

<http://dx.doi.org/10.7236/JIWIT.2012.12.5.161>

JIWIT 2012-5-20

## 무선랜 신호감도의 인식센서화를 이용한 방향 인식 연구

### Study of direction acquisition using signal sensitivity wireless LAN

심규창\*, 임승철\*\*

Gyuchang Sim, Seung-Cheol Lim

**요약** 스마트폰과 같은 무선랜이 내장된 포터블 디바이스의 보급으로 누구나 무선랜을 사용하고 있다. 하지만 이러한 무선랜서비스는 인터넷의 접속과 위치 측위에 한정되어 있어 양질의 무선랜 서비스를 제공하는데는 한계가 있다. 따라서 무선랜의 센서화를 통해 적외선 센서방식과 같은 다른 대체방식으로 무선랜의 기능을 응용하여 자동적으로 위치를 인식할 수 있는 대체 인식 센서로서의 응용 방안을 제안하고자 한다. 센서화에는 무선랜과 액세스포인트간의 신호감도를 사용하며, 무선랜 안테나 무방향성 신호출력으로의 조작을 가하고 이를 인식센서로 가정하여 방향을 인식하는 본 논문에서 제안한 알고리즘을 통하여 포토 커플러 등의 직접적인 센서가 없이도 인식센서와 같은 기능을 무선랜과 액세스 포인트 간의 연결감도를 활용하여 그 기능을 수행할 수 있었다.

**Abstract** Portable devices such as smartphones with built-in wireless LAN to the prevalence of anyone using. But the wireless Internet connection and positioning services are limited to high-quality wireless service, they may not be available. Thus, wireless LAN infrared sensor in the same way as with angry alternative way wireless capabilities of the application automatically identify the location of the Sensor application as an alternative method is proposed. Thus, wireless LAN, such as infrared sensors and other alternzative methods of wireless features in a way where the application can recognize and automatically recognize the sensor application as an alternative method is proposed. Sensor is signals between wireless LAN and access points using the sensitivity, WLAN antenna with omni-directional signal output operation of the sensor is assumed to be recognize this by putting a direction to obtain through the proposed algorithm, Sensors such as photo-coupler without direct recognition sensor, wireless LAN and access points, the same function as the connection between the sensitivity to perform its function was to utilizing.

**Key Words :** 802.11, Sensor, Direction, Neural Network

## 1. 서 론

포터블 디바이스의 대중화로 무선랜은 누구나 사용할 정도로 대중화가 이루어져 있다. 여기서 무선랜의 적용도는 인터넷의 접속에 활용되고 있는 점이다. 이러한

무선랜의 대체 활용 측면은 아직 크게 부각되고 있지 않은데, 일부 실험적이거나, 제한적인 활용의 대표적인 사례를 찾아본다면 같은 라디오주파수를 사용하는 RFID의 경우에는 신호를 활용한 위치 측위의 가능성을 보였고<sup>[1]</sup> 무선랜의 경우엔 라디오주파수를 사용한 단층촬영

\*준회원, 우송대학교 컴퓨터학과

\*\*정회원, 우송대학교 컴퓨터학과(교신저자)

접수일자 : 2012년 7월 30일, 수정완료 : 2012년 9월 6일

게재확정일자 : 2012년 10월 12일

Received: 30 July 2012 / Revised: 6 September 2012 /

Accepted: 12 October 2012

\*\*Corresponding Author: sclim@wsu.ac.kr

Dept. of Computer Science, Woosong University, Korea

을 통한 대상 추적을 해내었다.<sup>[2]</sup> 블루투스 또한 위치 측위의 활용이 이루어진다. 따라서 이러한 무선랜을 액세스 포인트와의 연결감도를 이용한 대체인식센서를 제안하고자 한다. 무선랜을 대체인식센서로 활용할 경우 고려해야할 조건은 다음과 같다. 무수히 많은 액세스 포인트와의 연결감도를 이용해야 하는데, 여기서 이러한 무선랜을 방향 측위로 활용할 경우, 액세스 포인트의 배치를 통해 동, 서, 남, 북 등의 방위 지정이 필요로 하며, 이를 기준으로 무선랜의 방향 측위 기준점을 잡아 각 액세스 포인트와의 연결감도를 통해 방향 측위를 하는 방식이다.

