# TPEG 어플리케이션을 위한 우선순위 기반의 스케줄링 방식

정회원 조 인 휘*

# A Priority-based Scheduling Approach for TPEG Applications

Inwhee Joe* *Regular Member*

요 약

교통정보 시스템에 있어서 가장 중요한 것은 각 도로의 교통상황이나 유고정보 등 Event를 얼마나 빨리 전달하느냐에 달려있다. Event 정보를 TPEG 시스템에서 보다 효과적으로 운영하기 위해서는 효과적인 전달 시스템이 필요하기 때문에, 본 논문에서 개선된 전달 시스템을 제안하려고 한다. 개선된 전달 시스템은 교통정보 데이터를 TPEG 데이터로 변환한 후에 단순하게 FIFO 방식을 이용하여 전달하는 기존의 방식과는 달리 교통정보의 우선순위를 고려한다. 제안하는 우선순위 기반의 방식은 어떤 정보가 중요한 교통정보인가 판별한 후에 우선순위에 따라 스케줄링 하여, 중요한 정보는 보다 빨리 전달이 되도록 하고 또한 우선순위에 따라 전송 주기를 앞당긴다. 한편, 중요도가 낮은 교통정보는 늦게 전달이 이루어지며 우선순위가 낮으므로 전송주기도 늦어지게 된다. 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 제안하는 방식이 갑작스런 교통상황의 변화와 중요한 교통정보를 보다 빨리 전달할 수 있다는 것을 보여주고 있다.

**Key Words** : TPEG, 우선순위, 스케줄링, 교통정보

ABSTRACT

It is the most important in the traffic information system how fast to transmit the traffic conditions on each road, or event such as RTM (Road Traffic Message). In order to operate the event information more efficiently in the TPEG system, it is likely that the effective transmission system shall be needed, and this paper will propose the improved transmission system; Breaking away from the conventional method which is to transmit the traffic information by using simple FIFO method while encoding it into TPEG data, the improved transmission system is to transmit the important information more quickly or to advance the transmission cycle by scheduling according to degree of its importance after deciding which one is the important traffic information by comparing the importance ratings in between diverse information. The traffic information with low importance rating is to be transmitted slowly, and its transmission cycle shall become slow as well. In the computer simulations, it is shown that the proposed approach enables to transmit more quickly a sudden change of traffic conditions and the important traffic data.

## Ⅰ. 서 론

교통정보는 우리생활 깊숙이 들어와 많은 양의 교통정보가 다수의 매체에 의해 우리들에게 전달이 된다. 하지만 매체가 많아도 전송속도가 낮아 효과적이지 못하거나 고비용으로 인하여 일반사용자들에게는 아직까지는 쉬운 접근이 될 수가 없었다. 유럽방송연맹(EBU)에서 다양한 방송 매체 및 인터넷을 통해 보다 저렴한 교통정보를 전달할 수 있는 시스템인 TPEG(Transport Protocol

* 한양대학교 정보통신학부 이동네트워크 연구실 (iwjoe@hanyang.ac.kr)
논문번호 : KICS2007-08-381, 접수일자 : 2007년 8월 23일, 최종논문접수일자 : 2008년 1월 11일

Experts Group)을 개발하였고 이 시스템은 국제 표준화 기구(ISO)와 유럽표준위원회(CEN)의 공동 표준이 되었다. 국내에서도 산업자원부가 주축이 되어 TPEG 규격의 표준화 작업을 진행하고 있으며 교통혼잡정보(TPEG_ CTT)는 국제 표준으로 제시가 되었다. 현재 교통여행정보(TTI)를 제공하기 위한 규격으로 TPEG은 DAB, FM DARC, DVB, I인터넷 등 다수매체에 적용이 가능하며 교통 및 여행자 정보 전송하기 위한 방송통신 프로토콜이다.

