

# Fuzzy AHP를 이용한 유비쿼터스 서비스 평가 프레임워크<sup>†</sup>

(A Framework for Evaluating Ubiquitous Services  
using Fuzzy AHP)

김수연\*, 황현석\*\*

(Su-Yeon Kim, Hyun-Seok Hwang)

**요약** 최근 정보기술의 발달로 유비쿼터스 컴퓨팅과 이를 이용한 유비쿼터스 서비스가 개발 중이거나 서비스 중이다. 향후 많은 산업에서 유비쿼터스 서비스 활용이 증가할수록 서비스에 대한 평가가 필수적이라 하겠다. 본 연구에서는 유비쿼터스 서비스의 평가를 위한 구체적인 평가항목을 도출하고 이들 간의 중요도를 산출하는 프레임워크를 제시하고자 한다. 이를 위하여 유비쿼터스 서비스의 평가와 관련된 문헌을 고찰하고 전문가의 의견을 수합하여 주요 평가항목의 결정과 계층적분석과정 기법을 이용하여 항목간의 중요도를 산출하고자 하였다. 평가자 평가결과의 정확성을 보정하기 위해 퍼지(fuzzy) 개념을 활용하여 중요도를 계산하였으며 설문을 통하여 실제 특정 분야에서 유비쿼터스 서비스를 평가하기 위한 항목의 중요도를 도출하였다.

**핵심주제어** : 유비쿼터스 서비스 평가, SERVQUAL, 퍼지 계층적분석과정(AHP)

**Abstract** In recent years, various information technologies including ubiquitous computing technology have been developed and deployed. The more ubiquitous services based on ubiquitous technology have widely been spread, the more evaluation methods of those services are required. In this study, we suggest a framework for evaluating ubiquitous services by identifying evaluation factors and their relative importances. Combining review of related works and experts' opinions on the evaluation, we calculate the factors affecting ubiquitous service evaluation and relative importances among those factors using fuzzy Analytical Hierarchy Process (AHP). We conduct a case study to illustrate the applicability and feasibility of the suggested framework.

**Key Words** : Ubiquitous Service Evaluation, SERVQUAL, Fuzzy Analytical Hierarchy Process

## 1. 서론

마크 와이저는 사람을 포함한 현실 공간에 존재하는 모든 대상물들을 기능적, 공간적으로 연결하여 사용자에게 필요한 정보나 서비스를 즉시에 제

공할 수 있는 기반 기술로서 유비쿼터스 컴퓨팅을 정의하였다[25]. 유비쿼터스 컴퓨팅 시스템에서는 상황에 따라 제공되는 서비스가 변한다[18]. 즉 컴퓨터가 곳곳에 편재하여 센싱과 트래킹을 통해 장소나 시간에 따라 그 내용이 변화하여 개인이 특화된 정보 서비스를 받을 수 있음을 의미한다[3].

유비쿼터스 컴퓨팅 기술은 전사적자원관리(ERP), 공급망관리(SCM) 등의 비즈니스 영역에서

<sup>†</sup> 이 논문은 대구대학교 학술연구비지원에 의한 논문임.

\* 대구대학교 컴퓨터·IT공학부

\*\* 한림대학교 경영학부 (교신저자)

뿐만 아니라 식품안전, 보건의료, 환경관리 등 공공 서비스, 그리고 문화/여가, 교육/학교, 스마트 홈 등 사람들의 일상생활 속에서도 폭넓게 활용될 수 있다.

이 중 가장 대표적인 상황인지(context-awareness) 서비스와 선용적 상호작용(proactive interaction) 서비스는 유비쿼터스 기술의 중요한 특성인데, 먼저 상황인지는 사용자의 직접적인 입력이 없이도 센서에 의해 사용자에게 대한 상황정보를 추출할 수 있고, 이것은 사용자가 스스로 만들어 낸 행동에 따라 개인화된 서비스를 제공할 수 있는 사업을 가능하게 할 것으로 기대되고 있다. 선용적 상호작용은 사용자가 서비스 품질을 개선하기 위한 일련의 행동을 원하기 전에 시스템이 사전에 스스로 파악할 수 있어야 하는 것을 말한다. 유비쿼터스 서비스는 유비쿼터스 컴퓨팅에 내재된 능력을 완전하게 사용할 수 있게 하는 서비스이며, 지능적이고, 자동화되고, 개인화된 상호작용으로 구성되었다고 할 수 있다[1].

국내에서는 20 여개의 지방자치단체가 u-City 관련 사업을 활발히 추진하고 있으며 KT, 삼성 SDS, LN CNS, SK C&C 등 사업자와 한국토지공사, 대한주택공사 등이 참여하고 있다. 현재 수도권 신도시 및 일부 기존도시 중심으로 u-City 기획 및 설계를 추진 중에 있으며 향후 행정중심 복합도시, 혁신도시, 기업도시 등으로 확대될 예정이다[9].

