

교통 연계 환승 시스템의 보행자 위치 추적을 위한 보정 알고리즘 연구

A Study of Location Correction Algorithm for Pedestrian Location Tracking in Traffic Connective Transferring System

정 종 인* 이 상 선**
(Jong-In Jung) (Sang-Sun Lee)

요 약

교통연계 및 환승 센터를 이용하는 보행자에게 다양한 정보의 수집 및 가공을 통하여 실시간 맞춤형 정보를 제공하기 위해서 보행자의 위치를 실시간으로 추적할 수 있는 기술을 검토하였다. 하지만 현재까지 개발된 상용 기술은 장치의 설치 및 서비스 장소에 따라 위치 추적 오차가 일부 서비스에 적용하기에는 그 범위가 너무 크다. 다양한 상황이 발생할 수 있는 교통연계 및 환승 서비스에 적용하기에는 여러 가지 문제점이 있다. 실험을 실시한 광명역의 경우에도 각종 철골 구조물과 타 무선 장비가 혼재해 있는 악조건이었으며, 실질적으로 설치될 곳은 이보다 더 조건이 나쁠 수 있다. 그래서 우리는 정확도를 높일 수 있는 방법으로 교통 연계 및 환승 시스템에 적합한 위치보정알고리즘을 연구하였고, 위치보정알고리즘은 그리드 좌표 맵매칭, 모델링 좌표 및 칼만 필터링을 통해 설계되었으며, 환승 센터로 구성될 수 있는 유형의 다양화에 따른 최적화에 대비하여 향후 알고리즘의 인수를 결정하는데 도움을 주고자 시뮬레이터 형태의 알고리즘을 개발하였다.

Abstract

Tracking technologies which provide real-time and customized information through various information collecting and processing for pedestrians who use traffic connective and transferring center have been being examined. However some problems are caused due to the wide-range positioning error for some services as device installation and service place. It is also difficult to be applied to traffic linkage and transfer services because many situations can be happen. In the testbed, Gwangmyoung Station, we got some results in bad conditions such as a lot of steel construction and another communication device. Practically, conditions of the place which will be built can be worse than Gwangmyoung station. Therefore, we researched suitable Location correction algorithm as a method for accuracy to traffic connective and transferring system. And its algorithm is designed through grid coordinates, map-matching, modeling coordinates and Kalman filtering and is being implemented continuously. Also preparing for optimization of various transferring center model, we designed for simulator type algorithm what is available for deciding algorithm factor.

Key words: ND(nomadic device), Cell-ID, TDoA, fingerprint, kalman, 위치보정알고리즘

† 본 연구는 국토해양부 교통체계효율화사업 (과제명 “교통연계 및 환승시스템 기술개발”)의 연구비지원(과제번호 06 교통핵심 A02-02)에 의해 수행되었습니다.

* 주저자 : 한양대학교 전자통신컴퓨터공학과 석박사통합과정

** 공저자 : 한양대학교 전자통신컴퓨터공학과 교수

† 논문접수일 : 2009년 4월 2일

† 논문심사일 : 2009년 4월 23일

† 게재확정일 : 2009년 4월 24일

1. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

오늘날 가속되는 산업화와 비례하여 증가되는 교통체증, 교통사고, 공해문제 등의 교통문제는 대단히 심각한 상황에 도달하고 있으며, 그 결과 교통 환경의 손상으로 심각한 문제로 대두되고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해 정부는 녹색시대 저탄소 정책을 기반으로 교통량을 최소화하려 한다. 또한, 교통공해가 극심한 도심 중심부에는 자가 차량의 진입을 획기적으로 줄이고 교통이용자의 불편을 최소화할 수 있도록 각종 방안들이 모색되고 있다. 그중에서도 최근에는 다양한 교통수단들의 연계를 통하여 각각의 정보를 공유함으로써 효과적으로 교통수단을 이용할 수 있도록 하는 자가 차량 및 대중교통을 포함한 연계 환승 서비스를 강화하려는 움직임이 주요 이슈이다.

관련 부처에서 교통연계 및 환승 시스템을 다양한 측면에서 연구하고 개별 서비스 형태로 운영되고 있다. 하지만 운영측면과 서비스측면에서 각 요소기술의 수준과 이를 통합하여 적절하게 활용하는데 부족함이 따르고 있고, 기술적인 측면에서도 국내 실정에 적합하도록 각종 요소기술을 개발하고 적용하는 단계가 수행되어야 한다. 또한, 이를 종합 평가함으로써 제한된 공간에서 다양한 교통수단을 효율적으로 연계하고 환승거리를 최소화할 수 있는 교통연계 최적화기술과 환승센터 설계하는데 있어서 기술 연구가 필요하다.