TPEG은 유럽표준위원회(CEN)와 국제 표준화 기구(ISO) 에서 병행 표준화 작업 중이며 유럽의 TPEG Forum에서는 표준 안 개발을 담당하고 있다. 현재까지의 표준안은 TPEG-INV(개념), TPEG-SSF (구성과 의미, 프레임 구조), TPEG-SNI(서비스와 네트워크 정보), TPEG-RTM(유고정보), TPEG-PTI (대중교통정보), TPEG-Loc(위치참조) 등이 있다. 국내에서는 2002년부터 산업자원부가 표준화 기술개발 과제로 TPEG 표준화 작업을 지원하고 있으며 국내 규격으로는 CTT(교통 혼잡 정보), PKI(주차정보), POI(위치기반정보), 뉴스 등 어플리케이션 서비스 등이 있고 추가로 다른 많은 어플리케이션 서비스들이 국내표준이 되고 있다.

현재 제한된 대역폭을 가지는 이동 방송 환경에서 FM-DARC(FM Data Radio System), RDS-TMC (Radio Data System - Traffic Message Channel), DAB/DMB(Digital Audio/Multimedia Broadcasting), DVB(Digital Video Broadcasting)등 여러 방송 매체를 통한 TPEG 데이터 전송이 가능하나, 데이터뿐 아니라 영상, 음성 등을 동시에 전송해야 함으로 인하여 무한정 데이터 대역폭을 할당할 수가 없다. 따라서 보다 효과적인 전송을 위한 방법으로 기존 FIFO(First In First Out)방식에서 탈피하여 WFQ(Weighted Fair Queueing)를 적용한 우선순위 기반의 Scheduling 방식을 제안하고자 한다.

## Ⅱ. 우선순위를 고려한 스케줄링 방식

현재 서비스 중이거나 서비스 예정인 TPEG 서비스는 수집된 교통정보에 대해 중요도나 우선순위를 적용하지 않아 중요한 데이터를 단말에서 수신하지 못하였을 경우 다시 수신하는데 많은 시간이 필요 하게 된다. 이에 WFQ(Weight Fair Queueing) 기반으로 우선순위를 고려한 스케줄링 방식을 제안하고자 한다.

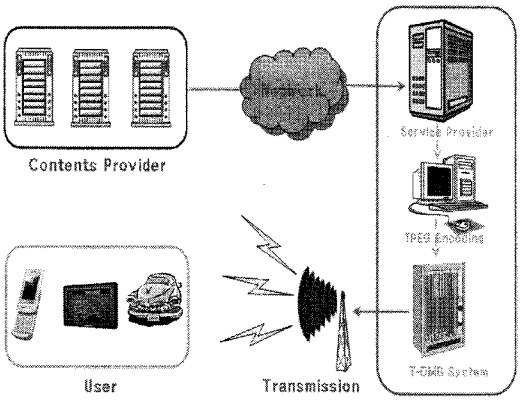


그림 1. FIFO 방식의 TPEG Service 시스템 교통정보 데이터 Flow

### 2.1 FIFO 방식

TPEG 서비스에서 Contents Provider는 각 지역별 교통 여행 정보(TTI) 수집 장치로부터 교통 여행 정보를 수집하게 된다. 이 수집된 데이터는 Service Provider로 전용선을 이용하여 전송이 된다. Service Provider는 수집된 교통 여행 정보를 각각의 TPEG Application 정보로 Encoding되어 전송 시스템으로 전달이 된다. 이 전송시스템은 각각에 전송 매체에 따라 Encoding 데이터를 전송한다.

위 그림 1에서와 같이 FIFO 방식의 TPEG Service 시스템은 수신된 교통여행정보의 중요도를 구분하지 않고 수신된 TPEG Application으로 Encoding 하여 전송 한다. 현재 일반적인 단말 상황에서는 위 시스템은 문제점이 없다 하지만 단말의 초기 TPEG 기능 동작시, 중요 Event 데이터 수신 및 수신환경의 급격한 변화와 제한된 대역폭에서 교통정보량의 증가는 중요 Event 데이터 수신 시간 지연이라는 문제점이 발생된다.

