

CDMA기반 무선 원격진단 및 관리를 위한 지능형 차량 정보 시스템

(An Intelligent Land Vehicle Information System for
CDMA-based Wireless Remote Diagnosis and Management)

김 태 환[†] 이 승 일[†] 홍 원 기^{††}

(Tae Hwan Kim) (Seung Il Lee) (Won Kee Hong)

요약 현재 까지 지능형 자동차의 서비스 형태는 주로 차량 운전자에 대한 유용한 정보제공과 엔터테인먼트를 중심으로 연구 되어 왔다. 그러나 유비쿼터스 환경에서의 지능형 자동차와 같이 시간과 장소의 구애됨 없이 언제 어디서든 자동차와 대화 및 제어가 가능한 서비스 제공에는 많은 제약 사항을 가진다. 본 논문에서는 CDMA 이동통신망을 기반으로 웹상에서 차량의 무선 원격진단과 관리 가능한 지능형 차량정보시스템을 설계 및 구현 하였다. 구현한 지능형차량정보시스템은 본 논문에서 제안하는 컷앤콜백 매커니즘을 사용하여 언제 어디서든 웹브라우저를 통하여 원격지 차량의 제어와 진단이 가능하며, 제어 조작자와 차량 간의 이동성을 제공한다. 본 논문에서는 CDMA 기반의 지능형 차량 정보시스템의 설계 기법을 설명한다. 또한, 제안한 시스템의 구현을 통한 시스템의 성능분석이 이루어진다. 실험결과, 웹 클라이언트의 요구에 의한 차량단말의 초기 접속 응답 시간은 평균 10.302초를 보였으며, 초기 접속 완료 후 646.44ms의 응답시간을 보였다. 또한 차량 단말에 의한 CAN 센서노드의 응답시간은 평균 6.669ms를 보였다.

키워드 : 지능형차량정보시스템, 웹기반제어, 차량 내 센서네트워크, 차량원격제어, 차량원격진단

Abstract Researches on services of vehicles have been mainly focused on how to provide useful information and entertainment for an in-vehicle driver. However, the needs are appreciably increased for more advanced services that help drivers to check and manage their vehicles conveniently, without requiring drivers to attach to their vehicles. It is a sort of ubiquitous computing, providing an intelligent interactive services for human at any time and any where. In this paper, we present an intelligent vehicle information system to enable a driver to remotely diagnose and control a vehicle via CDMA communication network connected to the Internet. The system improves mobility for diagnosis and control of vehicle by implementing a cut and call back mechanism, which allows the vehicle terminal to have access to the information server on the Internet via CDMA call. No matter where the driver is, he can obtain the remote diagnosis and control services on the web browser without any additional application installation. Design methodology is introduced and evaluation results are analyzed for the CDMA-based intelligent vehicle information system. The experimental results show that the response time of the vehicle terminal to a web client request is 10.302 seconds at the beginning and 646.44ms thereafter. The average response time of CAN sensor node to a vehicle terminal request is 6.669ms.

Key words : Intelligent Vehicle Information System, Web-based Control, In-Vehicle Sensor Network, Vehicle Remote Control, Vehicle Remote Diagnosis

· 본 연구는 산업자원부의 출연금 등으로 수행한 지역전력산업 석·박사 연구
인력 양성사업의 연구 결과임

† 학생회원 : 대구대학교 정보통신공학과
thkim76@daegu.ac.kr
silee212@daegu.ac.kr

†† 정회원 : 대구대학교 정보통신공학과 교수
wkhong@daegu.ac.kr
논문접수 : 2005년 11월 10일
심사완료 : 2006년 2월 10일

1. 서론

정보통신 기술의 발달은 자동차를 가상공간과 물리적 공간이 융합된 또 다른 형태의 '제3의 디지털 공간'으로 빠르게 변모 시키고 있다. 이동수단으로서의 자동차의 기능뿐만 아니라 유/무선 정보통신 기술의 발전으로 이중 네트워크간의 융합이 가능해짐에 따라 자동차와 정보통신 네트워크간의 새로운 패러다임을 창출하고 있다. 텔레매틱스와 같이 정보통신 기술과 자동차의 융합을 통하여 움직이는 사람과 차량에 대한 고도화된 정보서비스를 제공하는 지능형 차량 정보시스템은 ITS의 핵심 기술이라 할 수 있다.

현재 까지 지능형 자동차의 서비스 형태는 주로 차량 운전자에 대한 유용한 정보제공과 엔터테인먼트를 중심으로 연구 되어 왔다[1]. 그러나 이러한 연구들은 유비쿼터스(Ubiquitous) 환경의 지능형 자동차와 같이 시간과 장소의 구애됨 없이 언제 어디서든 자동차와의 대화와 제어가 가능한 서비스 제공에는 많은 제약 사항을 가진다. 유비쿼터스 환경에서 지능형 자동차의 모습은 유/무선 네트워크 공간속에 존재하여 지능과 통신 능력을 갖춘 노드의 역할을 수행하게 된다. 또한 차량의 위치, 기온기, 속도, 배터리, 유압, 온도, 습도 등의 차량 고유의 센싱 정보 등이 외부 네트워크에 제공되며, 차량이 제공한 센싱 정보는 외부 네트워크 내에서 유용한 정보로 가공/처리되어 언제 어디서든 차량 운전자와 외부 네트워크 사용자가 서비스를 제공받을 수 있게 된다.

무선 차량 원격진단 및 관리를 위한 지능형 차량 정보시스템은 자동차와 유/무선 통신 기술이 융합된 형태로써 유비쿼터스 환경에서 가장 가시적인 지능형자동차의 모습이라 할 수 있다. 기존의 근거리 유/무선 통신을 이용한 원격 진단 및 관리 시스템은, 외부네트워크와 연동이 어려우며 제공 가능한 서비스 및 시스템 확장에 많은 제약을 갖는다. 또한 차량 환경과 같이 이동성이 강한 환경에서 충분한 이동성을 보장하지 못하며 근거리 무선 통신을 이용 하므로 보안 부분에 많은 취약성을 갖고 있다. 인터넷 망을 기반으로 제어 기기들을 원격으로 제어 하고 진단하기 위한 시스템들도 제안되어 왔으나 이는 주로 고정된 환경의 제어 대상 시스템을 중심으로 하고 있다. 또한 유선의 인터넷을 기반으로 하고 있어 이동성이 강한 차량 환경에 기존의 원격 진단 및 관리 기법을 적용하기에는 많은 제약사항을 갖는다 [2-4]. 따라서 차량의 이동환경을 고려한 무선 원격 진단 및 관리 시스템의 연구가 요구된다.

본 논문에서는 차량의 이동환경을 고려하여 무선 원격 진단 및 관리가 가능한 지능형 차량 정보 시스템을

제안한다. 차량의 이동성을 보장하기 위한 방법으로 이동통신망을 이용한 CDMA(Code Division Multiple Access)기반의 지능형 차량 정보시스템을 설계 하였으며, 차량과 서버사이의 양방향 통신 접속을 보장하기 위한 컷앤콜백(Cut and Call Back) 기법을 제안 하였다. 차량의 제어와 상태 정보 수집을 위한 차량 내 정보 단말과 CAN(Controller Area Network)기반의 차량 내 네트워크의 설계 및 구현을 통하여 제안한 시스템의 성능을 분석 하였다. 또한 이동 차량의 웹기반 실시간 원격 진단 및 관리를 위한 서버와 클라이언트의 설계와 구현을 통하여 실시간 응답특성을 분석 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 차량 원격 진단 및 관리 시스템과 관련한 기존 연구와 요구 사항에 관하여 살펴보고, 3장에서는 이동 환경에서의 차량 원격 진단 및 관리 서비스의 특징에 대하여 설명한다. 4장에서는 본 논문에서 제안하는 이동환경에서 CDMA 기반의 차량 원격 진단 및 관리 시스템의 설계 기법을 설명 한다. 5장에서는 제안한 시스템의 구현을 통한 실험과 결과를 기술하고, 6장에서 결론과 향후과제를 제시 한다.