본 논문의 2장에서는 무선랜과 AP간의 연결감도의 인식센서 방안에 대해 설명하며, 3장에서는 이를 통한 시뮬레이션과 프로토타입 시스템구현을 설명하고, 결론을 마지막으로 무선랜 인식센서 인식률을 분석하였다.

## II. 무선랜과 액세스 포인트 간 연결감도의 인식센서화

### 1. 무선랜 연결감도 인식센서화를 통한 방향 인식 방안

선랜의 인식센서화와 방향 인식을 위해서는 먼저 기존의 지향성 안테나를 무지향성으로 바꾸어 전파의 특성을 변형시킬 필요가 있다. 이는 포토인터럽트의 인식방식을 응용한 것으로, 포토커플러 인식센서의 기능을 흉내내기 위함이다. 따라서 기존 포토인터럽트의 수광부와 발광부의 기능을 무선랜과 액세스 포인트의 기능으로 대체하여 그 기능을 유사하게 구현한다. 이에 대한 센서화 기능은 다음 그림 1. 과 같다.<sup>[3]</sup>

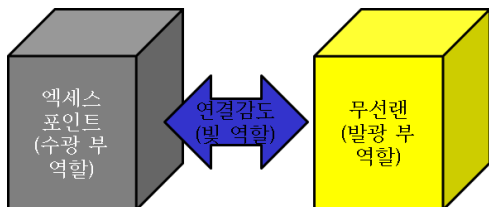


그림 1. 무선랜과 액세스포인트간 인식센서화 방안  
Fig 1. Sensor application between wireless LAN and access point

전반적인 방향 인식 방식은 무선랜을 액세스 포인트

에 가리켜 연결감도가 일정이상 높아지면 이를 인식으로 판정하는 방식을 가진다. 인식 기준에 필요한 연결감도는 최고치에 가까운 연결감도 값을 이용하며, 이에 대한 개요도는 그림 2와 같다. 하지만 여기서 무선랜을 각 액세스 포인트에 가리켜도 방향을 인식하는 것에는 많은 어려움이 생기는데, 이를 해결하기 위해, 무선랜 안테나의 신호 특성을 무지향성에서 지향성으로 특성을 변경한다.

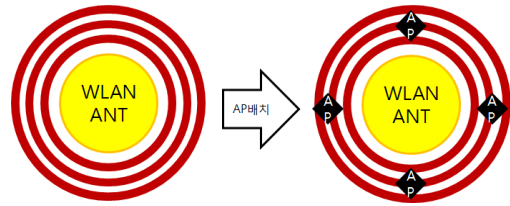


그림 2. 무선랜 무지향성 안테나 신호 특성  
Fig 2. Wireless LAN Omnidirectional Antenna Signal Characteristics

즉, 전파에 방향성을 갖도록 하는 방식으로 무선랜의 전파는 라디오파를 이용하며 이 전파는 금속재질이나 두터운 벽을 쉽게 통과하지 못하는 특성이 있기 때문에 안테나에 금속재질의 벽을 둘러 전파의 범위를 샤프하게 변경할 수가 있다. 이에 대한 방식은 그림 3과 같으며, 이는 파라볼릭 안테나의 특성을 참고하였다.<sup>[4][5]</sup>



그림 3. 지향성으로 구성된 무선랜 안테나 방식  
Fig 3. Configured with directional wireless LAN antenna

### 2. 무선랜 인식센서화를 통한 방향 인식 알고리즘

방향 구분에 있어서는 각 연결감도 값을 이진화 하여, 경계값을 두드러지게 하며, 이를 신경망을 사용하여,

다중 액세스 포인트 인식에 따른 특정 방향인식을 좀 더 명확히 한다. 이는 영상 처리 방식에서 응용한 방식이다.<sup>[6][7]</sup> 퍼셉트론 신경망의 출력은 선형 분류로 출력되며 이에 따른 방향 인식은 그림 4 와 같다.

