

TPEG을 이용한 대기오염 정보 전송 방안 연구

이상운*

요약

최근 날로 증가하는 자동차와 교통체증으로 인하여 대기 오염이 갈수록 심화되고 있으며, 인구가 밀집된 대도시에서의 대기 오염은 심각한 질병을 유발시키기도 한다. 본 연구에서는 이러한 대기 오염을 감소시키기 위하여, 대기 오염 정보를 효과적으로 전송하고 이를 이용하여 대기 오염이 한계치에 도달한 특정지역으로의 자동차 유입 억제 등에 활용할 수 있는 대기오염 정보 및 교통류 제어정보 전송 방안을 제안한다. 특히 대기오염 정보 및 교통류 제어 정보를 전송하는 방법으로 교통 및 여행정보 전송을 위한 국제표준기술인 TPEG이 적용되었다.

키워드 : 티펙, 대기오염 정보, 교통류 제어

A Study on the Air pollution Information transmission method using TPEG

SangWoon Lee*

Abstract

Recently the increasing numbers of cars and traffic jamming makes air pollution condition more severely. Especially high-density population area, in most big cities like Beijing and Seoul, can lead to lung illness and other diseases. In this study to decrease this kind of air pollution condition, a method of air pollution information transmission is proposed. For the transmission of air pollution and traffic control data, international standard technology, the TPEG is applied.

keywords : TPEG, air pollution data, traffic control data

1. 서론

전 세계적으로 자동차의 이용이 증가하고 있으며, 이로 인해 자동차 및 교통체증 역시 증대되고 이로 인해 대기오염 역시 심화되고 있는 상황이다. 대기 오염은 시골지역보다는 대도시 등 인구가 밀집된 지역에서 더욱 심각하며, 경우에 따라서는 폐질환을 포함한 질병을 유발시키기도 한다.

대기 오염으로 인한 대표적인 피해 사례는 1952년 영국 런던에서 대기오염으로 인해 발생한 스모그로 인한 예가 있으며, 당시 약 4,000여명이 이로 사망한 것으로 보고되었다. [1]

대기 오염을 측정하고 감소시키기 위한 여러 가지 연구들이 수행되고 있다.[2] [3]

이런 연구들 중 하나로 특정권역 내의 대기오염도를 고려하고, 이 오염도가 일정치 이상을 넘으면 해당 권역에 진입하는 차량들의 진입을 통제하여 대기오염도를 감소시키기 위한 연구가 수행된 바 있다. [4]

본 연구에서는 대기오염 정보 및 차량 제어 정보 등을 전송하기 위한 방법으로 TPEG을 이용하였다. TPEG은 DMB, 디지털라디오 등 다양한 디지털 방송통신 매체를 이용하여 교통 및 여행정보를 서비스하기 위한 국제표준기술이며, 실시간

※ 교신저자(Corresponding Author) : SangWoon Lee
접수일:2013년 12월 09일, 수정일:2013년 12월 21일
완료일:2013년 12월 25일

* 남서울대학교 멀티미디어학과

Tel: +82-41-580-2194, Fax: +82-41-580-2905

email: Quattro@nsu.ac.kr

▣ 본 연구는 2013년도 남서울대학교 학술연구비 지원에 의해 수행되었음

교통정보를 비롯한 다양한 응용서비스들의 지원이 가능하다. 한국은 지상파 DMB 상용서비스를 시작한 이듬해인 2006년 TPEG 상용서비스를 세계최초로 시작한 이래 다양한 TPEG 응용서비스 기술들이 개발되어 서비스 되고 있다. [5]

본 연구에서는 자동차로 인한 대기 오염 현황 및 이를 감소시키기 위해 제안된 선행 연구에 기반하여, 선행연구에서 제안된 대기오염 정보 및 교통류 제어 정보를 전송하기 위한 방법을 제안한다. 본 연구 결과는 대기관리권역으로 설정된 지역의 오염도가 특정치 이상을 넘어설 경우, 배기가스 배출량이 많은 순위의 자동차 진입을 억제, 혹은 우회 시키는 등의 대기오염 감소 등에 활용이 가능할 것이다.

