

스마트 홈 기기의 지능등급 측정을 위한 실증적 연구*

권순범
국민대학교 경영대학
(sbkwon@kookmin.ac.kr)

김은홍
국민대학교 경영대학
(ehkim@kookmin.ac.kr)

이환범
(주) 링크프라이스
(hblee@linkprice.com)

본 논문은 스마트 홈 네트워크를 구성하는 정보가전기기의 지능성 측정을 위한 지능등급 측정모델을 개발하는 것이 목적이다. 스마트 홈 기기의 지능을 측정하기 위하여 다양한 문헌 고찰을 토대로 지능성 측정에 필요한 핵심 구성요소와 측정요소를 도출하여 제정의 하였다. 이를 토대로 지능등급 측정모델을 개발하였고 도출된 요소들은 각각의 중요도를 반영하기 위해서 델파이 방법을 이용하여 가중치를 산출하였다. 또한 다차원적인 지능성의 속성을 종합적으로 나타내기 위하여 퍼지적분을 사용하였다. 개발한 모델을 현재 출시되고 있는 스마트 홈 정보가전기기에 적용하여 지능수준을 측정하고 지능등급을 판정하였다.

제시된 지능등급측정모델은 사용자가 스마트 홈 기기의 지능성에 대하여 객관적으로 판단할 수 있는 기준을 제공하고, 스마트 홈 기기 개발 업체 및 서비스 개발업체에게는 제품 및 서비스에 대한 지능성 구현 수준을 구체적으로 정할 수 있으므로 스마트 홈 산업화를 촉진하는 계기를 마련할 것으로 기대한다.

논문접수일 : 2007년 09월

게재확정일 : 2007년 12월

교신저자 : 권순범

1. 서론

IT 기술의 급속한 발달과 초고속망을 통한 인터넷의 보급은 주택을 구성하는 구성요소와 주택 내부의 정보가전기기들을 연결하는 홈네트워크와 스마트 홈 개념을 가능하게 하고 있다. 현재 시범적으로 구축되는 스마트 홈은 건설, 가전, 통신, 네트워

크, 소프트웨어, IT서비스 등의 회사들이 참여하는 디지털 융합(digital convergence)의 대표적 응용분야이기도 하다. 특히, 홈네트워크가 어떤 일들을 가능하게 하는지에 대해서 다양한 기관이 제시한 시나리오를 분석하여 보면 유비쿼터스 환경 하에서 상황을 인식하여 사용자의 사용성과 편리성을 높일 수 있는 똑똑한 홈, 즉 지능형 기능이 강화된 스마

* 본 논문은 2006년도 국민대학교 교내연구비를 지원받아 수행한 연구임.

트 홈¹⁾을 강조하고 있다.

스마트 홈을 구현하기 위해서는 스마트 홈을 구성하는 각각의 기기에 대한 지능성이 매우 중요한 요소가 된다. 정보통신정책연구원(2003)에서 조사한 홈네트워크 서비스에 대한 사용자 선호도에 따르면 가전제어, 방법, 파일공유, 주변기기 공유, 멀티게임, 음악, 영화, 디지털사진 항목에서 방법 다음으로 가전제어가 서비스에 대한 필요성으로 높게 나타났으며 앞으로 보다 더 지능적이고 다양한 홈 기기들의 출현과 이를 이용한 고객지향적 서비스의 구현을 예상할 수 있다. 따라서 지능성은 향후 스마트 홈 기기의 성능에 있어서 중요한 요인이 될 것으로 판단된다.

본 연구에서는 스마트 홈 기기들에 대한 지능성을 측정하기 위하여 지능성 구성요소 및 측정요소들을 도출하고 이를 통한 지능등급측정모형을 개발, 제시하고자 한다. 이를 위해 먼저 로봇지능에 대한 관련문헌을 조사하여 기기의 지능성을 구성하는 요소에 대하여 분석하였으며, 이를 토대로 하여 홈 기기의 지능성 구성요소를 도출하였다. 또한 지능성 구성요소 각각에 대한 세부 측정요소들을 선정하였고 델파이 방법을 이용하여 각 요소들에 대한 중요도를 반영하기 위한 가중치를 산출하였다.