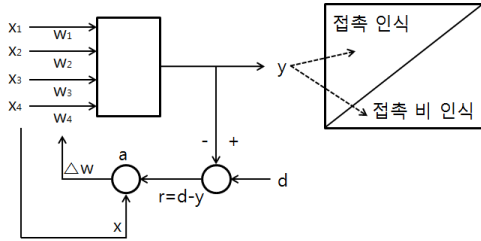


그림 4. 퍼셉트론 신경망을 사용한 무선랜 방향 인식  
Fig 4. Perceptron neural networks using the Wireless Direction recognition

방향에 따른 인식은 위 그림 4 의 방식을 사용하여 결정 경계를 분류한다. 그림 4 에서 입력  $x$  에는 무선랜과 액세스 포인트의 감도가 사용된다. 하지만 입력 값으로 사용되는 감도 값은 일정치 않기 때문에 따라서 식 (1)을 통해 결과값을 구하고, 이 결과 값이 목표치와 다를 경우 이를 보정하기 위해 식 2를 통해 목표치  $d$ 와 실제 출력  $y$ 의 차이를 통해 학습 신호  $z$ 를 구한다.<sup>[8]</sup>

$$y = \sum_{i=1}^n x_i w_i \quad (1)$$

$$z = d - y \quad (2)$$

k단 계에서 연결 강도 변화량  $\Delta w^k$ 는 신경망의 학습에서 식 2에 의해 식 3과 같이 변화한다.

$$\Delta w^k = azx = a(d - y^k)x \quad (3)$$

k+1단 계의 연결강도  $\Delta w^{k+1}$ 은 다음 식 4와 같이 변화한다.

$$\Delta w^{k+1} = w^k + \Delta w^k = w^k + a(d - y^k)x \quad (4)$$

그리고, 퍼셉트론 신경망 활성화 함수에는 양극성 계단 함수를 사용하여, 식 3은 다음 식 5와 같이 간략화 할 수 있다.

$$\Delta = \begin{cases} 2ax; d=+1, y=-1 \\ -2ax; d=-1, y=+1 \\ 0; d=y \end{cases} \quad (5)$$

$x$ 는 무선랜과 액세스 포인트 간의 연결강도 값이 되며,  $w$ 는 가중치를 의미,  $z$ 는 학습신호를 의미,  $\Delta w$ 는 연결강도 변화량을 의미한다. 이 연결강도 변화량은 결과 값인  $y$ 를  $\Delta w$ 와 반복적인 학습을 통해 목표치  $d$ 에 맞추어 원하는 결과 값  $y$ 를 얻을 수 있도록 한다.<sup>[9]</sup>

따라서 식 (5)에서처럼 목표치가 +1일 때 실제 출력이 -1이면,  $\Delta w = 2ax$  만큼 연결 강도를 감소시켜서 뉴런의 입력 가중 합이 적어지게 함으로 원하는 분류를 할 수 있도록 한다.<sup>[10]</sup>

### 3. 신경망 입력값의 이진화

퍼셉트론 신경망 입력 전에 연결강도 값에 대한 부분에 관해서 이진화를 거쳐 선형 분류에 최적화시키기 위해 이진화가 필요하다. 무선랜을 액세스 포인트에 가리켰을 때 생기는 일정 연결강도 값 80이나 90 등과 같은 높은 감도 값에서 임계치를 주어 -1과 1과 같은 두 분류를 만들어 낸다. 만약 무선랜을 통해 동서남북을 한 번씩 가리켰다면 표 1과 같은 형태가 나올 것이다.

표 1. 무선랜을 각 방위 AP를 가리켰을 때의 예상 값  
Table 1. Expected Value of headed to the WLAN AP bearing

	WLAN 방향1	WLAN 방향2	WLAN 방향3	WLAN 방향4
동쪽 AP	95	84	74	23
서쪽 AP	64	98	42	75
남쪽 AP	76	63	97	85
북쪽 AP	46	78	68	99

이후 위 표 1을 임계값 90에서 이진화 시킨다면 표 2가 나오며 이를 신경망에 입력하면 선형 분류에 최적화된 신경망 연산을 할 수 있다.

