모리 관리나 기타 다양한 기능을 구현한다.

그 중 시간에 관한 Package API는 javax.tv.util 패키지이다. Javax.tv.util 패키지는 시간 이벤트를 만들고 관리하는 기능을 제공하는 API이다. TVTimerWentOffListener Interface는 TVTimerWentOffEvent을 호출하고 담는 기능을 구현한다. TimerSpec 클래스는 timer를 표현하고, TVTimerWentOffEvent 이벤트는 timer specification을 종료 시킨다.

TVTimerScheduleFailedException exception 은timer가 사용될 수 없을 때 TVTimer. Schedule() method에 의해 호출된다.

## 3. 데이터 방송의 동기화 방법

학습자는 국내 지상파 표준 규격인 ACAP이 지원되는 양방향 데이터방송용 TV를 이용하여 학습할 수 있다. 학습자가 지상파 방송에 접근 시점과 상관없이 학습자는 현재 시점에 해당되는 데이터방송 서비스를 받을 수 있어야 한다. 학습자는 TV를 통해 방송을 재생하고 있는 지역과 상관없이 지상파 방송과 데이터방송 간의 동기화된 학습 콘텐츠를 제공받을 수 있어야 한다.

본 연구에서는 개발한 데모 시스템을 이용하여 기존의 지상파 방송과 추가된 데이터방송 간에 동기화 시키는 메커니즘을 소개한다. 이러한 동기화 메커니즘을 바탕으로, 학습자는 교육방송을 보면서 해당 시점에 사용자 이벤트를 발생시킨다. 이러한 학습 활동에서 발생하는 학습 정보 및 학습자 트래킹 정보를 수집하여 학습자의 개

인 학습 정보로 활용할 수 있다. 학습자의 반응에 대한 피드백은 미리 정의된 프로그램에 의해 학습자에게 제공된다.

### 3.1 시스템 구조

본 시스템에서는 기존의 JavaTV API와 Havi API[4]로 구성된 어플리케이션 코드로 구현한다. Network 구현 시, 학습자(client)와 데이터방송 송출자(server), 지상파 방송국(RF Signal) 사이에 발생하는 시간 지연 및 변수를 고려한다. 지상파 교육방송은 RF Signal로 전송되기 때문에 어느 지역이나 상관없이 절대적인 시간에 방송이 재생된다. 그러나 데이터방송은 하나의 프로그램 단위로 패키징 되어 전송된다. 그러하기 때문에 학습자가 중간에 채널에 접속하여 발생하는 지상파 방송의 경과 시간과 데이터방송 재생 시간 간에 싱크를 맞추어야 할 필요가 있다. STB 동영상 재생이 시작한 시간부터 상대적인 시간에 데이터를 재생하기 때문에 TV 포맷에 맞는 데이터 재생 싱크 메커니즘이 필요하다. 또한 네트워크 상태에 따라 데이터방송 수신 시 발생하는 수신지연시간과 지상파 방송 재생 간의 싱크를 맞추는 메커니즘도 필요하다.

데이터 방송과 ACAP 미들웨어가 내장된 학습자 TV와 데이터 방송국과 지상파 방송국 간의 메커니즘을 보면 그림 2 과 같다.

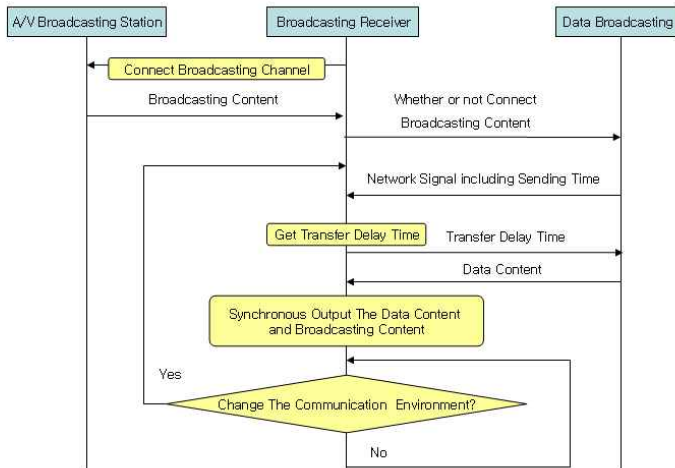


그림 2 방송 수신기의 데이터 방송 동기화 방법의 흐름도

학습자가 지상파 교육방송 채널에 접속하여 사용자 로그인 정보 및 현재 접속시간을 보낸다. 그 후, 데이터방송 서버에서 사용자 인증 및 전송지연시간(서버에 도착한 시간 - 클라이언트에서 보낸 접속시간)을 계산한다. 데이터방송 서버에서는 데이터 패키지와 전송지연시간을 학습자에게 전송한다. 해당 동영상에 맞는 데이터 정보

가 출력되는 시점은 지상파 방송의 경과시간을 계산하여 경과시간 이후부터 데이터 방송을 재생해야 한다.

