

스마트 홈 환경에서의 개인화된 서비스를 위한 사용자 프로파일 관리 기법

서영정, 우운택
{ ysuh, wwoo } @gist.ac.kr
광주과학기술원 정보통신공학과 U-VR 연구실

User Profile Management for Personalized Services in smart home environment

Youngjung Suh, Woontack Woo
U-VR Lab., Info. & Comm., Gwang-Ju Institute of Science and Technology

요약

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 상황 인지 서비스 제공을 위한 프레임워크들은 환경에 있는 응용 서비스들로 하여금 사용자 행동 패턴을 지속적으로 모니터링하며, 하나의 중앙집중식 서버에서 축적된 사용자 프로파일을 관리하도록 개발되어 왔다. 그러나, 전체 환경이 사용자 개개인의 서비스에 대한 요구 및 선호도를 파악하고 관리하는 일은 비효율적이다. 그리하여, 사용자 프로파일 관리 서버를 사용하지 않고 개인화된 서비스를 제공하기 위하여 휴대용 정보 단말기가 직접 사용자의 서비스에 대한 선호도를 인식하고 관리하는 사용자 프로파일 관리 프레임워크를 제안한다. 스마트 홈 환경의 이동형 사용자의 컨텍스트 인식을 위해서는 사용자 몸에 부착되어 있는 센서들이 사용자에 대한 정보를 휴대용 정보 단말기로 전달하며, 각 정보 단말기는 다양한 센서들로부터 획득한 정보와 정보단말기를 통해 제공되는 사용자의 직접적인 요구정보를 서비스 목적에 맞게 재해석하여 사용자 선호도에 맞는 서비스 내용을 제공하도록 하는 것이다. 제안된 프레임워크는 휴대용 정보 단말기를 통해 사용자와 환경과의 상호작용을 필요로 하는 유비쿼터스 기술이 활용 가능한 다양한 어플리케이션에 광범위하게 활용될 수 있다. 더 나아가, 사용자의 사적인 정보 보호를 보장하면서 개인화된 서비스 제공을 가능하게 할 수 있다.

1. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에는 광범위한 네트워킹, 컴퓨팅, 그리고 분산화된 서비스나 콘텐츠들과 함께 다양한 종류의 컨텍스트 정보가 산재해 있다. 지난 수년간 상황 인지 기술 (Context-aware technologies) 에 관한 연구 활동들이 이루어져 왔다. 이러한 연구들에서는 환경 컨텍스트, 사용자 컨텍스트, 컴퓨팅 자원 컨텍스트 등의 몇 가지 종류의 컨텍스트 종류에 대해 언급한다 [1]. 그러한 종류의 컨텍스트들 가운데 사용자 관련 컨텍스트

정보는 개인화된 서비스 제공에 필수적 요소이다. 이와 관련하여, 유비쿼터스 컴퓨팅 분야에서 상황 인지 서비스를 지원하기 위한 사용자 프로파일 데이터 모델에 대한 연구들이 진행되어 왔다[4, 5, 6]. 또한, 최근 개인화된 서비스 제공을 위하여 다양한 종류의 사용자 관련 컨텍스트 정보를 기술하고 활용하는 프레임워크를 개발하려는 많은 시도들이 있어 왔다[2, 3, 7].

