

효율적인 주차 관리 시스템을 위한 전력선 통신 기반의 ITS

Efficient Parking Management System Based Power Line Communication for ITS

김운현, 김요철, 박인환, 김진영

광운대학교

Key Words : Parking management system, VLC(Visible light communication), PLC (Power line communication)

목 차

- I. 서론
- II. 전력선 통신
- III. 주차 관리 시스템
- IV. 모의실험 결과
- V. 결론

I. 서론

최근, 가계소득의 증가 및 삶의 질적 향상은 자동차의 급속한 증가를 가져왔으며, 이로 인하여 주요 도시는 물론 도시의 외곽지역까지도 극심한 주차난을 겪고 있다. 이는 비단, 늘어나는 자동차 수 대비 협소한 주차공간이 야기한 문제이기도 하지만, 이러한 문제를 고려하지 않은 주차 공간 및 주차관리 시스템의 문제도 크다고 할 수 있다. 예를 들어, 주말 저녁 사람이 많이 몰리는 백화점이나 마트에 자동차를 주차하는 상황을 생각해보자. 주차를 하기위해 주차장 입구를 들어서고, 빈 주차구역을 찾기 위해서는 주차공간을 눈으로 확인하기 전까지 계속해서 주차장을 배회할 수밖에 없다.

이러한 주차문제는 주차수요와 시설공급의 불균형에서부터 시작된다. 하지만 모든 분야, 시스템에서 그러하듯이 수요와 공급이 균형을 유지한다는 것은 매우 힘든 일이다. 다시 말해서, 수요를 고려하여 시스템을 설계하는 것도 어려운 일이지만, 주차시설을 공급하는 방안 역시 공간 확보의 어려움으로 많은 애로 사항이 있는 상황이다.

이러한 문제점을 해결하기위해, 수요를 억제하기 보다는 효율적인 주차 관리 시스템을 공급하는 것이 현 시점에서 생각할 수 있는 최선의 해결책이다. 따라서 이러한 초과수요가 발생되어 주차난이 심화되는 지역에 대해서 합리적인 주차관리 시스템이 도입되어야 한다 [1].

따라서 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하고자, 전력선 통신 (PLC, Power line communication) 기반의 효율적인 주차관리 시스템을 제안한다.

본 논문에서 제안한 주차관리 시스템의 대략적인 개요는 다음과 같다. 주차장의 각 주차구역에는 주차된 차량의 유무를 파악할 수 있도록 전력선이 설치되어 있다. 다시 말해, 모든 주차구역에는 전력선통신과 연계할 수 있는 센서가 설치

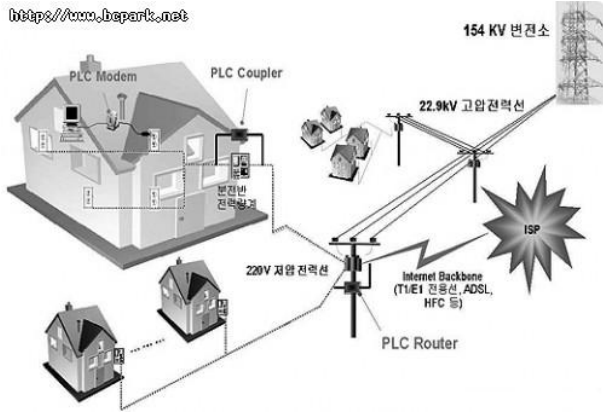
되어 있어서, 주차의 유무를 전력선을 통해 주차 시스템의 메인 서버에 정보를 제공하고, 모든 주차 구역의 주차 유무 상황을 파악하고 있는 메인 서버는, 주차장 입구 그리고 매 주차장 층 입구에 전광판 또는 표시등을 이용하여 현재 비어있는 주차구역을 실시간으로 전달해 준다. 따라서 주차장으로 들어오는 모든 차량은 실시간으로 몇 층의 몇 번 주차 구역이 비어있는지 실시간으로 파악할 수 있으며, 주차를 하기위해 시간을 소비하지 않아도 된다. 그리고 주차 시스템의 메인 서버는 한 번이라도 다녀간 차량의 정보를 저장하여, 그 차량의 소비심리 또는 성향을 파악해서 차량 맞춤형 주차 공간 제공 서비스도 가능해진다.

