

사용자 의도에 따른 행동 모델을 이용한 의도 인식 기법

Intention-Awareness Method using Behavior Model Based User Intention

김건수¹, 김동문², 윤태복³, 이지형⁴

¹ 경기도 수원시 장안구 천천동 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과
E-mail: {kkundi¹, skyscrape², tbyoon³}@skku.edu
jhlee⁴@ece.skku.ac.kr

요 약

사람들이 어떠한 행동을 할 때는 특정 의도를 가지고 있기 때문에 상황에 맞는 적합한 서비스를 제공하기 위해서는 사용자가 현재 하고 있는 행동에 대한 의도를 파악해야한다. 이를 위해 의도와 행동사이의 연관성을 이용하여 사용자의 의도에 따른 행동의 모델을 만든다. 일상생활에서 사람들이 하는 행동은 작은 단위 행동들의 연속(sequence)으로 이루어지므로, 사용자의 단위 행동의 순서를 분석한다면 의도에 따른 행동 모델을 만들기가 용이해진다. 하지만, 이런 단위 행동 분석 방법의 문제점은 같은 의도를 가진 행동이 완벽하게 동일한 단위 행동의 순서로 일어나지는 않는다는 점이다. 시스템은 동일한 동작 순서로 일어나지 않는 행동들을 서로 다른 의도를 가진 행동으로 이해하게 된다. 따라서 이 문제점을 해결할 수 있는 사용자 의도 파악 기법이 필요하다.

본 논문에서는 과거의 사용자의 행동 정보를 기반으로 행동들의 유사성을 판별하였고, 그 결과를 이용하여 행동의 의도를 파악하는 방법을 사용한다. 이를 위해, 과거 사용자가 한 행동들을 단위 시간 별로 나누어 단위 행동의 순서로 만들고, 이를 K-평균 군집화 방법(K-means)으로 군집들의 순서로 나타내었다. 이 변경된 사용자 행동 정보를 사용하여 은닉 마코프 모델을 학습시키고, 이렇게 만들어진 은닉 마코프 모델은 현재 사용자가 행한 행동이 어떤 행동인지를 예측하여 사용자의 의도를 파악한다.

Key Words : Intention-Awareness, Behavior estimation, Hidden Markov Model(HMM)

1. 서 론

유비쿼터스 환경은 사용자의 주변에 다양한 종류의 컴퓨터가 사물 안에 존재하여 서로 자유롭게 언제 어디서나 네트워크에 접속하는 환경이다[1]. 이런 환경에서는 사용자 주변에 수많은 종류의 센서가 존재하기 때문에 사용자의 현재 상황에 대한 상황정보들을 획득할 수 있다. 이에 따라 획득한 상황정보들을 통해 사용자에게 적합한 서비스를 제공하는 것은 유비쿼터스 컴퓨팅에서 이슈가 되고 있다. 상황에 맞는 서비스 제공을 위해서는 사용자의 현재 행동의 의도를 파악하는 과정이 수반되어야 한다.

사람의 의도란 그 사람이 하는 행동과 밀접한 관계가 있다. Fishbein 과 Ajzen[2]과 Triandis[3]은 사람의 의도는 행동을 예측하고,

유추할 수 있는 중요한 정보라고 정의하였고, 여러 다른 연구[4][5]에서는 사람들의 의도로부터 어떤 행동을 하는지에 대하여 예측하는 실험을 하였다. 이 연구들은 사람의 의도는 행동과 연관이 있다는 것을 증명한다. 이처럼 의도에 의해서 사람이 어떤 행동을 할지를 결정하게 되므로 같은 의도를 지녔다면 사람의 행동은 유사하게 나타난다. 이런 의도와 행동사이의 연관성을 이용하면 사용자의 의도에 따른 행동의 모델을 정의할 수 있고, 이 행동 모델을 통해 사용자의 현재 행동의 의도를 파악이 가능하다. 따라서 유비쿼터스 환경에서 상황에 적합한 개인 맞춤형 서비스는 사용자의 의도를 분석하고 인식함으로써 제공할 수 있다.

