

MSS 기법과 무선 AP 특징을 활용 실외 측위 시스템 설계 및 구현

이현섭[†], 김진덕^{**}

요 약

무선 AP 기반 측위 시스템은 실세계에 분포한 AP의 정보를 수집하여 DB화 한 뒤 탐색 되는 AP정보와 비교하여 측위를 수행한다. 기존의 핑거 프린트 방식은 DB를 구성할 당시 특정 위치에서 수집되는 데이터를 최대한 많이 얻어내 그 값의 평균값을 저장하여 측위에 사용하는 방식이다. 그러나 평균치를 활용하면 오차가 발생할 확률이 있다. 이러한 오차는 정확한 측위를 배경으로 하는 서비스에는 치명적인 약점이 된다. 본 논문에서는 기존 무선 AP 측위 시스템의 특징에 대하여 설명하고 핑거프린트 적용에 있어서 발생하는 문제점을 해결하기 위하여 AP 정보의 특징을 활용한 DB 구축방안과 MSS 기법을 적용한 측위 기법에 대하여 제안하였다. 그리고 핑거프린트방식과 제안한 방식을 구현하고 실험한 결과를 최적의 조건에서 제안한 방식의 불일치율이 27%로 줄었음을 보여주었다.

Design and Implementation of Outdoor Positioning System Using MSS Mechanism & Wireless AP characteristic

Hyoun-Sup Lee[†], Jin-Deog Kim^{**}

ABSTRACT

The positioning system based on wireless AP collects AP information distributed in the real world, stores it into database, and measures the position objects by comparing with searched AP information. The existing fingerprinting method is a probabilistic modeling method that acquires much of the data collected from one location upon database composition, and stores the average of the data for the sake of use it in positioning objects. Using the average value, however, may cause the probability of errors. Such errors are fatal weaknesses for services based on the accurate position. This paper described the characteristics and problems of the previously used wireless AP positioning system, and proposed a method of using the AP DB and an MSS mechanism for outdoor positioning in order to solve the aforementioned problems. And the results obtained from experimental tests showed that the proposed method achieved very low error rate(27%) compared with the existing method.

Key words: WiFi Positioning System(무선 측위 시스템), Fingerprint(핑거 프린트), AP Characteristic (AP 특징), MSS(Max Signal Strength)(최대 신호 세기)

※ 교신저자(Corresponding Author) : 김진덕, 주소 : 부산광역시 부산진구 가야 3동 동의대학교 컴퓨터공학과(614-714), 전화 : 051)890-1745, FAX : 051)890-2629, E-mail : lhskmj@naver.com, jdk@deu.ac.kr
접수일 : 2010년 7월 2일, 수정일 : 2010년 12월 27일
완료일 : 2011년 1월 10일

[†] 정회원, 동의대학교 컴퓨터 공학과
(E-mail: lhskmj@naver.com)

^{**} 정회원, 동의대학교 컴퓨터 공학과
(E-mail: jdk@deu.ac.kr)

※ 본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2010년도 산학연공동기술개발지원사업 NO.00041146의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

1. 서 론

현실 세계에서 가장 많이 사용되고 있는 실외 측위 시스템은 GPS 이다. 위성을 활용하여 대체로 정확한 측위 정보를 제공하므로 관련 분야 전반에 걸쳐 사용 중이다. 그러나 위성으로부터 신호 수신을 통해 위치를 판단하므로 도심지의 높은 빌딩들이 밀집한 지역은 음영지역으로 신호 수신에 실패하는 문제가 발생한다. GPS를 활용하는 내비게이션 시스템에서는 이런 문제를 해결하기 위하여 일반적으로 객체의 위치를 예상하여 판단하거나 신호가 잡히는 위치까지 객체가 이동하는 시점까지 대기하였다가 신호가 잡히면 위치를 재 판단 해주는 형태로 측위를 진행한다. 이러한 방식은 위치 오차가 크게 발생하고 운전이 미숙한 사용자 같은 경우 갑자기 바뀐 경로로 인하여 주행에 지장을 줄 수 있다.

