

# TIT 기반에 IP-TV 플랫폼의 재생 소실 시간 최소화에 관한 연구<sup>☆</sup>

## A Study of minimization of Playback Loss Time on IP-TV Platform based on TIT

서 상 진\*                      진 현 준\*\*                      박 노 경\*\*\*  
Sang-Jin Sso                      Hyun-Joon Jin                      Noh-kyung Park

### 요 약

1994년 미국에서 최초의 디지털 방송인 DirecTV 서비스를 시작하여, 현재 다양한 방송 서비스 분야로 확산되고 있다. 국내에서는 새마을 열차, 지하철 일부 구간에 TIT(Transport Information Technology) 기술 기반의 IP-TV 방송 서비스를 제공하고 있다. 그러나, 구동 S/W가 교차형 연동 실행되어 프로그램의 실행이 정지되거나, 교차 실행 시간 구간에서 메모리 누수 및 오버플로우가 빈번히 발생되고 있다. 이러한 실행시 발생하는 시스템 Fault는 재생 손실 시간을 가중시켜 방송 서비스의 신뢰성 약화의 주요한 원인이 되고 있다. 본 논문에서는 물리적 실행 환경이 열악한 TIT 기반의 IP-TV 플랫폼을 감시하기 위해 모니터링 시간 구간을 형식화하고, S/W 기반의 TIT Monitor를 설계 및 구현하였다. 그리고 적용 실험을 통해 14.3%의 재생 시간이 향상되었음을 알 수 있었다.

### Abstract

Since the DirecTV started its digital broadcasting services in 1994 for the first time in the U.S., digital broadcasting widened its services in many areas. In Korea, TIT(Transport Information Technology) based IP-TV services have been provided in Saemaeul trains and some sections of subway trains. But the software systems for the service performed in alternated fashions and suffered from many problems such as suspension, memory leaking and overflow. These problems increased playback loss time and resulted in bad reliabilities. In this paper, a software TIT monitor is designed and implemented for the TIT system in physically poor environments. The designed system formalized monitoring time intervals for effective monitoring. Through the real experiments, playback time is improved in 14% comparing to existing system.

키워드 : 스팸 메일 차단, 스팸 차단, 오인된 메일 복구

## 1. 서 론

1994년 미국에서 최초의 디지털 방송인 DirecTV 서비스를 시작하였다. 그리고 지상파

TV에서 디지털 방송을 개시한 이후, 7년동안 지속적으로 발전하여 다양한 방송 서비스 분야로 확산되고 있다[2][3]. 이에 TIT(Transportation Information Technology) 기술은 이동 중인 교통수단에 IP-TV와 같은 방송 서비스를 제공하기 위한 기술이다.

국내에서는 새마을 열차, 지하철 일부 구간에 TIT(Transport Information Technology) 기술 기반의 IP-TV 방송 서비스를 제공되고 있다[1]. 그러나, 방송 S/W가 교차형 연동 실행 방식으로 구동되어 프로그램의 실행이 정지되거나, 교차 실행 시

\* 준 회 원 : 호서대학교 정보통신학과 박사과정  
ssjworld@hanmail.net

\*\* 정 회 원 : 호서대학교 정보통신학과 교수  
hjjin@office.hoseo.ac.kr

\*\*\* 정 회 원 : 호서대학교 정보통신학과 교수  
nkpark@office.hoseo.ac.kr

[2006/12/01 투고 - 2006/12/07 심사 - 2006/12/19 심사완료]

☆ 이 논문은 2005년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구 조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2005-041-D00611).

간 구간에서 메모리 누수 및 오버플로우가 빈번히 발생되어 서비스의 신뢰성 약화에 주요한 원인이 되고 있다[5][7].

