

상황정보의 품질요소 측정 프레임워크

김영희*, 이금석*

A Framework for Quality Dimensions Measurement of Context Information

Kim Young Hee*, Lee Keum Suk*

요약

본 연구에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 상황정보의 품질요소 측정에 관한 관점을 명확하게 하고 신뢰성을 고려하기 위한 프레임워크를 제안하였다. 제안한 프레임워크의 첫 번째 단계는 상황정보의 사용자를 정의하는 것이다. 이것이 중요한 이유는 상황정보의 유형이 결정되고, 그에 따라 측정 방법 및 평가를 위한 임계값이 결정되기 때문이다. 나머지 단계는 상황정보의 품질을 정량적으로 평가 할 수 있도록 각 품질 요소를 측정하기 위한 방법과 인수 가능한 품질 목표 설정 등이 포함되어 있다. 상황정보의 품질 요소로 정확성, 완전성, 최신성, 접근 보안성, 표현성을 선택하고 이들의 측정 방법과 절차를 제시하였다. 이러한 방법을 통하여 정보품질 수준에 대한 객관적인 평가를 할 수 있고, 품질의 질적 향상을 도모하여 궁극적으로 좋은 정보를 사용할 수 있도록 하는 것이다.

Abstract

This study proposed a framework to clarify a viewpoint of quality problems, and to consider reliance, of context information in ubiquitous computing environments. The framework is structured as a sequence of steps in measuring the quality of context information. The first step in measuring the quality of context information is to determine users of the context information. This is important because the type of users or applications determines the type of context information and thus the methods of measuring the quality dimensions and the thresholds for evaluating the quality of context information. The other steps include methods for measuring each quality dimensions to allow quantitative evaluation of quality, establishing acceptable quality targets. We selected accuracy, completeness, up-to-dateness, access security, and representation as quality dimensions and proposed their measurement methods and concrete procedures. We enabled objective evaluation of quality level through proposal of methods suitable to quality measurement of context information.

▶ Keyword : 상황정보의 품질(Quality of Context Information), 상황정보의 품질측정(Quality Measurement of Context Information), 상황정보(Context Information), 품질 요소(Quality Dimensions), 품질측정 프레임워크(Quality Measurement Framework)

• 제1저자 : 김영희
• 접수일 : 2006.12.06, 심사일 : 2006.12.20, 심사완료일 : 2006. 12.26
* 동국대학교 컴퓨터공학과

I. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅은 인간에게 편안한 삶의 공간을 제공해 주고, 또한 인간의 삶에 영향을 줄 수 있는 자연 생태 환경 감지 등 많은 부분에 응용되고 있다. 유비쿼터스 환경에서 무엇보다도 중요한 것은 상황정보에 대한 인식이다. 상황(context)은 개체 간 상호작용을 할 때 사용되거나 영향을 미치는 요소들 중 하나이다. 이것은 물리적 및 사회적으로 끊임없이 변하고 있고, 상당히 복잡하게 구성되어 있다. 또한 상황은 분산 출처에서 발생하고, 불완전하고 불확실하다(1)(2)(3)(4). 그러므로 상황정보가 신뢰성이 없거나 유용하지 않을 수 있고, 이것은 상황정보의 품질문제로 나타난다. 상황을 인식하는데 중요한 점은 신뢰할 수 있는 상황정보, 즉 품질이 보장되어야 한다. 그러나 상황정보의 품질은 그것을 인식하는 관점이나 용어에 대한 기본 개념이 확실하게 정립되지 않은 상태에 있다. 많은 연구에서 상황정보의 품질에 관한 여러 가지 이슈들을 거론하고 있지만 동일한 문제를 서로 다른 용어로 표현하고 있거나, 서로 다른 문제를 동일한 용어로 부르고 있는 경우가 빈번하다(9)(11)(12)(13). 따라서 의미의 명확한 전달과 이해를 정확하게 하기 위해서 상황정보의 품질 측정 문제에 관한 관점을 명확하게 하고 신뢰성을 고려하기 위한 방안이 요구된다.

본 연구에서는 상황정보의 품질측정 문제를 해결하기 위한 프레임워크 제안을 처음으로 시도하였다. 특히 제한한 프레임워크는 상황정보를 누가 사용하고, 품질 측정을 하는데 필요한 요소들은 무엇이고, 어떻게 측정하는지에 대한 객관적인 기준을 제시하는데 그 목적이 있다. 사용자 정의가 중요한 것은 상황정보의 유형이 결정되고, 그러므로 품질 측정 방법 및 품질 평가를 위한 임계값이 결정되기 때문이다. 상황정보의 품질 요소의 선택은 품질 측정에 앞서 해결되어야 할 중요한 문제이다. 상황정보의 품질요소는 사용자의 니즈(needs)를 기준으로 정확성, 완전성, 최신성, 접근 보안성, 표현성을 선택하였고, 각 품질 요소의 메트릭을 제시하였다. 또한 이들 품질 요소를 측정하기 위한 구체적인 방법과 절차를 제시하였다. 제시한 프레임워크를 통한 품질 측정으로 상황정보의 품질 수준에 대한 객관적인 평가를 할 수 있고, 상황정보 품질의 질적 향상을 도모하여 궁극적으로 좋은 정보를 사용할 수 있다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 관련연구를 언급하였고, 제3장 상황정보의 품질 요구에서는 유비쿼터스

와 상황정보의 특징 그리고 상황정보에 대한 사용자의 니즈를 설명하였다. 제4장은 상황정보의 품질 측정 프레임워크를 제시하였고, 제5장에서 품질 측정 방법론의 적용을 위한 간단한 실험환경을 구축하였다. 제6장 상황정보의 품질요소 측정에서는 제안한 방법론을 적용하여 선택한 품질 요소를 계산하였다. 제7장은 결론 및 향후 연구를 나타내었다.

