

wear-UCAM: 착용형 컴퓨팅을 위한 컨텍스트기반 어플리케이션 모델

홍동표*, 우운택

광주과학기술원 정보통신공학과 U-VR 연구실

wear-UCAM: Unified Context-aware Application Model for Wearable Computing

Dongpyo Hong*, Woontack Woo

GIST U-VR Lab,

{dhong, wwoo}@gist.ac.kr,

요 약

본 논문에서는 착용형 컴퓨팅을 위한 컨텍스트기반 어플리케이션 모델인 wear-UCAM (Unified Context-aware Application Model for Wearable Computing)을 제안한다. 유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 관심이 고조되고 이와 함께 관련된 기술들이 발전함에 따라서, 언제 어디서나 손쉽게 컴퓨팅 자원을 활용할 수 있는 사용자 중심의 착용형 컴퓨팅에 관한 연구도 학계나 산업계에서도 활발히 진행 중이다. 제안된 wear-UCAM은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자와 관련된 개인 정보를 센서로부터 획득하고 획득된 정보를 처리 및 분석해서 사용자의 컨텍스트에 따른 개인화된 서비스를 제공할 수 있는 모델이다. 제안된 wear-UCAM의 특징은 다음과 같다. 1) 센서에서 획득된 정보로부터 사용자 정보 (User Profile)의 갱신, 2) 사용자의 생체 신호 수집 및 생체 신호 분석, 그리고 3) 다른 착용형 컴퓨터나 환경으로부터 사용자에 대한 개인 정보 보호이다. 본 논문에서 제안된 wear-UCAM은 컨텍스트 처리 과정의 추상화 및 센서와 응용 서비스간의 독립성 보장을 위한 다양한 컴포넌트들을 포함하고 있다. 따라서, 제안된 wear-UCAM은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 착용형 컴퓨팅에 필요한 사용자 중심의 컨텍스트기반 어플리케이션을 지원할 수 있는 모델이다. 본 논문에서는 제안된 wear-UCAM 프레임워크의 설계와 디자인된 wear-UCAM의 구체적인 구현 방법에 대해서 자세히 설명한다.

1. 소개

최근 유비쿼터스 컴퓨팅의 확산과 더불어 관련된 기술들이 발전함에 따라서 착용형 컴퓨팅에 관한 관심도 증대되고 있다 [1]. 일반적으로 유비쿼터스 컴퓨팅에서는 다양한 센서를 환경에 설치해야 하는 환경적 인프라가 요구된다 [2]. 따라서, 이러한 컴퓨팅 환경에서는 개인 정보 유출과 같은 사생활 침해와 개인화된 정보를 관리하기가 쉽지 않다 [3]. 유비쿼터스 컴퓨팅과는 달리 착용형 컴퓨팅에서는 사용자 개인과 관련된 정보를 센서로부터 수집하고 분석하여 사용자에게 적절한 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 즉, 개인과 관련된 정보를 환경에서 처리하는 것이 아니라 착용형 컴퓨터를 통해서 처리함으로써 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 개인 정보를 보호하면서도 사용자가 필요한 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 착용형 컴퓨팅이 주목 받는 이유는 이와 같이 유비쿼터스 컴퓨팅이 갖는 취약점을 보완할 수 있기 때문이다. 하지만, 착용형 컴퓨팅을

위한 구체적인 어플리케이션 모델에 관한 연구는 유비쿼터스 컴퓨팅과 관련된 연구에 비해서 아직까지 미비하다 [4-6].

본 논문에서는 착용형 컴퓨팅을 위한 컨텍스트기반 어플리케이션 모델인 wear-UCAM (Unified Context-aware Application Model for Wearable Computing)을 제안한다. 제안된 wear-UCAM은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자와 관련된 개인 정보를 센서로부터 획득하고 획득된 정보를 처리 및 분석해서 사용자의 컨텍스트에 따른 개인화된 서비스를 제공할 수 있는 모델이다. 제안된 wear-UCAM의 특징은 다음과 같다. 1) 센서에서 획득된 정보로부터 사용자 정보 (User Profile)의 갱신, 2) 사용자의 생체 신호 수집 및 생체 신호 분석, 그리고 3) 다른 착용형 컴퓨터나 환경으로부터 사용자의 개인 정보 보호이다. 본 논문에서는 제안된 wear-UCAM에서 정의한 센서와 서비스간에 필요한 컨텍스트의 처리 과정을 추상화하여 제시한다. 이와 같은 컨텍스트의 처리 과정을 추상화하기 위해서 제안된 wear-UCAM에서는 다양한 소프트웨어 디자인 패턴 (Design

