

C# 이용 웹 서비스 구현 사례

임재걸*, 김민혜**, 김민수**

* ** 동국 대학교 과학기술대학 컴퓨터멀티미디어학과
*e-mail:{yim, aroi, windifast}@dongguk.ac.kr

Implementation of a Web Service with C#

Jaegel Yim*, Min-Hye Kim**, Min-Su Kim**

*Dept of Computer Multimedia, Dong-Guk University

요 약

위치기반서비스는 일상생활에서도 널리 이용되는 매우 편리한 서비스로 내비게이션, 물류관리, 군단관리(어떤 회사 소속의 모든 택시들의 집합이 군단의 예임) 등이 위치기반서비스의 예에 속한다. 대규모 빌딩, 쇼핑몰, 거대 지하상가 등이 등장함에 따라 이러한 위치기반서비스가 옥내에서도 생활화될 전망이다. 한편, 응용소프트웨어를 개발하는 효율적인 방법으로 웹 서비스 방법이 근래에 널리 사용되고 있다. 본 논문은 옥내위치기반 서비스 개발에 가장 중요한 요소 기능인 옥내측위 기능을 웹 서비스로 구현한 사례를 보고하여 옥내 위치기반서비스의 실용화에 공헌한다.

1. 서론

전 세계에 산재한 다양한 플랫폼에서 다양한 개발도구로 이미 개발된 프로그램들을 새로운 응용시스템 개발에 재사용하면 시스템 개발의 효율성이 괄목하게 개선될 것이다. 이와 같이 다른 기관에서 고유의 방법으로 개발한 프로그램을 가져다 사용하는 기술은 Service-Oriented Architecture(SOA), RMI, CORBA, DCOM 등 여러 가지가 이미 널리 사용되고 있으며, 근래에는 웹 서비스[1-3]가 널리 연구되고 있다.

웹 서비스는 제공하는 서비스를 다른 프로그램이 이해할 수 있도록 WSDL(Web Services Description Language)[4]로 묘사하여, UDDI(Universal Description, Discovery and Integration)[5]에 등록한다. 웹 서비스 사용자는 UDDI를 검색하여 원하는 기능을 제공하는 웹 서비스 제공자를 찾아, 웹 서비스 제공자와 SOAP(Simple Object Access Protocol)[6] 형식으로 서비스를 요구하고 결과를 수신한다.

웹서비스가 표준화됨에 따라 웹서비스들을 조합하여 새로운 응용시스템(Application)을 개발하는 것을 자동화할 수 있다. 그러나 세계에 산재한 모든 프로그램을 웹서비스 표준에 맞추어 출판하는 것은 쉬운 일이 아니다. 그래서 산업분야마다 그 분야에 특화된 웹서비스 제공자들이 있는데 여행업계에는 Sabref[7], Datalex[8], Galileo[9] 등이 있고, 상업 분야에는 아마존 웹 서비스[10] 등이 있다. 또한 웹서비스 연구도 분야별로 이루어진 사례가 많이 있는데, [11-13]은 모두 제조업 분야의 웹서비스 연구로, [11]은 생산 관련 웹 서비스들에 의미를 기록하면 어떤 장점이 있는지 의미 웹의 사용방법을 제안하였고, [12]는 웹 서비스를 통합하여 협동적인 생산을 하는 시스템을 구성하는 프레임워크를 제공하고, [13]은 생산 시스템을 변화에 민첩하게 대처할 수 있도록 만들기 위하여 웹 서비스를 위한 장치 프로파일을 이용하여 웹 서비스를 편성하는 프레임워크를 제안한다. 또한, [14]는 건강관리를 위한 웹 서비스, [15]는 토목공학을 위한 웹 서비스를 다룬다.

위치기반서비스(Location Based Service: LBS)는 교통 및 항법 서비스, 안전 및 구조 서비스, 추적 서비스, 위치 기반 상거래 서비스, 주변정보제공 서비스 등 다양한 분야에 적용되고 있다[16]. 또한 LBS는 단말기 제조 산업, 콘텐츠 산업, 통신 산업 등의 성장에 커다란 영향을 미치기 때문에 중요한 연구 분야이다[17]. 이러한 LBS는 사용자

가 실내에 있는 실외에 있는 어디에서나 제공될 수 있어야 한다. 그러나 기존의 LBS는 일반적으로 옥외에서만 제공되는 서비스를 지칭한다. 왜냐하면, 기존의 LBS는 대부분이 GPS(Global Positioning System) 기반인데, GPS 신호는 실내, 건물 밀집 지역, 삼림 지역 등에서는 잘 잡히지 않기 때문이다.