II. 관련연구

2.1 상황의 정의

상황 및 상황인식의 정의는 많지만 다음 두 가지를 사용한다. "상황은 개체의 상태를 특징짓는데 사용될 수 있는 어떤 정보이다. 개체는 사용자나 응용 자체를 포함하여 사용자와 응용간의 상호작용에 적절한 것으로 고려되는 사람, 장소, 객체 등이 해당된다(5)." "상황은 상태정보를 의미한다. 또한 상황정보는 상호작용 시점에서 가용한 거의 모든 정보이다(7)." 상황인식의 정의를 살펴보면 다음과 같다. "사용자의 작업과 관련 있는 적절한 정보 또는 서비스를 사용자에게 제공하는 과정에서 상황을 사용한다면 이는 상황 인식 시스템이다(6)." 이러한 상황에 대한 정의를 기반으로 몇몇 연구에서 다양한 형태로 상황정보를 표현하였는데 물리적 환경, 위치, 식별자, 활동, 시간 등은 기본 상황으로 거의 대부분 연구에서 나타나있다(14)(15)(16).

이들 연구에서 살펴본 것처럼 상황이란 특정 응용의 연산을 향상하기 위한 개념으로 사용하였다. 그렇게 때문에 다른 응용에도 적용할 수 있는 일반적인 상황에 대한 정의를 하는 것은 사실상 어려운 것을 알 수 있다. 이들 정의를 근거로 상황을 정리하면 상황은 사용자의 실세계에 존재하는 것으로 응용이 사용하는 모든 정보라고 할 수 있다.

2.2 상황품질

상황품질은 품질 용어를 해석하는 관점이 연구자마다 달라 일반적 정의를 어렵게 만들고 있다. [9]에서 상황품질(Quality of Context (QoC))은 상황정보로 사용되는 정보의 품질을 기술하는 어떤 정보이다. 그러므로 상황품질은 프로세스도 아니고 정보를 제공하는 하드웨어 컴포넌트도 아닌 정보 그 자체로 상황품질의 정의를 하였다. 또한 정밀성(Precision), 정확할 확률(Probability of Correctness), 신뢰성(Trust-Worthiness), 해상도(Resolution), 최신성(Up-

to-Dateness) 5개의 상황품질 파라메타를 제시하였다. [11]에서 상황품질 애트리뷰트(Attributes) 5개를 제시하였는데, [9]에서 제시한 품질 파라메타와 비교를 하면 신뢰성 대신 갱신율(Refresh Rate)로 변경하였고 나머지 애트리뷰트는 동일하다. Zimmer는 상황 데이터의 애트리뷰트로 관련성(Relevance), 신뢰성(Reliability), 상황 히스토리(Context History), 타당성(validity) 4개를 제시하였다[12]. Gray와 Salber는 그들의 상황모델에 메타 정보 타입으로 정보품질을 포함하였는데 범위(Coverage), 해상도(Resolution), 정확성(accuracy), 반복성(repeatability), 빈도(Frequency), 적시성(Timeliness) 6개의 품질 애트리뷰트를 제시하였다[10]. Glenn와 Peter는 동적 애트리뷰트의 메타-애트리뷰트를 지원하는 정확성, 신뢰성(Confidence), 갱신 시간(Update Time), 표본간격(Sample Interval) 4개를 제시하였다[13]. Kim과 Lee는 상황정보의 품질을 측정하는 요소로 정확성, 완전성, 최신성을 제시하였고, 정확성과 완전성에 대한 구체적인 측정 방법을 제시하였다[21].

상황정보의 품질과 관련된 요소들을 살펴보면 정확성은 여러 연구에서 중요하게 고려된 반면, 연관성, 반복성 등은 특정 연구에서만 제시하였다. 또한 요소(Dimensions), 속성(Attributes), 파라메타(Parameters) 등으로 상황정보의 품질을 해석하고 있는데, 이것은 상황정보의 품질을 해석하는 관점이 연구자마다 다르고 입장에 따라 강조하는 바를 달리 잡고 있기 때문이다. 본 연구에서는 요소용어를 사용하기로 한다.

III. 상황정보의 품질요구

3.1 유비쿼터스 컴퓨팅의 특징

마크와이저는 유비쿼터스 컴퓨팅의 특징을 4가지로 요약하였는데[20] 첫째, 컴퓨터들이 네트워크를 통해 연결되어 상호작용하고, 둘째, 사용자의 눈에 보이지 않게 일상생활 속에 파고들어야 하며, 셋째, 어디에서나 컴퓨터 사용이 가능해야 하고, 넷째, 인간화된 인터페이스를 지원해야 한다. 유비쿼터스나 상황인식은 결국 사람의 다양한 활동을 능동적으로 지원하기 위한 수단이라고 할 수 있다. 본 연구에서는 마크와이저의 연구를 바탕으로 유비쿼터스 컴퓨팅의 특징을 분류하였는데, 이러한 분류는 관점이나 강조하는 영역에 따라 그 특징이 약간씩 차이가 있을 수 있다.