이렇듯 민간과 공공의 여러 분야에서 활용되고 있는 유비쿼터스 기술을 이용한 서비스 수준과 시스템의 성과 수준을 평가하는 정교한 방법론은 아

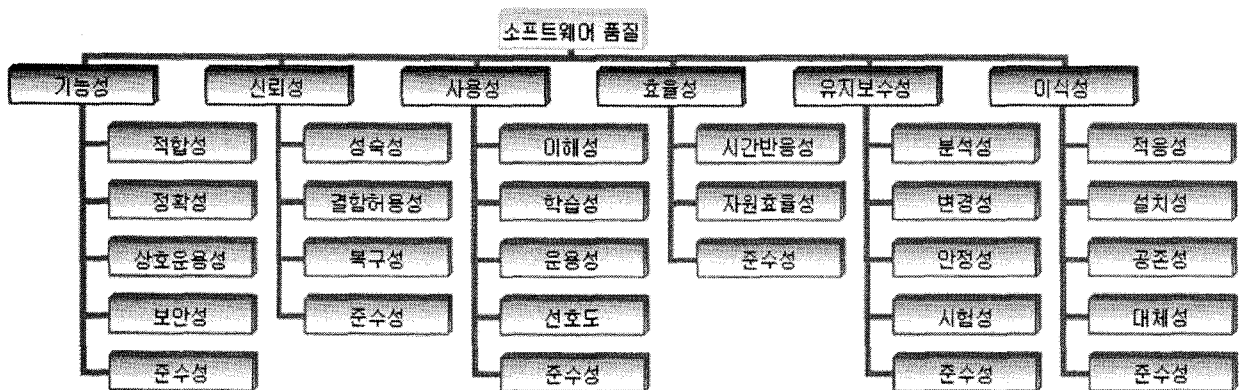
직 매우 초기적인 수준에 머물러 있다. 즉 현재까지의 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스에 대한 평가는 통합적이지 못하고 기술 혹은 경제성의 한 측면으로만 치우친 감이 있으며, 그나마도 나름대로의 근거 있는 평가기준이나 틀을 가지고 있지 못하다에 대한 평가에 대한 연구는 아직 많이 이루어지고 있지 않다[21,23].

본 연구에서는 소프트웨어 품질모델과 서비스 품질 측정을 위한 SERVQUAL, 그리고 유비쿼터스 서비스 평가를 위한 기존 연구를 살펴보고, 유비쿼터스 서비스를 평가하기 위한 품질특성과 부특성 등 프레임워크를 제안한다. 소방/방재에 특화된 통합관계 영역에서의 전문가 조사를 통하여 퍼지 AHP 기법을 이용하여 각 특성의 가중치를 제시한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 소프트웨어 품질모델

ISO/IEC 9126은 단일 소프트웨어를 평가하기 위한 표준 품질모델로서 (그림 1)과 같이 소프트웨어의 내외부적인 품질 특성을 정의하는 주특성과 부특성 그리고 사용 품질 특성을 정의한다. 주특성은 기능성(functionality), 신뢰성(reliability), 사용성(usability), 효율성(eficiency), 유지보수성(maintainability), 이식성(portability)의 6가지가 있으며, 이는 다시 (그림 1)에서 보는 바와 같이 27개의 부특성으로 나누어진다. 사용 품질의 특성으



(그림 1) ISO/IEC 소프트웨어 품질모델

로는 효과성(effectiveness), 생산성(productivity), 안전성(safety), 만족도(satisfaction)가 있다[14,15]. 오상현 외(2007)는 ISO/IEC 소프트웨어 품질모델을 토대로 유비쿼터스 컴퓨팅 시스템의 8가지 특징을 고려한 실용적 품질 평가 모델을 개발하였다. 유비쿼터스 컴퓨팅 시스템과 이들 8가지 특징 - 외부환경변화 감지, 사람과 컴퓨터, 어디서나 사용 가능한 컴퓨터, 아주 작은 컴퓨터, 유비쿼터스 접근, 시스템들간의 조화, 다대다 접속, 보안과 프라이버시 - 을 매핑시키고 기능성, 사용성, 이식성의 품질특성을 ISO/IEC 9126으로부터 도출하고 새로운 품질특성으로 이동성을 추가하였다. 그는 이 연구에서 신뢰성, 효율성, 유지보수성은 단일 시스템 평가에 더 적합하여 유비쿼터스 컴퓨팅 시스템을 평가하기 위해서는 적합하지 않다고 판단하여 제외하였다[7].

## 2.2 서비스 품질(SERVQUAL)

Parasuraman et al.(1985)은 서비스 품질 개념을 '서비스 기업이 제공하여야 한다고 느끼는 소비자들의 기대와 서비스를 제공한 기업의 성과에 대한 소비자들의 인식 비교'라고 정의하였으며 SERVQUAL이라는 서비스 품질 측정도구를 개발하였다. 서비스 품질 측정을 위한 10가지 요인으로 유형성, 신뢰성, 응답성, 능력, 예절, 신용도, 안전성, 접근가능성, 커뮤니케이션, 고객의 이해를 제시하였다[19]. 또한 서비스 품질 측정에 대한 확장된 모델을 다시 제시하고 서비스 품질을 측정하는 결정요인을 5가지로 통합시켰는데, 이는 유형성, 신뢰성, 반응성, 확신성, 공감성 요인으로 구성된다[20].