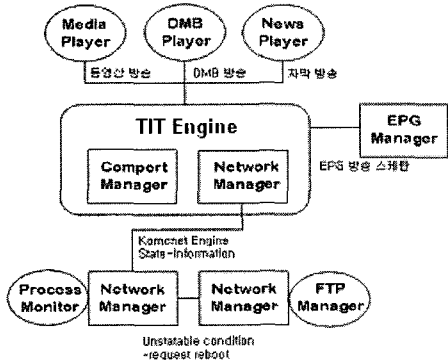
본 논문에서는 물리적 실행 환경이 열악한 TIT 기반의 IP-TV 플랫폼을 감시하기 위해 S/W 감시 모니터를 개발하고 재생 손실 시간을 줄이기 위한 성능을 실험하였다. 논문의 구성은 본문에서 TIT 기반의 IP-TV 플랫폼의 재생 손실 시간을 줄이는 감시 동작의 형식 모델링과 설계 및 구현에 대해 기술하고, 실험 및 결과를 분석하였다. 그리고, 결론에서 연구 결과를 요약하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 TIT 기반의 플랫폼 감시 도구 설계

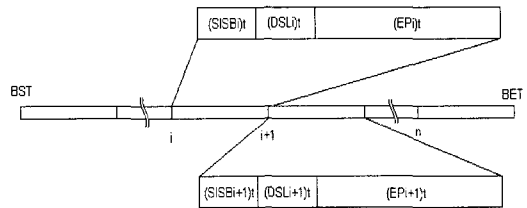
#### 2.1.1 TIT 기반의 IP-TV 플랫폼의 시간 제약 명세

TIT 기반의 IP-TV 플랫폼[7]은 Fault 검색을 위한 관심 영역의 분석을 정확히 샘플링하기 위해 영상 재생 모듈, 부가 장치 모듈, 시스템 참조 데이터베이스를 하나의 실행 모듈로 통합하였다. 개선된 TIT기반의 IP-TV 플랫폼 시스템의 전체 처리 구조는 그림 1와 같다. 그리고, 표 1에서 각 구성 요소의 기능을 요약하고 있다.



(그림 1) TIT기반의 IP-TV 플랫폼의 전체 구성도

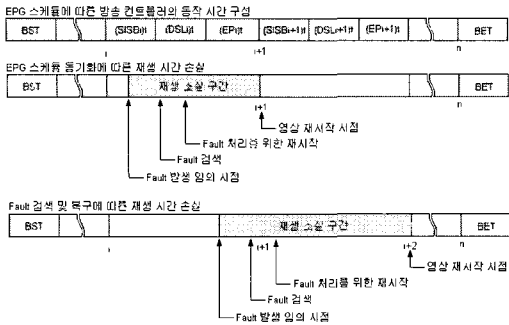
TIT기반의 IP-TV 플랫폼은 EPG 스케줄을 기반으로 재생 된다. TIT Player의 재생 상태를 감시하고, 재생시 발생하는 다양한 Fault로 기인된 재생 소실 시간(Playback Loss Time)을 최소화시키기 위해 표 1과 같이 TIT Player에 의해 재생되는 시간 구성 요소(Time Constructor)를 명세하기 위한 인자를 정의하고 있다. 그림 2은 표 2에서 정의된 인자들을 이용하여 전체 EPG 스케줄러의 재생 시간 공간을 나타내고 있다.



(그림 2) 재생 동작을 표현하는 시간 구성 요소

TIT Monitor는 EPG 스케줄된 전체 시간 공간을 구성하는 단위 Data Source에 대해 재생 시작 구간마다 TIT Player의 재생 상태를 확인하기 위한 MES/MER 이벤트를 전송한다. MES 이벤트는 직후, (EP)<sub>i</sub> 구간은 TIT Player가 TIT Monitor에게 단위 시간 간격으로 AE(Alive Event)를 전송하여 Player의 재생 상태를 Monitor에게 확인시킨다.

TIT Player에서 발생하는 다양한 유형의 Fault는 임의의 시간에 발생할 수 있다. 재생을 위한 Data Source는 EPG 스케줄된 순서와 시작시간에 탐색이 시작되고, 종료시간까지 재생이 가능한 Data Source로 제한된다[6]. TIT Monitor는 i번째 EPG 스케줄에 따른 단위 재생 구간에서 임의의 시간에 발생한 Fault를 발생 시점에서 스케줄 동기화에 따른 단위 구간 재생 시간 손실과 Fault 검색 및 복구에 따른 연속 구간 재생 시간 손실로 구분된다. 그림 3는 재생 시간 손실의 유형을 나타내고 있다.



