

Chapter_1

제 1 장 | 무정차, 다차로기반 SMART 영업시스템 구축 [세부과제2-4]

1.1 개 요

1.1.1 과제의 정의

기존 고속도로의 영업시스템은 현금, 마그네틱카드, 전자카드, 하이패스 등 고객의 다양한 요금지불 수단에 대응할 수 있는 요금정산, 고속도로의 교통안전과 도로포장 수명을 유지하기 위한 진입제한 차량관리, 통행료 미납과 편법지불을 방지하기 위한 면탈방지 등 다양한 서브시스템들로 구성되어 있다.

본 과제는 스마트 하이웨이를 운영함에 있어서 차량의 진출입, 통행료 수납, 위반 및 제한차량 진출입 관리 등에 관한 일련의 과정을 수행하기 위한 다차로 고속주행 기반의 스마트 영업시스템을 구축하는 연구이다. 스마트 영업시스템은 시스템 요구기능과 요소기술 등에 대한 새로운 개념과 기술을 도입해야 한다.

1.1.2 과제의 목표

본 과제는 스마트 하이웨이를 운영하기 위한 영업시스템 구축에 있어서 필요한 기능을 정의하고 기능구현을 위한 요소기술을 개발하는데 목적을 둔다.

스마트 영업시스템은 요금수납, 진입제한 차량관리, 영업시스템 현장 유지관리 등의 업무를 수행하는데 있어서 스마트 하이웨이의 기능을 저해시켜서는 안된다.

또한 스마트 영업시스템은 요금지불 및 정산에 관한 고객서비스를 고도화하여 스마트 하이웨이 이용상의 불편요인을 사전에 제거해야 한다.

본 과제에서 수행해야 할 주요 연구목표는 다음과 같다.

- 스마트 영업시스템 운영시나리오 수립
- 스마트 영업시스템 기술요구사항 분석
- 스마트 하이웨이에서의 요금체계 및 요금정책 수립
- 다차로 고속주행기반 요금수납처리를 위한 통신기술 개발
- 다차로 고속주행기반 요금수납처리를 위한 차종분류기술 개발
- 다차로 고속주행기반 요금수납처리를 위한 차량매칭기술 개발
- 다차로 고속주행기반 영상인식기술 개발
- 현장시스템 통합제어기술 개발
- 불법/특별차량 인식 및 처리기술 개발
- 원격 통합운영관리시스템 개발
- 고객지원시스템 개발

1.1.3 세부과제의 필요성

스마트 하이웨이는 도로의 입구에서부터 출구까지 무정체를 지향하는 지능형 도로로써, 입구부문을 담당하는 tolling 시스템의 무정차 개념의 처리기술이 도입되어야 한다.

따라서 일반차량 및 스마트 차량을 효과적으로 처리, 분산하기 위한 tolling 시스템의 도입이 필수적이며, 이에 필요한 제반기술을 개발, 활용, 융합하는 연구과제가 필요하다.

1.1.4 과제구성

세부과제 2-4 “무정차, 다차로기반 SMART 영업시스템 구축”은 크게 2개의 과제로 구성되어 있다.

세세부 2-4-1과제는 “SMART Tolling을 위한 정산 및 통신시스템 개발”로 주요 연구내용은 다음과 같다.

- 운영시나리오 수립 및 기술요구사항 분석
- 스마트 하이웨이 과금기준 및 요금정책수립 연구
- 통합정산처리시스템 설계 및 개발
- 다차로 고속주행기반 차종분류기술 개발
- 다차로 고속주행기반 차량 매칭기술 개발
- 다차로 고속주행기반 영상인식시스템 개발
- 다차로 고속주행기반 통합제어기 개발
- 스마트 영업시스템 통합플랫폼 개발

세세부 2-4-2과제는 “SMART Tolling을 위한 운영 및 위반차량 진입차량관리 시스템 개발”로 주요 연구내용은 다음과 같다.

- SMART Tolling 원격통합관리시스템 개발

- 불법/위반차량 인식 및 처리기술 개발
- 특별차량 인식 및 처리기술
- 고객 지원시스템 개발
- 스마트 영업시스템 시험규격 제정
- Pilot 개념의 현장검증

표 1-1 주요 연구내용

세부기술	요소기술 (세세부과제)	기술과제명
무정차, 다차로 기반 SMART 영업시스템 구축	[2-4-1] SMAT Tolling을 위한 정산 및 통신시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> · 시스템 기술 분석 및 요구사항 정립 · 고속 무선패킷통신 모뎀(노변, 단말기용) 개발 · 다차로 지원 안테나 개발 · 다차로 지원 통신제어기 개발 · 다차로 안테나 간 실시간 통신 프로토콜 설계 · 병렬차리 보안모듈(SAM: Sequential Access Method) 개발 · 기존 무선패킷통신(DSRC)과의 호환기술 연구 · 통신장치-차로제어기 간 인터페이스 개발 · 비접촉 방식 차종분류기술 적용방안 기술검토 및 선정 · 고속주행 차량검지 및 차종분류 코어모듈 개발 · 비접촉 방식 차량검지장치 기술검토 및 선정 · 비접촉 검지장치간 연계 알고리즘 개발 · 차종분류장치-차로제어기 인터페이스 개발 · 실시간 B/L, W/L 처리모듈 개발 · 다차로 고속주행 기반 차량 매칭기술 개발 · 다차로 고속주행 기반 영상인식시스템 개발 · 다차로 고속주행 처리용 통합제어기 개발 · 무중단 이중화 시스템 설계
	[2-4-2] SMAT Tolling을 위한 운영 및 진입차량 관리시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> · 요금수납 현장설비용 구조물 설계 및 개발 · 무중단 시스템 운영기술 개발 · 현장시스템 원격모니터링기술 구현 · 시스템 고장발생대응프로세스 연구 · 불법/특별차량 인식 및 처리기술 개발 · 고객 지원시스템 개발

※ 기존 연구 및 기술(One Card All Pass)을 연계 활용

1.1.5 연계체계

본 세부과제는 사업단의 연구 목표의 하나인 무정체 도로상황을 구현하는데 있어, 입출구 부문을 담당하고 있다. 또한 완벽한 자동화된 처리시스템을 통해 톨게이트에서 발생하는 안전사고를 미연에 방지할 수 있는 무사고 지향 서비스도 구현가능하도록 설계되어야 한다.

특히 스마트 하이웨이는 일반차량과 스마트 단말기를 탑재한 스마트 차량이 혼용되어 이용되는 특수한 도로형태를 이룰 것이다. 이러한 혼합 형태하에서도 기존 도로보다 더 안전하고 빠른 서비스를 제공하기 위해서는 모든 시스템의 실시간, 자동화 처리가 우선시되어야 할 것이다.

스마트 도로는 자동화, 지능화 되며, 전체 운영시스템을 기반으로 하여 호환성을 갖춘 tolling 시스템을 구축함으로써 보다 경제적이고 합리적인 시스템이 되도록 설계되어야 한다.

□ 추진전략

- 개발 시작점부터 R&D를 전문으로 하는 연구기관 중심으로 하여 관련 대학 및 산업체가 참여하는 연구 개발 컨소시엄을 구성하여, 연구 개발의 결과물이 산업체의 상품화와 직접 연결될 수 있도록 상호간에 유기적인 연구 개발 체계를 도입해야 한다.
- 기존 개발된 연구 결과물을 활용하고 신규 기술 개발 시, 핵심 원천 기술은 연구소와 대학이 개발하고 산업화 기술 및 시스템 통합은 산업체가 담당하여 연구 개발 및 현장 적용시 효율성을 추구해야 한다.
- 실용화 및 상용화 성과목표를 구체적으로 제시하고, 그 성과지표를 증명할 수 있는 기술개발, 시범사업, 현장 시험 테스트베드 구축 등의 사업을 포함하도록 추진하여야 한다. 특히 테스트베드 구축을 통하여 개발된 기술검증과 안정화를 도모하며, 시범 사이트를 구축하여 연구 산출물의 홍보와 성능 검증을 통한 상용화를 촉진해야 한다.
- 연구 개발의 추진에 있어 프로토타입 결과물에 대한 개발기술 검증과 기능 고도화 및 성능개선을 통해 최종 실용 제품의 완성도를 향상시켜야 한다.

다. 시범 서비스 추진을 위한 테스트 베드는 사업단의 총괄과제 테스트 베드 TFT와 유기적 협력을 통하여 추진하여야 한다.

□ 연계체계

본 사업에 참여해야 할 전문분야는 다음과 같다.

- 교통공학 분야 산, 학, 연
- 정보통신 분야 산, 학, 연
- 토목공학 분야 산, 학, 연 (도로, 구조)

본 세부과제의 세세부과제 및 타 과제와의 연관성을 검토한 결과는 다음과 같다.

- 본 세부 4과제의 세세부 1과제 “SMART Tolling을 위한 정산 및 통신시스템개발” 중 “고속 요금 정산처리 통신기술 개발”, “고속 교통류 대응 요금지불 처리 시스템 개발”, “고속 교통류 대응 요금지불수단 개발” 등의 부분은 「One Card All Pass 표준기술 개발 및 테스트베드 운영 연구개발」 과제와 직·간접적인 연관성이 있으며, 이 과제의 연구결과와 실용화 수준에 따라 SMART Tolling을 위한 정산 시스템에의 적용 수준을 판단해야 한다.

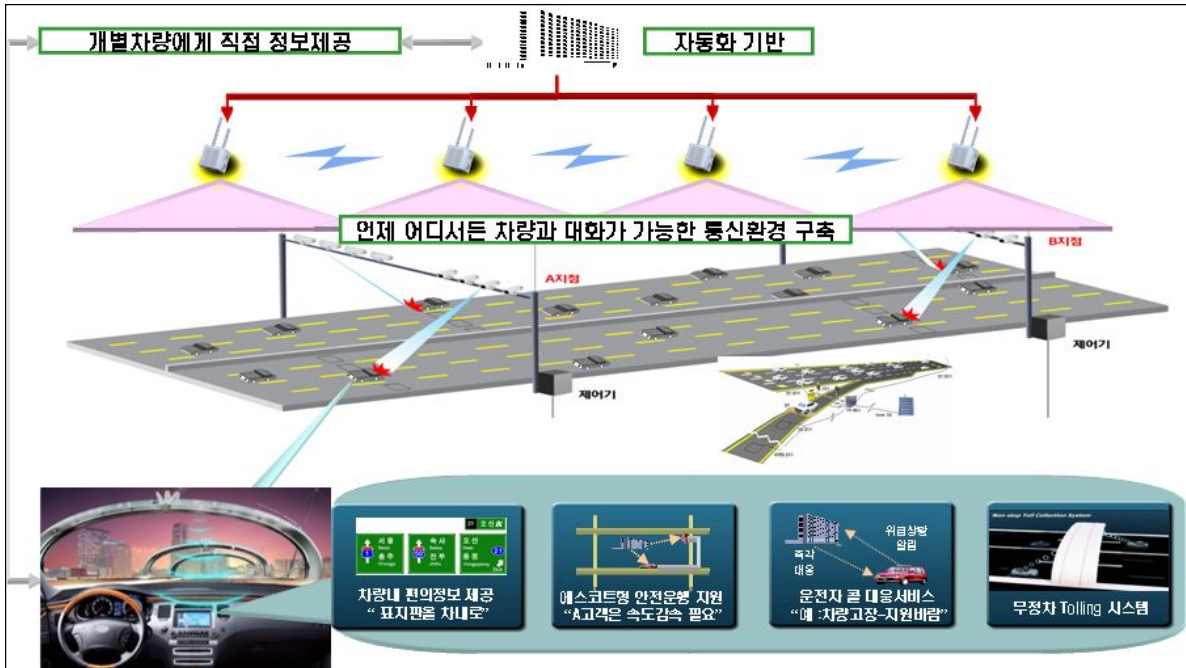


그림 1-1 세부과제와 사업단 목표와의 연계

1.2 국내외 기술현황 및 동향

1.2.1 국내외 기술현황 및 동향 분석

(1) 국내 기술현황 및 동향분석

□ 한국도로공사 영업시스템 현황

한국도로공사의 영업시스템은 크게 요금수납설비인 TCS시스템과 자동요금수납시스템인 하이패스시스템, 과적차량을 단속하고 있는 과적단속시스템, 위반차량 및 도주차량 단속을 위한 통행료면탈방지시스템으로 구성되어 있다.

○ 통행료징수시스템(TCS)

한국도로공사 TCS는 1993년 6월 개방식 영업소, 1994년 8월 폐쇄식 전 영업소에 요금수납설비를 설치하여 운영하고 있다.

통행료징수시스템(TCS : Toll Collection System)은 차로에 설치된 전자감응장치를 활용하여 통행요금을 자동처리, 징수하는 시스템으로써 통행요금은 물론 교통량, 요금수납 업무와 관련된 제반 업무를 처리하는 시스템이다.

통행요금과 교통량 관련 자료를 근무종료 직후 영업소 컴퓨터로 전송하여 자동집계하며 그 집계결과를 출력하여 관리자 및 근무자의 업무편의를 제공하여 톨게이트 운영에 관한 제반과정의 시스템화를 가능하게 한다.

또한 통행권 후불제를 채택한 시스템으로서 통행권 관리의 효율화는 물론, 교통소통상황에 따라 고객이 출구를 변경하는데 따른 경제적인 불이익을 해소한 점도 기존의 운영시스템과는 다르며, 제반자료의 발생 시 예외사항을 엄격히 관리함으로써 제반자료의 공정성 및 신뢰성을 높인 것도 특징이라고 할 수 있다.

요금수납시스템의 구성은 영업소에서 발생한 제반자료를 집계하는 영업소 컴퓨터를 중심으로 하여 차로에서 차량을 검지하고 통행권 발행의 역할을 수행하는 차로기기와 영업소 컴퓨터에서 발생한 영업실적을 집계하는 지사 컴퓨터 및 지사별 집계된 자료를 취합하는 본사 컴퓨터로 구성된다.

