

홈 네트워크 환경에서 사용자 위치에 기반한 지능적인 서비스 알고리즘¹

최정환*, 장현수*, 최현우*, 김구수**, 엄영익*

*성균관대학교 정보통신공학부

**동양대학교 정보통신공학부

e-mail:{themars, jhs4071, iskraskk, yieom} @ece.skku.ac.kr, gusukim@dyu.ac.kr

User Location Based Intelligent Service Algorithm in Home Network Environments

Jung Hwan Choi*, Hyun Su Jang*, Hyun Woo Choi*, Gu Su Kim**, Young Ik Eom*

*School of Information and Communication,

Sungkyunkwan University

**School of Information and Communication,

Dongyang University

요 약

사용자의 지리적 위치에 기반한 서비스를 제공하는 위치 기반 서비스는 유비쿼터스 컴퓨팅의 중요한 응용이 되고 있으며, 이와 관련하여 다양한 연구들이 계속 진행 중이다. 기존의 연구들이 사용자의 위치 정보와 해당하는 서비스들의 단순 연결에 불과했다면, 본 논문에서는 사용자와 디바이스 간의 상호작용 정보를 기반으로 병합적 클러스터링 알고리즘을 이용하여 사용자의 위치에서 가장 적합한 지능적인 서비스를 제공하는 알고리즘을 제안한다.

1. 서론

우리는 언제 어디서나 사용자가 원하는 다양한 정보들을 얻을 수 있는 유비쿼터스 환경 속에 살고 있다. 특히, 사용자의 위치 정보를 응용한 다양한 연구들은 궁극적으로 우리의 삶을 보다 편리하게 해주고 있다. 초기 위치정보를 활용한 서비스는 단순히 위치의 정보를 확인하거나, 응급 시 구조요청을 하는 등의 단편적인 기능에 지나지 않았다. 하지만, 적외선 센서, 초음파 등과 같은 신기술을 이용하여 실외뿐만아닌 실내에서의 위치 추적이 가능해지면서, 이를 응용한 다양한 연구들이 가능해졌다[1].

본 논문에서는 실내에서의 위치 정보 습득을 기반으로 사용자와 디바이스 간의 상호작용 정보를 습득하고, 이를 병합적 클러스터링 알고리즘을 이용해 사용자의 현재 위치에서 가장 적절한 서비스를 제공할 수 있는 방법에 대해 설명한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2 장에서는 본 논문에서 다루는 위치 기반 서비스와 데이터 마이닝 기법에 대해 소개한다. 3 장에서는 제안 시스템의 구조와 알고리즘 및 동작 시나리오를 설명하고, 4 장

에서 제안 시스템에 대한 평가와 결론을 내린다.

2. 관련연구

2.1 위치 기반 서비스

위치 기반 서비스(location based service)는 유선 및 무선 통신망을 통해 얻은 위치정보를 바탕으로 여러 가지 서비스를 제공하는 것을 일컬으며, 유비쿼터스를 실현하기 위해 현재 많은 응용과 연구가 이루어지는 분야이다. 위치 기반 서비스에 대한 연구는 크게 위치를 추적 방법의 연구 분야와 위치 정보를 활용하는 연구로 나누어진다. 위치 추적은 GPS, 적외선 센서, 초음파 등을 활용하여 이루어지고 있다. 특히, 본 논문에서 제안하는 홈 네트워크 환경과 같은 실내 환경에서의 위치 추적을 만족시키기 위해 초음파 센서와 삼각측량법을 활용하는 AT&T의 Active Bat[2], 적외선 센서를 이용하는 ubiTrack[3] 등 실내에서 위치 추적을 할 수 있는 시스템들이 꾸준히 연구 및 개발되고 있다. 위치 정보를 활용하는 연구로는 사용자의 이동성을 인식하고 다음 행동을 예측하는 연구[1] 등이 있다.

¹ 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음. IITA-2006-(C1090-0603-0046)

2.2 데이터 마이닝

데이터 마이닝(data mining)이란 대용량의 데이터베이스에 존재하는 데이터로부터 유용한 정보 혹은 패턴을 추출하는 기법으로 KDD(Knowledge Discovery in Database)라고도 불린다. 데이터 마이닝 기법에는 분류(classification), 연관(association), 순차패턴(sequential pattern), 군집화(clustering), 예측(prediction) 등이 있는데, 그 중 군집화(clustering)란 주어진 데이터 집합이 가지고 있는 이질적인 특성을 유사성을 바탕으로 동질적인 군집으로 분할하는 기법으로 전체 데이터의 분포 상태나 패턴 등을 찾아내는 데 유용한 데이터 마이닝 기법이다[4].