기존의 잘 알려진 사용자 프로파일을 활용한 상황 인지 서비스 제공에 관한 접근 방식들은 다

음과 같은 한계점을 지닌다. 사용자에게 상황 인지 서비스들을 제공하기 위하여 일련의 사용자 행동 패턴들을 지속적으로 모니터링 하는 컨텍스트 관리 서버를 이용할 경우, 사용자의 서비스 사용에 대한 선호도 정보를 외부로부터 보호할 수 있는 사적 정보 보호 메커니즘이 함께 개발되어야 한다. 한편, 각각의 서비스가 관리하는 방식은 서비스가 추가될 때마다 서비스 실행을 위한 컨텍스트 조건을 모든 사용자가 각 서비스마다 직접 입력 해야 하는 번거로움이 생기고, 시간이 지남에 따라 복잡해지는 사용자 별 서비스 사용에 대한 컨텍스트 조건을 관리하는데 어려움이 발생한다. 또한 한 사용자의 다수의 서비스 사용에 대한 선호도 정보의 분석을 통한 보다 정확하고 깊이 있는 사용자 분석이 어렵다. 또한, 기존의 시스템들은 사용자가 제공 받기를 원할 거라 예측 가능한 서비스들을 순차적으로 추천해주는 수준의 서비스 제공 방법으로 제한되어 있다. 즉 서비스 특성이나 서비스의 구체적 내용이 사용자 별로 적응적으로 반응할 수 있는 개인화된 서비스 제공 방법을 지원하지 않는다.

위와 같은 한계점들을 극복하기 위해서 제안된 프레임워크에서는 환경에 있는 사용자와 응용 서비스가 각각이 서로 분산된 독립적인 객체로써 존재하여 서비스의 향유 및 제공이라는 사용자와 서비스간의 상호작용이 필요한 상황에서만 그들 사이에 컨텍스트를 교환할 수 있도록 하는 메커니즘을 지원한다. 이를 위하여, 중앙집중식의 홈 서버를 두지 않고 개인화된 상황 인지 서비스를 제공할 수 있는 메커니즘을 개발하였다. 일반적으로 서비스 사용에 대한 개인별 선호도를 파악하기 위해서는 개인별 기본적인 프로필 정보와 함께 서비스 사용에 대한 개인별 성향이나 특징이 많은 시간 동안 수집 및 분석되어야 한다. 이 때, 휴대용 정보 단말기는 사용자가 지니고 있는 상태에서 각 서비스 사용에 대한 컨텍스트 조건을 쉽게 분석할 수 있는 사용자의 서비스 사용 피드백 정보를 수집하여 학습함으로써 사용자가 컨텍스트 조건을 직접 지정하지 않는 상황에 대한 서비스 제공도 최적화시킬 수 있다. 이는 홈 서버나 환경

내의 모든 응용 서비스들이 사용자 별로 서비스 사용 선호도를 일일이 관리하고 업데이트 해야 하는 부담감을 효과적으로 줄일 수 있다. 또한, 개인화된 서비스 제공을 위하여 사용자의 서비스 사용에 대한 선호도 정보의 학습을 통하여 각 사용자의 개별 선호도 정보를 반영한 서비스 특성 및 내용 제공이 보장된다. 특히, 제안된 프레임워크에서는 사용자가 휴대용 정보 단말기를 통하여 서비스를 제공 받기를 원하는 상황에서만 자신의 개인 정보를 배포함으로써 자신의 사생활 보호를 보장 받을 수 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2 절에서는 사용자 프로필 관리 방법에 대한 설명이 이루어진다. 3 절에서는 구현 및 실험 결과에 대해서 설명한다. 마지막으로 4 절에서는 결론과 향후 개발 계획에 대해 언급한다.

2. 사용자 프로필 관리 방법 (User Profile Management Method)

사용자 프로필 관리기 (User Profile Manager)는 착용형 컴퓨팅 환경에서 상황인지 응용 모델 [9]을 위한 중요한 컴포넌트들 중의 하나이다. 그림 1 에서 보여지듯이, 사용자 프로필 관리기의 특징적인 역할은 개인화된 서비스 제공을 위한 사용자의 서비스 사용에 대한 선호도를 학습하는 것이다. 특히, 사용자 프로필 관리기는 사용자 별 서비스 사용에 대한 컨텍스트 조건을 나타내는 사용자 조건 컨텍스트를 생성하고 자동으로 업데이트하는 동시에, 환경에 배포한다.