연계 환승의 최적화를 실현한다면 경제·산업적인 측면에서 복잡한 환승 정류장 운영의 효율성과 안전성 등의 인적, 물적 이익을 가져올 것으로 예상되며, 사회·문화적 측면에서는 무선통신 기반의 시스템을 통해 시민에게 신속하고 편안한 대중교통 환경 구축에 기여할 것으로 예상된다 [1, 2].

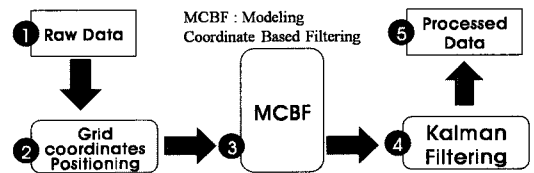
다양한 정보의 수집, 가공을 통하여 서비스 이용자에게 실시간, 맞춤형 정보를 제공하기 위해서는 이용자의 위치를 실시간으로 추적할 수 있는 기술의 검토가 필요하다. 하지만 현재까지 개발된 상용 기

술은 장치의 설치 및 서비스 장소에 따라 위치 추적 오차가 수m의 정확도를 요하는 서비스에 적용하기에는 그 오차 범위가 크다. 해당 상용 기술에서 제시하는 정확도와 실험 결과는 상이하였으며, 교통연계 및 환승 서비스제공을 위한 적용 기술로는 문제점으로 판단하였다. 최적의 장소(무반사실 등) 및 네트워크 장비 그리고 운영방법 등을 통한 기반 인프라가 완벽한 상황에서 실험을 수행한다면 정확도는 높아질 것이다. 하지만 본 연구에서 상용 기술을 실험한 장소는 각종 철골 구조물과 타 무선 장비가 혼재해 있는 악조건 상에서의 결과이므로 이를 감안하여야 하며, 실질적으로 설치될 환승 센터는 이보다 더 악조건이 될 수 있다는 것을 간과해서는 안 된다. 시기 적절한 서비스를 제공하기 위해서 일정 범위 내에서의 오차를 가질 수 있어야하는데 이를 위한 정확도 개선 수단이 필요하다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 논문에서는 교통연계 및 환승시스템에서 환승 센터를 보행하여 이동하는 이용자에 대해서 실시간 맞춤형 정보를 제공하기 위하여 위치를 추적하고, 정확도를 높일 수 있는 위치 보정 알고리즘을 연구하였다.

논문의 구성은 1장에서 서론으로 배경 및 필요성에 대해서 언급하였고 2장에서는 관련연구로 연계 환승 시스템에서 적용하고자하는 무선통신방식 및 측위기술 분석, 3장에서 위치 보정 알고리즘 제안 및 시뮬레이션 결과를 보여주고 마지막으로 4장에서 결론 및 향후과제로 구성하였다 [1, 2].



<그림 1> 위치보정알고리즘의 개념도
 <Fig. 1> Conceptual diagram of location correction algorithm

II. 관련 연구

보행자를 추적하기 위해서는 위치를 추적할 수 있는 매체가 필요하다. 현재 우리가 사용하는 단말기는 그 서비스에 따라 매우 다양하며, 단말기마다 그 매체가 다르고 기능도 다르다. 그러한 단말기를 통합하여 다양한 서비스를 하나의 단말기에서 제공하는 개념에서 도입된 것이 ND(Nomadic Device)로 현재 ISO 새로운 Working Group을 구성하여 표준화를 진행 중이다. 보행자가 보유하고 있는 단말기를 향후 ND로 발전할 것으로 보고 가능한 매체를 통하여 위치 추적하기 위한 기술에 대한 관련 연구를 수행하였다.

1. 위치추적 관련 무선통신 기술

1) 무선랜(Wireless LAN: IEEE 802.11a/b/g)

무선접속장치(Access Point: 이하 AP)가 설치된 곳의 일정 거리 안에서 초고속 인터넷을 할 수 있는 근거리통신망(LAN)이다. 주로 RF(Radio Frequency) 전송방식을 이용하며, Wireless LAN : 이하 WLAN)이라고도 한다.

무선접속장치(AP)가 설치된 곳을 중심으로 일정 거리 이내에서 PDA나 노트북 컴퓨터를 통해 초고속 인터넷을 이용가능하게 되었고, 무선주파수를 이용하므로 전화선이나 전용선이 필요 없으나 무선 랜카드가 장착되어 있어야 한다. 앞으로 보안과 주파수 간섭, 전력소모, 로밍서비스 등 해결해야 할 문제들이 많긴 하나 4세대 이동통신 시장을 이끌어갈 것으로 전망되고 있다 [3, 4].

2) ZigBee(IEEE 802.15.4)

IEEE 802.15.4에서 PHY/MAC을 정의했으며, ZigBee Alliance가 상위 3개 계층(DataLink, Network, Application)을 정의하고 있다.