이러한 주차 관리 시스템은 실시간으로 정보를 제공해주어야 하는 만큼, 전력선의 분포에 따른 시스템의 성능 분석이 필수적이다. 따라서 본 논문에서는 효율적인 주차 관리 시스템을 위해 다양한 전력선 분포에 따른 채널 환경 분석과, 시스템 성능을 분석하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II 장에서는 전력선 통신에 대한 전반적인 내용 및 주차 관리 시스템을 위한 전력선 통신 파라미터들을 다루며, III 장에서는 본 논문에서 제안한 전력선 기반의 주차관리 시스템의 전체적인 개념과 통신 방식에 대해 서술한다. IV 장에서는 전력선 분포에 따른 채널 환경과, 그에 따른 시스템 성능을 보이며, 마지막으로 V 장에서 결론 및 향후 연구 방향에 대해 논하도록 하겠다.

II. 전력선 통신

전력선 통신은 PLT (Power line carrier, mains communications, power line telecom)으로 불리며, 전기선에 데이터를 전송시키는 통신 시스템이다. 최근 전력선 통신 기술은 학계 그리고 기업에서 많은 연구가 진행되어, 현재 이론



<그림 1> 전력선 통신망 구성도

상으로 200Mbps 급의 고속통신을 할 수 있다[2]. 하지만 전력선 통신에 이용되는 전기선은 기본적으로 60Hz 대역의 데이터를 전기선을 이용하여 전송하도록 설계되어있어서, 이보다 높은 고주파 신호를 보내면 skin effect (표피효과)로 인해 전파가 방사되어 인근 무선 통신 시스템에 영향을 줄 뿐 아니라 전력선 자체의 데이터 전송 속도 또한 저하된다 [3].

따라서 실내에서 사용하는 전력선 통신은 건물 차폐 등에 의해서 간섭 우려가 적기 때문에 전 세계적으로 전력선 설치가 진행 중이지만, 다른 시스템과의 간섭을 제거하기 위한 방법이 현재로서는 없는 실외에서는 사용이 제한되고 있다.

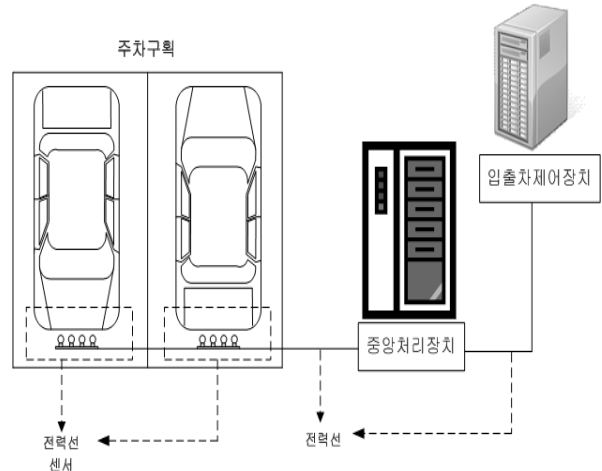
전력선은 이미 전 세계적으로 50% 이상의 주거지에 전개되어 있고, 고속 인터넷을 요구하는 대다수의 사용자에게 경제적으로 제공할 수 있는 통신 기법이다. 따라서 본 논문에서는 이러한 장점을 활용하여 실내 주차공간에 전력선을 배치하여 효율적인 주차 관리를 수행하는 것을 목적으로 한다.

현재 ITU에서는 현재 80MHz까지의 전력선 통신을 사용하기 위한 표준 문서작성을 진행 중이며, IEEE (Institute of electrical and electronics engineers), OPERA (Open European research alliance), CEPCA (Consumer electronics powerline communications alliance)와 같은 표준화 기관에서는 국제적인 전력선 표준화 작업을 수행중이다. 또한 미국이나 유럽 등 세계 여러 국가에서는 기존 무선통신 서비스에 간섭 영향을 최소화할 수 있는 기술 기준을 제정해서 전력선 통신과 주파수 대역을 공유해서 사용할 수 있는 공존 문제를 해결하고 있다.

국내에서는 기존 450kHz 이하의 전력선 통신을 일정 방사 기준 범위 내에서 전력 사업 관리, 전력 제어 및 홈 네트워크 등에 사용하여 왔다. 하지만 2000년대부터 고속 전력선 통신 기술에 대한 개발이 본격화 되면서 높은 주파수 대역에서 전력선 통신이 가능하도록 관련 전파 규정을 재정비하기 시작하였다.

이러한 국내 움직임에 발맞추어, 전력선 통신의 활용에 대한 많은 연구가 진행 중이며, 이러한 움직임의 일환으로 본 논문에서는 전력선 통신을 이용한 효율적인 주차관리 시스템을 제안하였으며, 주차 관리 시스템의 자세한 내용은 다음 장에서 다루기로 한다.