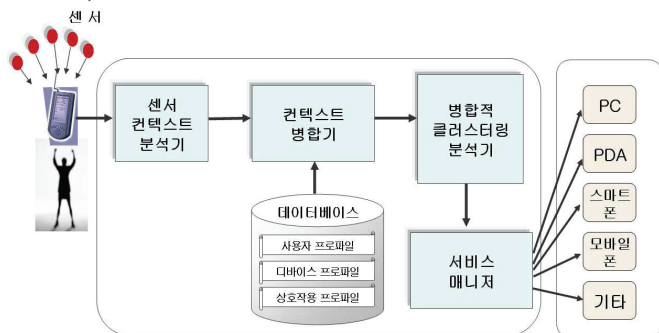
군집화 기법에는 계층적 클러스터링(hierarchical clustering), 분할 클러스터링(partitioning clustering), 밀도 기반 클러스터링(density-based clustering) 등 여러 기법들이 존재한다. 이 중 계층적 클러스터링 기법은 계층적 분해가 상향식 혹은 하향식으로 형성되었는가에 따라 병합적 클러스터링(agglomerative clustering)과 분할적 클러스터링(divisive clustering)으로 나뉘어지며 본 논문에서는 가까운 개체들끼리 군집화 시켜 특정 조건이 될 때까지, 서로의 근처에 객체 또는 그룹을 연속적으로 합치는 병합적 클러스터링 기법을 사용한다[5].

3. 사용자 위치에 따른 서비스 제공 알고리즘

3.1 시스템 아키텍처

본 절에서는 본 논문에서 제안한 사용자 위치에 따른 서비스 제공 알고리즘의 전체 시스템 아키텍처에 대해서 설명한다.

그림 1 은 사용자 위치에 따른 서비스를 제공하기 위한 알고리즘의 전체적인 구성도이다. 제안된 시스템은 센서 컨텍스트 분석기, 각종 프로파일이 담긴 데이터베이스, 컨텍스트 병합기, 병합적 클러스터링 분석기, 서비스 매니저로 구성된다.



(그림 1) 시스템 아키텍처

센서 컨텍스트 분석기는 홈 네트워크 환경내의 적외선 센서들로부터 사용자의 위치 정보를 받아 정의된 집안의 좌표 값을 바탕으로 현재 위치 값을 분석하여 컨텍스트 병합기에 보내는 역할을 수행한다.

데이터베이스에는 사용자의 위치에 따른 적합한 서비스를 하기 위한 아래와 같은 3 가지 프로파일을 관

리한다.

- 사용자 프로파일: 사용자의 이름, 성별, 직업, 취미 등의 사용자에 대한 기본 정보 및 부가 정보들을 담고 있다. 이 프로파일은 사용자를 구분 짓고 해당 사용자에 근거한 서비스를 제공하기 위해 이용된다.
- 디바이스 프로파일: 디바이스의 제품번호 및 구입 시기, 제공하는 기능 등과 같은 디바이스에 대한 전반적인 정보들을 담고 있다. 이 프로파일은 사용자 프로파일과 접목되어 상호작용 프로파일의 정보를 생성하는데 이용된다.
- 상호작용 프로파일: 사용자와 기기 간의 상호 작용에 대한 모든 정보를 기록한다. 언제, 어느 위치에서 사용자가 어느 기기와 얼마나, 어떠한 기능을 수행했는지에 대한 모든 정보들이 상호작용 프로파일에 기록된다. 이 프로파일에는 센서 컨텍스트 분석기를 통해 계산된 사용자의 위치 정보를 표시하는 좌표값이 저장되며, 병합적 클러스터링 분석기를 통한 군집화 과정에서 군집을 구분할 수 있는 클러스터 값이 존재한다. 사용자가 디바이스 간의 상호작용이 있을 경우 (예를 들면, 홍길동이 TV 의 볼륨을 조정하는 경우도 하나의 상호작용에 포함된다.) 그 상호작용의 빈도수는 가중치(weight) 값에 수집되고, 이에 따라 특정 사용자와 특정 기기 간의 선호도를 분석하여, 이를 기반으로 서비스 제공 알고리즘을 수행하게 된다.

컨텍스트 병합기는 센서 컨텍스트 분석기를 통해 분석된 위치 정보와 데이터베이스에 저장된 프로파일 정보를 취합하여 병합적 클러스터링 알고리즘 기반의 의사 결정을 수행하는 병합적 클러스터링 분석기로 보내는 역할을 수행한다.