IEEE 802.15.4 MAC 계층은 Beacon, 데이터, 확인, MAC 명령의 4가지 기본 프레임으로 구분되며, MAC 계층에서의 전력 소모 절감 메커니즘은 전력

제어 모드에서 프레임 전송 시 전력을 최소한으로 절제해 전력소비를 최소화하며, Power saving mode를 통해 각 단말기가 평상시에는 SLEEP mode로 있다가 송/수신시에만 AWAKE 상태로 전환하는 방식이다. IEEE 802.15.4 PHY 계층은 Dual PHY로 정의되어 있으며, 전체적으로 3개의 밴드, 27개 채널로 구성되어 있다.

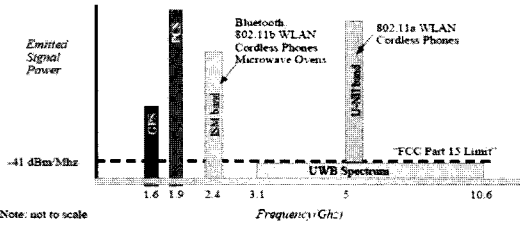
네트워크 및 보안계층, 네트워크 토폴로지를 확장한 ZigBee기술은 라우팅 알고리즘과 Ad-hoc, Star, Mesh 네트워크 등 다양한 네트워크 구성<표 1>을 지원한다 [4-6].

3) UWB(IEEE 802.15.3)

UWB(Ultra Wide Band: 이하 UWB)는 대역별로 배타적 주파수 이용권한이 부여되는 방식을 탈피하여, 매우 넓은 주파수 대역을 활용하면서도 기존에 해당 주파수를 사용하고 있는 여타 서비스에 주파수 간섭을 일으키지 않는 기술방식이면서 동시에 수백

<표 1> ZigBee와 타 무선통신 기술의 비교
<Table 1> Comparison between zigbee and other wireless communication technology

항목	WPAN			WPAN/ WLAN
	ZigBee (802.15.4)	Bluetooth (802.15.1)	UWB (802.15.3a)	Wi-Fi (802.11b)
주파수 대역	868/915 MHz, 2.4GHz	2.4 ~ 2.8 GHz	3.1 ~ 10.6 GHz	2.4GHz, 5GHz
전송 속도	~250Kbps	~1Mbps	~500Mbps	~11Mbps
통신 거리	~75m	~100m	10m	100m
배터리 수명	2~3년	4~8시간	-	1~3시간
복잡도 /비용	단순/ 저비용	복잡/ 저비용	단순/ -	복잡/ 고비용
네트 워크 구성	P2P,star, mesh	P2P, star	P2P, Mesh	P2P, star
응용 분야	단순원격 제어, 센서분야 (250K이하)	기기 간 데이터 통신분야 (1M 내외)	기기 간 고화질 (HD), 스트리밍	대용량 데이터 통신분야 (인터넷 등)



<그림 2> UWB의 주파수 특징
 <Fig. 2> Characteristic of UWB frequency

Mbps 이상의 데이터 전송률을 실현할 수 있는 무궁무진한 발전 가능성을 가진 기술이다.

<그림 2>에서 보듯 다른 시스템과 함께 비교해 보면 UWB 시스템의 경우 기존 협대역 시스템이나 광대역 CDMA 시스템에 비해 매우 넓은 주파수 대역에 걸쳐 상대적으로 낮은 스펙트럼 전력 밀도를 바탕으로 구성됨을 확인할 수 있다. 다른 통신시스템에 간섭을 방지하기 위해 신호에너지를 수GHz 대역폭에 걸쳐 스펙트럼으로 분산 및 송신함으로써 다른 협대역 신호에 간섭을 주지 않고 주파수에 크게 구애받지 않으며 통신을 할 수 있게 한다. 이러한 속성은 주파수를 공유 사용할 수 있으면서 동시에 매우 적은 전력만을 필요로 하는 장점을 가진다 [7-9].

UWB와 WLAN, Bluetooth, ZigBee와의 비교해 보면 <표 1>과 같이 UWB는 특히 기존의 WLAN이나 Bluetooth 등에 비해 높은 전송 속도와 낮은 전력 소모 등에서 월등히 앞서기 때문에 고성능 휴대용 기기 간의 접속기술 방식으로 각광받을 수 있으며, 낮은 전력소모는 휴대용 기기의 배터리 문제를 해소하는 데에도 적지 않은 도움이 될 것으로 전망하고 있다 [8]. 하지만 인프라 측면에서 아직 표준화와 주파수 허가에 문제가 있어 본 연구에서는 적용이 가능하지 않았고, 최종적으로 현재 인프라와 사용이 꾸준히 증가하고 있는 WLAN을 무선 통신 기술로 선정하였다.