2. 대기오염 현황 및 자동차로 인한 오염감소방안

2.1 대기오염 및 관리 현황

세계보건기구(WHO)에서는 대기오염을 “대기 중에 인위적으로 배출된 오염물질이 한 가지 또는 그 이상 존재하여 오염물질의 양, 농도 및 지속시간이 어떤 지역의 불특정 다수인에게 불쾌감을 일으키거나 해당지역에 공중보건상 위해를 끼치고, 인간이나 동·식물의 활동에 해를 주어 생활과 재산을 향유할 정당한 권리를 방해받는 상태”로 정의하고 있다.

대기오염물질은 크게 가스상 물질 및 입자상 물질로 나누어 볼 수 있다. 가스상 물질은 물질의 연소, 합성, 분해 등에 의하여 발생하고, 입자상 물질은 물질의 파쇄, 선별, 이송, 기타 기계적인 처리 또는 연소, 합성, 분해 시에 발생한다. 대기오염물질을 생성과정에 따라 분류할 경우에는 공장의 굴뚝이나 자동차 등에서 대기 중으로 직접 방출된 1차 오염물질과 배출된 오염물질이 대기 중에서 광화학반응하여 생성되는 2차 오염물질로 구분할 수 있다.

한편 국내는 대기환경보전법에서 대기오염물질은 이산화황(SO₂), 일산화탄소(CO), 이산화질소(NO₂) 등 가스상 물질(악취물질 포함)과 먼지 등 입자상물질을 포함한 총 61종으로 정하고 있으며, 이 중 카드뮴 등 35종을 특정대기유해물질로 정하여 관리하고 있다. 또한 대기오염에 대한 관리

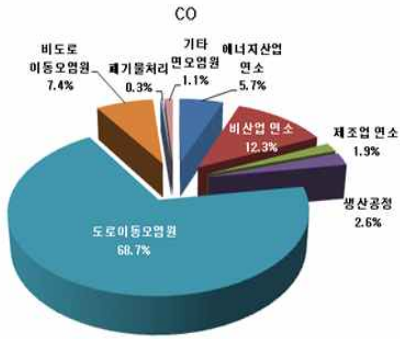
를 1978년부터 본격적으로 시작하여, 이산화황에 대한 기준을 최초로 설정한 이래 현재까지 5회에 걸쳐 항목추가 및 기준이 점차 강화되어왔다.

저황유의 공급, 청정연료 사용의 의무화 등 정부의 적극적인 대기오염 대책에 따라 90년대에 들어 수도권지역의 아황산가스, 일산화탄소 오염도는 개선되고 있으나, 산업 활동의 증가 및 자동차의 급증에 따라 미세먼지, 이산화질소 및 오존 등 2차 오염물질의 오염도는 매년 증가 하거나 개선되지 않고 있는 것으로 조사되었다. 특히 수도권지역의 대기오염도는 선진국에 비해 PM-10 농도가 약 1.8~3.5배, NO₂는 약 1.7배 수준으로 매우 심각한 수준이며, PM-10에 의한 시정장애 역시 지속적으로 저하되어 최근 수도권지역 평균 시정거리가 약 11 km 정도 수준에 불과한 것으로 조사되었다. [6]

환경부에서는 향후 10년 이내에 수도권의 대기환경을 선진국 수준으로 개선하기 위한 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」을 제정('03. 12) 하고, 2005년 1월부터 시행하고 있다. 이에 따라 수도권지역 중 대기오염이 심각하다고 인정되는 지역 및 수도권지역 중 당해 지역에서 배출되는 대기오염물질이 수도권지역의 대기오염에 크게 영향을 미친다고 인정되는 지역을 대기관리권역으로 설정하고 오염원별 배출량 저감대책을 추진하고 있다.