차종분류장치는 폐쇄식 입구무인 일반차로 및 개방식 일반차로의 진입측에 설치되어 차량 분리감지 및 통과차량의 차종을 자동으로 분류하는 장치로서

한국도로공사 기준에 맞는 1~6종으로 분류하여 처리하고 있다.

차종분류는 축수, 윤폭, 윤거에 의한 도로공사의 차종분류 기준으로 개별차로 별로 99.7% 이상의 정확도로 분류되어야 하며, 차종 및 축수 신호 등을 전송한다.

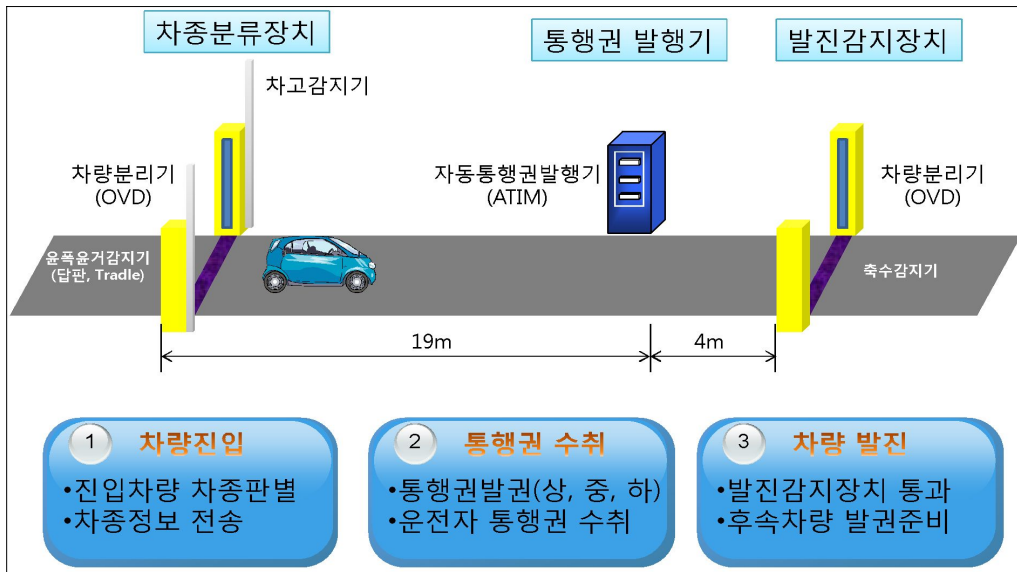


그림 1-2 요금수납설비(TCS) 폐쇄식 입구 시스템 구성도



그림 1-3 요금수납설비(TCS) 폐쇄식 출구 시스템 구성도

현재 TCS는 전국 261개 영업소에 총 1,885차로가(개방식 13개소 196개 차로, 폐쇄식 248개소 1,659차로) 설치, 운영되고 있으며 통행권을 통한 요금수납업무의 전산화와 더불어 TCS에서 수집되는 자료를 통해 교통량, 통계분석에 이용하고 있다.

통행료징수시스템은 폐쇄식 입구와 출구, 개방식으로 구분되어 각각 다음과 같이 구분되어 있다.

표 1-2 차로별 설비구성

구 분	유형별	구 성
폐쇄식	입구 무인 일반차로	윤폭윤거감지기 차량분리기(광센서A·B, 차종분류제어기) 차고감지기 답판프레임 커브박스(2) 제어기 채널베이스
개방식	일반차로, 하이패스 차로	윤폭윤거감지기 차량분리기(광센서A·B, 차종분류제어기) 답판프레임 커브박스(2) 제어기 채널베이스 광센서 채널베이스(2)

○ 폐쇄식 입구차로

현재 TCS는 전국 240개 영업소에 총 1,884폐쇄식 입구차로는 차종분류장치, 차고감지기, 자동통행권 발권기, 차량발진 감지장치, 높이제한 배리어 등으로 구성되며 다음 그림과 같다.

차종분류장치는 입구 진입부에 설치되어 윤폭·윤거 감지기와 차량분리감지기의 신호를 조합하여 차량분리 및 대수, 통행차량의 차종(1~6종)을 자동 판별하여 자동통행권발행기로 데이터를 전송하는 기능을 수행한다.

차고 감지기는 차량 감지시 통행권 발행에 적합한 위치에 발행할 수 있도록 발권 위치를 감지 후 정보를 차종분류장치로 전송하는 기능을 수행한다.

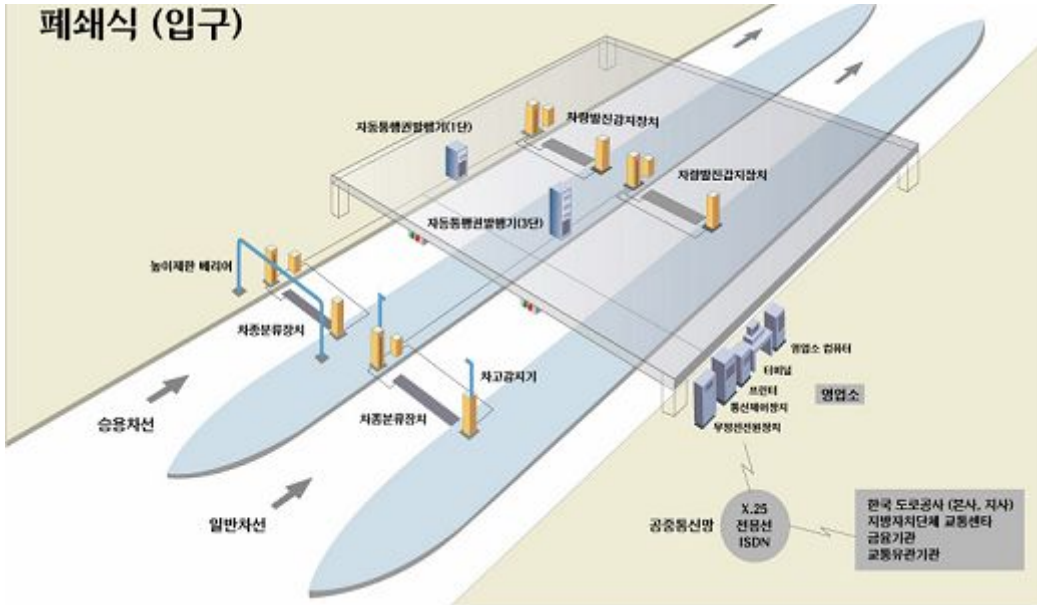


그림 1-4 폐쇄식 입구차로 구성 및 설비

자동통행권발행기 차종분류장치로부터 감지 및 차종분류 데이터를 받아 통행권에 차종, 입구영업소 번호, 진입 일시, 통행권 번호를 자기기록 및 인쇄 후 이용객이 수취할 수 있도록 자동발권 기능을 수행한다.

- 일반차로(혼합차로)의 경우 3단으로, 승용차로의 경우 1종 및 6종 차량 이외의 차량이 진입하지 못하도록 하는 높이제한 배리어가 설치되어 있으며 1단으로 구성되어 통행권을 발권하게 된다.

차량발진 감지장치는 축수감지기와 차량분리감지기의 신호를 조합하여 후속 차량의 통행권 배출 및 통행권을 뽑지 않은 긴급차량의 통행권 회수신호를 자동 통행권발행기로 전송하는 기능을 수행한다.

○ 폐쇄식 출구차로

폐쇄식 출구차로는 차량감지장치, 차종 및 요금표시기, 차로제어기, 통행권 확인기, 정액권 확인기, 영수증 발행기의 설비로 구성되어 운영된다.

차량감지장치는 축수감지기와 차량분리감지기의 신호를 조합하여 1대의 차량을 분리 및 감지하며, 차량감지정보를 차로 제어기로 전송하는 기능을 주로 담당한다.

- 차량감지장치에서는 2축 차량인 1, 2, 3, 6종을 1개종으로 감지하여 전송

차종 및 요금표시기는 근무자가 통행권을 넣고 차량의 요금 및 차종을 고객이 인지할 수 있도록 표시하는 설비를 말한다.

차로제어기는 요금소 내의 모든 설비 및 영업소 컴퓨터와 연결되어 통행권 데이터 판독 및 연산, 정액권 처리, 영수증 발행 등 요금수납의 일련 과정을 총괄 수행하며, 수집된 데이터를 영업소 컴퓨터로 전송하는 기능을 담당한다.

통행권 확인기는 차로제어기와 연계하여 출구에서 수취한 통행권 데이터의 내용을 판독하며, 키보드 및 LCD 화면을 통해 근무자가 일련의 요금수납 처리를 할 수 있도록 안내하는 설비이다.

정액권 확인기는 차로제어기와 연동해서 고속도로 카드를 처리하며 육안으로 식별 가능토록 인쇄하는 기능과 위조방지를 위한 홀로그램 판독 기능을 담당한다.

영수증 발행기는 차로제어기에서 확인된 정보를 열전사 방식으로 인쇄하여

이용객에게 통행요금에 대한 영수증을 발행하는 기능을 담당한다.

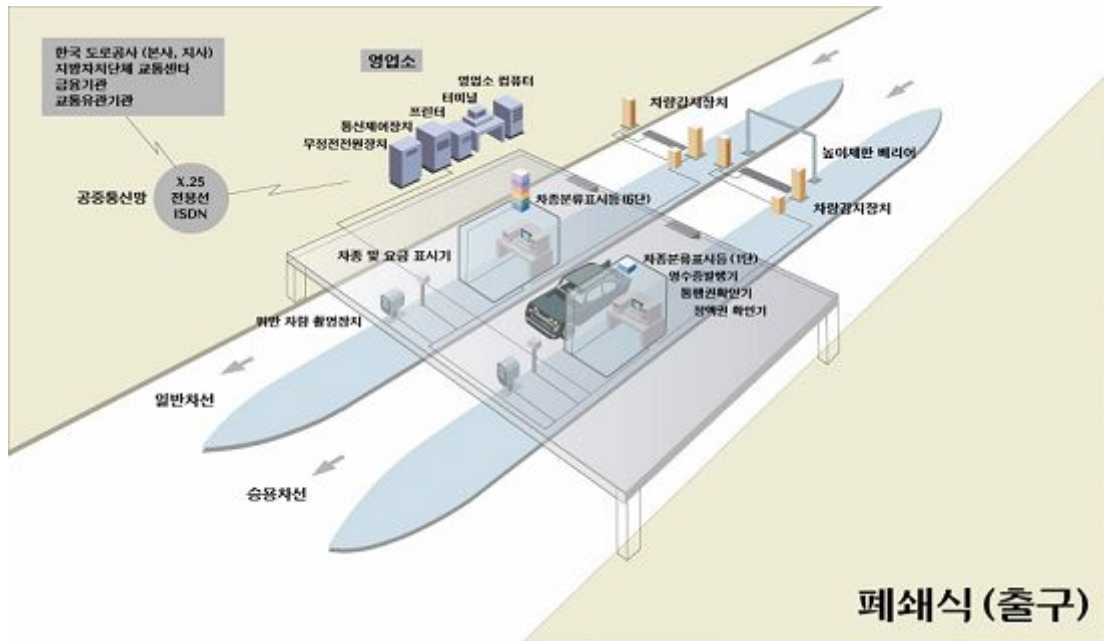


그림 1-5 폐쇄식 출구차로 구성 및 설비

○ 개방식 차로

개방식 차로는 폐쇄식 차로와 달리 차종분류와 요금수납이 동시에 이뤄지므로 통행권 발권에 필요한 차고감지기가 없으며 이외의 설비 및 구성은 폐쇄식과 유사하다.

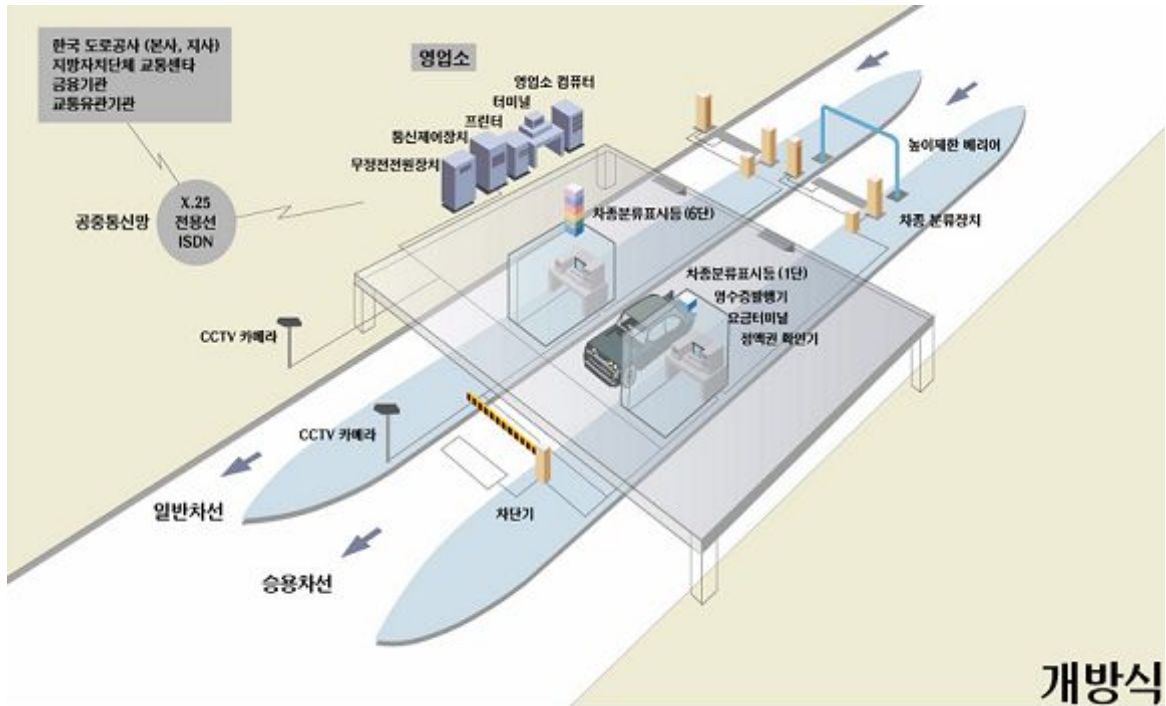


그림 1-6 개방식 차로 구성도

○ 전자지불시스템(터치패스 시스템)

한국도로공사에서 발행하는 전자카드인 하이패스플러스카드(향후 한국도로공사와 제휴한 스마트카드 방식의 전자화폐 및 휴대폰 포함)를 이용하여 영업소에서 요금 지불 및 충전이 가능한 전자지불시스템이 부스에 구성되어 있다.