초기 옥내 측위 관련 연구는 참고문헌 [18-20]에서 찾아볼 수 있다. [18]은 고정 지점에 위치한 세 개의 기지 스테이션 (base station: 탁상 컴퓨터를 사용함)에 이동물체가 UDP 패킷을 송신하면 기지 스테이션이 패킷의 신호 세기를 바탕으로 이동물체의 위치를 판독한다. 판독을 위하여 사용되는 기술은 K-NN (K nearest neighbor)이라는 일종의 지문(fingerprint) 방식이다.

[19]는 이동물체들에 적외선을 발사하는 송신기를 부착하고, 방마다 여러 개의 수신기를 고정 지점에 설치한다. 적외선은 벽을 통과하지 못하기 때문에 이동물체가 어느 방에 들어오면 그 방에 설치된 고정 수신기들만 그 이동물체의 적외선을 감지할 수 있다. 수신기는 중앙컴퓨터에 연결되어 있어서 수신기에 감지된 적외선을 바탕으로 이동물체가 어느 방 안에 있다는 것을 판정한다.

[20]에서는 고정 지점에 부착된 비컨(beacon)들이 고주파 신호와 초음파 신호들을 동시에 송신하면 이동물체에 부착된 수신기가 이 신호들을 수신하고, 신호들의 도착 시각의 차이를 바탕으로 거리들을 구하고, 비컨들의 좌표와 거리를 바탕으로 자신의 좌표를 구한다.

이상에서 살펴본 옥내 측위 방법들은 측위를 위한 특수 장비와 환경을 갖추어야 한다. 특수 장비를 갖추려면 상응하는 비용을 투자해야 할 뿐만 아니라 장비가 설치되어 있지 않은 곳에서는 적용할 수 없다는 단점이 있다. 그래서, 측위를 위한 특수 장비가 전혀 필요 없는, 기존에 설치되어 있는 무선근거리통신망 (WLAN: Wireless Local Area Network) 장비를 이용하는 방식에 대한 연구가 활발히 수행되었다[21-28].

무선근거리통신망 기반 옥내측위에 사용되는 기술 중에는 지문 방식의 정확도가 가장 높다. 지문 방식은 준비 단계와 실시간 측위 단계로 구성되는데, 준비 단계는 그렇지 않지만 실시간 측위 단계는 실행 시간이 매우 중요한 요소이다. 왜냐하면, 실시간 측위 단계의 실행 시간이 너무 길면, 실행 도중에 사용자가 너무 많이 이동하여 정확한 측위가 불가능하게 되기 때문이다. [21]은 무선근거리

통신망 기반 지문 방식을 위한 의사결정트리 방법을 제안하며, 기존의 K-NN 방법, 베이지안 방법 그리고 제안하는 의사결정트리 방법의 정확도와 실행 시간을 비교 분석한다.

무선근거리통신망 기반 옥내측위 방법으로 지문 방식은 정확도가 높지만 준비 단계에 투입되는 비용이 너무 크다. 준비 단계가 필요 없는 방법으로 거리와 신호 세기의 관계식을 이용하는 삼각측량방법이 있는데, 이 방법은 신호 세기에 잡음이 크기 때문에 결과의 편차가 매우 크다는 단점이 있다. Kalman Filter는 잡음환경에서 얻어진 측정치로부터 동적 시스템의 상태를 추정하는 필터로, 오류의 자승 평균을 최소화한다. 사용자의 위치도 역시 상태로 표현될 수 있다. [22]에서는 삼각측량법의 편차의 자승 평균을 최소화하는 방법으로, 무선근거리통신망 환경의 Kalman Filter 측위 방법을 제안한다.

[23]은 옥내 측위 모듈과 GPS 수신기를 이용한 옥외용 측위 모듈을 통합한 대학 캠퍼스용 측위 시스템을 소개한다. 대학 캠퍼스는 응용 영역의 공간이 비교적 좁기 때문에 몇 개의 기준점을 설정하여, 이 지점에서 수신한 GPS 데이터와 현재 위치에서 수신한 GPS 데이터를 비교함으로써 현재 위치를 더욱 정확하게 측정할 수 있다. 이와 같이 현재 위치에서 수신한 GPS 데이터의 기준점들에서 수신한 GPS 데이터들에 대한 상대적인 차이로 거리를 구하여 현재 위치를 판정하는 상대적 방법을 옥외 측위 방법으로 제안하고, 이 방법과 [21]에서 제안한 의사결정트리를 이용한 옥내 측위 방법을 통합한 대학 캠퍼스용 옥내외 겸용 측위 방법이 [23]에 소개된다.