표 2. 예상 값을 임계 값으로 이진화한 결과  
Table 2. binary threshold value as a result

	WLAN 방향1	WLAN 방향2	WLAN 방향3	WLAN 방향4
동쪽 AP	1	-1	-1	-1
서쪽 AP	-1	1	-1	-1
남쪽 AP	-1	-1	1	-1
북쪽 AP	-1	-1	-1	1

### III. 제안한 알고리즘 시뮬레이션 및 프로토타입

#### 1. 제안한 방향 인식 알고리즘

장소를 사각형의 실내라고 가정하고 액세스 포인트를 동, 서, 남, 북, 총 네 방위에 배치했을 때, 한번 씩 바라본 센서의 예상 데이터를 표 3과 같다.

표 3. 무선랜을 각 방위 AP에 1회 가리킬 때 예상 값  
Table 3. Wireless LAN AP, each bearing the expected value when referring to the once

	무선랜 북쪽 방향	무선랜 동쪽 방향	무선랜 서쪽 방향	무선랜 남쪽 방향
AP1	90	70	70	50
AP2	70	90	50	70
AP3	70	50	90	70
AP4	50	70	70	90

이에 따른 그래프는 아래 그림 5와 같으며 이를 통해서 다시 이진화를 시킨다.

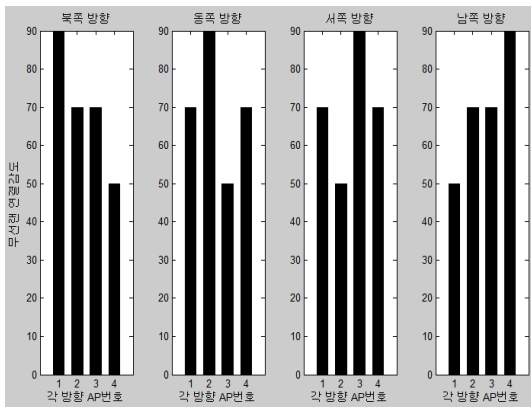


그림 5. 무선랜을 각 방위 AP에 한번 씩 가리켰을 때 그래프  
Fig 5. Wireless LAN AP, each bearing the expected value referring graph

표 3에 의거, 임계치를 90으로 할당했을 때 이진화된 데이터는 표 4와 같으며, 각 위치 별로 신경망에 넣어 연산을 할 수 있는 기준이 생긴다.

표 4. 무선랜을 방위AP에 한번 씩 향했을 때의 예상값을 임계값으로 이진화한 결과

Table 4. AP once headed by bearing WLAN when the threshold value estimate as a result of binary

	무선랜 북쪽 방향	무선랜 동쪽 방향	무선랜 서쪽 방향	무선랜 남쪽 방향
AP1	1	-1	-1	-1
AP2	-1	1	-1	-1
AP3	-1	-1	1	-1
AP4	-1	-1	-1	1

위 표 4를 그래프화 하면 그림 6과 같다.

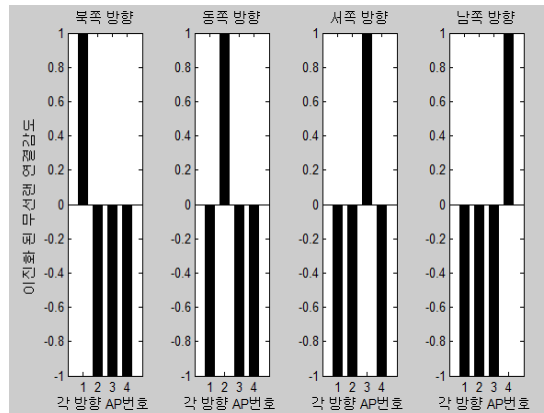


그림 6. 이진화한 연결감도 데이터 그래프

Fig 6. Binarization connection sensitivity data graph

표 5. 무선랜을 방위 AP에 한번 씩 향했을 때 두 방향 인식 상태에서 예상 이진화값

Table 5. Once a WLAN AP referring to bearing recognized in both directions while the expected binarization