다음 그림과 같이 전자지불 단말기 기능을 추가한 근무자용 통합단말기와 초기 처리속도 및 터치거리 등의 단점을 개선한 전자지불용 안테나 등이 전자지불시스템을 구성하고 있다.

전자지불 안테나의 경우 262개소에 구축되어 있으며, 기타 개방식과 폐쇄식 전 구간에서는 근무자 통합단말기를 통하여 전자카드를 이용할 수 있도록 구축되어 있다.

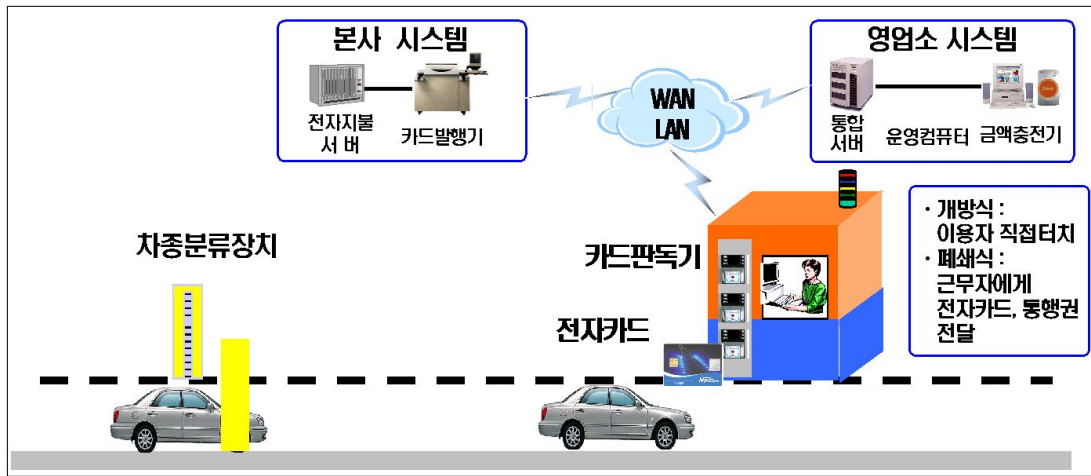


그림 1-7 전자지불시스템 구성도



그림 1-8 근무자 통합단말기 및 전자지불 안테나(카드판독기)

표 1-3 전자지불 안테나 사양특성

구분	내용	비고
구조	착탈식 분리형 두께 : 12.5cm(4.5 + 8)	사고발생 시 피해 최소화 터치거리 확장(중전 두께 6.5cm)
처리속도	0.4초 이하	처리속도 단축(중전 0.8초 이상)
통신거리	7cm 이상	터치거리 연장(중전 5cm)
표시 LED	청색-진입, 녹색-정상, 적색-오류	음성안내 포함

○ 과적단속시스템(고정식 축중기 시스템)

과적단속시스템은 제한차량(중량, 높이초과)의 고속도로 진입을 통제하기 위하여 차량의 총중량, 축 중량 및 높이를 감지하는 시스템을 나타낸다.

화물적재차량을 운행상태에서 축중 및 총중량을 측정하여 기준값 이상의 중량을 적재하였을 때 경보신호와 동시에 중량 데이터를 자동인쇄, 표시 및 기록하여 도로 및 구조물의 보호와 교통소통의 원활을 도모하기 위한 시스템이다.

설비 구성은 영업소 설비와 차로설비로 구분되며, 다음과 같이 구성되어 있다.

표 1-4 과적단속시스템의 구성

구 분	구성 내용
영업소 설비	<ul style="list-style-type: none"> · 주제어기 * 차로설비의 축하중검출기, 차량분리기, 속도감지기, 높이 감지기로부터 입력된 신호를 정해진 순서로 연산, 기억, 제어처리하여 차량의 모든 자료를 해당 주변기기로 출력하는 역할을 함 · C.R.T 터미널, 프린터
차로 설비	<ul style="list-style-type: none"> · 축하중검출기(PAD) * PAD자체에 중량감지 센서를 부착, 진입차로 노면에 설치하여 차량의 축별 중량을 검출하는 장치 · 차량대수분리기 * 광전소자를 이용한 진입차량의 대수를 분리하여 차로제어기로 신호를 보내는 역할을 수행 · 속도감지기 * 차량의 진입속도 측정을 위한 장치 · 높이감지기 * 광전소자를 이용하여 차량의 적재물이 규정높이 이상으로 통과시 높이를 표시, 기록하는 장치 · 차로제어기(PLC) * 차로에 설치된 감지신호의 입력을 제어출력하며, RS-422통신으로 주제어기와 데이터를 교환하여 차로의 모든 신호를 주제어기로 전송하는 장치임 · 제한차량 경보기 * 높이초과, 중량초과를 식별이 가능하도록 경보음 및 램프를 동작시키는 장치 · 제한차량 표시판 * 진입하는 차량의 중량 및 높이 초과시 차로제어기에서 출력을 받아 문자로 표시하고 경보음을 동작시키는 장치



그림 1-9 영업소 화물전용차로(축중차로)

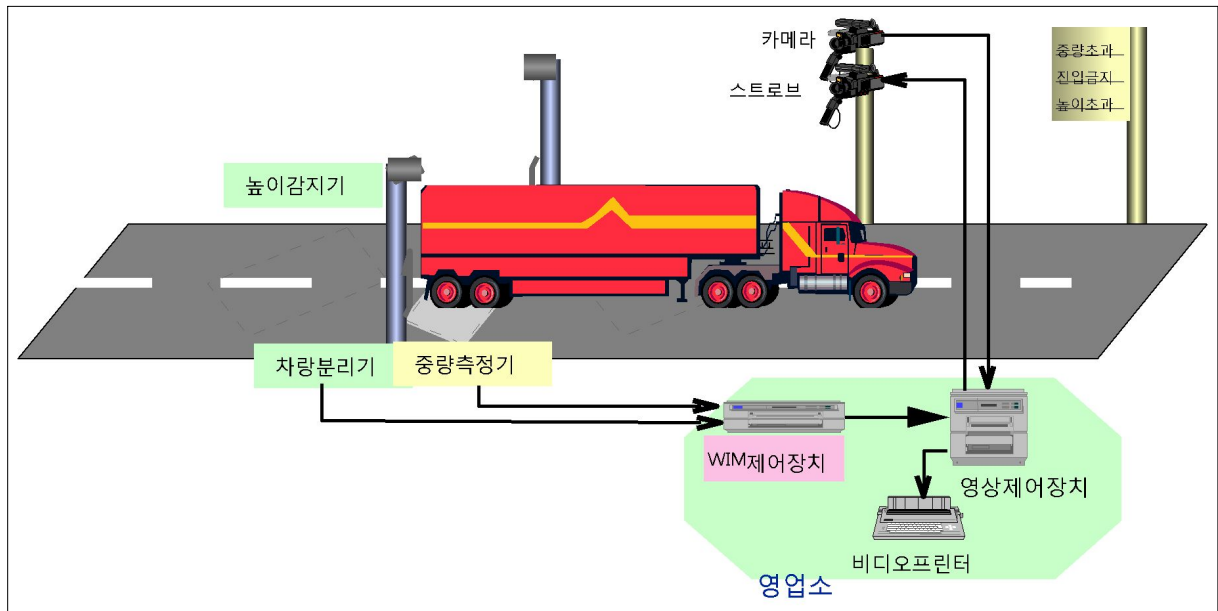


그림 1-10 과적단속시스템(축중기) 구성

○ 통행료면탈방지시스템(영상식 도주면탈시스템)

통행료면탈방지시스템은 고속도로 폐쇄식 구간에서 통행권을 부당하게 교환 사용하거나 폐쇄식 및 개방식 구간에서 통행료를 납부하지 않고 도주하는 차량 등의 번호판을 촬영 및 저장하는 시스템이다.

주·야간 구별 없이 촬영하고자 하는 차량번호, 차량의 외형을 카메라로 자동조절하여 원형대로 촬영한다. 이 시스템은 영상처리속도가 빠르며, 차량속도(0~140km)에 관계없이 촬영이 가능하다.

또한 시스템 구조물은 방수, 방진의 구조로서 외부오염 및 차량 통행의 진동에도 정상 동작이 가능하다. 영상은 필요에 따라 일정기간 저장 후 자동 삭제하는 기능이 내장되어 있으며, 임의로 범위를 지정하여 저장영상을 삭제할 수 있다.

이 기기는 차로설비와 부스설비, 사무실 설비로 구분되어 구성된다.

표 1-5 통행료 면탈방지시스템의 구성

구 분	구 성 내 용
차로 설비	<ul style="list-style-type: none"> · 영상처리장치 : Frame Grabber · 촬영장치 : 카메라, 렌즈, SMPS or 카메라 전용 Power · 조명장치 : 스트로브 · 감지장치 : Loop Detector · 네트워크 장치 : 트랜시버, Lan cable, Terminator, UTP, Hub
부스 설비	<ul style="list-style-type: none"> · Freeze Monitor · CDS · TCS 인터페이스
사무실 설비	<ul style="list-style-type: none"> · 운영컴퓨터 · 모니터 · 네트워크 장치 : 트랜시버, Lan card & Terminator, UTP, Hub · 프린터

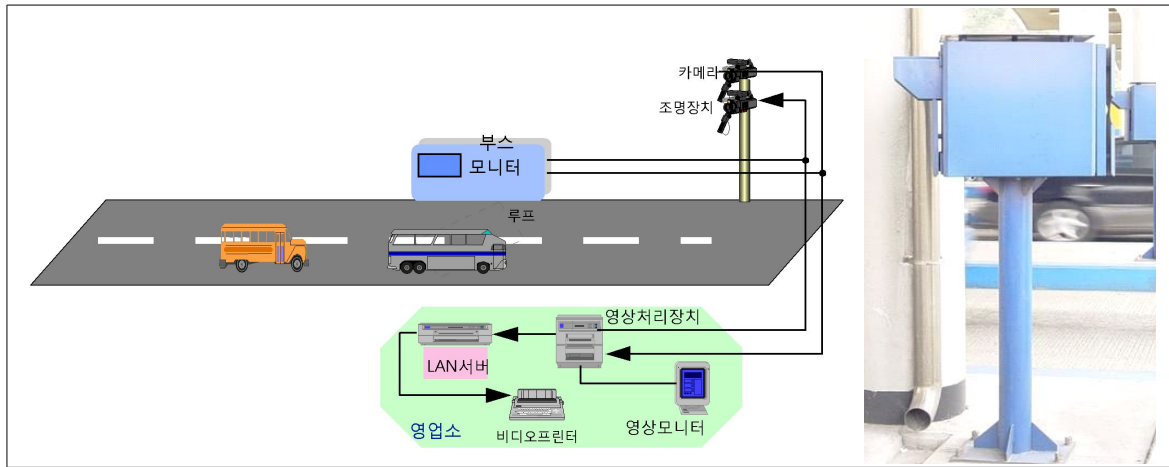


그림 1-11 통행료 면탈방지시스템 구성 및 영상촬영장

○ 하이패스 시스템

하이패스시스템은 무정차전자요금수납시스템(ETCS)으로서, 최초 2000년 6월 수도권주파수 방식으로 청계, 성남, 판교 영업소에서 시범사업 형태로 시작되었다.

이후, 능동주파수와 능동적외선방식이 모두 적용되는 지금의 듀얼시스템으로 개발되었으며, 현재는 주파수방식과 적외선방식, 기존 TCS를 동시에 제어할 수 있는 통합차로제어기가 개발되어 서울외곽순환고속도로 10개 영업소에 우선 구축되어 운영되었으며, 2007년 12월 20일 한국도로공사 관할 전국 261개 영업소에 완전개통 하였다.

하이패스시스템은 다음 그림과 같이 구성되며, 현재 한국도로공사에서는 톨부스 처리대상 차량에 따라 하이패스 전용과 혼용으로 분류할 수 있으며, 안전바(차단기)를 운영하고 있음. 하이패스 차로는 무정차 운영시 시간당 1,800대 처리가 가능하며, 안전바(차단기) 운영시 시간당 1,200대를 처리할 수 있다.

