

유비쿼터스 헬스케어에서 프라이버시를 위한 향상된 컨텍스트 기반 정보 융합

현우석

한국성서대학교 정보과학부

e-mail: wshyun@bible.ac.kr

Enhanced Context-Aware Information Fusion for Privacy in Ubiquitous Healthcare

Woo-Seok Hyun

School of Information Science, Korean Bible University

요 약

유비쿼터스 컴퓨팅은 급속한 의사결정이 가장 중요한 헬스케어 환경에서 새로운 패러다임이다. 동적인 환경에서 이질적인 장치로부터 얻어지는 정보는 고수준의 복잡성을 지니며 융합(fusion)의 필요성을 강조하게 된다. 컨텍스트 기반 유비쿼터스 환경에 대한 이해는 존재하는 프라이버시 관련성을 약화시킨다. 본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 프라이버시가 향상된 컨텍스트 기반 정보 융합을 위한 시스템과 프레임워크 구조를 표현한다. 제안하는 설계에서 프라이버시란 복합적인 데이터 엔터티로 캡슐화되는 매개변수의 집합으로서 정의된다. 본 논문에서는 응급의료서비스에서 기대되는 의료 서비스를 지원해 주는 데이터 융합 설계를 고안해 내는 것을 목표로 하는 동시에 프라이버시 위협을 감소시키고자 한다.

1. 서론

응급의료서비스(EMS: Emergency Medical Service) 시스템은 입원 전 혹은 퇴원 후에 의료보조원 등에 의해서 간호를 제공해야 할 책임이 있다. 응급의료서비스의 목표는 응급의료간호에 대한 빠른 처치와 응급실로의 빠른 수송을 제공하는 것이다. 초기에 환자를 안정화시키는 것은 특별히 심장 발작, 당뇨병환자의 위기상황 혹은 심각한 신체적 외상의 경우 생존 확률을 높이는 것이다. 많은 응급의료서비스의 책임은 환자들이 집에 있던지 자동차 안에 있던지 간에 환자들이 있는 곳에서 환자들을 구해낼 것을 요구한다. 그와 같은 경우에 생명유지에 필요한 사인(sign)과 다른 중요한 정보를 환자가 도착하기 전에 병원에 전송하는 것은 사전검사 처리를 빠르게 해주고 필요한 응급처치를 위해서 응급실의 직원과 호출대기 의사를 대기시켜 준다.

유비쿼터스 컴퓨팅은 미들웨어 프레임워크의 설계를 위한 도전이다. 자원 제약, 이동성, 이질성, 측정가능성이 주목되고 있는 몇 가지 사안이다[1-3]. 그와 같은 미들웨어는 응용 시나리오뿐만 아니라 목표 플랫폼에 맞추어야만 한다. 그러므로 프레임워크가 최소한의 세밀한 구성요소로 구축되고 시스템 구조가 설정가능하다면 효과적이라 할 수 있다[4-5]. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위해서 개발된 미들웨어는 서비스 지향적이고 제한된 장치 능력을 감당해야 한다. 내 고장성(fault-tolerance), 통합, 구조 변경과

사용성은 몇 가지 미들웨어의 고유의 특성이다. 유비쿼터스 컴퓨팅 시스템의 다른 중요한 특성은 유비쿼터스 환경에서 사용되는 많은 장치들로 인한 동적인 속성과 이런 장치들 본래의 이동성을 들 수가 있다.

본 논문의 목적은 응급 의료 서비스 분야에서 프라이버시를 위한 향상된 컨텍스트 기반 정보 융합을 다룬다. 본 논문에서는 응급 의료 서비스에서 기대되는 의료 서비스를 지원해 주는 데이터 융합 설계를 고안해 내는 것을 목표로 하는 동시에 프라이버시 위협을 감소시키고자 한다.

2. 연구배경

프라이버시란 공식 석상을 벗어난 사회적 행동적 패턴 혹은 자기 스스로에 대한 정보의 흐름을 제어하기 위한 혹은 관련된 정보를 유지하기 위한 개인 혹은 그룹의 능력이다. 전통적으로 프라이버시를 향상시키는 기술[6]은 숨기거나 혼란시키거나 폭로를 제어하는 도구로 생각되었다. 그러나 프라이버시 관리의 전반적인 접근에서는 기술이 어떻게 가시성을 생성하고 정보 보안 행위의 인식을 위해 사용되어 질 수 있는 가를 생각하는 것이 필요하다.