2. 위치 추적 기술

1) Cell-ID 방식

Proximity 방식이라고도 불리는 Cell-ID 방식은 가

장 단순한 형태의 위치 추적 방법이다. 즉 추적하고자 하는 이동 개체가 셀(cell)이라 불리는 기 지정된 공간에 존재하는지의 여부를 통해 이동 개체의 위치를 확인해 주는 방법으로서 셀의 크기가 작고 촘촘하게 배치되어 있을수록 위치 추정의 정확도는 높아지게 된다. 이 방식은 이동통신망, RFID, 무선 랜 등 다양한 기술을 이용해서 구현 가능하다. 하지만 추적 오차가 약 50~100m까지 발생하여 교통 연계 환승 서비스 적용에 적합하지 않다.

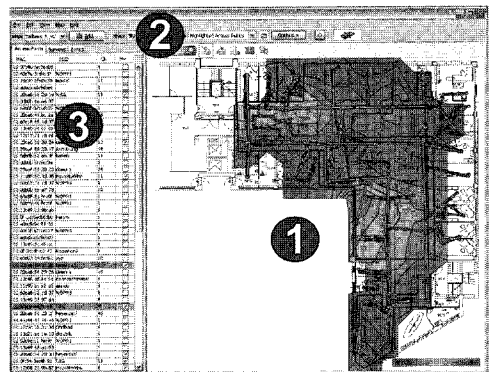
2) 삼각법(Triangulation)

삼각법(Triangulation)은 가장 보편적인 위치 추정 방법으로 세 개의 기준점으로부터 이동 개체까지의 거리를 알아냄으로써 실제 이동 개체가 있는 위치를 추정하는 방법이다. 이를 위해서는 세 개의 기준점에 대한 정보를 사전에 정확히 알아야 한다. 삼각법에서 이동 개체와 세 개의 기준점 사이의 거리를 알아내는 방법에는 여러 가지 방법이 있다.

3) 확률론적 모델링

Fingerprint 방식이라고도 불리는 확률론적 모델링에 의한 위치 추정 방법은 노이즈 및 주위 환경 정보를 위치 추적을 위한 정보로 활용하는 방식이다.

<그림 3>은 Map상의 공간적인 개념에서 보행자가 이동할 수 있는 경로를 예측하여 모델링을 수행하는



<그림 3> Fingerprint 방식에 의한 위치 측위의 예
 <Fig. 3> An example of location-tracking in fingerprint method

단계 및 신호장도 기반의 트레이닝 단계를 통하여 전자 지도 테이블을 작성하는 GUI(Graphic User Interface)이다.

이 방식은 학습(Training) 단계와 추적(Tracking) 단계로 구성되고, 학습 단계에서는 위치 추적 대상이 되는 공간에 다수의 샘플 포인트를 설정하고 모든 샘플 포인트에서의 전파 특성 값을 채취해서 데이터 베이스를 만든다. 추적 단계에서는 이동 개체에 대해 실시간으로 전파 특성 값을 측정하고 데이터베이스 검색을 통해 이와 가장 유사한 값을 찾은 후에 해당하는 샘플 포인트를 제시하는 방식으로 이동 개체의 위치를 추정한다.

다른 방식들과는 달리 이동 개체가 향하고 있는 방향이나 노이즈를 포함한 환경 정보까지도 위치 추정에 반영하고 있기 때문에 가장 높은 정확도를 제공할 수 있다는 장점이 있지만 다수의 샘플 포인트에 대해 다양한 전파 특성 값을 여러 번 채취해야 하는 문제와 가구 배치의 변화 등과 같은 환경 변화가 발생할 때마다 샘플 포인트에 대한 전파 특성 값을 새로 채취해야 하는 등의 관리 문제를 가지고 있다 [3, 4, 10-13].

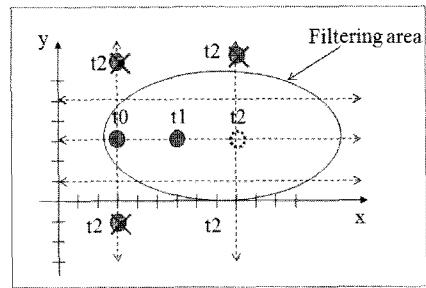
III. 위치보정알고리즘

위치추적을 위해서 Ekahau라는 Fingerprinting 방식의 상용 엔진을 사용하였다. 본 장에서는 보정 알고리즘 원리와 교통연계 및 환승 서비스에서 실험을 위해 적용했던 Ekahau 엔진 소개 및 보정알고리즘 적용하기 위한 방법을 논한다. 끝으로 시뮬레이션을 수행 내용 및 결과에 대해서 논한다.