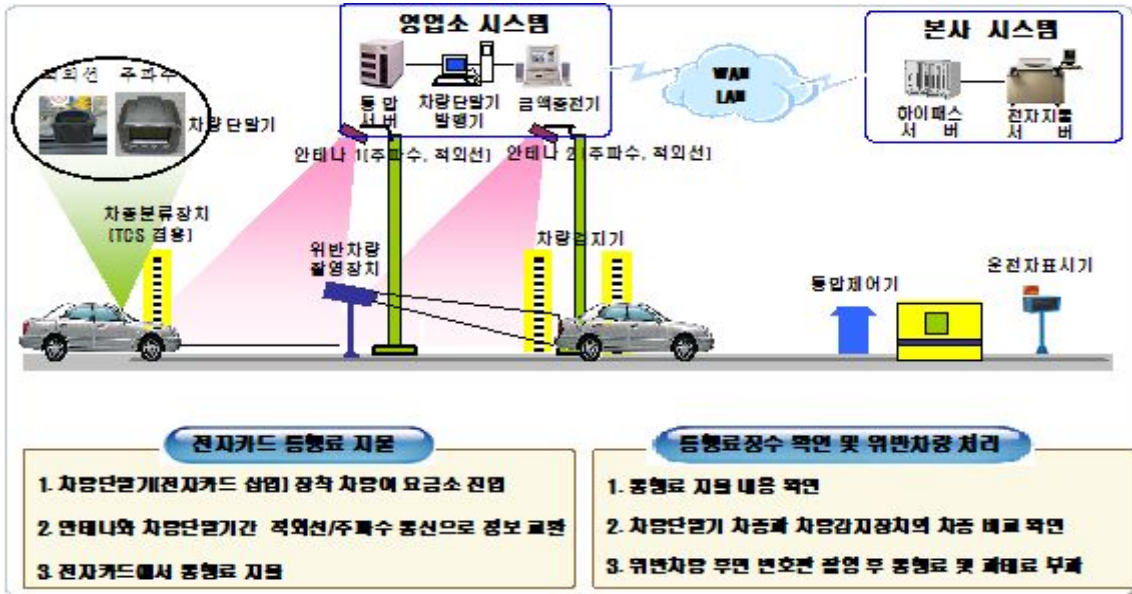


그림 1-12 하이패스시스템 구성도

하이패스시스템은 요금소 설비로서 안테나, 차로제어기, 운전자 표시기, 차종 분류장치, 위반촬영장치 등으로 구성되며, 운전자의 경우 하이패스플러스 카드와 차량단말기를 통해 시스템 이용이 가능하다.

□ 하이패스 플러스 카드(전자카드)

- ISO 7816 및 ISO 14443 B Type 전자지갑
- 국내 최초 비접촉 표준 SAM 준수

□ 차량단말기(OBU: On Board Unit)

- 870nm 적외선 5.8GHz 주파수, 능동 방식
- 접촉 및 비접촉 카드 수용
- LCD 및 버저 기능

□ 비컨/ 안테나

- 870nm 적외선 5.8GHz 주파수
- 통신속도 1Mbps (Up/Down 공동)
- 2대/차로당 구조 (고속주행 160km/h 수용)

The right side of the diagram shows three images: a Hi-Pass Plus Card (전자카드), an On Board Unit (OBU), and a Beacon/Antenna (비컨/안테나) structure.

그림 1-13 하이패스시스템 구성설비 및 특성

□ 논산-천안고속도로 TCS

늘어나는 교통수요에 대처하고 국민의 다양한 서비스 패턴에 부응하고자 지난 97년 12월 천안~논산간 고속도로공사를 착공, 2002년 12월 개통되었다.

논산에서 천안을 연결하는 총 연장 80.96km의 왕복 4차로로 구성된 논산-천안간 고속도로는 서울-대전-논산간의 물동량을 위회시켜 수도권, 호남권을 연결함으로써 접근성 제고 및 도로의 서비스 수준을 향상시키고 경부 및 호남고속도로의 대체기능을 수행할 수 있도록 하는데 목적이 있다.

논산-천안고속도로의 통행료징수시스템은 도로 이용자 측면에서 영업소에서 통행료 징수에 따른 불편 및 지체의 최소화, 운영자 측면에서 요금 징수원의 감소를 통한 인건비 절감, 경영정보체계의 구축 및 요금수납원의 부정을 근절을 목표로 운영하고 있다.

한국도로공사와 마찬가지로 단속효율을 높이고 부정차량의 통행을 방지하기 위해 운행제한차량 단속장비를 영업소에 설치·운영하고 있다.

영업소는 총 8개 영업소를 운영하고 있으며, 본선에서 징수하는 형태의 본선형 영업소가 2개, IC형 영업소가 6개로 구성되어 있다.

운영의 효율성 및 관리의 용이성을 위해 폐쇄식 통행료 징수방법을 채택하고 있으며, 한국도로공사의 폐쇄식 시스템과 유사하다.

전체적인 시스템 구성도 한국도로공사의 폐쇄식과 유사하며, 차로설비, 부스설비, 영업소 설비로 구분되어 입구차로는 무인, 출구차로는 유인으로 운영하고 있다.

○ 주요 설비

- 자동 차종분류장치 : 폐쇄식 입구무인 혼합차로 및 개방식 혼합차로 전방에 설치되어 차량 분리 및 계수기능을 가지며 통과차량의 차종을 차량높이 감지기, 축수, 윤폭, 윤거감지기, 차량분리기 등을 통해 기계적으로 분류하는 장치로서 한국도로공사 차종분류 기준에 맞도록 정확한 감지 및 분류를 수행함
- 자동 차종분류 원리 및 기기의 구성은 한국 도로공사와 동일하며 한국도로공사 차종분류 기준에 의해 차로당 평균 99.7%이상의 정확도로 분류됨

어야 하며, 차종 및 축수 신호를 자동통행권발행기로 전송함

- 자동통행권발행기 : 본 기기는 입구차로 아일랜드 위에 설치되어 이용객에게 차종, 출발지 영업소 코드, 출발일시, 통행권 번호가 자기기록 및 인쇄된 통행권을 무인 발행하여 교부하는 장치로 각종 주변기기의 제어 및 영업소 컴퓨터와의 정보를 송·수신하는 기능을 갖추고 있음
- 차량발진 감지장치 : 자동 통행권 발행기에서 통행권을 수취한 차량이 정상적으로 차로를 통과하였는가를 감지하여 정보를 자동통행권발행기로 전송, 후속 차량에게 통행권을 발행하기 위한 장치임
- 차종 및 요금 표시기 : 이용객이 통행권 확인 후 차종 및 지불요금을 알 수 있도록 하는 장치로서 차종표시부 및 요금표시부로 구성됨
- 통행권 확인기 : 폐쇄식 영업소 출구 부스 내에 설치하여 이용객으로부터 회수한 통행권을 확인함과 동시에 이용차량에 대한 정보를 자기기록 및 인쇄하여 보관하며 차로제어기와 연결 영업원이 각종 영업업무를 수행하기 위한 장치임
- 출구차로 제어기 : 출구부스에 설치하여 각종 정보처리 및 보관, 주변장치들의 제어 및 영업소 컴퓨터와의 데이터 송수신을 행하는 장치임
- 영수증 발행기 : 통행권 확인기 및 차로제어기와 연결, 통행권 확인기에서 확인한 정보를 인쇄하여 이용객에게 고속도로 통행료 납부 사실을 증명하는 영수증을 발행하는 기기임
- 도주/과적 단속 시스템 : 도주/과적 단속 시스템은 제한차량(중량, 높이초과)에 대한 영상을 촬영하여 사무실 운영컴퓨터로 전송하는 역할을 하는 기기로서 감시카메라 및 영상처리기 등이 사용됨

□ 서울외곽순환고속도로 (일산~퇴계원 구간)

서울외곽순환고속도로는 민간투자시설사업의 일환으로 2000년 5월 설립되었으며, 기존의 서울외곽순환고속도로에서 일산~퇴계원을 연결하는 북부구간을 민간자본으로 건설하여 운영하고 있다.

전체 고속도로 구간은 36.5km에 해당하나, 일산~송초 구간(18.3km)와 의정부 IC~퇴계원IC(10.5km) 등 28.8km 구간이 2006년 7월 개통되었으며, 사패산 터널구간 7.5km는 2008년 1월에 개통예정이다.

영업소 운영은 폐쇄식 형태로 본선형 영업소 2개소, IC형 영업소 3개소를 운영하고 있다.

서울외곽순환고속도로는 지능형 교통관리시스템(ITS; Intelligent Transport Systems) 중 통행료자동징수시스템(ETCS; Electronic Toll Collection Systems) 및 고속도로 교통관리시스템 (FTMS; Freeway Traffic Management Systems)을 도입하여 본 사업구간을 이용하는 차량에 대하여 안전성 제고, 편의성 제고 및 양질의 서비스를 제공하는데 목적을 두고 있다.

요금수납시스템은 통행요금과 교통량은 물론 영업소에서 요금수납 업무와 관련된 제반업무를 처리하는 시스템으로, 영업소에서 발생한 제반자료를 집계하여 영업소 컴퓨터를 중심으로 차로에서 차량을 감시하고 통행권을 발행하는 등, 차로에서 운용되는 차로 기기와 영업소 컴퓨터에서 발생한 영업실적을 집계하는 한국도로공사의 개방식 시스템과 구성이 매우 유사하다.

신속하고 정확한 요금수납과 기존 서울외곽순환고속도로와의 호환성을 위해 한국도로공사의 서울외곽순환고속도로에 구축된 하이패스, 전자지불 등 동일한 시스템을 구축하여 운영 중에 있다.

(2) 국외 기술현황 및 동향분석

□ 일본

한국도로공사의 영업시스템은 크게 요금수납설비인 TCS시스템과 자동요금수납시스템인 하이패스시스템, 과적차량을 단속하고 있는 과적단속시스템, 위반차량 및 도주차량 단속을 위한 통행료면탈방지시스템으로 구성되어 있다.

즉 한국 영업시스템은 일본 시스템을 도입한 바와 같이, 일본의 영업시스템은 한국도로공사 시스템 구성과 유사하다.

다만, 일본에는 축중기와 도주면탈시스템이 영업시스템에 포함되어 있지 않으며, 도주면탈방지를 위해 CCTV가 설치되어 있다.

일본에서의 차종분류 처리는 한국과 같이 통과 차량의 차고, 축수, 윤폭 및 윤거를 측정하여 결정한다.

일본의 영업시스템은 TCS와 ETCS로 구성되어 있으며 TCS의 구성은 다음과 같다.

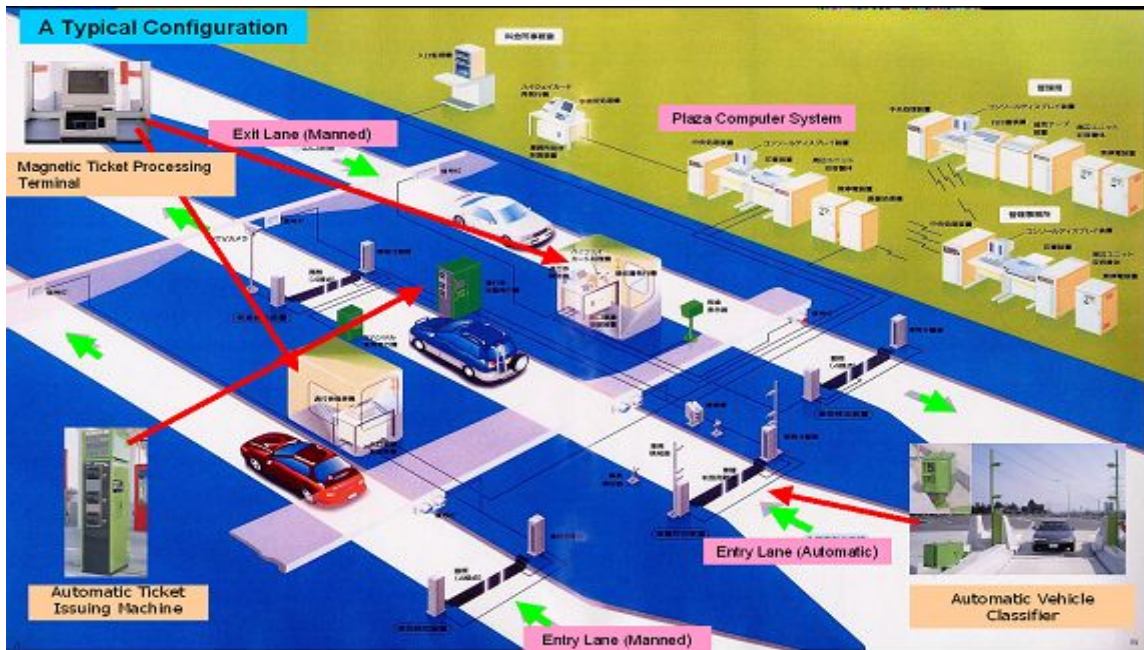


그림 1-14 일본 TCS 폐쇄식 구성도

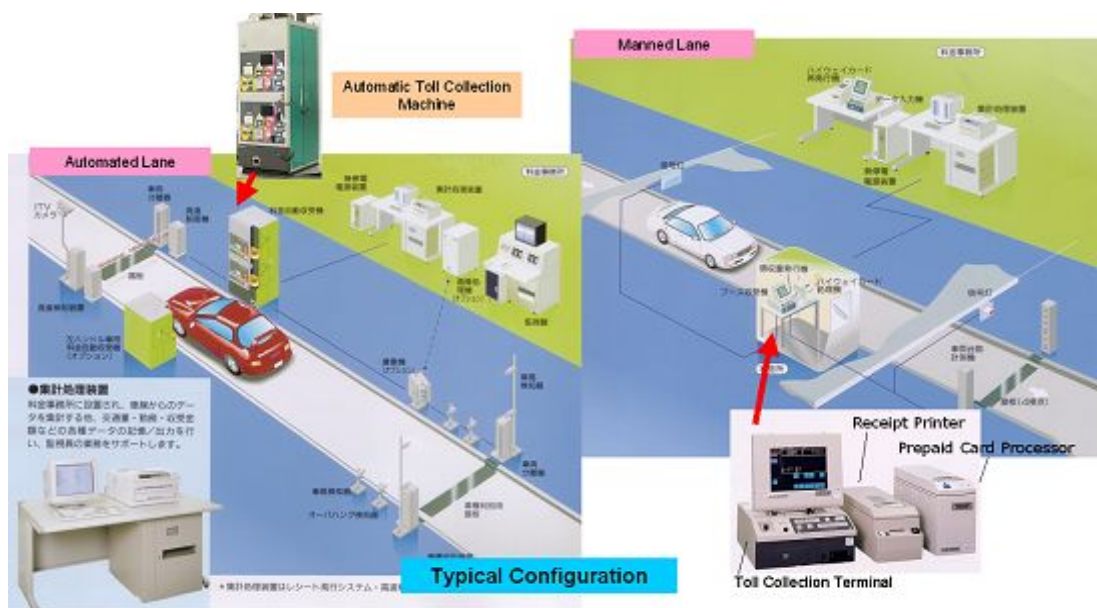


그림 1-15 일본 TCS 개방식 구성도

영업시스템의 무인화와 요금소지정체 해소를 위해 ETC 도입을 추진하여, 1997년 건설성과 일본도로공단이 시험운용을 한 이후 2000년 일본도로공단의 치바지구 요금소와 수도권고속도로공단의 요금소 등에서 3만대를 대상으로 시범 운영을 하였으며, 현재는 전국적으로 규모가 확대되고 있다.