지능성 측정방법에 있어 다차원적인 구성요소의 종합적인 평가를 위해 비가법적인 방법으로 평가가 가능한 퍼지적분(fuzzy integration)을 사용하였다. 끝으로 개발된 측정모형을 이용하여 현재 홈네트워크와 연결되는 홈 기기를 대상으로 지능측정을 실시하였다.

2. 문헌 고찰

2.1 스마트 홈 기기의 개요 및 분류

산업자원부에서 제시한 스마트 홈이란 주택 내에서 사물 및 집 자체가 지능화되고 인간이 중심이 되는 주거 환경으로서, 홈의 쾌적요소를 건축기반, 설비적 주거환경, 홈네트워크를 기반으로 하여 삶의 질 향상을 추구하는 지능화된 홈을 의미한다. 따라서 스마트 홈은 쾌적한 주거 환경을 추구하기 위하여 거주자의 특성에 따라 생활의 편리성, 쾌적성, 오락성 및 정보화 접근성 등을 효율적으로 고려하여 각종 건축기반 및 시스템을 도입한 주거라 할 수 있다.

스마트 홈 기기는 주택 내에서 생활기기 및 집 자체가 지능화되기 위해서 유무선 홈네트워크로 연결되어 삶의 질 향상과 다양한 생활 서비스를 제공할 수 있도록 지원해주는 매개체이다(스마트 홈 산업화 지원센터, 2006. 12). 따라서 스마트 홈 기기는 유·무선으로 홈네트워크와 연결됨으로써 사용자로 하여금 편리성과 사용성이 제공되는 지능적인 홈 기기라 할 수 있다.

본 연구에서는 홈 기기의 지능성을 측정하기 위한 대상범위를 설정하기 위해서 <표 1>과 같이 정보통신정책연구원, 대한주택공사, 한국홈네트워크산업협회, 한국산업기술재단에서 발표한 분류체계를 활용하여 지능화등급측정방법을 적용할 대상기기를 선정하여 보았다.

2.2 지능형 구성요소에 대한 문헌연구

본 장에서는 스마트 홈 기기의 지능성을 구성하는 요소에 대하여 알아보기 위하여 로봇지능지수, 즉 MIQ(Machine Intelligence Quotient)관련 문헌을 조사하여 로봇지능에 대한 다양한 정의와

1) 본 논문에서는 디지털 홈(digital home), 스마트 홈(smart home), 인텔리전트 아파트(intelligent apartment), 사이버 아파트(cyber apartment) 등 유사용어 중에서 '스마트 홈'이라는 용어를 사용하기로 한다.

로봇의 지능을 구성하는 요소들을 도출하였다.

<표 1> 스마트 홈 기기의 분류체계 현황

분류구분	소분류(예)	출처기관
홈네트워킹 접속기기	Entertainment device Computing device Communication, Web phone	정보통신 정책연구원 (2003)
홈네트워크 UI기기	휴대폰, PDA, PC, 홈패드, 월패드, 비디오 폰, 화상전화기, 양방향DTV	한국 홈네트워크 산업협회 (2005)
인터넷 정보가전 기기	인터넷 냉장고, 인터넷 에어컨, 인터넷 전자레인지, 인터넷 보일러, 인터넷 난방조절기, 인터넷 가스오븐렌지, 인터넷 세탁기, 인터넷 런닝머신, 원격 의료 장비	
홈오토메이션기기	인터넷 조명, 도어폰, 지능형 센서, 단순 센서, 단순 제어기	대한 주택공사 (2003)
단말기	통합리모콘, 웹패드 (이동형, 벽부착형), 인터넷 TV	
정보가전	인터넷 TV, 인터넷 세탁기, 로봇 청소기 등	한국산업 기술재단 (2004)
지능형홈 오토메이션 /정보가전	스마트 홈 제어시스템, 스마트 홈네트워크 정보가전	

문헌에 의하면, 로봇 지능(machine intelligence)은 크게 존재론적(ontological) 관점과 현상론적(phenomenological) 관점으로 나누어 정의되고 있다. 존재론적 관점에서 볼 때, 로봇 지능은 로봇의 지능성을 구성하는 특성에 초점을 두어 정의되고 있으며, 현상론적 관점에서의 로봇 지능은 로봇의 수행능력에 초점을 두어 정의되고 있다. 따라서 관점별 연구자에 따른 로봇 지능의 정의는 다음과 같다.

