

FTMS를 위한 ITS 아키텍처 연구

ITS Architecture Study for FTMS

오영태 아주대학교 환경·도시공학부 교수	정희빈 아주대학교 교통공학과 대학원	김용균 아주대학교 교통연구센터 연구원	조형기 아주대학교 교통연구센터 수석연구원
---------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	--

목 차

I. 연구의 배경 및 목적 II. 시스템 아키텍처와 K-ITS <ol style="list-style-type: none"> 1. 시스템 아키텍처 2. K-ITS 아키텍처 III. FTMS의 3 및 4 수준 아키텍처 <ol style="list-style-type: none"> 1. 구상개념 <ol style="list-style-type: none"> 1) 3 수준 아키텍처 2) 4 수준 아키텍처 	<ol style="list-style-type: none"> 2. FTMS 3수준 아키텍처 정보흐름도 3. FTMS 4수준 아키텍처 정보흐름도 <ol style="list-style-type: none"> 1) 고속도로 교통관리 서브시스템 2) 고속도로 교통류제어/연계 서브시스템 3) 고속도로 돌발상황관리 서브시스템 4) FTMS 기능적 요구사항 정의 IV. 결론
--	---

초 록

시스템 아키텍처는 시스템의 가장 상위수준 개념이다. 이러한 아키텍처의 정립이 1997년 8월에 완료된 2수준 아키텍처에 이어 3, 4수준 아키텍처가 연구되었다. 본 연구은 그중 고속도로교통관리시스템(FTMS)에 관한 것을 제시한다.

제 3수준 아키텍처는 2수준 아키텍처를 서비스 구현단위로 분해한 서브시스템이며, 다양한 ITS 서비스를 '제품(Package)'화 하여 ITS 서비스를 선택적, 점진적으로 구현 가능케 하였다.

제 4수준 아키텍처는 물리아키텍처 개념을 도입하여 3수준에서 분해된 서브시스템을 구성하는 각종 물리적 요소를 정의하고, 이들 간의 또는 외부요소와의 정보흐름을 정의하였다.

이에 따라, FTMS는 고속도로 교통관리 서브시스템, 고속도로 교통류제어/연계 서브시스템, 고속도로 돌발상황관리 서브시스템으로 분해/정의되었다.

I. 연구의 배경 및 목적

지능형 교통 시스템은 일련의 복잡한 교통문제를 해결하기 위해 1993년 11월에 ITS 구축계획을 확정하면서 도입되었다. 지능형 교통시스템 국가기본계획은 교통혼잡 완화를 위한 교통시설 이용효율의 극대화, 교통사고 감소를 위한 도로 및 차량의 안전장치의 개발 및 보급, 대중교통 이용확대를 위한 대중교통의 정보화 및 첨단화, 물류비 절감을 위한 물류 수송체계의 정보화 및 관리의 과학화를 지능형 교통 시스템의 목표로 정하였다.¹⁾

지능형 교통 시스템은 이러한 목표를 달성하기 위해 기존 교통체계에 전자, 제어, 정보, 통신 등과 같은 여러 복잡다양한 첨단기술을 도입한 것으로서, 다양한 전문분야와 시행주체가 관련되어 있다. 결과적으로 ITS는 이러한 복잡한 측면을 해결하기 위해 시스템공학 프로세스의 한단계에 해당하는 ITS 아키텍처를 만들게 되었다.

ITS 국가 기본계획에서는 국가 교통체계에서 ITS가 차지하는 위치와 외부환경과의 관계를 정립한 0수준 아키텍처와 ITS 5개 분야에 대한 14개 서비스를 정의한 1수준 아키텍처를 완성하였다. '97년도에 ITS 연구개발사업의 일환으로 수립된 2수준 아키텍처에서는 한국형 ITS 14개 시스템을 정의하고, 각 시스템간의 상호연동관계를 전체 통합적 수준에서 제시하였다.²⁾

본 연구는 14개 시스템 중 고속도로 교통관리 시스템(FTMS)의 제 3, 4수준 아키텍처에 대해 제시한 것이다. 우선적으로 시스템 아키텍처의 명확한 정의를 하고, 한국형 ITS 측면에서 시스템 아키텍처의 내용과 FTMS 아키텍처 구상개념을 설명하며, 연구결과로서 FTMS 3, 4 수준 정보흐름도, 기능적 요구사항을 제시하였다.