1998년 4월부터 도로정비 5개년 계획에 의거 2,100억엔이 투입되어 2002년 12월 전국 759개소의 요금소에 도입되었으며, 장기적으로는 2006년까지 약 1,300개소에 도입할 계획이다.

일본의 영업소 운영방법은 우리나라와 거의 같은 방식으로 모든 요금소에서 징수원이 지불방법에 따라 요금을 징수하고 있으며, ETCS가 도입된 이후에는 ETC 전용차로, ETC와 일반차량의 혼용차로, 일반차로 등이 운영되고 있다.

2006년 7월 기준 ETC 단말기는 1,300만대 보급되었고, 2006년 9월 ETC 이용율이 평균 70%에 도달하고 있으며, 2004년 10월 전국 이용율 21.7%에서, 2년 만에 이용율이 약 3배 이상 증가하여, 일본의 ETC 보급에 따른 본선요금소의 정체감소효과가 크게 나타나고 있다.



그림 1-16 일본 ETCS 입구차로 구성도



그림 1-17 일본 ETC 출구차로 구성도

주요 설비는 다음과 같다.

○ 차종분류장치

- 입구 무인차로와 출구 일반차로 전방에 설치되어 통행 차량의 차종을 자동적으로 판별함과 동시에 자동통행권발행기 또는 부스내의 차로 제어기로 차종 신호를 출력함
- 또한 입구의 혼합차종 무인차로에서는 자동통행권발행기의 발행구를 결정하기 위해서 추가로 차고 감지기를 설치할 수 있으며, 차종분류장치(입구)와 차량감지장치(출구)는 우리나라와 동일한 방식의 장치를 설치하여 운영
- 차종분류 로직 및 파라미터는 오랫동안 운용을 거쳐서 개선을 하였으나, 차종분류 로직에 관해서는 측정 항목을 늘리지 않는 한, 비약적으로 판별율을 향상시키는 방법은 없음

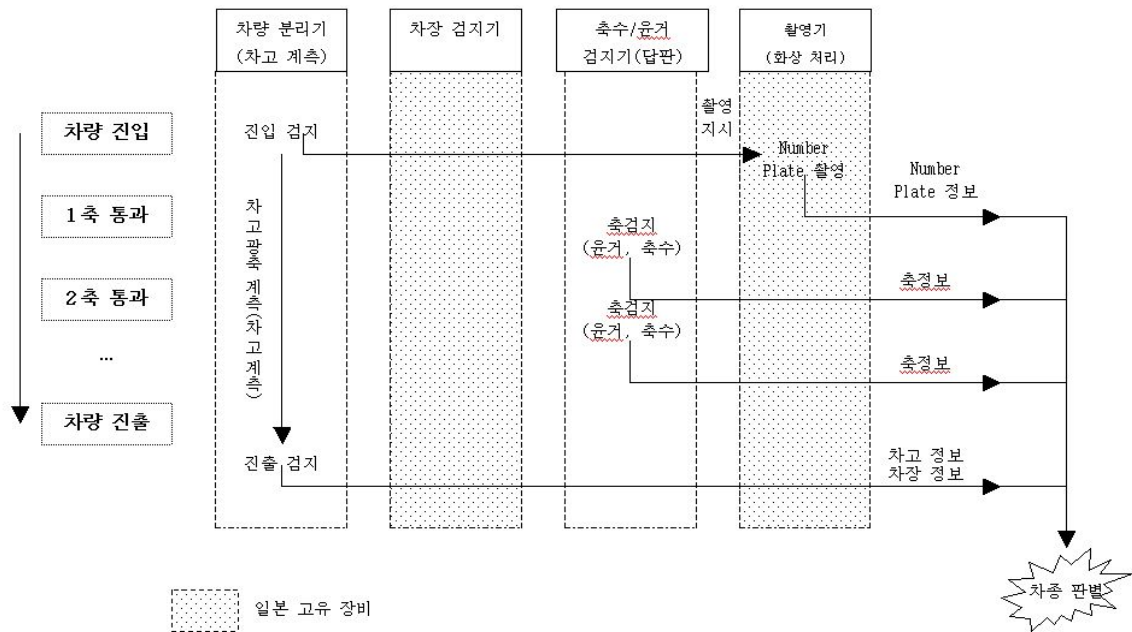


그림 1-18 일본의 차종분류 처리 과정

- 일본의 경우, 한국에 없는 측정 항목으로서 차장, Number Plate 정보가 있으며 차장 검지기는 차량 분리기의 후방에 설치되어, 통과 차량이 4.5m 미만의 차량인가 그 이상인가를 판정하는 역할을 수행함
- Number plate 촬영 장치는 차량의 번호판을 촬영하여, 화상처리(문자 인식)에 의해 번호판 기재 정보를 얻음
- 자동통행권발행기 : 고속도로의 무인일반 입구차로 아일랜드에 설치되어 진입하는 차량에 대해 자동으로 통행권에 정해진 사항을 자기기록 및 인쇄를 하여 발권하는 기기임
- 차단기 : 출구차로 부스 후방에 설치하며, 차로제어기로부터의 처리완료 신호에 의해 차단봉을 올려 차량의 통행을 가능하게 하고 루프코일로부터 통과완료 신호에 의해 차단봉을 내려서 차량통행을 통제
 - 이용객에게 통과 가능 여부를 알리는 신호등이 추가로 부착됨
- 입구차로 제어기 : 입구차로 부스 내에 설치되어 수동통행권 발행기, 차량 감지장치, 신호등 및 영업소 컴퓨터와 접속하며, 영업원의 근무 중 또는 차로 폐쇄 시에도 차량감지장치로부터 차량 진입신호를 수신함

- 또한 근무 중에는 통행권 발행기의 버튼조작에 따라 통행권 발행, 특별처리 등의 제어와 신호등을 제어하여, 발권/집계에 필요한 데이터에 대해 컴퓨터와의 송수신을 제어함
- 통행권 확인기 : 출구차로 부스 내에 설치되며, 이용객으로부터 회수한 통행권을 확인함과 동시에 이용차량에 대한 정보를 자기기록 및 인쇄하여 보관함에 보관
 - 차로제어 장치와 연결되어 영업원이 각종 영업업무를 수행하기 위한 장치
- 출구차로 제어기 : 출구차로 부스 내에 설치되어 영업원의 근무중 또는 차로폐쇄시에도 차량감지장치, 차종분류장치로부터 진입차량의 차종신호를 수신함
 - 또한, 근무 중에는 통행권확인기로부터 통행권판독, 유·무효의 판단 및 버튼조작에 따른 요금의 산출, 요금의 표시, 영수증의 발행과 신호등의 제어는 물론 확인집계에 필요한 데이터에 대해 영업소 컴퓨터와의 송수신을 제어하게 됨
- 정액권 확인기 : 출구차로의 부스내에 설치되어 진입한 차량으로부터 통행권과 정액권을 받아서 현금지불대신 정액권으로 해당 통행요금을 감산하여 그 사용횟수를 표시하며 사용횟수를 줄일 때에는 정액권의 자기 정보내용을 갱신함과 동시에 잔액과 사용일자를 정액권상에 인쇄함
- 영수증 발행기 : 출구차로의 부스내에 설치되며, 통행권 확인기의 제어에 따라 작동하고 영업원의 발행버튼 조작에 의하여 사전에 별도로 정해진 문자 등을 이용해 롤(Roll)지에 차종과 요금 등 필요 항목을 인쇄해서 영수증을 발행함

□ 미국

미국의 유료도로는 초기 Turnpike란 이름으로 불리우던 것이 지금에 이르러, 우리와 달리 고속도로가 아닌 유료도로를 Turnpike라 지칭하고 있다.

1950년대에 이르러, 미국고속도로 건설자원 조달이 연방보조도로법(1956년)에 의해 통행료 징수가 아닌 연방보조(연방정부의 세금지원시스템)에 의해 이루어지면서 사실상 유료도로는 없어지게 되었다.

1980년대에 들어 급속한 교통량 증가와 도로의 노후화현상, 도로신설 및 보수를 위한 재원확보, 자동요금수납시스템 개발 등에 의해 통행료징수방법에 의한 도로운영시스템의 필요성을 다시 인식하게 되었다.

이후 미국의 동부지역을 중심으로 유료도로가 구축되게 되었으며, 약간의 차이가 있을 수 있으나 건설비, 유지관리비, 금리 등 비용 및 교통량 예측에 기초한 채권 회수기간(40년)으로부터 필연적으로 결정되는 상환주의를 통하여 요금을 징수하고 있음

따라서, 미국의 유료도로 중 E-ZPass라는 자동요금수납시스템이 함께 구축된 경우, 요금 차종구분은 크게 축수시스템, 중량시스템, 차종별시스템 3가지로 구분된다.

이 중 대부분의 유료도로에서 채용하고 있는 차종구분은 축수시스템이며 단거리 도로의 경우 4~5종으로, 장거리 도로에서는 8종 이상으로 나누고 있다.

○ 요금지불방식

자동요금수납시스템인 E-ZPass의 요금지불 방식은 개인 이용자의 경우는 선불방식으로 신용카드와 직불카드, 현금을 이용하여 결제 할 수 있고 사업용 계좌의 요금지불 방식은 후불제를 이용하고 있다.

E-ZPass의 현금결제는 계좌를 개설한 이용자가 현금결제와 직불카드 방식을 택한다면, 미리 지불한 금액만큼이 계좌에 충전되고, E-ZPass를 이용할 때마다 이용요금이 차감되고 미리 지불한 금액을 다 이용하면 거주지 주변의 E-ZPass 센터나 인터넷을 이용하여 충전할 수 있다.

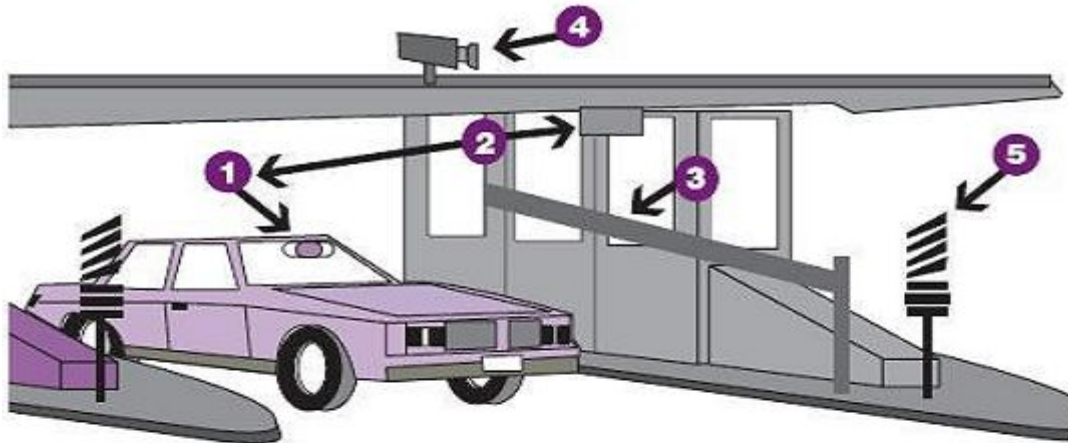
신용카드 결제를 선택하면, E-ZPass 계좌의 잔액이 충분하지 않을 때 미리 입력해둔 신용카드 정보를 이용하여, 자동으로 금액을 충전할수 있고 한 번에 자동으로 충전되는 금액은 이용자가 사전에 결정할 수 있고 변경할 수 있다.

○ 주요 설비

- 축수시스템 : 표준형은 승용차, 트럭, 버스 3가지 차종으로 대별하고, 승용차는 표준, +1축 트레일러 및 +2축 트레일러로 구분하고, 트럭은 2~6축으로 구분하며 버스는 트럭과 동축의 것을 준용함. 단순형은 축수에 따른 구분만을 하며 승용차, 트럭, 버스와 같은 분류는 하지 않음
- 중량시스템 : 차량의 중량에 따라 요금 차종을 구분하는 시스템임
- 차종별 시스템 : 승용차, 트럭, 버스의 3가지 차종으로 분류하고 있으며 지역에 따라 유료도로 요금수준이 다르지만, 주로 2~3센트/마일 정도임. 차종간 요금 비율은 승용차를 1.0으로 가정할 경우, 2축 트럭이 1~2배, 3축 트럭 1.5~4배, 5축 트럭 2~5배, 6축 트럭이 2.4~6배임. 또한 특수차량의 경우 2.8~10배의 요금을 부과하기도 하며, 버스의 경우는 주로 트럭과 같은 요금수준을 적용함

○ E-ZPass 시스템 구성

E-ZPass 시스템은 Automated Vehicle Identification (AVI), Automated Vehicle Classification (AVC), Violation Enforcement System (VEC) 3가지로 구성된다.



- ① As you pass through the *E-ZPass* facility, your *E-ZPass tag* is read.
- ② In an instant, the tag information is read by an *overhead antenna* in the *E-ZPass* facility and the proper charge is deducted from your *E-ZPass* account.
- ③ At some facilities, there are *gates* that will go up when a valid tag is read.
- ④ A *video enforcement system* is in place to identify charge evaders.
- ⑤ A *traffic signal and message* is immediately displayed to you just beyond the *E-ZPass* facility, with the exception of express *E-ZPass* lanes.