유형성은 물리적 시설, 장비와 개인적인 표현으로 정의되어 있고, 신뢰성은 신빙성 있고 정확하게 약속된 서비스를 수행하는 능력, 반응성은 고객들을 돕고 조이고 서비스를 제공하는 자발적 행동, 확신성은 직원과의 지식, 신임과 신용을 고취하는 그들의 능력의 호의, 공감성은 회사가 고객들에게 봉사하고 개성화된 관심으로 정의되어 있다[24].

정보기술의 발전에 따라 SERVQUAL 모형은 여러 영역에 활용되어 왔다. van Iwaeden et al.(2003)은 웹사이트의 품질에 관한 연구로 유형성, 신뢰성, 반응성, 확신성, 공감성을 제시하였고

[24], Yang et al.(2003)은 인터넷 쇼핑몰을 대상으로 반응성, 신뢰성, 사용편의성, 신용도, 편의성, 의사소통, 접근성, 기업의 역량, 친절성, 개인화 등의 측정요소를 제시하였다[26]. 송창석 & 신종철(2002)은 응답성, 실체성, 신뢰성, 보장성, 공감성을 서비스 품질 측정 요소로 들었으며[6], 이계경 & 서지혜(2005)는 브랜드 커뮤니티의 품질요소인 eBC-SERVQUAL로서 정보제공성, 상호작용성, 반응성, 신뢰성, 유형성, 확신성의 6가지 요인을 제시하였다[8]. 웹사이트의 품질 평가와 관련하여서는 기존의 연구를 보완하고 종합적인 품질특성을 고려하기 위한 연구로 WebQual이 있으며[10,11], 사용성(usability), 정보성(information), 그리고 상호작용성(interaction)을 측정 차원으로 제시하고 있다. 또한 Weblog 서비스 품질(wb-SERVQUAL)에 대한 연구에서는 유형성, 신뢰성, 반응성, 정보성을 품질요소로 제시하였다[4].

유비쿼터스 컴퓨팅의 경우 기술적인 측면과 사용자에게 제공되는 서비스의 성격을 동시에 가지므로 본 연구에서는 ISO/IEC에서 제안하는 품질 모델과 서비스 품질모델인 SERVQUAL을 종합적으로 고려하여 유비쿼터스 서비스를 평가하는 평가 체계를 제안하고자 한다.

## 2.3 유비쿼터스 서비스 평가

권오병 & 김지훈(2007)은 유비쿼터스 서비스 품질을 평가하기 위하여 특정 신규 서비스 형태에 특화된 수정된 SERVQUAL로서 Ubi-SERVQUAL을 제시하였다[2]. Ubi-SERVQUAL은 크게 신뢰성(reliability, REL), 반응성(reponsiveness, RES) 및 확신성(assurance, ASS), 공감성(empathy, EMP)의 네 가지 차원으로 구성되어 있으며[16], 유비쿼터스 서비스에 대한 평가를 수행하기 위하여 네 차원에 대한 평가항목 및 가중치를 제시하고 7개의 u-City 서비스 시나리오를 대상으로 평가를 진행하였다.

권오병 & 김지훈(2006)의 다른 연구는 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스 수준평가를 위해 다계층적 접근법을 제시하였다. 계층은 총 3개로 나누어지며, 계층1은 uT 능력 기반 평가로서 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스가 반드시 갖춰야 할 기술역량으로 제공되

고 있는지 확인하는 것이다. 계층2는 다시 기술적인 측면에서 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스의 유비쿼터스 기술 수준을 평가하는 기술적 관점의 수준평가(유비쿼터스 수준 평가)와 행태적인 측면에서 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스의 서비스 품질수준을 평가하는 행태적 관점의 수준평가(서비스품질기반 평가)로 나누어진다. 계층3은 계층2에서 평가된 두 항목을 토대로 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스의 가치를 평가하는 서비스 가치기반 평가이다[1].

송기보 외(2005)는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 비즈니스 모델 사업타당성 평가체계를 제시하였다. 타당성 평가모형은 기술특성 적합과 요구사항 만족, 기업전략 부합 측면으로 나누어지며, 기술특성 적합 측면은 다시 단말환경(호환성, 사용용이성, 휴대성), 채널환경(이동성, 상시성, 안전성), 이용환경(보편성, 안정성, 상황인식성)으로 구성된다. 요구사항 만족 측면은 서비스품질(신뢰성, 반응성, 확신성, 공감성), 생성가치(효율성, 편리성, 개인성, 오락성)로 구성되며, 마지막으로 기업전략 부합 측면은 내부(사업확대, 수익증대)와 외부(공익추구, 고객가치창출)로 구성된다[5]. 이는 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스를 기존의 시스템적인 측면이 아닌 비즈니스 모델 측면에서 평가하는 체계를 제시했는데 의의가 있다.

### 3. 연구 방법

#### 3.1 평가 순서

본 논문에서 제시하는 평가 순서는 다음과 같다.

##### STEP 1. 평가의 대상 및 목적 정의

평가의 대상과 범위 그리고 평가를 시행하는 목적을 정의한다.