정보 수신기 측면에서 프라이버시의 인식은 사용자와 설계에 있어서 감응도(sensitivity)가 고찰되었다[7]. Tentori 등[4]은 프라이버시 질(Quality of Privacy)의 개념을 도입했는데, 이것은 유비쿼터스 환경에 의해서 제공되는 서비스와 프라이버시와 관련하여 사용자가 지불해야

되는 비용 사이에서 거래(tradeoff)에 주목했다. 이러한 설계가 컨텍스트 기반 커뮤니케이션과 합병된다 해도 시스템은 사전대책을 강구하지 못하고 사용자의 정보교환 지식에 의존하게 된다. Confab[8]은 개인적인 정보가 들어있으며 가능한 한 컴퓨터 최종 사용자에게 의해 저장되고 처리되는 프레임워크를 제안하였다. 이 시스템이 분산 구조와 그럴듯한 부인권에 대한 고수준의 요구사항에 주목한다고 해도, 현실적으로 강요하는 것은 아니다. Jean-Marc는 신뢰의 사용을 금지하지 않고 프라이버시의 손실을 경감시키는 설계에 대해 연구하였다[9]. Heiber는 컨텍스트와 프라이버시 사이의 관계에 대한 연구를 하였다[10]. Jason은 프라이버시에 민감한 유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 구조를 표현했는데, 프라이버시 작업의 대부분이 정보를 공유하고자 하는 사람들이 일상생활에서 많은 시나리오를 고려하기 보다 익명성을 제공하는데 초점을 맞추는 경향이 있는 프라이버시에 민감한 유비쿼터스 컴퓨팅 구조를 표현했다[5]. 프라이버시의 속성 때문에 프라이버시에 민감한 유비쿼터스 응용을 설계하는 것은 어려운 일이다. Lederer는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 개인적인 프라이버시를 합병했을 때 직면하게 되는 위험에 대해서 언급했다[3].

컨텍스트란 사용자의 현재 직업에서 사용되어 지는 장치에 대한 환경이다. Toivonene는 [11] 동적 구조 변경 시스템을 위한 컨텍스트 기반 신뢰(trust)를 평가하는 방법에 대해서 논의했다. 이 시스템에서 컨텍스트 정보는 엔티티 자체에 내재적인 것이 아니고 관련된 엔티티에 대한 시스템에 저장된 메타 데이터이다. 보통 메타데이터와 컨텍스트 메타 데이터의 경계는 모호하고 내재적인 정보처럼 계산할 수 있는 개인적인 시각에 의존한다.

설계자들은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 프레임워크를 구축하는 동안 많은 도전에 직면하게 된다. 중요한 도전은 엔지니어가 무질서한 환경에 순응하고 기존 시스템에 잘 융합되는 프레임워크를 구축하는 것이다. 본 논문에서는 다음과 같은 시나리오를 대상으로 하였다.

시나리오:

김씨의 PDA에는 응급 정보, 자동차 보험, 의료기록들이 저장되어 있다. PDA는 사고를 인지했을 때 김씨가 의학적인 도움이 필요한지를 질문하는 대화상자를 보낸다. 반응이 없으면 PDA는 응급의료서비스에 전화를 해서 사용자의 위치를 알려준다. 응급의료기사가 도착했을 때, 그는 사용자와 관련된 데이터를 전송하기 위해서 사용자의 모든 장치를 요청한다. PDA가 응급의료기사에 의해 생긴 요청을 확인했을 때, PDA는 응급의료기사가 헬스 모니터링 데이터를 합하여 그것을 도착 전에 응급실로 전송하고 회생자를 위해서 응급실 의사들이 준비할 수 있도록 개인적인 의료 항목을 보낸다. 사례는 환자의 항목들을 가지고 생성되고 호출된 의사 장씨는 새로운 사례의 상태를 알게 된다. 의사 장씨가 김씨의 사례를 의사 이씨와 의논하기를 원한다고 가정한다면 의사 장씨는 의사 이씨에게 메시지를 보내서 그 사례를 의논하기 좋은 시간이 언제인지 문의한다. 의사 이씨의 회신을 받을 때 데이터가 P2P로 보내지기 때문에, 의사 김씨의 휴대용 컴퓨터의 세션 프라이

버시 수준을 낮춘다. 이것은 모든 관련된 환자 정보를 수집하고 목표 장치를 확인하고 의사 이씨 장치와 프라이버시 세팅이 조화되게 하기 위해 필요한 변환을 수행한다. 동시에 의사들 사이에서 비디오 컨퍼런스 세션이 열리게 된다. 세션이 끝나게 되면 의사 장씨의 프라이버시 수준은 디폴트(default) 세팅으로 다시 돌아가게 된다.