[24]는 AP(Access Point)의 신호세기를 판독하는 모듈을 C#으로 구현한 사례를 소개하고, [25]은 지도 정보를 이용하여 측위의 정확도를 제고하는 방법을 소개하며, [26]은 측위를 위한 확장칼만필터 방법을 소개하고, [27]는 이동 객체의 궤적을 구하는 확장칼만필터 방법을 소개하고, [28]은 [27]의 방법으로 구한 궤적이 신뢰성이 있는지 통계적으로 검증한 결과를 소개한다. 그리고 [29]는 [27]의 방법을 도면 정보를 이용하여 개선하는 방법을 소개한다.

그러나 국내외적으로 옥내위치기반서비스 관련 웹 서비스에 관한 연구는 전무하다. 즉, 옥내위치기반 서비스 구축에 반드시 필요한 요소 기능을 웹 서비스로 제공하거나, 이러한 웹 서비스를 편성하여 용도에 맞는 옥내위치기반 서비스를 제작하는 방법에 대한 연구 사례가 전혀 없다. 옥내 위치기반서비스의 요소 기능인 도면 작성 및 출력, 옥내측위, 옥내이동객체 데이터베이스 등은 웹 서비스로 만들기가 쉽지 않다.

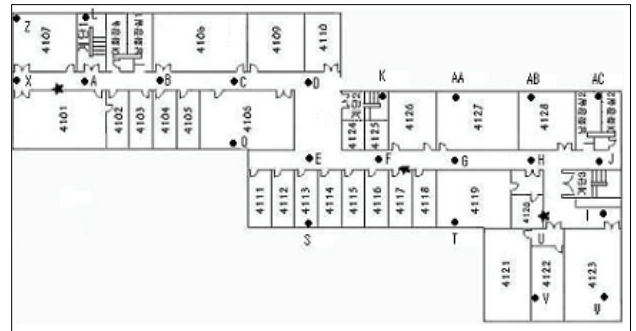
본 논문은 Microsoft의 C#을 이용하여 옥내위치기반서비스의 기본 요소 기능 중 하나인 옥내 위치측정(측위) 기능을 웹 서비스로 구현한다. 옥내 측위 방법에는 위에서 언급한 바와 같이 여러 가지 방법이 있다. 무선근거리통신망 기반 K-NN 방법은 구축에 필요한 기반 시설 설비용이 없다는 장점이 있으나 오차가 크다는 단점이 있다. 한편 RFID 방법은 태그가 있는 곳에 이동단말기가 위치하면 정확히 그 위치를 파악할 수 있으나 태그가 없는 곳에 위치할 때는 위치를 파악할 수가 없고, 그렇다고 태그를 너무 촘촘히 배치하면 위치 판정이 복잡해진다는 단점이 있다. 본 논문에서는 K-NN 옥내측위 방법과 RFID 옥내측위 방법을 웹 서비스로 구현한 사례를 각각 소개한다.

2. 관련 연구

관련 연구로 K-NN 옥내측위 방법을 소개하면 다음과 같다. RADAR 시스템에서는 이동물체가 고정 지점에 위치한 세 개의 기지 스테이션 (base station: 탁상 컴퓨터를

사용함)에 UDP 패킷을 송신하면 기지 스테이션이 패킷의 신호 세기를 바탕으로 이동물체의 위치를 판독한다. 판독을 위하여 사용되는 기술은 K-NN (K nearest neighbor)이라는 일종의 지문(fingerprint) 방식이다. 지문 방식은 준비단계 (Off-line phase)와 실시간 측정 단계 (On-line phase)로 구성된다. 준비단계에서는 측위 소프트웨어가 적용되는 범위내의 각 지점(후보지점이라고 함)에서 특징 값 (RADAR에서는 UDP packet의 신호의 세기)을 측정하여, 측정치들의 평균으로 찾아보기 표를 작성한다. 실시간 측정 단계에서는 사용자의 현재 위치에서 측정한 특징 값과 찾아보기 표의 내용과 비교하여 사용자의 위치를 판정한다. 이때 K 개의 가장 가까운 지점을 찾아, 이들의 평균을 사용자의 현재 위치로 판정하는 방법을 K-NN이라 한다.