Pattern)을 적용하여 각 모듈간의 컨텍스트 처리 과정을 추상화하였다 [7][8]. 그리고, 제안된 wear-UCAM 은 wearSensor 와 wearService 로 센서와 서비스를 분리함으로써 다양한 센서와 응용 프로그램들간의 독립성을 보장한다. 센서와 서비스간의 독립성 보장은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경과 같이 분산 컴퓨팅 환경에서 필요한 요소들 중 하나이다. 또한, 제안된 wear-UCAM 은 센서와 서비스간의 자유로운 연결을 지원하기 위한 네트워킹 기능, 센서와 서비스간의 통신을 통합된 형태로 보장할 수 있는 정형화된 컨텍스트의 표현도 포함하고 있다. 뿐만 아니라, 사용자의 생체 신호를 추출하고 분석할 수 있는 센서와 다양한 센서로부터 추출된 데이터를 분석하고 가공하여 컨텍스트화할 수 있는 다양한 컴포넌트들도 포함하고 있다. 따라서, 제안된 wear-UCAM 은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 착용형 컴퓨팅에 필요한 사용자 중심의 컨텍스트기반 어플리케이션을 지원할 수 있는 모델이다. 본 논문에서는 제안된 wear-UCAM 의 설계와 디자인된 wear-UCAM 의 구체적인 구현 방법에 대해서 자세히 설명한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 제안된 착용형 컴퓨팅을 위한 어플리케이션 모델의 구조 및 구성 요소들에 대해서 설명한다. 3 장에서는 제안된 모델에 대한 결론과 향후 과제에 대해서 언급한다.

2. wear-UCAM 의 구조 및 구성 요소

그림 1 은 wear-UCAM 의 구조 및 정형화된 컨텍스트의 흐름을 통해서 내부 구성 요소들 간의 관계를 개념적으로 표현한 그림이다 [4].

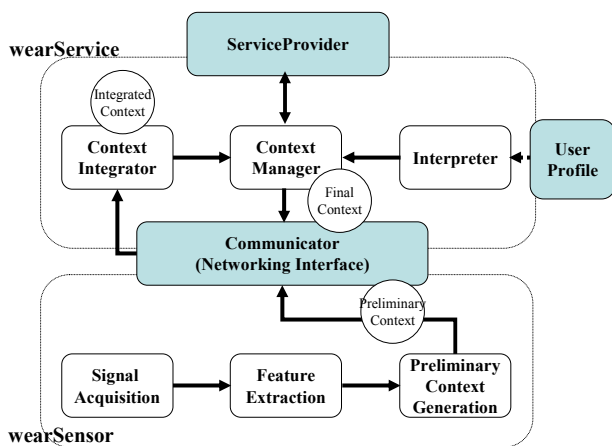


그림 1. 제안된 wear-UCAM의 개념 구조도

그림 1 과 같이, 제안된 wear-UCAM 은 센서와 서비스를 분리하도록 하였을뿐만 아니라 모든 센서와 서비스가 네트워킹 기능을 포함하고 있다. 따라서, 제안된 모델은 센서와 서비스가 독립적으로 동작하기때문에 착용형 컴퓨팅 환경처럼 컴퓨팅 자원이 비교적 제한적인 환경에서도 동작하도록 보장 한다.

제안된 wear-UCAM 은 ubi-UCAM [4]과 같이 정형화된 컨텍스트를 활용하여 센서와 서비스간에 통신이 가능하게 하였다. 하지만, 사용자의 개인 정보와 관련된 컨텍스트는 사용자 Profile 관리 기법(사용자 개인 정보의 보관, 관리 및 갱신이 가능한 객체 형태)을 활용하여 다른 착용형 컴퓨터나 환경으로부터 보호할 수 있도록 하였다.

2.1 wear-UCAM 의 구조

wear-UCAM 은 UCAM¹의 일부분이며, 착용형 컴퓨팅 환경에서 필요한 다양한 컴포넌트를 패키징한 것이다. 그림 2 는 UCAM 의 전체 구조에서 wear-UCAM 과 관련된 것들을 계층적 구조로 표현한 그림이다.