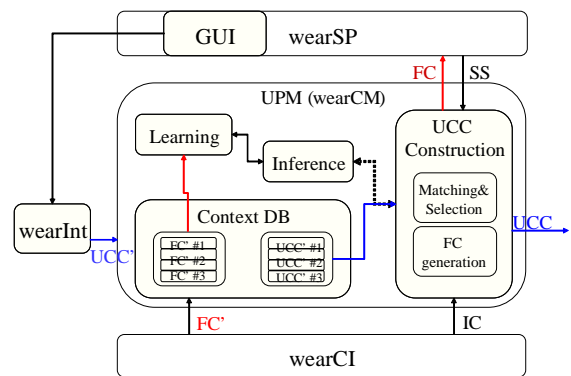


그림 1. User Profile Manager in wear-UCAM

2.1 컨텍스트 기반 사용자 프로파일 기술 (Context-based User Profile Description)

스마트 홈 환경은 각 사용자에게 맞는 개인화된 서비스를 제공한다. 즉, 스마트 홈 환경에서는 서비스의 자동 실행을 위한 컨텍스트 조건이나 서비스 사용에 대한 사용자의 선호도(프로파일) 정보를 사용자 별로 관리함으로써, 서비스는 사용자에게 따라 서로 다른 반응을 나타낼 수 있다. 예를 들어, TV 서비스가 자동으로 실행되기 위해, 하루 중 어느 때에, 거실의 소파에 앉을 때, 어떤 행동을 취할 때, 어떤 신체 상태에 있을 때 등과 같이 각 사용자 별로 자신이 서비스를 받고자 하는 컨텍스트 조건을 지정할 수 있다. 또한, 사용자의 TV 서비스의 콘텐츠에 대한 선호도 정보를 통해 뉴스 등의 시사 관련 채널, 교육 관련 채널, 드라마와 관련된 오락 관련 채널 등을 자동으로 선택하여 제공할 수 있다. 일반적으로 사용자 프로파일은 그것의 특성에 따라서 정적 프로파일과 동적 프로파일의 두 가지 종류로 분류한다. 본 논문에서는 스마트 홈 환경 내에서 동적으로 변해 가는 다양한 응용 서비스 사용에 대한 사용자의 특성, 성향 등의 선호도 정보를 좁은 의미에서의 사용자 프로파일이라고 정의한다. 응용 프레임워크의 서비스 제공기에 의해 제공되는 wear-UCAM은 ubi-UCAM과 단일화된 컨텍스트(unified context)를 공유하므로, 사용자 관련 정보들 즉 사용자 프로파일은 unified context [8]의 Context5W1H의 각 필드에 조직적이며, 확장 가능하도록 기술된다. 사용자 프로파일은 'Who'를 중심 요소로 사용자 조건 컨텍스트의 5W1H에 기술된다.

2.2 사용자 프로파일 처리(User Profile Handling)

컨텍스트 수집(Context Aggregation)

앞 절에서 언급했듯이, 사용자 프로파일은 환경내의 서비스 사용에 대한 선호도 정보이다. 따라서, 사용자가 원하는 서비스의 실행 결과를 포함하고 있는 최종 컨텍스트는 사용자 조건 컨텍스트 생성에 유용한 정보이다. 그리하여, 환경에 있는 서비스들로부터 최종 컨텍스트들을 수집하여 관리함으

로써, 동적으로 변하는 service-specific user preferences를 획득할 수 있다. 통합 컨텍스트는 사용자의 스트레스 레벨이나 사용자의 주목 정도 등과 같은 사용자의 신체 상태를 기술할 수 있는 의미 있는 사용자 컨텍스트로써 사용자 프로파일 생성에 활용된다. 결국, 컨텍스트 매칭 및 학습과정 후에, 사용자가 특정 상황하에 특정 서비스를 제공받고 싶어한다는 간접적인 의도를 반영하는 사용자 조건 컨텍스트를 업데이트 함으로써 사용자에게 보다 더 개인화된 서비스를 제공할 수 있다.