RADAR 방법을 예를 들어 설명하면 다음과 같다. 옥내 측위 대상 지역의 건물 배치도가 그림 1과 같다고 하자. 기지 스테이션 세 개를 그림의 별표처럼 거리를 두어 임의로 배치한다. 그림의 까만 점(Z, X, A, ... 등의 label이 붙어 있음)을 후보지점이라 하자. RADAR에서는 실시간 측정 단계에서 표 1과 같이 각 후보지점에서 측정한 특징 값으로 구성된 찾아보기 표를 작성한다. RADAR에서는 수신 신호의 세기(RSS: Received Signal Strength)가 특징 값으로 사용된다. 표에서 RSS1은 첫 번째 기지 스테이션에서 측정한 신호의 세기이다.



(그림 1) 옥내 측위 대상 지역인 건물 4층의 배치도

Fig 1. Configuration of the 4th floor, the test bed of our experiment

<표 1> 찾아보기 표의 예

Table 1. An example Lookup Table

후보지점	RSS1	RSS2	RSS3
A	31	48	55
B	37	47	54
C	40	45	52
D	45	45	50
...

RADAR에서는 실시간 측위 단계에서 특징 값을 실측하여 찾아보기 표에서 가장 가까운 항을 K 개 찾는다. 예를 들어 실시간 측위 단계에서 실측한 값이 X=(38, 46, 53)이라 하자. X와 A의 거리는 $\sqrt{(38-31)^2+(46-48)^2+(53-55)^2}$ 이 된다. 비슷한 방법으로 B, C, D 각각에 대한 거리를 구하면, B가 가장 가깝고, 다음은 C가 두 번째로 가깝다는 것을 알 수 있다. K가 1이라면 X와 가장 가까운 점 하나를 찾아 현재 위치가 B라고 판정한다. K=2라면 가장 가까운 두 점, B와 C를 찾아

이들의 평균 (지점이 좌표임으로 좌표의 평균)을 현재 지점으로 판정한다.

3. 설계 및 구현

본 절에서는 웹 서비스 서버 구축, K-NN 옥내측위 웹 서비스 그리고 RFID 옥내측위 웹 서비스 구현을 설명한다.

3.1 웹 서비스 구축

C#에서 웹 서비스를 구현하는 과정은 다음과 같다. 우선 인터넷 정보 서비스(IIS)를 설치한다. IIS 설치에 Windows XP CD를 넣고 추가 작업 수행을 선택한 다음, 선택적 Windows 구성 요소 설치에서 IIS를 선택하는 과정을 거친다. 설치가 완료되면, 제어판의 관리도구에서 인터넷 정보 서비스가 생성된 것을 확인할 수 있다.

Microsoft Visual Studio 2005에서 웹 서비스를 작성하는 방법은 다음과 같다. 메인 메뉴에서 [파일]을 선택하고 차례로 [새로 만들기]와 [웹 사이트]를 선택하면 나타나는 창에서 "ASP.NET 웹 서비스" 템플릿을 선택한다. 그러면 웹 서비스를 구현할 수 있는 화면이 생성된다. 화면 중에는 "[WebMethod]"라고 명시된 메소드 템플릿이 보이는데 여기에 작성된 메소드가 웹 메소드로 등록되어 웹 서비스에서 사용된다.

웹 메소드는 묵시적으로 inetpub/wwwroot에 위치하는데 본 논문에서 제공하는 웹 서비스들은 wwwroot가 아닌 다른 디렉터리에 모아두기 위하여 가상디렉터리를 지정한다. 가상디렉터리를 만들기 위하여 임의의 새 폴더를 만들고 관리 도구의 IIS 관리에서 가상 디렉터리를 선택하여 위에서 만든 새폴더 이름을 지정한다. 이때 별칭을 지정하여 웹 서비스를 사용하는 프로그램이 이 이름으로 접근할 수 있게 한다.

Microsoft Visual Studio 2005로 웹 프로그램 작성시 위에서 작성한 가상디렉터리에 있는 웹 서비스를 사용하려면 웹 참조를 추가하고, 추가되는 웹 참조의 URL이 이 가상디렉터리라는 것을 명시하면 된다. 본 논문에서는 "http://203.247.239.92/mhKnn"이 가상디렉터리 주소이다.