그림 1-19 E-ZPass 시스템 구성도

○ 차량인식시스템(Automated Vehicle Identification, AVI)

차량인식시스템은 차량 내부에 부착된 단말기(transponder)와 톨게이트의 안테나와의 통신으로 E-ZPass 차로에 진입한 차량을 인식하고 단말기 고유번호를 전달받는 시스템이다.

이 시스템은 송수신기와 안테나, 그리고 리더기로 구성되어 있으며, 현재 E-ZPass에서 이용하고 있는 장비는 MARK IV(온타리오, 캐나다)의 회사의 제품을 이용하며 다음 그림과 같다.



그림 1-20 Overhead Antenna 와 Reader

통신방식은 RFID를 이용한 DSRC passive(backscatter)를 이용하고 있으며, 현재 전체 E-ZPass 시스템에 1,200만개 이상의 단말기가 보급되어 있다.

단말기 및 시스템 제작사인 MARK IV는 수동형 DSRC 단말기 뿐만 아니라 능동형과 수동형 기능을 모두 가진 복합형 단말기, 톨게이트와 화물차의 중량 검사소에서 이용할 수 있는 단말기를 판매하고 있다.

아래 사진은 MARK IV에서 제작하여 E-ZPass에 판매하고 있는 단말기이다.



그림 1-21 E-ZPass Transponder (단말기)

- 이 단말기는 \$25에 인터넷, E-ZPass 지역센터, 마트에서 구입가능
- 구입하고 처음으로 사용한 후 48시간에서 일주일 이내에 이용자가 거주하고 있는 주의 E-ZPass 시스템에 등록하면, 개인 계좌를 개설 가능
- 단말기 가격 \$25에는 \$15은 등록 없이 바로 이용할 수 있는 금액이고, 첫 이용 후에 계좌를 등록하면 나머지 \$10도 계좌의 잔액으로 이체되는 형태로 결론적으로 단말기를 무상으로 제공하는 개념임

○ 차종분류시스템 (Automated Vehicle Classification, AVC)

차종분류시스템은 E-ZPass 차로로 진입한 차량의 길이, 축의 수, 위치와 축간 거리, 트레일러의 존재, 높이, 속도 등으로 차량을 분류하는 시스템이다.

진입하는 차량의 전면이나 위에 설치된 레이더에서 전파를 쏘아 라이트 커튼을 통과하는 차량의 이미지를 생성하고 이미지 프로세싱을 이용하여 차종을 구분하며, 또한 노면에 설치된 루프검지기를 이용하여 차량의 제원을 감지하여 차로 컨트롤러로 전송한다.

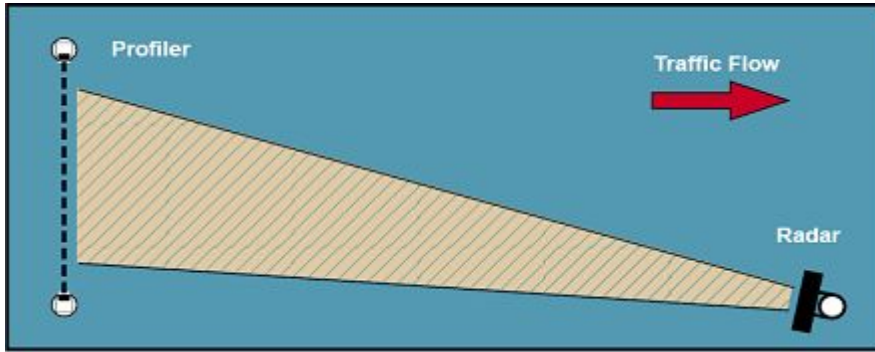


그림 1-22 AVC 시스템의 Radar와 Light Curtain

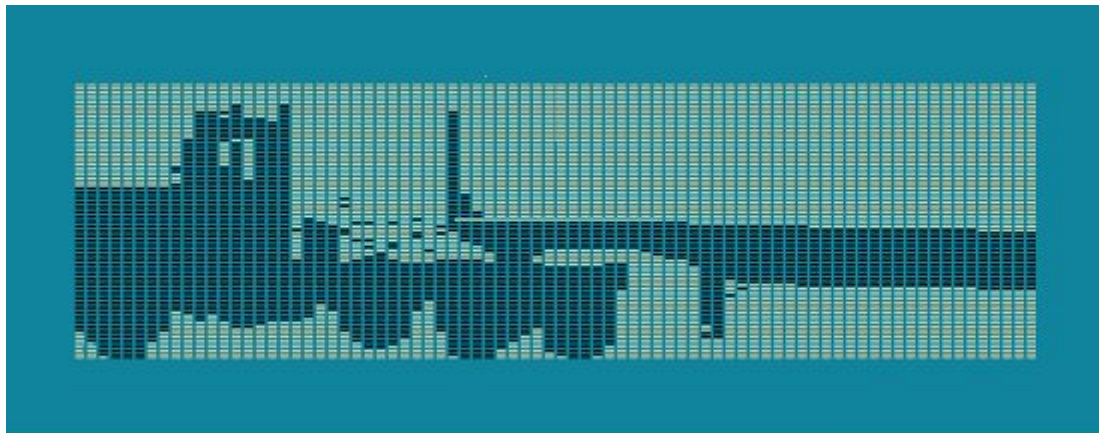


그림 1-23 Profiler로부터 생성된 이미지

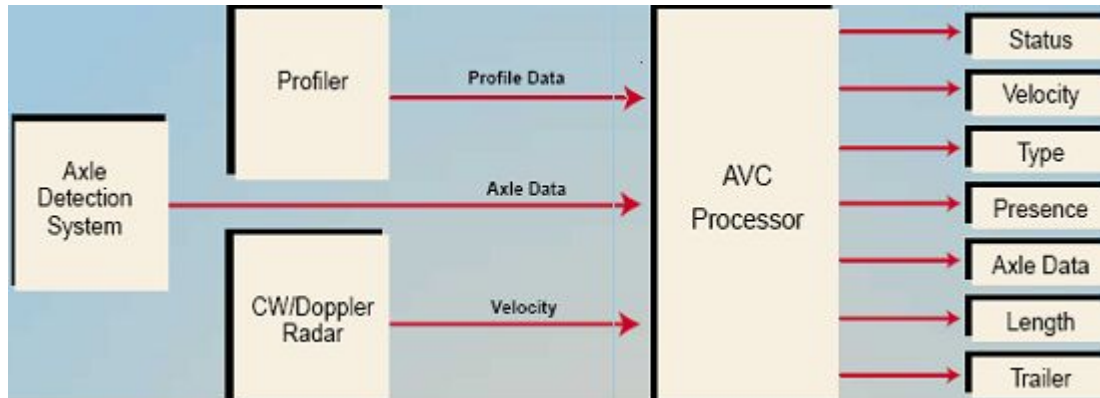


그림 1-24 AVC 시스템 구성도

전송된 데이터는 차량인식시스템에서 전달된 단말기 고유번호와 단말기에 입력된 차종과 톨게이트에서 감지한 차종이 일치하는지를 판단하고 그에 맞는 요금을 부과한다.

E-ZPass 단말기는 같은 차종(클래스) 여러 대의 차량에 이용할 수 있고 예를 들어, E-ZPass 단말기를 가지고 있는 가입자의 차량이 고장으로 인하여 렌트카를 이용할 경우, E-ZPass 가입자는 자기의 단말기를 렌트카에 부착하고 E-ZPass 차로를 이용할 수 있다.

단, 같은 클래스 차량이어야 하며, 만약 단말기에 입력된 차종과 다른 클래스의 차량에 E-ZPass 단말기를 설치하고 요금소를 통과한다면, 추가의 요금과 함께 벌금(\$50)을 지불하여야 한다.

○ 위반단속 시스템 (Violation Enforcement System, VEC)

통행료를 지불하지 않고 요금소를 통과 하거나, 단말기를 부착하지 않고 E-ZPass 시스템을 통과한 차량, 그리고 규정된 속도를 준수하지 않고 과속으로 톨게이트를 통과한 차량을 적발하기 위한 시스템으로, 디지털 카메라와 이미지 프로세싱 장치로 구성된다.

위반차량으로 판단되면 톨게이트에 설치된 디지털 카메라가 위반차량의 번호판을 촬영하고 이미지 프로세싱을 거쳐 번호판의 문자와 숫자를 인식한다.

컴퓨터로 인식된 번호판은 위반차량이 등록된 주와 차량의 등록번호를 중앙 통행료 관리시스템에 제공하며 네트워크로 연결된 각 주의 차량등록 데이터베이스

이스를 이용하여 위반차량을 검색하여 차주를 확인한 후 벌금을 부과한다.

ITS America ETTM(Electronic Toll Collection and Traffic Management) Task Force에 요구하는 면탈시스템의 에러율은 십만 건 중에 한 건이지만 (1/100,000), 최대 십만 건 중에 세 건(3/100,000)까지 허용하고 있다.

아직 에러율에 대한 정확한 통계수치는 알려지지 않고 있고, 거의 모든 작업이 전산화되어 자동으로 처리되지만, 많은 경우 실수를 줄이기 위하여 사람이 직접 위반차량과 차주의 정보를 대조하고 있다.






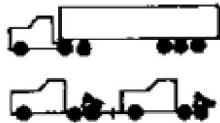

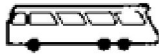
○ 차종분류

차종의 분류는 일반 승용차와 트럭, 버스로 분류하고, 축의 개수로 자세히 분류하며 다음은 미국의 뉴저지 Turnpike에서 적용하고 하고 있는 차종분류 기준이다.

미국을 중심으로 북미에서도, 최근에는 단거리 무선통신기술의 발달로 요금소를 설치하지 않고 주행하는 도로상에 갠트리를 설치하여 자유속도로 주행하면서 요금을 지불할 수 있도록 멀티레인을 확대 적용하고 있는 추세이다.

남미에서도 칠레, 브라질, 아르헨티나 등을 중심으로 자동요금수납으로 변화하는 단계에 있다.

표 1-6 뉴저지 Turnpike 차종분류 기준

Classification of Revenue Vehicles	
<p>Class 1 - 2-Axle Passenger Cars</p> <ul style="list-style-type: none"> • passenger car • light truck • taxis & hearses • motorcycles 	
<p>Class 2 - 2 Axle Trucks</p> <ul style="list-style-type: none"> • two-axle dual-tire vehicle • two-axle tractor, wide tire 	
<p>Class 3 - 3 Axle Trucks</p> <ul style="list-style-type: none"> • passenger car with trailer • two-axle single tire truck with trailer • two light trucks piggyback • dual-axle tractor without trailer • three-axle single unit truck • three-axle semi-trailer combination • two-axle dual tire truck with single axle trailer 	
<p>Class 4 - 4-Axle Trucks</p> <ul style="list-style-type: none"> • any dual-tire truck & trailer with four-axes • single unit trucks with four-axes • passenger car with two-axle trailer • two cars tandem 	
<p>Class 5 - 5-Axle Trucks</p> <ul style="list-style-type: none"> • any truck & trailer with five-axes 	
<p>Class 6 - 6 Axle Trucks</p> <ul style="list-style-type: none"> • tractor trailer with six or more axes • three-axle tractors-tandem • vehicle with more than six axes must be axle variated for the proper number of axes 	
<p>Class B2 - 2-Axle Buses</p> <ul style="list-style-type: none"> • two-axle bus 	
<p>Class B3 - 3-Axle Buses</p> <ul style="list-style-type: none"> • three-axle bus 	

□ 이탈리아

○ 고속도로 현황

이탈리아의 고속도로는 Autostrade라는 명칭을 가지고 있으며, 1920년대에 도시를 우회하고 혼잡을 피하는 현재의 고속도로 개념을 도입하여 세계최초로 고속도로(Autostrade)를 건설하였고, 6,313km의 고속도로를 26개사의 관리회사가 관리하고 있다.

대부분의 유럽국가들과 마찬가지로 민간회사에 도로건설, 유지보수 및 운영 등의 모든 권한에 대한 특허를 주고 민자유치를 통하여 유료도로를 운영하고 있다.

유료도로제도의 관리를 위한 방안으로 도로건설 재원조달, 건설, 유지보수 및 운영 등의 권한을 정부가 민간회사에 특허권(Concession)을 제공하여 정부와 특허회사간의 연계를 통해 운영하고 있으며, 1985년 이탈리아 고속도로망의 상호관리를 위하여 23개 특허회사가 양해각서를 발행하여 AISCAT(Associazione Italiana Societa Concessionarie Autostrade Trafori) 협약을 체결하였다.

○ 시스템 구성 및 운영

이탈리아의 고속도로는 약 98%가 폐쇄식으로 운영되고 있으며, 개방식은 밀라노, 토리노, 나폴리 등 대도시를 중심으로 IC간 거리가 짧은 구간에 한하여 운영하고 있다.

이탈리아를 비롯한 유럽의 유료도로의 특징은 자동요금수납도입과 함께 인건비 절감과 함께 무인운영을 목표로 하고 있으며, 이러한 특징은 시스템 구성에서도 일반 TCS 차로에 모두 차단기를 설치하여 운영하고 있다.

영업소의 차로구성을 살펴보면, 입구는 수동, 자동요금수납시스템인 TELEPASS(ETCS)와 수동겸용, Telepass 전용의 3가지 종류로 구성되고, 출구는 현금수납, 카드 수납(선불, 후불, 신용), Telepass 전용 차로로 구성되어 있다.

앞서 언급한 바와 같이 영업소에서의 지정체 해소와 더불어 무인운영 즉, 인건비 절감의 목적으로 TELEPASS 외에도 Viacard와 신용카드를 이용하여 자동으로 운영하는 차로를 구성하고 있다.



그림 1-25 이탈리아 고속도로 요금소



그림 1-26 이탈리아 입구시스템과 차단기

○ 프랑스

프랑스의 고속도로는 Motorway라는 명칭을 가지고 있으며 2005년 현재 약 8,000km의 관리연장에 11개사의 관리회사가 있으며, 영업방식은 대부분이 폐쇄

식 구간으로 거리비례요금제를 채택하고 있으며, 관리회사의 재정상태 및 고속도로 건설비에 따라 통행료 수준이 다르다.