본 논문에서는 사용자가 과거에 행했던 행동들을 의도별로 나누어, 각 의도에 따른 행동 모델을 구축하는데 사용하였다. 우리는 행동을

단위 시간으로 구분되는 단위 행동들의 연속이라고 정의하였다. 이 단위 행동들은 모델 구축의 유연성을 위하여 향상된 K-means 기법을 사용하여 각 행위들을 대표 클러스터로 표현하였다. 최종적으로 클러스터로 표현된 행동들은 은닉 마코프 모델 기법(Hidden Markov Model)을 사용하여 의도에 따른 행동 모델을 구축하였다.

본 논문은 구성은 다음과 같다. 2장에서는 사용자 의도 인식 방법을 설명하고, 3장에서는 실험 결과 및 평가에 대해서 기술하고, 4장에서는 결론 및 향후 연구 과제에 대해서 설명한다.

2. 사용자 의도 인식 방법

2.1 향상된 K-means 기법

K-means 기법이란 클러스터링을 위해 자주 사용되는 기법이다. 구하고자 하는 클러스터의 개수를 K 라 하면, 처음부터 K 개의 중심 벡터를 설정해두고 이 벡터들을 기준으로 하여 클러스터링하고, 클러스터링 된 결과로부터 중심 벡터들을 재설정하는 반복적인 방식의 알고리즘이다. 이 방법은 사용이 간편하여 군집 분석 이외에도 분류·예측을 위한 선행 작업, 특이 오류 값이나 결손 값 처리작업 등 다양한 분석에서 사용되고 있다. 하지만 군집의 개수 K 를 정할 때, 실제 데이터의 구조가 이 값보다 작거나 큰 수의 군집 특성을 가질 경우 좋은 결과를 기대하기 어렵다. 따라서 K 값을 상황에 맞게 유동적으로 변환시켜줄 방법이 필요하다. 이를 위해 군집의 직경을 제한하는 방법을 채택하였다[6].