대기오염 물질 중 자동차에 의해 배출되는 것들이 큰 비중을 차지하며, 한 연구에 의하면 자동차 등 도로이동원에 의한 대기오염이 가장 큰 것으로 조사되기도 하여 자동차에 의한 대기오염을 감소시키는 것이 전체 대기오염을 감소시키는 데 효과가 있는 것으로 파악되었다. [7]

(그림 1) 산업분류별 일산화탄소 배출량 구성 비율 (전국, 2008년)



(Figure 1) The proportion of carbon monoxide emissions, industrial Classified (National, 2008)

특히 자동차에 의해서 O3, NO2, SO2, CO, PM-2 등의 대기 오염이 발생될 수 있어, 환경당국에서는 도시대기측정 및 도로변 대기 측정의 대상으로 정하여 일정 주기로 측정하고 있다. 이 결과에 의하면, O3의 연평균 변동 추세는 '97년까지 크게 증가하였다가 '98년 이후 증가세가 둔화되었으나 꾸준히 증가하는 경향을 보이고 이는 자동차 등록대수의 변화 경향과 유사하다.

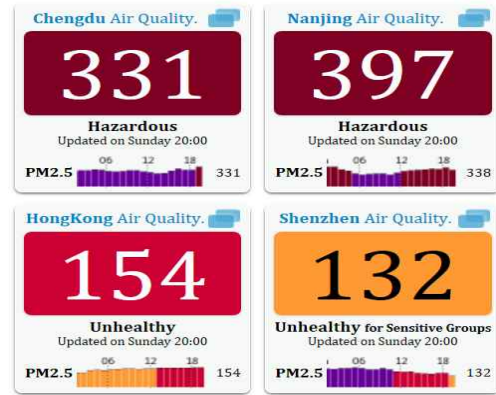
NO2 농도는 2012년 기준 7대 주요도시 중 자동차 등록대수 및 통행량이 가장 많은 서울의 연평균 농도가 0.030ppm으로 가장 높은 수준이었으며, 인천이 0.027ppm으로 높은 농도 수준을 보였다. 광주의 농도가 0.019ppm으로 최저인 것으로 조사되었다.

서울의 SO2 농도는 다른 주요 도시에 비해 높으며 이 또한 자동차 등록대수 및 통행량이 상대적으로 많아 나타나는 현상으로 분석되었다.[6]

대기 오염은 국내만의 문제가 아니고 국제적으로도 점점 그 심각성이 더해져서 이에 대한 여러 가지 대책들이 제시되고 있다. 이러한 대책들 중 하나로 우리나라를 포함한 세계주요국들은 대기 오염지수 (API ; Air Pollution Index 혹은 AQI ; Air Quality Index)가 정하여 해당국가 주요 지역의 대기오염도를 측정하고 공지하고 있다.[8]

(그림 2)는 중국 대기오염관리당국에서 실시한 것으로 제공하고 있는 중국 내 주요 도시들의 대기 오염 상황이며, <표 1>은 중국의 대기오염단계별 기준 및 건강에 미치는 영향이다. [9]

(그림 2) 중국 주요도시의 대기오염도



(Figure 2) Air pollution in major cities in China

<표 1> 중국의 대기오염지수기준과 건강에 미치는 영향

API	Air Pollution Level	Health Implications
0 - 50	Excellent	No health implications
51 - 100	Good	No health implications
101-150	Slightly Polluted	Slight irritations may occur, individuals with breathing or heart problems should reduce outdoor exercise.
151-200	Lightly Polluted	Slight irritations may occur, individuals with breathing or heart problems should reduce outdoor exercise.
201-250	Moderately Polluted	Healthy people will be noticeably affected. People with breathing or heart problems will experience reduced endurance in activities. These individuals and elders should remain indoors and restrict activities.
251-300	Heavily Polluted	Healthy people will be noticeably affected. People with breathing or heart problems will experience reduced endurance in activities. These individuals and elders should remain indoors and restrict activities.
300+	Severely Polluted	Healthy people will experience reduced endurance in activities. There may be strong irritations and symptoms and may trigger other illnesses. Elders and the sick should remain indoors and avoid exercise. Healthy individuals should avoid outdoor activities.