2. 차량 원격제어 및 진단

기본적인 차량 무선 원격 진단 및 관리(Remote Diagnosis and Management, RD&M) 시스템은 그림 1과 같이 차량 상태를 인식하는 센서(Sensor), 차량 제어를 담당하는 액츄에이터(Actuator), 제어유닛(Control Unit), 통신을 담당하는 통신모듈(Communicatio Module) 등으로 구성된다.

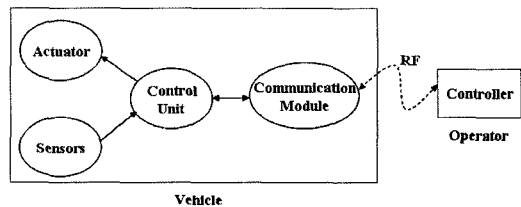


그림 1 RD&M의 기본 모델

기존의 차량 원격 진단 및 관리 시스템은 근거리 무선통신을 중심으로 연구되어 왔다[5-7]. 그러나 이러한 방식의 제어기법들은 시스템의 확장과 보안문제에 많은 취약성을 가지며, 조작자와 차량의 이동성을 보장하지 못한다. 또한 기존 웹기반의 원격제어 및 진단 시스템은 고정된 제어대상시스템을 중심으로 연구되어 이동성이 강한 차량환경에 적합하지 않다[8-12]. 차량 중심의 웹기반 원격 진단 및 관리 시스템에 관한연구들에서는 차

량의 센싱 정보를 일반적으로 외부 네트워크로 제공하는 형태의 시스템으로써 다양한 형태의 서비스와 양방향 서비스 제공에 많은 제약을 가진다[13-15].

따라서 본 논문에서는 차량 환경의 무선 원격 진단 및 관리 시스템을 위하여 다음과 같은 요구 조건을 정의 하였다. 첫째, 원격지의 사용자와 차량 내 사용자 모두 제어 명령을 내리고 응답을 받아 확인할 수 있는 양방향 서비스 구조를 가져야 한다. 둘째, 차량 환경을 충분히 고려한 웹기반 원격 진단 및 관리 시스템과 차량 내의 지능형 정보단말 시스템이 요구 되어야 한다. 셋째, 사람과 차량에 대한 이동성과 보안 기능을 가져야 한다.

3. 이동환경에서의 웹기반 차량 RD&M

차량 원격 진단 및 관리가 가능한 지능형 차량 정보 시스템(Intelligent Vehicle Information System, IVIS)에서 가장 고려되어야 할 요소는 원격 진단 및 관리 서비스에 대한 이동성 제공, 양방향 서비스, 그리고 보안 문제라 할 수 있다.

차량과 같이 이동성이 제공되어야 하는 통신 환경은 언제 어디서나 단절 없는 인터넷 접속이 가능한 모바일 IP와 같은 기술이 요구 된다. 그러나 현재의 인터넷 프로토콜은 인터넷에 접속하는 정보단말이 고정된 위치와 IP주소를 사용한다는 가정 하에 서비스가 이루어지고 있다. 반면, 이동성이 강한 차량 환경에서는 이동통신망의 무선 패킷 데이터 통신을 이용한 인터넷 접속방법이 보다 효과적이다. 그러나 이동통신망을 사용할 경우 인터넷망에서 차량 정보 단말의 IP와 네트워크 위치를 알 수 없게 되므로 인터넷 망에서 차량정보단말의 접속을 제공할 수 없는 문제점을 안고 있다[15-18].

인터넷 상의 웹 사용자와 차량 내 사용자는 인터넷을 통해 제어서버에 접속하여 양방향의 차량 원격 진단 및 관리 서비스를 제공 받을 수 있어야 한다. 이러한 양방향 서비스를 제공하기 위하여 차량의 이동 환경을 고려한 서버-클라이언트 모델 기반의 네트워크 구성이 매우 중요하다.

그림 2는 차량 지향 서버-클라이언트 모델을 보여준다. 이 모델의 경우 차량 내에 제어 서버를 두고 있기 때문에 고성능, 대용량 PC급의 차량용 서버(Car Server)가 필요하다. 또한 웹상의 사용자는 언제든지 차량내의 제어서버에 접속 가능해야 하기 때문에 고속의 무선네트워크 인프라와 IPv6기반의 모바일 IP와 같은 동적 연결성을 보장할 수 있는 무선 인터넷 프로토콜이 요구된다. 현재의 IPv4기반의 인터넷 프로토콜에서는 이러한 동적 연결성을 보장하기에는 많은 제약사항이 따른다.

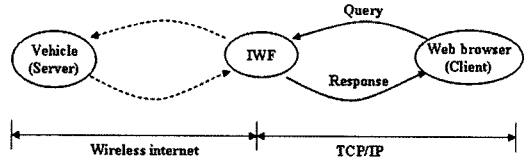


그림 2 차량지향 서버-클라이언트 모델

본 논문에서는 그림 3과 같이 제어서버가 차량과 분리된 형태의 서버-클라이언트 모델을 제시하였다. 이 모델의 경우 차량 운전자는 차량 내 지능형 차량 정보단말과 CDMA기반의 무선 패킷 데이터 통신을 통해 원격지의 제어 서버에 접속하므로 차량의 이동성을 보장할 수 있다. 웹 사용자는 TCP/IP 기반의 웹브라우저를 통해 언제 어디서든 제어서버에 접속하여 차량 원격 진단 및 관리서비스를 제공 받을 수 있다.

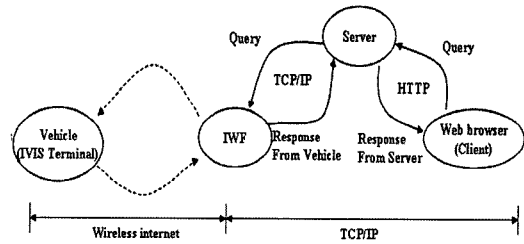


그림 3 네트워크 지향 서버-클라이언트 모델

제한한 차량 원격 진단 및 관리 서비스를 위한 네트워크 모델은 차량 운전자와 웹사용자 모두 이동환경에서 양방향 원격 진단 및 관리 서비스를 제공 받을 수 있다. 또한 제안한 모델은 제어서버와 다른 네트워크와의 연동이 쉬우며, 동시에 다수의 사용자가 차량 원격 진단 및 관리 서비스를 제공 받을 수 있는 장점을 가진다. CDMA망을 기반으로 하여 무선 패킷 데이터 통신이 이루어지기 때문에 외부에서 공격이 사실상 불가능하며, 공개키 기반의 인증 기법과 암호화 기법을 통해 강력한 보안 기능을 가질 수 있다. 또한 최대 시속 250km/h에서도 우수한 연결성을 보장하는 장점을 가진다.