WPS(WiFi Positioning System)는 AP의 고유한 Mac Address와 수신 세기 정보를 활용한 측위 시스템이다. 도심지에는 많은 수의 AP가 산재해 있다. 측위를 위한 충분한 인프라가 구축 되어 있으므로 도심지에서의 수신 불가능한 GPS의 측위정보를 보완할 수 있는 시스템으로 활용할 수 있다. 그러나 기존의 WPS는 핑거프린트 연산을 활용한 측위가 대부분이며 이 연산은 실내 측위에서는 큰 문제가 발생하지 않지만 실외 측위에 적용할 경우 측위 정확도 하락문제와 측위 시간 증가가 발생한다[1-6].

본 논문에서는 앞서 언급한 기존의 WPS 문제점에 대하여 구체적으로 설명하며 이 문제점들을 해결할 수 있는 AP정보의 특징을 활용한 DB구축 방안과 측위의 정확도 및 성능을 높이기 위한 MSS검색 연산에 대하여 제안한다. 그리고 기존 방식과 제안한 방식을 구현하여 그 성능을 입증하고자 한다.

본 논문 구성은 다음과 같다. II장에서 기존 WPS의 특징에 대하여 설명한다. 그리고 III장에서는 AP정보의 특징에 대하여 설명하며 이를 적용한 DB 구축 방안과 MSS연산 기법에 대하여 제안 하고, IV장에서 구현 및 성능평가 결과를 제시한다. 끝으로 V장 결론을 내린다.

2. 관련 연구

KAIST의 ISI Lab[4]에서는 실내에서 스마트폰

사용자의 참여 방식을 통해 무선 랜에서 수집된 신호 강도, AP 고유번호 등을 담은 WiFi 위치지문과 장소 정보를 제공해 만들어진 오픈 라디오 맵(WiFi Open Radio Map)을 바탕으로 위치를 인식하는 기술을 개발하였다. 실내를 기준으로 만들어 졌고 맵을 구성하기 위한 AP의 수가 많지 않은 특징을 가진다.

마이크로소프트사[5]의 RADAR시스템의 경우 IEEE 802.11 무선 네트워킹 기술을 기반으로 한 건물 영역의 위치 인식 및 추적 시스템이다. RADAR는 건물 내의 사용자 위치를 인식하고 추적하기 위한 RF 기반 시스템으로서 다중 수신기에서 수집된 신호 세기 정보를 사용하여 사용자의 좌표를 측정한다.

Skyhook[7]에서는 실외에서 스캐닝 차량을 통해 AP의 정보를 수집하고 AP를 Key로 하여 DB를 구축 한 뒤 핑거프린트 방식의 측위 연산을 하는 시스템을 개발하여 서비스 중이다.

기존의 관련 기술들의 특징을 살펴보면 실내를 기준으로 하는 경우가 많으며 측위 방식으로는 핑거프린트 방식을 적용하는 경우가 대부분이다. 핑거프린트 방식은 확률론적 모델링 방법으로 수집된 정보들에 대한 평균값을 활용하여 연산하는 기법이다.

본 논문에서 제안하는 MSS 측위 기법은 평균값을 활용하는 방식이 아닌 AP 신호세기의 특징을 활용한 기법이다. 측위 포인트의 AP DB를 구축할 때 신호세기가 약한 AP를 대상으로 DB에 저장한다. 저장된 AP정보는 AP의 Mac Address와 AP의 Max Signal Strength를 저장하여 이후 측위 시점에서 수집된 AP 정보와 DB내의 정보를 비교하여 측위 하는 방식이다. 핑거프린트의 복잡한 수식 연산이 아닌 단순 비교 연산으로 효율성을 높일 수 있고 AP특징을 효과적으로 반영하였으므로 정확도 또한 일정 수준 이상 보장된다. 다음의 3장에서 구체적인 내용을 설명한다.

3. MSS 측위 기법

3.1 실외 AP 정보의 특징

그림 1은 도심지 지역에서의 AP 분포를 나타내고 있다.

