

장비협업도를 활용한 상황인식 시스템에 대한 구조적 평가 방법론*

권오병
경희대학교 국제경영학부
(obkwon@khu.ac.kr)

이남연
경희대학교 일반대학원 기술경영학과
(ciel@khu.ac.kr)

최근 들어서 상황인식 시스템은 차별화 된 전자 시장을 개척하기 위한 유망한 기술로 인정되고 있다. 상황인식 컴퓨팅을 통해 구현되는 시스템은 사용자의 현재 상황을 자동적으로 센싱하여 그의 환경을 자동적이고 심도 있게 이해함으로써 이음매 없고 기민한 개인화 서비스를 제공하는 것이 목적이다. 이러한 목적을 달성함에 있어서 특정 정보시스템이 얼마나 상황 정보를 잘 인식하고 활용하느냐는 것이 매우 중요해졌다. 그러나 비록 상황인식 시스템의 수준에 대한 언급들은 그 동안 많이 이루어져왔지만 본격적이고 구조적인 평가 방법론이 제안되어오지는 못해왔다. 따라서 본 논문의 목적은 상황인식 시스템을 평가하기 위한 구조적인 방법을 다단계 방법론으로 제안하는 것이다. 제 1단계에서는 특정 정보시스템이 과연 상황인식 시스템으로 분류될 수 있는지를 평가하는 요건 분석을 수행하고, 제 2단계로는 요건 분석을 통과한 시스템에 대해 장비협업정도, 이동성의 정도, 내재성의 정도라고 하는 세 가지 차원으로 평가하여 상황인식 시스템의 수준을 평가한다. 이를 위해서 시스템 아키텍처에 기반 한 장비협업도(Device Collaboration Diagram, DCD)라는 것을 제안하였다. 그리고 각 프로젝트의 개발전략을 도출하기 위해 시스템의 수준과 준비도라는 두 가지 차원으로 종합적 수준을 평가하였다. 또한 본 방법론의 가능성을 증명하기 위해 최근에 개발되고 있는 실제 프로젝트들을 대상으로 평가를 수행하였다.

논문접수일 : 2006년 11월

게재확정일 : 2007년 04월

교신저자 : 권오병

1. 서론

상황인식 컴퓨팅을 통해 구현되는 시스템은 사용자의 현재 상황(context)을 자동적으로 센싱하여 그의 환경(situation)을 자동적이고 심도 있게 이해함으로써 이음매 없고 기민한 개인화 서비스를 제공할 목적으로 가진다[10, 14, 18]. 이때 상황 정보는 사용자의 현재 활동과 같이 개인적인 것일

수도 있으며, 현재 사용 중인 기기와 같이 기술적인 것일 수도 있고, 또한 온도, 위치, 또는 시간과 같이 환경적인 것일 수도 있다. 또한 상황은 물리적인 위치 또는 우편번호와 같이 단순형(Primitive)일 수도 있으며 건물의 명칭 또는 주소와 같이 하나 이상의 근본적 상황이 복합적(Composite)으로 구성될 수도 있다. 이러한 상황 정보를 자동으로 인식하는 것은 시스템의 지능화와 자율화를 가능

* 본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 정보통신부의 유비쿼터스컴퓨팅 및 네트워크 원천기반 기술개발사업의 지원에 의한 것임.

하게 하며, 결국 제공 정보 및 의사결정 지원의 질을 향상시키고 사용자의 수용성을 증대 시킬 것으로 기대된다.

상황인식 시스템의 성공적인 구현과 상용화를 위해서는 체계적인 사전평가가 필요하다. 그런데 일반적인 정보시스템 평가와 상황인식 시스템 평가는 분명히 다른 점이 있다. 먼저 상황인식 시스템의 핵심인 상황정보가 얼마나 잘 획득되고 유용한 형태로 변형되어 사용자를 위한 편리하고 기민한 서비스로 연결되는지에 대한 평가를 따로 해야 한다. 그리고 상황인식 시스템의 주요 특징인 개인화, 상황의 자동 인지, 선응적(proactive) 서비스를 위한 소프트웨어의 준비도, 사용자 단말기의 무소부재성(ubiquity) 등은 기존의 정보시스템 평가에서는 고려되지 않은 부분들이다. 따라서 일반적인 정보시스템 평가를 그대로 활용하기에는 어려움이 있고 추가적인 평가 방법 내지는 항목들이 개발되어야 한다.

상황인식 시스템에 대한 평가는 주로 사용자 인터페이스 부분과 상황 정보의 질에 의하여 이루어져 왔다[4, 15, 16, 17, 21]. 이러한 평가 분야는 분명히 상황인식 시스템의 수준을 결정하는데 중요하다. 하지만 협업도, 이동성, 내재성 등 상황인식 시스템의 수준을 결정하는 구조적인 측면에 대한 평가는 아직 미흡하다. 더욱이 지금까지의 연구들은 평가에 대한 본격적인 틀을 제공하는 것이 아니라 상황인식 시스템의 어떠한 부분이 고려되어야 한다고 하는 지적의 수준에 머물러 있는 실정이며, 장비의 협업 수준을 측정하는 본격적인 연구는 아직 존재하지 않는다. 이러한 현 상황에서 상황인식 시스템의 수준 평가 방법론이 필요하며 그 수준과 상용화 수준과의 관계를 살펴보는 것이 중요할 것이다.

따라서 본 연구의 목적은 사용자 인터페이스 측

면의 중요성을 인정하면서도 새로운 차원인 구조적 차원에서 평가하는 방법론을 제안하는 것이다. 먼저 어떤 특정 시스템이 상황인식 시스템인지 아닌지를 판명하는 요건 분석을 제안하고자 한다. 그리고 사회네트워크 방법론을 활용하여 밀도와 같은 측정항목으로 장비의 협업수준을 측정하는 방법론을 제안하고자 한다. 이를 위해 다양한 아키텍처를 가지는 상황인식 시스템의 공정한 평가를 위해 장비협업도라고 하는 모델링 방법을 제안하였다. 장비협업도를 활용하여 상황인식 시스템을 평가하되 본 연구에서는 협업도, 이동성의 정도 및 내재성의 정도라고 하는 세 가지 측정 항목에 집중하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에는 상황인식 시스템 평가에 대한 기존 연구에 대해서 설명하였다. 장비협업도에 의한 상황인식 시스템 평가 방법론을 제 3장에 제안하였다. 이 장에서는 장비 협업도 측정 프로세스, 요건평가, 수준 평가, 그리고 상용화를 고려한 종합적 수준 평가가 포함되었다. 그리고 제 4장에는 몇 가지 기술들을 상대로 실제 평가를 수행한 예를 제시하였고, 논문의 의의 및 향후연구 방향에 대해서는 제 5장에 기술하였다.