1. 위치보정알고리즘의 원리 및 엔진 적용 방법

1) 위치보정알고리즘 기본 원리

위치보정알고리즘 기본 원리의 접근 방법은 먼저 교통연계환승 시스템에서의 서비스를 제공받으자는 보행 이용자가 이동할 수 있는 경로는 매우 다양하고 그 공간적인 형태도 다를 것이다. 그러나 이용자의 이동이 제한된 공간도 존재할 것이다.



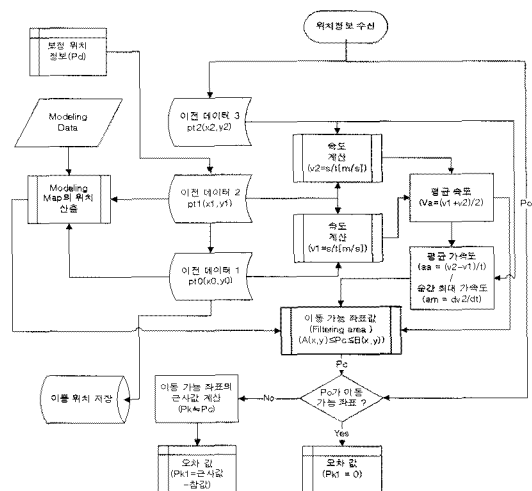
<그림 4> 위치보정알고리즘 기본 원리
<Fig. 4> A basic principle of location correction algorithm

그런 개념을 가지고 엔진에서 제공하는 기능 중 모델링이라는 단계가 있는데 이 단계는 위치 추적 대상이 이동하는 경로를 미리 예상하고 선이나 공간으로 표현하도록 하는 기능이다.

모델링된 좌표값에 보행자의 이동 속도와 이전 좌표값 및 추정좌표값을 이용하여 이동가능 좌표 범주를 계산하여 그 범위를 필터링 해주는 것으로 <그림 4>에서 그 원리에 대해서 보여준다.

보정알고리즘은 t0, t1의 누적 데이터, 그에 따른 t2의 추정 데이터, 점선으로 그려진 모델링 선의 좌표 테이블을 가지고 필터링 구역으로 설정하고 측정 데이터와 비교하여 표현할지 여부를 판단하는 것이다.

위치보정알고리즘의 기본 절차는 <그림 5>에서와



<그림 5> 위치보정알고리즘의 절차도
<Fig. 5> A flow diagram of location correction algorithm

같이 위치정보를 수신하여 현재 값 Pt2를 T2라고 했을 때, T2-1, T2-2에 해당하는 저장 데이터와 비교를 통해 속도정보를 추출하게 된다. 추출된 속도 정보 V2, V1을 기반으로 평균 속도를 계산하고, 이동 가능 거리 대비 속도에 따른 제한을 설정하여 이동할 수 없는 좌표로 추정된 값은 삭제한다. 또한, 이전 값을 활용하여 추정 값을 계산하여 위치 추적을 수행하도록 하였다.

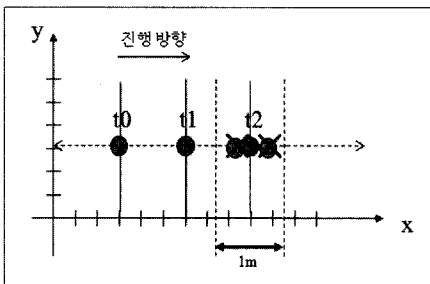
이 기본원리를 바탕으로 2가지 필터링이 추가되는데 첫 번째는 Grid 좌표 Positioning으로 추적하고자 하는 맵을 Grid형태로 나누고 나뉜 구역의 중심점에 매칭 시키는 맵 매칭 기술을 적용하도록 하는 것이다.

보행자 정지 상태에서 비슷한 점에서 흔들리는 문제를 보완하기 위하여 고안된 방법으로 위의 <그림 6>에서와 같이 t2의 시간에 측정된 상태(위치) 값이 1m를 기준으로 범위 안의 특정위치일 경우 하나의 점으로 표현해 준다는 것이다. 수집된 Raw Data를 Grid로 변환하는 식은 아래와 같다.

$$x = (xt2/g) \times g + \frac{g}{2}, y = (yt2/g) \times g + \frac{g}{2} \quad (1)$$

1m^2의 범위는 보행자의 평균 보행 속도 1.3m/sec에 따라 초기 설정 범위이고 실험에 따라 변경 가능하도록 구성하였다.