3. 프라이버시가 향상된 컨텍스트 기반 정보 융합을 위한 시스템

프라이버시는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 설계를 하는데 있어서 어렵지만 필요한 영역 중에 하나이다. 컨텍스트와 사회적 함축성은 사용자를 위한 프라이버시를 메타 속성으로 제공한다. 본 논문에서는 개인적인 프라이버시의 추상적 성격을 처리하고 그것을 유형의 주제로 처리하기 위해서 프라이버시가 향상된 컨텍스트 기반 정보 융합을 위한 시스템(ECIS:Enhanced Context-aware Information fusion System for privacy)을 도입한다. 다음의 그림 1은 시스템의 개념적인 구조를 보여준다.

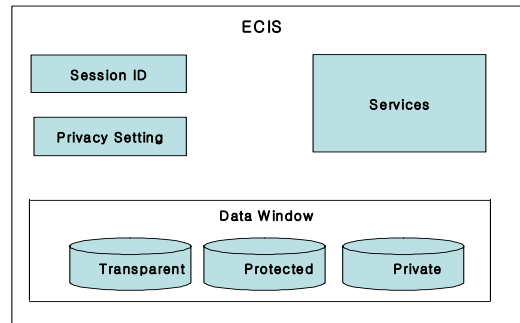


그림 1 ECIS의 구조

4. 프라이버시가 향상된 컨텍스트 기반 정보 융합을 위한 시스템의 프레임워크 구조

현재 컴퓨팅 장치들이 병원 환경에 스며들었으나 아직까지 네트워킹이 균일하지는 못한 실정이다. 많은 절차가 손으로 시스템에 입력되고 처리하는 과정에서 끝에서 끝까지 투명성이 존재하지 못하는 실정이다. 유비쿼터스 컴퓨팅 장치의 다양성 때문에 호환성과 신뢰성이 중요하다. 오랜 시간 이동된 데이터와 유효성은 지속적으로 의사들과 직원들을 괴롭히게 된다. 본 논문에서는 고수준의 역동적 환경에서 사용자의 개인적인 프라이버시를 다루기 위해서 ECIS라 불리는 유비쿼터스 환경에서 프라이버시를 위한 향상된 컨텍스트 기반 정보 융합 프레임워크를 제안한다. 그림 2는 ECIS의 프레임워크 구조를 보여준다.

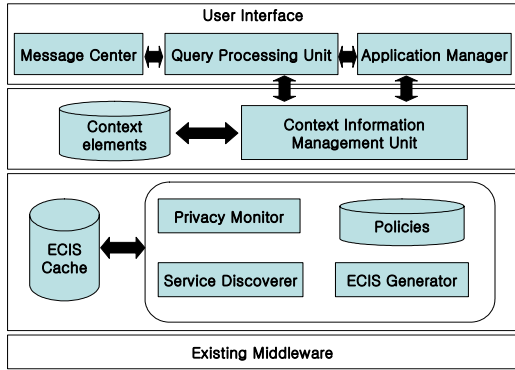


그림 2 ECIS의 프레임워크 구조

5. 실험

본 논문에서는 2절에서 언급된 시나리오를 가지고 제안된 설계를 실험하였다. 사용자 김씨가 개인적 정보, 사회적 정보, 직업적 정보와 의학적 정보를 PDA에 입력했다고 가정한다. 사고 발생시에 시스템은 김씨에게 괜찮은지 아니면 어떤 종류의 도움이 필요한지를 질의한다. 회신이 없을 때 시스템은 사용자가 몇 가지 방식으로 무능력하게 되었다고 추측하고 응급의료서비스(EMS: Emergency Medical Service)에 신호를 보낸다. 응급 의료 기사가 도착했을 때 ECIS에게 사용자와 관련된 정보를 요구하도록 요청한다. 그림 3은 응급의료서비스에 의해 시작된 ECIS에 대한 요청의 한 가지 예를 보여준다.

```
<ECIS>
  <user>
    <name> EMS Service </name>
    <ID> EMS ID </ID>
    <service>
      <serv_name> info_req </serv_name>
      <timestamp> 200809022035 </timestamp>
      <req_data>
        <datum type "shar_data"> Medical </datum>
      </req_data>
    </service>
  </user>
</ECIS>
```

그림 3 응급의료기사에 의해 생성된 ECIS 요청

김씨의 PDA가 ECIS 요청을 받은 경우, 그것은 EMS ID를 확인하고 응급을 위한 방법을 받는다. 세션의 디폴트 프라이버시 세팅이 낮다하더라도, 시스템은 응급 요청에 대한 검증을 오버라이드(override)한다. 시스템은 컨텍스트 집합을 다음 데이터의 세 가지 유형으로 구성한다.