2. 상황인식 시스템 평가에 대한 기존 연구

상황인식 시스템을 평가하기 위한 측정 항목은 최근까지 주로 간접적으로 제안되어 왔다. 최근까지 진행된 평가에 관련된 연구들은 크게 상황정보의 다양성과 질에 대한 평가와 상황정보 혹은 상황정보에 기반한 2차 정보를 어떻게 전달하고 있

는지에 대한 인터페이스 평가의 두 가지가 주를 이루어 왔다.

먼저 확보하는 상황 정보가 얼마나 정교한지가 상황인식 시스템의 수준을 평가하는 주요 요소이다. 예를 들어 사용자가 요구하는 위치 정보의 정밀도(granulation)에 얼마나 대응하고 있는지도 중요한 평가 항목으로 고려될 수 있다[9]. 위치 인식의 정밀도는 GPS방식, GSM방식, RFID방식, Bluetooth방식 등 그 채택 방식여부에 따라 매우 차이가 난다. 또한 정밀도의 수준을 사용자가 자유롭게 선택할 수 있는지, 또는 이를 얼마나 지능적으로 적용하여 선택 작업을 최소화할 수 있는지도 고려되어야 한다. 상황 정보의 질도 중요한데, 이는 확보한 상황 정보를 얼마나 신속하게 전달하는지도 중요하지만 획득된 상황정보를 기반으로 적절한 검색과 추론과정을 거쳐서 얼마나 더 풍부하고 의미 있는 정보를 산출하여 내는지도 상황인식 시스템의 질을 결정하는데 중요한 요소가 될 것이다[23]. 또한 제공되는 상황 기반의 콘텐츠의 양과 디스플레이가 현재 사용 중인 사용자 단말기와 사용자가 처한 상황에 적절한지를 고려하는지의 여부도 평가 항목으로 고려해야 할 것이다[4].

인터페이스 이슈로는 먼저 상황인식 시스템의 서비스 방식의 적절성을 고려할 수 있다. 상황인식 시스템의 서비스 방식은 풀(pull)과 푸쉬(push)방식이 있으며, 푸쉬 방식은 다시 선용적 방식(proactive method)과 자동화된 방식(automated method)으로 분류될 수 있다[16]. 중요한 것은 이 방식을 사용자가 선택할 수 있는 기능이 있는지가 중요하다. 또한 인터페이스의 중요성도 간과할 수 없다. Cheverst 등은 GUIDE 시스템 평가를 수행하고 향후 멀티모달 인터랙션 기술이 이 시스템의 성능 향상에 중요한 기술임을 지적한 바 있다[9].

Burrell과 Gary는 위치기반의 서비스를 평가하면서 동기적 의사소통과 비동기적 의사소통을 지원 하는지의 여부로 구분하여 평가하였다[5]. 이는 상황인식 시스템이 이 두 가지 의사소통 방식을 지원하고 있는지를 중요시한 것으로 볼 수 있다. 또한 Molich가 주창한 사용성 문제 지적에 의한 평가방법이 있다. 실제 혹은 가상 사용자에게 실제로 사용해 보게 한 다음에 발생하는 사용성 문제를 critical, serious, cosmetic의 세 가지 수준으로 나누어서 지적하게 하고 그 지적사항의 수를 가지고 평가하는 것이다[15, 17]. 커뮤니케이션 채널의 다양성과 적절성도 중요한 평가 대상이 될 것이다. 현재 주로 사용되고 있는 커뮤니케이션 채널은 전화기, 메시징, 이메일 등인데 또한 상황인식 시스템이 이러한 채널들을 상황에 맞게 선정하는 능력이 있는지도 중요한 연구라고 볼 수 있다[13].

상황인식 시스템을 평가하기 위한 방법도 다양하다. 많이 사용되는 방법은 연구실 내에서 실제(de facto) 사용자들을 대상으로 하는 연구실 테스트 방법(laboratory test)이며, 또한 예상 사용자 집단을 선정하여 며칠 동안 사용해보게 하고 그 결과를 통해 평가하는 방법(field study)도 채택되어 왔다. 또한 아직 충분히 구현되지 않아서 유형의 결과물을 보이기 어렵지만, 아이디어 혹은 요구 분석 단계의 상황인식 시스템이 개발 가치가 있는지를 점검하기 위한 방법으로는 시나리오에 기반한 평가가 유력하다.

이상에서 확인할 수 있듯이 현재까지의 평가는 주로 사용자 인터페이스에 입각한 평가가 주를 이루고 있다. 이들 연구는 분명히 상황인식 시스템의 수준을 결정하는 중요한 분야이다. 하지만 협업도, 이동성, 내재성 등 상황인식 시스템의 수준을 결정하는 구조적인 측면에 대한 평가는 아직 미흡하다.

3. 장비협업도에 의한 상황인식 시스템 평가 방법론

3.1 장비협업도 측정 프로세스

장비협업(device collaboration)이란 장비들이 직접 혹은 내재된 소프트웨어를 통하여 상호 연결되어 정보 공유 및 전달을 함으로써 정적 혹은 동적으로 설정된 목표를 달성해 나가도록 하는 것을 말한다.

장비협업정도(Degree of Device Collaboration)를 측정하는 명확하게 제시된 기준은 아직 존재하지 않는다. 따라서 본 연구에서는 사회네트워크(Social Network) 분야에서 사용하는 밀도의 개념을 유비쿼터스 상황인식 시스템에서의 장비협업정도 측정에 이용하였다. 사회네트워크에서의 밀도의 개념은 네트워크에서 행위자들 사이의 연결된 정도를 의미한다. 다시 말해서, 네트워크 내 전체 구성원이 서로간 얼마나 많은 관계를 맺고 있는가를 표현하기 위한 개념이다. 네트워크 내 전체 구성원의 관계가 상황인식 시스템에서는 디바이스들 간의 협업이 될 수 있을 것이다.

다음 [그림 1]은 본 연구에서 제안하는 상황인식 시스템 평가 프로세스로 이루어진 평가방법론이다.