두 번째는 관련분야에서 주로 활용되고 있는 Kalman 필터링 기법을 이용하여 smoothing 단계를 수행하는 것이다. 칼만 필터는 최적추정(optimal estimation)의 가장 기본적인 필터 개념으로서 항법, 유도, 제어의



<그림 6> Grid 변환의 필요성 및 원리
<Fig. 6> Necessity and principle of grid conversions

<표 2> 칼만 필터의 기본 수행 단계
<Table 2> A basic process step of kalman filter

단계	내용
1	주어진 정보를 사용하여 미지의 상태를 예측
2	조건부 예측오차와 이의 공분산을 계산
3	추가적으로 얻는 정보를 통해서 이를 교정(update)
4	이를 다음 예측에 반영
5	이들을 사용하여 우도함수를 설정
6	이를 미지의 모수에 대하여 수치최적화하는 알고리즘

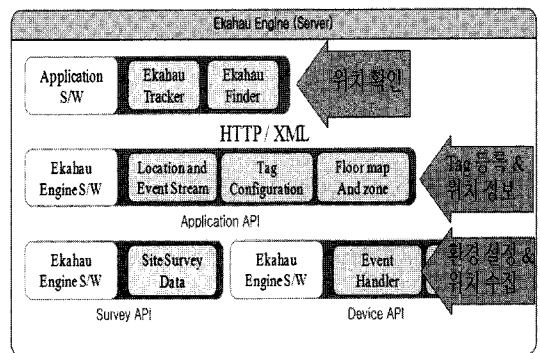
여러 분야에서 널리 응용되고 있다.

측정치와 이전 데이터를 이용하여 상태를 추정하고 추정치와 측정치에 대해 가중치를 설정하여 최적의 위치를 계산하는 원리이다. 기본 수행 단계는 아래 <표 2>와 같다.

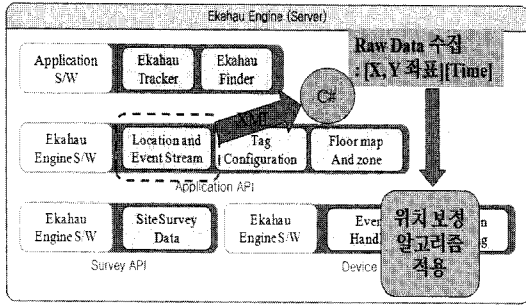
2) Ekahau 엔진의 소개 및 위치보정알고리즘 적용

Ekahau 엔진은 기본적으로 802.11 WLAN 망에서 구현되며, Survey 프로그램을 통하여 무선환경 측정 정보를 생성하는 단계와 이를 Engine 프로그램에 저장하여 Active시킨 후에 위치 추적이 가능한 형태로 운영된다.

엔진의 구성은 <그림 7>과 같이 위치 확인을 담당하는 Application s/w와 Tag를 등록하고 위치정보를



<그림 7> Ekahau 엔진의 구성
<Fig. 7> Composition of ekahau engine



<Raw Data>

No.	Measure Time (hh:mm:ss-mmm)	X	Y	Quality	UpdateTimeStamp	Update Time (hh:mm:ss)
1	05:27:31-8214	583	747	58	123002034562	17:27:14
2	05:27:32-3006	583	747	58	123002034562	17:27:14

<그림 8> 위치보정알고리즘 적용 방법

<Fig. 8> An application method of location correction algorithm

종합적으로 관리하고 무선 환경 측정 정보를 저장하는 부분을 포함한 환경설정 및 위치 수집을 담당하는 Engine s/w로 구성된다.

보정알고리즘의 적용은 <그림 8>과 같이 첫째로 엔진의 'Location and Event Stream' 기능에서 XML 형태로 Application에 제공하는 발생 데이터의 업데이트 상황을 모니터링하여 정보를 저장한다. 둘째로 저장된 정보를 실시간으로 보정알고리즘에 적용할 수 있는 인터페이스 구조로 이루어진다.

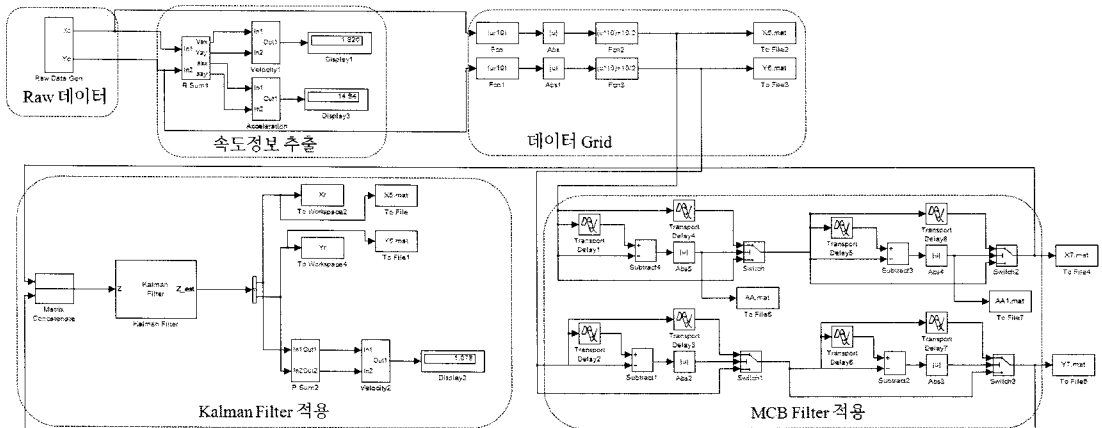
2. 위치보정알고리즘 시뮬레이션 및 결과

시뮬레이션의 수행은 김포공항의 도면에 임의 Raw Data를 생성하고 MATLAB Simulink를 이용하여 수행하였다.