영업소는 요금지불방법에 따라 차로를 구분하여 운영하고 있으며, 캐노피와 입구에 전광판을 통해 전용차로는 T(Telepage), 카드징수는 카드모양과 청색화살표(카드징수), 현금차로는 사람모양과 녹색화살표 표시로 각각을 구분하여 운영하고 있다.

현재 프랑스는 고속도로 전체 네트워크에 100% 광통신망으로 연결되어 있으며, 약 1,700개의 비디오카메라와, 각각 1,500개의 교통량 수집을 위한 Counting Station, 기상정보 수집을 위한 Weather Station이 구축되어 있다.

프랑스의 고속도로는 대부분이 폐쇄식으로 구축되어 운영되고 우리나라와 마찬가지로 일부는 개방식으로 구축되어 운영되고 있다.

주체에 따라 통행요금, 요금수납방법 등을 다르게 운영하고 있지만 ETCS의 도입에 따라 점차 시스템을 통합하는 형태로 변화하고 있다.



그림 1-27 프랑스 고속도로 요금소

○ 기타 유럽

스페인의 고속도로는 Autopista (Motorway)라고 하며, 권업성이라는 정부부서의 관리하에 유료도로회사 협회(ASETA)가 정부의 역할을 대행 하여 20개의 위탁관리회사 (공기업과 민간기업)가 총 2,506.9km의 고속도로를 관리하고 있다.

영업소의 형태는 폐쇄식과 개방식이 골고루 운영되고 있으며, 지불방법은 현금, 신용카드, ETC를 모두 사용하고 있다.

노르웨이의 경우 혼잡통행세의 개념으로 요금을 징수하고 있으며, ETC를 이용한 징수와 Multi-lane 등을 함께 운영하고 있다.



그림 1-28 오슬로 요금소 시스템 구성

이 외에 독일의 경우 아우토반을 통행하는 12톤 이상의 화물차량에 대해 GPS와 GSM 방식을 혼합하여 거리비율로 본선에서 요금을 징수하는 형태도 있다.

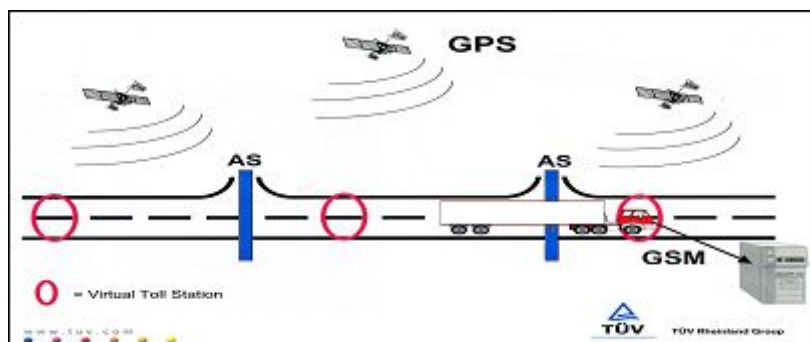


그림 1-29 독일 자동요금수납 개념

□ 기술동향 및 발전추세

유럽의 경우, 재원확보를 위한 방안으로 유료도로가 증가하는 추세이며, 그 중심에서는 자동요금수납을 적극 활용하고 있다. 특히 프랑스를 비롯한 유럽의 대부분의 국가에서는 영업소의 효율적인 관리운행을 위하여 무인화 운영을 현실화하고 있다.

일본의 경우 ETC 보급 및 확대구축으로 고속도로에 정보통신시설이 급증하고 있는 추세이며, 유료도로뿐만 아니라 공공주차장 및 대형시설에 자동요금수납의 도입이 본격화되고 있다.

기존의 영업소가 있는 유료도로를 운영하는 국가에서는 도주차량 및 위반 방지를 위해 차단기를 설치하여 운영하고 있으며, 요금소가 없는 즉 요금수납을 하지 않던 국가에서는 ETC 특히, Multi-lane을 통하여 요금수납을 하고 있다.

유럽은 대표적으로 스페인, 이탈리아, 프랑스가 유료도로를 운영하고 있으며 대부분 요금수납을 위해 ETCS를 적용하고 있는 추세에 있다.

최근 독일과 노르웨이, 영국에서도 일부 차종이나 터널 등 특정 구간에 한해서 혼잡통행료 또는 재원확보의 목적으로 자동요금수납 방식을 활용하여 요금을 징수하고 있다.

특히, 정보통신 기술의 발달로 고속도로 외에 도로부분 요금수납 분야에 RFID 또는 센서를 이용한 자동요금수납시스템의 개발 및 구축이 본격화되고 있는 추세이다.

1.2.2 중복성 및 차별성 검토

표 1-7 중복성 검토결과 : [2-4] 무정차, 다차로기반 SMART 영업시스템 구축

스마트 하이웨이 사업단 과제		유사 국가 R&D 과제		차별성
세세부과제명	주요내용	과제명	주요내용	
2-4-1 Smart Tolling을 위한 정산 및 통신시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 정산시스템 구축 - 통신시스템 구축 	One Card All Pass 표준기술 개발 및 테스트베드 운영 사업	<ul style="list-style-type: none"> - 교통카드 시스템 표준기술 개발 - 전국호환 교통카드 시스템 적합성 평가 툴 개발 및 평가 - 교통카드 전국호환을 위한 테스트베드 구축 및 운영 추진 - 교통카드 전국호환 조기 상용화 및 활성화 방안 개발 	<ul style="list-style-type: none"> · 카드로 인한 정산 및 통신체계 연구결과는 스마트 영업체계에 기본 사양으로 채택 (다만 스마트 영업은 현금 등 타 지불수단도 종합적으로 개발하는 연구과제임)
2-4-2 Smart Tolling을 위한 운영 및 진입차량 관리시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 진출입부 운영관리기술 개발 - 일반/스마트차량 통합형 원격통합관리기술 개발 - 불법/특별차량 인식 및 처리기술 개발 	-	-	<ul style="list-style-type: none"> · 연관성 없음

1.2.3 SWOT 분석 및 전략

SMART Tolling 시스템을 개발하기 위해 실시한 SWOT분석 결과는 아래의 표와 같다.

표 1-8 세부과제 2-4의 SWOT 분석 결과

SWOT 분석	O (기회)	T (위협)
	<ul style="list-style-type: none"> · 기존 IC형태의 요금소에 대한 개선 요구 증대 · 차량분류 및 차량유도기술 개발 필요 · 전국호환 교통카드 및 통합정산시스템 개발 중 	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트 단말기 부착차량, 하이패스 단말기 부착차량, 단말기 미부착 차량을 모두 고려해야함
S(강점)	SO 전략	ST 전략
<ul style="list-style-type: none"> · 고속도로 영업시스템 구축 및 운영 기술이 성숙화 단계임 · 고속도로 ETC 기술의 급속한 발전과 보급 확대 · 고속이동 중에도 가능한 무선통신기술의 상용화 	<ul style="list-style-type: none"> · 기존의 영업시스템 기술을 바탕으로 고속교통류 처리가 가능한 요금소 차량 처리기술 개발 · 광대역 무선통신기술과 ETC와의 접목 · 스마트 톨링 정산시스템과 통합교통카드 정산시스템과의 연계 	<ul style="list-style-type: none"> · 다양한 지불수단을 수용하는 요금수납 시스템과 요금소 형태 개발 · 요금지불 수단별 가장 신속하게 처리가능한 기술 개발
W(약점)	WO 전략	WT 전략
<ul style="list-style-type: none"> · 영업소 / IC 기반의 요금수납 체계 및 영업시스템 운영 · 고속교통류의 처리를 위한 요금소 운영경험 없음 · 전국호환 전자카드 도입기반 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> · 고속교통류의 처리가 가능한 요금소 설계 및 교통운영기술 개발 · 차량의 주행성능과 탑재된 단말기 종류 및 탑재여부에 따라 차량을 분류하고 유도하는 기술 개발 · 전국호환 교통카드의 활용 · 고속도로 영업시스템의 Back Office 개념 도입 	<ul style="list-style-type: none"> · ETC가 가능한 단말기 부착차량과 미 부착차량 중 기등록 차량에 대한 고속주행 중 요금수납처리

1.3 세세부과제

1.3.1 SMART Tolling을 위한 정산 및 통신시스템 개발[세세부과제2-4-1]

□ 과제의 정의 및 목표

○ 과제의 정의

“SMART Tolling을 위한 정산 및 통신시스템 개발”은 고속으로 주행하는 차량을 대상으로 요금정산처리를 위한 통신 및 지불처리기술 개발과 고속 주행 환경을 유지하면서 요금수납처리를 가능하게 해주는 다차로 고속주행 기반 과금처리기술(Multi-Lane, Free-flow Toll Collection)을 개발하는 과제로서 통신 기술과 영상인식기술 개발에 관한 연구를 수행한다.

○ 과제의 목표

본 과제의 목표는 스마트 하이웨이 운영과 이용에 적합한 요금수납처리가 가능한 통신시스템과 정산체계를 구축하는 것이다. 스마트 하이웨이에서는 요금수납처리로 인해 스마트 하이웨이의 기능을 저해하지 않는 영업시스템의 구현과 스마트 하이웨이를 운행하는 모든 차량을 대상으로 요금수납처리를 할 수 있는 시스템 개발이 필요하다.

본 연구과제의 성과는 SMART Highway 구축을 위한 설계요소로서 다음과 같은 수행과제로 구성된다.

- 스마트 영업시스템 운영시나리오 수립
- 스마트 영업시스템 기술요구사항 분석
- 스마트 하이웨이 요금체계 및 요금정책 수립
- 다차로 고속주행기반 요금수납처리를 위한 통신기술 개발
- 다차로 고속주행기반 요금수납처리를 위한 차종분류기술 개발
- 다차로 고속주행기반 요금수납처리를 위한 차량매칭기술 개발
- 다차로 고속주행기반 영상인식기술 개발
- 현장시스템 통합제어기술 개발

□ 과제의 구성

본 과제의 구성은 SMART Highway를 이용하는 차량을 대상으로 다차로 고속주행기반으로 요금수납처리를 하기위한 핵심요소기술을 개발하는 과제로서 통신기술개발, 차종분류기술개발, 차량매칭기술개발, 영상인식기술개발, 통합제어기술개발 등의 요금수납처리를 위한 핵심요소기술 개발 수행과제와 스마트 영업시스템의 운영시나리오수립, 기술요구사항분석, 요금체계 및 요금정책 수립 등의 기반연구 수행과제로 구성되어 있다.

이 중 통신기술, 차량매칭기술, 차종분류기술은 다차로 고속주행기반의 요금수납처리를 위한 핵심기술로서 현재 단일차로기반으로 운영되고 있는 통행료 전자지불시스템을 다차로 고속주행기반으로 운영하기 위한 필수적인 개발과제이며, 영상인식기술은 일반차량 대상의 요금지불, 불법/특별차량에 대한 후선업무지원(Back-Office)처리를 위한 스마트 영업시스템의 기반기술로서 활용될 것이다. 이들 핵심기술들은 상호 연계 운영되어 “스마트 톨링을 위한 정산 및 통신시스템”의 기능을 구현하게 된다.

표 1-22 단계별 목표 및 연구내용(세세부과제 2-4-1)

단계		단계별 목표	주요 연구내용
중분류	소분류		
초기 5년	2단계 (3~5차년)	<ul style="list-style-type: none"> · 시스템 요구기능정의 · 시스템 아키텍처 정립 · 통신시스템 설계 · 차종분류시스템 설계 · 과금기준 및 요금정책 연구 · 통합정산처리 시스템 개발 · 다차로 고속주행기반 요금처리 통신시스템 개발 · 다차로 고속주행기반 영상인식 시스템 개발 · 스마트 영업시스템 통합플랫폼 개발 · 다차로 고속주행기반 통합제어기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> · 시스템 운영시나리오 수립 · 시스템 기술요구사항 분석 · 시스템 아키텍처 정립 · 고속 무선패킷통신모뎀 설계 · 다차로기반 안테나 개발 · 다차로기반 통신제어기 설계 · 기존 DSRC 호환기술 연구 · 차종분류기술 검토 및 선정 · 통합 정산프로세스 정립 · 고속처리 병렬 SAM 개발 · 고속처리 패킷통신모뎀 개발 · 다차로기반 통신제어기 개발 · 비접촉 차종분류장치 개발 · 다차로 고속주행기반 영상인식시스템 개발 · 촬영데이터 분석기술 및 연계기술 개발 · 차량매칭 알고리즘 개발 · 장치간 인터페이스 개발
	후기 5년	3단계 (6~8차년)	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트 영업시스템 통합플랫폼 구현 · 시험검증 규격개발 · 스마트 영업시스템 시험검증 · 테스트베드 시스템 설계
4단계 (9~10차년)		<ul style="list-style-type: none"> · 테스트베드 시스템 구축 · 시험운용 	<ul style="list-style-type: none"> · 테스트베드 시스템 구축 · 시험운용

(3) 세세부기술간의 연계체계

본 과제의 다차로 고속주행기반 영상인식기술 개발은 “SMART Tolling을 위한 운영 및 진입차량 관리시스템 개발(세세부 2-4-2과제)” 중 불법/특별차량 인식 및 처리기술 개발, 면탈방지시스템 개발과제의 기반기술로서 연계성을 고려하여 연구개발이 이루어져야 한다.

(4) Pilot Test Bed 전략

본 과제는 SMART Highway 운영에 필수불가결한 요소인 영업시스템을 개발하는 과제로서 도로개통과 동시에 운영자와 이용자에게 완벽한 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 따라서 초기 5년간 시스템 개발을 완료하고 이후 시스템 운영의 무결성을 제고하기 위하여 지속적인 기술검증과 Pilot Test가 수행되어야 한다. Pilot Test는 기존도로에서의 실차실험과 독립적인 시험환경을 조성할 수 있는 시험도로 구간에서 성능평가와 다양한 영업환경에 대한 대응기술을 평가해야 한다.