(그림 3) 재생 시간 손실의 유형

[표 1] 재생 시간 구성 요소

Name	Desc
(UPi)t	EPG 스케줄의 i번째 Data Source의 논리적 재생 시간 (ith Unit Playback Time)
(EPI)t	EPG 스케줄의 i번째 Data Source의 물리적 재생 시간 (ith Exact Playback Time)
(DSLi)t	EPG 스케줄의 i번째 Data Source를 주기억공간에 Loading 소요 시간 (ith Data Source Loading Time)
(MES)t	Monitor가 Player의 Alive 상태 확인을 위한 이벤트 전송 시간 (Monitoring Event Sending Time)
(MER)t	Player가 Alive 상태 확인에 대한 응답을 위한 이벤트 전송 시간(Monitoring Event Receiving Time)
Pt	전체 재생 시간 (Playback Time)
(FDi)t	EPG 스케줄의 i번째 Data Source의 단위 결합 탐색 시간 (ith Fault Detecting Time)
(FDMi)t	EPG 스케줄의 i번째 Data Source의 최대 결합 탐색 시간 (ith Fault Detecting Max Time)
(PLi)t	EPG 스케줄의 i번째 Data Source의 영상 재생 실패에 따른 손실 시간 (ith Playback Loss Time)
(Ri)t	EPG 스케줄의 i번째 재생 구간 Fault에 따른 Player 복구 시간 (ith Playback Recovery Time)
(KP)t	Fault에 따른 재생 동작 프로세스 강제 종료 시간 (Killing Process Time)
(AR)t	TIT Player 초기 동작 시간 (Application Replay Time)
(SISBi)t	EPG 스케줄의 i번째 Data Source의 탐색 시간 (ith Searching Data Source scheduling for Broadcasting)
(NSTi)t	EPG 스케줄을 구성하는 i번째 노드(단위 스케줄)의 시작시간
BST	EPG 스케줄의 방송 시작 시간 (Broadcasting Start Time)
BET	EPG 스케줄의 방송 종료 시간 (Broadcasting End Time)
CT	시스템에 의해 참조되는 현재 시간 (Current Time)

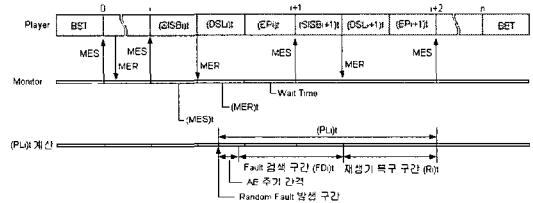
TIT Monitor는 Fault가 발생한 EPG 스케줄의 i 번째 재생 구간의 손실 시간 (PLi)t을 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$(PLi)t = (FDi)t + (Ri)t \quad \text{----- 식 (1)}$$

TIT Player 초기화 및 동작 재시작을 위한 복구 시간 (Ri)t는 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$(Ri)t = (KP)t + (AR)t + (SISBi)t + (DSLi)t - \text{식 (2)}$$

그림 4는 식 1과 식 2의 각 시간 구성 요소를 나타내고 있다.



(그림 4) EPG 스케줄의 i번째 재생 구간의 손실 시간 (PLi)t의 계산

### 2.1.2 TIT 기반의 IP-TV 플랫폼의 모니터링 방법

TIT Mointor는 IP-TV 재생기가 실행에 필요한 참조 정보를 관심 대상 시간 영역에서 유용하게 처리되는지 감시한다. TIT Monitor의 관심 시간 영역에서 감시동작은 크게 3가지로 구분할 수 있다. 첫 번째 감시동작은 (MES)t 시간영역에 대응되는 (MER)t 시간 영역이 임계시간 이내에 발생하는지 감시한다. 감시 동작의 결과는 EPG 스케줄의 Validation, Data Source 위치의 유효성, EPG 스케줄에 대한 시작 시간 동기화의 적절성을 판단하게 된다. 두 번째 감시동작은 (EPI)t 시간영역에서 AE의 TIT Monitor로 도달 여부를 감시한다. 감시 동작의 결과에 따라 IP-TV 재생기 정상 동작 여부를 판단한다. 세 번째 감시동작은 H/W 개체의 정상 동작 및 측정값 수신여부를 감시한다.