4. CDMA기반의 차량 원격 진단 및 관리 서비스를 위한 지능형 차량 정보 시스템의 설계

그림 4는 본 논문에서 제안하는 차량 원격 진단 및 관리를 위한 CDMA 기반의 지능형 차량 정보시스템(CDMA-Based Intelligent Vehicle Information System, CB-IVIS)의 구조를 보여주고 있다. CB-IVIS는 제어서버, IVIS 터미널, 웹브라우저와 이동전화를 사용하는 사용자로 구성된다.

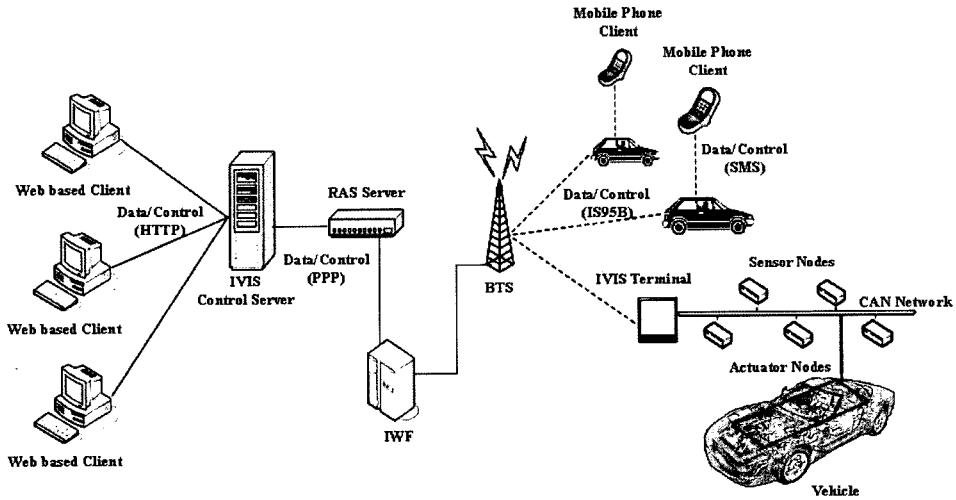


그림 4 지능형 차량 정보시스템의 시스템 구조

4.1 제어 서버

CB-IVIS의 제어서버는 웹기반 사용자와 IVIS터미널 사용자에게 차량 원격 진단 및 관리 서비스를 제공하기 위한 핵심적인 역할을 수행한다. 그림 5와 같이 CB-IVIS의 제어서버는 크게 웹서버(Web Server), 보안관리자(Security Manager), 서버-터미널 통신 관리자(Server-Terminal Communication Manager), 언어번역기(Language Converter), 그리고 코어엔진(Core

Engine)등으로 구성된다.

웹서버는 웹기반의 표준 웹브라우저를 사용하는 사용자에게 차량 원격 진단 및 관리 서비스 제공을 위한 인터페이스를 제공한다. 서버-터미널 통신 관리자(Server-Terminal Communication Manager)는 제어서버와 CB-IVIS 터미널 사이의 CDMA기반의 무선 패킷 데이터통신의 연결성 보장 및 접근제어를 담당한다. 보안 관리자는 웹기반 사용자와 제어서버간의 인증 및 보안을 담당

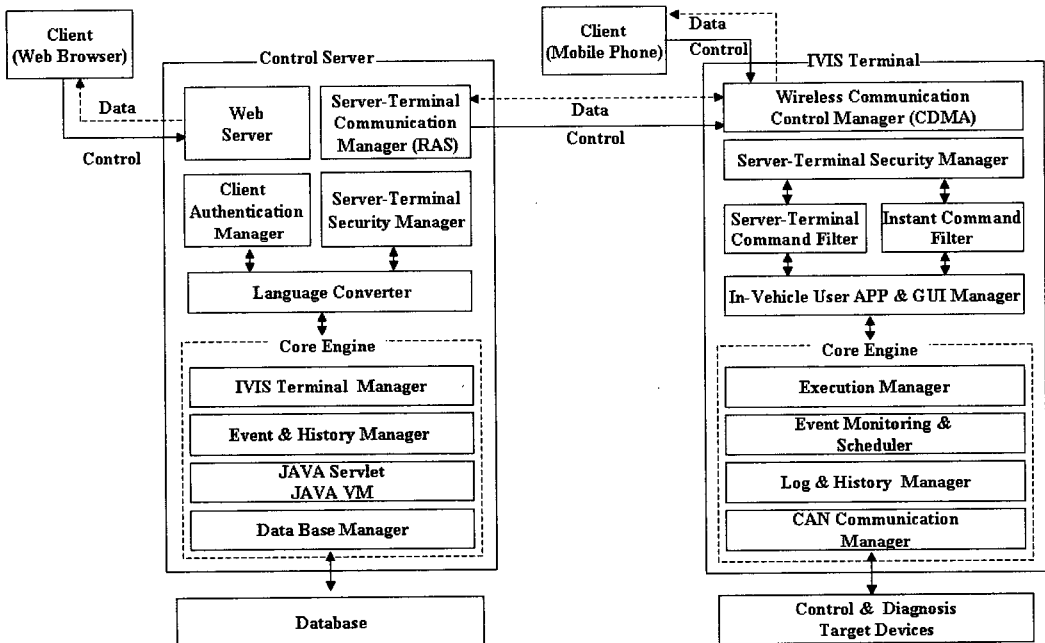


그림 5 RD&M 서비스를 위한 지능형 차량 정보시스템의 소프트웨어 구조

하는 클라이언트 인증 관리자(Client Authentication Manager)와 제어서버와 CB-IVIS 터미널과의 인증 및 보안을 담당하는 서버-터미널 보안 관리자(Server Terminal Security Manager)로 구성된다. 언어변환기(Language Converter)는 코어엔진과 함께 이종 프로토콜간의 정보교환을 담당한다. 특히, 웹기반 사용자의 HTTP(HyperText Transfer Protocol) 데이터와 CB-IVIS 터미널과의 통신에 사용되는 PPP(Point to Point Protocol) 데이터 사이의 데이터 형식변환을 담당한다.

코어엔진은 IVIS터미널 관리자(IVIS Terminal Manager), 이벤트 및 이력 관리자(Event and History Manager), 데이터 베이스 관리자(Database Manager)로 구성된다. IVIS 터미널 관리자는 차량 원격 진단 및 관리 서비스를 위한 IVIS 터미널 접속요구관리, 차량 원격 진단 및 관리 서비스를 위한 데이터전송 및 수신 관리, IVIS터미널 정보관리 등을 담당한다. 이벤트 및 이력관리자는 차량 원격 진단 및 관리 서비스를 위한 이벤트 분석, 제어명령전송 및 실행, 수신데이터 분석, Log파일 생성 등을 담당한다. 데이터베이스 관리자는 차량 원격 진단 및 관리 서비스를 위한 데이터의 갱신, 색인, 원격DB관리 등을 담당한다.

4.2 차량단말기

지능형 차량 정보 시스템에서 차량 단말기는 두 가지 주요 기능을 수행한다. 첫째, 제어서버로부터 전송 받은 차량 제어명령을 수행하며, 차량의 제어 및 진단 결과를 제어서버로 전송한다. 둘째, 제어 서버로부터 유용한 정보로 가공/처리된 차량 원격 진단 및 관리 정보를 전송 받아 차량 내 사용자에게 제공 한다.