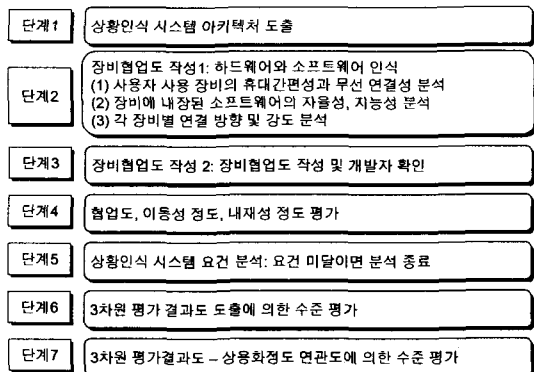
처음으로 단계 1에서 수행하는 것은 시스템 아키텍처 도출이다. 이때 평가할 시스템의 접근성에 따라서 방문 조사, 설문지 조사 혹은 문헌 연구 등을 활용할 수 있겠다.

2단계에서는 장비협업도를 작성하기 위한 기본 정보를 분석한다. 특히 사용자가 사용하게 될 장비가 어떤 것인지를 인식하여 하드웨어의 휴대간편성과 무선 연결성을 조사한다. 또한 구성된 시스템 내에 존재하는 전 장비에 대해 내장된 소프트웨어가 있는지의 여부를 조사하고 만약 존재한다면 그

의 자율성이나 지능성을 분석한다. 그리고 각 장비별로 서로 어떻게 연결되어 있는지에 대해서 분석한다.

3단계에서는 2단계에서 도출된 자료를 토대로 장비협업도를 작성한다. 그리고 작성이 완료되면 이상이 없는지 확인하기 위해서 해당 시스템 개발자의 확인을 거치도록 한다. 확인이 종료되면 다음 단계로 상황인식 시스템의 주요 특징인 협업도, 이동성, 내재성을 평가한다. 그리고 5단계로는 대상 시스템이 상황인식 시스템인지 아닌지에 대해 요건 분석을 실시한다. 이 요건분석 방법은 그 자체가 상황인식 시스템의 수준을 평가하는 것이 아니라 대상 시스템이 상황인식 시스템이라고 불리워질 수 있는지에 대한 여부를 평가하는 것이다. 아무리 시스템의 수준이 높아도 상황인식 기술이 적용되지 않거나, 적용되더라도 상황인식 시스템이 원래 의도한 서비스를 제공하는데 사용되지 않았다면 상황인식 시스템이라고 분류하기 어려울 것이다.

요건 분석에서 상황인식 시스템으로 인정을 받으면 6단계로 진전하여 장비협업도, 이동성, 내재성을 고려한 수준 평가를 한다. 그리고 제 4의 평가 항목으로 상용화의 수준까지를 고려한 평가는 마



[그림 1] 제안된 상황인식 시스템 평가 프로세스

지막인 제 7단계에 수행하고 이 평가 프로세스는 종료하게 된다.

3.2 상황인식 시스템 요건 분석

상황인식 시스템의 요건분석을 위해서 먼저 중요한 상황인식 시스템 정의와 특성들을 살펴보기로 한다. 먼저 Dey는 어떤 시스템이 사용자에게 정보 혹은 서비스를 제공하는데 적절한 상황 정보를 사용한다면 상황인식 시스템이라고 정의한다. 그리고 그러한 상황인식 시스템은 고객을 위한 서비스의 자동 실행, 정보 저장 시 상황정보의 표시, 정보와 서비스를 사용자에게 표현하는 세 가지 특징을 가지고 있다고 기술하였다[11]. 한편 Chen과 Kotz는 적극적인 상황인지와 소극적 상황인지의 두 가지로 분류하고 각각 발견된 상황에 자동으로 적용하는 어플리케이션과 새로운 혹은 수정된 상황 정보를 관심 있어 하는 사용자에게 알리거나 이후의 용도로 저장하여두는 어플리케이션이라고 정의하였다[6, 7]. 또한 Schilit은 인근정보 선택능력(proximate selection), 자동적인 상황적 재형상화 능력(automatic contextual reconfiguration), 상황에 따라 다른 결과를 내는 능력(contextual information and commands), 상황에 의하여 유발되는 행동(context-triggered actions)이 상황인식 시스템의 특성이라고 하였다[21].

본 연구에서는 Dey, Chen과 Kotz 그리고 Schilit의 연구결과에 기반을 두어 다음 <표 1>과 같이 요건분석을 위한 일곱 가지 항목을 제안하고자 한다.

이상의 질문을 통하여 얻어진 결과는 7점 만점이 될 것이며, 특정한 임계치를 선정하여 상황인식 시스템인지의 여부를 판별하면 된다. 임계치는 평가 목표와 적용 도메인을 고려하여 결정될 것이다.

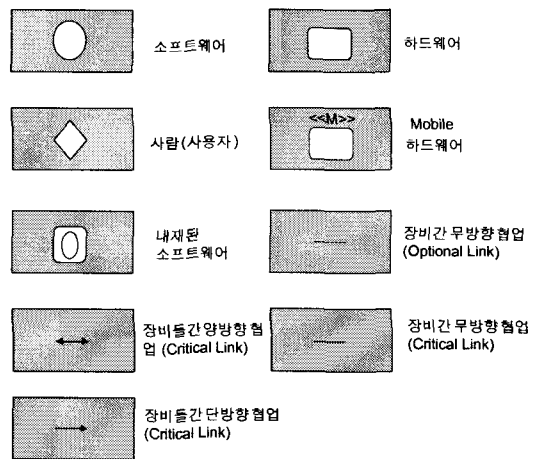
<표 1> 상황인식 시스템 요건분석을 위한 점검 항목

점검 항목	평가 방법
상황정보가 저장 관리되는가?	예/아니오
상황정보가 사용자에게 보여지는가?	예/아니오
서비스가 상황에 적응하는가?	예/아니오
주변 정보를 인식하는가?	예/아니오
재형상화 작업을 하는가?	예/아니오
상황에 기반하여 결과가 달라지는가?	예/아니오
상황에 기반하여 실행되는가?	예/아니오

3.3 장비협업도

밀도를 계산하기 위한 목적을 가진 상황인식 기술/서비스들의 장비협업도를 작성하는 것이 상황인식 시스템의 수준을 평가하기 위한 첫 단계이다. 장비협업 관계도에서 등장하는 표현 방법은 다음 [그림 2]와 같이 제안하였다.