사용자 조건 컨텍스트 생성 및 보급 (User Conditional Context Generation and Dissemination)

그림 2는 사용자 조건 컨텍스트의 생성 및 배포를 위한 컨텍스트 처리 모듈을 보여주고 있다. 우선, GUI를 통해서 제공되는 사용자 관련 정적 프로파일 정보를 사용자 조건 컨텍스트 데이터 베이스에 사용자 조건 컨텍스트 형태로 저장한다. 주기적으로 수집되는 최종 컨텍스트들은 최종 컨텍스트 데이터 베이스에 저장되며, 일정 간격으로 수집된 최종 컨텍스트들을 활용하여 동적 사용자 프로파일 정보를 분석하고 학습한다. 마지막으로 컨텍스트 매칭 과정을 통하여 사용자 조건 컨텍스트를 생성하고 필요한 경우 추론과정을 통하여 사용자 조건 컨텍스트 내용을 보강한다. 만약 마지막으로 선택된 사용자 조건 컨텍스트의 5W1H의 필드 중 사용자의 상황 정보 즉 4W1H(who, where, when, why, how)는 알 수 있으나, 사용자가 그 상황에서 제공받고자 하는 서비스 정보를 기술하고 있는 'What' 컨텍스트 필드가 비어 있을 경우 이를 추론해 내기 위하여 신경망으로 학습된 추론 네트워크를 활용한다. 즉 사용자 조건 컨텍스트의 3W1H('Who'의 경우 단일 사용자를 가정하므로 제외)가 추론 네트워크의 입력모듈로 제공되며, 추론 네트워크는 입력 데이터와 특정 서비스 종류나 서비스 파라미터 값을 연관시킴으로써 사용자가 제공받기를 원하는 서비스 정보를 유추해 낸다. 그 결과 4W1H와 추론된 'What'을 포함한 사용자 조건 컨텍스트가 형성되고 이는 네트워크 모듈

을 통해 외부로 보급된다.

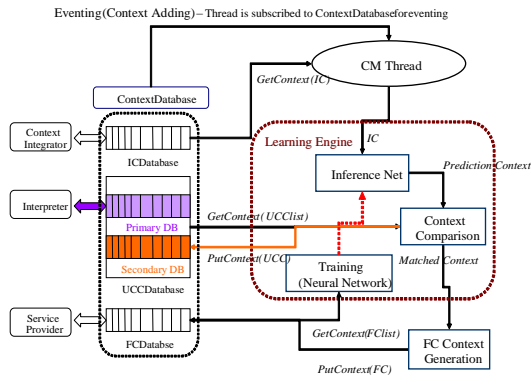


그림 2. User Profile Handling Module

그림 3에서 볼 수 있듯이, 네트워크를 통하여 환경에 있는 서비스들에게 보급된 사용자 조건 컨텍스트들은 환경에 있는 ubiService[8]들이 사용자가 원하는 해당 서비스를 구동시키기 위하여 활용된다. 즉 사용자의 서비스에 대한 선호도 정보가 환경에 전달됨으로써, 개인화된 서비스 제공이 가능하다.

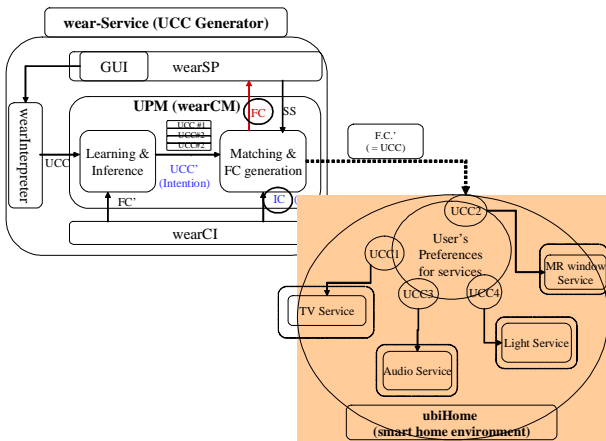


그림 3. Interaction between User Profile Manager of a user and services in the environment

신경망을 활용한 사용자 프로파일 업데이트 (User Profile Update using Neural Network)

홈 환경에 새로 들어온 사용자가 wearUCAM[10]에서 제공하는 GUI를 통해서 그들의 개인 정보나 그 환경 내에서 사용 가능한 서비스에 대한 선호도 정보를 비록 지정할 수 있다 하더