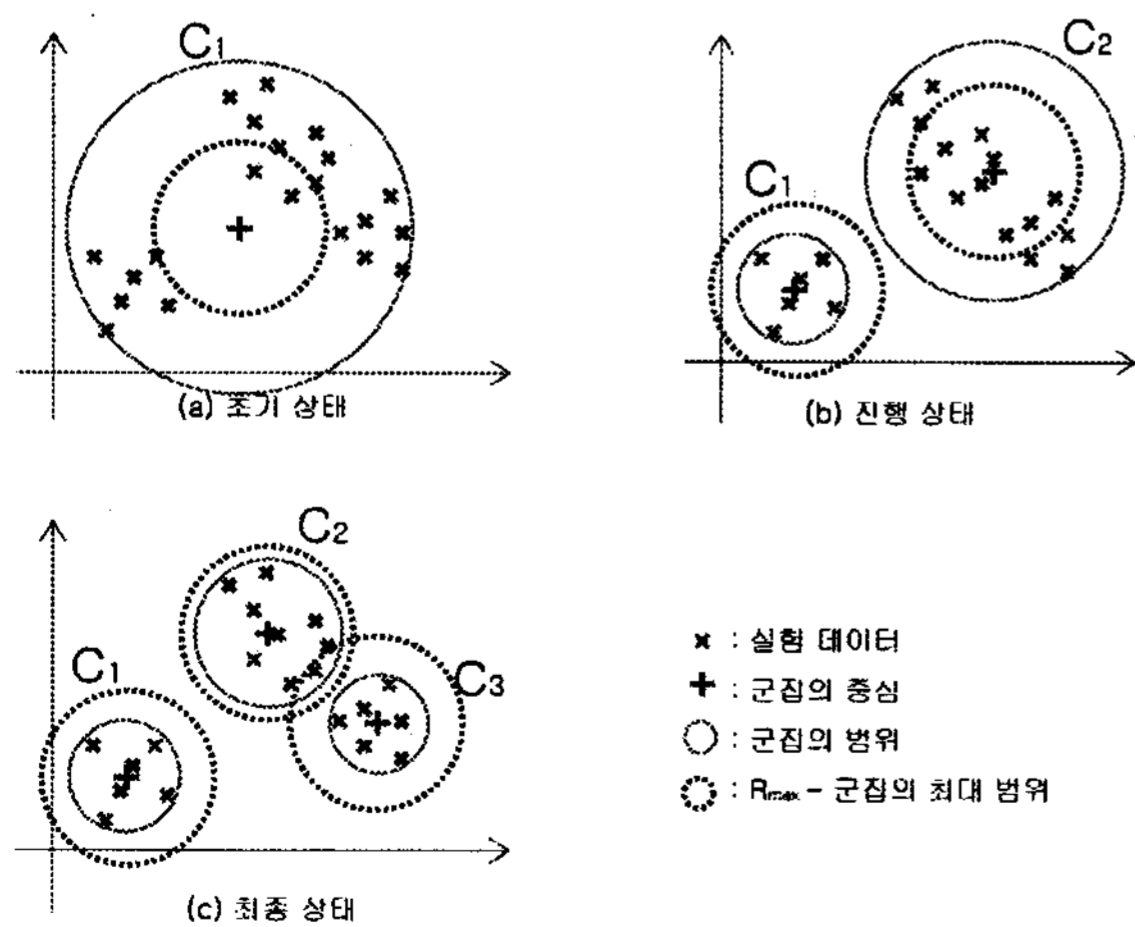


그림 1 향상된 K-means 기법

향상된 K-means 기법을 위해 우선 적절한 군집의 최대 범위 R_{max} 를 정한다. 그리고 군집

의 수 K 를 1로 정한 후 군집의 중심을 구한다. 이 때 R_{max} 보다 해당 군집의 범위가 클 경우 K 를 증가 시킨다. 그림 1의 (b)와 같이 C_2 의 경우 R_{max} 보다 군집의 범위가 크게 된다. 이 때 C_2 군집의 실험 데이터만을 토대로 두 개의 군집을 만들게 된다. 즉 R_{max} 보다 큰 군집에 한하여 K 값을 증가시켜서 군집을 만든다. 이 방법을 반복하여 최종적인 결과를 도출하게 된다.

본 논문에서는 행동 모델 구축에 앞서 행동의 표현을 단순화하기 위해 단위 행동들을 군집으로 묶을 때, 향상된 K-means 기법을 사용하였다.

2.2 은닉 마코프 모델

은닉 마코프 모델이란 일종의 통계 모델로서 관측된 데이터를 통해 모델을 구축하는 일종의 패턴인식의 응용이다[7]. 일반 마코프 모델은 관찰자가 직접 상태의 변화를 관찰하여 상태전이 확률을 모수로 하여 통계 모델을 구하지만, 은닉 마코프 모델은 출력들이 더해져서 각각의 상태가 출력 가능한 토큰들의 확률 분포를 가지게 된다. 이렇듯 은닉 마코프 모델은 관측된 모수를 통해 숨겨진 모수를 찾아 분석에 이용하는 통계 모델이다. 따라서 은닉 마코프 모델을 통해 특정 시퀀스에 관한 정보를 얻을 수 있다. 이런 특징 때문에 패턴 인식 분야에서 많이 사용되는데, 특히 순서를 중요시 하는 음성인식(Speech Recognition), 필기체 인식(Handwriting Recognition), 움직임 인식(Gesture Recognition), 생물정보학(Bioinformatics) 분야에서 많이 사용된다.

본 논문에서는 의도별로 구분된 행동들로부터 행동 모델을 구축할 때, 은닉 마코프 모델 기법을 사용하였다.

2.3 의도에 따른 행동 모델을 이용한 사용자 의도 인식

사람이 특정 의도를 가졌다면 그 의도에 따라 특정 행동하게 된다[2]. 이런 의도를 가진 행동을 단위 시간으로 나누면 행동을 더 작은 단위의 행동들의 연속으로 나타낼 수 있다.