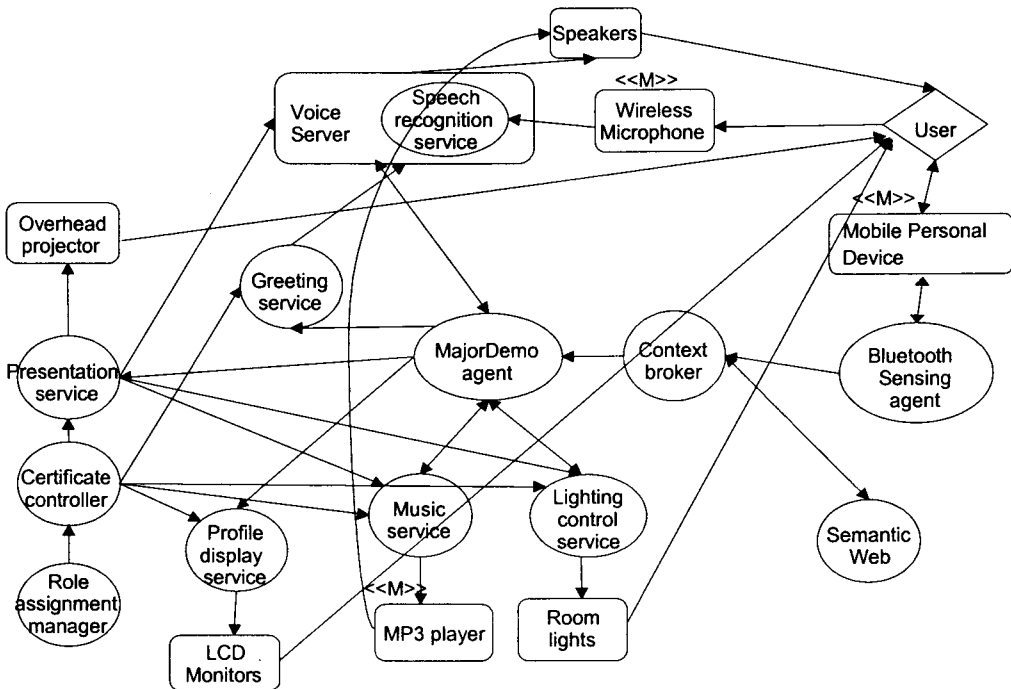
장비협업도에서 마름모 형의 노드는 사람(사용자)을 나타내고, 각이 둥근 사각형의 노드는 시스템 내의 하드웨어 기기를 나타낸다. 그리고 원 모양의 노드는 시스템 내의 소프트웨어 기기를 나타



[그림 2] 장비협업도에 사용되는 표현방법들

낸다. 여기서 소프트웨어 기기란 자율성, 지능성, 의사소통 가능성, 협동 가능성을 가진 소프트웨어인 에이전트 만을 대상으로 하였다. 에이전트의 범주에 들지 않는 것으로 판단되는 단순 프로그램은 하드웨어에 속한 것으로 단순히 하드웨어로 표기하였다. 한편, 각 노드의 연결은 선으로 그려지고 선은 각 디바이스들이 서로 협업하여 어떤 처리를 하는 것을 나타낸다. 다만 이 선에는 방향성이 존재한다. 방향성이 없는 경우는 연결되는 두 노드들

간의 협업의 관계의 유무만을 나타낸다. 이와 같은 관계는 주로 문헌연구나 조사 연구에서 밝혀지지 않은 관계의 경우에 발생한다. 다음 [그림 3]은 한 예로서 EasyMeeting이라는 상황인식 시스템에 대해 장비협업도가 작성된 것이다. EasyMeeting은 지능 에이전트, 서비스, 기기 및 센서가 배치된 지능회의 환경을 제공하는 상황인식 시스템으로 회의장에 참여하는 참여자들에게 상황정보를 제공하게 된다[1].



[그림 3] 상황인식 시스템 장비협업 관계도 예(EasyMeeting 사례)

3.4 밀도에 의한 협업도 측정

본 연구에서는 장비협업정도 측정을 위해 사회 네트워크 방법론에서의 밀도 개념을 활용하였다. 사회 네트워크는 사람들이 일련의 관계에 의해 모

인 관계망을 지칭한다. 이러한 관계망은 사람 사이의 사회적 관계를 토대로 성립한다. 보통 사회적 관계(social network)라고 할 때, 역할에 근거한 관계, 인지적·감성적 관계, 행위에 근거한 관계의 3가지 관계를 보통 지칭한다.

이러한 사회네트워크의 유형은 크게 분석 초점에 따른 구분과 관계 모양에 따른 구분으로 나눌 수 있다. 분석 초점에 따른 구분에는 단일 네트워크(ego-centric network), 양자 네트워크(dyadic network), 전체 네트워크(total network)가 있다. 그리고 관계 모양에 따른 구분에는 스타형, 체인형 Y형, 서클형이 있다.

네트워크의 효과는 네트워크 참여자들 간의 관계의 조건에 따라 차별적으로 발생한다. 여기서의 조건은 참여자들 간의 관계의 정도를 의미한다. 관계의 정도란 관계의 친밀도가 어느 정도인가를 지칭하는 것인데, 보통 약한 연결(weak tie)과 강한 연결(strong tie)이라는 두 가지로 표현된다. 약한 연결은 행위자간 접촉하는 빈도가 낮은 관계이고, 강한 연결은 접촉의 빈도가 높은 관계를 말한다. 약한 연결은 어쩌다 만나는 사람들로 부터 참신한 정보를 얻을 수 있는 정보의 획득효과를 가지며, 강한 연결은 친분관계가 있는 사람들과의 관계이기 때문에 정보에 질이나 정보제공자의 신뢰성을 의심할 필요가 없이 정보를 받을 수 있게 된다.

또한 네트워크 효과는 관계의 정도 측면이 아닌 연결 밀도 측면에서도 설명이 가능하다. 연결 밀도란 참여자들 간의 관계가 맺어지는 정도를 말한다. 밀도와 관계의 정도의 차이는 관계의 정도는 개인에 대한 지표이고, 밀도는 네트워크 전체에 대한 지표라는 차이가 있다. 네트워크의 밀도가 높아지는 것은 구성원들 간 서로서로 아는 정도가 많다는 것을 의미한다. 이러한 밀도가 높은 네트워크에서는 행위자들 사이의 신뢰가 유지되고 협업이 발생하는 효과가 발생한다. 이러한 점을 토대로 하여, 한 집단의 협력을 높이려고 한다면 전략적으로 참여자들끼리의 관계밀도를 높이는 방안이 권장되기도 한다[2].

