

# 효율적인 상품 배치를 위한 경로 가중치 데이터 분석 시스템 설계

김봉현  
산학융합연구원

## Design of Path Weighting Data Analysis System for Efficient Product Arrangement

Bong-Hyun Kim

Dept. of R&D Business, The Research of Industrial Academic Convergence

요 약 상권 분석은 유통 구조의 개선, 운영 원가의 절감 등의 이유로 많이 활용되고 있다. 특히, 상권 분석을 통해 매출 증가의 효과를 기대할 수 있기 때문에 경영 분야에서 널리 사용되고 있다. 그러나, 기존의 상권 분석 시스템은 유통 인구 및 주변 상점들의 환경 분석을 통한 것이 대부분이다. 따라서, 본 논문에서는 효율적인 상품 배치를 위한 경로 가중치 데이터 분석 시스템을 설계하였다. 이는, 기존 매출 중심의 상권 분석 방식을 적용하지 않고, 매장 안에서 고객 경로 이용 형태에 가중치를 적용한 데이터 분석 시스템이다. 기존의 POS 시스템과의 연동으로 백화점, 대형마트, 편의점 등 매장내의 효율적인 상품 배치를 제공하는 시스템이다. 이를 위해, 경로 데이터를 수신하고 가중치를 적용한 통계 데이터로 변환하여 관리자에게 시각화 모니터링 시스템으로 출력함으로써 매장에서 상품 배치의 효율성을 극대화시키는 시스템을 설계하였다.

주제어 : 경로 분석, 상품 배치, 초음파, 지그비, 가중치

**Abstract** Commercial analysis has been used for a lot of reasons such as improving the distribution structure, operational cost savings. However, existing commercial assay system is mostly flow through the analysis of the population and the environment around the store. Therefore, in this paper, we design a path weighted data analysis system for efficient product arrangement. It is not applying the analysis method of the existing commercial sales center but the data analysis system applying the weight to the form of customers' paths in a store. In conjunction with the existing POS system, it provides effective product placement in department stores, such as supermarkets, convenience stores. To this end, a system that maximizes efficiency of product placement in stores, receiving path data, converting them into statistics data that apply the weight, and printing out them into a visualized monitoring system for the manager to see was designed.

**Key Words** : Path Analysis, Product Arrangement, Ultrasonic Waves, Zigbee, Weighting

Received 17 August 2016, Revised 16 September 2016  
Accepted 20 October 2016, Published 28 October 2016  
Corresponding Author: Bong-Hyun Kim  
(The Research of Industrial Academic Convergence)  
Email: snake93@nate.com

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 1. 서론

최근에 소매점의 경우, 국내 업체와의 경쟁뿐만 아니라 외국 기업까지 적극적인 시장공세를 가지고 있어 이들간의 경쟁의 양상은 저렴한 가격, 고객 서비스 만족 등 매우 치열해지고 있고 시장 점유율 증가에 열을 올리고 있다. 그러나, 유통구조의 개선, 운영 원가의 절감 등이 전제되지 않고서는 일시적인 매출 증가의 효과를 얻을 수 있으나 기업 이윤 증대는 어려운 상황이다. 따라서, 고객 쇼핑의 편리성, 효율성 등 서비스 품질 개선을 위한 노력이 반드시 필요한 실정이며 이를 위해 구매중대로 유인될 수 있는 상품배치 모델의 제시가 필요하다.

기존의 상권분석 시스템들은 야외에서 거리의 유동인구 및 주변 상권들의 환경을 분석하여 유리한 입지 조건을 판단하는 시스템이 다수 존재하고 있으나, 매장 내부의 경로별 유동인구의 가중치를 분석하고 실시간으로 경로 데이터 정보를 제공하는 시스템은 없다. 또한, 매장 내부의 경우 백화점, 대형마트, 편의점 등에서 상품의 판매량을 근거로 내부 상권분석을 시행하고 있으며, 백화점, 대형마트, 편의점의 경우는 자체에서 발행하는 카드 사용, 현금영수증 근거 자료, 매장 내 자체 매출보고서 등을 근거로 내부 상권분석을 실시하고 있다[1,2].