감시 동작의 결과에 따라 각 개체의 동작 불능 상태에 따른 Default 값 및 현재 상태를 유지하기 위한 유효값으로 대치여부를 판단한다. 그리고 전체 관심 시간 영역의 감시 불능 상태는 IP-TV 재생기가 더 이상 수행될 수 없는 상태로 판단하고 재시작 여부를 결정한다.

TIT Monitor의 전체 감시 동작은 EPG 스케줄에서 예정된 Data Source의 순서와 방송 시간이 시작 시간 동기화되며, 그림 5에서 전체 처리 동작을 알고리즘으로 나타내고 있다.

```

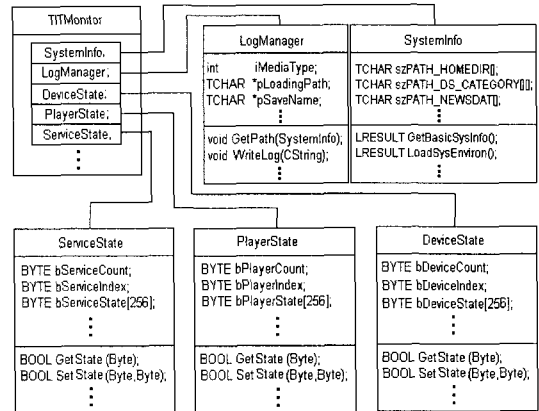
Initialize Constructor of TIT Platform
IF (CT ≤ (NST0)t) then
    Sleep((NST0)t - CT - (AR)t);
End of IF
Execute a front TIT-Player, a background TIT-Player;
BST ← CT;
n ← EPG 스케줄의 전체 노드수
For i=0 to n
    (MESi)t ← CT
    MES 이벤트를 TIT-Player0에 전송;
    While (MER 이벤트가 아직 도착하지 않았다면)
        IF (|CT + (MESi)t| > 최대 MER 이벤트 대기 시간)
            Break;
        End of IF
        Sleep(Waiting a Unit Time);
    End of While
    (MERi)t ← CT;
    IF ( |(MERi)t - (MESi)t| > 최대 MER 이벤트 대기 시간 )
        IF ( ((NSTi+1)t - CT) < (Ri)t )
            Toggle a front TIT-Player to a background TIT-Player;
            End of IF
            Reset a background TIT-Player;
        Else
            (UPi)t ← MER 프레임의 노드 재생 시간;
            (SISBi)t ← (MERi)t - (MESi)t;
            (DSLi)t ← Data Source 시작 블록을 로딩하는 시간 상수;
            (EPi)t ← ((MESi)t + (UPi)t) - ((SISBi)t + (DSLi)t);
            MESi+1 이벤트 전송 시작 시간을 (MERi)t + (EPi)t
            으로 설정;
        End of IF
    End of For
Kill a front TIT-Player, a background TIT-Player;
Free allocated resources of system and Shut down;
    
```

(그림 5) TIT Monitor의 감시 동작 알고리즘

## 2.2 구현 및 실험 결과 분석

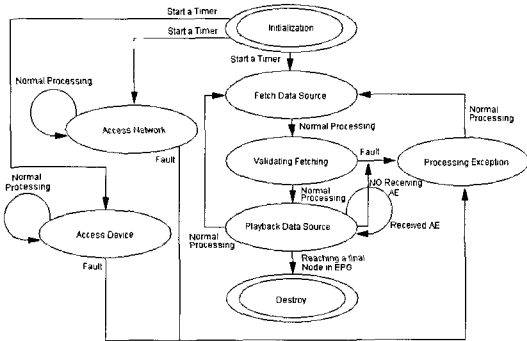
### 2.2.1 TIT Monitor의 설계

TIT 플랫폼은 각 객체들의 처리 조건과 방송 스케줄, 시스템 발생 이벤트를 조합하여 시간 중심의 처리를 수행하며, 그림 6에서 구성을 나타내고 있다.