### 2.2 제안방식

앞서 설명한 FIFO 방식의 TPEG 서비스는 전송할 교통여행 정보량 증가, 단말 수신감도 저하, 초기 단말 구동시 중요 Event 구간 데이터 수신 등 위와 같은 상황에서 제한적인 대역폭을 가지는 TPEG 전송에서 중요 Event 데이터 전송 지연이 발생하는 문제점이 나타난다. 예를 들어 3분주기를 가지는 TPEG 전송 시스템에서 중요 Event 정보를 단말 수신 상태가 불량하여 수신하지 못 하였을 경우 다시 중요 Event 정보를 단말이 얻는 데까지 3분이 소요가 된다. 이것을 우선순위를 고려한 스케줄링 방식을 이용하여 전송하였을 경우 Event 상태에 따

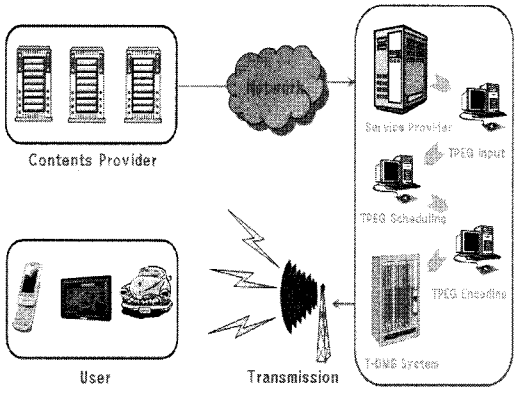


그림 2. 제안 방식의 교통정보 데이터 Flow

라 Event 데이터 중요도가 높을 경우 약 1분 정도에 다시 전송이 이루어지며, Event 데이터 중요도가 그리 높지는 않으나 Event가 발생한 경우 다시 전송이 이루어지는데 약 2분 정도 소요된다.

다음의 그림 2에서는 우선순위를 고려한 스케줄링 방식의 교통정보 흐름을 나타낸다. FIFO 방식과 다른 점은 교통정보를 Service Provider에서 TPEG Application으로 바로 Encoding 되지 않고 각각의 TPEG Application별 데이터를 데이터 중요도 별로 분리시키고 이 분리된 데이터를 각각의 TPEG Application으로 Encoding 하여 여러 방송 매체를 통하여 교통정보 데이터를 전달한다.

## Ⅲ. 설계 및 구현

### 3.1 구성 요소

#### 3.1.1 Event 발생 요소

- 사고정보
  사고 정도 분류(대형사고, 일반 사고)
  차량 고장 분류(대형 차량, 일반승용차량)
- 교통데이터
  교통량(상, 중, 하)
- 도로 노면상황
  폭설, 호우, 안개 등 노면 상태(상, 중, 하)
- 특수상황
  공사구간,국가/지역 행사

#### 3.1.2 Event 상태 요소

- 소통상태
  정체 정도(정체, 서행, 원활)
- 도로정보
  Event 발생 도로(고속도로, 시내주요도로, 일반도로)
- 요일 별 상황
  주말 : 주요 고속도로 정보 우선
  평일 : 시내 주요도로 정보 우선
- 시간대별 상황
  출퇴근, 자정, 정오

### 3.2 설계 및 구현

Service Provider로 입력된 교통여행정보 전체 데이터 각각을 분석하여 Event 발생여부를 판단한다. Event가 발생하였다면 어떤 Event 발생 요소에서 발생하였는지를 판단한다.

예를 들어 다음 그림 3처럼 사고정보에서 Event가 발생 하였다면 사고의 유형을 분류하고 분류된 사고의 중요도를 판단 해당 우선순위 값을 더한다. 이후 Event 상태요소 부분의 소통상태, 도로정보, 요일 별 상황, 시간대별 상황에 해당된 각각의 Event 상태요소를 일정한 순서로 우선순위 정도를 판단하여 우선순위 값을 더한다. 이렇게 처리된 우선순위 값의 정도는 교통여행정보 우선순위 값이 높은 순으로 정렬한 다음 정렬이 마무리 되면 우선순위 값에 따라 반복 비율을 확정한다. 중요하고 신속한 전달이 필요한 우선순위가 높은 데이터는 반복 주기를 짧게 하고 중요도가 낮고 우선순위가 낮은 데이터는 반복 주기를 좀 더 늘린다. Event가 전혀 발생하지 않은 데이터에 대해서는 수집된 교통여행정보가 갱신되기 전까지 반복 전송을 하지