(Table 1) China's air pollution index criteria and health effects

상기 측정결과에 의하면, 중국의 청두 및 난징 등은 중국정부에서 정한 대기오염 기준 단계 중 가장 심각한 단계임을 보여준다. 국내도 심각해지는 대기오염에 대한 대책으로서 2003년 12월 “수도권 대기환경개선에 관한 특별법”을 제정하고, 2004년 12월에는 동법의 시행령을 발표하였다. 이 특별법 자체에서는 사업장으로부터 배출되는 질소산화물, 미세먼지, 아황산가스와 차량 배출가스 등 오염원 배출 오염물질을 언급하고 있을 뿐 오존과 대기 중 미세먼지 등 2차 오염물질에 대하여 기술하고 있지는 않으나, 시행령에는 권역 내 오염물질 배출 총량 관리와 저공해 자동차 보급 등 많은 선진 개념의 환경대책들이 포함되어 있다. 수도권 특별법은 2012년까지 미세먼지는 동경의 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NO_2 는 과리의 22 ppb 수준으로 낮출 것을 목표로 제시하였다. [10]

또한 자동차가 주요 대기 오염의 발생원으로 밝혀지자 일본은 1991년, 미국은 1994년, 유럽은 1998년, 한국은 1998년부터 승용차 오염물질 배출 기준을 정하여 배출 절감을 위한 노력을 시작하였으며, 이를 위해 자동차 종류별 배기가스 배출 허용 기준을 제정한 바 있다. [11]

2.2 자동차로 인한 대기오염 감소 방안

대기오염이 심각한 상황이 되었을 경우, 환경관리당국은 이를 신속히 해결하도록 노력해야 할 것이다. 이를 위해 대기오염도 고려한 교통류 제어 방안이 제시된 바 있다.

해당 연구의 주요 내용은 대기오염지수를 감시하여, 대기 상태가 기준치 이하로 악화되었거나, 악화될 우려가 있는 경우, 이 상황을 신속히 전파하고 감소시키기 위한 조치를 취하는 것이다. 감소 방안의 하나로써 노후화된 대형 화물 트럭 등 대기 오염을 심각하게 발생시키는 특정차량들의 오염지역 내 통행 및 진입을 금지하거나 우회시키는 것이다. 이외에 대기 오염도의 수준에 따라 해당 권역으로 진입하는 오염 유발 차량들의 오염 유발도에 따라 통행료 증액 등도 고려될 수 있다. [4]

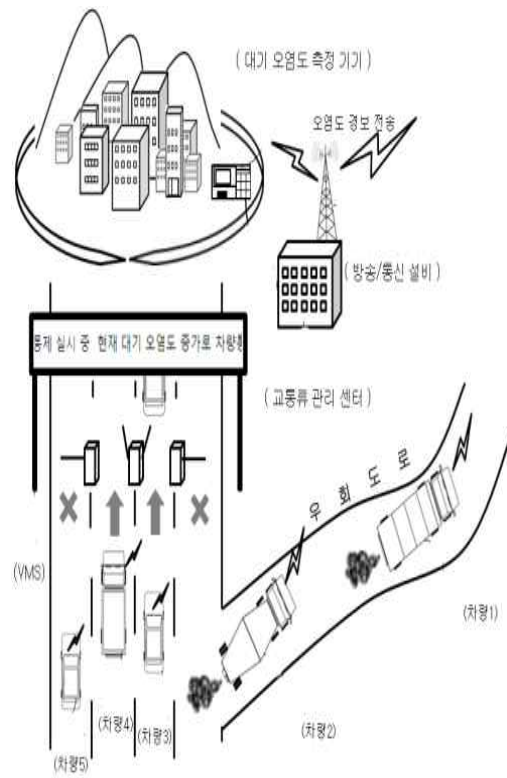
이와 같은 서비스 구현을 위해서는 대기 환경 측정 및 분석을 통하여 적정 기준치의 제시가 필요하다.. 또한 각 차량 별로 오염도 유발 등급을 정하여 차량 등록 시에 기록 등록 관리 등이 제시되었다. 아울러 효율적인 관리 제어를 위해 전

차량등록시스템 (EVR : Electronic Vehicle Registration)에도 해당 정보를 포함하는 것이 제안되었다. (그림 3)은 대기오염에 따른 교통류 제어 방안의 개념을 보여준다.