CB-IVIS 터미널은 무선통신제어 관리자(Wireless Communication Control Manager), 서버-터미널 보안 관리자(Server Terminal Security Manager), 명령어 필터(Command Filter), 차량 내 사용자 어플리케이션 및 그래픽 유저 인터페이스 관리자(In-Vehicle Application and GUI Manager), 코어엔진으로 구성된다.

무선통신제어 관리자는 제어서버와 CB-IVIS터미널간의 무선 패킷데이터 통신의 연결성과 접근제어를 담당하며, 이동전화사용자를 위한 단문문자 (Short Message Service) 제어 서비스를 제공한다. 특히, CDMA 이동통신 기반 무선 패킷 데이터 통신에서 터미널은 제어서버의 고정된 네트워크 주소를 알고 있으며, 직접 PPP(Point to Point Protocol) 접속이 가능하다. 반면, 제어 서버는 이동환경에 있는 터미널의 네트워크 주소를 알 수 없기 때문에 제어서버가 터미널로 접속을 시도하기가 어렵다. 이러한 문제를 해결하기 위해 무선통신제어 관리자는 컷엔콜백(Cut and Call Back) 메커니즘을 사용하여 서버-터미널 사이의 양방향 접속을 보장한다.

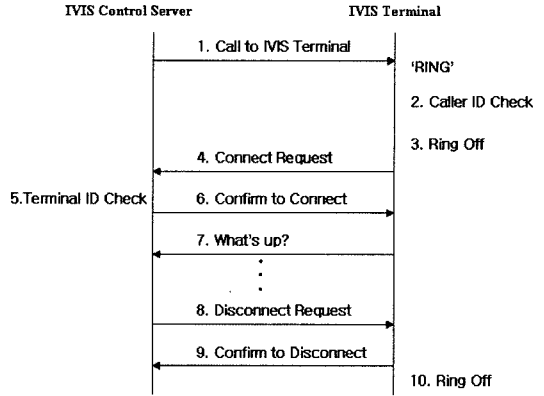


그림 6 컷엔콜백 메커니즘의 절차

그림 6은 본 논문에서 제안한 제어서버와 CB-IVIS 터미널 사이의 양방향 연결성 보장을 위한 컷엔콜백 기법의 절차를 나타내었다. 기존 이동통신망은 모바일 IP와 달리 이동환경에서 양방향 네트워크 연결성을 제공하지 못한다. 따라서 컷엔콜백 기법은 이러한 문제점을 해결하기 위해 사용자발신번호표시(Caller ID Service)를 이용한다. 먼저 제어서버가 CB-IVIS터미널을 호출하게 되면 터미널은 제어 서버의 발신번호를 통해 접속요구를 인지한 후 호를 해제 한다. 그 후 CB-IVIS 터미널은 자신을 호출한 제어서버에 접속을 시도하여 제어서버와 CB-IVIS 터미널 사이의 양방향 연결성이 보장된다.

서버-터미널 보안 관리자는 제어서버와 모바일단말 사용자로부터의 IVIS터미널 접속요구에 대한 인증관리와 접근제어를 담당한다. 명령어 필터는 서버-터미널 명령어 필터와 즉응 명령어 필터로 구성되며, 각각 서버와 이동전화로부터의 제어명령 분석과 결과통보 등을 관리한다. 차량 내 사용자를 위한 GUI형태의 정보제공과 제어서버가 제공하는 차량 관리정보 제공은 차량 내 사용자 어플리케이션 및 GUI관리자가 담당한다.

코어엔진은 실행관리자(Execution Manager), 이벤트 감시 및 스케줄러(Event Monitoring and Scheduler), Log 및 이력관리자, CAN통신 관리자로 구성된다. 실행 관리자는 실질적인 차량 제어와 진단을 위한 제어명령의 수행을 담당한다. 이벤트 감시 및 스케줄러는 센싱 정보의 감시와 통보, 액추에이터 구동을 위한 제어명령 생성의 임무를 담당한다. Log 및 이력 관리자는 IVIS터미널에서 발생한 각종 이벤트 및 정보에 대한 Log파일 생성과 관리를 담당한다. CAN통신 관리자는 CB-IVIS 터미널과 차량 내 CAN네트워크간의 통신 인터페이스를 제공하며 이를 통해 차량 내 센서들로부터 차량 상태 정보를 수집하고 액추에이터를 구동한다.

5. 제안한 시스템의 구현 및 실험

5.1 차량 원격 진단 및 관리 서비스를 위한 CB-IVIS의 구현

그림 7은 본 논문에서 제안한 CB-IVIS의 시스템 구성을 나타내었다. 구현한 시스템은 웹 클라이언트, 모바일 클라이언트, CB-IVIS 제어서버, IVIS 터미널로 구성된다.

차량 원격 진단 및 관리 서비스를 제공하는 CB-IVIS 제어 서버는 자바(JAVA)기반으로 구현되었으며, CB-IVIS 터미널은 임베디드 리눅스를 운영체제로 하는 임베디드 시스템으로 구현하였다. 개발한 CB-IVIS 터미널은 CAN 통신 인터페이스, GPS, CDMA 모뎀, TFT LCD등으로 구성되어 있다.

그림 8은 본 논문에서 제안하는 웹기반 지능형 차량 정보시스템을 위해 개발된 CB-IVIS 터미널과 센서노드, 액추에이터 노드 그리고 CAN 네트워크를 위한 와이어 하니스(Wire Harness)의 구성을 보여주고 있다. 사용된 센서노드는 온도, 습도, 기울기(2 Axis), 배터리,

GPS, 기압, 속도, 고도 등의 정보를 센싱 한다. 액추에이터 노드는 Horn, Head Lamp, Door, Digital Radio 제어 유닛으로 구성된다. CAN 버스에 연결된 각 노드들은 마스터-슬레이브 통신모델을 기반으로 동작하며, 지능형 차량 정보단말이 마스터 권한을 가지고 각 노드들의 제어와 정보 수집을 담당 한다.

그림 9는 본 논문에서 사용된 서버-터미널 사이의 CDMA기반의 무선 패킷 데이터 통신을 위한 프로토콜 스택을 나타내었다. 사용된 CDMA 모뎀은 TCP/IP 스택을 가지고 있다. CB-IVIS 터미널은 RS-232통신과 AT커맨드를 통해 모뎀을 제어하고 데이터를 전송 한다. CB-IVIS 터미널은 CDMA모뎀의 IS-95 B프로토콜을 통하여 BSC(Base Station Controller)와 IWF(Inter-Working Function)를 거쳐 IVIS서버에 접속하게 된다.