##### STEP 2. 선행연구 검토

선행 연구에서 1단계의 평가대상과 동일하거나 유사한 대상을 평가한 연구가 있는지 살펴보고 선행연구에 사용된 평가항목들을 살펴본다.

##### STEP 3. 계층구조와 평가항목 결정

선행연구와 연구자의 의견을 종합해 평가를 위한 AHP 계층구조와 세부 평가항목을 1차적으로 선정한다.

##### STEP 4. 평가 주체의 feedback 반영

이전 단계의 결과에서 나온 계층구조와 평가항목을 평가주체에게 설명하고 이러한 평가 주체의 의견을 반영하여 최종 평가 관점 및 측정지표를 확정하게 된다.

##### STEP 5. AHP 설문 작성 및 배포

4단계에서 확정된 결과를 이용하여 AHP 설문을 작성하고 평가분야 전문가에게 배포한다.

##### STEP 6. 설문분석 및 평가항목의 중요도 산출

회수된 AHP 설문 결과를 통해 평가항목간 상대적인 중요도 (가중치)를 계산한다. 이 때 설문자의 응답을 Crisp한 값으로 보지 않고 Fuzzy 한 값으로 보고 설문을 분석한다.

##### STEP 7. 비교 대안의 평가

비교대안의 평가를 위한 설문을 작성하고 회수하여 대안의 우선순위를 평가

본 연구에서는 유비쿼터스 서비스를 평가하는 항목과 항목간의 상대적인 중요도를 도출하는 것을 목표로 하였다. 또한 본 연구와 관련된 선행연구를 리뷰하여 어떠한 평가항목이 유비쿼터스 관련 분야를 평가하는데 사용되었는지와 본 연구와의 적용가능성을 검토하였다.

#### 3.2 계층구조와 평가항목 결정

본 연구에서는 유비쿼터스 서비스를 평가하기 위하여 우선 유비쿼터스 컴퓨팅 시스템에 사용되는 기술적인 측면을 평가하기 위한 기술 특성(technology characteristics)과 유비쿼터스 컴퓨팅 시스템이 제공하는 서비스의 측면을 평가하기 위한 서비스 특성(service characteristics)으로 크게 분류하였다. 기술 특성은 다시 시스템 운용 시에 필요한 특성인 운용특성과 시스템의 채널이 가지는 특성인 채널특성으로 분류된다. 서비스 특성은

사용자가 인식하는 서비스의 품질적인 측면인 서비스품질특성과 유틸리티 서비스 사용자가 제공받는 유무형의 가치인 가치특성으로 분류된다. <표 1>과 같이 운용특성은 기능성, 유지보수성, 상황인식성의 세 가지 하위평가요소로 구성되며, 채널특성은 견고성, 효율성, 이식성의 세 가지 요소로 구성된다. 서비스품질특성은 신뢰성, 반응성, 확산성, 공감성의 네 가지 하위평가요소로 구성되며, 가치특성은 유용성, 편의성의 두 가지 요소로 구성된다.

위와 같은 평가항목의 도출을 위해 리뷰한 과거 유틸리티 관련 연구와 그 연구에서 사용된 평가항목과의 관련성은 <표 1> 와 같다.

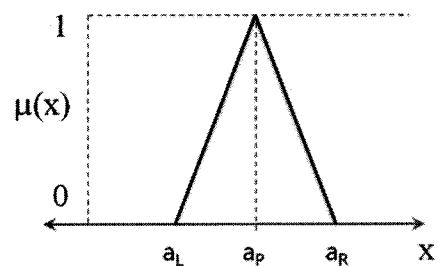
### 3.3 평가항목의 상대적 중요도 측정

평가항목의 상대적 중요도는 AHP의 쌍대비교(pair-wise comparison)에 의해 산출된다[17,22]. 일반적인 AHP는 설문 응답자가 평가의 결과를 정확한 것으로 가정하고 상대적 중요도를 평가한다. 그러나 AHP의 결과를 계산하면 응답에 일관성이 없는 경우가 많다. 예를 들어 A, B, C의 세 대상의 중요도를 평가하는 경우 A가 B 보다 2배 더 중요하고, B가 C보다 3배 더 중요하다고 평가했다면 A는 C보다 6배 더 중요하다는 응답이 일반적이나 그렇지 않은 경우가 많이 발생한다. 이 경우 응답의 일관성 정도를 보는 Consistency Index 의

값이 크게 나와 응답을 신뢰하기 힘들다.

본 연구에서는 설문 응답자의 응답이 다소 부정확할 수 있다는 가정 하에 Fuzzy 개념을 도입하였다. 즉 A가 B보다 5배 더 중요하다고 한 평가는 5배일 가능성이 가장 크지만 5배 주변의 값일 수 있다고 가정하였다. 본 연구에서는 삼각퍼지수를 이용하여 멤버쉽함수를 구하였다. 삼각퍼지수는 가장 일반적으로 많이 사용되며 이해하기가 쉬운 멤버쉽함수이다.

삼각퍼지수의 개념은 (그림 2)와 같다.