관리 대상 권역의 현재 대기오염도는 실시간으로 측정되며, 이중 자동차로 인하여 발생될 수 있는 오염항목이 특정치 이상에 도달하였을 경우, 해당 오염을 유발시키는 자동차(자동차 소유주/운전자 대상)로 오염상황 및 진입금지에 대한 통보를 발하게 된다.

각 권역의 대기 오염도에 따라 자동차 통행을 제어함에 있어서, 해당 통제 정보를 도로상의 가변정보판(VMS), 데이터 방송(DMB, 디지털 라디오 등), 이동통신, 노변-차량통신(WAVE : Wireless Access in Vehicular Environment, DSRC : Dedicated Short Range Communication) 등을 이용될 수 있다.

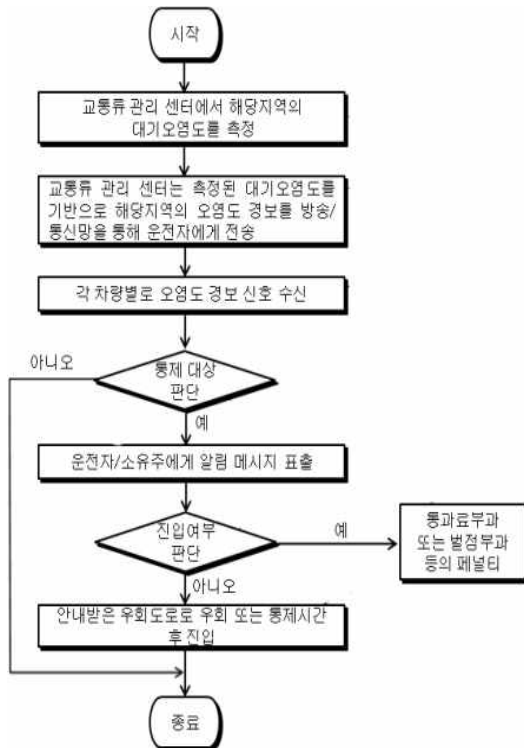
(그림 3) 대기오염에 따른 교통류 제어



(Figure 3) Traffic flow control in accordance with air pollution measures

대기 오염도에 따라 자동차 통행을 제어함에 있어서, 운전자에게 통제구간, 통제시간, 통제대상, 우회경로, 해제시각 등의 정보가 포함되어 있는 오염도 경보를 통보를 함으로써, 차량 운전자가 미리 차량 통제에 대비하도록 하고, 우회도로를 선택하거나 통제시간을 피해서 통행할 수 있게 하며, 조건부로 진입을 허용하는 방법(통과료 부과 등)으로 최대한 차량이용에 불편함이 없는 교통류 제어가 요구된다. [그림 4]는 대기 오염도에 따라 교통류를 제어하기 위한 관리 프로세스의 예시이다.

(그림 4) 대기오염에 따른 교통류 제어 프로세스



(Figure 4) Traffic flow control in accordance with air pollution measures

3. TPEG을 적용한 대기오염상황 및 차량대상정보 전송 방안

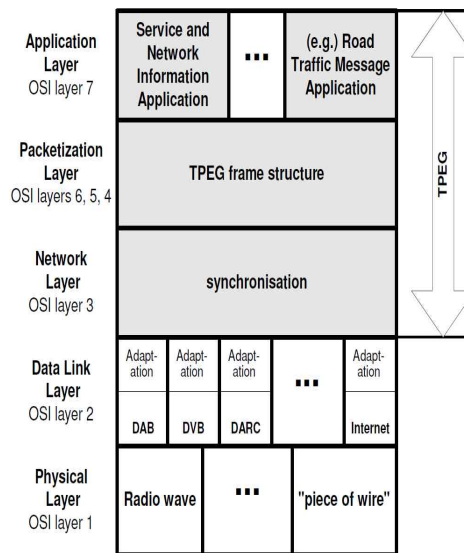
3.1 TPEG 적용 대기오염상황 및 차량대상정보 전송프레임구조설계

TPEG을 적용하는 주요장점은 다양한 디지털 전송매체를 활용하여 교통 및 여행정보 전송을 지원한다는 것이며, 다양한 종류의 응용서비스 규격들이 상호 호환성을 유지하면서 추가가 가능하다는 것이다. TPEG은 이용자들에게 이동통신, 방송 등 다양한 정보통신 매체를 이용하여 교통 및 여행자 정보를 효율적으로 제공하기 위해서 제안되었다.