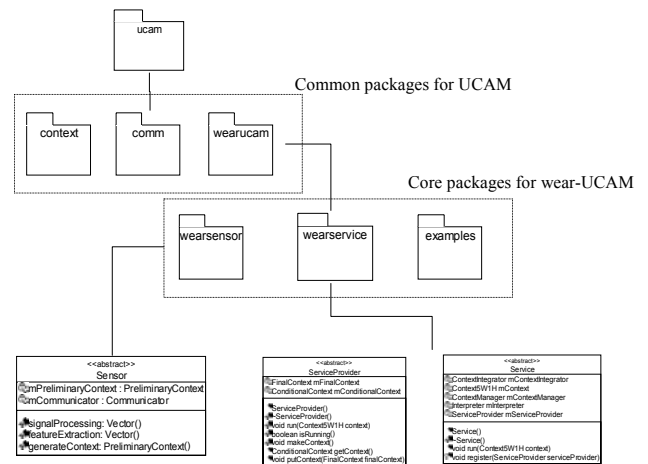


그림 2. wear-UCAM의 계층적 구조

그림 2 에서 보듯이, wear-UCAM 은 UCAM 에서 사용하는 컨텍스트 정형화와 관련된 context 패키지 와 센서와 서비스에 네트워킹 기능을 제공하는 comm 패키지를 공유한다². wear-UCAM 의 중요 패키지는 wearsensor, wearservice 패키지로 wearucam 으로 패키지화되어 있다. 그림 2 와 같이 wearucam 패키지에는 착용형 컴퓨팅에서 활용가능한 센서와 서비스를 충분히 지원하기 위해서 필요한 기능만을 추출하여 추상화 (Abstract Class) 작업을 하였다. 예를 들면, wear-UCAM 에서의 Sensor 모듈은 센서로부터 신호를 추출하고, 추출된 신호를 분석하여 초별 컨텍스트 (Preliminary Context)를 생성하는 역할을 담당한다. 따라서, wear-UCAM 의 센서를 구현하기 위해서는 위의 3 가지 기능을 반드시 구현하도록 개발자들에게 요구한다. 이와 관련된 자세한 내용은 2.2 절의 처리 과정의 추상화 (Procedural Abstraction)에서 자

¹ UCAM 은 Context-aware Application Model 로서, 본 연구실에서는 홈 환경 중심의 유비쿼터스 컴퓨팅환경을 목적으로 한 ubi-UCAM, 사용자 중심의 착용형 컴퓨팅 환경을 목적으로 한 wear-UCAM, 그리고 현실과 가상 공간을 접목하려고 한 vr-UCAM 이 각각 개발 중에 있다.

² 각 UCAM 간의 통신을 원활하게 지원 하기 위해서는 통일된 통신 방법과 규약이 필요하다.

세히 설명한다.

결국, wear-UCAM 의 구조는 착용형 컴퓨팅 환경에서 컨텍스트 기반 어플리케이션의 개발을 용이하게 할뿐만 아니라, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 어플리케이션과도 정형화된 컨텍스트와 동일한 네트워크 기능을 통해서 쉽게 융합될 수 있는 구조이다.

2.2 컨텍스트 처리 과정의 추상화

제안된 wear-UCAM 에서는 앞에서 설명한 것처럼 다양한 디자인 패턴을 활용하여 착용형 컴퓨팅을 위한 컨텍스트기반 어플리케이션 개발을 용이하게 하도록 제안하였다. 하지만, 센서로부터 추출된 신호를 활용하여 컨텍스트를 생성하고 이용하기 위해서는 컨텍스트를 처리하는 일련의 과정이 필요하다. 따라서, 제안된 wear-UCAM 에서는 이와 같은 일련의 컨텍스트 처리 과정과 활용 과정을 처리 추상화(Procedural Abstraction)의 개념을 적용하여 제안한다 [9]. 2.1 절에서는 컨텍스트의 처리 과정에 대해서 간단히 설명하였다.

그림 3 은 컨텍스트 활용 과정의 추상화를 보여주는 예이다.