(그림 2) 삼각퍼지수와 멤버쉽 함수

일반적인 Fuzzy AHP에서는 평가항목의 중요도를 결정하는 쌍대비교에서 응답자의 응답이 Crisp하다는 가정하에 계산되며 이미 결정된 평가항목 간 중요도를 이용하여 대안의 쌍대비교에만 응답자의 응답을 Fuzzy 개념으로 처리하였다. 그러나 본 연구에서는 평가항목의 중요도를 결정하는 쌍

<표 1> 평가항목 및 관련연구

대분류	중분류	소분류	평가항목 설명	관련연구
기술 특성	운용 특성	기능성	필요로 하는 기능을 잘 제공하고 있는가	[7,15]
		유지보수성	관리하기 쉽고 환경 변화에 따른 변경이 용이한가	[15]
		상황인식성	다양한 상황을 잘 인지하여 문제를 해결할 수 있는가	[5]
	채널 특성	견고성	결함에 견고하고 장애 발생 시 복구가 잘 이루어지는가	[15]
		효율성	여러 자원을 효율적으로 관리하는가	[15]
		이식성	여러 환경에 쉽게 설치 및 적용될 수 있는가	[7,15]
서비스 특성	서비스 품질 특성	신뢰성	믿을 수 있고 정확하게 약속된 서비스를 수행할 수 있는가	[16,20,24]
		반응성	사용자의 요청에 신속한 서비스를 제공하는가	[13,16,20,24]
		확신성	서비스 품질이 우수하고 안전하다고 확신할 수 있는가	[13,16,20,24]
		공감성	서비스에 대한 동의와 지지 및 결과를 이해할 수 있는가	[13,16,20,24]
	가치 특성	유용성	사용자에게 유용한 가치를 제공하는가	[12]
		편의성	서비스를 이용하는데 편의를 제공하는가	[5]

대비교에서도 응답자의 응답이 Fuzzy 할 수 있다는 판단하에 Fuzzy 개념을 적용시켰다.

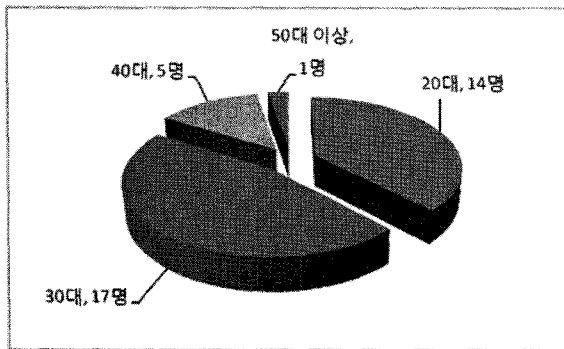
#### 4. 사례연구

##### 4.1 소방방재 분야의 유비쿼터스 서비스 평가

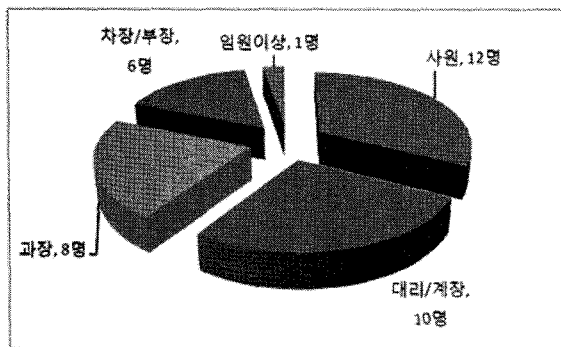
3장에서 도출된 계층구조와 평가항목을 이용하여 소방방재 분야의 유비쿼터스 서비스를 평가하였다.

연구자에 의해 결정된 계층구조와 평가항목들은 해당 분야의 전문가로부터 수정사항이나 추가 고려사항에 대한 의견을 청취하고 이를 반영하여 최종 확정하였다.

설문지의 구성은 설문응답자의 일반적인 사항을 묻는 문항과 평가항목의 상대적 중요도를 1배에서 9배까지 평가하도록 하였다. 설문관련 업무에 종사하는 분들을 대상으로 총 41부가 배부되었고 41부를 모두 회수하여 분석하였으며 중요도 표시 방법의 오류 (쌍대 비교 설문 2의 두 군데에 표기)



(그림 3) 응답자 직위분포



(그림 4) 응답자 연령분포

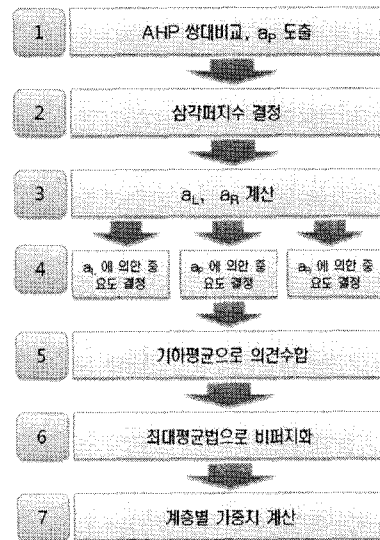
와 일부 문항 응답이 빠진 설문 4부를 제외하였다. 응답자의 일반적인 사항은 다음 그림과 같다.