(그림 6) TIT Monitor의 클래스 구조

각 클래스는 크게 5개의 멤버 클래스로 구성된다. DeviceState 클래스는 TIT Monitor의 각 장치별 모니터링 정보를 가진다. PlayerState 클래스는 TIT Player의 실행 상태에 대한 모니터링 정보를 가지며, ServiceState 클래스는 네트워킹 서비스, EPG, News 등 로딩 콘텐츠의 Validation 정보를 가진다. DeviceState 클래스, PlayerState 클래스, SeiviceState 클래스는 공통적으로 모니터링 대상 자원에 대한 상태값 획득 및 설정 메소드를 가진다. SystemInfo 클래스는 현재 시스템 사양 및 OS 정보, 각 장치 및 입출력 자원의 위치 및 속성 정보를 가진다. LogManager 클래스는 Fault 발생시 오류 내용 저장 및 지정된 위치로의 로그 파일을 전송하도록 구성되었다. 그림 7은 TIT Monitor와 TIT Player의 감시 동작에 대한 처리 과정을 나타내고 있다.



(그림 7) TIT Monitor와 TIT Player의 감시 동작 처리 과정

각 감시 동작은 타이머 기반으로 처리되며, Initialization 초기 상태에서 Access-Device 상태, Access-Network 상태, Fetch-DataSource 상태로 동시에 진입하게 된다. EPG 스케줄에 따른 Data Source 재생은 방송을 위한 Data Source를 획득하는 Fetch-DataSource 상태, 획득된 Data Source의 Validation 검사 상태, Data Source를 출력 매체로 재생하는 단계로 구성되며, EPG 스케줄이 종료될 때까지 반복된다.

각 모니터링 상태에 진입시 현재 호출된 타이머는 Kill되며, Fault 발생시 ProcessingException 상태로 전환된다.

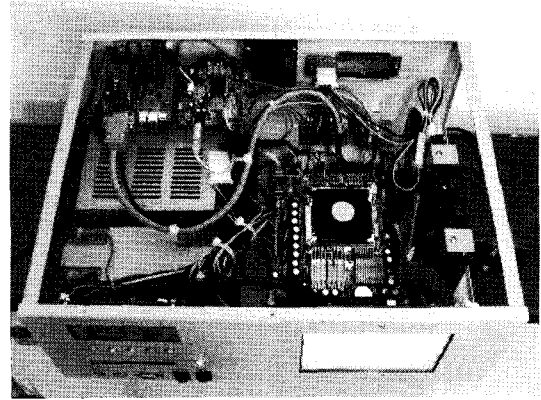
### 2.2.2 TIT Monitor의 구현

TIT 기반의 IP-TV 플랫폼은 이동 환경에서 안정적인 영상 재생을 수행해야 하므로, 본 논문에서는 이동 환경에서 IP-TV 서비스가 수행 가능한 H/W Controller를 직접 구성하였다. TIT 기반의 IP-TV 플랫폼을 위한 H/W Controller의 구성은 표 2과 같으며, H/W Controller의 실제 내부 구성은 그림 8에서 나타내고 있다.

(표 2) TIT 플랫폼 전용 H/W Controller 구성 사양

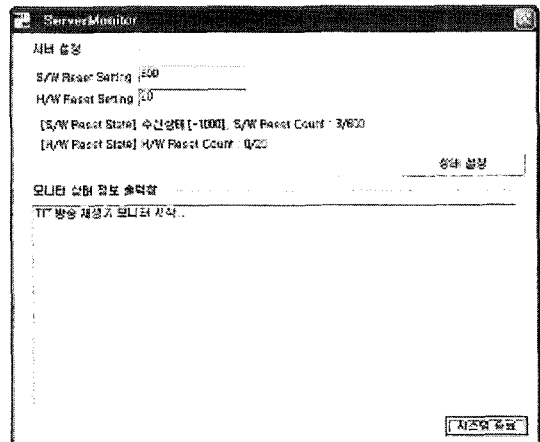
명칭	내용
프로세서	Pentium4 2.0GHz
메인 메모리	512Mbyte
디스플레이	SIS301 (VGA 32M+sheared 32M)

