오픈 플랫폼을 이용한 .Net 기반 융합 하이패스 시스템 설계 및 구현

황윤철*, 조선문**

요약

최근 들어 차량의 급격한 증가로 주요 도로에서의 지체와 정체가 자주 발생하고 새로운 도로의 신설로 인해 목적지까지 가는 경로를 찾기가 매우 어려워졌다. 이로 인해 하이패스와 네비게이션의 사용이 증가하고 있는 추세이다. 따라서 본 논문에서는 사용자의 편의성과 경제성을 고려하여 하이패스와 네비게이션이 융합된 Convergence HiPass(C-HiPass)시스템을 제안하고 구현하였다. C-HiPass 시스템은 하이패스 기술과 네비게이션의 기능을 융합하기 위해 Arduino를 이용한 .Net 기반으로 시스템을 설계하고 구현하였다. 그리고 사용자 편의에 맞추어 주행 기록을 보여주는 기능 위주로 개발하여 사용자 편의를 극대화 하는 효과를 얻을 수 있었다.

Design and Implementation of Convergence HiPass System based on .Net using Open Platform

Yoon-Cheol Hwang*, Sun-Moon Jo**

ABSTRACT

In recent years, due to the rapid increase of vehicles delay and congestion from the main road occurs frequently. Because of the establishment of a new road, finding a route to the destination has been very difficult, so the use of high-pass and the navigation are increasing. Thus, in this paper, by considering the user's convenience and economy, Convergence HiPass (C-HiPass) system which fused High-pass and navigation is proposed and implemented. C-HiPass system is designed and implemented to fuse high-pass technology and navigation capabilities by being based on .Net using Arduino. In addition, as we developed it to show driving record according to user-convenience, it can gives us the effect to maximize the user-convenience.

Key Words : Convergence Hipass, Navigation, .NET, Open Platform

* 배재대학교 주시경대학 교양교육부 (✉ dolpin98@nate.com)
** 배재대학교 주시경대학 교양교육부
· 제1저자(First Author) : 황윤철 · 교신저자(Correspondent Author) : 조선문
· 접수일(2013년 9월 1일), 수정일(1차 : 2013년 9월 30일), 게재확정일(2013년 10월 10일)

www.kci.go.kr

Ⅰ. 서 론

현재 자동차의 등록대수는 1600만대 이상으로 국민의 3분의 1을 넘어서고 있는 추세이다. 그 많은 자동차들이 이용하고 있는 도로별로 나누어 보아도 대부분 차량들이 고속도로를 이용하고 있다. 현재 새로운 고속도로가 개통되어 전에 비해 교통량이 많이 분산되었다고 하나 고속도로를 이용하려는 차량이 늘어나면서 그 수요를 충족시켜주기엔 턱없이 부족한 실정이다[1]. 이러한 현실에서 야기되는 문제가 고속도로 입구와 출구에서의 지체와 정체이다. 이런 고속도로 입구와 출구에서의 지체와 정체를 최소화하기 위해서는 차량 통행량을 효율적인 조절해 주는 도로 통행 시스템의 완벽한 구축이 필요하다[2][3].

따라서 본 논문에서는 고속도로 입구와 출구에서 발생되는 지체와 정체를 완화하고 조절할 수 있는 도로 통행 시스템(Hi-pass)을 제안하고 구현한다. 이 시스템은 현재 고속도로 이용을 위해 시간당 300대 정도의 차량을 통과시키는 TCS(Toll-Collenction System)보다 빠르게 차량을 통과시켜 고속도로 입구와 출구에서 발생되는 지체와 정체를 효과적으로 해결할 수 있도록 설계하였다[4][5]. 그리고 고속 통과 기술[6][7] 및 네비게이션 기능이 결합이 된 시스템을 개발하기 위해 오픈 플랫폼과 .Net을 이용하여 구현하였고, 사용자에게 주행의 기록과 사용의 편의성을 제공하도록 설계하고 구현하였다[8][9].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에 사용한 오픈 플랫폼인 아두이노(Arduino)에 대하여 설명하고, 3장에서는 아두노이와 .net을 기반으로 도로 통행 시스템을 설계하고 구현과 시스템의 전체적인 동작을 설명한다. 4장에서는 구현된 시스템의 성능을 평가하고, 마지막 5장에서는 3장과 4장의 결과를 토대로 이 논문의 결론을 맺는다.