III. 주차 관리 시스템

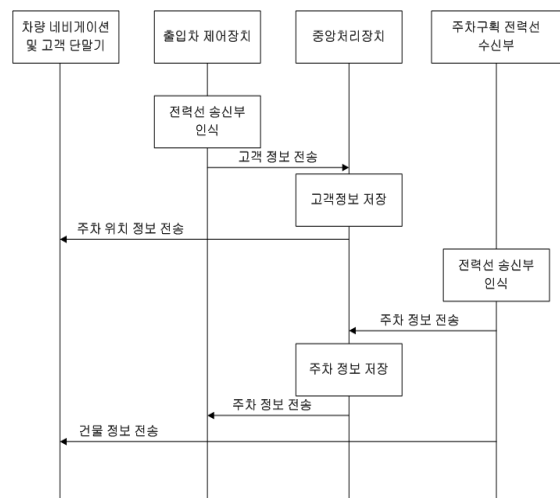


<그림 2> 전력선 기반의 주차 관리 시스템

본 논문에서 제안한 전력선통신을 이용한 주차 관리 시스템의 전체 구성도는 <그림 2>와 같다. 구성은 크게 3부분으로 나뉘는데, 차량 진입로에 있는 입·출차 제어장치, 각 주차구획에 설치된 전력선 센서를 이용한 송·수신기, 그리고 정보를 저장하고 각 장치로 전달하는 중앙처리장치로 구분된다.

주차장의 각 주차구역에 설치된 전력선 센서는 현재 주차구역의 주차 유무에 관한 정보를 주차장 입구 및 각 주차층의 입구의 전광판에 전송한다. 이때, 각 주차구역에 배치된 전력선 센서는 주차공간에 대한 정보를 실시간으로 중앙처리장치에 전송하며, 그 정보를 이용하여 차량은 자신의 위치에서 가장 가까운, 또는 매장 입구에서 가장 가까운 주차 구역을 즉각적으로 인지하여 주차를 할 수 있게 된다. 또한 전력선 센서를 통해 취득된 고객정보는 중앙처리장치에서 저장되어 고객 DB(Database)를 형성해 맞춤형 서비스를 제공할 수 있다.

각 시스템의 동작에 따른 동작순서를 시간흐름에 따라 나타내면 <그림 3>과 같다.



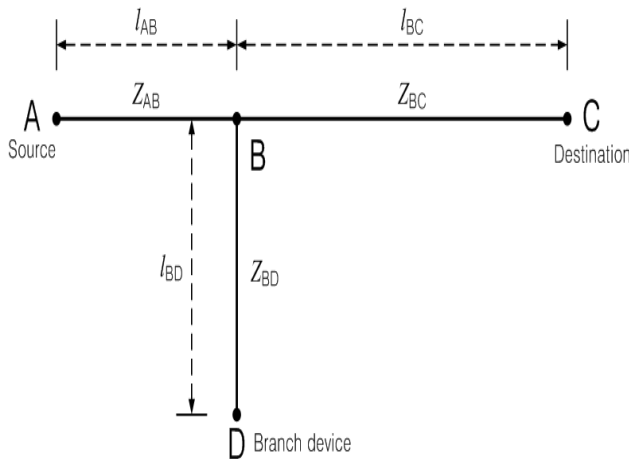
<그림 3> 지능형 주차정보시스템의 동작 흐름도

IV. 모의실험 결과

이번 장에서는 전력선 통신을 이용한 주차관리 시스템에 대한 모의실험 결과를 보여준다. 모의실험을 위한 파라미터는 아래 표 1과 같다.

표 1. 모의실험 파라미터

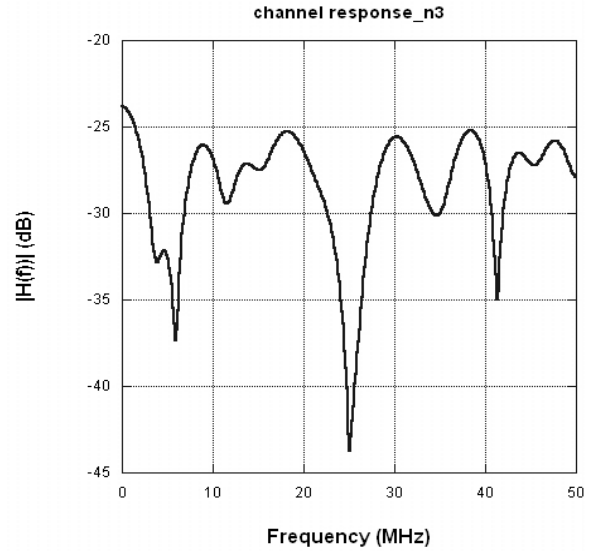
Parameters	Values
Bandwidth	75 MHz
Sampling frequency	150 MHz
Tone interval (1/TFFFT)	48.828125 kHz (= 75 MHz/1536)
IFFT interval	3072 samples
Cyclic prefix interval (TCP)	336 samples
Symbol interval	3408 samples
FFT period (TFFFT)	20.48 μ s
Symbol Length (TFFFT + TCP)	22.72 μ s