사회네트워크를 시각적으로 표현하는 도구는

그래프이다. 이러한 그래프는 사회네트워크의 핵심인 행위자 사이의 관계를 명료하게 표현한다는 점에서 폭 넓게 사용되어왔다. 이러한 그래프를 통해 연결정도(degree), 밀도 등의 분석이 가능해진다. 연결정도는 네트워크의 한 점의 이웃에 있는 모든 점들의 수를 말한다. 즉, 네트워크에서 한 점이 다른 몇 개의 점과 연결되어 있는지를 말하는 연결정도는 한 집단에서 특정 행위자의 혹은 영향력 혹은 중심성을 표현하는 개념으로 활용될 수 있다. 이 연결정도는 그 관계의 방향성에 따라 내부연결정도(in-degree)와 외부연결정도(out-degree)로 나눌 수 있다. 내부연결정도는 어떤 점이 다른 점에게 화살표를 받는 관계의 정도를 의미하고, 외부연결정도는 반대로 어떤 점이 다른 점으로 화살표를 주는 관계의 정도를 의미한다. 내부연결정도는 한 점이 가지는 인기도를 반영하는 지표이며, 외부연결정도는 관계의 범위에 대한 지표이다.

사회네트워크 이론에서의 밀도의 측정은 네트워크 점간 존재하는 연결이 그 점들이 가질 수 있는 최대한의 연결에서 차지하는 비중으로 계산된다. 밀도 개념을 활용하여 장비협업도(Level of Collaboration, LoC)을 구하는 식은 다음 식 (1)과 같다.

$$LoC = \frac{\sum_{i,j} W_{ij}}{g C_2} \quad (1)$$

단, g 는 전체 장비의 수이며, W_{ij} 는 i 번째 장비와 j 번째 장비 사이의 연결 강도이다. 이 연결강도는 다음 <표 2>와 같다. 이 표에서 무방향인 경우는 쌍방향인 경우와 단방향인 경우의 최소값으로 결정하였다. 이는 방향성에 대해 정보가 알려지지 않은 경우 의미가 적은 연결일 가능성이 높으며 단방향으로 알려진 경우나 쌍방향으로 알려진 경

우보다 더 높은 평가를 받게 하지 않기 위해서 이다.

<표 2> 연결 경우별 연결강도

경우	연결강도
쌍방향이며 Critical Link인 경우	$\tau_1, \tau_1 \geq 0, \tau_1 = f_1(\lambda_{ij})$
단방향이며 Critical Link인 경우	$\tau_2, \tau_2 \geq 0, \tau_2 = f_2(\lambda_{ij}),$ $\tau_2 \leq \tau_1$
무방향이며 Critical Link인 경우	$\min\{\tau_1, \tau_2\}$
쌍방향이며 Optional Link인 경우	$\alpha \tau_1, \tau_1 \geq 0, 0 \leq \alpha \leq 1$
단방향이며 Optional Link인 경우	$\alpha \tau_2, \tau_2 \geq 0, 0 \leq \alpha \leq 1$
무방향이며 Optional Link인 경우	$\min\{\alpha \tau_1, \alpha \tau_2\}$ $= \alpha \min\{\tau_1, \tau_2\}$

단 <표 2>에서 $f_1(\lambda_{ij})$ 과 $f_2(\lambda_{ij})$ 의 λ_{ij} 는 임의의 장비 i 와 j 사이에 단위 시간당 송수신되는 정보의 양이다. 또한 $f_1(\lambda_{ij})$ 와 $f_2(\lambda_{ij})$ 는 각각 쌍방향과 단방향인 경우의 연결강도 계산 함수로 그 함수의 특성이 다를 수 있다.

3.5 이동성 수준 측정

본 연구에서 이동성 수준(Level of Mobility, LoM)은 사용자가 직접적으로 사용하게 되는 장비들 중에서 이동성의 정도가 높은 장비들이 차지하는 비율로 계산하였다. 그 식 (2)와 같다. 여기서 이동성이 높은지에 대한 여부는 그 장비가 무선으로도 연결이 가능한지, 그리고 휴대간편성의 정도가 상당한지에 대한 정성적인 평가로 수행하였다.

$$LoM = \frac{\text{사용자와 연결된 모바일 장비의 수}}{\text{사용자와 연결된 장비의 수}} \quad (2)$$

3.6 내재성 수준 측정

내재성 수준(Level of Embeddedness, LoE)은 시스템 아키텍처 상에서 사람으로 인식된 부분을 제외한 나머지 전체 장비의 수에서 1건 이상의 소프트웨어가 내장된 장비들이 차지하는 비율로 계산하였다. 그 식은 다음 식 (3)과 같다. 여기서 내장성이 있는지에 대한 여부는 그 내장된 소프트웨어가 독립적, 지능적 혹은 협동적으로 작동하는지에 대한 정성적인 평가로 수행하였다.

$$LoE = \frac{\text{내장된 소프트웨어가 존재하는 장비의 수}}{\text{사람을 제외한 전체장비의 수}} \quad (3)$$

3.7 장비협업도에 의한 종합적 수준 측정

다음의 측정 결과는 [그림 3]의 협업관계를 바탕으로 장비협업정도와 시스템 이동성 수준, 시스템 내재성 수준을 측정한 결과이다. 장비협업정도를 측정하기 위해 사용자를 포함한 전체기기의 수와, 양방향 실선과 단방향 실선의 수를 분석하되, $\tau_1 = 1.0, \tau_2 = 0.5$ 로 정하였다. 양방향 실선의 경우 1의 가중치로 계산이 되고, 단방향의 경우에는 0.5의 가중치를 주어 계산을 하였다. 계산 결과 0.105의 장비협업정도가 측정이 되었다. 시스템 이동성 수준의 측정은 [그림 3]에서 사용자와 연결된 기기들 중 모바일 기기가 차지하는 비율로 계산이 된다. 계산 결과 0.33의 시스템 이동성 수준이 측정이 되었다. 또한 시스템 내재성 수준을 측정하기 위해서 사용자를 제외한 전체 기기의 수에서 임베디드 기기의 수가 차지하는 비율을 계산하였다. 그 결과 [그림 4]와 같이 0.053의 시스템 내재성 수준이 측정되었다.