소매점에서는 별도의 상품 배치 체계가 없이 자율적으로 상품을 진열하고 있다. 즉, 적시생산의 개념에서와 같이 특정 단시간 동안 예상되는 수요량만큼 상품을 선반에 진열하지 않는다. 이는 제조업 재고자산과는 달리 취급상품에 따라서는 판매량이 진열 재고량에 비례하는 경우가 있기 때문에 수요창출을 위해서 예상되는 수요보다 많은 양의 상품을 진열한다. 이러한 진열 방식은 할당된 진열공간 크기와 배후창고에 보관된 상품재고 등을 고려하여 판단한다[3]. 그러나, 관리 시각이 다르기 때문에 동시에 고려하기 매우 어렵다. 결국, 소매점에서 상품 배치는 매장내 고객 동선의 주요 결정요인으로 작용하고 있으며 고객 동선은 고객의 매장내 체류시간에 영향을 미치고 이는 충동구매의 결정요소로 작용하는 등 판매량에 막대한 영향을 미치게 된다. 상권분석 차원에서 유동인구는 중요한 판단 요소로서, 유동인구가 많을수록 점포는 높은 수익을 올릴 가능성이 높아진다. 즉, 사람이 머무는 시간이 오래 된 곳이면 유동인구가 많은 곳은 사람들이 그냥 지나가는 곳보다 높은 수익을 올리는데 유

리할 수 있다[4,5].

결과적으로, 상품 배치 결정은 고객 동선과 매장내 고객 흐름으로 인한 혼잡도에 중요한 영향을 미친다. 대부분은 소매점이 셀프서비스 환경하에서 종업원의 도움없이 고객 스스로 구매행위가 이루어지기 때문에 상품의 위치에 따라서 매장내 고객 동선이 결정되고, 고객 동선은 매장내의 흐름 체증을 결정짓는 주요 요인으로 작용하게 된다. 그러나, 기존의 고객 동선 및 흐름을 파악하는 요소는 매장내 CCTV 또는 종업원의 눈짐작, 특정 기간 동안의 매출 정보를 분석하는 것을 통해 대략적으로 파악하는 것이 전부였다[6,7].

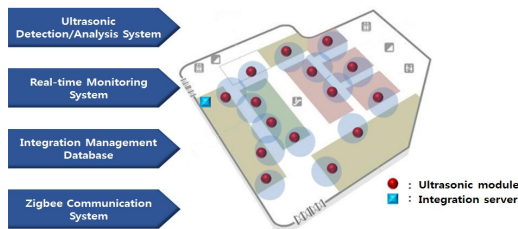
따라서, 본 논문에서는 효율적인 상품 배치를 위한 경로 가중치 데이터 분석 시스템을 설계하였다. 경로 가중치 데이터 분석 시스템은 경로 데이터와 가중치를 연동하여 실내 경로별 유동인구 분석 시스템을 개발하기 위한 것으로 유동인구와 머무는 시간을 실시간으로 측정하여 기존의 매출 실적 위주의 상권분석 시스템과의 통합을 통해 매장 내에서의 신뢰성 높은 경로별 가중치 데이터 분석 및 제공 서비스를 수행하는 시스템이다.

## 2. 시스템 설계

본 논문에서 설계한 효율적인 상품 배치를 위한 경로 가중치 데이터 분석 시스템이란 초음파 센서를 통해 움직임 감지 기술을 구현하여 경로별 유동인구와 머무는 시간 데이터에 가중치를 적용한 것이다. 기존의 RFID, WLAN, CCTV 등을 통한 고객 동선 추적, 분석 방식은 추가 인력 배치, 데이터 중복, 정보 손실 등의 문제점이 제기되었다. 이러한 문제를 해결하기 위한 경로 가중치 데이터 분석 시스템은 실시간 기반의 데이터 자동 분석 시스템으로 기존의 POS 시스템과의 연동을 통해 매장내 효율적인 상품 배치 전략 서비스를 구축할 수 있을 것이다. 본 시스템 개발의 목적은 매장의 레이아웃을 고려하여 고객이 점포에 오랫동안 머물러있게 할 수 있는 상품배치 구성을 통하여 매출을 증대시킬 수 있는 소비자들의 동선에 대한 기본 자료를 제공하고 이를 기 연구된 의사결정모형에 결합하여 소매점 상품배치의 효율화를 기하는 데 그 목적이 있다. 기존의 연구는 실시간 소비자 동선 파악의 한계로 인하여 단순히 고객의 두 상품 동시