도심지의 경우 건물 내에서 사용하는 AP의 숫자가 많으므로 상당수의 AP가 탐색되는 것을 알 수 있다. 그림 2는 특정 위치에서 실제 탐색되는 AP의

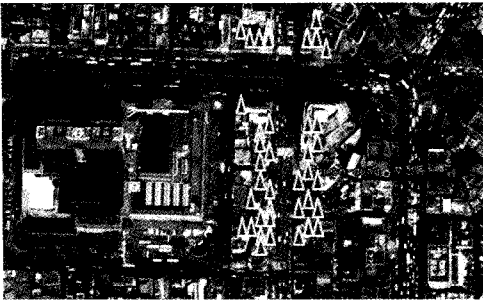


그림 1. 도심지 내의 AP 분포

C	SSID	Name	Chan	Speed	Vendor	Type	Enc.	SNR	S
04134E09479C	NESPOT		3	54Mbps	Broad	AP		-86	
0630004E0946			1	54Mbps	Broad	AP	WEP	-84	
0630004E0946			1	54Mbps	Broad	AP	WEP	-82	
0010738A1A7C	BullEye		1	48Mbps	Broad	AP		-82	
0030004E0946	HotWireless		1	54Mbps	MNC T.	AP	WEP	-82	
00304CF0179E0	123123		3	11Mbps	Broad	Peer		-82	
00475A479C9A	myLGMe930C		1	54Mbps	GoldStar	AP	WEP	-82	
003EDC2B4778	NESPOT		1	54Mbps	Broad	AP		-82	
00F56894B23	acomputer		11	54Mbps	Linksys	AP	WEP	-80	
0009FC2A45FC	NESCANMP		5	48Mbps		AP		-80	
00300021A45C	NESPOT		9	54Mbps	MNC T.	AP		-80	
000713676F2D	NESPOT		4	11Mbps	IP One	AP		-80	
5A134E0946C2	NESPOT		1	54Mbps	Broad	AP		-80	
000EC2840C4			3	54Mbps	Broad	AP	WEP	-80	
790617789887	SUN-AP00005		6	54Mbps	Broad	AP	WEP	-78	
0008F9010C7	대소망		6	54Mbps	Broad	AP	WEP	-78	
0030004E0946			1	54Mbps	MNC T.	AP	WEP	-78	
003EDC2D1590	KT_WLAN		1	54Mbps	Broad	AP	WEP	-78	
0009F81F604	jeonE001		5	48Mbps	Broad	AP	WEP	-78	
0009F81A678	geon		2	48Mbps	Broad	AP	WEP	-78	
04134E094678	KT_WLAN		1	54Mbps	Broad	AP	WEP	-78	
00134E0946C2			1	54Mbps	Broad	AP	WEP	-78	
0009F81C4544	dahn		1	48Mbps	Broad	AP		-78	
0009F816780	gine		11	48Mbps	Broad	AP		-78	
0009F81C0594	gine		11	48Mbps	Broad	AP		-78	
001074185C08	ARJUK		6	54Mbps	Broad	AP		-78	
00030E102910			6	54Mbps	Coco	AP	WEP	-78	
0017E06A7380			6	54Mbps	Broad	AP	WEP	-78	
04134E094678	KT_WLAN		5	54Mbps	Broad	AP	WEP	-78	
020C0C2D1590	NESPOT		5	54Mbps	Broad	AP		-78	
00405A429F52	myLGMe		9	54Mbps	GoldStar	AP	WEP	-74	
00134E0946C2	KT_WLAN		1	54Mbps	Broad	AP	WEP	-74	
04134E0946C4	KT_WLAN		9	54Mbps	Broad	AP		-74	
001F12E4980	ajocac		10	48Mbps	Broad	AP		-72	
06134E0946C7	KT_WLAN		1	54Mbps	Broad	AP		-70	

그림 2. 도심지에서 탐색되는 AP

정보이다.

실내 측위의 경우 탐색되는 AP의 수가 많지 않으므로 정확한 측위를 위하여 탐색되는 모든 AP를 DB에 구축하여 연산에 활용 할 수 있다. 그러나 도심지의 경우 그림 1, 2에서 보는 것과 같이 적게는 30개에서 많게는 100개 이상의 AP가 탐색되므로 연산 속도를 고려할 경우 탐색 되는 모든 AP를 DB에 구축하는 방법은 좋지 않다. 따라서 측위를 위한 최소한의 정보로 DB를 구축하는 것이 좋다. 최소한의 DB를 구축하기 위해서 본 논문에서는 AP의 실외 특징을 활용하였다.