이와 같이 시스템 수준(Level of System, LoS) 측정을 위한 세 항목의 값이 결정되면 시스템 수

LoC	<ul style="list-style-type: none"> ☉ 사용자를 포함하는 전체 기기 수 = 20 ☉ 양방향 실선의 수 = 6 ☉ 단방향 실선의 수 = 27 $\frac{6\tau_1 + 27\tau_2}{20C_2} = 0.102$
LoM	<ul style="list-style-type: none"> ☉ 사용자와 연결된 기기 수 = 6 ☉ 연결된 디바이스 중 모바일 기기의 수 = 2 $\frac{2}{6} = 0.333$
LoE	<ul style="list-style-type: none"> ☉ 사용자를 제외한 전체 기기 수 = 19 ☉ 임베디드 기기의 수 = 1 $\frac{1}{19} = 0.053$

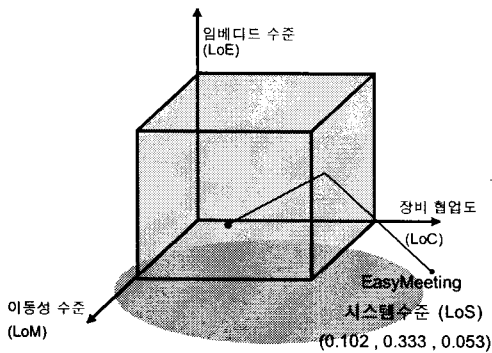
[그림 4] 수준 측정 방법

준은 다음 식 (4)과 같이 Euclidean distance method에 의하여 결정하였다. 각 항목별 수준이 0이 최소값, 1이 최대값이므로 시스템 수준은 0에서 최대 $\sqrt{3}$ 까지의 범위를 가진다.

$$LoS = \sqrt{\beta_C LoC^2 + \beta_M LoM^2 + \beta_E LoE^2} \quad (4)$$

단 식 (4)에서 $\beta_C, \beta_M, \beta_E$ 는 상대적 가중치를 의미하며 그 합은 1이다.

따라서 위의 예제인 Easy Meeting의 경우에는 $LoS = \sqrt{0.102^2 + 0.333^2 + 0.053^2}$ 으로 약 0.122가 된다. 이상의 시스템 수준 평가를 3차원 상으로 표현한 것이 [그림 5]이다.



[그림 5] 상황인식 시스템 수준에 대한 3차원 평가 결과 예

3. 상용화 가능성이 고려된 종합적 수준 측정

앞에서 제시된 상황인식 시스템이 어떠한 일정으로 확산될 것인지에 대한 전체적인 상황을 파악하기 위해 상용화 가능성이라고 하는 측정항목을 추가하여 보았다.

본 연구에서는 상용화 가능성을 아이디어 단계, 프레임워크 제시단계, 프로토타입 구현단계, 사용자 테스트 단계, 상용화 시작 단계, 상용화 확산단계, 상용화 성숙단계의 일곱 단계로 나누었다.

4. 평가 예

본 연구에서 제안한 평가 방법론의 가능성을 보

<표 3> 상황인식 시스템 조사 목록

기술/시스템 이름	개발주체	연도
ContextPhone[20]	University of Helsinki/Helsinki Institute of Information Technology	2005
Ubiquitous Home[26]	Distributed and Cooperative Media Group	2005
EasyMeeting[8]	Univ. of Maryland/IBM India Research Laboratory	2004
EWatch[24]	Carnegie Mellon University	2004
MediSys[22]	순천향대학교 정보통신공학부	2005
Restaurant Recommender Agent[25]	National Tsing Hua University	2003
CIVE[3]	광주과학기술원 정보통신공학과	2005
Intelligent Meeting Room[6]	The State Key Laboratory of Intelligence System and Technology	2003
CATIS[19]	Aware Networks/Northwestern University	2004
CHIS[12]	Center of Scientific Research and Higher Education of Ensenada	2004

이기 위해 다음 <표 3>에 제시된 대표적인 몇 가지 연구내용을 대상으로 적용해 보았다. 각 기술 및 시스템에 대한 설명은 권오병의 연구를 참조할 수 있다[1].

4.1 요건 분석

위의 시스템을 대상으로 먼저 요건분석을 수행

하였으며, 그 결과는 다음 <표 4>와 같다. 이때 요건을 갖춘 것으로 보는 수용률은 5/7로 보았다. 7점 척도에 의한 질의의 경우 5점이면 상당한 정도의 긍정으로 통상 인정하기 때문에, 요건 분석에서도 상당한 정도의 조건 만족을 의미하는 비율로 고려한 것이다. 분석 결과 예상대로 제안되고 있는 평가대상 시스템은 모두 상황 인식적인 것으로 평가하였다.

<표 4> 요건분석 결과

점검 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
상황정보가 저장 관리되는가?	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
상황정보가 사용자에게 보여지는가?	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y
서비스가 상황에 적응하는가?	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
주변 정보를 인식하는가?	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y
재형상화 작업을 하는가?	N	N	Y	N	N	Y	Y	Y	N	Y
상황에 기반하여 결과가 달라지는가?	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
상황에 기반하여 실행되는가?	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
요건 분석 평가 결과	6/7	6/7	7/7	5/7	6/7	7/7	7/7	6/7	6/7	7/7

단, 1 : ContextPhone, 2 : Ubiquitous Home, 3 : EasyMeeting, 4 : eWatch, 5 : CHIS, 6 : MediSys, 7 : Restaurant Recommender Agent, 8 : CIVE, 9 : Intelligent e-Meeting Room, 10 : CATIS 임.

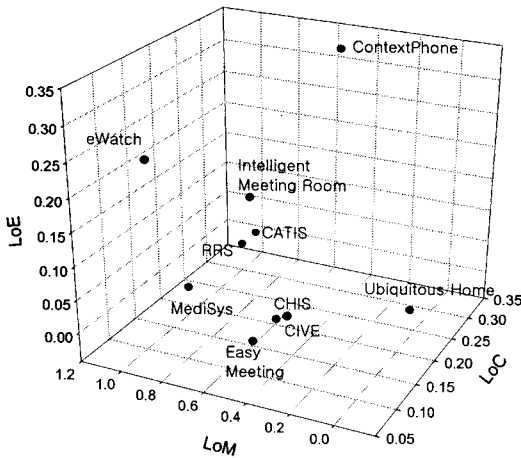
<표 5> 각 상황인식 시스템의 수준 평가표

기술/서비스	노드수	라인수	장비 협업정도	이동성 정도	내재성 정도	시스템 수준
ContextPhone	9	14	0.31	0.50	0.33	0.455
Ubiquitous Home	10	19	0.23	0.00	0.00	0.053
Easy Meeting	20	34	0.10	0.33	0.05	0.121
EWatch	17	22	0.11	1.00	0.24	1.070
MediSys	11	12	0.18	1.00	0.00	1.033
Restaurant Recommender Agent	6	6	0.30	1.00	0.00	1.090
CIVE	16	18	0.12	0.50	0.00	0.265
Intelligent Meeting Room	12	17	0.17	0.66	0.17	0.494
CATIS	6	5	0.33	1.00	0.00	1.109
CHIS	15	20	0.16	0.50	0.00	0.276

4.2 시스템 수준 평가

요건 분석에서 통과된 평가 대상들에 대해서 시스템의 수준을 측정하기 위해 장비 협업도와 이동성 정도, 내재성 정도를 조사하였다. 그래서 다음 <표 5>와 같은 결과를 얻을 수 있었다.