저장장치	IDE Flash Memory 256Mbyte
지원 해상도	1024*768
DMB	TU 수신기
Modem	YISO EK-001B
Timer 보드	Com 1포트 (자체제작)
Matrix 보드	Com 3포트 (자체제작)



(그림 8) TIT 기반의 IP-TV 재생 H/W Controller

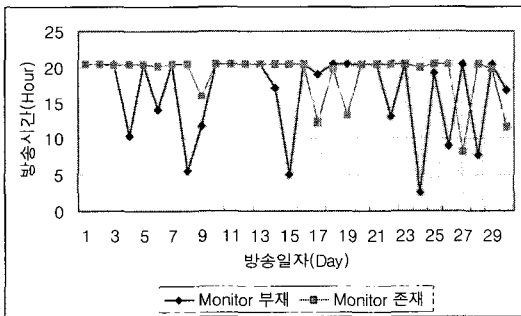
TIT Monitor는 초기 시스템 설정 정보로 방송 컨트롤러와 XPe 및 타 OS의 포팅을 고려하여 속성 INI 파일을 이용하여 구현하였다. headless한 특정 방송 장치에서 DMB나 네트워크가 지원되지 않는다면, INI 파일을 외부에서 설정할 수 있다. 그림 9는 서버 모니터의 실행 화면을 나타내고 있다.



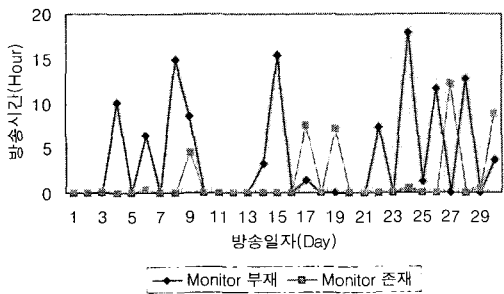
(그림 9) TIT Monitor의 실행 화면

### 2.2.3 TIT Monitor의 실험 결과 및 성능 분석

TIT Monitor를 이용한 TIT Player의 재생 손실 시간 측정을 위해 30일동안 지하철 3호선 열차 2대에 실제 탑재하여 실험하였다. 각 열차에는 TIT Player만을 탑재한 열차와 TIT Monitor를 추가 탑재한 열차로 구분하여 운행하였으며, 실험에 따른 주된 모니터링 측정 벡터는 전체 재생 시간 구간과 재생 소실 구간이었다. 수행 중 발생하는 관심 이벤트는 이별 로그파일로 저장하였으며, 이별 지하철 방송을 위한 EPG 스케줄은 오전 5시부터 20시간 24분 36초동안 서비스되도록 구성되었다. EPG 스케줄을 구성하는 Data Source는 총 1998개였으며, 그림 10과 그림 11은 TIT Monitor를 적용한 TIT Player와 TIT Player만을 탑재한 유효 재생 시간과 Fault에 따른 손실 시간을 그래프로 나타내고 있다.



(그림 10) 유효 재생 시간 요약



(그림 11) Fault에 따른 재생 손실 시간 요약

TIT Monitor를 탑재한 TIT Player의 전체 재생 시간은 569.353초 단위시간이었으며, 부재한 TIT Player는 497.989초 단위시간동안 Playback 되었다.

측정 시간 구간 중 재생 손실시간이 10시간 이상인 Playback 시간 손실은 방송 컨트롤러의 저장 장치 및 물리적인 손실에 의한 시스템 Fault이며, 수작업으로 복구함에 따라 10시간 이상의 재생 시간 손실이 발생하였다. 그리고 10시간 미만의 시간 손실은 EPG 스케줄 포맷이 Validation하지 않았으며, 5시간 미만의 재생 시간 손실은 재생시 참조할 텍스트의 전송이 CDMA를 이용한 네트워크 지연에 기인되어 정상처리 되지 못한 구간이었으며, TIT Monitor에 의해 TIT Player가 재시작되면서 발생한 재생 시간 손실이다.

이와 같이 2대의 현장 실험 및 처리 결과 분석에 따라 TIT Monitor가 Fault 감시 및 복구를 통해 14.3%의 재생 시간이 향상되었음을 알 수 있었다.