그림 10은 본 논문에서 구현한 CB-IVIS 터미널과 차량 내 CAN 네트워크에 연결되는 센서노드, 액추에이터 노드가 실제 차량에 장착된 시뮬레이션 환경을 보여 준다. 시뮬레이션 차량을 통해 차량의 Door, Head

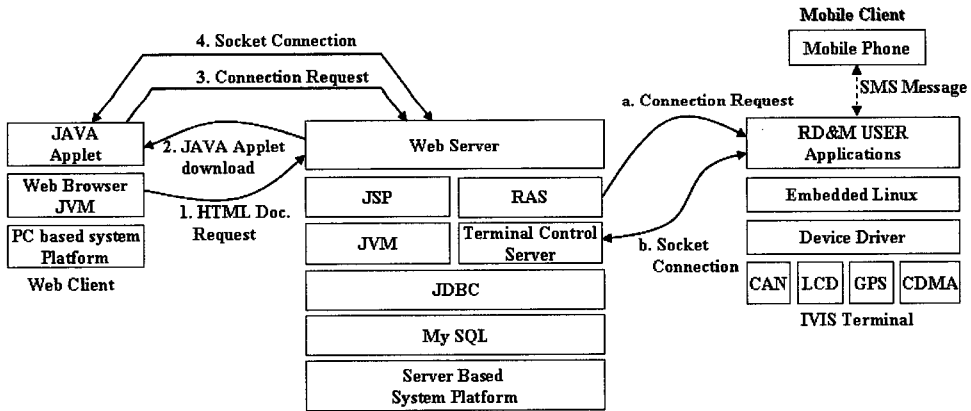


그림 7 CDMA기반 IVIS의 구현 플랫폼

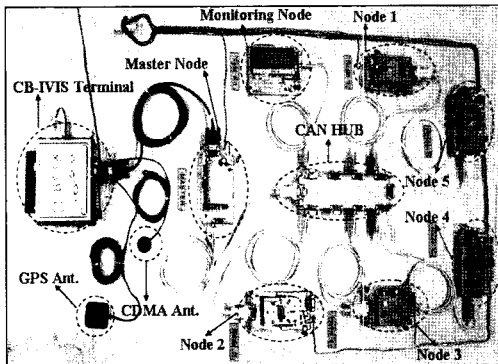


그림 8 CB-IVIS 터미널과 CAN 네트워크

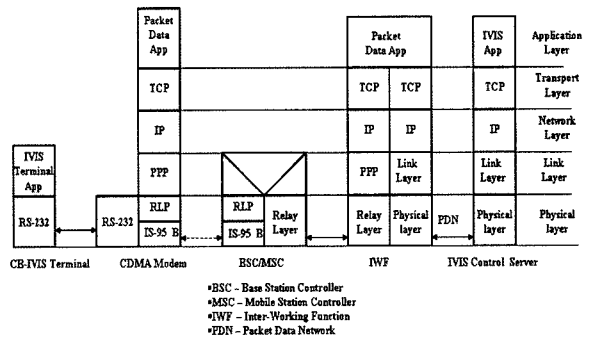


그림 9 CB-IVIS 제어서버와 터미널 사이의 프로토콜 스택

*BSC - Base Station Controller
 *MSC - Mobile Station Controller
 *IWF - Inter-Working Function
 *PDN - Packet Data Network

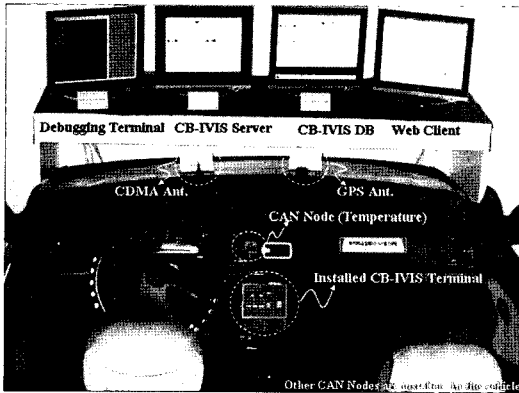


그림 10 CB-IVIS의 실험 환경

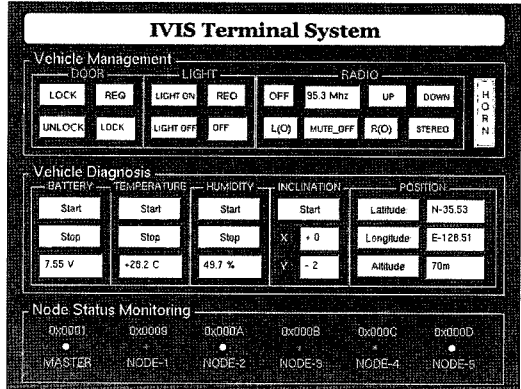


그림 11 CB-IVIS 터미널의 실시간 RD&M 서비스

Lamp, Horn, Digital Radio 등의 원격제어 실험, 차량의 센서노드 정보 수집을 통한 원격진단 서비스 실험, 응답 특성 및 성능분석실험 등이 이루어진다.

그림 11은 구현한 CB-IVIS 터미널의 그래픽 유저 인터페이스를 보여주고 있다. 차량 내 CAN 네트워크에 연결된 센서노드로부터 수집한 차량 센싱 정보를 사용자에게 제공한다. 또한 터미널 GUI를 통해 CAN 네트워크에 연결된 액추에이터를 직접 구동 시킨다.

웹기반의 원격지 차량에 대한 실시간 원격 진단 및 관리 서비스는 그림 12와 같이 웹브라우저를 통해 이루어진다. 웹 클라이언트의 요청에 의해 제어서버는 CB-IVIS 터미널에 접속하여 터미널로 부터 차량의 온도,

습도, 배터리, 기울기, 속도, 고도, 기압 등의 차량 센싱 정보를 실시간으로 제공받아 웹 사용자에게 제공한다. 웹브라우저 상의 JAVA Applet은 이러한 정보를 GUI 형태로 가공 처리하여 사용자에게 유용한 형태로 제공한다. 또한 웹 브라우저를 통해 원격지 차량에 대한 Door, Light, Horn, Digital Radio 등의 제어 서비스를 제공한다.

5.2 CB-IVIS의 성능분석 실험

웹 클라이언트의 요청에 의하여 CB-IVIS 시스템의 최하위단에 위치하는 CAN노드에서 수집한 데이터를 웹 브라우저 사용자에게 전송하는데 걸리는 시간을 분석하였다. 분석은 그림 13과 같이 3개의 타이밍 섹션으로 나

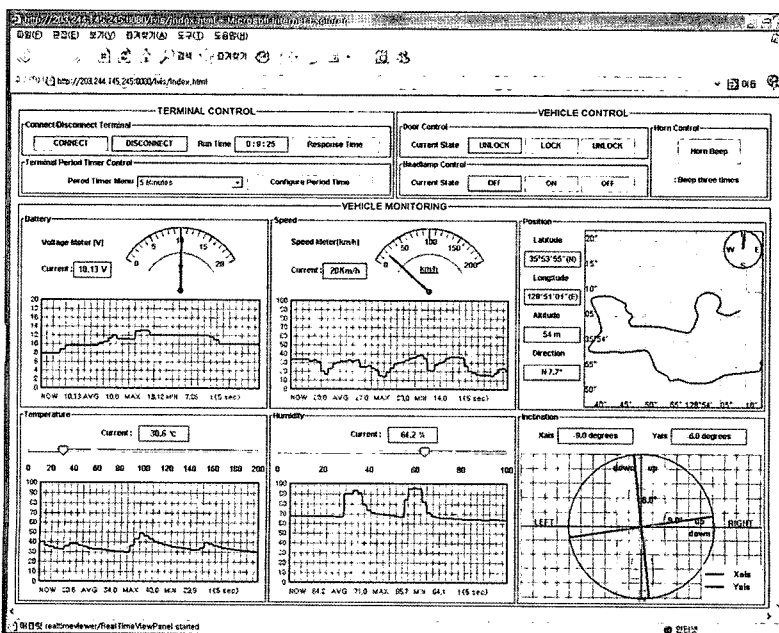


그림 12 CB-IVIS의 웹기반 실시간 RD&M서비스

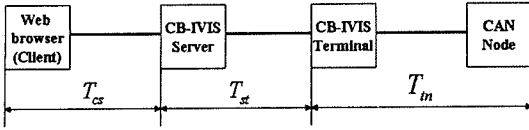


그림 13 CB-IVIS의 성능분석 모델

누어 CDMA기반 실시간 차량 원격 진단 및 관리 서비스의 응답특성을 분석 하였다. 차량의 제어와 관리를 위한 양 노드 간의 데이터는 CB-IVIS 터미널과 CB-IVIS서버를 거치게 된다.