의도에 따른 행동 모델은 사용자가 과거에 특정 의도를 가지고 행한 행동들을 기반으로 향상된 K-means 기법과 은닉 마코프 모델을 사용하여 구축한다. 사용자의 의도별로 행동 모델을 구축하는 방법과 그 행동 모델을 이용하여 사용자 의도를 인식하는 과정은 그림 2와 같은 과정으로 이루어진다.

행동 모델 구축에 앞서 사용자의 행동을 단순화하여 표현하기 위해 사용자가 행했던 모든 행동들을 단위 행동들로 나누고, 향상된

K-means 기법으로 단위 행동들을 군집으로 묶는다. 다음 과정으로 사용자의 하나의 행동에 대해 단위 행동으로 나누고, 그 단위 행동들이 속한 군집으로 단위 행동들을 표현하면 단위 행동들의 연속으로 표현되는 하나의 행동을 단위 행동들이 속한 군집들의 연속으로 단순화하여 표현하게 된다. 단순화된 행동들을 의도별로 구분하여 은닉 마코프 모델 기법을 통해 학습을 수행하게 되면 각 의도에 따른 행동 모델이 구축된다.

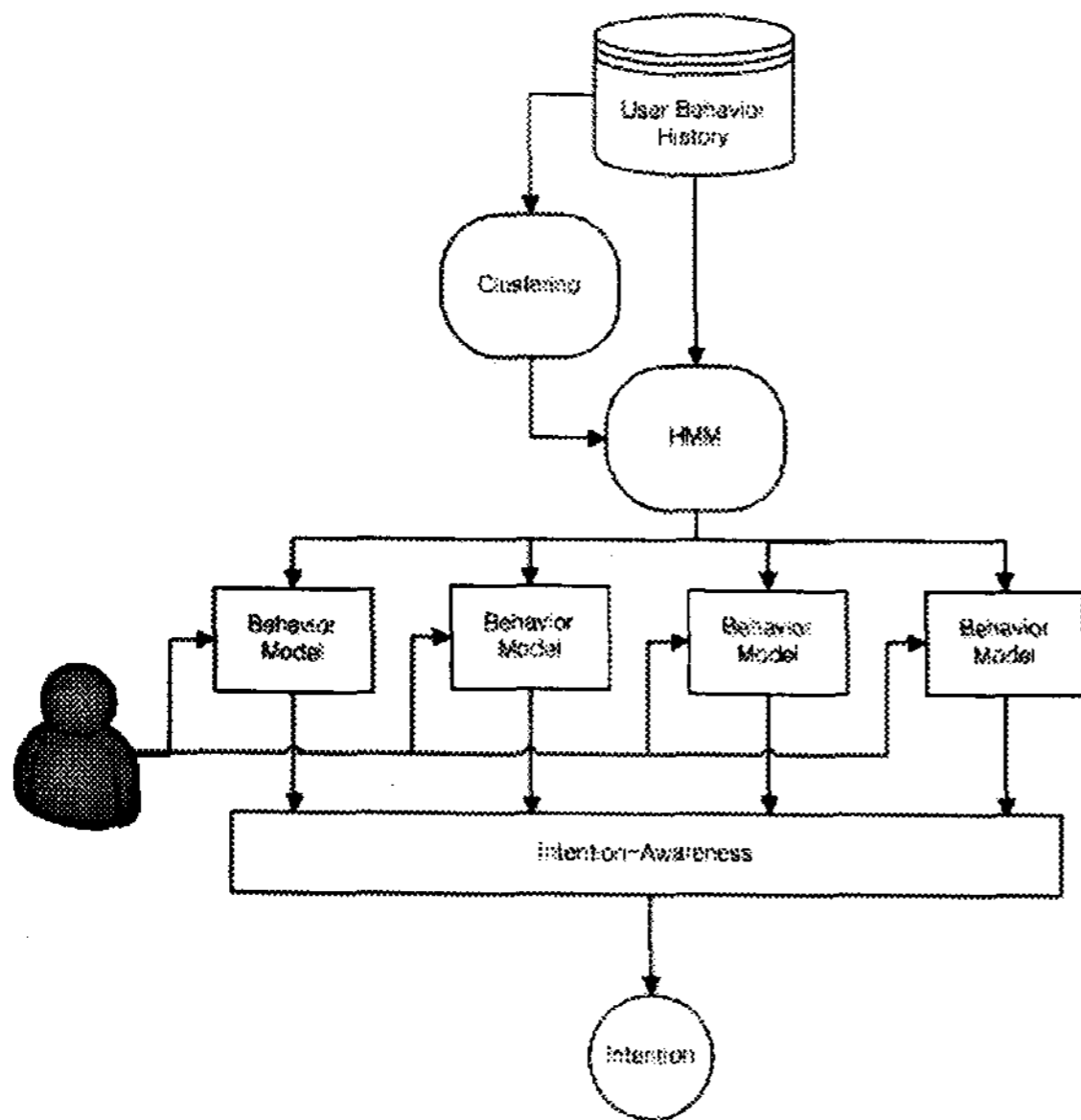


그림 2. 사용자 의도 파악 과정

사용자의 특정 행동에 대한 의도는 구축된 행동 모델을 이용하여 인식된다. 관찰된 사용자의 행동을 각 행동 모델에 입력으로 주면 그 행동이 각 모델의 의도와 부합될 확률을 결과로 준다. 이를 통해 관찰된 행동이 어떤 의도를 가진 행동인지 인식하게 된다.

3. 실험 및 평가

본 논문에서 기법은 WEKA[8]에서 제공하는 K-means 기법과 jahmm[9]에서 제공하는 은닉 마코프 모델 기법을 변형하여 구현하였다.

실험은 사용자의 4개의 의도에 대한 행동 모델을 구축하여 8개의 행동에 대해 얼마나 정확하게 의도를 파악하는지를 실험하였다. 각 의도별로 3개의 행동을 통해 모델을 구축하였고, 2개의 행동으로 의도를 파악하였다. 모든 행동들의 의도는 요리를 하는 것이고, 유비쿼터스 환경에서 사용자가 만진 조리 도구를 알 수 있다는 가정 하에 단위 시간당 사용자가 만진 조리 도구의 횟수를 단위 행동으로 보았다.