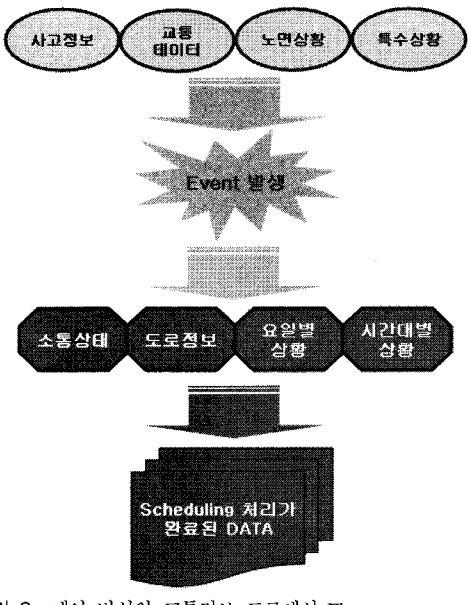


그림 3. 제안 방식의 교통정보 프로세싱 Flow

않으며 교통여행정보 전달은 Event 발생 데이터 전달이 마무리된 다음 전달이 되도록 한다.

위 내용처럼 우선순위를 판단한 이후 우선순위별 전송 데이터 순서를 다르게 하여 전송 처리시간을 다르게 한 이유는 전체 교통여행정보 데이터에 있어서 Event가 발생되는 데이터보다 Event가 발생하지 않은 교통여행정보 데이터가 대부분을 차지하고 있으며 제한된 대역폭 환경의 TPEG 데이터 전송에 있어서 보다 효과적인 교통여행정보를 전달할 수가 있기 때문이다.

그림 4는 그림 3의 제안 시스템을 적용하여 시스템을 구축하여 TPEG 데이터를 전송할 때 예측 되는 우선순위별 Scheduling된 TPEG 데이터 우선순위 점유율과 반복전송 횟수를 그림으로 나타낸 것이다. Scheduling 방법으로는 WFQ(Weight Fair Queueing) 방식을 이용하여 진행하였고 일반적인 WFQ 방식과의 차이점은 WFQ 방식에서 중요 데이터에 중복 전달 부분을 추가 하였다.

그림 4에서와 같이 우선순위가 높은 적색 구간이 먼저전송이 되며 적색 전송이 마무리가 되면 황색 구간 전송이 이루어진다. 모든 Event 구간 데이터 전송이 마무리가 되면 Event가 발생하지 않는 구간 데이터가 전송된다. Event가 발생하지 않은 녹색구간에 대한 전송이 이루어지고 Event가 발생하지 않은 구간 전송 중간 중간에 확정된 반복 비율에 따라 이전에 전송한 우선순위가 높은 적색구간과 황색구간 데이터를 반복 전송하도록 하였다.

그림 4처럼 최대 반복주기를 3번으로 한정한 것은 중요 Event 반복 전송과 Event 반복전송을 현재 국내에서 수집되는 교통 여행정보 데이터 갱신주기가 5분으로 최대 반복횟수가 3번을 넘어 반복 횟수가 잦아지고 Event 발생 비율이 50%를 넘어서면 5분 이내에 전체 TPEG 데이터를 전송할 수가 없어 중요 Event 구간 반복 횟수는 3번 일반 Event에서는 최소한의 반복횟수가 필요함으로 인하여 2번으로 정하였다.