T_{cs} 는 웹 클라이언트의 요구에 의한 서버의 응답시간, T_{st} 는 서버의 요구에 의한 CB-IVIS터미널의 응답시간, T_{in} 는 터미널의 요구에 의한 CAN 네트워크에 접속된 노드의 응답시간이라 할 때, 웹 클라이언트의 요구에 의해 차량 내 노드의 정보가 사용자에게 제공되기까지의 응답시간 T_{rtt} (Round Trip Time)는 다음의 식으로 정리할 수 있다.

$$T_{rtt} = T_{cs} + T_{st} + T_{in}, \quad (1)$$

T_{cs} = Client to Server Response time

T_{st} = Server to Terminal Response time

T_{in} = Terminal to Sensor Node Response time

클라이언트의 서비스 요구에 대한 서버의 응답 시간 T_{cs} 는 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다. 이 구간에서의 응답시간은 클라이언트의 시스템 환경, 전송 메시지의 크기, 네트워크 환경, 네트워크 부하 등에 따라 응답시간이 상당히 가변적이며 예측하기가 어렵다. 일반적으로 유선 인터넷 구간에서 수 십 ms 이내의 응답시간을 가진다. 본 논문에서는 실험결과 10ms 이내의 응답시간을 보였다. T_{cs} 는 크게 웹문서와 JAVA 애플릿 데이터 처리시간, 웹문서와 애플릿 다운로드 시간, 메시지 전송 지연시간으로 구성되며 다음의 식으로 나타낼 수 있다.

$$T_{cs} = \delta_{cproc} + \delta_{javadown} + \delta_{csdelay}, \quad (2)$$

δ_{cproc} = Client Processing time

$\delta_{javadown}$ = Java Applet Download time

$\delta_{csdelay}$ = Client to Server Propagation Delay

식 (3)은 제어서버의 요구에 의한 CB-IVIS 터미널의 응답시간 T_{st} 를 정의하고 있다. 제어서버의 성능과 무선 인터넷 구간의 부하 등 예측하기 어려운 가변적인 요소가 포함되어 있다. T_{st} 는 제어서버의 송수신 데이터 처리시간, RAS(Remote Access Service)서버에 의한 CB-IVIS 터미널의 초기 접속 시간, 무선 전송 구간의 전송 지연 시간 등으로 나타낼 수 있으며, 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$T_{st} = \delta_{sproc} + \delta_{cutback} + \delta_{stdelay}, \quad (3)$$

δ_{sproc} = Server Processing time

$\delta_{cutback}$ = Server Cut and Call Back delay

$\delta_{stdelay}$ = Air Space Data Propagation Delay

본 연구에서는 무선 인터넷 구간에서 IS-95B프로토콜을 사용하였으며, 최대 64 Kbps의 통신 속도를 가지는 무선 인터넷을 가정하였다. 따라서 실험과 측정에 의한 평균값을 고려하여 최악의 경우의 응답시간(Worst-case Response Time)을 계산하는 것이 효과적이라 할 수 있다.

그림 14는 제어서버와 CB-IVIS 터미널이 각각 접속요구를 한 후 접속이 성공적으로 이루어 질 때까지의 응답시간을 측정된 결과이다. 그림 14에서 X축은 제어서버와 CB-IVIS 터미널의 접속 요구 수를 나타낸다. 실험결과, 표 1에서와 같이 본 논문에서 제안한 컷엔콜백 기법을 사용하여 제어서버가 CB-IVIS 터미널에 접속요구를 하였을 경우, 평균 10.302초 통신 접속시간을 보였고 표준편차는 0.821초 이다.

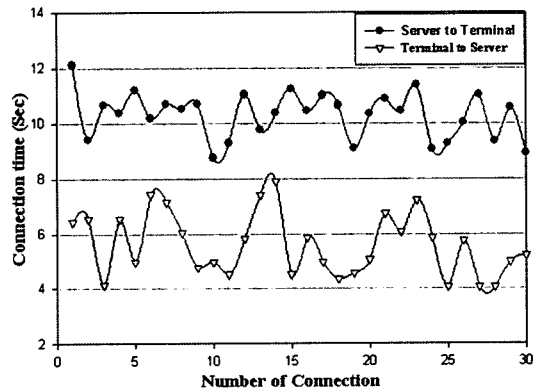


그림 14 서버와 터미널간의 초기 접속 시간

표 1 서버와 터미널의 초기 접속시간 비교

Init.	Connection Time (Sec)			
	Min.	Ave.	Max.	Std-Dev.
Server	8.76	10.302	12.123	0.821
Terminal	4.064	5.608	7.905	1.131

CB-IVIS 터미널이 제어서버에 접속을 요구 할 때는 컷엔콜백 기법이 필요 없으므로, 평균 5.608초의 접속 시간과 1.131초의 표준 편차를 가졌다. 제어서버의 요구에 의한 CB-IVIS 터미널의 초기 통신 접속시간이 긴 이유는 제어서버의 컷엔콜백 기법에 의하여 터미널이 서버의 발신자 아이디를 식별하고 통신접속을 다시 시도하는데 걸리는 지연 시간 때문이다.

그림 15는 제어서버와 CB-IVIS 터미널이 초기 통신 접속이 완료된 후 웹 클라이언트와 CB-IVIS 터미널사이의 통신채널이 형성된 상태에서 응답 시간을 나타내었다. 실험 방법은 웹클라이언트에서 Door제어 명령을 전송 하였을 경우 CB-IVIS 터미널에서 명령을 수행하고

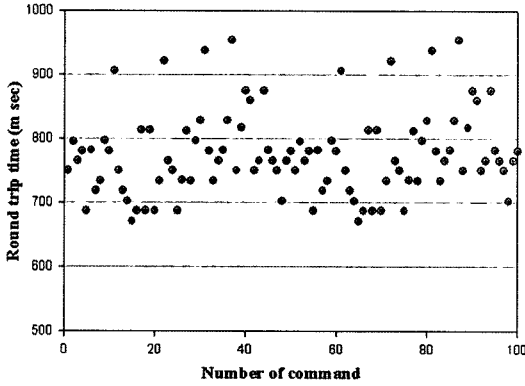


그림 15 웹 클라이언트와 CB-IVIS 터미널 사이의 실시간 응답시간

응답한 시간을 측정 하였다. 실험결과 평균 776.44ms의 응답시간을 보였으며 65.723ms의 표준 편차를 보였다. 여기에서 제어서버와 CB-IVIS 터미널 사이의 CDMA 기반의 무선 인터넷 구간에서 발생하는 전파지연시간은 약 200~300ms 이었다. 따라서 우선 구간에서의 전파지연(Propagation Delay)이 수 십 ms임을 감안하면 나머지 지연시간은 식 (2)와 (3)에 의해 클라이언트와 서버에서 발생하는 처리지연(Processing Delay)으로 추정할 수 있다.