Ⅱ. 아두이노

아두이노는 오픈소스를 기반으로 한 피지컬 컴퓨팅 플랫폼으로, AVR을 기반으로 한 보드와 소프트웨어 개발을 위한 통합 환경(IDE)를 제공한다. 아두이노는 많은 스위치나 센서로 부터 값을 받아들여, LED나 모터와 같은 것들을 통제함으로써 환경과 상호작용이 가능한 물건을 만들어낼 수 있다. 또한 플래시, 프로세싱, Max/MSP와 같은 소프트웨어를 연동할 수 있다[10].

아두이노의 가장 큰 장점은 마이크로컨트롤러를 쉽게 동작시킬 수 있다는 것이다. 일반적으로 AVR 프로그래밍이 WinAVR로 컴파일하여, ISP장치를 통해 업로드를 해야 하는 등 번거로운 과정을 거쳐야하는데 비해, 아두이노는 USB를 통해 컴파일 및 업로드를 쉽게 할 수 있다. 또한 아두이노는 다른 모듈에 비해 비교적 저렴하고, 윈도를 비롯해 맥 OS X, 리눅스와 같은 여러 OS를 모두 지원한다. 아두이노 보드의 회로도가 CCL에 따라 공개되어 있으므로, 누구나 직접 보드를 직접 만들고 수정할 수 있다.

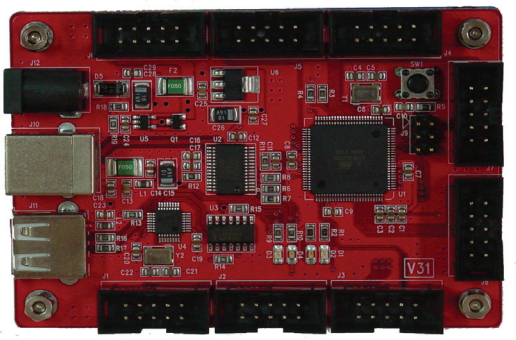

그림 1. Arduino FNO
Fig. 1. Arduino FNO

www.kci.go.kr

III. .Net 기반 C-HiPass 시스템 설계 및 구현

이 장에서는 기존의 요금만 계산해주는 도로 통행 시스템을 벗어나 사용자의 편의성과 효율성을 제공하는 네비게이션 기능이 융합된 시스템(C-HiPass)을 제안하고 구현한 내용에 대하여 설명한다. 본 논문에서 제안하는 C-HiPass시스템은 .Net 기반의 대표적인 언어인 C#를 이용하여 사용자가 대화상자 인터페이스를 통해 진행되는 과정에 대한 내용들을 확인할 수 있도록 설계하였고, Arduino을 통해서 구현된 시스템을 직접 조작하고 주행정보에 관한 간단한 부분을 확인할 수 있도록 구현하였다.

3.1 C-HiPass 시스템 설계

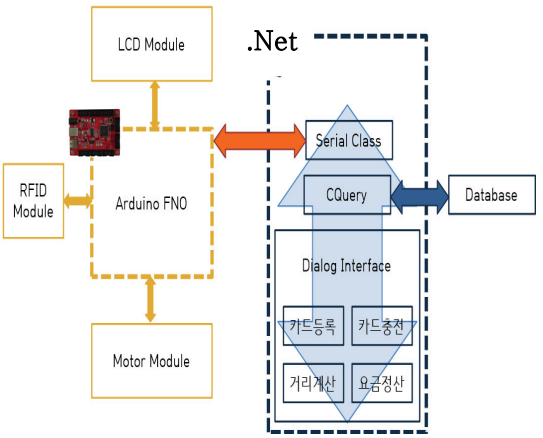

그림 2. C-HiPass 시스템 구성도
Fig. 2. C-HiPass System Archtecture

C-HiPass 시스템은 <그림 2>와 같이 기능별로 다섯 가지 모듈로 구성되어 있고 각 모듈별 기능은 다음과 같다.

- Main 모듈 : 시스템의 전반적인 제어와 입출력을 관장하는 프로그램
- RFID 모듈 : 무선 주파수를 이용하여 사용자를 인식하는 프로그램
- LCD 모듈 : RFID의 코드, 문의 개폐여부, 남은 잔액을 표시하는 기능을 하는 프로그램
- Motor 모듈 : 좌우측 바퀴의 회전 측정하는 프로그램
- DIGITAL I/O 모듈 : 4개의 LED와 4개의 버튼으로 구성되어있는 모듈로 프로그램에 따라서 LED의 점등 / 소등 여부와 버튼 동작 여부를 확인할 수 있다.