그림 3은 인접 위치에서 탐색되는 AP의 정보를 차트로 만든 것이다. 위치 A와 B의 거리는 약 20m이며 10분 단위로 20회의 재탐색을 통한 결과이다.

그림 3에서 A위치에는 5개, B위치에는 4개의 AP가 탐

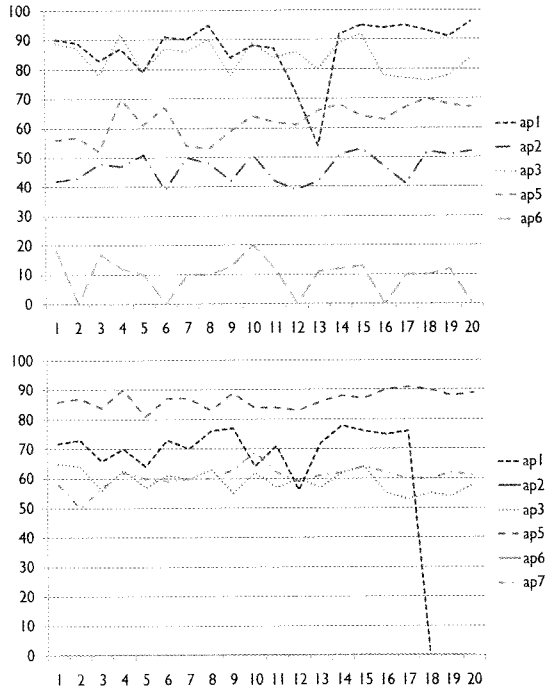


그림 3. 인접한 두 곳의 AP 탐색 결과

색 되었다. A위치에서 탐색된 ap2와 ap5의 경우 B위치에서는 수신세기가 0이다. 즉, ap2와 ap5의 신호 수신범위는 A지역까지만 영향을 주는 것을 알 수 있다. 그리고 A지역에서 비교적 수신 세기가 강한 ap1, ap3, ap4의 경우 B지역에서 또한 탐색되어 지는 것을 볼 수 있다. 또한 ap4의 경우를 보면 위치A에서는 50~70사이의 세기를 보이지만 위치 B에서는 80~90사이의 세기를 보인다.

그림 4는 앞서 수집된 결과를 분석한 내용이다. 즉, 현재 위치에서 AP세기가 강하면 인접위치에서 수신 세기 변화가 크지 않아 재탐색될 확률이 높고 AP세기가 약하면 주변지역에서의 신호세기 변화폭이 커져 인접위치에서 탐색 되지 않거나 신호세기가 크게 증가하며 재탐색될 확률이 올라간다.

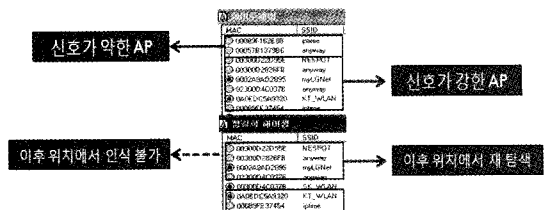


그림 4. 신호세기에 따른 AP탐색 패턴

표 1. 핑거프린트 DB 구조

position	ap1	signal1	ap2	signal2	...
txt	txt	integer	txt	integre	...
위치 명	ap1 mac	ap1 평균 신호 강도	ap2 mac	ap1 평균 신호 강도	...

3.2 핑거프린트 연산

핑거프린트 연산[8-10]은 신호강도, 노이즈 등의 주변 환경정보를 활용하여 위치를 추적하는 방법이다. 탐색 과정을 살펴보면 측위를 위한 여러 개의 참조 포인트를 설정하여 이 참조 포인트의 환경정보를 측정한다. 측정된 환경 정보의 평균 값을 핑거프린트 정보로 구성하여 DB에 저장한다. DB에 저장된 값과 현재 위치에서 수집된 정보를 활용하여 객체의 위치를 판단한다.