	무선랜 북쪽 방향	무선랜 동쪽 방향	무선랜 서쪽 방향	무선랜 남쪽 방향
AP1	1	-1	1	-1
AP2	-1	1	-1	-1
AP3	-1	-1	1	-1
AP4	-1	-1	-1	1

여기서 초기 가중치는 모두 0으로 두고 시작해 신경망에 입력 시켰을 때, 네 종류의 방위를 테스트 한다. 그래프에 사용된 y축 판별 값은 이진화 데이터를 표현한 것이다. 연결감도 값에 두 방향이 인식되어 AP1의 입력 값에

북쪽과 서쪽에 대한 불안정한 값이 들어왔다고 가정한다. 이를 그래프로 표현한 것은 그림7과 같다.

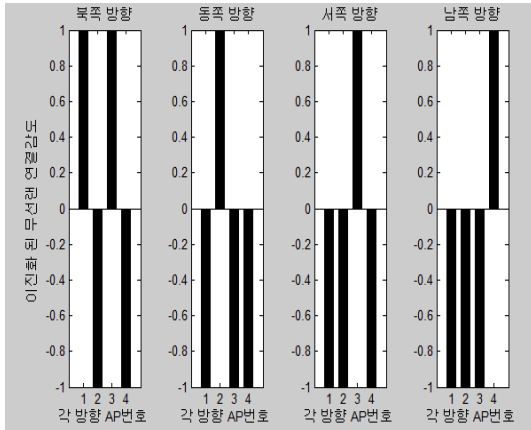


그림 7. 두 방향 인식시의 이진화 된 연결 감도 그래프  
Fig 7. Recognize in both directions on connection sensitivity graph of the binarization

그림 7과 같이 북쪽 방향을 가리켰을 때 두 방향이 인식되어 있는 데 이를 보정하기 위해서 퍼셉트론 신경망에 학습을 시켜 오차를 보정하여 올바른 북쪽 방향을 인식시켜야 방향 측위가 올바르게 이루어진다. 이를 위해 목표치는 다음 표 6과 같이 설정한다.

표 6. 퍼셉트론 신경망 학습용 북쪽 방향 목표치  
Table 6. Northerly direction guidance value of perceptron neural network training targets

	무선랜 북쪽 방향	무선랜 동쪽 방향	무선랜 서쪽 방향	무선랜 남쪽 방향
API	1	-1	-1	-1

이를 퍼셉트론 신경망을 통해 연산한 결과 학습 반복 횟수 6회가 나왔으며, 결과는 다음 표 7과 같이 나왔다.

표 7. 설정된 입력, 목표치 비교 및 학습완료 결과 값  
Table 7. Result of set input, guidance value comparison and training complete

	무선랜 북쪽방향	무선랜 동쪽방향	무선랜 서쪽방향	무선랜 남쪽방향
입력API	1	-1	1	-1
목표API	1	-1	-1	-1
학습완료API	1	-1	-1	-1

이렇게 완료된 결과는 그래프로 출력 하였으며, 결과는 다음 그림 8과 같다.

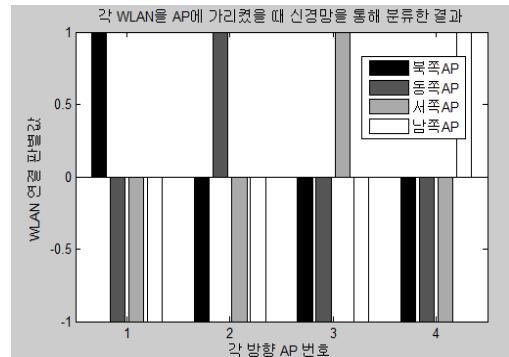


그림 8. 신경망을 통해 오류가 보정된 북쪽 방향에 대한 결과 그래프

Fig 8. Northerly direction through neural networks for calibrated error graph of the results

설계에 앞서 퍼셉트론 신경망 분류를 매트랩으로 분석한 결과 실 구현에 사용이 가능한 데이터를 얻을 수 있었으며, 각 인식 중복에 따라 생기는 오차를 퍼셉트론을 통해 보정하여 방향 측위가 가능한 결과를 얻을 수 있었다.