시스템은 .Net 환경에서 원하는 작업을 선택하게 하여 시스템 동작을 시작한다. 그러면 Arduino에서 RFID를 통해 사용자가 갖고 있는 RFID 태그의 ID를 받아서 Serial 클래스를 통해 .Net으로 전달한다. 이 ID를 가지고 CQuery에서 데이터베이스에 저장되어 있는 값들에 대해 검색하고 등록되지 않은 ID를 갖는 RFID 카드라면 등록(INSERT)하게 한다. 카드 삭제는 사용자 인터페이스 환경에서 제공하지 않으며 별도의 인터페이스를 통해 데이터베이스에 접근하여 제거해 주도록 하였다. 그리고 각 작업들은 필요에 따라 Arduino에 신호를 보내어 Motor를 작동시키거나, LCD에 잔액을 표시하는 등의 작업을 한다. 전체적인 시스템 동작을 표현하면 <그림 3>과 같다.

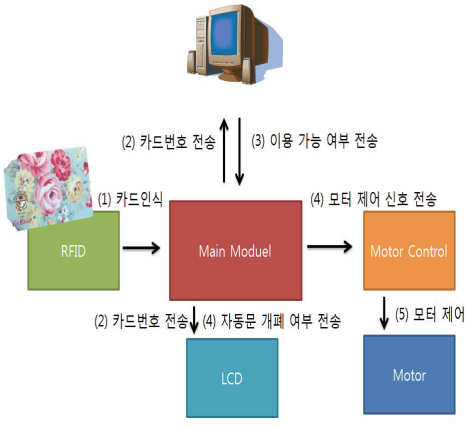

그림 3. C-HiPass 시스템 동작 과정
Fig. 3. C-HiPass System Operation

www.kci.go.kr

① RFID 모듈에 태그를 인식하여 메인 모듈에 전송
② 카드번호 PC와 LCD 모듈에 전송한다.
③ PC에서 카드 등록 여부와 잔액 유무를 확인한 후 메인 모듈에 전송
④ LCD 자동문의 개폐 여부를 전달, 모터 제어 모듈에 제어신호 전송
⑤ 모터를 제어

3.2 C-HiPass 시스템 구현

제안한 C-HiPass 시스템의 구현 환경은 다음과 같다.

하드웨어

① AMD A8-4500M APU with Radeon(tm) HD Graphics 1.90 GHz, 4GB의 RAM
② Arduino FNO

소프트웨어

① Windows 7
② Visual Studio 2010 .Net Platform

구현된 시스템의 전체적인 기능은 <그림 4>와 같이 사용자 등록, 요금충전, 요금조회, 주행, 주행조회로 한정하였고, 시스템을 구현하기 위해 사용된 클래스 모델은 <그림 5>와 같다.

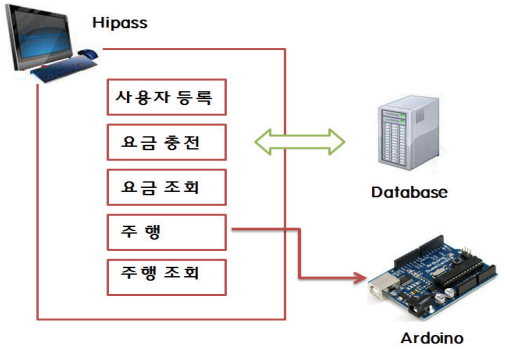

그림 4. C-HiPass 시스템 구현 기능
Fig. 4. C-HiPass System Implementation Function

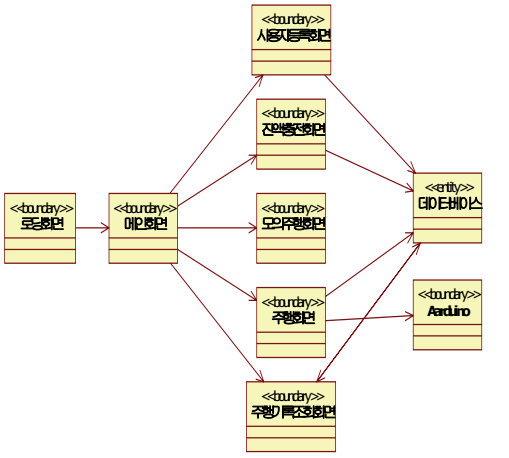

그림 5. C-HiPass 시스템 구현 클래스 모델
Fig. 5. C-Hipass System Implementation Class Model

구현된 C-HiPass 시스템의 메인 화면은 <그림 6>과 같고, 사용자 카드 관리, 주행, 도움말, 종료하기 메뉴로 구성되어 있다.