위 <표 5>의 시스템 수준 평가표를 표현한 것이 [그림 6]이다. [그림 6]에서 나타난 것과 같이 CATIS 시스템이 장비협업정도를 비롯하여 전체적인 시스템 수준에서도 가장 높은 것으로 나타났다. 이는 한편 전체적으로 0.5이상의 장비협업정도를 보이는 시스템은 없는 것으로 나타났다.

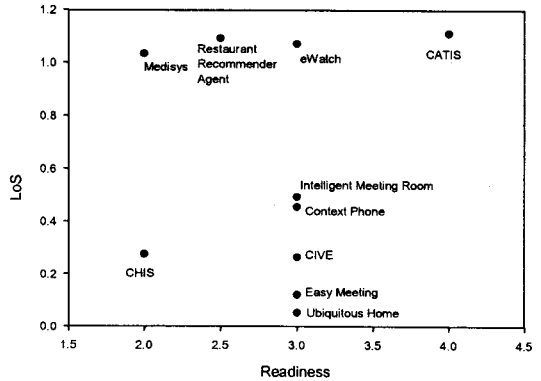


[그림 6] 세 가지 차원이 고려된 상황인식 시스템 수준 평가 결과

4.3 종합적 시스템 수준 평가

그리고 위에서 조사된 상황인식 시스템 평가 결과와 상용화 가능성을 종합적으로 고려하여 평가하여 다음 [그림 7]과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

[그림 7]은 장비협업정도와 이동성의 정도 그리고 내재성의 정도를 고려한 상황인식 시스템의 수준을 y축으로 하고 5단계의 상용화 준비도(readiness)를 x축으로 하는 그래프에



[그림 7] 각 상황인지 기술 및 시스템의 위치

를 x축으로 하는 그래프에 각 측정된 시스템의 위치를 나타낸 그래프이다. 단 여기서 상용화 준비도 값은 1이 아이디어 단계, 2가 프레임워크 제시 단계, 3이 프로토타입 시스템 구현 단계, 4가 사용자 테스트 단계, 5가 상용화 시작 단계이며, 6부터 10까지는 상용화 확산의 정도와 관계된다. 현재 평가에서 대상이 된 대부분의 시스템의 상용화 수준은 프로토타입 시스템 수준에 머물고 있는 것으로 나타났다. 조사된 시스템 중 장비협업정도가 가장 높았던 CATIS 시스템이 가장 좋은 측정 결과를 나타내었다. CATIS 시스템의 측정결과는 협업도는 0.333이고 이동성은 1, 내재성은 0을 나타내었다. 이는 CATIS가 이동성의 정도와 내재성의 정도의 차이보다는 장비협업정도에서 상대적으로 더 우수하기 때문이 것으로 보인다. 즉, 현재 가중치를 균일하게 한 이상 협업의 정도, 이동성 정보, 내재성 정도는 모두 LoS에 균일한 영향을 주고 있지만, 현존 상황인식 시스템이 이동성에 대해서는 상당한 수준임에도 불구하고 협업의 정도에서 상대적으로 우열의 차이가 더 나기 때문에 현재로서 상황인식 시스템의 질을 높이기 위해 우선 고려할 것이 협업의 정도라고 하는 것을 보인 것이다. 위의 그래프에서 나타난 것과 같이 향후 국내에서의

연구 방향은 협업의 정도가 더욱 제고되고, 상용화를 지향하는 연구가 진행되어야 할 것이다. 협업의 정도를 높이는 것은 기술적인 이슈로서 현재 진행 중인 다양한 연구를 통해서 이루어 질 것으로 예상된다.

5. 결론

상황인식 시스템의 본격적인 평가는 시스템 상용화와 확산에 있어서 필수 불가결한 작업이다. 이를 위해 협업의 정도를 높이는 기술의 개발과 함께, 상황인식 시스템의 수용성 평가나 시스템 가치 평가 및 영향 평가 등과 같은 비즈니스 이슈를 함께 다루는 연구도 필요할 것이다. 그러나 본 연구의 주안점은 시스템이 제공하는 서비스의 질적 수준이 아니라 시스템의 구조의 질적 수준이다. 즉, 어떤 상황인식 시스템에 대한 사용자의 평가, 제공 정보의 적절성이나 규모성은 평가에서 논의의 대상이며 다른 연구 이슈이다.

구조적인 질적 수준은 동일한 시스템의 질을 가지는 상황인식 시스템이 있을 때 얼마나 더 효율적 구조를 가지는지를 가리는 데 중요하다. 이를 위해 본 연구에서는 상황인식 시스템의 수준을 고려하기 위해 기존의 인터페이스 이슈나 상황 정보 관련 평가에 보완적으로 활용될 수 있는 장비협업 정도, 이동성의 정도 그리고 내재성의 정도를 제안하였으며, 상용화 준비도와 비교하여 평가하였다. 이를 위해 장비협업도라고 하는 것을 개발하였으며, 이를 통해 위의 평가 항목들을 모두 도출할 수 있었다.

본 연구는 다음과 같은 몇 가지 추후 연구 이슈를 가지고 있다. 첫째, 협업 관계도를 더 정교하게 그릴 수 있어야 한다. 현재는 양방향 혹은 단방향

의 표시에 국한되어 있는데 실제적으로 시스템이 가동될 경우에 발생하는 트래픽 등이 고려된 실측이 필요하다. 둘째로 협업 관계도 작성 시 노드들의 수준이 동일해야 하는데 현재는 이를 평가자의 개인적 능력에 의존할 수밖에 없다. 객관적인 평가를 할 수 있어야 한다. 셋째로 현재는 같은 서비스의 범위나 내용이 비슷한 서비스들 간의 비교는 가능하지만 향후 도메인이 다른 시스템의 비교에 대한 일반적인 평가가 필요하다. 즉, 밀도가 높은 시스템이 항상 우월한 시스템이라고 이야기 할 수 없기 때문이다.