- 개인 중심(I-centric): 유비쿼터스 컴퓨팅은 개인이 언제, 어디서나, 장치의 제한 없이 원하는 정보를 얻을 수 있어야 한다. 이러한 개인화를 위하여 무엇보다도 필요한 것은 사용자 자신의 현재 상태 정보 및 개인 신상정보에 대한 비밀성을 지원할 수 있어야 한다.
- 이질성(Heterogeneity): 유비쿼터스 컴퓨팅은 눈에 보이지 않는 다양한 장치들이 도처에 존재하고 이들은 네트워크로 연결되어 있다. 이러한 장치들은 사용자의 상태를 파악하거나, 사용자의 요구에 반응하거나, 그들의 작업을 도와주는 역할을 한다. 그러나 이들 각 장치는 사용자 상황을 감지할 수 있는 범위에 한계가 있다. 예를 들어 GPS(Global System for Mobile Communication) 수신기의 수신 범위나 블루투스가 지원해 주는 범위는 제한적이다.
- 이동성(Nomadic): 유비쿼터스 컴퓨팅은 언제, 어디서서나 사용할 수 있어야 한다. 사람은 동적이고 그 주변 환경 역시 끊임없이 변하기 때문에 유비쿼터스 컴퓨팅은 그들의 상태에 잘 반응하여야 한다. 또한 이 시스템은 사용자가 필요로 하는 상황을 잘 포착할 수 있어야 하고 원하는 상태정보를 제공할 수 있어야 한다.

3.2 상황정보의 특징

일반적으로 정보의 범주는 가공하지 않은 데이터들이 정보 시스템에서 처리된 후 생성된 출력 결과이다. 또한 정보란 응용의 출력 결과일 수 있지만 또 다른 응용의 입력이 될 수 있다. 이것은 정보의 재사용성을 의미하기도 한다. 상황정보의 흐름은 다음 그림 1과 같다. 그림에서처럼 다양한 센서나 장치에서 가공하지 않은 상황을 생성하는데 이때 상황은 온도, 습도, 조도, 심박수 등에 해당하는 단일 상황 정보만 포함 한다. 각각의 정보가 상황인식 응용에서 처리된 후, 사용자의 현재 상태에 맞는 결과가 나타나고, 그 상태에 알맞은 반응을 한다. 본 연구에서 사용하는 상황정보의 범위는 센서가 생성한 가공하지 않은 상황과 상황인식 응용이 처리를 하고 난 후 상태 정보를 포함한다. 이러한 상황정보의 흐름을 통해서 그 특징을 살펴보면 다음과 같다.

- 동적(Dynamic): 상황정보는 사용자의 실세계를 중심으로 끊임없이 변하는 동적 특성을 가진다. 이것은 사용자의 활동 상태, 공간, 시간, 환경 등에 따라 실세계의 상황정보가 계속 변하는 것을 의미한다.

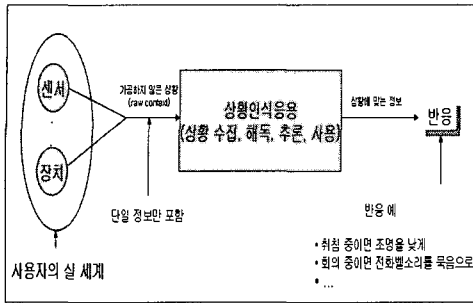


그림 1. 상황정보의 흐름
Fig. 1 Flow of Context Information

- 분산 출처(Distribution): 상황정보는 여러 곳에 있는 다양한 센서들을 통해서 가공하지 않은 단일 정보를 생산한다. 출처가 다양하므로 표현 형식 또한 다양하다.
- 결합(Aggregation): 센서에서 생성한 가공하지 않은 저수준 정보는 해석, 결합, 추론 등을 통하여 고수준 상황정보로 바뀐다. 이러한 변환 통해서 새로운 상황정보를 얻을 수 있다.
- 비밀성(Confidential): 상황정보는 개인 중심 정보가 많기 때문에 해당 정보를 수집하거나 사용할 때 비밀성이 보장되어야 한다.

3.3 상황정보의 품질에 대한 사용자의 니즈

상황정보의 품질 측정을 위한 품질 요소의 선택은 다음과 같은 과정으로 하였다. 먼저, 유비쿼터스 컴퓨팅과 상황정보의 특징을 근거로 상황정보의 품질에 대한 사용자의 니즈를 파악하였다. 다음, 사용자의 니즈를 통해서 상황정보의 품질 요소를 선택하였다. 사용자의 니즈와 상황정보의 품질 요소 간의 관계를 나타낸 것이 표 1과 같다.

표 1. 사용자의 니즈와 품질 요소 간의 관계
Table. 1 Relationship between user's needs and quality dimensions

사용자의 니즈	상황정보의 품질요소
상황정보가 얼마나 실제 값에 가까운가?	정확성 (Accuracy)
상황정보가 누락된 것 없이 사용자가 기대하는 행위를 하는가?	완전성 (Completeness)
다양한 출처에서 생성된 상황정보가 논리적으로 표현되었는가?	표현성 (Representation)
부적절한 사용자가 정보에 접근했을 때 그 정보를 보호할 수 있는가?	접근 보안성 (Access Security)
실시간으로 변하는 상황에서 항상 최신의 정보를 유지하는가?	최신성 (Up-to-dateness)

사용자의 니즈를 통해서 다섯 개의 품질 요소인 정확성, 완전성, 표현성, 접근 보안성, 최신성을 선택하였는데 물론 여기에 제시한 것 보다 더 많은 품질요소들이 있을 수 있다. 또한 몇몇 품질요소들은 상황정보의 특정 분류에만 유일하게 적용될 수 있다.