그림 6. C-HiPass 시스템의 메인화면
Fig. 6. C-Hipass System Main Screen

<그림 7>은 C-HiPass 시스템의 사용자 카드관리 메뉴로서 카드 조회, 사용자 카드 등록, 카드 충전으로 구성되어있고 이 메뉴를 통해서 태그카드에 사용자 정보를 등록할 수 있다. 그리고 등록된 사용자에 한하에 요금충전이 가능하다. 이때 충전된 요금은 톨게이트을 이용할 때 자동으로 차감 된다.

www.kci.go.kr

그림 7. 사용자 카드관리
Fig. 7. User Card Mangement

<그림 8>은 C-HiPass 시스템의 주행하기 메뉴로 사용자의 출발지와 목적지를 입력한 후 RFID모듈에 태그카드를 인식시키면 주행이 시작되며 주행이 완료되면 요금이 차감되는 방식이다. 이때 금액이 충분하면 주행이 완료되었다는 메시지와 함께 문이 열리며 요금이 부족하게 되면 요금이 부족하다는 메시지와 함께 문이 열리지 않게 된다.

C-HiPass 시스템의 도움말 메뉴는 프로그램에 대한 전반적인 사용법을 알아볼 수 있는 내용을 수록하여 사용자가 편하고 쉽게 시스템을 이용할 수 있게 구현하였다.

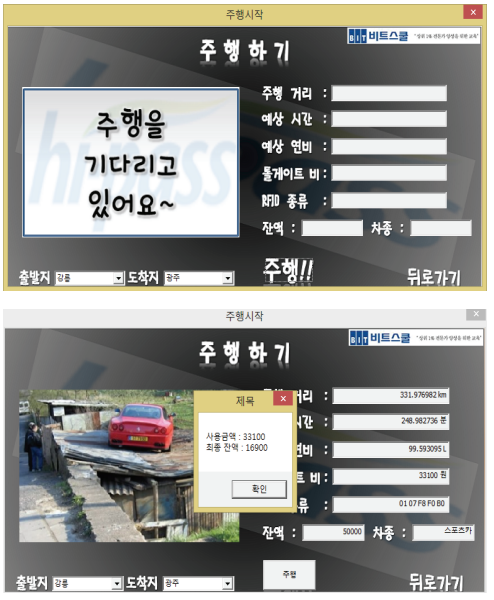

그림 8. 주행하기
Fig. 8. Driving

Ⅳ. 성능평가

본 논문에서 구현된 C-HiPass 시스템은 시스템의 실행 최소시간과 최대시간, 그리고 평균시간을 구해 성능을 평가하였다. 메인과 주행, 기록의 부분은 Database Connection 시간이 포함되었고 등록, 충전 부분은 Database Connection 부분이 생략되었다. 이 시스템은 요금을 자동계산하고 정산하기 때문에 기존에 정차하고요금을 정산하는 통과 방식보다 빠른 교통흐름을 유도할 수 있다.

C-HiPass 시스템의 성능평가표는 다음 <표 1>과 같고, 성능평가를 실시하는 화면은 아래 <그림 9>와 같다.

www.kci.go.kr

표 1. C-HiPass 시스템의 성능평가
Table 1. C-Hipass System Performance test

단위(초)	메인	등록	충전	모의주행	주행	기록
1	1.176	0.013	0	0.001	1.742	1.021
2	1.102	0.019	0	0	1.692	1.009
3	1.124	0.018	0	0	1.681	1.009
4	1.104	0.017	0	0	1.711	1.008
5	1.108	0.016	0	0	1.741	1.012
6	1.109	0.012	0	0	1.698	1.008
7	1.158	0.013	0	0.001	1.68	1.007
8	1.169	0.018	0	0	1.716	1.02
9	1.145	0.017	0	0	1.74	1.021
10	1.112	0.012	0	0	1.69	1.01
최소	1.102	0.012	0	0	1.68	1.007
최대	1.176	0.019	0	0.001	1.742	1.021
평균	1.1307	0.0155	0	0.0002	1.7091	1.0125

성능 평가 결과 데이터베이스와 연결시간이 포함된 다이얼로그 같은 경우 1초 이상의 시간을 보였고, 아닌 부분은 0.01 부근의 실행시간이 걸렸다. 대체로 모든 기능은 기존의 하이패스 시스템과 동일하거나 빠르게 수행되었다.