3.2 K-NN 옥내측위 웹 서비스 구현

K-NN 방법은 2절에서 소개한 바와 같이 준비 단계와 실측 단계로 구성된다. 준비단계 웹 서비스는 표 1에 보이는 바와 같은 찾아보기 테이블(Lookuptable)의 내용을 임의로 정한 파일에 저장하는 역할을 수행한다. 이를 위하여 준비단계 웹 서비스(메소드라 함) 사용자는 각 후보지점에서 RSSI를 여러 번 수집하여 각 AP에 대한 RSSI들의 평균 값을 인수로 준비단계 웹 메소드를 호출한다. 준비단계 웹 메소드는 인수로 받은 후보지점과 RSSI 평균 값들을 위에서 임의로 정한 파일에 추가한다.

실측 단계의 웹 서비스는 2절에서 소개한 바와 같이 이동객체의 현재 위치를 결정하여주는 단계이다. 이동객체가 현재 위치에서 수집한 RSSI들로 구성된 벡터를 인수로 하여 실측단계 웹 메소드를 호출하면, 실측단계 웹 메소드는 준비 단계에서 생성된 훈련데이터들을 읽어서 Lookuptable을 만들고, Lookuptable에서 인수로 받은 벡터와 가장 근접한 행을 찾아 해당하는 후보지점 좌표값을 반환한다. 웹 프로그램은 좌표값을 도면에 출력해줌으로서 사용자는 화면을 통해서 현재 위치를 알게 된다.

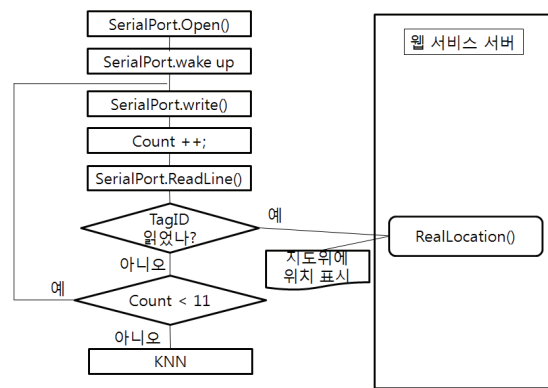
3.3 RFID 옥내측위 웹 서비스 구현

RFID 옥내 측위를 위하여 RFID 태그들을 응용영역 내의 유명지형지물이나 통로들의 교차점과 같은 적당한 위치에 부착하여 두고, 각 태그의 위치를 데이터베이스에 저장하

여 둔다. 실측 단계에서는 현재 위치에서 읽은 RFID 태그의 ID를 데이터베이스에 저장된 태그 ID와 비교하여 현재 위치를 찾는다.

본 논문에서는 태그의 위치 데이터베이스를 미리 구축하여 RFID 옥내측위 웹 메소드, RealLocation이 이를 사용한다. 이동객체가 자신이 읽은 RFID 태그의 ID를 인수로 RealLocation을 호출하면 RealLocation은 데이터베이스를 검색하여 해당 위치를 반환한다.

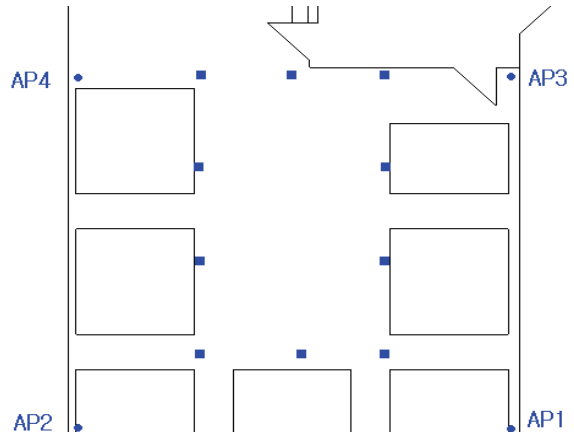
이러한 웹 메소드 사용 시나리오가 그림 2에 요약되었다. 이 그림의 좌측은 이동객체에서 실행되는 클라이언트 부분이고 우측은 서버 부분이다. 이동객체는 SerialPort를 이용하여 RFID 리더기에 접속하고, 리더기를 wake up 시키고, 리더기에 000001 이라는 명령어를 write하여 태그 ID를 읽게 하고, 이것을 SerialPort.ReadLine으로 읽어온다. 만약 읽어오지 못한다면 ID를 읽을 때 까지 10번까지 재측정한다. 태그 ID를 읽으면 RealLocation을 호출하여 현재위치를 도면상에 표시한다.