IV. 상황정보의 품질 측정 프레임워크

상황정보의 품질은 그것을 인식하는 관점이나 용어에 대한 기본 개념이 확실하게 정립되지 않은 상태에 있다. 따라서 상황정보의 품질에 대한 명확한 전달과 이해를 정확하게 하기 위해서 품질 측정 문제에 관한 관점이나 용어를 표준화 또는 체계화한 방법이 필요하다. 제안한 품질 측정 프레임워크는 다음과 같이 상황정보의 사용자에 대한 정의, 사용자 및 응용의 요구사항의 도출, 상황정보의 품질 요소의 선택, 선택한 각 품질 요소의 목표치 설정, 각 품질 요소의 측정 방법 등 다섯 단계로 구성하였다. 그림 2는 제시한 상황정보의 품질 측정 프레임워크의 구조를 나타낸 것이다.

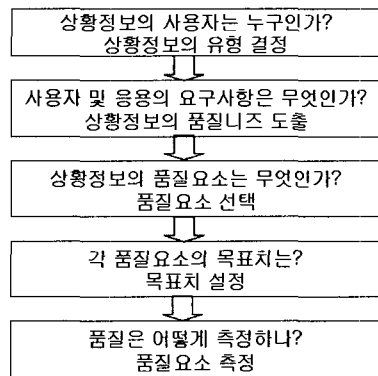


그림 2. 상황정보의 품질 측정 프레임워크
Fig. 2 Framework for measurement of context information

그림 2에 제시한 프레임워크의 각 구성요소에 대한 설명은 다음과 같다.

첫째, 사용자의 정의 단계는 상황정보의 품질을 측정하는 첫 번째 단계로 상황정보의 사용자(대부분 응용을 의미함)를 정의하는 것이다. 사용자를 결정하는 것이 중요한 이유는 사용자에 따라 상황정보의 유형이 결정되고, 그러므로 품질 측정을 위한 방법과 품질 평가를 위한 임계값이 결정되기 때문이다. 사용자 또는 응용이 사용할 상황정보의 유

형은 원시상황(raw context), 결합정보(aggregated information), 상황 히스토리(context history) 세 가지로 분류되었고, 이들 각각에 대한 설명은 다음과 같다. 원시상황은 다양한 센서들이 생성한 최초출처 정보를 의미하고, 결합정보는 하나이상의 단일 상황정보가 결합해서 새로운 상황정보를 만드는 것을 말한다. 예를 들어, 사람의 위치 정보와 일정 정보를 결합해서 이 사람의 현재 상태가 회의 중인지, 휴식 중인지, 운전 중인지를 알 수 있다. 그리고 상황 히스토리는 센서가 생성한 최초 출처 정보를 재사용이나 미래의 상황을 추정하기 위하여 필요에 따라 저장한 것이다.

둘째, 사용자 및 응용의 요구 단계는 상황정보의 사용자에게 대한 품질 니즈를 도출하는 문제로 상황정보의 품질은 사용자의 요구에 기초한다. 품질 니즈 도출은 제 3장 상황정보의 품질 요구에서 기술하였다.

셋째, 품질 요소의 선택 단계로, 품질 요소란 상황정보를 측정하기 위한 기본으로 사용자의 품질 니즈를 통해서 얻을 수 있다. 결국 상황정보의 품질 요소를 선택하는 문제는 품질 측정에 앞서 해결되어야 할 이슈이다. 품질 요소의 선택은 3.3절 상황정보의 품질에 대한 사용자의 니즈와 품질 요소 간의 관계에서 설명하였다.

넷째, 목표치 설정 단계는 선택한 품질요소에 대한 각각의 임계값을 설정해야 하며, 임계값들은 사용자 및 응용에 따라 동일한 품질요소이지만 서로 다른 값들을 가질 수 있다. 이 임계값들은 사용자의 니즈 및 응용에 근거해서 수용 가능한 품질을 반영해야 한다. 상황정보의 품질 목표치는 동일 영역의 응용들을 수집한 후 실험이나 테스트 등을 통해서 추정할 수 있다.

다섯째, 품질 측정 단계는 상황정보의 품질 측정의 문제로, 단계 3의 과정을 통해서 선택한 품질 요소 각각을 어떻게 측정하는지 그 방법을 구체적으로 나타낸다. 또한 어떠한 절차를 밟아야 측정을 정확하게 수행할 수 있는지 그 절차와 가이드라인이 필요하다.

제안한 프레임워크의 개념과 방법론을 적용하기 위하여 센서가 생성한 상황정보를 수집하고 그 정보를 근거로 테스트를 하였다. 실험환경 구축과 측정 방법에 대한 설명은 다음 장에 나타나있다.

V. 실험환경 설정

제안한 방법론을 적용하기 위하여 물리적 환경을 감지하는 센서를 연구실에 설치하였다. 모든 센서는 MAXFOR 사

에서 제작한 센서로 Telos 환경의 모트(mote) 플랫폼 상에서 인스톨되었다. PC에 연결된 모트#0은 수신 모트이고, 이것은 온도, 습도, 조도를 감지하는 모트 #1과 모트 #2에서 생성한 상황정보를 수집하는 수집기이다. 모트 #0과 다른 두 개의 모트 #1과 #2는 무선연결을 통해 직접 통신하는 단순한 네트워크 토폴로지를 사용하였다. 그리고 실제 온도, 습도, 그리고 조도를 감지하는 센서들은 동일 노드에 위치해 있다.