### 3.2 작동 메커니즘

RF Signal 방송은 절대 시간에 맞춰 재생된다. 그러하기 때문에 지상파 교육방송 채널 접속 시, 기존 방식의 교육방송 동영상은 절대 시간으로 재생된다. 그러나 데이터 방송은 재생 후 상대적 시간으로 데이터가 출력되기 때문에 데이터 출력 시점을 동영상 재생 시점과 동기화 시켜주어야 한다. 데이터 방송이 하나의 프로그램 당 하나의 패키지가 아닌 여러 개의 데이터 패키지들로 구성 될 경우를 가정한다. 이러한 경우, 해당 데이터 패키지를 받을 때의 다운로드 속도는 네트워크 상태에 따라 다를 수 있다.

이러한 상태를 방지하고자 데이터 패키지 전송에도 버퍼링 기법을 둔다. 만약 다음 데이터 패키지가 존재 할 경우 미리 데이터 패키지를 받아 데이터의 시작 시점을 동영상 재생 시점과 동기화 시켜 재생하도록 한다. 그림 3 는 데이터 방송국과 ACAP 미들웨어가 지원되는 TV로 학습하는 학습자 간의 메커니즘을 표현하고 있다.

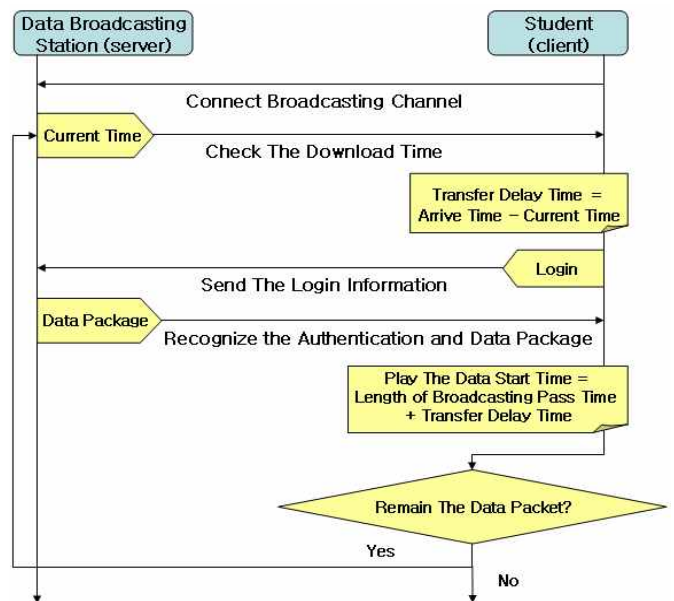


그림 3 데이터 방송 메커니즘

## 4. 구현

### 4.1 본 프로그램 시나리오

학습자는 ACAP 이 지원되는 양방향 데이터방송 TV를 통해 지상파 교육방송 채널에 접속한다. 현재 교육방송 채널에서 'Ubiquitous Environment'에 대한 강의가 진행 중이다. 학습자가 교육채널에 접속함과 동시에 학습

자의 채널 접속 정보가 방송 서버에 전송된다. 방송 서버는 학습자에게 전송지연시간을 계산할 수 있는 시간 정보를 학습자 STB (or ACAP Embedded TV)로 전송한다. 그리고 데이터 방송국에서 학습자에게 도착하기까지의 전송지연시간을 계산한다. 학습자 개인 학습 정보의 수집을 위해 학습자는 TV 화면 하단에서 기존에 가입했던 학습자 아이디와 비밀번호로 로그인 한다. 학습자 인증 정보는 방송 서버로 전송되고 방송 서버에서 사용자 인증정보를 확인한다. 현재 방송되고 있는 교육방송정보를 확인한 서버에서는 방송에 해당하는 데이터 패키지 정보를 학습자 TV로 전송한다. 학습자 TV에서는 데이터 정보 패키지가 도착한다. 동시에, 전송지연시간 및 방송경과시간을 고려하여 도착 시간을 계산하여 데이터 방송 재생 시간을 결정한다. 계산된 결과값으로 데이터 방송과 지상파 방송 간의 싱크를 맞추어 재생한다. 학습자 입장에서는 교수자의 강의식 교수학습 방법을 통한 지상파 방송 시청과 함께 TV 화면 하단에서 학습 문제가 재생된다. 학습자는 리모콘으로 문제에 대한 답을 선택한다. 그리고 그 결과값은 실시간으로 학습자 반응 정보는 방송 서버로 전송된다. 또한 학습자의 문제 반응 정보는 서버 LMS에 누적되어 학습자의 학습 정보로 저장된다.