표 1은 핑거프린트 연산에 사용되는 DB 테이블이다. 측위 포인트를 설정 하여 저장하고 이 측위 포인트를 대상으로 위치를 판단한다. 측위 포인트의 대상은 수신세기가 우수한 AP들을 우선으로 저장하는 방식을 사용한다. 측위 과정은 그림 5와 같다. 연산이 시작되면 AP의 정보를 수집하고 수집 된 AP정보를 DB내의 값과 비교하여 유일한 값이 나오면 현재 위치를 반환하고 종료한다. 만약 유일 값이 탐색 되지 않을 경우(복수의 위치)수집된 AP의 수신세기를 가지고 DB내의 정보와 Euclidean 거리 연산을 통하여 나온 오차 값을 정리하여 오차 값이 최하인 위치를 결과 값으로 판단한다.

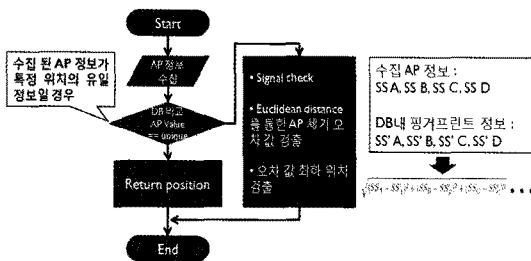


그림 5. 핑거프린트 연산 과정

3.3 핑거프린트 연산의 문제점

핑거 프린트 연산은 기존 WPS에서 주로 사용하는 연산 기법이다. 핑거프린트 연산은 AP의 수신세기가 비교적 안정된 범위를 가지는 실내의 경우 좋은 결과를 가지지만 수신세기가 불규칙하게 나타나는

실외의 경우에는 정확도가 떨어지는 단점을 가진다. 그림 6은 시간이 흐름에 따라 변화하는 AP의 수신세기를 보여준다.

각 AP의 수신세기는 평균값을 기준으로 상하로 상당히 많은 변화의 폭을 가진다. 이런 변동 폭은 세기 평균값을 활용하는 핑거프린트 연산의 정확도를 떨어뜨리는 결과를 야기한다.

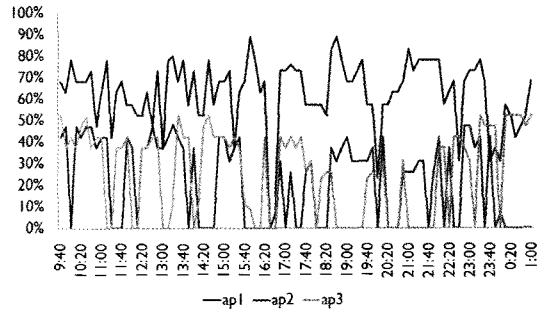


그림 6. 시간에 따른 AP정보의 변화

3.4 MSS 연산

MSS 연산은 최대 신호세기를 활용하는 방법으로 핑거프린트 연산의 평균값이 아닌 최대 수신 세기 값을 활용하는 방법이다. 이 방법은 AP 정보를 반복 수집하여 수집된 동일 AP 세기 중 가장 큰 값을 DB에 저장하여 검색 연산에 사용하는 방법이다.

표 2는 MSS 연산에 사용 활용하는 DB 테이블이다. 측위 포인트를 설정 하여 저장하고 이 측위 포인트를 대상으로 위치를 판단한다. 측위 포인트의 대상은 각각의 위치에서 AP를 탐색하여 수신세기가 낮은 순으로 AP를 정렬한 뒤 정렬된 데이터 중 일정 개수의 측위 포인트를 저장한다. 여기서 수신세기가 낮은 AP를 대상으로 하는 이유는 수신세기가 낮은 AP일수록 앞서 2장에서 설명한 세기 변동 폭이 크기 때문이다. 즉, 현재 위치에서 수신세기가 낮은 AP들은 유일한 위치 식별자로 선정될 가능성이 높다는 것을 말한다.

MSS 측위 과정은 그림 7과 같다.

표 2. MSS DB 구조

position	ap1	signal1	ap2	signal2	...
txt	txt	integer	txt	integre	...
위치 명	ap1 mac	ap1 최대 신호 강도	ap2 mac	ap1 최대 신호 강도	...