- 존재론적 지능성의 정의
 - 제어시스템이 자가학습, 자가 재구성, 추론, 계획, 의사결정 면에서 얼마나 자율성을 가

지고 있는가의 정도 (Shourenshi, 1993)

- 다음과 같은 12가지의 특성에 대한 가중치의 합(Bien et al. 1998a) : 자율성(autonomy), 장기학습(long-term learning), 단기학습(short-term learning), 사용자 인터페이스(user interface), 최적화(optimization), 인식(recognition), 고장진단(fault detection), 고장대처(fault dealing), 일정계획(scheduling or planning), 성과 평가(performance evaluation), 반응성(reactivity), 견고성(robustness).

- 예상치 못한 이벤트에 대해서 얼마나 자율적이며, 성과를 나타내는가의 정도(Park 2001).

• 현상론적 지능성 정의

- 사람의 개입 없이 얼마나 사람과 같은 수행능력을 보이는가의 정도(Bien et al. 1998).
- 살아있는 생물의 기능과 궁극적으로는 사람의 정신적 능력을 모사하는 정도(Antsaklis 1994).
- 지능적 생물체의 특징을 모사하여 만들어진 제어 알고리즘(Passino 1995).

한편, Bien et al.(2002)의 논문에서는 로봇의 지능성요소를 자율성(autonomy), 인간-기계 상호작용(man-machine interaction), 복잡한 동적 변화에 대한 조정성(controllability for complicated dynamics), 생물학적 모사 행동(bio-inspired behavior)의 네 가지 그룹으로 나누었고, 각 그룹에 속한 하위 요소들을 아래와 같이 제시한 바 있다. 그리고 이러한 요소들이 결합되어 궁극적으로 ‘향상된 안전성(improved safety)’, ‘향상된 신뢰성(enhanced reliability)’, ‘높은 효율성(high efficiency)’, ‘경제적인 유지보수(economical maintenance)’을 달성하기 위한 것이라고 주장했다.

- 자율성
 - 자가 교정(self-calibration)

- 자가 진단(self-diagnostics)
- 장애극복(fault tolerance)
- 인간-기계 상호작용
 - 인간과 유사한 이해력 및 의사소통 (human-like understanding and communication)
 - 감정의 발현(emergence of emotion)
 - 인간환경공학적 디자인(ergonomic design)
- 복잡한 동적변화에 대한 조정성
 - 적응성(adaptation)
 - 동작계획(motion planning)
 - 비선형성(non-linearity)
 - 비전통적 모델기반 (non-conventional model-based)
- 생물학적 모사 행동
 - 생물학적으로 동기화된 행동 (biologically motivated behavior)
 - 인식기반(cognitive-based)
 - 신경과학(neuro science)

2.3 퍼지측도(Fuzzy Measure) 및 퍼지적분 (Fuzzy Integral)

여러 형태의 평가에 있어서 주관적인 측도는 가법성(additivity)을 만족하지 못하는 경우가 많다. 이러한 경우의 측도를 구성하기 위하여 퍼지측도가 제안되어 있는데(Sugeno, 1974), 예를 들어 A라는 항목에 대한 평가치가 0.2이고, B라는 항목의 평가치가 0.5일 경우 A, B항목을 모두 고려한 평가치가 반드시 0.7이 아닐 수 있다는 의미이다. 퍼지측도를 이용한 비가법(non-additivity)적인 평가방법으로 퍼지적분(Fuzzy Integral)이 제안되어 있다.