T_{in} 는 CB-IVIS 터미널과 차량 내 CAN 네트워크의 센서노드들에 대한 응답시간이며, 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다. 본 논문에서는 1Mbps의 비트율을 가지는 CAN 프로토콜을 사용하였으며, 이벤트 구동 방식과 고정우선순위 메시지를(Fixed Priority Message) 사용하여 마스터-슬레이브 기반 통신모델로 구성 하여 실험하였다. 센서 노드가 CB-IVIS 터미널로부터 전송된 센싱 및 구동 프레임을 처리 하는데 걸리는 지연 시간을 P_d 라 하고, 전송 프레임이 CAN 네트워크를 통해 정확히 전송되는데 걸리는 최악의 경우의 응답시간을 R_m 라 할 때 T_{in} 는 아래와 같이 정리 할 수 있다.

$$T_{in} = P_d + R_m \quad (4)$$

P_d 는 CAN네트워크에 접속된 센서 노드의 프로세서가 CAN 스택으로부터 센싱 및 구동 프레임을 정확히 수신하고 처리하는데 걸리는 시간 δ_{scan} , 프로세서가 센서나 액추에이터로부터 안정된 상태의 정보를 얻기까지의 시간 δ_{debo} , 추출한 정보를 처리하여 CAN스택으로 전송하기 전까지의 시간 δ_{iproc} 로 구성되며 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$P_d = \delta_{scan} + \delta_{debo} + \delta_{iproc} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \delta_{scan} &= \text{Input - Scan Cycle time} \\ \delta_{debo} &= \text{Input Filter / Debounce time} \\ \delta_{iproc} &= \text{Software Processing time} \end{aligned}$$

R_m 은 식 (5)에 의해 처리된 센싱 정보가 실제 CAN 스택에 저장되어 CAN버스 상으로 완전하게 전송될 때까지 걸리는 최악의 경우의 응답시간을 나타내며, 식 (6)과 같이 전송 프레임의 최악의 경우의 큐잉시간 q_m 과 프레임 최대 전송시간 C_m 으로 나타낼 수 있다.

$$R_m = q_m + C_m \quad (6)$$

최악의 경우의 전송 프레임 m 의 큐잉시간 q_m 은 식 (7)과 같이 나타낼 수 있다. q_m 은 전송 프레임 m 보다 낮은 우선순위를 가지는 프레임들에 의한 블로킹 시간 B_m 과 전송 프레임 m 보다 높은 우선순위를 가지는 프레임들에 의한 대기시간의 합으로 나타낼 수 있다 [19-20]. m 보다 높은 우선순위의 프레임에 의한 대기시간은 높은 우선순위 프레임의 대기시간 q_m , 프레임이 큐에 적재 될 때까지의 지터시간 J_j , 프레임의 1비트를 CAN버스에 전송하는데 소요되는 시간 τ_{bit} , m 보다 높은 우선순위의 프레임 생성 주기 T_j 와 최악의 경우의 프레임 계산 시간 C_j 를 통해 구할 수 있다.

$$q_m = B_m + \sum_{j \in hp(m)} \left[\frac{q_m + J_j + \tau_{bit}}{T_j} \right] C_j \quad (7)$$

- B_m = Blocking Time of Lower Priority Messages
- $hp(m)$ = Set of Higher Priority Messages than Message m
- q_m = Queuing Delay of $hp(m)$
- J_j = Jitter of Given task J
- τ_{bit} = Bit Time
- T_j = Period of Given task J
- C_j = Worst - case Computation Time of Given task J

전송 프레임이 CAN 버스를 통해 완전히 전송 될 때까지 걸리는 최대 전송시간 C_m 은 식 (8)과 같이 정의 할 수 있다. 전송프레임은 전송하고자 하는 데이터와 전송 프레임의 오버헤드 47bit로 구성된다. 그리고 전송프레임의 오류방지를 위하여 같은 비트가 연속 5비트가 나타날 경우 추가비트(Stuff Bit)가 프레임에 더해진다. 따라서, C_m 은 전송 데이터의 바이트 수 S_m , 프레임의 오버헤드 47 Bit 그리고 프레임의 추가비트의 합에 대한 비트시간 τ_{bit} 의 곱으로 정의 된다. 여기에서 추가비트는 오버헤드 47bit에서 추가비트의 영향을 받는 34비트와 전송데이터의 비트길이의 합을 추가비트 패턴의 길이로 나눔으로 구할 수 있다.

$$C_m = \left(\left[\frac{34 + 8S_m}{5} \right] + 47 + 8S_m \right) \tau_{bit} \quad (8)$$

그림 16은 본 논문에서 구현한 CB-IVIS 터미널과 차량 CAN 네트워크 내의 노드들을 마스터-슬레이브 통신 모델 기반에서 응답 특성 T_m 의 실험 결과를 나타내었다. 실험은 마스터 노드인 CB-IVIS 터미널이 노드 1, 노드 2, 노드 3의 센싱 노드에게 매 1초 마다 각 노드의 센싱 정보를 마스터로 전송하도록 하였다. 마스터 노드가 가장 높은 우선 순위를 가지며, 노드 1, 노드 2, 노드 3 순으로 우선순위가 정해진다. 식 (8)에 의해 전송 메시지가 8바이트일 경우 모든 노드들의 C_m 은 135.5us로 동일하다. 실험결과, 마스터 노드가 센싱 정보 전송 명령을 전송한 이후 각 슬레이브 노드는 평균 6.669ms의 왕복응답시간(Round Trip Time)을 가졌으며, 매 응답 시간 1초 마다 평균 3ms이내의 응답지연시간을 가졌다. 실험 결과에서 노드 1이 가장 좋은 응답특성을 가졌다. 이는 노드1이 슬레이브 노드들 중 가장 높은 우선 순위를 가짐으로 식 (7)에 의해 가장 작은 대기시간을 가지기 때문이다. 노드 3의 응답시간이 가장 길고 가변 적인 이유는 가장 낮은 우선 순위를 가짐으로 전송 대기시간이 가장 길며, 센싱 정보를 처리하는데 걸리는 시간 P_d 가 가장 길기 때문이다.

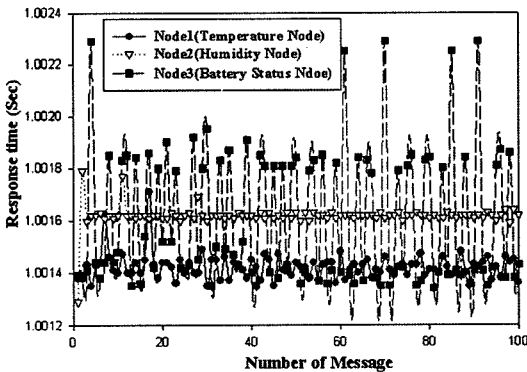


그림 16 CB-IVIS 터미널과 CAN 노드의 마스터-슬레이브모델에서의 응답시간

6. 결론

유비쿼터스 환경에서의 지능형 자동차를 위한 기초연구로써 이동환경에서 CDMA망 기반의 차량 무선 원격 제어 및 진단을 위한 지능형 차량 정보시스템의 설계와 실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 기존의 근거리 유/무선 통신을 이용한 원격진단 및 관리 시스템은 외부 네트워크와의 연동이 어려우며, 제공 가능한 서비스 및 시스템 확장에 많은 제약을 가진다.
- 2) 또한, 차량과 같이 이동성이 강하게 요구 되는 환경

에서 충분한 이동성을 보장 하지 못한다. 유비쿼터스 환경에서의 지능형 자동차는 이러한 이동성을 보장 받아야 한다.