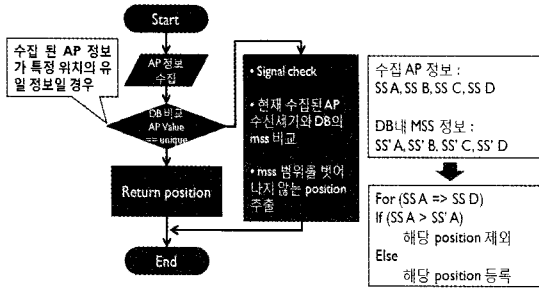


그림 7. MSS 연산 과정

연산이 시작되면 AP정보를 수집하고 수집된 AP 정보의 MAC 정보만을 사용하여 DB내의 MAC 정보와 비교 연산을 통해 유일 위치 값이 탐색 되면 연산을 종료 한다. 만약 유일 값이 아닌 중복 된 위치에서 MAC값이 탐색 되면 MSS연산으로 진행 된다. MSS 연산은 현재 수집된 AP의 수신세기와 DB내에 저장되어 있는 최대 수신세기와 비교하여 특정 위치에서 최대 수신세기를 벗어나지 않는 값들만 유효한 위치 값으로 등록하여 유일 위치를 판단한다.

4. 성능 평가

그림 8은 특정 도심지에서 핑거프린트 연산과 MSS연산을 구현한 프로그램이다.

구현 조건은 표 3과 같이 핑거프린트 방식과 MSS 비교 방식을 동일하게 설정하였다.

위와 같은 조건을 적용하여 프로그램을 구현하였으며 off 된 AP가 발생할 경우 핑거프린트 연산은 보조 데이터를 통한 연산을 진행하며 MSS연산의 경

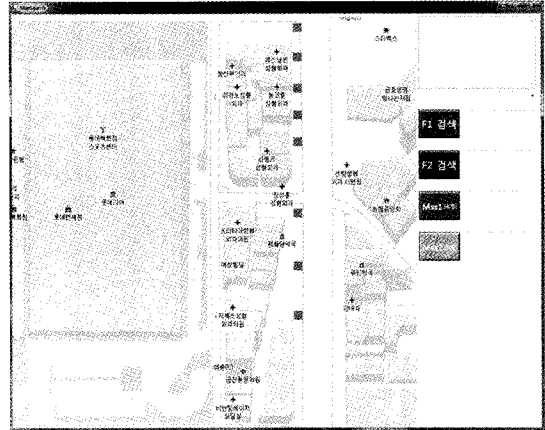


그림 8. 구현된 프로그램 화면

우 off 와는 상관없이 비교 연산을 수행 한다. 그림 9, 10은 각각의 탐색 연산을 동일한 조건에서 100회 수행하여 나타난 결과이다.

결과를 분석해 보면 그림 10에서와 같이 측위 포

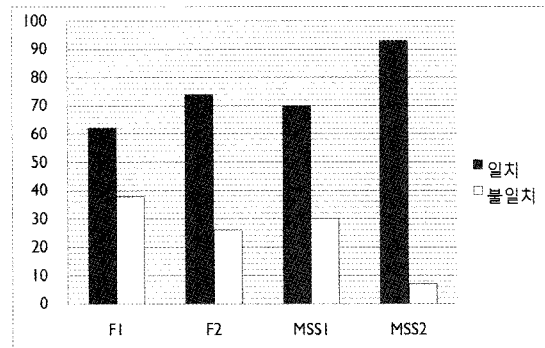


그림 9. 연산 결과(측위 포인트 간 거리 10m)

표 3. 구현시 고려 조건

메뉴	연산종류	DB데이터 수	특징
F1	핑거프린트	4개	4개의 AP가 일치 하지 않을 경우 측위 불가
F2	핑거프린트	8개	상위 4개의 AP가 일치 하지 않을 경우 보조 4개의 데이터를 활용
MSS1	MSS 비교	4개	수집되는 AP 중 DB 내의 정보와 일치하는 AP의 MSS를 비교하여 유일 포지션이 탐색되면 측위 완료
MSS2	MSS 비교	8개	MSS1 연산과 같으나 비교 대상 8개