이들 센서는 연구실의 온도, 습도, 조도를 감지하고 응용은 센서가 생성한 상황정보를 수집하고 여기서 수집한 상황정보를 이용해서 품질 측정을 한다. 이때 응용이 수집한 상황정보는 원시상황에 해당한다. 실험환경 설정은 그림 4에 나타나 있다.

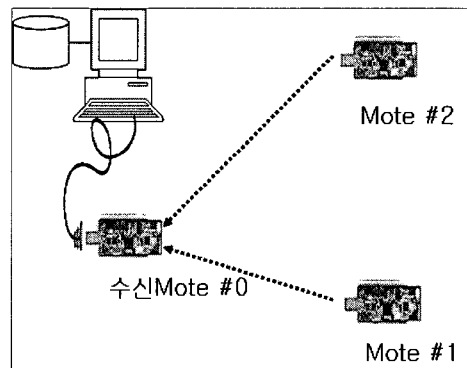


그림 4. 실험환경 설정
Fig. 4 Setting of experiment environment

센서에서 생성한 상황정보는 1초 간격으로 수집하였다. 이때 수집한 상황정보의 양은 하루를 기준으로 하였고, 표 2는 하루 동안 수집한 정보 중 특정 시간의 정보를 20초 동안 임의의 한 부분을 나타낸 것이다. 표 2의 왼쪽은 표본값으로 측정할 상황정보가 되고, 표의 오른쪽은 동일시간에 수집한 참조 값이다. 모트 #1은 표본 값을 감지하는 센서이고, 모트 #2는 참조 값을 감지하는 센서이다. 이렇게 표본값을 감지하는 환경과 동일한 상태에서 참조값을 수집한 이유는 정확성을 측정할 때 참조 대응으로 사용하기 위해서이다.

표 2의 왼쪽 테이블에서 시간이 15:00:13, 14, 15초에 습도와 온도의 값이 NULL 값으로 되어 있고, 조도의 경우는 15:00:16, 17초에 NULL 값으로 되어 있는데, 이는 정보의 유실로 인해 값이 저장되지 않은 경우다. 보통 이런 유실은 센서가 정보를 감지한 후 정보를 전송하는 과정인 네트워크상에서 유실되거나, 센서의 고장 등으로 나타날 수 있다.

표 2 상황정보의 표본(왼쪽) 및 참조값(오른쪽)
Table. 2 Sample(left) and reference(right) value of context information

시 간	습 도	온 도	조 도	시 간	습도 참조값	온도 참조값	조도 참조값
15:00:01	31.42	29.88	874	15:00:01	31.42	29.88	874
15:00:02	31.38	29.88	703	15:00:02	31.38	29.88	703
15:00:03	31.42	29.88	887	15:00:03	31.42	29.88	887
15:00:04	31.42	29.88	887	15:00:04	31.42	29.88	887
15:00:05	31.38	29.99	837	15:00:05	31.38	29.99	837
15:00:06	31.42	30.00	898	15:00:06	31.42	29.99	887
15:00:07	31.38	29.88	874	15:00:07	31.38	29.99	887
15:00:08	31.42	29.88	874	15:00:08	31.42	29.99	887
15:00:09	31.38	29.88	710	15:00:09	31.38	29.88	898
15:00:10	31.38	30.01	859	15:00:10	31.38	29.88	852
15:00:11	31.38	29.87	718	15:00:11	31.38	30.01	729
15:00:12	31.38	29.88	852	15:00:12	31.38	29.88	845
15:00:13			898	15:00:13	31.38	29.88	892
15:00:14			886	15:00:14	31.38	29.88	703
15:00:15			898	15:00:15	31.38	30.01	874
15:00:16	31.38	30.00		15:00:16	31.42	30.01	721
15:00:17	31.38	30.00		15:00:17	31.42	30.01	858
15:00:18	31.38	30.01	718	15:00:18	31.42	30.01	710
15:00:19	31.38	30.01	867	15:00:19	32.23	30.01	874
15:00:20	31.38	30.01	887	15:00:20	32.30	30.01	874
15:00:21	31.38	30.01	887	15:00:21	32.30	30.01	874

VI. 상황정보의 품질 요소 측정 방법

상황정보의 품질 요소를 측정하기 위하여 우선 사용자의 정의, 사용자 및 응용의 요구, 그리고 품질요소 선택의 과정을 거쳐야 한다. 품질 측정을 위한 첫 번째 단계로 상황정보를 사용하는 사용자를 결정하는 것인데, 이 실험환경에서 상황정보의 사용자는 온도, 습도, 조도 센서가 생성한 원시 상황을 사용하는 응용들이다. 시스템은 간단하게 센서가 생성한 정보를 응용이 실시간으로 사용하는 원시상황만 대상으로 하였다. 그리고 이 부분이 가장 많은 상황정보의 오류가 포함되어 있다. 나머지 상황정보의 결합이나 상황 히스토리에 저장하는 시스템은 구축하지 않았기 때문에, 본 연구에서는 두 가지 상황정보의 유형은 품질 측정 범위에 포함시키지 않았고 향후 과제로 남겨 두었다.

다음 단계로 사용자 및 응용의 요구와 품질요소 선택은 제3장에서 상황정보의 품질요구에서 다루었다. 그 결과 정확성, 완전성, 최신성, 접근 보안성, 표현성 다섯 가지 품질요소가 선택되었다. 품질 목표치는 사용자의 니즈 및 응용에 근거해서 선택한 품질 요소 각각에 대한 임계값을 설정해야 한다. 임계값은 응용 목적에 따라 다양하게 예측될 수 있고, 이 값은 해당 분야의 전문가나 실험을 통하여 얻을 수 있다. 선택한 상황정보의 각 품질 요소들을 측정하기 위한 구체적인 방법과 절차를 살펴보면 다음과 같다.