참고문헌

- [1] 권오병, 이남연, "상황인식 시스템 개발 현황", *정보과학회지*, 24권 10호(2006), 5~15.
- [2] 손동원, "사회 네트워크 분석", *경문사*, (2002).
- [3] 장세이, 이영호, 우운택, "이기종 분산 가상 환경을 위한 컨텍스트 기반 상호작용 시스템", *한국정보과학회 한국정보과학회논문지: 시스템및이론*, 32권 5호(2005), 209~218.
- [4] Barnard, L., Yi, J. S., Jacko, J. A., and A. Sears, "An Empirical Comparison of Use-In-Motion Evaluation Scenarios for Mobile Computing Devices", *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol.62, No.4 (2005), 487~520.
- [5] Burrell, J. and G. K. Gay, "E-graffiti: Evaluating Real-World Use of a Context-Aware System", *Interacting with Computers*, Vol.14, No.4(2002), 301~312.
- [6] Chen, E. Y., Y. C. Shi, D. G. Zhang, and G. Y. Xu, "Intelligent Meeting Room: Facilitating Collaboration for Multi Mobile Devices on Contextual Information", *Proceedings of*

- the 8th International Conference on Computer Supported Cooperative Work*, Vol.1 (2004), 82~87.
- [7] Chen, G. and D. Kotz, "A Survey of Context-Aware Mobile Computing Research", *Dartmouth Computer Science Technical Report TR2000-381*, 2000.
- [8] Chen, H., T. Finin, A. Joshi, L. Kagal F. Perich, and D. Chakraborty, "Intelligent Agents Meet the Semantic Web in Smart Spaces", *IEEE Internet Computing*, Vol. 8(2004), 69~79.
- [9] Cheverst, K., K. Mitchell, and N. Davies, "Exploring Context-Aware Information Push", *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol.6, No.4(2002), 276~281.
- [10] Coen, M. H., "Design Principles for Intelligent Environments", *Proceedings Fifteenth National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-98) 10th Conference on Innovative Applications of Artificial Intelligence, Menlo USA*, 1998
- [11] Dey, A. K. "Understanding and Using Context", *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol.5, No.1(2001), 4~7.
- [12] Faverla, J., M. Rodrigues, A. Preciado, and V. M. Gonzalez, "Integrating Context Aware Public Displays Into a Mobile Hospital Information System", *Journal of IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, Vol.8, Issue.3(2004), 279~286.
- [13] Fogarty, J., J. Lai, and J. Christensen, "Presence Versus Availability: The Design and Evaluation of a Context-Aware Communication Client", *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol.61, No.3 (2004), 299~317.
- [14] Kidd, C. D., R. Orr, G. D. Abowd, C. G. Atkeson, I. A. Essa, B. MacIntyre, E. Mynatt, T. E. Starner, and W. Newstetter, "The Aware Home: A Living Laboratory for Ubiquitous Computing Research", *The Second International Workshop on Cooperative Buildings (coBuild'99)*, 1999.
- [15] Kjeldskov, J., M. B. Skov, B. S. Als, and R. T. Høegh, "Is It Worth the Hassle? Exploring the Added Value of Evaluating the Usability of Context-Aware Mobile Systems in the Field", *Lecture Notes in Computer Science*, 3160, 2004, 61~73.
- [16] Kwon, O., K Yoo, and E. Suh, "UbiDSS: A Proactive Intelligent Decision Support System as an Expert System Deploying Ubiquitous Computing Technologies", *Expert Systems With Applications*, Vol.28(2005), 149~161.
- [17] Molich, R. "Usable Web Design", *Ingeniøren | bøger*, 2000.
- [18] Mozer, M. C. "An intelligent Environment Must Be Adaptive", *IEEE Intelligent Systems*, April 1999.
- [19] Pashtan, A., A. Heusser, and P. Shceuermann, "Personal Service Areas for Mobile Web Applications", *Journal of IEEE Internet Computing*, Vol.4, No.6(2004), 34~39.
- [20] Raento, M., A. Oulasirta, R. Petit, and H. Toivonen, "ContextPhone: A Prototyping Platform for Context-Aware Mobile Applications", *Pervasive Computing, IEEE*, Vol. 4, Issue.2(2005), 51~59.
- [21] Schilit, B., N. Adams, and R. Want, "Context-Aware Computing Applications", *Proceedings of IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, Santa Cruz, California, December 1994*, 85~90.
- [22] Shim, C. B., Y. W. Shin, and B. R. Park, "An Implementation of Context-Awareness Support System based on voice Service for

- Medical Environments”, *Journal of Korea Computer Information Society (in Korean)*, Vol.10, No.4(2005), 29~36.
- [23] Sim, J., J. Kim, O. Kwon, S. S. Lee, J. Kim, H. K. Jang, and M. Lee, “Applying Inference Engine to Context-Aware Computing Services”, *Proceedings of the Second International Workshop on Personalized Context Modeling and Management for UbiComp Applications, Orange County, CA, 2006*.
- [24] Smailagic, A., D. P. Siewiorek, U. Maurer, A. Rowe, and K. P. Tang, “eWatch: Context Sensitive System Design Case Study”, *Proceedings of the IEEE Computer Society Annual Symposium on VLSI*, (2005), 98~103.
- [25] Tung, H. W. and V. W. Soo, “A Personalized Restaurant Recommender Agent for Mobile e-service”, *Proceedings of the 2004 IEEE International Conference on e-Technology, e-Commerce and e-Service*, 2004, 259~262.
- [26] Yamazaki, T. “Ubiquitous Home: Real-Life Testbed for Home Context-Aware Service”, *Testbeds and Research Infrastructures for the Development of Networks and Communities, 2005. Tridentcom 2005. First International Conference*, 2005, 54~59.

Abstract

A Structured Methodology with Device Collaboration Diagram for Evaluating Context-Aware Systems

Oh Byung Kwon* · Nam Yeon Lee**

Nowadays the context-aware systems have been regarded as a promising opportunity to create differentiated e-marketplaces. Context-aware system aims to provide personalized services by understanding the user's current situation which is automatically acquired from the context data. This aim naturally leads us to a motivation to evaluate to what extent a system is context-aware. Even though lots of endeavors have stated about the level of context-aware system, a structured evaluation has been so far very rare. Hence, the purpose of this paper is to propose a two-phased methodology for assessing context-aware systems. In the first phase, we perform a requisite analysis to discriminate a context-aware system from general or context-based systems. Once an information system is recognized as context-aware system, then level of collaboration, mobility and embeddedness is derived to determine the level of context-aware system in the second phase. To do so, device collaboration diagram (DCD) is proposed to visualize the system architecture. Moreover, readiness and level of system are jointly considered in the phase to provide a development strategy for each context-aware system development project. To show the feasibility of the idea proposed in this paper, legacy context-aware systems are actually analyzed and evaluated.

Key words : Context-aware system, Device collaboration modeling, Device collaboration, Mobility, embeddedness, System evaluation

* School of International Management, Kyunghee University

** Department of Tecnology Management, Kyunghee University