퍼지적분은 주관적인 판단이 개입되는 평가문

제에서 유용하게 이용되므로, 의사결정(decision making) 문제, 비선형 분류(nonlinear classification), 비선형 다중회귀분석(nonlinear multiregression) 문제들과 같은 데이터 마이닝(data mining)이나 정보 융합(information fusion)분야(K. S. Leung et al. 2002 ; Z. Wang, 2003 ; K. Xu et al. 2003)뿐만 아니라 어떤 대상을 평가하는 방법으로 다양한 분야에서 이용되어 왔다(황승국, 1996 ; 손영선, 1998 ; 이철영 외, 1999). 퍼지적분에 의한 평가방법은 비가법적인 평가기준의 중요도를 퍼지측도로 취급하고, 퍼지적분에 의해 종합평가하는 방법이다(김미혜, 2004).

Bien et al.(2002)은 로봇지능지수(MIQ) 측정방법으로 스게노(Sugeno) 퍼지적분과 쇼케(Choquet) 퍼지적분을 제안하였다. 연구에 따르면 스게노의 퍼지적분은 어떤 대상을 여러 항목(또는 관점)에 대해서 평가하고 각 항목의 중요도에 차이가 있을 때 이들 평가치를 종합하는데 이용될 수 있다. 따라서 구조용 로봇, 의료용 로봇, 보안시스템 등과 같은 신뢰성이 요구되는 주관적(subjective)평가에 바람직하며, 쇼케 퍼지적분은 확률적도에 가까운 해석이 가능하며, 일반적으로 종합적인 수행결정을 필요로 하는 객관적(objective)평가에 적용될 수 있다고 하였다. 또한 Ralescu(1994)에 의하면 쇼케 퍼지적분은 불확실성이나 애매성을 다룰 수 있다고 하였다.

• 스게노 퍼지적분

평가항목을 $X = \{x\}$ 로 하는 경우 각 평가항목에 있어서 평가대상의 평가치를 $h : x \rightarrow [0, 1]$ 로 줄 수 있다. $g(\cdot)$ 는 평가항목의 중요도이며 부분집합 A의 평가치 μ_A 에 대한 적분은 다음과 같이 정의 할 수 있다.

$$\mu_A \equiv \oint_x h(x) \circ g(\cdot) \equiv \text{Sup}_{A \in X} [\min_{x \in A} h(x) \wedge g(A)] \quad (1)$$

\wedge 는 min을 나타낸다. X 가 유한집합 $\{x_1, \dots, x_m\}$ 에서 단조성을 만족시키기 위해 $h(x_1) \geq \dots \geq h(x_n)$ 으로 하면,

$$\mu_A \equiv \int_x h(x) \circ g(\cdot) \equiv \bigvee_{i=1}^n \quad (2)$$

가 된다. 여기서 \bigvee 는 max를 나타내며 $X_i = \{x_1, \dots, x_i\}$ 이다(菅野, 室伏, 1993).

• 쇼케 퍼지적분

평가기준의 집합이 다음과 같을 때,

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}, \\ h(x_1) = a_1 \geq h(x_2) = a_2 \geq \dots \geq h(x_n) = a_n \quad (3)$$

집합 X 의 각 원소는 개별 평가기준을 의미하며 종합평가지 μ 는 함수 h 의 퍼지측도 g 에 의한 X 상의 쇼케 적분식은 다음과 같다.

$$\mu = (C) \int h dg = \sum_{i=1}^n (a_i - a_{i-1}) g(H_i) \quad (4)$$

퍼지적분을 실행함에 있어서 g 는 단조성 조건을 만족시키기 위해 사전에 크기 순서대로 배열을 한 뒤에 적분을 실시해야 한다. 전체항목을 크기 순으로 배열한 뒤 그 순서를 따라 값을 구하는 퍼지적분은 가중메디안(weighted median)으로 해석할 수 있다(Dubois, D. and H. Prade, 1980).