### 3. 결 론

본 논문에서는 물리적 실행 환경이 열악한 TIT 기반의 IP-TV 플랫폼을 감시하기 위해 TIT Monitor를 개발하고 재생 시간이 실험을 통해 14.3% 향상 시킬 수 있었다.

특히, TIT Monitor는 기존 시스템의 문제점인 TIT Player의 교차형 연동 실행 방식에 기인된 모니터링 동작의 복잡도를 시간 중심의 형식 모델링을 통해 단순화하였다. 그리고, 실행시 발생하는 다양한 시스템 Fault는 Player 영역, Device 영역, Service 영역의 Fault의 유형으로 구분하여 모니터링하여, 부분적 영역에서 발생한 시스템 Fault가 전체 시스템으로 전파되는 것을 최소화하도록 (Fault Tolerance)[4] 설계하였다.

그리고 TIT Monitor의 성능을 검증하기 위해 2대의 열차에 실제 시스템을 탑재하여 재생 손실 시간을 측정하였다. 실험 결과에 따라 S/W 및 부분적 Device로부터 유발된 Fault에 대한 성능 향

상은 기대할 수 있었으나, 실행에 치명적인 H/W Fault에 기인된 시스템 Fault에는 여전히 취약하여 Playback 시간 손실의 폭이 컸다.

향후 연구 과제는 치명적 H/W Fault에 따른 Fault 검색 및 복구 방법을 TIT Monitor에 추가하여, 재생 손실 시간을 최소화하여 IP-TV의 연속 재생 서비스의 신뢰성을 극대화하는 것이다.

### 참 고 문 헌

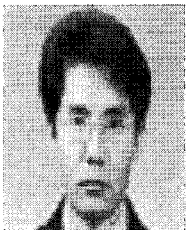
- [1] Komonet, 지하철 이동 방송 서비스, 2004. 3
- [2] 이주헌, '통신·방송 융합의 주요 이슈 및 정책적 대응 방안' 한국통신학회지, Vol.22, no1, pp38-39, 2005.1
- [3] 서영민, '통신 방송·융합 기술의 진화 방향', 한국정보통신학회지, Vol.22, no 4, 2005.4
- [4] David A. Rennels, 'Fault-Tolerant Computing-Concepts and Examples', IEEE Trans. on Computers, pp.19-30, 1984
- [5] Komonet, N-Player, 2005. 6
- [6] 한성호, '실시간 스트리밍 서비스를 위한 E-TCPN 기반의 지능형 스케줄러 설계 및 구현에 관한 연구', 박사학위논문, 2005. 6
- [7] 서상진, 진현준, 박노경, 'TIT 기반의 이동형 멀티미디어 플랫폼 개발에 관한 연구', 한국통신학회 추계발표집, 7-133, 2006.11

### ● 저 자 소 개 ●



#### 서 상 진(Sang-Jin Sso)

1999년 부경대학교 전산학과 졸업(학사)  
 2001년 부경대학교 일반대학원 전산학과 졸업(석사)  
 2005~현재 호서대학교 정보통신학과 박사과정  
 관심분야 : 임베디드 시스템, 멀티미디어 응용, 모바일 응용, etc.  
 E-mail : ssjworld@hanmail.net



#### 진 현 준(Hyun-Joon Jin)

1984년 고려대학교 전자공학과 졸업(학사)  
 1986년 고려대학교 전자공학과 졸업(석사)  
 1998년 Lehigh 대학교 전산학과 졸업(박사)  
 1998~현재 호서대학교 정보통신학과 교수  
 관심분야 : 시스템프로그램, 멀티미디어 프로토콜, etc.  
 E-mail : hjjin@office.hoseo.ac.kr



#### 박 노 경(Noh-kyung Park)

1984년 고려대학교 전자공학과 졸업(학사)  
 1986년 고려대학교 전자공학과 졸업(석사)  
 1990년 고려대학교 전자공학과 졸업(박사)  
 1988~현재 호서대학교 정보통신학과 교수  
 관심분야 : 회로 및 시스템설계, SoC 설계, etc.  
 E-mail : nkpark@office.hoseo.ac.kr