II. 시스템 아키텍처와 K-ITS

1. 시스템 아키텍처

시스템 아키텍처는 시스템의 가장 상위 수준 개념으로서 시스템 공학 절차(process)의 일부에 해당한다. 시스템 공학은 구성요소가 복잡하고, 구성요소를 개발, 생산, 배치(deployment), 시험(test), 교육, 지원(support), 처분(disposal)하기 위해 특별한 재료, 서비스, 기술을 필요로 하며, 구성요소가 한 분야에서 전부 설계될 수 없을 때 적용하는 방법론이다. 이러한 시스템 공학은 기본적으로 시스템 공학 관리, 요구사항과 아키텍처 정의, 시스템 통합과 확인으로 구성된다. 시스템 아키텍처는 바로 요구사항과 아키텍처 정의 절차에 해당한다.

아키텍처는 일반적으로 시스템 구조, 시스템 운영상의 인터페이스, 시스템 활용 개요, 시스템 요소간의 상호작용 방법에 대한 내용을 다루며, 구성요소의 역할, 정보흐름, 인터페이스, 프로토콜 등을 표현함으로써 시스템의 전반적인 운영을 설명한다. 또한 시스템 아키텍처는 시스템의 목적, 요구사항, 여러 가지 운영개념, 시스템의 주요 기능을 구현할 수 있는 기술 활용방안을 포함한다.

2. K-ITS 아키텍처

K-ITS 아키텍처는 ITS에서 목표로 하는 각종 서비스를 통합적으로 구현하기 위한 틀로서 ITS 구축사업의 효과를 극대화하고, ITS의 구축방향을 미래지향적으로 제시하는 작업이다. ITS에서 목표로 하는 각종 서비스는 국가기본계획에서 제시한 한국형 ITS 5개분야에 대한 14개 사용자 서비스를 의미한다. 구체적인 사용자 서비스 내용 <표 1>에 제시되어 있다.

아키텍처는 개념적으로 논리적 아키텍처와 물리적 아키텍처로 구분할 수 있는데, 논리적 아키텍처란 기능 및 서비스별 구분과 단위에 따른 개념적인 정보의 흐름을 나타내는 골격을 말하며, 물리적 아키텍처란 실제 각 ITS 시스템을 구성하는 각종 센터, 차량장치, 노변/도로 장치 및 시설물, 여행자 장치 등의 요소들간 정보흐름을 나타내는 골격으로 논리아키텍처로부터 도출될 수 있다.

이러한 아키텍처는 ITS 서비스 및 기능정의 외에 권역별 혹은 지역별 구축 사업시 해당 주체에 필요한 선택사항을 제시해 줄 수 있으며, 효율적인 시스템 통합을 지원하는 도구역할을 할 수 있다.

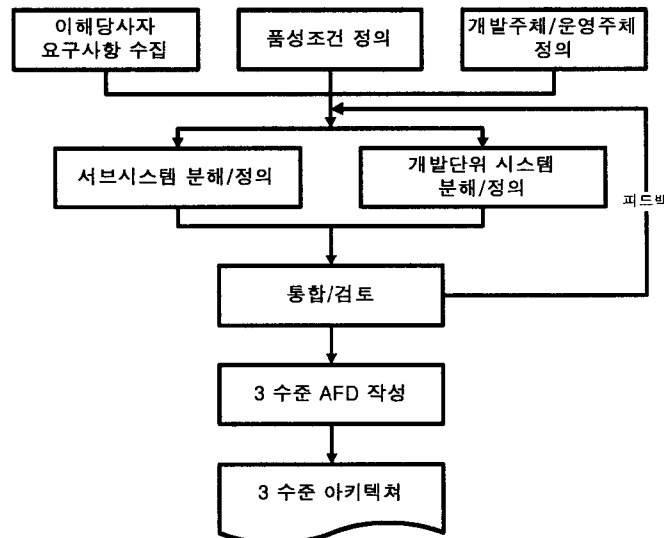
<표 1> K-ITS의 14개 사용자서비스

첨단 교통관리 분야	1) 실시간 교통제어 2) 돌발상황관리 3) 자동교통단속 4) 자동요금징수 5) 중차량관리
첨단 교통정보 분야	6) 교통정보제공 7) 종합여행안내 8) 최적경로안내
첨단 대중교통 분야	9) 대중교통정보 10) 대중교통관리
첨단 화물운송 분야	11) 화물 및 화물차량관리 12) 위험물차량관리
첨단 차량 및 도로 분야	13) 교통사고예방 14) 도로용량증대