응답자들은 평균 2.5년 정도 관련 업무에 종사한 사람이었다.

##### 4.2 설문분석 및 평가항목의 중요도 산출

일반적인 AHP 기법과 다르게 설문자의 쌍대비교 값을 Fuzzy 값으로 보고 분석하였다. 이를 위하여 퍼지수는 삼각 퍼지수(Triangular fuzzy number)를 이용하였다.

Fuzzy 개념을 이용한 평가항목의 중요도 산출 과정은 (그림 5)와 같다.



(그림 5) Fuzzy 를 이용한 중요도 산출 과정

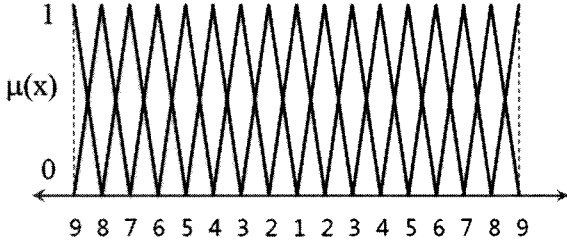
수식 (1)은 삼각 퍼지수의 멤버십 함수를 나타낸 것이다.

$$\mu_x = \begin{cases} y_a^L(x) = \frac{x - a_L}{a_P - a_L}, & a_L \leq x \leq a_P \\ y_a^R(x) = \frac{x - a_R}{a_P - a_R}, & a_P \leq x \leq a_R \\ 0, & otherwise \end{cases} \dots (1)$$

삼각퍼지수를 AHP에 적용하기 위해 3가지의 쌍

대비교 결과가 필요한데 첫 번째는 응답자의 쌍대 비교 값이고 두 번째와 세 번째는 각각 삼각퍼지 수의 left ( $a_L$ ) 와 right 값 ( $a_R$ )이다.

사용된 삼각퍼지수는 (그림 6)과 같다.



(그림 6) 삼각퍼지수와 멤버십 함수

(그림 6)와 같은 방법으로 응답자별 쌍대비교 결과에서 도출된 left와 right 값을 각각 구하고 3개의 값을 각각 AHP 분석으로 3개의 가중치 값들을 구하였다.

(그림 6)에서 삼각퍼지수는 응답자가 평가한 쌍대비교 결과 값 ( $a_p$ )과 결과 값보다 한 단계 덜 평가하게 한 값 ( $a_L$ ), 한 단계 더 평가한 값 ( $a_R$ )으로 정하였다.

예를 들어 기술특성과 서비스특성의 쌍대비교에서 기술특성이 서비스특성보다 4배 중요하다고 평가하였다면  $a_p$  는 4 이고,  $a_L$ 은 3 (=  $a_p-1$ ),  $a_R$  은 5 ( $a_p+1$ ) 로 정하였다.

그러나 (그림 6)에서 가장 왼쪽의 9 라는 값은 left 값 또한 9로 부여하였으며 가장 오른쪽의 9 라는 값은 right 값을 9로 부여하였다.

AHP 분석에서는 응답의 일관성을 측정하는 Consistency Index 를 측정하는데 본 연구에서는 0.2를 초과하는 응답의 경우 일관성이 없는 것으로 보았으며 분석 대상에서 7부를 제외하였다.

일반적으로 AHP 분석은 통계분석과 달리 최소한의 설문 응답 개수를 정하고 있지는 않다.

응답자별로 구해진 3개의 쌍대비교 값들( $a_p$ ,  $a_L$ ,  $a_R$ )의 분석은 상용 AHP 분석 도구인 Expert Choice 를 이용하였으며 복수응답의 가중치를 수합하는 방법으로는 AHP 분석결과 도출된 개별 설문자의 가중치를 기하평균하였다.

이 결과 모든 응답자의 쌍대비교 결과로 나온 가중치를 기하평균하여 계층구조상의 평가항목간

의 가중치가 3개가 산출되었다.

산출된 3개의 값은 비퍼지수로 변환하기 위해 일반적으로 많이 사용되는 최대평균법(Mean of Maximal)을 이용하였다. 최대평균법의 공식은 수식 (2)와 같다.

$$A_{non-fuzzy} = \frac{a_L + 2a_p + a_R}{4} \dots (2)$$

최대평균법으로 비퍼지화 시킨 각 평가항목별 중요도(가중치)는 (그림 7)와 같다. 팔호안의 수치는 상위 항목의 중요도를 반영하여 계산한 순수한 중요도 값이다.

결과를 살펴보면 응답자는 기술특성과 서비스특성을 거의 5:5 정도로 중요하다고 생각하고 있으며 기술적인 면은 운용적인 면을 채널적인 면보다 약 3배 이상 중요하게 판단하고 있다. 서비스적인 면에서는 품질의 중요성을 서비스가 가지는 가치만큼 중요하게 평가하였다. 세부 평가항목에서는 기능성을 가장 중시했으며 유용성, 편의성, 신뢰성의 순으로 중요하게 평가하였다.