- 3) 본 논문에서 제안한 컷엔 콜백 기법은 CDMA기반 망에서 차량의 양방향 서비스와 이동성을 보장 한다.
- 4) 제안한 CB-IVIS 아키텍처는 웹기반 원격 차량 진단 및 관리가 가능하며, 별도의 소프트웨어 설치 없이 웹브라우저를 이용하여 실시간으로 차량의 제어와 관리가 가능하다. 또한 우수한 외부 네트워크와의 연동성을 보였다.
- 5) 설계한 CAN 네트워크 기반의 차량 내 센서 네트워크와 CB-IVIS 터미널사이의 마스터-슬레이브 통신 모델의 응답특성 실험에서 평균 6.669ms의 응답시간과 3ms의 응답지연 시간을 가졌다. 또한 실험을 통해 제안한 CB-IVIS에서 우수한 응답특성을 보였으며, 웹브라우저를 사용한 원격 실시간 제어 및 관리 서비스에 적합한 통신 모델임을 알 수 있었다.
- 6) 본 논문에서 제안한 CB-IVIS의 웹기반 제어 및 관리서비스의 응답특성 실험결과, 무선 인터넷 접속구간에서 평균 10초 이내의 초기 지연시간이 발생하였다. 그러나 초기 접속 지연시간 이후 평균 646 ms의 실시간 응답 특성을 보였다. 향후 모바일 IP와 와이브로(WiBro)와 같은 무선 인터넷 프로토콜의 적용을 통해 초기 접속시간과 실시간성 응답특성을 개선시킬 수 있을 것이라 기대한다.

본 논문에서 개발한 CB-IVIS는 향후 원격 차량추적, 원격차량응급서비스, 차량소모품 자동관리, 차량블랙박스, 차량관계관리(Vehicle Relationship Management) 등을 위한 기반 모델로도 활용이 가능 할 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] Y. J. Moon, "Telematics and Traffic Information," Auto journal of KSAE, Vol.26, No.6, pp.17-22, 2004.
- [2] B. S. Raymond, Jr., "Web-Based Virtual Engineering Laboratory(VE-LAB) for Collaborative Experimentation on a Hybrid Electric Vehicle Starter/Alternator," IEEE Tran. On Industry applications, Vol.36, No.4, pp.1143-1150, 2000.
- [3] M. Annala, P. Vaha, T. Matsushita, T. Heikkila, "Remote Control of an Intelligent Vehicle In a Electronics Manufacturing Facility via the Internet," 2000 IEEE International Workshop on Robot and Human Interface Communication Osaka, Japan, pp.173-177, 2000.
- [4] P. I. Lin, H.L. Broberg, "Internet-based monitoring and controls for HVAC applications," Industry Applications Magazine, IEEE Vol. 8, Issue 1,

- pp.49-54, 2002.
- [5] R. Cates, "Design considerations for remote keyless entry," WESCON/94. 'Idea /Micro electronics'. Conf. Rec. 27-29, pp.449-452, 1994.
- [6] M. Hirano, M. Takeuchi, T. Tomoda, K.-I. Nakano, "Keyless entry system with radio card transponder [automobiles]," Industrial Electronics, IEEE Tran. on Vol.35 Issue: 2, pp.208-216, 1988.
- [7] A. I. Alrabady, S. M. Mahmud, "Analysis of attack against the security of keyless-entry system for vehicles and suggestion for improved designs," Vehicular Technology, IEEE Tran. on Vol.54, Issue 1, pp.41-50, 2005.
- [8] W. Changhong, T. Fei, W. Yufeng, M. Guangcheng, "Web-based remote control service system," Industrial Electronics, 2003. ISIE '03. 2003 IEEE International Symposium on Vol.1, pp.337-341, 2003.
- [9] M. H. Hung, K.Y. Chen, S. S. Lin, "Development of a web service based remote monitoring and control architecture," Robotics and Automation, 2004. Proceedings. ICRA '04. 2004 IEEE Int. Conf. on Vol.2, pp.1444-1449, 2004.
- [10] K. K. Tan, T. H. Lee, C. Y. Soh, "Internet-based monitoring of distributed control systems-An undergraduate experiment," Education, IEEE Tran. on Vol.45, Issue 2, pp.128-134, 2002.
- [11] A.I. Hernandez, F. Mora, M. Villegas, G. Passariello, G. Carrault, "Real-Time ECG Transmission Via Internet for Non clinical Application," Information Technology in Biomedicine, IEEE Tran. on Vol.5, Issue 3, pp.253-257, 2001.
- [12] J. M. Francisco, G. Adilson, "Remote Device Command Resource Sharing over the Internet : A New Approach Based On a Distributed Layered Architecture," IEEE Tran. On Computers, Vol.51, No.7, pp.787-792, 2002.
- [13] M. H. Eom, E. Y. Han, H. S. Chang, "Implementation of Internet-based land vehicle tracking system using Java," Info-tech and Info-net, 2001. Proc. ICII 2001-Beijing. Int. Conf. On Vol. 1, pp. 52-57, 2001.
- [14] M. Klausner, A. Dietrich, P. Hathout, A. Springer, B. Seubert, P. Stumpp, "Vehicle data management system with remote access to electronic control unit-internal states," Advanced Driver Assistance Systems, 2001. ADAS. International Conf. on (IEE Conf. Publ. No. 483), pp. 68-72, 2000.
- [15] K. MITSUYA, K. UEHARA, J. MURAI, "The In-vehicle Router System to support Network Mobility," ICOIN 2003, Vol. 2, pp. 890-899, 2003.
- [16] R. W. K. Okada, R. Koodli, A. Nilsson, "Design of Vehicle Network : Mobile Gateway For MANET and NEMO Converged Communication," Vehicular Ad Hoc Network 2005 Conference, pp. 81-82, 2005.
- [17] R.J. Punnoose, R.S. Tseng, S. Wang, P.V. Nikitin,

T.E. Schlesinger, D.D. Stencil, "Communications resources management for advanced telematics applications," IEEE Intelligent Transportation Systems, Proc., pp. 1056-1060, 2001.

- [18] K. Uehara, H. Sunahara, J. Murai, " Problems and tentative solutions in InternetCAR testing with IPv6," Applications and the Internet Workshops, Proc. 2003 Symposium on, pp. 178-183, 2003.
- [19] S. Punnekkat, H. Hansson, C. Norstrom, "Response time analysis under errors for CAN," Sixth IEEE Real-Time Technology and Applications Symposium, Proc., pp. 258-265, 2000.
- [20] L. Casparsson, A. Rajnak, K. Tindell, P. Malmberg, "Volcano-a revolution in on-board communications," VOLVO Technology Report, 1999.



김 태 환

2002년 대구대학교 전자공학과 학사. 2004년 대구대학교 정보통신공학과 석사. 2004년~현재 대구대학교 정보통신공학과 박사과정. 관심분야는 임베디드 시스템, 무선 센서 네트워크, 차량 에드혹 네트워크



이 승 일

2005년 대구대학교 전산공학과 학사. 2005년~현재 대구대학교 정보통신공학과 석사과정. 관심분야는 임베디드 운영체제, 실시간 시스템



홍 원 기

1995년 연세대학교 전산공학과 학사. 1997년 연세대학교 컴퓨터과학과 석사. 2001년 연세대학교 컴퓨터과학과 박사. 2001년~2002년 UC Irvine (미) 박사후과정. 2002년~2004년 LG전자 디지털 미디어 연구소 선임연구원. 2004년~현재 대구대학교 정보통신공학부 조교수. 관심분야는 임베디드 시스템, 실시간 시스템, 무선 센서 네트워크