병합적 클러스터링 분석기는 컨텍스트 병합기를 통해 받은 정보들을 기반으로 사용자에게 위치에 기반한 적절한 서비스들을 제공하기 위한 의사 결정을 수행한다. 병합적 클러스터링을 바탕으로 사용자가 자주 상호작용 한 장소들을 군집화하고, 현재의 위치 정보가 속한 군집 내에서의 사용자 선호도에 따른 서비스를 제공하게 된다.

서비스 매니저는 병합적 클러스터링 분석기의 알고리즘을 통해서 사용자에게 가장 적합한 정보를 다양한 이동단말기와 디지털기기에 전달하여 사용자가 원하는 서비스를 제공하는 역할을 수행한다.

3.2 지능적인 서비스 제공 알고리즘

본 절에서는 병합적 클러스터링 알고리즘을 이용하여 상호작용 프로파일 정보들을 군집화한 후 지능적인 서비스를 제공하는 병합적 클러스터링 분석기의 알고리즘에 대해서 설명한다.

상호작용 프로파일에 담긴 사용자와 디바이스 간의 모든 정보들에 근거하여, 사용자는 특정 위치에 존재할 때 그 위치에서 자주 이용했던 디바이스들에 대한 서비스를 선호도에 따라서 제공받을 수 있다.

상호작용 프로파일에 담긴 정보들은 병합적 클러스터링 알고리즘에 의하여 가까운 거리에 있는 상호작용들끼리 군집화된다. 사용자가 자주 상호작용 한 위

치들은 군집으로 형성이 될 것이고, 추후 사용자는 그 위치에 존재할 때 그 군집 내에서 수행한 상호작용 정보들만을 분석하여 선호도에 따른 서비스를 제공받게 된다.

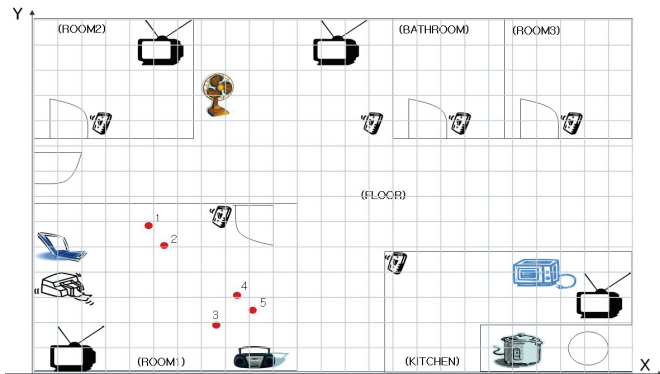
이러한 개념의 이해를 돕기 위해 실제로 상호작용 프로파일을 예로 들어 군집화 하는 과정을 살펴 보도록 한다. 병합적 클러스터링 알고리즘을 이용한 군집화 과정은 아래와 같은 3 단계 과정을 거친다.

Step1. 각 개체들 사이의 거리를 구하고, 각 개체들 사이의 거리가 가장 가까운 두 개체를 군집으로 묶는다.

Step2. 군집으로 묶인 개체와 나머지 다른 개체들과의 거리를 비교한다.

Step3. 그 중 가장 작은 값을 갖는 개체를 포함하는 군집을 형성한다. 만일, 군집을 포함하는 것보다, 새로운 군집끼리 묶는 것의 값이 더 작다면, 새로운 군집을 만든다. 모든 상호작용의 군집이 다 지어질 때까지 **Step2**와 **Step3**을 반복한다.

표 1 은 이해를 돕기 위해 임시로 작성한 상호작용 프로파일이다. 이는 그림 2 와 같은 가상 홈 네트워크 환경 구조도에서 점으로 표시되는 것들을 가리키며, 이 점들은 홈 네트워크 안에 설치된 위치 추적 시스템을 통해 얻은 X와 Y의 좌표값이다.



(그림 2) 가상 홈 네트워크 환경 구조도

<표 1> 상호작용 프로파일 예제

iID	axisX	axisY	uID	dID	weight	cluster
1	150	50	홍길동	TV_01	12	0
2	130	55	홍길동	PC_01	7	0
3	80	80	홍길동	Printer_01	10	0
4	100	85	홍길동	Light_01	14	0
5	95	91	홍길동	Audio_01	3	0

Step1.

표 1 의 상호작용 프로파일을 기준으로 병합적 클러스터링 분석기의 병합적 클러스터링 알고리즘을 적용시켜 군집화를 하게 된다. 개체들 사이의 거리를 Euclidean 거리법(Euclidean Distance)을 이용하여 측정한다[6].

$$\text{거리} = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

만약, iID1 과 iID2 의 거리를 Euclidean 거리법을 이용해 구한다면,

$$d_{12} = d_{21} = \sqrt{(130-150)^2 + (55-50)^2} = 20.6$$

이 되고, 이와 같은 방법으로 모든 개체들 사이의 거리를 구하고, 그 결과를 정리하면 표 2 와 같다.