퍼지측도와 퍼지적분을 이용하여 어떠한 측정값을 구하면 퍼지측도로 측정된 값들은 퍼지집합이므로 이를 알아보기 쉽게 표현하기 위해 적당한 방법으로 정확한 하나의 목표값을 결정해야 한다. 이러한 방식을 비퍼지화(defuzzification)라고 하며 그 방법으로는 최대평균법(average of maxima), 최대·최소 평균법(mean of maxima and minima), 무게 중심법(center of gravity) 등이 있다. 일반적으로 비퍼지화 방법으로 무게 중심법이 많이 활용되고 있으며, 다음 식 (5)와 같다.

$$M = \frac{\sum(x_i \times u_i)}{\sum x_i} \quad (5)$$

3. 지능등급측정모델의 개발 및 측정방법

본 장에서는 앞서 살펴본 이론적 배경을 토대로 하여 본 연구에 적합한 지능성 구성요소와 측정요소를 도출하고, 이를 토대로 한 지능등급측정 모델을 설명한다.

본 연구에서 대상으로 삼은 스마트 홈 기기는 기본적으로 홈네트워크와의 연결성이 필요하므로 스마트 홈 네트워크(유선 혹은 무선)에의 연결가능성을 기본 요구조건으로 한다. 또한 스마트 홈 기능의 일부를 수행하는 정보가전기기 중에서 사용자의 사용성과 편리성에 기여하고 인간-기계(man-machine) 상호작용을 주로 하는 기기를 대상으로 하였다. 앞서 살펴 본 분류체계의 정보가 전기기 중에서 위의 사항에 해당하는 기기를 측정 대상 기기로 정하였고 본 연구에서 실증적 지능성 등급의 측정은 세탁기, 인터넷 냉장고, 그리고 양방향 DTV에 대해서 수행했으며, 지능성 등급 도출은 세탁기의 예로 설명하였다.

3.1 지능형 구성요소와 세부측정요소의 도출

본 장에서는 앞서 살펴본 문헌연구를 통해 홈 기기의 지능성을 구성하는 요소를 도출한다. 홈 네트워킹을 기반으로 한 스마트 홈 기기는 사용자에게 편리 및 유용해야 하며 인간과 기계의 상호작용에 있어 인간 중심의 인터페이스가 제공되어야 한다. 그리고 각 기기는 사용자나 다른 기기에 대한 상황 변화를 감지하고 사용자의 의도에 맞게 스스로 행동해야 한다. 또한 사용자의 과거 행적이나 상황에 대한 대처의 결과를 추적하면서 사용자 맞춤형의 서비스를 제공하는 것도 유비쿼터스 환경에서 스마트 홈 기기의 중요한 지능적 요소로 포함되어야 한다.

[그림 1]은 스마트 홈 기기의 지능성을 측정하기 위한 4가지 지능성 구성요소로 자기-감지(self-sensing), 제어 및 결정(control and decision), 인간-기계 인터페이스(man-machine interface), 지식 및 학습(knowledge and learning)의 4가지 구성요소를 보여준다.



[그림 1] 스마트 홈 기기의 지능성 구성요소

제어 및 결정 요소는 자기-감지에서 감지된 정보에 의해서 실질적으로 기기의 동작을 수행하는 요소이다. 제어과정은 미리 설정한 온도나 작동의 세기에 맞추는 것과 같은 단순한 제어에서부터 복수 개의 작업의 수행에 있어서 순서 조정이나 자원 활용의 정도를 고려하여 동작을 수행하는 제어 활동도 포함한다. 이 과정에서 최적화 알고리즘을 사용되기도 하는데 의사결정을 위해서 어떠한 모델이 추가될수록 제어기능의 복잡성은 증가하지만 지능성은 높아진다. 특히 고장에 대해서 원래의 기능으로 회복시킬 수 있는 능력은 최소한의 작동이나 생존성을 위해서 중요하다.

인간-기계 인터페이스는 로봇의 경우에는 인간과의 친밀성이나 얼마나 인간다운가를 결정하는 중요한 요소이다. 스마트 홈 기기에 있어서는 이러한 친밀성 보다는 인간 중심의 상호작용의 편의성이란 면이 강조된다. 따라서 기기의 목적에 맞는 입력기능(음성인식, 터치스크린 등)과 출력기능(3D디스플레이, 음성합성 등)을 얼마나 갖추었는가에 의해서 지능성을 판단할 수 있다.