## 2. 무선랜 인식센서화 프로토타입

무선랜과 액세스 포인트의 연결감도를 사용한 방향 측위를 표현하기 위해 서보 모터를 2개를 사용하며, 서보 모터의 0도와 180도 각 끝에 방위를 표현할 액세스 포인트를 배치한다. 무선랜으로 특정 방향의 액세스 포인트 측위를 하여 해당 방향을 가리키고 있을 경우 서보모터가 해당 액세스 포인트의 방향으로 작동 되어 방향 측위를 표현한다. 프로토타입에 대한 전체적인 구조는 그림 9와 같다.

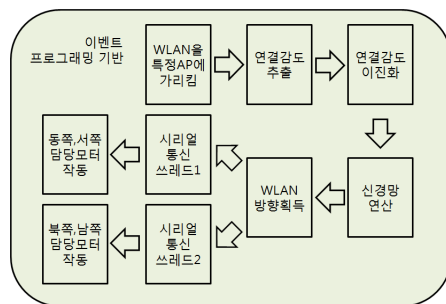


그림 9. 프로토타입 프로세스 구조  
Fig 9. Prototype process configured

프로토타입에서는 동, 서, 남, 북 4방위 2서보 모터를 테스트가 가능하며 그림 10에서 전 방향 테스트를 하여,

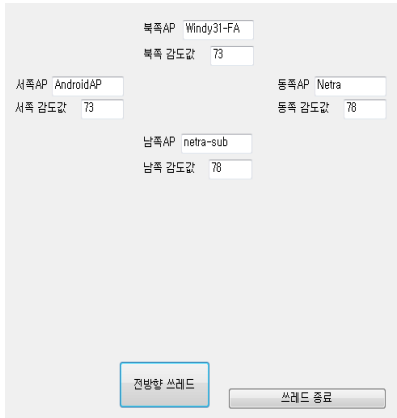


그림 10. 4방위 2서보 테스트 모드  
Fig 10. 4 Direction and 2 servo test mode

그림 11과 같이 실제 서보가 작동 결과를 나타내어 무선랜 인식센서에 따라 서보가 그 방향을 표현한다.

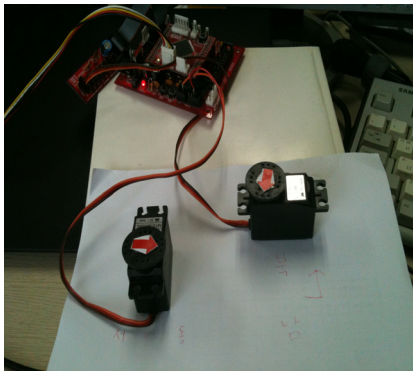


그림 11. 4방위 2서보 테스트에 따른 작동 결과  
Fig 11. According to 4 direction and 2 servo test result

#### IV. 결론

제안한 알고리즘의 인식률에 대한 결과 분석을 위해 프로토타입에서 신경망을 통하여 각 방향 추출시의 현재 RSSI값 로그 기록을 남기도록 하였으며, 이를 txt파일로 저장하고 SPSS에 입력 할 수 있도록 내용을 정렬하였다. 분석을 위해 서쪽에서 동쪽으로 2번 반복하였으며 이를

통해 나오는 원본 RSSI 로그기록은 총 10741만건이 추출되었다. 추출된 데이터는 SPSS를 통하여 분석하였으며, 그 결과로 추출된 로그 데이터에서 서쪽측정값에 V1을 할당하고, 동쪽 측정값에는 V2를 할당 하였다. 이를 SPSS에서 T-검정 분석을 한 결과, 평균값 V1 73.137, V2 84.199가 나왔고 표준편차는 V1은 22.4173, V2는 12.0767이 나왔다. 평균을 통해 분석할 수 있는 점은 다음과 같다. 신경망을 거치기 전 경계값 추출을 위해 이진화를 시켜 경계값을 뚜렷하게 하여 두 데이터간의 차이를 크게 나게 하여 분류 값의 격차를 벌렸고 이에 따른 학습 오차 보정을 하여 방향을 좀 더 세밀히 분류 할 수 있었다는 결과를 얻었다. 그리고 표준편차를 통해 분석할 수 있는 점은 원 데이터 상에서 같은 방향 측정시 두 번의 각 방향 측정에서 WLAN의 RSSI값이 편차가 첫 번째 측정된 RSSI값과 두 번째 측정된 RSSI값 간의 다소간의 편차가 생긴다는 점이였다.