<표 2> 개체들 사이의 거리

iID	1	2	3	4	5
1	0.0	-	-	-	-
2	20.6	0.0	-	-	-
3	76.2	55.9	0.0	-	-
4	61.0	42.4	20.5	0.0	-
5	68.6	50.2	18.6	7.8	0.0

표 2 에서 iID4 와 iID5 의 거리가 7.8 로 가장 작음을 확인할 수 있다. 따라서 이 둘을 묶어 군집 C(4,5)를 생성한다.

Step2.

이렇게 생성된 군집과 각 개체 사이의 거리를 구하기 위해 첫 번째 군집에 속한 임의의 두 개체와 아직 군집에 속하지 않은 각 개체 사이의 거리를 최단 연결법(single linkage method)을 적용해서 거리를 구한다[4].

$$\text{최단 연결법} = d(c_1, c_2) = \min[d(x, y) | x \in c_1, y \in c_2]$$

$$d[(1), (4,5)] = \min[d_{14}, d_{15}] = d_{14} = 61.0$$

$$d[(2), (4,5)] = \min[d_{24}, d_{25}] = d_{24} = 42.4$$

$$d[(3), (4,5)] = \min[d_{34}, d_{35}] = d_{34} = 18.6$$

<표 3> 두 번째 군집과 개체들 사이의 거리

ID	(4,5)	1	2	3
(4,5)	0.0	-	-	-
1	61.0	0.0	-	-
2	42.4	20.6	0.0	-
3	18.6	76.2	55.9	0.0

Step3.

표 3 에서 C(4,5)는 iID 3 과 거리가 가장 가깝기 때문에 C(3,4,5)로 군집화 하게 된다. 다시 이 C(3,4,5)와 각 개체간의 거리를 최단 거리법을 적용하여 계산한다.

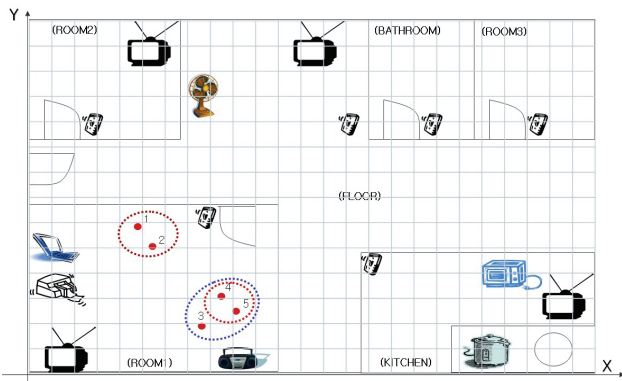
$$d[(1), (3,4,5)] = \min[d_{13}, d_{14}, d_{15}] = d_{14} = 61.0$$

$$d[(2), (3,4,5)] = \min[d_{23}, d_{24}, d_{25}] = d_{24} = 42.4$$

<표 4> 세 번째 군집과 개체들 사이의 거리

ID	(3,4,5)	1	2
(3,4,5)	0.0	-	-
1	61.0	0.0	-
2	42.4	20.6	0.0

표 4 를 볼 때 C(3,4,5)와 iID1, iID2 각각의 거리보다는 iID1 과 iID2 사이의 거리가 더 가깝기 때문에 이 경우에는 C(1,2)의 새로운 군집을 생성한다.