Raw Data는 김포공항 국내청사의 지리적인 구성에 따라 실외 주차장에서부터 시작하여 실내로 이동하는 가상의 보행자가 있고, <그림 10>에서와 같이 Ekahau 위치 추적 기술을 통하여 보행자의 위치가 결정되나 기존 실험을 통해 얻은 위치 오차 유형을 기반으로 오차를 감안한 Raw Data를 추출하였다.

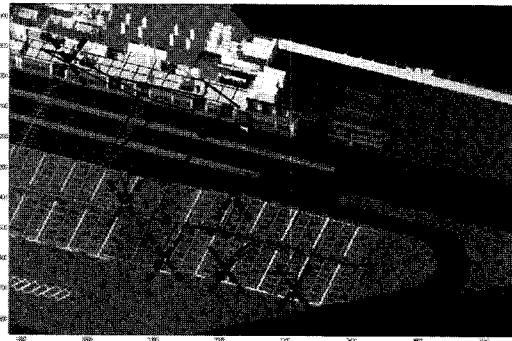
생성된 데이터를 <그림 9>의 블록도에서와 같이 <그림 10>의 Raw Data를 TXT 파일로 저장하여 입력하는 블록을 시작으로 보행자의 속도를 추출할 수 있는 블록을 거친다. 그다음 Raw Data를 Grid 좌표로 설정하는 단계를 수행하는데 이 부분에서는 Map의 픽셀에 주의해서 설정하여야한다. 다음 단계로 MCB 필터를 수행하는데 1차는 60 픽셀(약 8.5m)이상의 순간적인 이동 행태를 제한하고 2차적으로 50 픽셀(약 7m) 이상의 순간 이동 행태를 제한하도록 설정하여 수행하였으며, 마지막으로 Kalman 필터를 적용하기 위해 MatLab Simulink 블록을 구성하여 시뮬레이션을 수행하였다.

시뮬레이션 결과는 <그림 11>에서 보는 것과 같이 <그림 10>와 비교하여 보았을 때 보행자가 이동

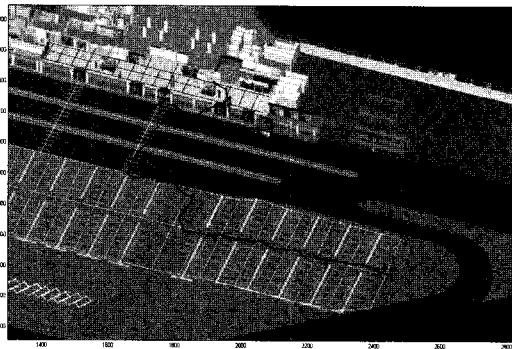


<그림 9> 위치 보정 알고리즘 블록 구성

<Fig. 9> A block diagram of location correction algorithm



<그림 10> 위치보정알고리즘 검증을 위한 Raw Data
<Fig. 10> Raw data for location correction algorithm verifications



<그림 11> 위치보정알고리즘 시뮬레이션 결과
<Fig. 11> Simulation result of location correction algorithm

할 수 없는 범위로의 위치 추적은 상당 부분 제거된 것을 확인할 수 있다. 정확한 직선으로 표현되고 있는 않고 일부분 오류가 발생하고 있어 개선이 필요하며 맵매칭이나 관련 기술을 고려한다면 더욱 향상된 결과를 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

IV. 결 론

교통연계 및 환승 센터의 보행 이용자에 대해 다양한 정보의 수집, 가공을 통하여 실시간, 맞춤형 정보를 제공하기 위해서 이용자의 위치를 실시간으로 추적할 수 있는 기술을 검토하였다. 하지만 현재까지 개발된 상용 기술은 장치의 설치 및 서비스 장소에 따라 위치 추적 오차가 일부 서비스에 적용하기