라도, 사용자의 직접적인 요구 명령이 명시적으로 제공되지 않는 경우에 사용자의 서비스에 대한 선호도가 자동적으로 업데이트되는 메커니즘이 필요하다. 그리고 사용자가 사용자 PDA의 GUI를 통해서 최초로 설정한 적이 없는 서비스에 대한 사용자의 서비스 사용 욕구는 어떻게 해결해 줄 것인가? 이러한 상황에 대비하여, 서비스에 대한 사용자의 선호도를 추론할 수 있도록 사용자의 행동 패턴과 이용 서비스간의 관계를 학습할 필요가 있다. 결국, 학습 및 추론의 결과는 사용자 프로파일의 동적 업데이트에 반영될 수 있다. 사용자 프로파일을 업데이트 함에 있어서, 학습 엔진은 주어진 입력데이터 즉 시스템이 감지한 현재 사용자의 상태(상황)에 대하여 제공할 만한 가장 적절한 서비스 정보를 이끌어 낼 수 있다. 사용자 서비스에 대한 선호도 학습을 위해 제안된 프레임워크에서는 오래 전부터 선형적이든 비선형적인 함수를 근사화 하기 위한 확립된 기초 토대를 제공할 수 있다고 알려져 있는 Multiple-Layer Perceptron (MLP) neural network [10]을 적용한다.

3. 구현 및 실험 (Implementations and Experiments)

우리는 홈 환경에 유비쿼터스 컴퓨팅 기술을 적용하기 위해 개발된 테스트 베드인 'ubiHome [11]'을 실험 환경으로 활용하였다. wearUCAM이 내장되어 있는 두 가지 타입의 시스템이 자바로 구현되었다. 첫 번째 시스템은 PC에서 구현되었고, JDK version 1.5를 사용하여 Java 2 Standard Edition (J2SE) of Java에서 실행된다. 두 번째 버전은 PDA (iPAQ h5550)에서 구현되었고, Personal Java (Java 1.1.8 compatible)를 사용하여 PocketPC 2003에서 실행되며 128 Mb RAM + 48 Mb ROM의 사양을 가진다. 그림 4에 보여지듯이, 'ubiHome'에 설치되어 있는 센서들과 함께 사용자의 신체 상태에 관한 컨텍스트 정보를 얻기 위하여 생체신호 센서들이 부착된 손목 시계형 센싱 디바이스를 활용한다[12].



그림 4. Wrist type sensing devices

사용자에게 개인화된 서비스를 제공하기 위하여, 환경 내에서의 사용자의 위치를 추적하기 위한 위치 추적 센서, ubiTrack [13] 등과 같은 홈 내에 산재되어 있는 센서들로부터 얻은 몇 가지 타입의 신호들과 사용자 몸에 부착된 착용형 센서들로부터 얻은 생체 신호들을 분석 및 처리하여 의미 있는 사용자 컨텍스트를 만들어 낸다. 제안된 프레임워크의 유용성을 입증하기 위하여 우리는 홈 환경에 있는 ubiTV, MR Window, Audio, Light Service 등[11]과 같은 몇 가지 서비스들을 활용한다. 그림 5 에서 볼 수 있듯이, 사용자 프로파일 관리기에서 네트워크를 통해서 환경에 전달된 사용자 조건 컨텍스트들은 환경의 응용 서비스들이 해당 사용자에게 개인화된 서비스를 제공하는데 활용된다.

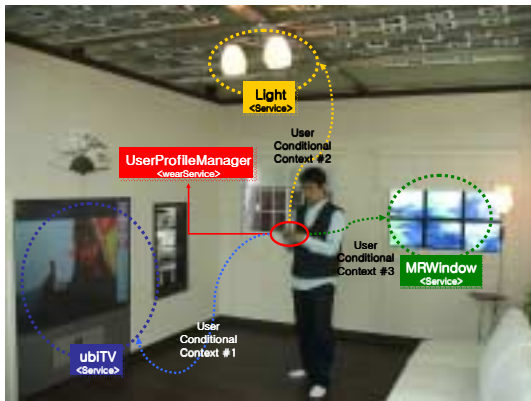


그림 5. 사용자 조건 컨텍스트의 환경으로의 전달 (User Conditional Context Delivery to Environments)