III. FTMS의 3 및 4 수준 아키텍처

1. 구상개념

1) 3 수준 아키텍처



[그림 1] 3수준 아키텍처 분해 흐름도

가. 서브시스템의 개념

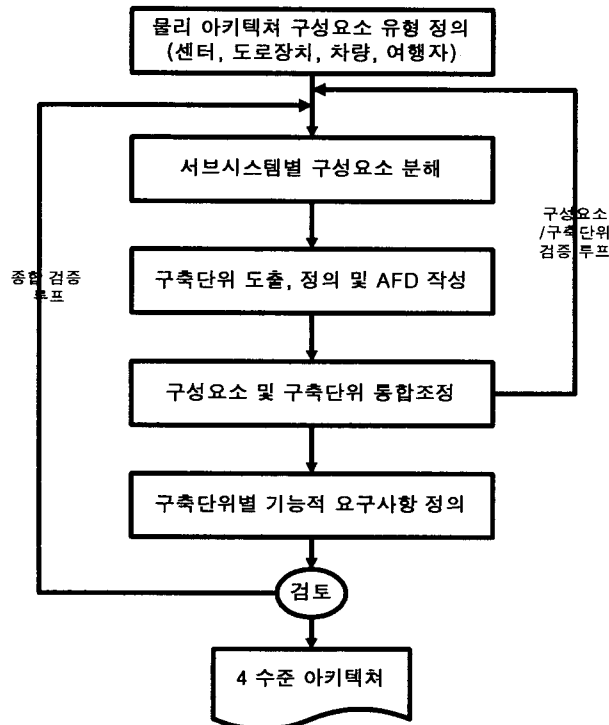
서브시스템이란 2수준에서 분해된 14개 시스템을 서비스 구현단위로 분해한 하부 시스템으로서, 다양한 ITS 서비스를 패키지화하여 ITS 서비스를 선택적, 점진적으로 구현할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.

나. 「서브시스템」 분해를 위한 「시스템」 기능 그룹화 원칙

- 기능적 단순화(분산화)
- 기술적 동질화
- 법, 제도, 조직적 수월성
- 운영·관리적 수월성

- 시급성의 동질화
- 비용의 동질화
- 물리적 구성의 동질화

2) 4 수준 아키텍처





[그림 2] 4수준 아키텍처 분해 흐름도

가. 물리아키텍처 개념

물리아키텍처란 중요한 ITS 인터페이스와 시스템 구성요소의 물리적 표상을 나타낸다. 물리아키텍처의 개념은 [표 2]의 비행에 관한 설명을 보면 더 쉽게 이해할 것이다.

[표 2] 물리적 분해와 기능적 분해의 차이 설명

비행	
물리적 분해	기능적 분해
 <ul style="list-style-type: none"> - 다리 - 눈 - 머리 - 날개 	 <ul style="list-style-type: none"> - 이착륙 - 위치 및 속도 감지 - 항법 - 수평추력 - 수직상승
<p>그리스 신화에서 이카로스는 새가 날 때 이용하는 물리적인 구성요소인 다리, 날개, 눈, 머리를 이용해 날려고 했다. 이러한 패러다임을 이용해서 사람은 날 수 없다.</p>	<p>반대로 라이트 형제는 추력(thrust)과 상승력(lift) 두 기능을 아해했다. 그리고 이들은 이 두 기능을 물리적 구성요소에 배정했다. 추력을 내는 프로펠러와 상승력을 내는 날개를 이용함으로써 인간이 만든 비행기는 날 수 있게 되었다.</p>

4수준 물리아키텍처 구상은 서브시스템 기능을 물리적으로 구현하기 위한 「기술적 분산·전개」 작업으로서, 서브시스템 기능 구현의 물리적 형태에 해당하는 각종 센터 및 장치를 규명하고, 각각의 수행기능 및 정보흐름을 정의한다. 물리 아키텍처는 다음과 같은 원칙에 따라 구상될 수 있다.