(그림 2) RFID 옥내 측위 과정 설명도

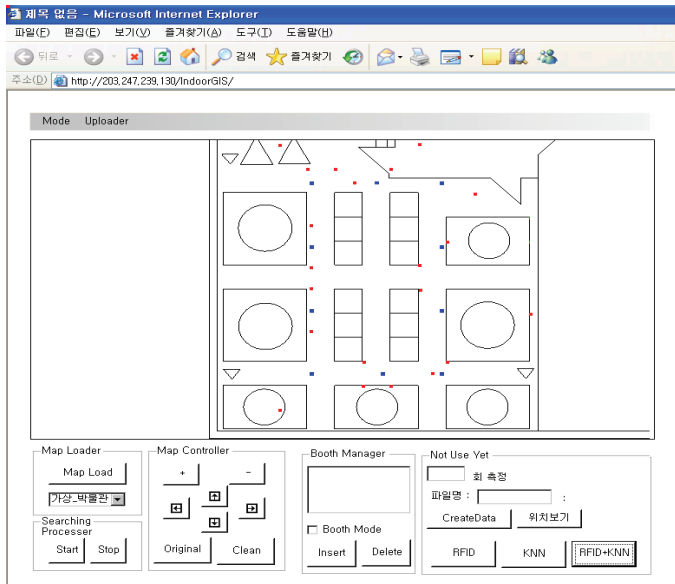
4. 실험

본 논문에서 구현한 옥내 측위 프로그램의 성능을 실험으로 보이기 위하여 그림 3에 보이는 테스트베드에서 측위 실험을 실시하였다. 그림에 보이는 바와 같이 테스트베드의 4 코너에 총 4개의 AP가 위치한다. 그리고 그림의 사각형 점은 태그가 부착된 위치를 나타낸다.



(그림 3) 테스트베드

그림 4는 K-NN 측위 실험과 RFID 측위 실험의 전형적인 결과를 보인다. 그림에서 빨간색 점은 K-NN 측위 결과를 나타내고 파란색 점은 RFID 측위 실험의 결과를 나타낸다.



(그림 4) 전형적인 실험 결과

5. 결론

위치기반서비스가 실생활에 널리 이용된다. 가까운 미래에 옥내에서도 위치기반서비스가 실용화될 전망이다. 위치기반 서비스가 실용화되려면 옥내측위 문제가 선결되어야 한다. 한편, 응용시스템 개발 방법으로 웹 서비스 방법이 근래에 널리 사용된다. 본 논문은 옥내측위 서비스를 제공하는 웹 서비스를 구현함으로써 옥내 위치기반 서비스의 실용화에 일조한다.

향후에는 본 논문이 구현한 두 가지 옥내 측위 방법을 통합하여 실용적인 옥내 측위 웹 서비스를 제공하고, 나아가서 옥내 위치기반 서비스에 필요한 도면 출력, 이동객체 데이터베이스 등의 요소 기능들도 웹 서비스로 구현하며, 나아가서 이러한 웹 서비스를 이용한 응용소프트웨어를 구현한다.

참고문헌

[1] G. Alonso, F. Casati, H. Kuno, and V. Machiraju, *Web Services: Concepts, Architectures and Applications* Springer, 2004.

[2] M. Stal, "Web Services: Beyond Component-Based Computing," *Comm. ACM*, vol. 55, no. 10, 2002.

[3] W. Vogels, "Web Services Are Not Distributed Objects," *IEEE Internet Computing*, vol. 7, no. 6, Nov./Dec. 2003.

[4] D. Booth et al., "Web Service Description Language (WSDL) Version 2.0," technical report, 2006.

[5] "UDDI technical white paper," W3C, 2000.

[6] D. Box et al. Simple Object Access Protocol (SOAP) 1.1, W3C note, 2000.