의도에 따른 행동 모델을 구축하기 위해서

R_{max} 를 결정하여 각 단위 행동들을 군집으로 묶어줘야 한다. R_{max} 에 따른 군집의 수는 표 1과 같다.

R_{max}	3	4	5	6	7
군집의 수	32	26	8	6	3

표 1. R_{max} 에 따른 군집의 수

R_{max} 가 3과 4인 경우에는 군집의 수가 너무 많기 때문에 행동을 단순화할 수 없었다. 따라서 실험에서는 R_{max} 가 5, 6, 7인 3 가지 경우를 대상으로 하였다.

행동을 단순화를 한 뒤, 각 행동 모델을 구축하기 위하여 의도별로 3개의 행동들을 모델 구축에 사용하였다. 이 모델들을 사용하여 새롭게 관찰된 행동들의 의도를 파악한다. 관찰된 행동 1, 2의 의도는 요리1, 행동 3, 4는 요리2, 행동 5, 6은 요리3, 행동 7, 8은 요리4를 만드는 의도를 가진 행동이다. 각 행동별로 행동 모델을 사용하여 의도를 파악한 결과는 표 2와 같다.

		R_{max}		
		5	6	7
요리1	Model	1	2	3
	Behavior	X	O	O
요리2	Model	3	4	5
	Behavior	O	O	X
요리3	Model	5	6	7
	Behavior	O	O	O
요리4	Model	7	8	9
	Behavior	O	O	O

표 2. 행동별 R_{max} 에 따른 의도 인식

표 2를 보면 모든 경우의 R_{max} 에서 관찰된 행동의 의도가 요리2, 3, 4인 경우에는 정확하게 사용자의 의도를 인식하였다. 하지만 요리1의 의도는 R_{max} 가 5인 경우와 7인 경우 각각 행동1과 행동2의 의도 인식이 잘못되었다. 의도 인식에 실패한 행동들의 각 행동 모델과 부합될 확률은 다음과 같다.