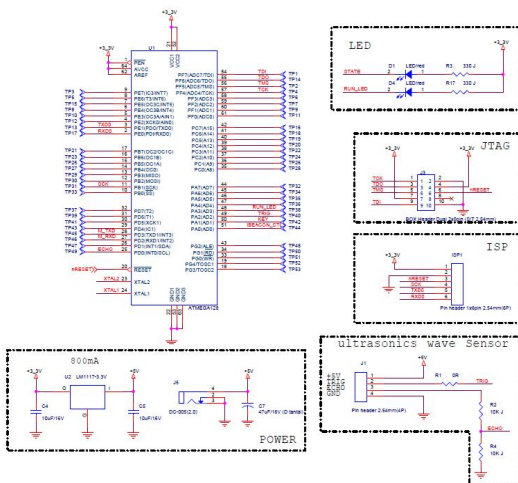
구매수와 두 상품간의 거리를 기준으로 하여 총흐름거리를 최대화 또는 최소화하는 모델로 고객데이터에 대한 확보의 어려움으로 실제 고객구매데이터 아닌 가상의 고객구매데이터를 이용하여 상품배치를 하였기 때문에 고객구매성향이 포함된 상품배치라고 할 수 없다[8,9].

그러나 본 논문에서의 시스템에 의해 얻어지는 데이터는 매장의 특성을 고려한 실제 고객 구매 데이터가 실시간으로 제공됨으로서 상품배치와 전체고객 중에서 계획구매확률과 충동구매확률의 기술적 개발이 가능할 것이다. 또한 매장의 혼잡도와 상품배치에 따른 고객구매 패턴 변화에 따라 고객 동선과 충동구매확률 등 소매점 상품배치에 적합한 알고리즘을 개발할 수 있다.



[Fig. 1] System block diagram

본 논문에서는 경로 가중치 데이터 분석을 통한 상품 배치 시스템에 대해 초음파 감지/분석 시스템, 모니터링 시스템, 통합 관리 데이터베이스 시스템 및 중앙 집중형 통신 시스템으로 구성하였다.



[Fig. 2] Integration sensor module design

이를 통해, 초음파 감지 모듈에서 일정시간을 주기로 사람의 움직임이 감지된 횟수, 머문 시간을 측정하였다. 측정된 값은 Zigbee의 중앙 집중형 통신방식을 통하여 서버에 전달되고 보내진 정보를 통하여 고객 유입량의 분류기준에 따라 등급을 분류하였다[10]. 또한, 분류된 등급을 토대로 Web기반의 모니터링 시스템에서 통계수치 및 시뮬레이션으로 변환 후 실시간으로 시각화하여 관리자에게 제공하였다. 마지막으로, 측정된 데이터는 결과 분석 후 DB로 저장되어 일정 기간별 경로 데이터의 변화량을 분석, 출력하여 관리자에게 제공하였다.

### 3. 시스템 개발

본 논문에서 경로 데이터와 가중치를 연동하여 실내 경로별 유동인구 분석 시스템을 개발하기 위한 것으로 유동인구와 머무는 시간을 실시간으로 측정하여 기존의 매출 실적 위주의 상권분석 시스템과의 통합을 통해 매장 내에서의 신뢰성 높은 경로별 가중치 데이터 분석 및 제공 서비스를 수행하는 시스템을 개발하였다. 이를 통해, 효율적인 상품 배치를 위한 경로 가중치 데이터 분석 시스템을 설계, 개발하였다.

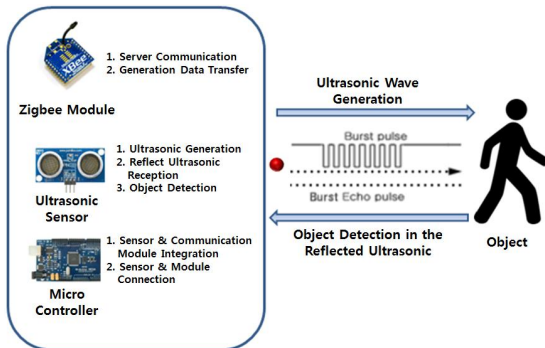
이를 위해, 1단계로 초음파 센서를 적용하여 움직임 감지 및 이기종 센서와의 통합 모듈을 개발하였다. 초음파 감지/분석 기술의 궁극적인 목표는 초음파 센서를 통해 감지되는 초음파 데이터의 정확도를 높이고 감지된 초음파 데이터를 분석하여 객체의 움직임 정보를 추출하는 것이다. 초음파 센서의 송신측에서 짧은 시간동안 펄스를 출력하고 신호가 객체에 도달하여 반사되어 돌아온다. 반사되어 돌아온 신호를 초음파 센서의 수신측에서 검출한다[11].

$$t = \frac{2 \times L(\text{물체의 거리}m)}{Vs(\text{음속}m/s)} \quad (1)$$

최종적으로, 감지된 객체 정보를 감지된 횟수, 머문 시간 등의 정보로 가공하기 위해서 초음파 분석 알고리즘이 필요하다. 초음파 분석 알고리즘 연구를 통해 감지된 정보를 판단하여 분류기준에 맞춰 등급을 부여하는 방식으로 개발하였다.