## 5. 결론

본 연구에서는 유비쿼터스 서비스를 종합적으로 평가하기 위해 평가 프레임워크를 제시하였다. 관련 문헌과 전문가의 의견을 바탕으로 평가항목을 결정하고 이들 간의 계층구조를 형성한 후 평가항목간의 중요도를 AHP를 이용하여 분석하였다.

AHP 분석에서는 Fuzzy 개념이 적용된 쌍대비교 결과를 바탕으로 삼각퍼지수를 만들어 항목간 중요도를 결정하였으며 모든 평가자의 의견을 기하평균으로 수합하였다. 또한 최대평균법을 이용하여 비퍼지화한 값을 최종 항목별 중요도로 정하였다.

분석된 결과로는 응답자들은 기술적인 면과 서비스적인 면을 비슷하게 중요하다고 생각하였으며 서비스적인 면의 하위항목인 품질면과 가치면 또한 비슷하게 중요하다고 판단하였다. 그러나 기술적인 면에서는 운용측면을 채널측면보다 3배 이상 중요하게 판단하고 있었다. 이는 유비쿼터스 서비스의 운용사례가 아직 많이 없어서 서비스 수행

시 제대로 그 기능을 수행하는지, 작동오류 등이 없는지, 서비스 대상의 상황이나 조건을 인식하여 적합한 서비스를 수행하는 지 등을 중요하게 판단하고 있기 때문이라고 추정할 수 있다.

세부항목에서는 가장 중요한 요소가 ‘기능성’으로 도출되었는데 유비쿼터스 서비스의 운용 시 원하는 기능을 제대로 수행할 수 있는가 하는 여부를 중요하게 판단한다는 사실을 알 수 있었다.

본 연구는 유비쿼터스 서비스를 평가할 수 있는 평가항목을 도출하고 이들간의 중요도를 산출했다는 점에서 그 의의를 찾을 수 있다. 또한 AHP 분석에서 쌍대비교 결과를 Fuzzy한 개념으로 보고 이를 분석에 고려한 점도 기여점으로 제시할 수 있다.

AHP를 통한 평가항목의 중요도 분석에서 Fuzzy 개념의 도입 필요성은 쉽게 이해 될 수 있으나 Fuzzy 개념의 도입 시 추가로 연구되어야 하는 문제가 몇 가지 있다.

첫 번째는 합리적인 멤버쉽 함수를 정하는 것이다. 본 연구에서는 삼각퍼지수를 이용하였다. (그림 6)에서 지정한 삼각퍼지수의 경우 쌍대비교 결과를  $\pm 1$  단계 조정하여 left 값과 right 값을 정하였다. 그러나 이것에 합리적인 근거가 부족하다.

쌍대비교 값이 큰 경우 문제가 비교적 적다고 할 수 있다. 예를 들어 쌍대비교 결과가 8인 경우는  $(a_L, a_P, a_R)$  이 (7, 8, 9)로 쌍대비교결과를 Fuzzy하다고 보더라도 상대적으로 별 차이가 없음을 알 수 있다. 그러나 쌍대비교 결과가 1인 경우 (equal importance)는  $(a_L, a_P, a_R)$  이 (2, 1, 2)로 비교항목의 어느 한쪽이 2배가 중요하게 되거나 반대로 1/2로 덜 중요하게 되어 그 변화가 크다고 할 수 있다. 이러한 문제는 삼각퍼지수의 left와 right 를 쌍대비교 값에 따라 다르게 하는 방법을 생각 할 수 있다. 이는 추후 연구 과제로 수행될 계획이다.

두 번째는 Crisp AHP로 평가한 대안의 결과와 Fuzzy AHP로 평가한 대안의 결과가 서로 상이한 경우 어떤 결과를 받아들일 것인가 하는 문제이다. 이는 응답자의 응답이 Fuzzy 하다고 가정할 수 있다면 Fuzzy AHP를 통한 대안의 평가 결과가 합리적이라고 판단해야 할 것이며, 반대로 응답자의 응답이 객관적이고 쌍대비교 결과가 정확하다

고 가정할 수 있다면 Crisp AHP로 평가한 대안의 결과를 받아들이는 것이 합리적이라고 판단된다.