자기-감지 요소는 스마트 홈 기기가 스스로 내부·외부의 환경변화에 대하여 감지할 수 있는 상황인식 능력을 의미한다. 기기는 자율적으로 자신의 상태나 자신과 유·무선으로 연결되어 있는 다른 기기의 상태 변화를 인지해야 한다. 특히 기기의 최소한의 작동이나 생존성을 보장하기 위해서는 장애에 대한 감지가 중요한 요소가 된다. 이러한 자기-감지 기능은 감지하는 것으로 완료되는 것이 아니라 감지한 정보를 스마트 홈 제어센터에 전달·보고하거나 상태변화와 관련 있는 다른 모듈이나 기기를 판단하여 해당 기기로 전달하는 기능까지도 포함한다.

지식 및 학습은 지능형 기기가 스스로 어떤 문제에 대처해 나갈 수 있는 중요한 방법 중의 하나

이다. 학습을 위해서는 의미 있는 변수로써 환경, 자신의 행동, 행동의 결과 등에 대한 데이터를 축적할 수 있어야 하며, 축적된 정보는 유용한 정보나 지식으로 추출할 수 있어야 하고 추출한 정보나 지식이 활용되어 의사결정에 도움이 되어야 한다. 또한 지식 및 학습기능은 환경변수 중의 중요한 변수인 사용자의 특성, 상호작용, 사용경험, 사용의도 등을 반영하여 학습기능을 적용하면 개인화된 맞춤형 수행이 가능토록 하여 사용자가 실제로 느끼는 지능성을 상당 수준 높일 수 있다. 이상으로 도출된 4개의 지능성 구성요소를 <표 2>와 같이 정리하였다.

<표 2> 지능성 구성요소 및 정의

구성요소	정의
제어 및 결정	스마트 홈 기기의 작동이 원활하게 가동될 수 있도록 제어하는 기능
인간-기계 인터페이스	사용자가 기기와의 상호작용에 있어서 편리성과 편안함을 줄 수 있는 기능
자가-감지	스마트 홈 기기 작동과 성능에 영향을 주는 내·외부환경 변화를 감지하는 기능
지식 및 학습	환경, 사용자 상호작용, 과거 작동의 경험 등을 저장, 분석하여 기기 작동의 효율성과 효과성을 높이는 기능

<표 2>에서 정의한 구성요소의 지능성을 측정하기 위한 측정요소는 <표 3> ~ <표 6>과 같다. 측정요소는 지능성의 기준에서 기능의 높고 낮은 수준을 고려하여 기본기능과 고급기능으로 분할하였고 ‘지식 및 학습’은 구성요소 자체가 고급기능으로 판단되어 기본기능은 배제하였다.

<표 3> 제어 및 결정

구성요소	측정요소-기능 및 정의		
제어 및 결정	기본기능	실행/정지	기기의 전원 및 기능의 실행 및 정지 기능
		작동시간	기기의 작동시간 제어 기능
		작동수준	기기의 작동의 강약, 고저 등의 수준을 제어하는 기능
	고급기능	자가치유	인지된 오류를 스스로 치료하는 기능
		계획/일정	기기 스스로 작동 순서와 기기의 자원활용 정도를 조절할 수 있는 기능
		최적화	기기의 작동 목표를 설정하고, 그에 맞게 기기의 작동을 조절하는 기능

<표 4> 인간-기계 인터페이스

구성요소	측정요소-기능 및 정의		
인간-기계 상호작용	기본기능	수동 제어	사용자가 수동으로 기기제어를 할 수 있는 인터페이스 구현기능
		문자 디스플레이	기기의 작동 및 상태를 문자로 보여주는 기능
	고급기능	멀티미디어 디스플레이	멀티미디어(사진, 음악, 동영상 등)를 디스플레이 하는 기능
		터치스크린	터치스크린을 통한 기기작동의 제어기능
		원격 인터페이스	사용자와 기기간에 원격으로 데이터 및 정보를 입출력하는 기능
		시각화	3D로 사용자에게 보여 주는 기능
		음성인식/음성합성	사용자의 음성을 인식하고 음성으로 알려주는 기능