나. 물리아키텍처의 구상원칙

- 구현 성 : 시스템 구축이 현실적으로 구현·가능한 지를 고려
- 공공부문 책임성 최소화
- 서비스의 유효성 : 구축단위로 분해된 구성요소가 서브시스템의 제공서비스를 만족시킬 수 있는지를 검토

다. 4수준 물리아키텍처의 구성요소 및 구축단위 정의

(1) 구성요소

- 물리아키텍처 구성요소는 제 3수준에서 논리적으로 정의된 서브시스템을 실제 물리적 시스템으로 구현하기 위한 Building Block이라고 할 수 있다.
- 이 구성요소는 각각의 위치와 기능 및 역할에 따라 센터형, 도로장치형, 차량장치형, 여행자장치형 등 4가지 유형으로 분류할 수 있다.
 - 센터형 구성요소(Center-type Components)
 - 센터형 구성요소는 각 서브시스템의 핵심요소로서 도로장치형 구성요소등 타 구성요소를 통해 수집되는 정보를 분석, 처리한다.
 - 도로 장치형 구성요소(Roadside-type Components)
 - 도로 장치형 구성요소는 도로상에 분산되어 있는 인프라구조로서 차량 및 센터 구성요소와 연계되어 교통정보수집, 교통정보제공 등과 같은 기능을 수행한다.
 - 차량 장치형 구성요소(Vehicle-type Components)
 - 차량 장치형 구성요소는 GPS수신장치, 태그(Tag), 통신장치 등과 같이 차량에 장착되는 구성요소로서 노변 또는 센터와 연결된다.
 - 여행자 장치형 구성요소(Traveller-type components)
 - 차량장치형 구성요소와 달리 출발전 혹은 운행중 이용되는 사용자 단말장치로서, PC, 전화, 휴대폰과 같은 개인 단말기나, 노변단말장치(kiosk)가 대표적이다.

(2) 구축단위(EP : Equipment Package)

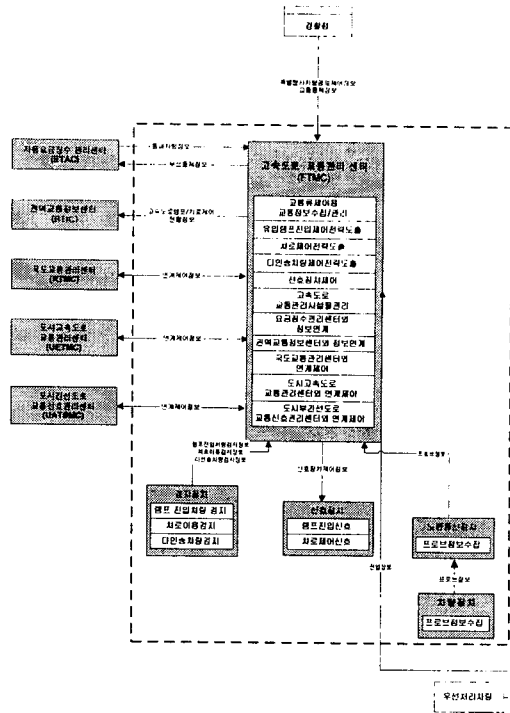
- EP는 서브시스템에서 목적인 사용자 서비스(user service)를 만족시키기 위하여 사용되는 H/W 및 S/W를 모아놓은 것으로서, 서브시스템의 각 구성요소가 갖추어야 하는 물리적 기능단위로 도입 및 구현될 것들이다. 따라서 특정 서브시스템이 목적인 기능을 구현하기 위해서는 서브시스템내 EP를 선택하여 결정한다. 이러한 EP는 아직 개발되지 않은 기술을 필요로 하는 요구기능을 포함한다.