[7] Sabre, <http://www.sabre.com>

[8] Datalex, <http://www.datalex.com>

[9] Galileo Launches Global Web Services Platform, <http://xml.coverpages.org/GalileoGlobalWS.html>

[10] Amazon Web Services, <http://aws.amazon.com/>

[11] B. Kulvatunyou, N. Ivezic, "Semantic Web for manufacturing Web services," *Proceedings of the 5th Biannual World Automation Congress*, 2002, pp. 597-606

[12] W. Shen, Y. Li, Q. Hao, S. Wang, "Implementing Collaborative Manufacturing with Intelligent Web Services," *Fifth International Conference on Computer and Information Technology 2005*, pp.

[13] Y. Park, T. Kirkham, P. Phaithoonbuathong, R. Harrison, "Implementing agile and collaborative automation using Web Service orchestration," *IEEE*

International Symposium on Industrial Electronics, 2009. 5-8 July 2009, pp. 86-91

[14] S. Aftab, Y. Mehmood, F. Ahmad, Y. Javed, M. Hussain, M. Afzal, "Mapping integrating the healthcare environment (IHE) to business process execution language for people (BPEL 4PPL)," *IEEE 13th International Multitopic Conference*, 2009, pp. 1-6

[15] T. Vacharasintopchai, W. Barry, V. Wuwongse, W. Kanok-Nukulchai, "Semantic Web Services Framework for Computational Mechanics," *J. of Computing in Civil Engineering*, Mar/April 21, 2, 2007, pp. 65-77.

[16] 김태성, 전효정, 남광우, "위치기반서비스의 비즈니스 모델," *한국통신학회논문지*, 제31권, 제9B호, 2006, pp. 848-856.

[17] 박종현, 김문구, 백종현, "위치기반서비스(LBS)의 산업구조 분석 및 시장개발전략 방향," *한국통신학회지 (정보통신)*, 제20권, 제4호, 2003, pp. 478-488.

[18] Bahl, P. and V. Padmanabhan, "RADAR: An In-Building RF-Based User Location and Tracking System", *INFOCOM 2000*, Mar. 2000, pp. 775-784

[19] Harter, A. and A. Hopper, "A New Location Technique for the Active Office," *IEEE Personal Communications*, Vol. 4, No. 5(1997), pp. 43-47.

[20] Priyanthat, N., A. Chakraborty, and H. Balakrishnan, "The Cricket Location-Support System," *Proc. of 6th ACM International Conference on Mobile Computing and Networking*, Boston, MA, Aug. 2000.

[21] Yim, J., "Introducing a decision tree-based indoor positioning technique," *Expert Systems with Applications*, Vol. 34, Issue 2, 2008, pp. 1296-1302.

[22] Yim, J., Park, C., Joo, J., Jeong, S., "Extended Kalman Filter for Wireless LAN Based Indoor Positioning," *Decision Support Systems* 45 (2008), pp. 960-971.

[23] Jaegool Yim, Ilseok Ko, Jaesu Do, Jaehun Joo, Seunghwan Jeong, "Implementation of a Prototype Positioning System for LBS on U-campus," *Journal of Universal Computer Science*, vol.14, no. 14 (2008), pp. 2381-2399.

[24] 임재걸, 심규박, 정승환, "RSSI 판독 라이브러리 함수 및 옥내 측위 모듈 구현," *멀티미디어학회 논문지* 제 10권 11호, 2007년 11월 pp. 1483-1495.

[25] 임재걸, 주재훈, 정승환, "위치기반서비스를 위한 지도정보가 반영된 옥내측위 통합 시스템," *한국정보시스템학회*, 17권 1호, (2008년 3월 30일) pp. 131-154

[26] 임재걸, 박찬식, 주재훈, 정승환, "Wi-Fi 기반 옥내측위를 위한 확장칼만필터 방법," *Journal of Information Technology Applications and Management* Vol. 15 No. 2 June 2008, pp. 51-65.

[27] 임재걸, 주재훈, 정승환, "위치기반서비스를 위한 무선 근거리통신망 기반의 사용자 추적방법 및 실험," *한국전자거래(CALS/EC)학회 논문지*, 제13권 4호, 2008년 11월, pp. 1-16.

[28] 임재걸, 심규박, 정승환, "옥내 이동 물체 궤적의 통계적 검정," *멀티미디어학회논문지*, 제12권 제1호 2009년 1월 pp.97-106

[29] J. Yim, S. Jeong, K. Gwon, J. Joo, "Improvement of Kalman filters for WLAN based indoor tracking," *Expert Systems With Applications*, Vol. 37, No. 1, Jan. 2010, pp. 426-433.