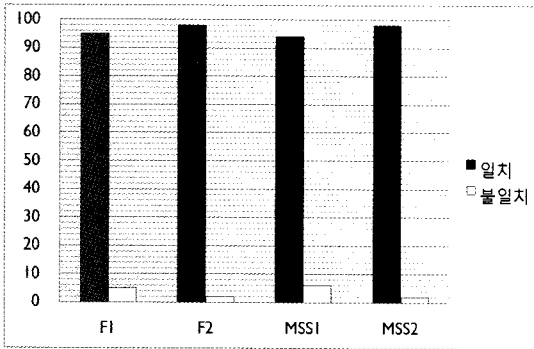


그림 10. 연산 결과(측위 포인트 간 거리 30m)

인트간 거리가 멀 경우 핑거프린트 방식과 MSS 연산 방식의 결과가 비슷하게 나타나며 이 결과는 95% 이상의 정확도를 보인다. 그러나 참조 포인트 사이의 거리가 멀 경우는 정확한 위치를 판단하기 힘든 정보가 된다. 예를 들어 현재 위치와 DB내에 저장되어 있는 위치의 거리 차이가 20m이상 이 나더라도 탐색 결과는 DB내의 위치로 나타나기 때문에 실제 위치와 결과 위치의 오차가 발생한다.

즉, 측위 포인트간의 거리가 늘어나면 늘어날수록 오차 발생 확률은 올라간다. 또한 이런 경우 핑거프린트 연산이나 MSS비교 연산은 거의 사용되지 않으며 단순 DB비교를 통해 유일 위치가 탐색되는 특징을 가진다. 따라서 일치도가 높다 해도 측위 포인트간의 거리가 매우 멀어 실제 위치의 오차 범위가 커지므로 응용프로그램에 적용하기 어렵다고 볼 수 있다.

그림 9는 측위 포인트 간의 거리가 10m 내의 경우 일 때의 결과이다. 특징적인 것으로 핑거프린트 연산을 했을 경우 측위 결과의 불일치가 높게 나타남을 볼 수 있다. 구체적으로 측위 포인트 간의 거리가 10m이고, 측위를 위한 DB 참조 데이터의 개수가 8개 일 때 기존 핑거프린트 방식은 약 26%의 불일치를 보인 반면 이 논문에서 제안한 MSS 기법은 7% 정도의 불일치율을 보여 매우 좋은 성능을 보였다.

이와 같은 결과는 앞서 언급한 AP의 실외 특징인 수신세기가 강한 AP는 인접 지역에서 탐색 될 가능성이 높은 특징 때문이다. MSS연산의 경우 비교대상이 많은 MSS2 결과가 MSS1의 결과 보다 정확도가 높은 것으로 나타났다. 이는 MSS 연산의 경우 특정 위치에서의 수신세기가 낮은 AP를 대상으로 DB를 구축하기 때문에 구축될 당시에는 탐색되었던

AP가 탐색 연산을 할 시점에는 환경적인 요인에 의하여 탐색이 되지 않는 경우가 MSS2에 비하여 MSS1이 많이 발생 하여 나온 결과이다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 측위 결과와 실제 위치와의 거리 차가 보다 적기 때문에 실제 응용 프로그램에 적용가능성이 높아진다는 점을 감안하면, 측위 포인트간의 거리가 좁을 수록 좋은 성능을 보이는 MSS 방식이 매우 실용적이라 볼 수 있다. 그리고 측위를 위한 DB 참조 데이터 수가 많을수록 보다 좋은 성능을 보였다.

5. 결 론

AP를 활용한 실외 측위 시스템에서 가장 중요한 것은 측위 정확도이다. 기존 시스템의 경우 핑거프린트 연산을 통한 측위가 대표적인 방식이었다. 본 논문에서는 핑거프린트 연산을 구현하여 실외 AP 정보의 특징으로 인해 야기되는 측위 정확도에 대한 문제점을 확인하였다. 이를 해결하기 위하여 AP의 특징을 분석하고 측위 포인트마다 수신세기가 낮은 AP를 기준으로 DB를 구축하는 방법과 측위 연산으로 사용하기 위한 MSS 비교 연산 기법을 제안하고 구현하였다. 또한 동일한 조건하에 구현 및 테스트를 진행하여 핑거프린트 방식과 MSS방식의 정확도를 비교하여 제안한 MSS연산의 정확도의 우수성을 확인하였다. 특히 최적의 조건에서는 이 논문에서 제안한 기법이 기존 기법에 비해 불일치율이 27%(7/26) 밖에 되지 않아 매우 좋은 성능을 보였다.