#### 4.2 방송 시스템 환경 구축

지상파 방송국(RF Signal) 송신기(①)와 데이터 방송국 서버(②) 및 서버 모니터링 디스플레이 화면(③)을 설치한다. 학습자 TV 환경을 구축하기 위해서는, 데이터 방송을 수신하여 해석할 수 있는 STB(④)와 지상파 방송 신호 수신 기능을 위해 TV 카드를 장착한다. 그리고 지상파 수신 TV의 역할을 수행할 수 있는 학습자 TV(⑤)을 설치한다. [5]

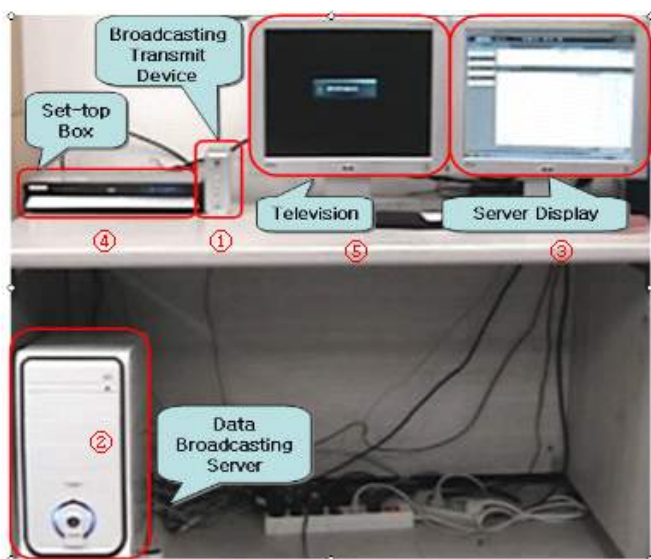


그림 4 데이터방송 데모 시스템

#### 사용 기자재

- ① AIRCODE AV200 USB Type Modulator
- ② SKY TV HD6 PCI TV Reception Card
- ③ SAMSUNG DTB-H260F Set-top Box

#### 4.3 동작 시연

지상파 방송이 송출기를 통해 방송되고 TV 수신카드에서 RF Signal을 수신하여 학습자 TV에서 재생하게 된다. 데이터 방송 서버에서 현재 지상파 방송에 해당하는 Java 코드로 구현한 Jar 패키징 파일을 학습자에게 전송한다. 학습자의 Set-top Box는 데이터방송 서버에서 송출한 데이터 방송 패키지를 수신한 뒤, 내장된 API를 통해 코드를 해석한다. 또한 현재 전송지연시간과 처리 시간 및 지상파 방송경과시간을 고려하여 지상파 방송 시점과 데이터방송 싱크를 맞추어 재생한다.

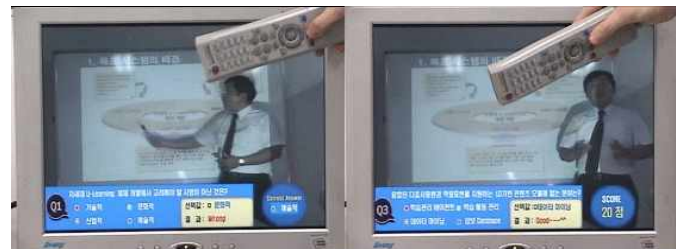


그림 5 학습 콘텐츠 데모

(그림 5) 계획된 시점에서 문제가 제시되고 학습자는 리모콘으로 답을 체크한다.(그림 6) 반응에 대한 피드백이 제공되고, 점수가 화면에 표시된다. 학습자 반응은 실시간으로 데이터방송 서버로 전송되고 이 점수는 학습자 학습 정보로 누적된다.(그림 7) 학습자의 학습 트래킹이 가능하며 누적된 정보는 학습자의 학습정보로 활용되어 질 수 있다. [6]