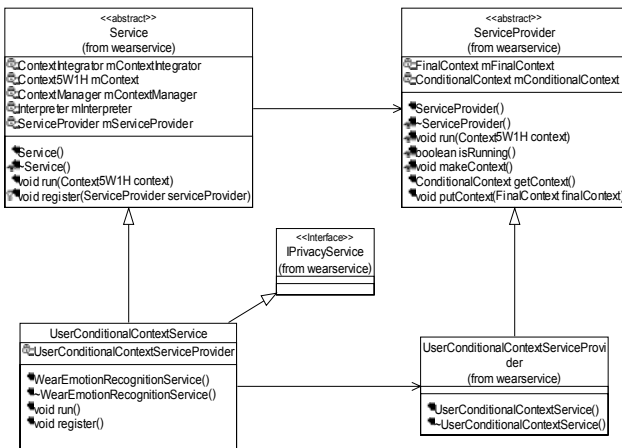


그림 3. 컨텍스트 활용 과정의 추상화 예

그림 3 은 wear-UCAM 의 wearservice 패키지에 구현된 Service 와 ServiceProvider 이다. wear-UCAM 에서 서비스는 컨텍스트를 처리하는 모든 컴포넌트들을 포함하고 항상 서비스 대기 상태가 되도록 정의 한다. 그리고, 특정 서비스 (예를 들면, 사용자의 스트레스 정도에 따른 음악 연주)를 구체적으로 제공하는 부분을 ServiceProvider 로 구현하도록 정의 한다. 따라서, 이와 같은 서비스 실행의 요구 조건을 만족시키기 위해서 그림 3 과 같이 설계하였다³. 제안된 wear-UCAM 의 Service 와 ServiceProvider 의 설계에서처럼 구체적인 구현 방법은 상이하지만, 컨텍스트를 활용하여 서비스를 제공하는 과정이 동일하기 때문에 처리 과정을 충분히 추상화 시킬수 있다. 처

³ Service 와 ServiceProvider 에서 사용된 디자인 패턴은 Strategy 기법이다.

리 과정의 추상화가 갖는 장점은 동일한 처리 과정을 보장하면서도 다양한 구현이 가능케하는 기법이다. 그리고, wear-UCAM 에서는 추상화 개념을 확장하여 서비스를 다양하게 분류하였다 [10]. 이는 특정 서비스가 하나의 서비스 형태로 귀속되는 것이 아니라 다중적 의미를 갖는 서비스 형태가 가능하다. 따라서, 추상화 기법은 wear-UCAM 과 같이 어플리케이션 모델에는 필요한 기법 중 하나이다.

2.3 wear-UCAM 의 컴포넌트들 과 기능

그림 1 에서처럼 wear-UCAM 은 다양한 센서들로부터 획득된 컨텍스트를 응용 프로그램에서 사용하기 위해서 일련의 컨텍스트 처리 과정이 필요하다. 표 1 은 wear-UCAM 에서 컨텍스트 처리 과정에 필요한 컴포넌트들을 센서와 서비스로 구분하여 나타낸다.

표 1. wear-UCAM 의 컴포넌트와 역할

구분	컴포넌트	역할
센서	Sensor*	wearSensor 의 기본 기능 제공 (신호처리, 특징추출, 초별컨텍스트 생성)
네트워크	Communicator	센서와 서비스간 동적 연결
서비스	Service*	wearService 의 기본 기능 제공 (ServiceProvider 등록, 서비스 분류)
	ContextIntegrator	초별 컨텍스트 분석을 통한 통합 컨텍스트 생성
	ContextManager	통합 컨텍스트와 사용자의 선호도를 비교하여 최종 컨텍스트 생성
	Interpreter	사용자의 개인 정보와 관련된 컨텍스트 관리
	ServiceProvider*	컨텍스트를 활용하여 착용형 컴퓨팅을 위한 서비스를 쉽게 구현할 수 있는 기능 제공

*는 추상화 클래스를 나타낸다.

제안된 wear-UCAM 의 센서 컴포넌트를 활용하여 구현된 wearBioSignalSensor(Sensor 의 인스턴스)의 경우 생체신호를 추출하고 추출된 생체신호로부터 연산된 특징값 들을 정수 혹은 실수 형태로 변환한다. 이와 같이 변환된 특징 값들은 초별 컨텍스트로 인식된다. 인식된 초별 컨텍스트는 네트워크 단을 통해서 다른 센서나 서비스로 전송된다 [11]. 센서나 서비스로부터 사용자의 컨텍스트들을 동적으로 전달하기 위해서 comm 패키지에있는 Communicator 컴포넌트를 사용한다. Communicator 에는 컨텍스트 필터링, 동적 멀티캐스팅 그룹 생성 및 컨텍스트 전달에 필요한 다양한 네트워크 기능들이 포함되어 있다 [12]. 서비스는 센서로부터 인식된 초별 컨텍스트를 컨텍스트 처리 및 활용 과정을 통해서 사용자에게 적합한 서비스를 한다. 한편, 서비스단의

ContextIntegrator 는 센서나 다른 서비스들로부터 컨텍스트화된 사용자의 생체 신호 정보 및 서비스 정보를 통합하여 통합 컨텍스트 (Integrated Context)를 인식한다. 이때, ContextIntegrator 는 초벌 컨텍스트와 같이 기초적인 컨텍스트 정보를 통합 알고리즘에 기반하여 통합 컨텍스트를 생성한다 [13]. 그리고, ContextManager 에서는 사용자의 개인 정보를 관리하는 Interpreter 로 부터 사용자의 개인 선호도와 통합된 컨텍스트를 비교하여 최종 컨텍스트 (Final Context)를 인식한다 [14]. 따라서, wear-UCAM 에서의 Interpreter 는 사용자의 상태를 갱신하고 사용자 정보를 관리하는 기능을 갖는다.