2. FTMS 3수준 아키텍처

1) 서브시스템 정의

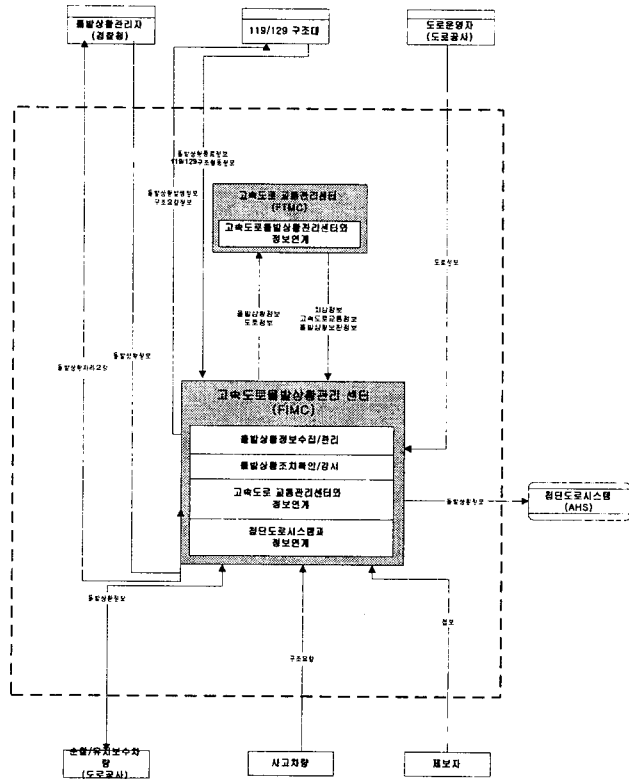
가. 고속도로 교통관리 서브시스템 : 고속도로상의 교통정보를 수집·가공·처리, 이를 정보 제공기능과 교통상황제어기능을 수행한다.

나. 고속도로 교통류제어/연계 서브시스템 : 고속도로 교통관리 서브시스템의 기능과 고속



* 프론트엔드수집은 비콘(Beacon)방식을 고려하여 작성되었으며, 따라서, 적용기술의 변경에 따라 수정가능

3) 고속도로 돌발상황관리 서비스시스템



4) FTMS 기능적 요구사항 정의

고속도로 교통관리 시스템(FTMS)				
구성 요소 유형	구성 요소명	구축단위 (EP)	소속 서버 시스템	Functional Specification
ATMS 센터형	고속도로교통관리센터 (FTMC)	교통정보 수집/관리	고속도로교통관리서브시스템 (FTMS)	- 고속도로 교통정보 DB구축 및 운영관리 - 기초교통정보수집(교통량,점유/비점유,속도)수집및DB입력 - 대기길이, 지체시간 산정 - 기상정보수집 및 DB 입력
		제어성교통정보도출/관리		- 제어성 교통정보도출·예측 · 통행시간/지체시간, 속도정보 · 우회 및 대안도로정보 · 돌발상황정보 · 도로통제정보
		제어성교통정보제공		- 통행시간/지체시간, 속도정보제공 - 우회 및 대안도로안내 - 돌발상황정보제공 - 도로통제정보제공 - 기상상태별 주의정보제공
		전방향교통상향제어		- 전방향도로통제 - 전방향차로폐쇄
		ARS 정보제공		- ARS를 통한 고속도로 교통정보 제공
		INTERNET 정보제공		- INTERNET을 통한 고속도로 교통정보 제공
		고속도로교통관리시설물관리		- 검지장치/감시장치/표시장치/공중단말장치오작동자동검지/처리 - WS(Weather Information System)및기타장비오작동자동검지/처리
		권역교통정보센터와 정보연계		- 권역교통정보센터와 접속 - 고속도로교통정보, 화상정보, 도로정보, 돌발상황정보송신 - 보완교통정보, 제어요구정보수신 및 DB입력
		교통류제어용 교통정보 수집/관리		- 고속도로 교통정보DB 확장구축 - 검지기 교통정보수집/가공 및 DB입력 - 프로브차량정보수집·가공·예측 - 경찰청으로부터 특별행사차량경로제어정보, 교통통제정보수신및DB입력 - 우선처리차량으로부터 진입정보 수신
		유입램프진입 제어전략도출		- 고정식램프제어 전략도출 - 감응식램프제어 전략도출
		차로 제어전략도출		- 본선미터링 전략도출 - 차량운행제한 전략도출 - 가변차로운영 전략도출
		다인승차량 제어전략도출		- 버스전용차로 운영전략도출 - 다인승차량 전용차로 운영전략도출
		신호장치제어		- 신호장치제어정보(램프진입제어,차로제어,다인승차량제어)송신
		고속도로교통관리시설물관리		- 검지장치 오작동 자동검지/처리 - 신호장치 운영상태 자동검지/처리
	요금징수관리 센터와 정보연계	- 요금징수관리센터와 접속 - 부쓰통제정보송신 - 통과차량정보수신 및 DB입력		
	권역교통정보센터와 정보연계	- 권역교통정보센터와 접속 - 고속도로램프/차로제어 현황정보송신		
	국도 교통관리센터와 연계제어	- 국도 교통관리센터와 접속 - 제어현황정보요청 - 현황정보수신 및 DB입력 - 고속도로 램프제어현황정보 송신 - 국도교통관리센터에 제어요청		
	도시고속도로 교통관리센터와 연계제어	- 도시고속도로 교통관리센터와 접속 - 제어현황정보요청 - 도시고속도로 램프제어현황정보수신 및 DB입력 - 고속도로 램프제어현황 정보송신 - 도시고속도로 교통관리센터에 제어요청		