투명한 데이터(Transparent data):

$C_T = \{name, phone, address, sex, marital\ status, email\}$

보호되는 데이터(Protected data):

$C_D = \{height, weight, DoB\}$

개인적인 데이터(Private data):

$C_P = \{medical\ history, medical\ insurance, physician\ details\}$

컨텍스트 그룹에 정책 오버라이드를 적용함에 있어서 개인적이고 보호되는 데이터에 대한 프라이버시 세팅이 변화된다. 투명하고 의학적 데이터는 모아져서 응급의료 기사에게 ECIS 응답으로 보내진다. 이 정보는 심전도, 체온과 같은 다른 생체 데이터와 합쳐져서 의료진들이 준비를 할 수 있도록 응급실에 환자가 도착하기 전에 병원에 보내진다.

여기서 의사 장씨와 의사 이씨 사이에서 토론 세션의 상황을 고려해 보자. 의사 장씨가 의사 이씨에게 세션을 요청했을 때 환자와 관련된 데이터가 수집되고 투명하게 만들어진다. 환자 차트에 접근했을 때 시스템이 양쪽 사용자 모두를 동료로 인식하는 것처럼 모든 이러한 정보는 투명한 프라이버시 수준으로 수집된다. 정보는 목표 장치에 적합한 형식으로 수정되어 의사 이씨에게 보내진다. 비디오 세션이 환자의 경우를 논의하기 위해서 동료 사이에서 시작된다.

6. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 프라이버시를 위한 향상된 컨텍스트 기반 정보 융합에 대하여 연구하였다. 본 논문에서는 ECIS라 불리는 데이터, 서비스와 프라이버시의 복합적 엔티티를 통해서 컨텍스트 기반 정보에서 프라이버시를 융합하기 위한 혁신적인 설계에 대하여 논의하였다. 또한 본 논문에서는 사용자 세션의 프라이버시 세팅에 기반한 ECIS의 상태 전이를 확실히 하기 위한 기법을 수행하였다. 설계에 있어서 보안 문제와 프라이버시 정책의 형성이 연구되었고 ECIS에 결합되었다. 향후 과제로는 동료들끼리 상호작용에 기반한 사용자 프라이버시를 예견하는 학습 기법에 대한 연구가 남아있다.

참고문헌

[1] Bellavista, P., Corradi, A., Montanari, R., Toninelli, A., "Context-aware semantic discovery for next generation mobile systems," IEEE Communication Magazine, vol.44, no.9, pp.62-71, Sept. 2006.
 [2] Graeme Stevenson, Paddy Nixon, and Robert I. Ferguson, "A General Purpose Programming Framework for Ubiquitous Computing Environments," Proceedings of the First System Support for Ubiquitous Computing Workshop, UbiSys'03, UbiComp, 2003.
 [3] Lederer, S., Hong, J.I., Dey A.K., Landay, J.A., "Personal Privacy through Understanding and Action: Five Pitfalls for Designers," Personal and Ubiquitous

Computing 8(6), November 2004.

[4] Tentori, M., Favela, J. and Gonzalez, V., "Quality of Privacy(QoP) for the Design of Ubiquitous Healthcare Applications," *Journal of Universal Computer Science* vol. 12, no. 3 pp.252-269, 2006.

[5] Jason I. Hong, Jennifer D. Ng, Scott Lederer and James A. Landay., "Privacy risk models for designing privacy-sensitive ubiquitous computing systems," *Proceedings of the 2004 conference on Designing interactive systems*, 2004.

[6] R. Agrawal, A. Evfimievski, R. Srikant, "Information sharing across private database," *Proceedings of the 2003 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*, pp. 86-97, ACM Press, 2003.

[7] Beckwith, R., "Designing for ubiquity: the perception of privacy," *IEEE Pervasive Computing*, vol.2, no.2 pp.40-46, April-June, 2003.

[8] Jason I. Hong and James A. Landay, "An architecture for privacy-sensitive ubiquitous computing," *MobiSys '04:Proceedings of the 2nd international conference on Mobile systems, applications, and services*, pp. 177-189, 2004.

[9] Jean-Marc Seigneur and Christian Damsgaard Jensen, "Trust Enhanced ubiquitous payment without too much privacy loss, SAC '04:Proceedings of the 2004 ACM symposium on Applied computing", pp. 1593-1599, 2004.

[10] Heiber, Timo and Marron, Pedro Jose, "Exploring the Relationship between Context of Pervasive Computing," *the Kluwer International Series in Engineering and Computer Science*, Springer-Verlag, January, 2005.

[11] Toivonen, S., Lenzini, G. and Uusitalo, I., "Context-aware Trust Evaluation Functions for Dynamic Reconfigurable Systems," *Proceedings of the Models of Trust for the Web workshop(MTW06)*, vol.190, May 2006.