TPEG은 멀티미디어 환경에서 응용, 서비스 및 전송 특성을 여행과 관련된 메시지의 부호화, 복호화, 필터링을 포함하여 사용자와 수행 시스템이 (시각적, 청각적으로) 이해할 수 있도록 하는 교통과 여행관련 정보전송을 위한 프로토콜이다.

TPEG은 바이트 지향의 스트림 형식이며, 적절한 적응계층을 가진 어떠한 디지털 매체에도 적용이 가능하다. TPEG의 메시지들은 서비스제공자들로 부터 사용자들에게 전달되며, 응용데이터를 서비스제공자의 데이터베이스로 부터 사용자의 단말까지 전송하는데 사용된다. [12]

(그림 5) TPEG 의 계층 모델



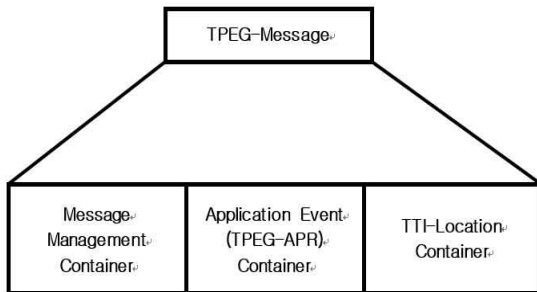
(Figure 5) Hierarchical model of TPEG

통상 TPEG을 적용한 새로운 응용서비스 기술의 개발은 OSI 계층 4, 5, 6을 대상으로 기 정의되어 있는 TPEG 프레임 구조를 적용하고, 새롭게 제안되는 응용은 OSI 7에 해당되는 범위에서

제시가 되어야 한다. [13]

우선 대기오염감소를 위한 응용서비스이므로 TPEG 응용서비스 명명체계에 따라 명칭은 TPEG-APR (Transport Protocol Expert Group - Air Pollution Reduction, “TPEG 대기오염감소 응용”) 이라고 명명하였다. 각 TPEG 체계에서의 전송 메시지들은 (그림 6)과 같은 구조를 따르며, TPEG 서비스에서 가장 활용도가 높은 TPEG-CTT (TPEG-Congestion Travel Time) 등의 다른 서비스 메시지들과 함께 전송되며, 각각의 응용서비스 메시지에는 메시지 관리 컨테이너, 위치참조 컨테이너 등과 함께 전송된다.

(그림 6) 대기오염감소응용메시지를 포함한 TPEG 메시지 구조



(Figure 6) TPEG message structure including air pollution reduction application messages

TPEG 체계에서 메시지 관리 컨테이너에는 별도의 규격으로 정해져 있는 메시지 생성 및 유효 시간 등 메시지 관리 관련 정보를 포함한다. 위치참조컨테이너에는 전송되는 정보의 해당 위치 정보가 포함된다. 즉 대기오염감소 응용인 경우 대기오염관리 대상 지역 정보가 포함되며, 위치를 지정하기 위한 별도의 표준이 정의되어 있어 이를 적용하면 된다.[16]

대기오염감소 응용을 위해 새롭게 정의되어야 할 메시지들은 대기오염상황 및 차량대상정보들에 대한 항목들이며, <표 2>와 같이 제시된 바 있다.[4]

<표 2> 대기오염감소 응용을 위한 메시지

Pollution Item	Pollution Rating	Receive alerts Object (Vehicle)	Approach Control Object Vehicle	Reference
----------------	------------------	---------------------------------	---------------------------------	-----------