에는 그 범위가 넓다는 문제점이 있다. 또한, 해당 기술에서 제시하는 정확도는 1m이지만 환승센터에 대한 요소기술을 테스트하기 위한 테스트베드(광명역)에서 실험해 본 결과는 그렇지 않았고, 교통연계 및 환승 서비스에 적용하기 위해서 여러 가지 문제점이 발견되었다. 물론 해당 기술을 개발한 개발사는 최적의 장소에서 최선의 설치방법과 운영방법을 동원한다면 결과는 달라질 것이다. 하지만 향후 적용될 다양한 형태의 환승 센터들은 각종 철골 구조물과 타 무선 장비가 혼재해 있는 악조건일 가능성이 크기 때문에 정확도를 높일 수 있는 위치보정알고리즘 연구의 필요성이 있다. 보행자의 위치를 추적하여 적절한 서비스를 제공하기 위해 정확도를 높이고자 위치보정알고리즘을 개발하였고 시뮬레이션 결과 크게 개선되었다. 또한, 향후 김포공항 등 다양한 유형의 환승 센터에 적용을 위해 최적화에 대비하여야 한다. 그리하여 중요한 인수의 변환을 통하여 우선 결과를 얻고자 시뮬레이터 형태의 위치보정알고리즘을 개발하였다.

향후과제로는 연구한 내용을 바탕으로 위치 보정알고리즘을 S/W 형태로 구현하고 이를 실제 테스트베드에 적용 및 실험을 실시하여 위치추적 오차를 최소화함으로써 최적의 정확도를 보일 수 있도록 통합하는 것과 알고리즘 수정하는 연구를 진행할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 권영종, “이용자 중심의 교통체계 및 환승시스템 구축,” *대한토목학회*, 제56권 제4호, pp. 42-47, 2008. 4.
- [2] 김홍석, “대중교통환승시설의 문제점 및 개선방안,” *국토연구원 국토정책 Brief*, 제185호, 2008. 7.
- [3] V. Hlupic, “A comparison of simulation software packages,” *Proc. Eurosim Conf.*, vol. 2, pp. 171-175, Sept. 1995.
- [4] J. M. Kahn, R. H. Katz, and K. S. J. Pister, “Next century challenges: mobile networking for smart dust,” *Proc. IEEE ACM Int. Conf.*, vol 2, pp. 271-278, Aug. 1999.

- [5] 김원수, 장기수, *ZigBee* 기술 동향 및 시장 전망 분석, 전자부품연구원 전자정보센터, 2006.
- [6] I. F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, and E. Cayirci, "A survey on sensor networks," *IEEE Communications Magazine*, vol. 40, pp. 102-104, Aug. 2002.
- [7] 최상성, 신철호, 강법주, "무선 홈네트워크 실현을 위한 고속 UWB 기술 및 표준화 동향," 한국전자통신연구원, 전자통신동향분석 제19권, 제5호, pp. 87-94, 2004. 10.
- [8] 윤두영, 전수연, "UWB 기술 개요 및 주파수 정책 동향," 정보통신정책연구원, 정보통신정책 제18권, 제13호, 통권 397호, 2006. 7.
- [9] 허재두, 이현정, "WiMedia UWB 표준화 및 서비스 동향," Tech&Market 홈네트워크 서비스 및 기술동향, vol. 17, pp. 54-61, 2007.
- [10] M. L. Averill and W. D. Kelton, *Simulation Modeling and Analysis*, McGraw-Hill, Inc. 1991.
- [11] K. Nagel, J. Esser, and M. Rickert, *Large-scale traffic simulation planning to appear in: Annual Review of Computational Physics VII*, World Scientific Publishing Co., 1999.
- [12] C. D. Pegdon, R. E. Shannon, and R. P. Sadowski, *Introduction to Simulation Using SIMAN*, McGRAW-Hill, 1995.
- [13] Qi Yang, Haris N. Koutsopoulos, Moshe E. Ben-Akiva, "A simulation laboratory for evaluating dynamic traffic management systems," *TMIP*, TRB Paper No. 00-1688, Nov. 1999.

저자소개

정 종 인 (Jung, Jong-In)

1997년 3월 ~ 2004년 2월 : 안산1대학 (전자통신전공)
 2004년 3월 ~ 2005년 2월 : 수원대학교 (전기전공)
 2005년 3월 ~ 2008년 8월 : 한양대학교 석박사과정 수료 (전자통신컴퓨터전공)
 2008년 9월 ~ 현재 : 한양대학교 석박사과정중 (전자통신컴퓨터전공)



이 상 선 (Lee, Sang-Sun)

1974년 3월 ~ 1978년 2월 : 한양대학교 학사 졸업 (전자전공)
 1981년 3월 ~ 1983년 2월 : 한양대학교 석사 졸업 (전자전공)
 1984년 8월 ~ 1990년 8월 : 미국 University of Florida 박사 졸업 (전기전공)
 1991년 4월 ~ 1991년 11월 : 생산기술연구원 선임연구원겸 조교수
 1991년 11월 ~ 1993년 2월 : 전자부품종합기술 연구소 선임연구원
 1993년 3월 ~ 현재 : 한양대학교 전자통신컴퓨터공학부 교수