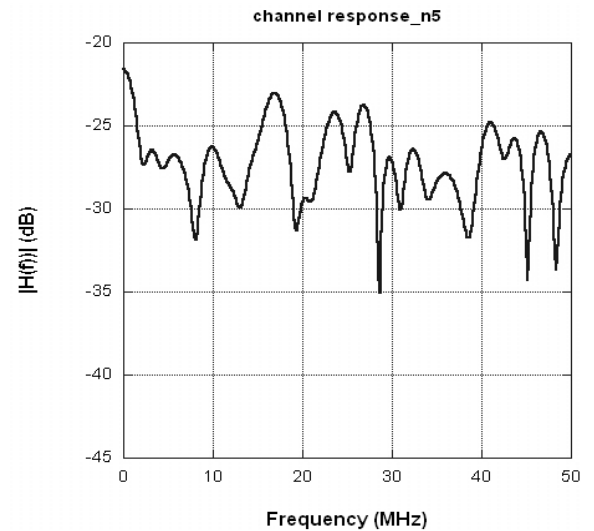
<그림 4> Multi-path가 존재하는 전력선

<그림 4>는 multi-path가 존재하는 전력선을 보여준다. A를 송신측, C를 수신측이라고 가정하면, B는 branch 장치로 간주되어 A에서 C로의 통신에 multi-path로 작용하게 된다. 이러한 multi-path가 존재하면 A에서 C로 전송하는 데이터가 딜레이 되어 수신되게 된다[4-6]. 이러한 branch는 시스템 성능을 악화시키며, 전력선을 이용한 주차 관리 시스템 설계 시 branch 수에 따른 시스템의 성능을 분석할 필요성이 있다 [7-9]. 따라서 본 논문에서는 branch의 개수가 3개, 5개, 10개 일 경우를 고려하여, 각각 채널의 응답과 그에 따른 BER (Bit error rate) 성능을 보여주고자 한다.

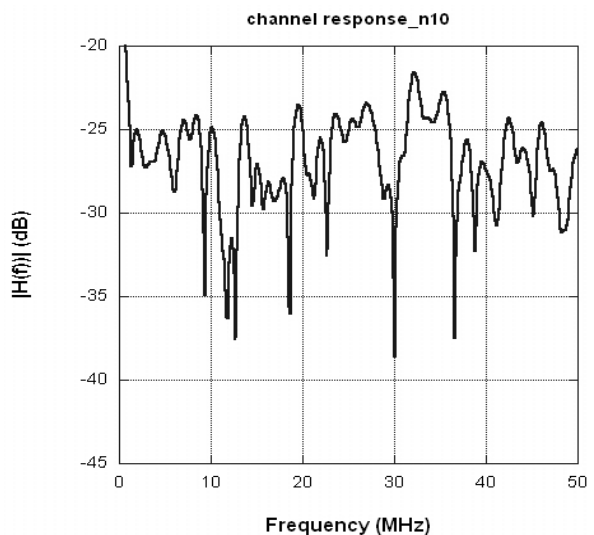
<그림 4>에서 보이듯이, 각 장치의 거리에 따라 딜레이 되는 정도가 달라지며, 표 1의 실험 파라미터를 근거로 하여 branch 개수에 따른 거리 및 딜레이를 고려하여 다음과 같은 채널 응답을 구하였다.