초음파 측정 절차는 아래와 같이 수행하였다.

- (1) 센서 모듈에 Trigger신호 10us pulse 부하
- (2) Transmitter에서 40KHz 8 cycle의 sonic burst 발생 Echo pin상태 high
- (3) Echo 음이 Receiver에서 감지되면 Echo Pin을 Low로 변경(150us~25ms)
- (4) Trigger 후 34ms이상 지연시 객체가 없는 것으로 판단
- (5) 컨트롤러에서 Echo Pin의 시간 간격을 측정



[Fig. 3] Integration Module of ultrasonic sensor & heterogeneous sensors

2단계로, 감지 모듈과 서버간의 데이터 송수신 기술을 개발하였다. 넓은 지역으로 분포되어있는 모듈들과 통신하기 위해서는 블루투스, 비콘 은 통신범위의 한계가 있어 적합하지 않고 wifi의 경우 넓은 지역을 통신하기에는 적합하지만 다른 통신 방식들에 비해 고 전력을 소비하여 적합하지 않다.

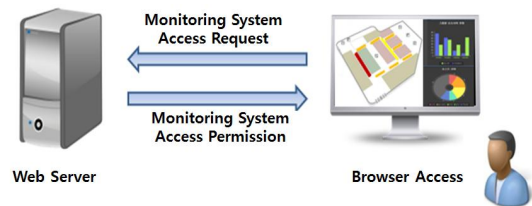
<Table 1> Zigbee communication feature

	Zigbee	Bluetooth	Beacon(BLE)
Node Extendability	65,536	7	7
Communication Range	100m	10m	50m
Data Rate	250Kbps	1Mbps	2.1Mbps
Networking	Ad-hoc, PtoP, Star, Mesh	Ad-hoc, Small networking	Ad-hoc, Small networking
Etc	Underpricing, Low Power	Underpricing, Medium Power	Low Power

그러나, Zigbee 통신방식은 저 전력에 최대 100m이상의 거리에 통신이 가능하고 1:n 통신이 가능하므로 다수

의 모듈과 서버간의 통신기술 개발에 적합한 통신 방식이다. Zigbee의 네트워크 구성 방식 중 중앙 집중형 네트워크 구성인 Star형 노드 구성을 통하여 다수의 초음파 모듈들이 중앙 서버와 통신하는 방식으로 이를 적용하여 네트워크망을 구현하였다[12,13].

3단계로, Web 기반의 원격 모니터링 시스템을 개발하였다. Web 기반의 모니터링 시스템은 초음파 센서와 결합한 이기종 센서 통합 모듈에서 감지된 데이터들을 시각화하여 표시하는 것이다.



[Fig. 4] Monitoring system based on Web

모니터링 시스템은 전달된 데이터를 이용하여 경로별 유입량 정보를 차트, 통계, 시뮬레이션, 최적 상품 배치 등의 구성으로 Web 기반의 시스템으로 구현되고 사용자는 브라우저를 통해 시스템 접근 권한을 얻어 모니터링 시스템을 사용하였다. 경로 시뮬레이션은 경로별 가중치의 데이터를 통해 경로별 인구 유입량을 가상 2D 시뮬레이션으로 출력하며 가중치가 높을수록 진한 색으로 경로를 표시하였다[14].

경로 시뮬레이션에서는 Location, Zone을 구분하고 Module 통신 응답을 확인하며 Location weight 등급 별 Location 색상을 부여하도록 개발하였다.

$$Location\ weight = k_1 I_r + k_2 D_r \quad (2)$$

이 때, k1, k2는 상수이고, I<sub>r</sub>을 유입량, D<sub>r</sub>은 머문 시간을 의미한다.

4단계로, 통합 관리 및 분석 데이터베이스를 개발하였다. 통합 관리 및 분석 데이터베이스는 시스템에 필요한 대부분의 데이터를 저장 관리하며 초음파 통합 감지 모듈에서 감지된 데이터, 인식된 모듈의 정보 등이 저장되고 모니터링 시스템과 같이 중앙서버 내에 설치되어 모듈의 인식문제, 오작동문제, 감지된 데이터의 정확성 등

을 보조한다. 매장 내의 혼잡도를 분석하기 위한 알고리즘[15,16]은 아래와 같다.