그리고 MSS연산의 경우 측위 포인트의 개수에 따라 정확도의 편차가 있지만, 핑거프린트 기법의 수식 연산이 아닌 단순 비교 연산으로 측위가 가능하므로 동일 시간 내에 처리 할 수 있는 DB데이터 개수가 핑거프린트 연산에 비하여 많음을 확인하였다.

향후 연구 과제는 다음과 같다. 측위 정확도와 함께 중요한 요소라고 판단되는 연산 효율을 위해 동일한 연산 시간에 필요한 핑거프린트 연산과 MSS 연산에 활용되는 AP의 수에 대한 분석을 통해 성능 분석을 진행할 예정이다.

참 고 문 헌

[1] Akiyama, Teranishi, Okamura, and Shimojo,

“A Consideration of the Precision Improvement in WiFi Positioning System,” *Complex, Intelligent and Software Intensive Systems*, pp. 1112- 1117, 2009.

- [2] Lashkari, Arash Habibi, Parhizkar, Behrang, Ngan, Mike Ng Ah, “WiFi-Based Indoor Positioning System,” *Computer and Network Technology (ICCNT)*, pp. 76-78, 2010.
- [3] Sheng-Cheng Yeh, Wu-Hsiao Hsu, Ming-Yang Su, Ching-Hui Chen, Ko-Hung Liu, “A Study on Outdoor Positioning Technology Using GPS and WiFi Networks,” *Networking, Sensing and Control*, pp. 597-601, 2009.
- [4] <http://elekspot.appspot.com> ISI Lab, KAIST.
- [5] <http://www.microsoft.com>.
- [6] 염정남, 이금분, 박정진, 조범준 “GPS와 가속도계를 이용한 이동 물체의 위치 추정 시스템,” *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol.12, No.4, pp. 600-607, April 2009.
- [7] <http://www.skyhookwireless.com>.
- [8] 황원영, “Implementation of Indoor Positioning System Using Fingerprint for WLAN environment,” 강원대 대학원 석사 학위 논문, 2008.
- [9] Yu-Chung Cheng, Yatin Chawathe, Anthony LaMarca, and John Krumm “Accuracy Characterization for Metropolitan-scaleWi-Fi Localization,” *IntelResearch IRS-TR-05-003*, 2005.
- [10] J. Yim, C. Park, J. Joo, and S. Jeong, “Wi-Fi 기반 옥내측위를 위한 확장 칼만 필터 방법,” 한국 데이터베이스 학회, *Journal of Information Technology Applications & Management*, 제 15권 제2호, pp. 51-65, 2008.6



이 현 섭

2004년 동의대학교 컴퓨터공학과
공학사
2006년 동의대학교 컴퓨터.소프트웨어 공학과 공학석사
2009년 동의대학교 컴퓨터응용 공학과 공학박사수료
2008년~ 현재 (주)제니스트 데이

터베이스분야 개발 총괄

관심분야: 데이터베이스, 응용 데이터베이스 시스템, 스마트폰 APP



김진덕

1993년 부산대 컴퓨터공학과 공학사
1995년 부산대 대학원 컴퓨터공학과 공학석사
2000년 부산대 대학원 컴퓨터공학과 공학박사

1998년 3월~2001년 2월 부산정보대학 정보통신계열 전임강사

2001년 3월~현재 동의대학교 컴퓨터공학과 부교수

관심분야: 객체 지향 DB, 지리정보시스템, 공간 질의, 공간 색인, 모바일 데이터베이스, 텔레매틱스, GIS 스마트 동기화, 스트림 데이터베이스, 자동차 네트워크, 측위 시스템, 모바일 App