6.1 정확성 계산

정확성은 기록된 값과 정확하다고 가정한 값 사이의 일

치하는 정도로 정의한다. 또한 오차가 없는 정도로 나타낼 수 있다. 정확성의 측정은 주로 평균 오차, RMSE(Root Mean Squared Error), 그리고 MAPE(Mean Absolute Percent Error) 등과 같은 통계적인 방법을 사용한다. 오차는 표본값과 실제값(여기서는 참조값)의 차이로 구할 수 있다. 정의를 살펴보면 정확성은 "정확하다고 가정한 값"을 요구하는데 이것은 참조값으로 대용할 수 있다. 보통 참조값은 그 대상에 따라 전문가들의 동의에 의해 얻어지거나, 국제기준이 정하는 경우 등 여러 가지 방법으로 얻을 수 있다. 상황정보의 정확성을 계산하는 식은 다음과 같다.

센서 Si가 생성한 상황정보의 정확성은 식(1)과 같다.

$$RMSE(S_i) = \sqrt{\frac{1}{N} * \left[\sum_{i=1}^N (x_i - x_r)^2 \right]} \dots\dots\dots \text{식(1)}$$

여기서 N은 일정 시간 간격 동안 전송된 전체 상황정보의 개수이고, xi는 표본값이고, xrv는 참조값이다.

실험에서 원시상황의 정확성을 계산하기 위하여 참조값이 필요한데, 이를 위해 또 다른 하나의 센서를 동일 환경하에 장치해서 상황정보의 값을 수집함으로써 얻을 수 있다. 표 2의 오른쪽이 참조값을 수집한 것이다. 식(1)에 대입하면, 습도는 $\sqrt{\frac{2956.53}{20}} = 11.59$ 온도는 $\sqrt{\frac{2686.29}{20}} = 11.59$, 조도는 $\sqrt{\frac{95319100}{20}} = 218.31$ 이다.

보통 오차를 이용해서 정확성을 추정한 값은 0에 가까울수록 정확하다고 할 수 있다. 그러나 해당 응용 영역의 임계값이 정해져 있을 경우, 그 값의 범위를 넘지 않는다면 정확하다고 할 수 있다.

6.2 완전성 계산

완전성은 이용가능한 정보가 어느 정도인지로 정의한다. 즉, 누락된 정보 없이 실제 이용가능한 정보가 얼마나 되는지를 계산한다.

센서 Si가 생성한 상황정보의 완전성은 식(2)와 같다.

$$CS_i = \frac{ADS_i}{TD} \dots\dots\dots \text{식(2)}$$

여기서 CSi는 센서 Si의 완전성을 계산한 결과 값이고, ADSi는 이용가능한 정보로 누락된 값을 제외한 개수고, TD는 일정 시간 간격 동안 전송된 전체 상황정보의 개수다.

실험에서 원시상황의 완전성을 계산하기 위하여, NULL

값의 개수를 제외한 이용 가능한 정보를 카운트 함으로써 알 수 있다. 표 2에서 20초 동안 수집한 20개의 표본값 중에서 누락된 정보로 습도, 온도, 그리고 조도가 각각 3, 3, 그리고 2 개로 나타났다. 식(2)를 사용해서 값을 구하면 습도는 $\frac{17}{20}=0.85$, 온도는 $\frac{17}{20}=0.85$, 조도는 $\frac{18}{20}=0.90$ 로 각각 계산되었다.

완전성은 0과 1사이의 값을 갖는데 1에 가까울수록 이용 가능한 상황정보가 많기 때문에 그 정보는 완전하다고 할 수 있다. 그러나 해당 응용 영역의 임계값이 정해진 경우 그 값을 넘지 않는다면 상황정보는 완전하다고 할 수 있다.

6.3 최신성 계산

최신성이란 상황정보의 나이로[5] 상황정보에 타임스탬프를 추가함으로써 알 수 있다.

t시간에 센서 Si가 생성한 상황정보의 나이는 식(3)과 같다.

$$Age(S_i) = (t - T_i) \dots\dots\dots \text{식(3)}$$

만일 0이면 t시간에 갱신, 그렇지 않으면 (t-Tj) 시간 만큼 오래된 정보이다. 여기서 t는 현재시간을 의미하고, Tj는 응용에 도착한 타임스탬프이고, Threshold(Si)는 최대 나이로 기본값은 0으로 설정한다. Age(Si)는 임계값을 넘지 않아야 한다.

원시상황의 최신성을 계산하기 위하여, 상황수집 컴퓨터와 응용간의 상황정보의 흐름을 조사한다. 매 1초 간격으로 응용에서 정보를 수집하고 이 상황정보의 타임스탬프를 조사함으로써 최신성을 계산할 수 있다. 타임스탬프는 응용에 도착한 메시지들의 시간을 기준으로 한다. 이때 임계값은 기본값을 0으로 설정을 하였고, 각 센서가 생성한 원시상황의 나이를 계산하면 모두 기본값인 0의 값을 나타냈다. 그러므로 원시상황은 최신성이 있다고 할 수 있다.

6.4 접근 보안성

접근 보안성은 정보 보안을 유지하기 위해 그 정보에 대한 접근 권한이 있는 경우에만 허용하는 능력이다. 측정 방법은 정보에 잘못 접근한 횟수를 계산한다.

$$AS = \frac{A}{T} \dots\dots\dots \text{식(4)}$$

여기서 A는 정보에 잘못 접근한 횟수, T는 정보에 접근한 전체 횟수, AS는 접근 보안성을 계산한 결과 값을 각각 의미한다.