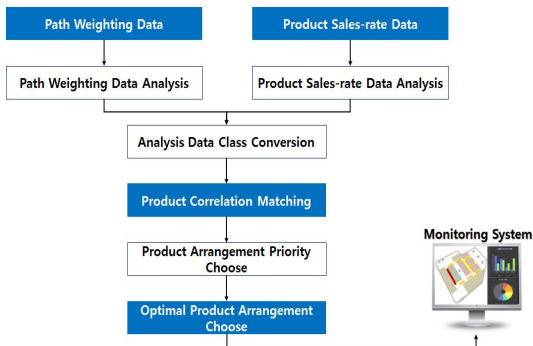
$$\rho_t = b_t \sum_{j,l} \frac{d_{jl} p^{t,j}}{A} \quad (3)$$

$$p_{jl} = \Pr(j \times l) \prod_{q=1}^{l-j-1} [1 - \Pr(j \times (j+q))], \text{ 단 } l \geq j+1 \quad (4)$$

$$\Pr(j \times l) = \frac{\text{위치 } j \text{와 } l \text{의 진열상품을 동시에 구매 한 고객수}}{\text{총 방문 고객수}} \quad (5)$$

※ 기호와 의사결정 변수  
 A : 매장내 고객 동로 총 면적  
 bt : 시간대 t에서 매장내 체류고객수  
 djl : 상품진열위치 j에서 l까지 최단 이동경로  
 j, l : 상품진열위치 인덱스  
 $\rho_t$  : 시간대 t에서 매장내 혼잡도  
 $p^{t,j}$  : 시간대 t 상품진열위치 j에서 상품 픽업 후 l로 이동 진열상품 픽업할 확률

통합 관리 및 분석 데이터베이스는 Web 연동 최적화 시스템으로 구축하기 위해 데이터베이스 테이블 설계, 데이터베이스 시스템 개발, 데이터베이스 정보 시스템 연동을 수행하였다.



[Fig. 5] Optimal product arrangement flow chart

마지막으로, 상품 배치 효과 분석 시스템을 개발하였다. 상품 배치 시스템은 해당 제품들의 경로 가중치와 제품의 판매량의 분석을 통하여 분류 기준에 따라 등급을 부여하고 부여된 등급과 제품들 간의 상관관계 매칭을 통하여 최적의 상품 배치를 선정하는 방식으로 설계하였다. 제품 상관관계 매칭은 제품에 부여된 등급과 식품, 잡

화, 가전, 가구, 의류 등의 관련 제품군으로 매칭하여 해당 구역 높은 등급과 제품 상관도가 높은 제품들에 우선순위를 부여하고 우선순위가 높은 제품들을 우선적으로 상품배치 기준에 반영하였다.

또한, 총 흐름거리를 초기의 배치보다 증가시킴으로써 고객의 동선을 길게 하여 고객에게 상품 노출의 기회를 증가시키게 하는 배치 방식을 선정하였다. 즉, 실시간으로 고객의 경로 데이터를 측정하고 가중치 방식을 적용하여 상품 배치에 변화를 줌으로써 고객에게 상품노출의 기회를 확대시키고 충동구매 확률을 증가시켜서 매출 증대에 효과적인 결과를 도출할 수 있다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 효율적인 상품 배치를 위한 경로 가중치 데이터 분석 시스템을 설계하였다. 이를 위해, 초음파 감지/분석 시스템, 모니터링 시스템, 통합 관리 데이터베이스 시스템 및 중앙 집중형 통신 시스템으로 구성하였다. 최종적으로, 상품 배치의 효과를 분석하기 위한 시스템을 개발하여 통합, 연동하였다. 결과적으로, 경로에 대한 가중치 데이터를 적용하여 경로 가중치와 제품 판매량을 분석하였으며 분류 기준에 따라 등급을 부여하였다. 또한, 등급과 제품간의 상관관계 매칭을 통해 최적의 상품 배치를 선정하도록 유도함으로써 매출 증대에 효과적인 시스템으로 설계하였다.