고속도로 교통관리 시스템(FTMS)				
구성 요소 유형	구성 요소명	구축단위 (EP)	소속 서브 시스템	Functional Specification
ATMS 센터형	고속도로교통관리센터 (FTMC)	도시부간선도로 교통신호관리 센터와 연계제어	고속도로 교통류제어/연계 서브시스템 (FTCS)	- 도시부간선도로 교통신호관리센터와 접속 - 제어현황정보요청 - 도시부간선도로교통신호관리센터의 신호제어현황정보수신 및 DB입력 - 고속도로 램프제어현황정보수신 - 도시부간선도로 교통신호관리센터에 제어요청
		고속도로 돌발상황관리 센터와 정보연계	고속도로 돌발상황관리 서브시스템 (FIMS)	- 고속도로돌발상황관리센터와 접속 - 화상정보, 고속도로교통정보송신 - 돌발상황정보, 도로정보 수신 및 DB입력
	고속도로돌발상황관리 센터 (FIMC)	돌발상황정보 수집/관리	고속도로 돌발상황관리 서브시스템 (FIMS)	- 돌발상황정보DB구축 및 운영관리 - 돌발상황검지 - 점보접수 - 돌발상황확인 - Mayday서비스 - 돌발상황관리자(경찰청)로부터 돌발상황정보 수신
		돌발상황조치 확인/감시		- 돌발상황관리자(경찰청)에 돌발상황처리요청 - 119/129 구조대에 돌발상황발생정보/구조요청정보 송신 - 119/129구조대 활동을 통한 돌발상황조치확인 - 119/129구조대 활동을 통한 돌발상황모니터링 - 도로운영자(도로공사)로부터 도로정보 수신 및 DB입력
		고속도로교통관리센터와 정보연계		- 고속도로 교통관리센터와 접속 - 돌발상황정보, 도로정보송신 - 화상정보, 고속도로교통정보수신 및 DB입력
		첨단도로시스템과 정보연계		- 첨단도로 시스템과 접속 - 돌발상황정보송신
ATMS 도로장치형	검지장치	본선차량검지	고속도로 교통관리 서브시스템 (FTMS)	- 본선 교통정보(교통량, 속도, 점유율 등) 검지 - 검지부 오류 자동검지 - 고속도로교통관리센터에 고속도로본선차량검지정보 송신
		램프진입차량검지	고속도로 교통류제어/연계 서브시스템 (FTCS)	- 램프진입차량검지 - 다인승차량 진입정보검지 - 검지부 오류 자동검지 - 고속도로교통관리센터에 램프진입차량검지정보송신
		다인승차량검지		- 다인승차량 정보검지 - 검지부 오류 자동검지 - 고속도로교통관리센터에 다인승차량검지정보송신
		차로이용검지		- 본선 차로 차종별 자료 검지 - 검지부 오류 자동검지 - 고속도로교통관리센터에 차로이용검지정보송신
	신호장치	램프진입신호		- 신호기의 상태정보 및 오작동 자동검지 - 고속도로교통관리센터로부터 신호장치제어정보수신 - 수신된 제어정보에 의한 램프진입신호운영
		차로제어신호	- 신호기의 상태정보 및 오작동 자동검지 - 고속도로교통관리센터로부터 신호장치제어정보수신 - 수신된 제어정보에 의한 차로제어신호운영	
	노변통신장치	프로브정보수집	고속도로 교통관리 서브시스템 (FTMS)	- 프로브정보수집 - 차량장치로부터 프로브정보수신 - 고속도로교통관리센터로 프로브정보송신
	표시장치	가변정보표시		- 표출정보처리 - 장치 오작동 자동검지 - 고속도로교통관리센터로부터 제어성교통정보, 표시장치제어정보 수신 - 도로이용자에게 제어성 교통정보안내
	감시장치	화상정보수집		- 화상정보수집/처리 - 장치 오작동 자동검지 - 고속도로교통관리센터에 화상정보송신 - 고속도로교통관리센터로부터 감시장치제어정보수신