<그림 5> Branch 개수가 3일 경우의 채널 응답

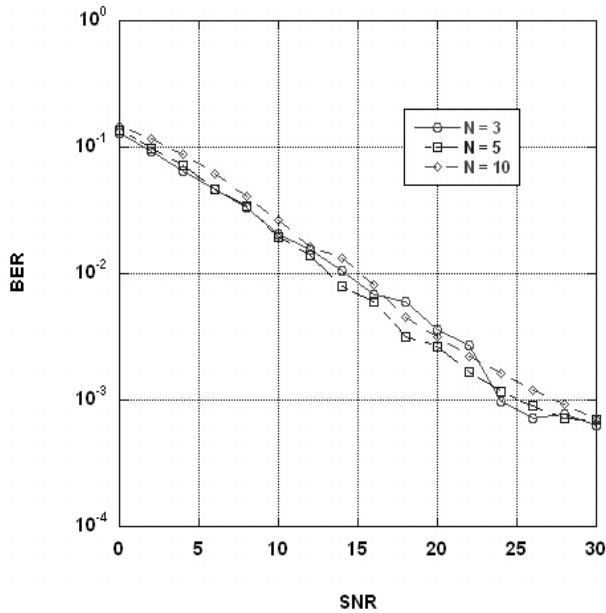


<그림 6> Branch 개수가 5일 경우의 채널 응답



<그림 7> Branch 개수가 10일 경우의 채널 응답

<그림 5>는 branch 개수가 3개일 경우의 채널 응답을 보여준다. 0 ~ 50MHz 대역에서의 채널 응답을 dB 스케일로 표현하였다. <그림 6, 7>과 비교하였을 때, branch 개수가 늘어날수록 채널의 변화가 심함을 알 수 있다. 본 논문에서는 각 branch의 거리를 랜덤하게 하여 실험하였으며, <그림 5> ~ <그림 7>은 그에 따른 채널 응답이다.



<그림 8> Branch 개수에 따른 BER 성능

<그림 8>은 branch 개수가 각각 3, 5, 10 일 때의 BER 성능을 보여준다. 본 논문에서의 모의실험은 OFDM (Orthogonal frequency division multiplexing)을 기반으로 실험하였기 때문에, 각 채널의 딜레이보다 긴 CP (Cyclic prefix)를 삽입할 경우, 딜레이에 따른 BER 성능은 많이 차이가 나지 않는 것을 알 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 전력선 통신을 이용한 주차 관리 시스템을 제안하였다. 주차장에 전력선을 설치하여, 주차를 하고자 하는 차량이 실시간으로 빈 주차 구역을 찾아 시간 낭비 없이 주차를 가능하게 하는 효율적인 주차 관리 시스템이다. 전력선 통신은 추가적인 설치비용 없이 전력선 모뎀만으로 데이터 전송이 가능하여 설치비용 절감 효과를 가져 올 수 있으며, 본 논문에서 제안한 주차 관리 시스템을 이용하면, 고객 만족을 높일 수 있을 뿐만 아니라 매장의 매출 증대 효과도 꾀할 수 있다. 본 논문에서는 전력선의 배치에 따른 채널 응답과 각 채널 응답에 따른 BER 성능을 보여주었다. 향후 주차 관리 시스템에서, 보다 양질의 데이터 (동영상 등)를 전송하기 위해서는 보다 높은 BER 성능을 가져야 하며, 이를 위해 BER 성능을 향상시킬 수 있는 방안에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음.
(NIPA-2010-(C1090-1011-0005))

참고 문헌

1. J. Y. Kim, *Intelligent Transportation Systems*. GS Intervision Publishers, Seoul, Korea, 2009.
2. J. Y. Kim, *Power Line Communication systems*, Seoul, Korea, 2009.
3. 장동원 외, "국내 고속 전력선 통신 도입을 위한 기술기준 분석," 한국정보통신설비학회 하계학술대회 논문집, Aug., 2004.
4. G. N. Srinivasa Prasanna, A. Lakshmi, S. Sumanth, V. Simha, J. Bapat, and G. Koomullil, "Data communication over the smart grid," in *Proc. IEEE Int. Symposium on Power Line Communications and Its Applications ISPLC' 2009*, Dresden, Germany, pp. 273-279, Mar. 2009.
5. M.S. Yousuf and M. El-Shafei, "Power line communications: An overview - Part I," in *Proc. 4th International Conference Innovations in Information Technology 2007*, Dubai, United Arab Emirates, pp. 218-222, Nov. 2007.
6. H. Hrasnica, A. Haidine, and R. Lehnert, *Broadband Power line Communications Networks*, England, Wiley, 2004.
7. M. Zimmermann and K. Dostert, "An analysis of the broadband noise scenario in power line networks," in *Proc. IEEE International Symposium on Power Line Communications and Its Applications ISPLC'2000*, pp.131 - 138, April. 2000.
8. M. Zimmermann and K. Dostert, "Analysis and modeling of impulsive noise in broad-band power-line communications," *IEEE Transaction on Electromagnetic Compatibility*, vol. 44, no.1, pp. 249-258, Feb. 2002.
9. M. Katayama and et al, "A mathematical model of noise in narrowband power line communication system," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 24, no.7, pp.1267 - 1276, July 2006.