사용자 프로파일의 동적 업데이트를 위하여, 적용한 신경망의 학습의 방법이 지도 학습 (supervised learning) 이므로, 학습을 하기 위해서 입력 데이터와 원하는 출력 데이터의 세트가 신경망의 입력 단으로 전달되어야 한다. 우선, MLP 는 3W1H 의 컨텍스트와 사용자의 의도정보를 표현하는 ‘what’ 컨텍스트 정보간의 비선형적인 관계성을 복잡한 사용자의 서비스 사용 패턴 분석의 과정 없이 샘플 데이터를 통해서 학습한다. 그림 6

은 신경망 학습, 컨텍스트 추론 및 매칭의 과정을 보여주고 있다.

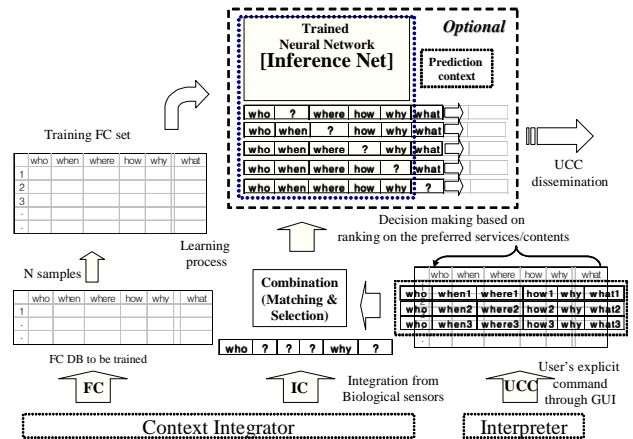


그림 6. Context Inferring and Matching

제안된 프레임워크에서는, 3W1H 의 사용자 상황을 기술하는 컨텍스트 (i.e. when, where, how, and why) 가 직접적으로 몇 가지 서비스 종류들 i.e. {TV.On/Off, Audio.On/Off, TV.On.Comedy, etc.}로 연결된다. MLP 의 각 입력 데이터의 뉴런의 개수는 3W1H 컨텍스트의 각 element 의 가능한 샘플의 개수를 의미하고 출력 층의 뉴런의 개수는 ‘What’ 컨텍스트의 element 의 가능한 샘플들의 개수를 의미한다. 그림 7 은 MLP 의 이러한 실험 데이터 세트를 사용했을 때의 학습 결과를 네트워크 상태 정보와 함께 나타낸 것이다. 이 실험에서, 우리는 네트워크가 얼마나 빠르게 99% 에 가까운 인식률에 도달하는지를 관찰하였다. 그림 7 에서 볼 수 있듯이, T3 네트워크에서 가장 작은 반복 횟수는 5 이다. 이것은 272 개의 뉴런(the number of INPUT nodes times the number of OUTPUT nodes)의 1 hidden layer topology 상태에서 가장 에러에 강인하다는 것을 알 수 있다.

Network Status	T1	T2	T3	T4
Inputs	16	16	16	16
Outputs	17	17	17	17
Vectors	160	160	160	160
Neurons	33	65	305	97
Hidden Layers (TOPOLOGY)				
the # of hidden layer	0	1	1	2
the # of nodes/h		32 (= INPUT X 2)	272 (= INPUT X OUTPUT)	32 (= INPUT X 2)
the total # of nodes		32	272	64
Training Parameters				
learning rate	0.3	0.3	0.3	0.3
Stopping condition				
the # of iterations	7094	304	5	97
Tolerance %	95%	95%	95%	95%
Results				
total error rate	4.99	4.96	1.17	4.96
% Correct	99.95	99.95	99.98	99.95

그림 7. Learning Results with Network status (adjusting learning rate and iteration number)

우리는 학습 데이터 세트의 원하는 출력 데이터와 실제 출력 데이터와의 비교 결과를 관찰함으로써, 실제 출력 데이터가 원하는 출력 데이터에 근사화된다는 것을 확인할 수 있었다.