(Table 2) Message structure for air pollution reduction application

3.2 TPEG-APR 메시지 부호화에

대기오염감소응용을 위한 TPEG 메시지들을 ISO 국제표준인 TPEG 체계에 따라 부호화를 하면 다음과 같이 기술될 수 있다.[13], [14], [15], [16]

3.2.1 대기오염감소 응용 컴포넌트 프레임의 부호화

프레임의 부호화에는 TPEG-SNI 응용에 의해서 동적으로 할당되는 서비스 컴포넌트 식별자(SCID)와 2 bytes로 ITU 다항식 $x^{16}+x^{12}+x^5+1$ 에 의해 생성되는 CRC가 적용된다. CRC의 계산법은 TPEG Part 2-Syntax, Semantics and Framing Structure의 부속서 C를 참조한다

$\langle component_frame(x) \rangle ::=$ 대기오염정보응용
 $\langle intunti \rangle (scid)$, : 서비스 요소 식별자($scid=x$)
 $\langle intinli \rangle$, : 응용 데이터 길이(bytes)
 $\langle crc \rangle$, : 헤더 CRC
 : 응용 데이터
 $\langle intunti \rangle (n)$, : 메시지 수
 $n * \langle apr_message \rangle$, : 대기오염 정보 메시지
 $\langle crc \rangle$; : 전체 메시지의 CRC 체크

3.2.1. 대기오염감소 응용 메시지 관리 컨테이너의 부호화

TPEG에서의 날짜와 시간은 두 가지 목적으로 사용되는데, 첫째는 TPEG 수신기가 정보를 필터링하고, 사용자에게 보여주기 위한 목적이며, 둘째는 사용자에게 보여주기 위함이 아니라 메시지 관리 목적으로 사용된다. 날짜와 시간은 Universal Co-ordinated Time(UTC)를 기준으로 ± 1 초의 정확성을 가지고 표현된다.

$\langle apr_message \rangle ::=$

<intunli>(mid), : 메시지 식별자
 <intunti>(ver), : 버전 번호
 <intunli> : 바이트로 표현되는 메시지 길이
 <bitswitch>(selector), : 메시지 요소
 if(selector=xxxxxx1)<time_t>, : 메시지 생성 시간
 if(selector=xxxxxx1x)<time_t>, : 메시지 시작 시간
 if(selector=xxxxxx1xx)<time_t>, : 메시지 종료 시간
 if(selector=xxxxxx1xxx)<time_t>, : 메시지 소거 시간
 if(selector=1xxxxxx)<apr_components>, : 대기오염감소 정보 메시지 컴포넌트

3.2.3. 대기오염감소 응용 컴포넌트 템플릿
 대기오염감소 응용 컴포넌트 템플릿은 식별자 ID 와 컴포넌트 데이터 길이 및 컴포넌트 데이터의 개수로 구성된다.

<apr_component(x)>:= : 대기오염감소 정보 메시지 컴포넌트 템플릿
 <intunti>(id), : 식별자(id)
 <intunli>(n), : 바이트 단위의 컴포넌트 데이터의 길이(n)
 n*<byte>; : 컴포넌트 데이터

3.2.4. 대기오염감소 응용 위치 템플릿
 대기오염감소 응용 위치 템플릿은 식별자 ID 와 컴포넌트 데이터의 길이 및 위치참조테이블 값을 포함한다. 위치참조테이블은 TPEG part 6 의 별도표준으로 제정되어 있다.

<apr_component(x)>:=
 <intunti>(id), : 식별자 id
 <intunli>(n), : 바이트 단위의 컴포넌트 데이터의 길이(n)
 <tpg_loc_container>; : TPEG-위치 컨테이너

3.2.5. 대기오염감소 정보
 대기오염감소 응용 위치 템플릿은 식별자 ID 와 컴포넌트 데이터의 길이 및 대기오염 항목,

오염도 및 경보대상차량, 진입대상차종 등의 정보들이 포함될 수 있으며, 오염도 항목 이하는 별도 사전 정의된 테이블을 참조한다.