본 논문에서는 무선랜 방향 측위라는 방법을 인식센서화를 통한 퍼셉트론 신경망을 통한 방향 측위로 제안하여 인식센서와 같은 기능을 수행하도록 하였다. 이는 무선랜 방향 측위에 있어서 맵핑, DB화와는 다르게 신경망 분류를 통해 바로 표현함으로 그 어려움을 최소화 할 수 있도록 하였다. 향후 연구과제로는 이 논문의 결과를 기반으로 실제 지도나 GPS를 바탕으로 한 표현 방법을 찾아야 할 것으로 보이며, 안테나의 지향성 설계를 통한 방향 인식을 무지향성으로도 인식 할 수 있는 연구가 필요하다.

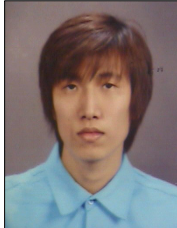
#### 참고 문헌

- [1] Changyong Han, Gyeyoung Lee, Jaegool Yim, Kyubark Shim, "Implementation of AP-Based and RFID-Based Indoor Positioning Web Services", The Journal of the Korea Multimedia Society. v.15, no.1 2012
- [2] Joey Wilson, Neal Patwari, "Radio Tomographic Imaging with Wireless Networks", University of Utah 2008
- [3] Young-Choon Ra, Jang-Yun Jo, Dae-Hee Park, "Technology Trend of Optoelectronic Device", The Journal of the Korean Institute of Electrical and

- Electronic Meterial Engineers. v.7 1994
- [4] Jochen H. Schiller, "Mobile Communications 2nd Ed." ADDISON-WESLEY
- [5] Sung-Hwa Hong, Bong-Jik Kang, "Localization Algorithm in Wireless Sensor Networks Using a Directional Antenna", Journal of the Korea Society of Computer and Information, v.15, no.1 2010
- [6] Hag-Yong Han, Joo-sung Kim, Si-Young Koh, Kang-In Hur, Jeom-young Ahn, "Recognition of Korean Isolated Digits Using Classification and Prediction Neural Networks" Korea Information and Communications Society v.24 no.12B 1999
- [7] Mi-Young Kim, Yong-Beom Cho, "Comparisons of Recognition Rate for the Off-line Handwritten Hanguk using Learning Codes based on Neural Network", Journal of IKEEE, v.2. no.1, 1998
- [8] Jung Young-Chang, Kim Dong-Jin, Hong Chol-ho, Lee Jang-Hun, Kwon Hyuk-Ku, "The study to measure of the BTX concentration using ANN", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society v.5 no.1 2004
- [9] KeunWha Yang, Byung-Joo Oh, "Face Recognition by Combining Classifiers: Multi-layer Neural Networks vs. Radial Basis Function Networks", Journal of Korean Institute of Information Technology v.5, no.1, Mar 2007
- [10] JaeYoung Jo, YoonHo Kim, "Back Propagation Neural Network based Melody Pattern Creation Algorithm", Journal of Korean Institute of Information Technology v.6, no.6, Dec 2008

#### 저자 소개

##### 심 규 창(준회원)



- 2012년 : 우송대학교 공학디자인대학원(공학석사)

<주관심분야 : 센서네트워크, 모바일 플랫폼, 모바일 컴퓨팅, 신경망, 임베디드 등>

##### 임 승 철 (정회원)



- 1985년 : 한양대학교 전자공학과 학사
- 1994년 : 전북대학교 정보통신과석사
- 2003년 : 전북대학교 영상공학과박사
- 2006년 ~ 현재 : 우송대학교 컴퓨터 정보학과 교수

<주관심분야 : 이동통신, 컴퓨터네트워크, 임베디드시스템 소프트웨어>