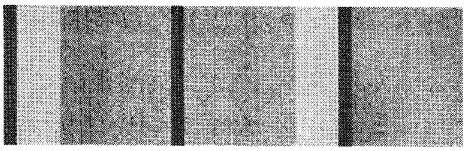


그림 4. 우선순위 기반의 스케줄링 방식 전송비율

## Ⅳ. 성능 평가

성능평가를 TPEG 데이터를 송출하여 테스트 진행을 할 수가 없어 컴퓨터에서 임의의 데이터를 무작위로 생성한 후 데이터 우선순위를 판단하고, 데이터의 반복주기 확정하여 가상으로 전송하는 시뮬레이션 테스트를 수행하였다.

성능평가 요소는 아래와 같다.

1) 중요 Event 비율 5%
2) 일반적인 Event 비율 15%
3) 전송 데이터 전체 개수 1800개
4) 데이터 반복주기 3분
5) 1초당 10개 Event 전송

### 4.1 FIFO 테스트

데이터를 스케줄링 하지 않고 생성된 순서대로 전송할 때 발생되는 데이터의 전송 처리시간 나타내고 있다. 데이터의 중요도와 상관없이 평균 181초 전후에 다음 반복 전송이 이루어졌다 즉 3분 정도 평균 전송 처리시간이 나타났다.

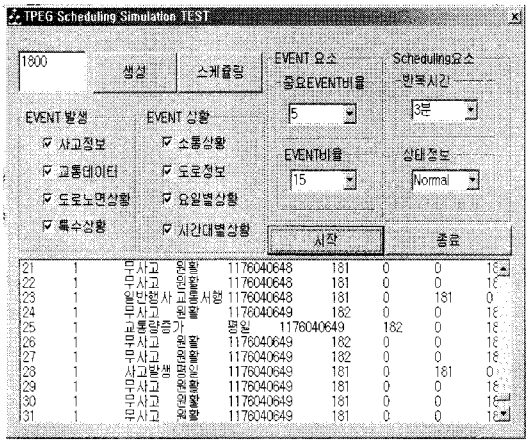


그림 5. FIFO 방식 테스트

### 4.2 우선순위를 고려한 스케줄링 방식 테스트

생성된 데이터를 우선순위를 고려하여 스케줄링 된 데이터를 전송할 때 발생되는 데이터의 전송 처리시간을 나타내고 있다. 아래 테스트 내용은 중요 Event 전송주기를 나타내고 있으며 평균 75초 전후 나타났고 나머지 데이터인 Event 데이터와 NON

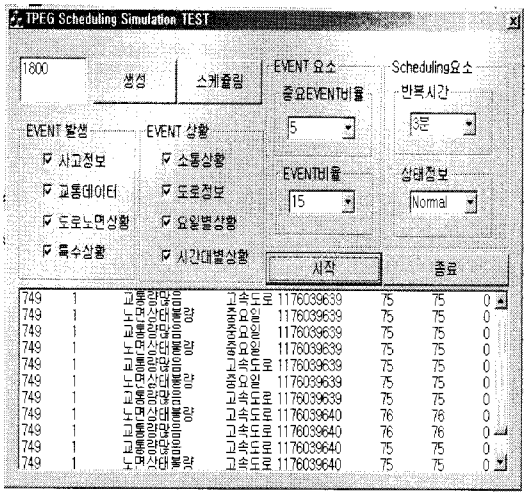


그림 6. 우선순위를 고려한 스케줄링 방식 테스트

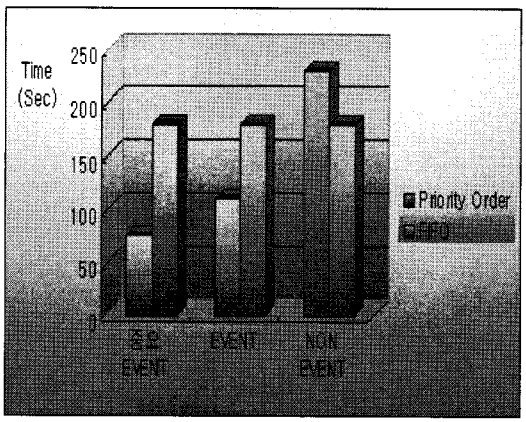


그림 7. FIFO 대 우선순위 스케줄링 방식 비교

Event 데이터는 110초와 230초 평균 전송 처리시간이 나타났다.