## 참 고 문 헌

- [1] 권오병, 김지훈, “유비쿼터스 컴퓨팅 서비스 수준 평가를 위한 다계층적 접근법”, *Information Systems Review*, 8(1), pp.43-61, 2006.
- [2] 권오병, 김지훈, “Ubi-SERVQUAL을 활용한 시나리오상의 유비쿼터스 서비스 품질 평가”, *한국경영과학회지*, 32(1), pp. 1-13, 2007.
- [3] 김명주, 광덕훈, 유비쿼터스의 이해, 이한출판사, 2008.
- [4] 김수연, 여상표, 황현석, “Weblog 서비스 품질 (wb-SERVQUAL)과 사용자 만족도, 충성도에 관한 구조적 관계”, *한국산업정보학회논문지*, 11(5), pp. 67-77, 2006.
- [5] 송기보, 임준성, 신현규, “유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 비즈니스 모델 사업타당성 평가체계에 관한 연구”, *한국경영과학회 2005년 춘계학술대회논문집*, pp. 480-487, 2005.
- [6] 송창석, 신종철, “쇼핑사이트의 서비스 품질 측정에 관한 연구”, *상품학연구*, 26, pp. 75-87, 2002.
- [7] 오상현, 김수동, 류성열, “유비쿼터스 컴퓨팅 시스템의 실용적 품질 평가 모델”, *정보과학회 논문지 : 소프트웨어 및 응용*, 34(4), pp. 342-358, 2007.
- [8] 이제경, 서지혜, “온라인 브랜드 커뮤니티의 서비스 품질과 브랜드 충성도와와의 관계”, *인터넷 비즈니스연구*, 6(1), pp. 97-122, 2005.
- [9] 정우수, 박용희, 조병선, “AHP 기법을 이용한 u-City 사업타당성 평가기준에 관한 연구”, *국토연구*, 56, pp. 123-145, 2008.
- [10] 홍석기, 백승익, “WebQual을 이용한 인터넷 서서점의 서비스 품질 분석”, *대한경영과학회지*, 19(5), pp. 1895-1912, 2006.
- [11] Barnes, S. J., Vidgen, R, “An Evaluation of Cyber-Bookshops : The WebQual Method”, *International Journal of Electronic Commerce*, 6(1), pp. 11-30, 2001.

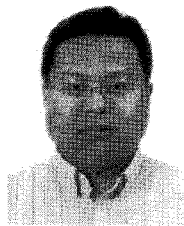


- [12] DeLone, William H., McLean, Ephraim R., "Information Systems Success: The Quest for the Dependent Variable", *Information Systems Research*, 3(1), pp. 60-95, 1992.
- [13] DeLone, William H., McLean, Ephraim R., "The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update", *Journal of Management Information Systems*, 19(4), pp. 9 - 30, 2003.
- [14] ISO/IEC, Software engineering-Product Quality-Part 1: Quality model, ISO/IEC 9126-1:2001(E), 2001.
- [15] ISO/IEC, Software engineering-Product Quality-Part 2: External metrics, ISO/IEC TR 9126-2:2003(E), 2003.
- [16] Kwon, O., J. Kim, "A Methodology of Assessing the Quality of Ubiquitous Computing Services", *Journal of Management & International Studies*, 12(1), pp. 41-60, 2006.
- [17] Lee, Amy H. I., Wen-Chin Chen, Ching-Jan Chang, "A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating performance of IT department in the manufacturing industry in Taiwan", *Expert Systems with Applications*, 34(1), pp. 96-107, 2008.
- [18] Mattern, Friedemann, "The Vision and Technical Foundations of Ubiquitous Computing", *Novatica and Informatik/Informatique UPGRADE*, 2(5), pp. 3-6, 2001.
- [19] Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., Berry, L. L., "A conceptual model of service quality and its implication for future research", *Journal of Marketing*, 49(4), pp. 41-48, 1985.
- [20] Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., Berry, L. L., "Communication and control process in the delivery of service quality", *Journal of Marketing*, 52(2), pp. 35-48, 1988.
- [21] Riekkki, J., P. Isomursu, M. Isomursu, "Evaluating the Calmness of Ubiquitous Applications", *Proceedings of the 5th International Conference on Production Focused Software Process Improvement (PROFES 2004)*, Kansai Science City, Japan, April 5-8, 2004.
- [22] Saaty, Thomas L., "How to make a decision: The analytic hierarchy process", *European Journal of Operational Research*, 48(1), pp. 9-26, 1990.
- [23] Scholtz, J., S. Consolvo, "Toward a Framework for Evaluating Ubiquitous Computing Applications", *Pervasive Computing*, 3(2), pp. 82-89, 2004.
- [24] van Iwaarden, J., van der Wiele, T., Ball, L., Millen, R., "Applying SERVQUAL to Web Sites: an Exploratory Study", *Information & Management*, 40, pp. 541-549, 2003.
- [25] Weiser, Mark, "The Computer for the 21st Century", *Scientific American*, 265(3), pp. 94-104, 1991.
- [26] Yang, Z., Peterson, R., Cai, S., "Services Quality Dimensions of Internet Retailing: an Exploratory Analysis", *Journal of Services Marketing*, 17(7), pp. 685-700, 2003.



김 수 연 (Su-Yeon Kim)

- 포항공과대학교 수학과 졸업
- 동 대학교 산업공학과 경영정보 시스템 전공으로 박사학위를 취득
- 포스데이타 컨설팅사업부와 투이 컨설팅에서 책임컨설턴트로 근무
- 현재 대구대학교 컴퓨터·IT공학부 조교수로 재직 중이다.
- 관심분야 : 지식경영, e-비즈니스, 고객관계관리, 유비쿼터스 컴퓨팅



황 현 식 (Hyun-Seok Hwang)

- 포항공과대학교 산업공학과 졸업
- 동 대학교에서 석사 및 박사학위를 취득
- 현재 한림대학교 경영학부 조교수
- 전자상거래와 전문가시스템 관련 논문을 다수 발표
- 관심분야 : Intelligent System, Data Mining, 유비쿼터스 컴퓨팅, 지식경영