접근 보안성은 저장된 정보인 상황 히스토리에 접근하는 경우에 해당 되는 매트릭이다. 본 실험환경은 원시상황을 사용하기 때문에 이 품질 요소의 측정은 매트릭만 제한한다.

6.5 표현성

표현성은 정보 간 논리적 관계가 얼마나 잘 정의되었는지를 나타내는 정도이다. 상황정보는 다양한 출처에서 수집되기 때문에 서로 다른 정보의 형식을 가지고 있다. 이들 정보가 다른 응용에 동일한 의미로 번역되거나 추론 메커니즘에 의해 사용되려면 규격화된 표현을 필요로 한다. 표현은 상황정보의 수집, 전송, 저장, 해독 그리고 사용의 전 과정을 통해서 모순되지 않게 적용되어야 한다. 예를 들어, 날짜 표현의 경우 2006년 03월 26일로 사용하는 한국식 표현과 March 26, 2006로 사용하는 미국식 표현, 그리고 26 March 2006으로 사용하는 유럽식 표현을 알아야 한다.

표현성을 측정하는 방법은 상황정보를 표현하기 위한 요구사항에 만족하는지 비교한다[19]. 측정하기 위한 요구사항은 표현성을 측정하는 항목으로는 구조화(Structured), 교환(Interchangeable), 동일성(Uniform), 표준화(Standardized) 등이 있다. 각 측정 항목에 대한 설명은 다음과 같다.

- 구조화: 사용자의 상태를 표현하거나 상황정보를 해독하는 동안 발생할 항목의(Attributes) 이름을 명확하게 해준다.
 - 교환성: 상황정보 표현의 직렬화(Serialization)를 보증한다. 예를 들어 XML 직렬화로 교환가능하다.
 - 동일성: 상황정보 항목들의 동일한 표현은 수집, 전송, 저장, 해독 그리고 사용 전 과정 동안 해독을 용이하게 한다.
 - 표준화: 상황정보는 시스템의 다양한 개체들 간에 상호교환 된다. 이들 개체들은 동일한 관리 영역에 속하지 않기에 상황정보의 표준화된 표현이 필요하다.
- 다음 표 3.은 표현성에 따른 평가표의 예이다.

표 3. 표현성 평가표
Table. 3 Evaluation of representation

요구사항	적용여부	비고사항
구조화	Y	엘리먼트/애트리뷰트
교환성	Y	XML 직렬화

동일성	Y	
표준화	Y	W3C 표준

실험 환경에서는 단순한 네트워크 토폴로지로 구성되어 있고 또한 동일한 모트에 여러 개의 센서가 장치되었기 때문에 표현성은 측정 대상에 포함되지 않는다. 즉, 표현성을 측정하기 위한 환경은 서로 분산되고 이질적인 시스템 환경을 설정하거나 출처가 다양한 센서에서 생성한 상황정보를 그 대상으로 측정을 하여야 한다. 여기에서는 측정할 수 있는 정성적인 매트릭을 제시하였고 표 3의 형태이다.

선택한 상황정보의 품질 요소로 정확성, 완전성, 최신성, 접근 보안성, 표현성 다섯 가지를 측정하기 위한 구체적인 방법을 설명하였다. 정확성, 완전성, 최신성은 원시 상황정보를 대상으로 측정이 가능한 품질 요소이기 때문에 측정 과정을 상세하게 설명하였다. 또한 접근 보안성과 표현성은 품질 요소를 측정하기 위한 매트릭을 제시하였기 때문에 이후 다른 상황정보의 유형인 결합 상황정보와 상황 히스토리에 적용할 수 있다. 표 4는 상황정보의 사용자가 원시 상황정보인 경우 각 품질 요소를 측정된 값을 나타낸 것이다.

이렇게 품질 측정 결과값과 임계값을 비교하여 품질을 평가 한다. 측정값은 임계값의 범위 내에 있어야만 하고 만일 정해진 임계값 범위에 벗어나면 상황정보의 품질에 문제가 있다고 판단할 수 있으며, 이러한 문제점을 파악하여 향후 품질 개선에 참조해야만 한다.

표 4. 측정값
Table. 4 Values of measurement

	습도	온도	조도
정확성	12.16	11.59	218.31
완전성	0.85	0.85	0.90
최신성	Age(습도) < 0 Age(온도) < 0 Age(조도) < 0		

제안한 프레임워크의 장점은 상황정보의 품질 측정을 위해 각 단계를 적용함으로써 사용자 입장에서 상황정보의 품질 측정 및 평가를 체계적으로 진행할 수 있다.

VII. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 상황정보의 품질을 측정하기 위한 관점을 명확하게 하고 신뢰성을 고려하기 위한 방안으로 품질 측정

프레임워크 제안을 처음으로 시도하였다. 프레임워크는 사용자 정의, 사용자 및 응용의 요구, 품질 요소 선택, 목표치 설정, 품질 측정 다섯 단계로 구성되어 있다. 품질을 측정하기 위해서 중요한 것은 품질 요소를 선택하는 것으로 정확성, 완전성, 최신성, 접근 보안성, 표현성 다섯가지 품질 요소를 상황정보의 특성과 유비쿼터스 특성을 분석하여 선택하였다. 또한 이들을 측정하는 구체적인 방법과 절차를 제시하였다. 이러한 방법을 통하여 정보품질 수준에 대한 객관적인 평가를 할 수 있고, 품질의 질적 향상을 도모하여 궁극적으로 좋은 정보를 사용할 수 있도록 하는 것이다.