그림 7과 같이 NON Event TPEG 데이터를 송수신하는데 있어서 우선순위 기반의 스케줄링 방식이 전송 시간은 늘어나지만 중요한 Event 데이터나 일반적인 Event 데이터에서는 짧은 전송처리 시간이 나타났다. 만약 스케줄링을 하지 않고 전송을 한다면 데이터 중요도에 상관없이 무조건 약 180초의 전송 처리시간을 가진다.

## V. 결 론

T-DMB/DAB에서의 TPEG 데이터 전송률이 RDS-TMC, FM-DARC 보다 높은 전송률을 지원하지만 다른 여러 데이터와 중복하여 전송하여야 함으로 인하여 제한된 대역폭을 가질 수밖에 없다. 따라서 보다 효과적인 전송 방법을 필요로 하고 있으며 효과적인 전송을 위한 방법으로 전송시 중요 데이터와 일반 데이터를 분리하여 중요 데이터는 먼저 자주 전송 처리함으로서 중요한 데이터를 보다 빨리 전송할 수가 있었다.

교통정보에 있어서는 사고정보나 유고 정보 등 Event 정보가 매우 중요한 부분이다. 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 우선순위를 고려한 스케줄링 기법이 일반적인 FIFO 기법을 이용한 방식보다 훨씬 빠른 전송처리 주기를 가짐으로써 중요한 데이터에 대하여 보다 효과적인 전송이 가능하다는 것을 보여주고 있다.

## 참 고 문 헌


[1] 도로교통안전관리공단, "디지털 교통방송 교통정보 데이터 전달 통신형식개발", 2005.

[2] EBU B/TPEG Part1, "Introduction, Numbering and Versions", TPEG-INV_3.0/002, 2002.

[3] EBU B/TPEG Part2, "Syntax, Semantics and Framing", TPEG-SSF_3.0/002, 2002.

[4] EBU B/TPEG Part3, "Service and Network Information Application", TPEG-SNI_3.0/002, 2002.

[5] S. Cho, et al., "Real Time Traffic Information Service Using Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting System", IEEE Transactions on Broadcasting, Vol. 52, No. 4, pp. 550-556, Dec. 2006.

[6] Y. Jeong & W. Kim, "A Novel TPEG Application for Location Based Service using Terrestrial-DMB", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 52, pp. 281-286, Feb. 2006.

[7] 이봉규, "DMB 환경 하에서의 TPEG 전략", 2005.

[8] 채영석, "지상파 DMB 교통 및 여행정보(TTI) 서비스", 방송공학회 디지털 방송워크샵, 2006.

[9] 조은성, "임베디드 시스템을 위한 우선순위 기반 버퍼관리 기법의 설계 및 성능 분석", 2003.

[10] 양병석, "지상파 DMB 환경하에서의 TTI 데이터 서비스를 위한 TPEG 귀환 패서 설계 및 구현", 2005.

[11] KBS, "디지털 멀티미디어 방송(DMB)-부가가치

교통정보 체계서", 2006.
[12] 한국표준협회, "교통 프로토콜 전문가 그룹 (TPEG)-TPEG 혼잡교통정보 응용 KS X 6917", 2006.

**조 인 휘** (Inwhee Joe) 정회원

1983년 2월 한양대학교 전자공학과 졸업
1985년 2월 한양대학교 전자공학과 공학석사
1994년 12월 미국 University of Arizona, Electrical and Computer Engineering, M.S
1998년 9월 미국 Georgia Tech, Electrical and Computer Engineering, Ph.D
1992년 12월 (주) 데이콤 종합연구소 선임연구원
2000년 6월 미국 Oak Ridge 국립연구소, Researcher
2002년 8월 미국 Bellcore Lab (Telcordia), Research Scientist
2002년 9월~현재 한양대학교 정보통신학부 부교수
<관심분야> Mobile Internet, Cellular System and PCS, Wireless ATM, Mobile Ad-Hoc Networks, Multimedia Networking, Performance Evaluation