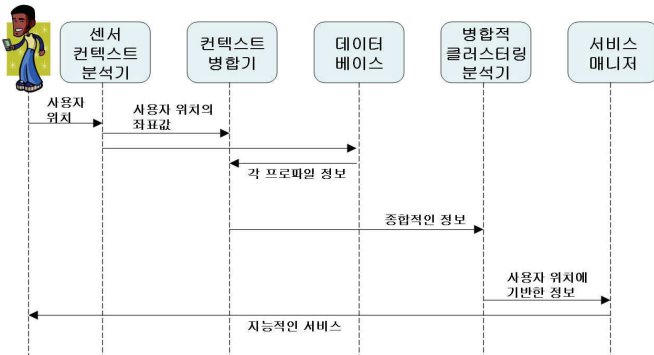


(그림 3) 군집화가 이루어진 상태

이와 같은 병합적 클러스터링 알고리즘이 끝나면 그림 3 과 같이 크게 두 개의 군집이 생성된다. 이렇게 생성이 된 군집을 바탕으로 병합적 클러스터링 분석기는 센서 컨텍스트 분석기를 통해 생성된 현재 사용자의 위치 정보를 적용하여, 현재 사용자 위치가 속하는 군집에서의 가중치(weight) 값을 기반으로 사용자가 존재하는 위치에서의 상호작용 선호도를 분석한다. 군집이 생성될 때마다 상호작용 프로파일의 클러스터 값이 설정이 되는데, 같은 군집 내 개체들의 클러스터 값은 서로 같다. 다만, 앞선 예제의 IID1 과 IID2 가 군집을 이루는 것과 같이 현재의 군집에서 동떨어진 곳에서 새로운 군집이 형성하게 될 때에는 클러스터 값을 하나씩 증가시켜 기존의 군집과 다른 클러스터 값을 갖게 한다. 따라서, 추후 사용자 위치에 기반한 서비스를 제공할 때 사용자가 존재하는 군집을 이 클러스터 값에 근거해 판별하여, 사용자는 선호도에 기반한 서비스를 제공받을 수 있다. 추려진 정보들은 서비스 매니저를 통해 최종적으로 사용자에게 위치 기반 서비스로 제공된다.

3.3 시스템 동작 시나리오

본 논문에서 제안하는 전체적인 시스템 동작과정은 그림 4 와 같다.



(그림 4) 제안 시스템의 동작 과정

사용자가 특정 방에 위치한다고 가정할 때, 그 위치에서 사용자가 자주 동작하는 디바이스들에 대한 정보를 알기를 원한다면, 본 논문에서 제안하는 시스템을 통해 해당 위치에서 선호도에 기반한 서비스를 제

공받을 수 있다.

우선, 센서를 통해 사용자의 위치 정보를 얻게 되면, 센서 컨텍스트 분석기를 통해 그 좌표 값을 컨텍스트 병합기에 보내준다. 또한, 센서 컨텍스트 분석기는 데이터베이스에도 위치 정보를 넘겨주어 해당 위치에서의 상호작용들은 상호작용 프로파일에 기록된다. 데이터베이스는 저장된 사용자 프로파일, 디바이스 프로파일, 상호작용 프로파일을 컨텍스트 병합기에 전달한다. 컨텍스트 병합기는 이 모든 정보들을 조합하여 병합적 클러스터링 분석기로 보내게 된다. 병합적 클러스터링 분석기는 병합적 클러스터링 알고리즘에 준하여 군집화를 수행하고, 사용자의 위치 정보를 분석하여 사용자가 위치한 군집에 해당하는 가중치 값을 통해 디바이스들에 대한 선호도를 판별한다. 이렇게 생성된 사용자 위치에 기반한 정보들은 서비스 매니저를 통해 사용자에게 전달된다.

4. 결론

본 논문에서는 사용자에게 기존의 상호작용 정보를 병합적 클러스터링 분석기를 통해 분석하여, 해당 위치에서 선호도에 따른 서비스를 제공하는 알고리즘에 대해 제안하였다. 사용자는 자신의 위치에서 가장 적합한 서비스를 제공 받음으로써 보다 편리한 삶을 누릴 수 있을 것으로 기대된다. 향후 연구로는 본 논문에서 중추적인 역할을 담당하는 상호작용 프로파일의 정보 습득과 관련하여, 시간, 기후 등을 고려하는 다양한 환경적 지식 습득을 위한 연구를 할 예정이다. 실제적으로 데이터베이스에 정보를 입력하여 이동단말기 상에서 현재 위치와 선호도에 따른 서비스를 제공받을 수 있는지를 테스트하여, 그 유용성을 검증할 것이다.

참고문헌

- [1] N. Samaan, A. Karmouch, and H. Kheddouci, "Mobility Prediction Based Service Location and Delivery," IEEE, Trans. Vol. 4, pp 2307-2310, 2004.
- [2] M. Addlesee, R. W. Curwen, S. Hodges, J. Newman, P. Steggles, A. Ward, and A. Hopper, "Implementing a Sentient Computing System," IEEE Trans. on Computer, Vol. 34(8), pp 50-56, 2001.
- [3] 정석민, 정우진, 우운택, "적외선 기반 실내 사용자 위치 추적 시스템," 전자공학회 논문지, 제 42 권, 제 5 호, pp 9-20, 2005.
- [4] 고재문, 장길상, 황달준, "SAS Enterprise Miner 를 이용한 데이터 마이닝의 이해와 활용", 울산대학교출판부, 2005.
- [5] 박우창, 승현우, 용환승, 최기현, "데이터 마이닝 개념 및 기법", 자유아카데미, 2003.
- [6] Euclidean Distance, Wikipedia, The Free Encyclopedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Euclidean_distance