본 논문에서는 wear-UCAM 의 각 컴포넌트들이 ubi-UCAM 에서 제안된 컨텍스트 정형화 기법을 이용하여 통신하도록 하였다 [4]. 하지만, 착용형 컴퓨팅 환경에 맞게 ubi-UCAM 에서 제안된 컨텍스트를 수정하였다. 예를 들면, 사용자 생체 신호와 관련된 항목들이 추가 되었다.

3. 결론 및 추후과제

본 논문에서는 착용형 컴퓨팅을 위한 컨텍스트 기반 어플리케이션 모델인 wear-UCAM 을 제안하였다. 제안된 wear-UCAM 은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자와 관련된 개인 정보를 센서로부터 획득하고 획득된 정보를 처리 및 분석해서 사용자의 컨텍스트에따른 서비스를 제공할뿐만 아니라 개인 정보 보호의 기능도 가능한 컨텍스트 기반 어플리케이션 모델이다. 본 논문에서는 제안된 wear-UCAM 에서 정의한 센서와 서비스간에 필요한 컨텍스트의 처리 과정의 추상화, wearSensor 와 wearService 로 센서와 서비스를 분리함으로써 다양한 센서와 응용 프로그램들간의 독립성을 보장하였다. 하지만, 실제 착용형 컴퓨터에서 구현 및 테스트, 그리고 구체적인 컨텍스트 기반 어플리케이션을 실험하지 못하였다. 따라서, 향후 제안된 모델을 소프트웨어 공학적인 측면에서의 분석뿐만 아니라 컴퓨팅 자원이 비교적 제한적인 착용형 컴퓨터에서의 실험과 분석이 요구된다.

4. 참고 문헌

[1] M. Weiser, "Some computer science issues in ubiquitous computing", Communications of the ACM, vol. 36, no. 7, pp. 75-84, July 1993.

[2] Guanling Chen and David Kotz. "A Survey of Context-Aware Mobile Computing Research", Technical Report TR2000-381, Dept. of Computer Science, Dartmouth College, November, 2000.

[3] Bradley J. Rhodes, Nelson Minar and Josh Weaver, "Wearable Computing Meets Ubiquitous Computing: Reaping the best of both worlds", Appears in The Proceedings of The Third International Symposium on Wearable Computers (ISWC

'99), San Francisco, CA, October 18-19 1999, pp. 141-149.

[4] S.Jang, W.Woo, "ubi-UCAM: A Unified Context-Aware Application Model," Lecture Note Artificial Intelligence, Vol.2680, pp. 178-189, 2003.

[5] Anind K. Dey and Gregory D. Abowd, "The Context Toolkit: Aiding the Development of Context-Aware Applications", In the Workshop on Software Engineering for Wearable and Pervasive Computing, Limerick, Ireland, June 6, 2000..

[6] Bill Schilit and Norman Adams and Roy Want, "Context-Aware Computing Applications", IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, 1994.

[7] Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, and John Vlissides, "Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software", Addison Wesley. October 1994.

[8] Fowler, Martin, "UML distilled: applying the standard object modeling language", Addison-Wesley, 2004.

[9] Wizard Book n. Hal Abelson's, Jerry Sussman's and Julie Sussman's Structure and Interpretation of Computer Programs (MIT Press, 1984; ISBN 0-262-01077-1).

[10] C.Shin and W.Woo, "Conflict Resolution among Users for Context-aware Media Services", KHCI2005, *accepted*, 2005.

[11] A.Choi and W.Woo, "Feature extraction for emotion analysis based on physiological signal pattern", KHCI2005, *accepted*, 2005.

[12] Sj.Oh, Y.Lee, W.Woo, "Dynamic Network Reconfiguration for Seamless Interactions between Real and Virtual Environments", KHCI2005, *accepted*, 2005.

[13] Y.Oh, W.Woo, "A unified Application Service Model for ubiHome by Exploiting Intelligent Context-Awareness", UCS2004, pp.117-122, 2004.

[14] 신춘성, 우운택, "스마트 홈에서의 사용자간 의도충돌 해결," 한국정보처리학회(KIPS04), vol.11, pp. 937-940, 2004.