<apr_component(00)>:= : 대기오염 정보
 <intunti>(id), : 식별자, id=00
 <intunli>(n), : 바이트 단위의 컴포넌트 데이터 길이(n)
 <apr01>, : 오염도 항목
 <apr02>, : 오염 등급
 <apr03>, : 경보대상차량
 <apr04>, : 진입대상차종

5. 결론

본 연구에서는 날로 심각해져가는 대기오염의 심각성과 자동차가 대기오염에 미치는 영향 및 대기오염을 감소시키기 위한 노력들에 대해서도 살펴보았다. 아울러 자동차에 의한 대기오염을 감소시키기 위한 방법으로 교통 및 여행자정보 전송을 위한 국제표준기술인 TPEG을 적용하는 방법을 제안하였다. TPEG은 매체에 종속되지 않고, 계층적인 방법으로 정보를 전송할 수 있으며, 수신기 등이 널리 보급되어 있다. 따라서 본 연구에서 해결하고자하는 대기오염 상황 전파 및 대기오염이 기준치 이상을 초과한 권역의 오염을 감소시키기 위한 차량진입 억제 등에 적용하기에 독립적인 전송방법을 적용하는 것보다 효과적인 방법이 될 수 있다. 향후 추가 연구 사항으로서는 대기오염도 항목 및 오염도, 통제 차량 대상 및 통제의 종류 등을 구체적으로 정하여 차량 통제 시스템 등을 구현하는 방안 등이 포함될 수 있을 것이다.

References

[1] How can air pollution hurt my health ?. Lawrence Berkeley Lab
 [2] Y.J. Jung, A Study on Unattended operating system of air pollution, Konkuk University Master's thesis, 2012

[3] A Comparative Study on Air pollutants, Journal of Korean Society of Transportation, 2001

[4] S.W. Lee, Y.J. Moon, A Study on Traffic flow control in accordance with air pollution measures, 2013. 5, Proceedings on Korean Society of ITS, 2013. 5

[5] Youngho Jeong, Whanwoo Kim, A novel TPEG application for location based service using terrestrial-DMB, IEEE Consumer Electronics, 2006. 2

[6] Annals of Air Pollution, National Institute of Environmental Research, 2013, 11

[7] Annals of Air Pollutant Emission(2008), National Institute of Environmental Research, 2010

[8] http://en.wikipedia.org/wiki/Air_Pollution_Index

[9] <http://aqicn.org/city/beijing/>

[10] Y.S. Kim, Metropolitan Air Quality Management Issues and Challenges, 2005

[11] Trends in domestic and foreign auto emission standards, National Institute of Environmental Research Transportation, Environmental Research Center, 2013. 7. 2

[12] TPEG - What is it all about? -, TISA, April 2012

[13] ISO TS 18234-1 Transport Protocol Experts Group (TPEG) TPEG Specifications Part 1: Introduction, Numbering and Versions

[14] ISO TS 18234-2 Transport Protocol Experts Group (TPEG) TPEG Specifications Part 2: Syntax, Semantics and Framing Structure

[15] ISO TS 18234-3 Transport Protocol Experts Group (TPEG) TPEG Specifications Part 3: Service and Network Information Application

[16] ISO TS 18234-6 Transport Protocol Experts Group (TPEG) TPEG Specifications Part 6: Location referencing for Applications

[17] Tae Sik Kim, Visualization of Air Quality based on the IMPROVE Models, Journal of Digital Contents Society Vol. 10 No. 2 Jun. 2009(pp. 299-307)



이 상 운

1987년 : 연세대학교 대학원 (공학 석사)

2005년 : 연세대학교 대학원 (공학 박사-디지털통신)

1991년~2005년: MBC 기술연구소

2005년~2009년: 연세대학교 차세대방송연구센터 연구교수

2009년~현재: 남서울대학교 멀티미디어학과 교수
 관심분야 : 모바일멀티미디어방송 (Mobile Multimedia Broadcasting), 지능형교통시스템 (ITS), 디지털방송 (Digital Broadcasting) 등