Behavior Model	확률
요리1	3.361331802985815E-12
요리2	1.7034621479514257E-13
요리3	1.0308094254427377E-17
요리4	3.4393595501440213E-12

표 3. R_{max} 가 5, 행동1의 모델별 의도 인식

Behavior Model	확률
요리1	2.7439443289680326E-9
요리2	4.538830065265194E-11
요리3	5.856871735470182E-19
요리4	4.945989378784651E-9

표 4. R_{max} 가 7, 행동2의 모델별 의도 인식

표 3에서와 같이 행동1인 경우 의도가 요리 1을 만드는 것이지만, 인식된 의도는 요리1보다 조금 높은 확률로 요리4가 인식되었다. 표 4에서도 행동2가 요리1이 아닌 요리4로 인식되었다. 이와 같이 의도 인식이 잘못되는 경우는 두 의도의 행동이 비슷한 단위 행동의 순서로 진행되는 경우이다. 유사한 행동은 단위 행동을 군집으로 단순화 시키면 같은 군집의 순서로 표현이 되기 때문에 구축된 행동 모델이 유사하게 나타난다. 따라서 이를 보완하는 방법이 필요하다.

4. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 과거의 사용자의 행동을 의도별로 구분하여 행동 모델을 구축하고, 그 모델을 사용하여 관찰된 사용자의 새로운 행동이 어떤 의도를 가진 행동인지 파악하는 사용자의 의도 인식 기법을 제안하였다. 이는 의도와 행동 사이의 관계를 이용하여 새로운 행동에 대해서 손쉽게 사용자의 의도를 인식할 수 있다.

향후 연구로는 다른 의도를 가진 유사한 단위 행동 순서를 가진 행동들을 모델로 구축할 때, 명확하게 구분 가능하도록 하는 모델 구축 방법을 통해 의도 인식률을 높일 수 있는 방법의 연구가 필요하다.

감사의 글 : 본 연구는 21세기 프론티어 연구 개발 사업의 일환으로 추천되고 있는 정보통신부의 유비쿼터스컴퓨팅 및 네트워크원천기반기술 개발사업의 지원을 받았습니다.

참 고 문 헌

[1] M. Weiser, "Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing," *Communications of the ACM*, Vol. 36, pp. 75-84, 1993

[2] M. Fishbein and I. Ajzen, "Belief, Attitude, Intention and Behavior: An Introduction to Theory and Research," Addison-Wesley, Reading, MA, 1975.

[3] H. C. Triandis, "Values, Attitudes, and

Interpersonal Behavior," *Nebraska Symposium on Motivation*, Vol. 27, pp. 195-259, 1980.

[4] M. Conner and P. Sparks, "Extending the Theory of Planned Behavior: A Review and Avenues for Further Research," *Journal of Applied Social Psychology*, Vol. 28, pp. 1429-1464, 1998

[5] S. Milne, S. Orbell, and P. Sheeran, "Prediction and Intervention in Health-Related Behaviour: A Meta-Analytic Review of Protection Motivation Theory," *Journal of Applied Social Psychology*, Vol. 30 pp. 106-143, 2000

[6] D.M Kim, K.H Park, J.H Jung, and J.H Lee, "Personalized Music Recommendation System Using Improved K-means Clustering Algorithm," *International Symposium on Advanced Intelligent Systems*, pp. 945-948, 2007

[7] L. Rabiner and B. Juang, "An Introduction to Hidden Markov Models," *ASSP Magazine*, Vol. 3, pp. 4-16, 1986

[8] WEKA: Data Mining Software in Java, "<http://www.cs.waikato.ac.nz/~ml/weka/index.html>"

[9] Jahmm - Java Implementation HMM, "<http://www.run.montefiore.ulg.ac.be/~francois/software/jahmm/>"