고속도로 교통관리 시스템(FTMS)				
구성 요소 유형	구성 요소명	구축단위 (EP)	소속 서브시스템	Functional Specification
ATMS 차량장치형	차량장치	프로브정보 수집	고속도로 교통류제어/연계 서브시스템 (FTCS)	- 프로브정보 수집/저장 - 노변통신장치로 프로브정보송신
ATMS 여행자 단말장치형	개인단말 장치	ARS	고속도로 교통관리 서브시스템 (FTMS)	- 고속도로교통정보를 센터로부터 수신 - 고속도로교통정보를 ARS를 통해 도로이용자에게제공
		INTERNET		- 고속도로교통정보를 센터로부터 수신 - 교통정보를 INTERNET을 통해 도로이용자에게제공
	공중단말 장치	KIOSK		- 실시간 정보처리 - 정보제공장치 오작동 자동검지 - 고속도로교통관리센터로부터 고속도로교통정보수신

IV. 결론

본 연구는 FTMS 상위 수준 개념인 FTMS 아키텍처의 3, 4 수준을 정의하였다. FTMS 3수준 아키텍처는 이해당사자의 요구사항, 품성조건, 개발 및 운영주체를 고려하여 서브시스템을 고속도로 교통관리 서브시스템, 고속도로 교통류제어/연계 서브시스템, 고속도로 돌발상황관리 서브시스템으로 분해/정의하였다. 그리고, FTMS 4수준 아키텍처는 서브시스템별로 구성요소를 센터, 도로장치, 여행자, 차량 장치로 구분하고 이 구성요소로부터 구축단위를 도출·정의하여 만들었다.

이렇게 정의된 아키텍처는 지능형 교통 시스템 표준화의 기반이 되는 인터페이스를 제공하고 지능형 교통 시스템 구축자, 설계자, 운영자의 지침서로 쓰일 것이며, Building Block 단위를 최소 단위로 정의했기 때문에 다양한 설계안을 수용할 수 있다. 또한 점진적, 단계적 구축을 고려한 서브시스템을 고려했기 때문에 점진적인 서비스를 제공할 수 있으며, 블랙박스 개념을 접목한 개방형 아키텍처를 지향했기 때문에 향후 기술발전을 능동적이고 융통성있게 대응할 수 있는 FTMS 아키텍처가 정의되도록 했다.

서두에서 설명한 것처럼 시스템 아키텍처는 SE 절차의 일부인 요구사항 및 아키텍처 정의 절차에 해당한다. 이러한 절차들은 전체 시스템 구축까지 계속 상호 피드백과 검증과정을 거치면서 수정정보완된다. 본 연구의 주 내용이 되는 FTMS도 마찬가지로 향후 다른 ITS 설계 및 구축 절차와 피드백과 검증 절차를 거쳐 더욱 보완되어야 한다.

<참고문헌>

- [1] 건설교통부, "지능형 교통시스템 기본계획", 1997. 5.
- [2] 국토개발연구원, "국가 ITS 사업의 핵심공유 기반기술 연구", 최종보고서 제 2 권 국가 ITS 사업 관리운영방안 연구, 1997. 8.
- [3] 국토개발연구원, "국가 ITS 아키텍처 확립을 위한 연구" -제 3수준 및 4수준 아키텍처 구상-, ITS 자문회의자료, 1998. 5.
- [4] James N. Martin, "SYSTEMS ENGINEERING GUIDEBOOK", CRC Press, 1997.
- [5] IVHS AMERICA, "IVHS Architecture Development Program", Interim Status Report, April 1994.
- [6] ITS AMERICA, "ITS Architecture Development Program", Phase I, November 1994.
- [7] "ITS Implementation Strategy", Lockheed Martin Federal Systems, Odetics Intelligent Transportation Systems Division, September 1998.
- [8] "ITS Physical Architecture", Lockheed Martin Federal Systems, Odetics Intelligent Transportation Systems Division, September 1998.
- [9] <http://www.odetics.com/itsarch/index.htm>