4. 결론 및 향후 계획 (Conclusion and future works)

본 논문에서는 스마트 홈 환경에서 휴대용 정보 단말기에서 사용자의 서비스 사용 선호도를 관리하는 사용자 프로파일 관리기를 제안하였다. 사용자 프로파일 관리기는 네트워크를 통하여 환경 내의 다양한 응용 서비스들에게 사용자 조건 컨텍스트를 생성하여 배포함으로써, 사용자에게 개인화된 서비스를 제공하는 데 중요한 역할을 한다. 또한 사용자 프로파일 관리기는 사용자의 서비스 사용 선호도를 가장 잘 반영하고 있는 컨텍스트 정보를 생성하기 위하여 사용자의 서비스 사용 피드백 정보를 학습함으로써 사용자 프로파일을 동적으로 업데이트하며, 사용자의 서비스 사용 선호도 히스토리 정보로 관리한다. 한편, 사용자 프로파일 업데이트를 위한 신경망의 학습 결과는 사용자의 센싱된 상황정보로 사용자가 선호하는 서비스 정보를 추론함에 있어서 충분히 설득력이 있음을 확인하였다. 향후 연구 계획으로는 사용자의 피드백 정보의 실시간 반영 메커니즘의 고안과 신경망의 적용 결과에 대한 평가이다. 마지막으로 사용자의 사적인 정보 보호를 지원하는 메커니즘이 추가적으로 연구 및 개발되어야 한다.

참고 문헌

1. Anind K. Dey and Gregory D. Abowd, "Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness.", Proceedings of the CHI 2000 Workshop on "The What, Who, Where, When, and How of Context-Awareness.", The Hague, Netherlands, April 1-6, 2000.
2. R. Want, K. Fishkin, B. Harrison and A. Gujar, "Bridging Physical and Virtual Worlds with Electronic Tags," In *Proc of ACM SIGCHI 99*, May 1999.

3. A. K. Dey, D. Salber, G. D. Abowd, "A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Computing," *Human-Computer Interaction (HCI) Journal*, Vol. 16, pp.97-166, 2001.
4. Barry Smyth and Paul Cotter, "Personalized adaptive navigation for mobile portals", *ECAI 2002*, (2002).
- 5 Context-Aware Personalised Service Delivery. In R Lopez de Mantaras & L Saitta (ed), *Proceedings of the Sixteenth European Conference on Artificial Intelligence - ECAI-2004* (Valencia, Spain), IOS Press, Amsterdam, pages 1077-1078, 2004.
- 6 C. Muldoon, G.M.P. OHare, D. Phelan, R. Strahan, and R.W. Collier, 'Access: An agent architecture for ubiquitous service delivery', in *Proceedings Seventh International Workshop on Cooperative Information Agents (CIA)*, (2003).
7. Daisuke Morikawa, Masaru Honjo, Akira Yamaguchi, Masayoshi Ohashi, KDDI Corporation, "A Proposal of User Profile Management Framework for Context-Aware Service," In SAINT-W'05, January 31 - February 04.
8. Y.Oh, W.Woo, "A unified Application Service Model for ubiHome by Exploiting Intelligent Context-awareness," UCS'04, pp. 117-122, 2004.
9. D.Hong, W.Woo, "wear-UCAM: A Toolkit for Wearable Computing," ubiCNS05, Proceeding CD, 2005.
10. Richard P. Lippmann. An introduction to computing with neural nets. *IEEE Acoustics, Speech and Signal Processing Magazine*, 4(2):4--22, April 1987.
11. Seie Jang, Choonsung Shin, Yoosoo Oh, and Woontack Woo, "Introduction of "UbiHome" Testbed," *The first Korea/Japan Joint Workshop on Ubiquitous Computing & Networking Systems 2005(ubiCNS2005)*, Proceeding CD, 2005.
12. A.Choi and W.Woo, "Feature extraction for emotion analysis based on physiological signal pattern", *KHCI2005*, pp. 624-629, 2005.
13. S.Jung, W.Woo, "UbiTrack: Infrared-based user Tracking System for indoor environment," *ICAT04*, pp. 181-184, 2004