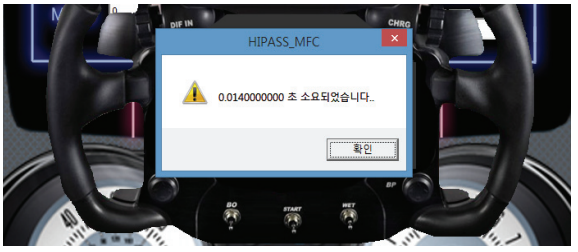

그림 9. C-HiPass 시스템의 성능평가 화면
Fig. 9. C-Hipass System Performance Test Screen

Ⅴ. 결론

최근들어 차량의 급격한 증가로 고속도로 입구와 출구에서 지체와 정체가 자주 발생함에 따라 하이패스를 사용하는 사용자가 늘고 있다. 그리고 목적지를 쉽게 찾아갈 수 있도록 대부분의 차량에서 네비게이션도 함께 사용하고 있다.

따라서 본 논문에서는 기존의 요금만 계산하는 하이패스를 벗어나 사용자의 편의성과 효율성을 제공하는 네비게이션 기능이 결합된 C-HiPass 시스템을 제안하고 구현하였다. C-HiPass 시스템은 하이패스 기술과 네비게이션의 기능을 결합하기 위해 Arduino를 이용한 .Net 기반으로 시스템을 설계하고 구현하였다. 그리고 사용자 편의에 맞추어 주행 기록을 보여주는 기능 위주로 개발하여 사용자 편의를 극대화 하는 효과를 얻을 수 있었다. 그리고 이 시스템은 요금을 자동계산하고 정산하기 때문에 기존에 정차하고 요금을 정산하는 통과 방식보다 빠른 교통흐름을 유도할 수 있다.

구현된 C-HiPass 시스템은 아직 상용화하기는 미흡한 단계이므로 보다 빠른 실행과 생성되는 수치의 정확한 검증에 대한 연구가 지속적으로 이루어져야 하고 웹과 스마트 기기에 대한 서비스 지원도 고려해야 한다.

참고문헌

[1] Kwon, Tae-Hyeong, " Policy impact analysis of road transport investment via system dynamics theory", *Korea Research System Dynamics*, 12(1), pp. 75-87. 2011.

[2] Kim ho-jung, Jo Young-Sung, Baek Seung-Gul, An Byung-Ha. "Case study on the Applications of Simulation on ITS-Focused on Management of Tollgate and Incident in Freeway -". *Proceedings of the Spring Conference of the Korean Institute of Industrial Engineers*, pp. 1039-1046, 2005.

[3] Suk Cheol-Ho. "Freeway Interchange on the analysis of high-pass passage efficiency", *34th Conference of the Korean Society of Civil Engineers regular* CIVIL EXPO, pp. 1177~ 1180., 2008.

www.kci.go.kr

[4] Suh Myung-Won. "Multi-agent based traffic simulation and integrated control of freeway corridors: Part 1 simulation and control model", *Journal of the Korea Society of Automotive Engineers,* Vol, 15(1), pp. 8-15. 2007.

[5] Lee Young-Woo. "Bus Information System [BIS] path travel time estimation using data collected", *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 33(3), pp. 1115-1122. 2013.

[6] Lee Seung-Woo, Shin Seung-Jung, You Hee-Kyung, "Studies on the Traffic Information Collection System using Electronic Toll Collection Service". *The Journal of The Institute of Webcasting*, Internet and Telecommunication 8(6), pp. 1665-172. 2008.

[7] Jung Min-Chul, Kim Young-Chan, Kim Dong-Hyo, "An Analysis into the Characteristics of the High-pass Transportation Data and Information Processing Measures on Urban Roads", *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, 10(6), pp. 74-83. 2011

[8] Park Sung-Jun, Kim Sung-Hun. "Emotional ratings of car navigation systems by model". *The Journal of Korea Institute of Industria*l, 9(3), pp. 71-79. 2004

[9] Jun Soo-Jin, "Design Guidelines and Recommendations for In-Vehicle Navigation Systems". *Journal of Korean Society of Design Science*, Vol 23, No 3, 2010.

[10] Arduino Playground
Http://playground.arduino.cc/Interfacing

저자소개

황윤철(Yoon-Cheol Hwang)

1996년 한남대학교 대학원 전자계산공학과(공학석사)
2008년 충북대학교 대학원 전자계산학과(이학박사)
2008년~현재 배재대학교 교양교육부 외래교수
※ 관심분야 : 분산 및 병렬처리, 네트워크 및 보안

조선문(Sun-Moon Jo)

2001년 인하대학교 컴퓨터정보공학과(공학석사)
2007년 인하대학교 컴퓨터정보공학과(공학박사)
2006년 ~ 현재 배재대학교 IT 교수
※ 관심분야 : XML, 네비게이션, 인터넷 응용, 프로그래밍 언어, 보안

www.kci.go.kr