본 시스템을 통해 경로별 유동인구 데이터를 실시간으로 활용할 수 있을 것이며, 기존의 POS 시스템과의 연동을 통해 보다 효율적인 상품배치를 할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 백화점, 대형마트, 편의점 등에서 효과적으로 이용이 가능할 것이며, 슈퍼마켓, 편의점 및 일반 나들가게 등도 점포수와 매출액이 점차 증가하고 있는 추세이기 때문에 이를 대상으로, 시스템을 구축하여 활용하면 이를 통한 효율적 상품 배치로 매출 증대 및 고용 창출이 기대된다.

#### REFERENCES

[1] W. H. Yeo, W. K. Lim, "The competence of management consultants and consulting completeness influences

- to the management performance.” Journal of Digital Convergence, Vol. 14, No. 6, pp. 93-107, 2016.
- [2] D. Y. Jung, Y. G. Son, “A Analysis on the Spatial Features of the Neighborhood Trade Area using Positive Spatial Autocorrelation Method.” Journal of Korean Society for Geospatial Information System, Vol. 17, No. 1, pp. 141-147, 2009.
- [3] Ladner, R., Petry, F.E., and Cobb, M.A., “Fuzzy set approaches to spatial data mining of association rules.” Transactions in GIS, Vol. 7, No. 1, pp. 123-138, 2003.
- [4] Y. J. Kim, “An analysis of consumption behavior and consumption problem according to the digital convergence .” Journal of Digital Convergence, Vol. 14, No. 2, pp. 149-156, 2016.
- [5] J. O. Kang, “Effects of Pigment of Red Beet and Chitosan on Reduced Nitrite Sausages.” Korean Journal for Food Science of Animal Resources, Vol. 23, No. 3, 2003.
- [6] H. J. Mun, H. Y. Jeong, K. H. Han, “Improved Trilateration Method on USN for reducing the Error of a Moving Node Position Measurement.” Journal of Digital Convergence, Vol. 14, No. 5, pp. 301-307, 2016.
- [7] J. C. Lee, “Effects of Marketing Mix on Behavior of Authorized Dealers in the Korean CCTV Converging Channels.” Journal of Digital Convergence, Vol. 13, No. 4, pp. 89-100, 2015.
- [8] Arthur E.C., “From Cluster Tracking to People Counting.” IEEE International Workshop on PETS’, Vol. 3, No. 1, pp. 9-17, 2002.
- [9] Y. A. Ahn, “A Moving Object Management System for Location Based Service.” Journal of Computer Industrial Education Society, Vol. 4, No. 12, pp. 985-998, 2003.
- [10] W. S. Yoo, H. G. Byun, J. G. Kim, “Implementation of the Wireless Embedded POS System Using Zigbee Communication.” Journal of Korea IT Service Society, Vol. 8, No. 2, pp.137-146, 2009.
- [11] S. H. Kim, C. S. Kim, “An Algorithm of the Minimal Time on the (sLa-Camera-pLb) path.” Journal of Digital Convergence, Vol. 13, No. 10, pp. 337-342, 2015.
- [12] H. O. Nho, Y. H. Kim, S. J. Hong, “A Study on Technostress of Information Communication Technology User.” Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 6, No. 4, pp. 41-46, 2015.
- [13] J. S. Lim, “Design of High Speed Data Acquisition and Fusion System with STM32 Processor.” Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 7 No. 1, pp. 9-15, 2016.
- [14] Y. S. Jeong, “An Efficient IoT Healthcare Service Management Model of Location Tracking Sensor.” Journal of Digital Convergence, Vol. 14, No. 3, pp. 261-267, 2016.
- [15] I. C. Jung, Y. S. Kwon, Y. H. Lee, “Development of Shopping Path Analysis System.” Journal of Society for e-Business Studies, Vol. 17, No. 4, 2012.
- [16] D. Y. Han, “An Effect of the PB Products attribute of the Large-sized Discount Stores on the Consumer Attitude and the Purchase Behavior.” Journal of Digital Convergence, Vol. 13, No. 2, pp. 61-71, 2015.

김 봉 현(Kim, Bong Hyun)



- 2000년 2월 : 한밭대학교 전자계산학과(공학사)
- 2002년 2월 : 한밭대학교 전자계산학과(공학석사)
- 2009년 2월 : 한밭대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
- 2012년 3월 ~ 2015년 2월 : 경남대학교 컴퓨터공학과 교수
- 2015년 6월 ~ 현재 : 산학융합연구원 R&D사업이사
- 관심분야 : BIT융합기술, 지능형기술, 융합경영기술
- E-Mail : snake93@nate.com