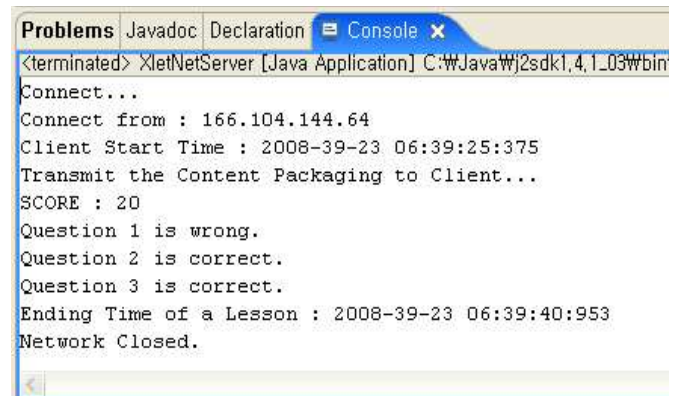


그림 6 데이터방송 서버

```

Start Time of Transmit : 2008-39-23 06:39:25:375
Transmit Time From Client to Server : 203
Transmit the user login information.
Playing delay Start Time : 2008-41-23 06:41:08:781
initialized.
started.
Q1<>
Press Key: 404
a wrong answer!
Press Key: 404
destroyed.
Q2<>
Press Key: 403
a correct answer!
Press Key: 403
destroyed.
Q3<>
Press Key: 405
a correct answer!
Press Key: 405
SCORE: 20
Ending Time of a Lesson : 2008-39-23 06:39:40:953
Network Closed...
destroyed.

```

그림 7 학습자 클라이언트 TV

- [2] JavaTV API Technical Overview, <http://java.sun.com/products/javatv/>
- [3] Interactive DTV', Microsoftware, p314-323, 2002, 1,
- [4] Rodger Lea, Simon Gibbs, Ravi Gauba and Ram Balaraman, 'HAVi Example by Example Java Programming for Home Entertainment Devices', pp 71 - 166, 2002
- [5] 'AIRCODE', <http://www.aircode.com>
- [6] Doohyung-Kim, 'Interactive DTV', MicroSoftware Magazine, p314-323, 2002 2

## 5. 결론

본 메커니즘은 지상파 방송과 데이터방송 간의 동기화 문제를 해결하는 방식이다. 서버에서 클라이언트로 전송되는 다운로드 전송시간을 고려한다. 본 논문에서 제시한 계산된 재생 시간으로 현재 지상파 방송 시점에 맞는 데이터 방송을 재생한다. 학습자가 언제 접속하든지, 학습자의 거주지역이 어디든지 학습자 입장에서 가장 적절한 시점으로 데이터방송 재생을 맞춰준다. 리모콘으로 조작되는 학습자 이벤트 정보가 실시간으로 서버에 전송되어 학습자 반응을 실시간으로 체크할 수 있다. 이러한 정보는 학습자 정보나 학습자의 개인 역량으로 수집된다. 학습자는 다양한 학습 반응 및 결과에 따라 미리 준비된 피드백 정보를 해당 시점에 제공 받을 수 있다. 이러한 기술을 이용하여, 기존의 지상파 방송 콘텐츠도 데이터방송을 추가하여 양방향 데이터방송 콘텐츠로 재활용이 가능하다. 또한 학습자 입장에서는 지상파 방송을 그대로 활용하기 때문에 콘텐츠 이용에 대한 추가적인 비용이 발생하지 않는다.

본 연구에서 제시한 기술을 바탕으로, 지상파를 시청하는 대중에게 범용적인 학습도구로 TV사용이 가능해지고 학습자는 다양한 t-learning콘텐츠로 학습할 수 있다. 학습자는 동기화 된 데이터방송 콘텐츠로 교육 콘텐츠와 학습자 정보 서비스를 받을 수 있다. 미래에는 지상파 교육방송에 적용화된 다양한 데이터방송 콘텐츠가 개발되어 범용적인 학습 도구로서 데이터방송 TV가 사용되기를 기대한다.

## 참고문헌

- [1] Standard : Advanced Common Application Platform (ACAP) Document A/101, 2 August 2005