향후 연구로는 먼저, 좀더 복잡한 실험 환경과 시스템을 구축하여 상황정보의 유형 세 가지 중 원시상황뿐만이 아닌 결합정보, 상황 히스토리에 맞는 추가 매트릭을 제안하고 그 것을 실험을 통하여 검증하는 것을 계획하고 있다. 다음, 목표치 설정을 위하여 동일 영역에 해당하는 응용들을 수집한 후 실험과 테스트를 통해 임계값을 구한 후 측정된 값과 임계값을 비교하여 상황정보의 품질 평가를 할 계획에 있다.

참고문헌

- [1] Karen Henricksen, Jadwiga Indulska, "Modelling and Using Imperfect Context Information," Second IEEE Annual Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops(PERCOMW04), pp. 33-37, 2004.
- [2] Karen Henricksen, Jadwiga Indulska, Andry Rakotonirainy, "Modeling Context Information in Pervasive Computing Systems," Pervasive 2002, LNCS 2414, pp. 167-180, 2002.
- [3] Arthur H. van Bunnigen Ling Feng Peter M.G. Apers, "Context for Ubiquitous Data Management," Ubiquitous Data Management UDM 2005. International Workshop on Date: 4 April 2005, pp. 17-24, 2005.
- [4] Thomas Strang Claudia LinnhoffPopien, "A Context Modeling Survey," <http://pac-e.dstc.edu.au/cw2004/Paper15.pdf>, 2004.
- [5] ANIND K. DEY, "Understanding and Using Context," Personal and Ubiquitous Computing Journal, Volume 5 (1), pp. 4-7, 2001.

- [6] Kun Yang, Alex Galis, Chris Todd, "Policy-driven Mobile Agents for Context-aware Service," in Next Generation Networks, 2003.
- [7] Mari Korkea-aho, "Context-Aware Applications Survey," 2000. <http://users.tkk.fi/~mkorkeaa/doc/context-aware.html>
- [8] M.A. Razzaque, Simon Dobson and Paddy Nixon, "Categorization and Modelling of Quality in Context Information," 2005. <http://csiweb.ucd.ie/UserFiles/publications/1124274826156.pdf>
- [9] Thomas Buchholz, Axel K'upper, Michael Schiffers, "Quality of Context: what it is and why we need it," In Proceedings of the Workshop of the HP OpenView University Association. 2003 (HPOVUA 2003).
- [10] Philip D. Gray, Daniel Salber, "Modelling and Using Sensed Context Information in the Design of Interactive Applications," Proceedings of the 8th IFIP International Conference on Engineering for Human-Computer Interaction, Lecture Notes In Computer Science: Vol. 2254, pp. 317 - 336, 2001.
- [11] Markus C. Huebscher, Julie A. McCann, "Adaptive middleware for context-aware applications in smart-homes," ACM International Conference Proceeding Series, Vol. 77 archive, Proceedings of the 2nd workshop on Middleware for pervasive and ad-hoc computing table of contents, pp. 111 - 116, 2004.
- [12] Tobias Zimmer, "Twards a Better Understanding of Context Attributes", PERCOMW Publisher IEEE Computer Society, p23, 2004.
- [13] Glenn Judd and Peter Steenkiste, "Providing Contextual Information to Pervasive Computing Applications", In 1st IEEE Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom), pp 133-142, Fort Worth, March 2003.
- [14] Huadong Wu, Mel Siegel, and Sevim Ablay, "Sensor Fusion for Context Understanding", IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, Anchorage, AK, USA, 21-23 May 2002.
- [15] Albrecht Schmidt, Michael Beigl, and Hans-W. Gellersen, "There is more to Context than Location", Proceedings of Workshop on Interactive Applications of Mobile Computing (IMC'98), 1998.
- [16] Guanling Chen and David Kotz, "A Survey of Context-Aware Mobile Computing Research", Technical Report TR2000-381 November 2000.
- [17] Howard Veregin, "Data Quality Measurement and Assessment", http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u100/u100_f.html
- [18] Wang, R. Y. and Reddy, M. P. , "Quality Data Objects" No. TDQM-92-06, 1992.
- [19] Albert Held, Sven Buchholz and Alexander Schill, "Modeling of Context Information for Pervasive Computing Applications ," 2002. http://www.rn.inf.tu-dresden.de/scripts_lsrn/veroeffent_print/SCI2002-paper512JH.pdf
- [20] Mark Weiser, "The Computer for the 21st Century," Scientific American, 1991. <http://www.ubiq.com/hyper-text/weiser/UbiHome.html>
- [21] Younghee Kim, Keumsuk Lee, "A Quality Measurement Method of Context Information in Ubiquitous Environments," 2006 International Conference on Hybrid Information Technology (ICHIT'06), Vol2, pp. 576-581, 2006.

저자 소개



김영희

2002년 2월 : 동국대학교 컴퓨터공학과
석사

2006년 ~ 현재 : 동국대학교 컴퓨터 공
학과 박사과정

관심분야: 상황인식, 소프트웨어 및 정보
품질평가, 유비쿼터스 컴퓨팅



이금석

1981~ 현재 : 동국대학교 정보산업대학
컴퓨터공학과 교수

2001년 2월 : 건국대학교 컴퓨터공학과
공학박사

관심분야: 소프트웨어 품질 평가, 분산
운영체제, 시스템 성능평가