표 1-23 Pilot Test Bed 적용방안(세세부과제 2-4-1)

연구 항목	Test Bed 적용가능 기술명	Test Bed 방식	Test Bed 적용시기	비고
SMART Tolling을 위한 정산 및 통신시스템 개발	다차로 고속주행기반 요금처리 성능평가	기존도로 및 주행시험장	6차년도	· 고속교통류 대상 과금처리, 차종분류, 영상인식 평가
	다양한 영업환경 대응기술 평가	기존도로 및 주행시험장	6차년도	· 영업환경 운용 시 발생할 수 있는 다양한 상황 대처
	통합정산처리시스템 실시간 처리능력 평가	기존도로 및 시뮬레이터	6차년도	

특히, 기존 고속도로를 대상으로 실차실험을 해야 하는 경우 사업단과 긴밀하게 협조하여야 하며, 담당 세세부과제 연구원들은 현장기술지원, 모니터링, 평가와 보완작업을 수행하여야 한다.

1.3.2 SMART Tolling을 위한 운영 및 진입차량관리시스템 개발 [세세부과제 2-4-2]

□ 과제의 정의 및 목표

○ 과제의 정의

“스마트 톨링을 위한 운영 및 진입차량 관리시스템 개발”은 진입차량 인식

및 분리기술 개발, 면탈방지시스템개발, 무중단 시스템을 위한 유지보수체계, 고객지원시스템을 개발하는 과제이다.

□ 과제의 목표

본 과제는 스마트 영업시스템 중 운영업무를 지원하기 위한 요소기술을 개발하는데 목적을 둔다. 스마트 영업시스템을 구성하는 요소들의 무중단 시스템 구축 및 운영기술, 현장시스템 원격 통합운영관리 시스템을 개발하여 영업시스템의 안정적인 운영과 영업시스템 운영에 따른 교통류 저해요소를 사전에 제거하는데 목적이 있으며, 더불어 진입차량에 대한 불법/특별차량 인식 및 처리기술 개발, 고객지원시스템 개발을 포함한다.

본 연구과제의 성과는 SMART Highway 구축을 위한 설계요소로서 다음과 같은 수행과제로 구성된다.

- 불법/특별차량 인식 및 처리기술 개발
- 원격 통합운영관리시스템 개발
- 고객지원시스템 개발

□ 과제의 구성

본 과제의 구성은 스마트 영업시스템의 효과적인 운영을 위한 기반기술을 개발하는 과제로서 시스템 유지관리 효율화를 위한 원격 통합운영관리시스템 개발, 영업시스템 후선업무지원을 위한 불법/특별차량 인식 및 처리기술 개발, 영업시스템 부문에서의 고객지원시스템 개발 등으로 구성되어 있다.

이 중 원격 통합운영관리시스템 개발은 본 세세부 과제의 핵심 기술개발과제로서 영업시스템관련 현장장비의 모니터링 시스템 개발, 상황별 대응기술 개발 등의 세부요소기술로 구성되어 있으며, 불법/특별차량 인식 및 처리기술 개발은 스마트 하이웨이 진입차량에 대한 관리와 면탈방지시스템을 구현하는 기술 개발 과제로서 2-4-1 세세부과제의 다차로 고속주행기반 영상인식 시스템과 연계되어 구현되는 기술이다.

표 1-24 단계별 목표 및 연구내용(세세부과제 2-4-2)

단계		단계별 목표	주요 연구내용
중분류	소분류		
초기 5년	2단계 (3~5차년)	<ul style="list-style-type: none"> · 원격 통합운영관리시스템 설계 · 면탈방지시스템 개발 · 진입제한차량관리시스템 개발 · 원격 통합운영관리시스템 개발 · 고객 지원시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> · 원격 통합운영관리시스템 설계 · 원격 모니터링 시스템 개발 · 상황별 대응기술 개발 · 불법/특별차량 인식 및 처리기술 개발 · 면탈방지시스템 알고리즘 개발 · 고객 지원시스템 설계 및 개발
후기 5년	3단계 (6~8차년)	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트 영업시스템 통합플랫폼 구현 · 시험검증 규격개발 · 스마트 영업시스템 시험검증 · 운영 및 설치메뉴얼 작성 · 테스트베드 시스템 설계 	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트 영업시스템 시험검증규격 제정 · 스마트 영업시스템 통합플랫폼 구현 · 스마트 영업시스템 성능검증 · 특별차량 처리기술 검증 · 불법/위반차량 처리기술 검증 · 운영 및 설치메뉴얼 작성 · 테스트베드 시스템 설계
	4단계 (9~10차년)	<ul style="list-style-type: none"> · 테스트베드 시스템 구축 · 시험운용 	<ul style="list-style-type: none"> · 테스트베드 시스템 구축 · 시험운용

□ 세세부기술간의 연계체계

본 과제의 불법/특별차량 인식 및 처리기술 개발은 “SMART Tolling을 위한 정산 및 통신시스템 개발(세세부 2-4-1과제)” 중 다차로 고속주행기반 영상인식시스템의 응용기술로서 연계성을 고려하여 연구개발이 이루어져야 한다.

□ Pilot Test Bed 전략

본 과제는 SMART Highway 운영에 필수불가결한 요소인 영업시스템을 개발하는 과제로서 도로개통과 동시에 운영자와 이용자에게 완벽한 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 따라서 초기 5년간 시스템 개발을 완료하고 이후 시스템 운영의 무결성을 제고하기 위하여 지속적인 기술검증과 Pilot Test가 수행되어야 한다. Pilot Test는 기존도로에서의 실차실험과 독립적인 시험환경을 조성할 수 있는 시험도로 구간에서 성능평가와 다양한 영업환경에 대한 대응기술을 평가해야 한다.

표 1-25 Pilot Test Bed 적용방안(세세부과제 2-4-2)

연구항목	Test Bed 적용가능 기술명	Test Bed 방식	Test Bed 적용시기	비고
SMART Tolling을 위한 운영 및 진입차량관리시스템 개발	불법/특별차량 인식 및 처리기술 평가	기존도로 및 주행시험장	6차년도	<ul style="list-style-type: none"> · 불법/특별차량 인식 및 처리기술 · 실시간 면탈방지기술
	원격 통합운영관리 시스템	기존도로 및 시뮬레이터	6차년도	<ul style="list-style-type: none"> · 현장장비 장애 인지 · 장애조치 프로세스 · 시스템 무중단 운영

특히, 기존 고속도로를 대상으로 실차실험을 해야 하는 경우 사업단과 긴밀하게 협조하여야 하며, 담당 세세부과제 연구원들은 현장기술지원, 모니터링, 평가와 보완작업을 수행하여야 한다.

1.4 활용방안 및 기대성과

1.4.1 성과물 활용방안

□ 2009년 ~ 2011년

- 스마트 톨링을 위한 정산 및 통신시스템 개발
 - 고속교통류의 통행료 과금을 위한 고속통신기술, 고속처리를 위한 병렬 SAM, 제어기, 영상인식기술, 차량검지 및 차종분류기술 등 요소기술의 통합을 통해 스마트 영업시스템 통합플랫폼을 개발
 - 산업체의 상품화를 위한 구성요소간 인터페이스 규격화
 - 산업체의 상품화를 위한 구성요소 규격화 및 표준화
- 스마트 톨링을 위한 운영 및 진입차량 관리시스템 개발
 - 원격 통합운영관리시스템 시제품 개발 및 현장테스트 수행
 - 면탈방지시스템 시제품 개발 및 현장테스트 수행
 - 산업체의 상품화를 위한 구성요소 간 인터페이스 규격화
 - 산업체의 상품화를 위한 구성요소 규격화 및 표준화

□ 2012년 ~ 2016년

- Pilot 개념의 현장검증
 - 다양한 지불방식 및 과금대상 차량에 대응가능한 기술을 시험·검증하여 실제 시스템 구축시 신속한 실용화 기반을 마련함
 - 단말기 고장시 대응처리, 특별차량처리 등 현재 비효율적으로 운영되는 Back-Office 부문의 기능을 강화하 철저하게 검증하여 스마트 영업시스템의 기능성과 신뢰성을 확보함
- 테스트베드 시스템 설계 및 구축
 - 산업체의 상용시스템 개발 및 시스템 품질향상 유도

후속과제 추진방안

- 스마트 영업시스템의 산업화 추진

1.4.2 정부정책과의 연계 방안

현재 국토해양부·건설교통기술평가원에 추진 중인 One-Card All pass 사업의 연구결과인 전국호환교통카드를 본 사업시스템에 적용하고, 그 외 교통체계 효율화법에서 규정한 신 교통기술 지정대상으로 추진하여 정부 정책과 연계해야 한다.

1.4.3 기대효과

사회적 효과

- 주행성능을 충족하는 모든 차량에게 스마트 하이웨이의 주행서비스를 제공할 수 있는 스마트 영업시스템을 구축하여 특정 요금지불수단을 구비하지 않은 이용자에게도 최상의 도로주행서비스를 제공
- 다차로 고속주행기반 요금수납으로 교통정체 발생요인 최소화

경제적 효과

- 기존의 자동요금지불수단(장치)를 포함하여 서비스를 제공하므로 도로 이용자에게 동일목적으로 중복되는 비용지출을 사전차단
- 무중단 시스템 및 유지관리시스템 구현으로 도로운영효율을 최대한으로 유지하고 유지관리에 소요되는 비용을 절감

경제적 효과

- 고속 주행환경에서의 진출입 차량인식 및 제한차량 분리유도기술 개발로

- 교통안전 등의 타 분야에 응용가능
- 신개념의 비접촉 차종분류 및 차량인식 시스템 개발을 통해 해당 분야의 세계적 선도기술 확보 가능

1.4.4 후속연구과제 개발방향 전망

SMART 영업시스템의 궁극적인 목표는 스마트 하이웨이를 이용하는 차량을 대상으로 이용요금을 과금시 고속 교통류를 절대 방해하지 않고 요금수납처리를 수행하는 것이다.

이러한 목표를 달성하기 위해 기존의 단일차로의 제한적인 영역에서 특정차량을 대상으로 자동요금수납을 수행하는 방식에서 탈피하여 다차로 고속주행기반의 환경에서 도로를 이용하는 모든 차량을 대상으로 요금수납처리를 할 수 있는 시스템이 필요하며 이를 구현하기 위한 핵심세부기술인 통신기술, 영상인식기술, 현장시스템 통합제어기술, 통합정산처리기술 등의 요소기술들은 고도의 신뢰성 확보와 장치간 원활한 연계체계 구축이 필요하다.

향후 관련 요소시스템들의 세계적 선도기술 확보와 산업화를 통해 기존 유료도로 요금수납시스템의 SMART화와 해외시장 진출을 위한 SMART 영업시스템 통합솔루션 개발이 필요할 것이다.

참 고 문 헌

(1) 국내

1. 한국도로공사, Dream Highway, 2004.
2. 한국도로공사 도로연구소, “고속도로 FTMS 구축편람 수립“, 2001
3. 한국도로공사, 21C 미래고속도로 발전방향, 2002.
4. 한국도로공사, 친환경·지능형 도로설계 기술 개발, Technical Committee 착수보고서, 평화엔지니어링·한국도로공사, 2006.
5. 한국전자통신연구원 ITS교통시스템연구팀, “ITS 서비스를 위한 DSRC 기술동향”, 전파진흥 2000년 2월호, 한국전파진흥협회, 2000.
6. 한국정보사회진흥원, “ITS용 컴포넌트 설계 및 구성에 관한 연구”, 2004. 12
7. 한국정보사회진흥원, “CALM 네트워크 응용통신프로토콜 표준화 연구”, 2006
8. 한국정보통신기술협회, “ISO TC204 WG16 CALM 입장에서의 DMB”,
9. 한국정보통신기술협회, “TTAS.Ko-06.0154: 5GHz 대역 무선랜 주파수용 전송 출력관리”, 2007. 12
10. 한국정보통신기술협회, “TTAS.Ko-06.0160: 텔레매틱스 참조 서비스 플랫폼”, 2007. 12
11. 한국정보통신기술협회, “TTAS.Ko-06.0553/R1:5.8GHz DSRC Layer 7 시험규격”, 2007. 6
12. 허완철, 이대규, “전자요금징수시스템(ETCS) 개발과 지능형교통체계(ITS)의 구현”, 전파진흥 99년 10월호, 한국전파진흥협회, 1999

(2) 국외

1. ITS America(2003) 「INTI(Integrated Network of Transportation Integration) Workshop」, ITS America.
2. JARI, “ITS World Congress 14th:PREVENT in Action report”, 2007. 11

3. Jeffrey Brian Gerfen(2005), 「Mobile Traffic Management System Test Deployment」, California PATH Research Report (UCB-ITS-PRR- 2005-16), California PATH.
4. Michigan Department of Transportaion, "vehicle-Ingrastructure Integration Strategic and business Plan", 2007
5. Paul Pisano, 「Weather and Winter Mobility Program Overview, Federal Highway Administration.
6. RFC, "1042, A standard for the transmission of IP datagrams over IEEE 802 networks"
7. SBD Ltd, "The development of V2V & V2I communications in Europe", 2005. 2
8. Sompoch Puntavungkour, Ryosuke Shibasaki(2003), 「Novel Algorithm of Vehicle Detection by Using New Ultra Resolution Aerial Image, Three Line Scanner」, IEEE.
9. S. Singh, "Advanced Automotive Technologies - The Road Ahead", Mar. 6, 2008, Frost & Sullivan
10. TR 1062 VASCO, 1996. 8
11. US DOT(2007), 「FIVE-YEAR ITS PROGRAM PLAN」, US DOT.
12. Yuichi Odawara (2006) 「ITS Advancement in Road Systems: SMARTway」, Government of Japan.