<표 5> 자가-감지

구성 요소	측정요소-기능 및 정의		
자가-감지	기본기능	전력	이용되는 전력의 인식
		시간	기기의 작동시간의 인식
		온도	내/외부의 온도의 감지
	고급기능	양	사용자 및 물체의 양 인식
		위치	사용자 및 물체의 위치인식
		움직임	사용자 및 물체의 움직임 인식
		ID식별	사람, 물체에 대한 구별능력
		장애 검침	기능적 결함을 스스로 감지

<표 7> 지능등급별 언어적 의미 및 판정방법

지능등급	언어적 의미	판정방법
5등급	매우 낮음	기본기능의 만족도 여부
4등급	낮음	
3등급	보통	측정값의 퍼지적분
2등급	높음	
1등급	매우 높음	

고급기능의 평가 시 지능성 요소간의 성질이 서로 다르기 때문에 가법적인 방법으로 지능성 측정하는 것은 적절치 않다. 따라서 보다 더 정확한 홈 기기의 지능 측정을 위해서는 비가법적인 측도가 필요하므로 퍼지측도에 의한 스게노 퍼지적분과 쇼케 퍼지적분을 측정도구로 사용한다. 두 가지 퍼지 적분법으로 얻은 값은 최종적으로 하나의 수치로 산출하기 위해 무게중심법을 이용하여 비퍼지화 한다.

최종 측정값이 인간의 지능지수와 유사하게 나타내기 위해서 지능지수 구간은 200으로 설정하여 <표 8>과 같이 지능등급판정구간을 설정하였다. 3등급은 지능성 등급에서 보통에 해당되기 때문에 구간의 범위를 넓게 설정하였으며, 2등급과 1등급은 지능성이 높은 구간이므로 3등급에 비해 상대적으로 판정받기 어려운 구간이 될 수 있도록 하기 위하여 각각 50사이의 구간을 설정하였다.

<표 6> 지식 및 학습

구성 요소	측정요소-기능 및 정의		
지식 및 학습	고급기능	패턴저장	작동에 이용된 모든 패턴의 자료를 정보화하는 기능
		패턴분석	축적된 패턴 정보를 분석하여 지식을 생성·축적하는 기능
		추론 및 제안	패턴분석 결과와 지식을 활용하여 기기 점검제안이나 자율작동을 가능하게 하는 기능

3.2 측정도구

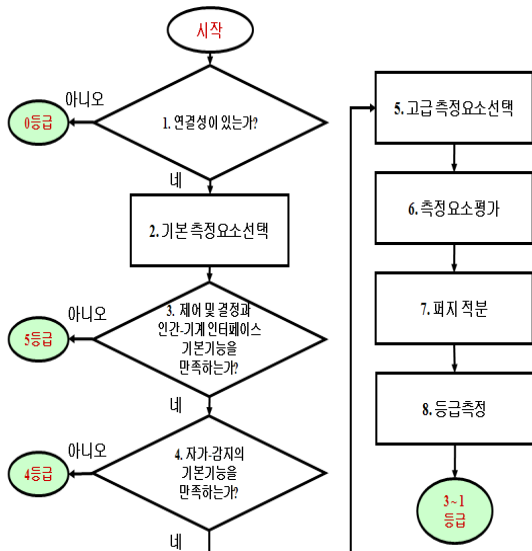
본 연구에서 기기의 지능성에 대한 최종적인 평가는 등급으로 도출된다. 지능등급은 다음 <표 7>과 같이 5등급에서 1등급으로 정하였으며, 5등급과 4등급은 도출된 구성요소의 기본기능의 만족 여부에 따라 측정하며, 3등급, 2등급, 1등급은 고급기능에 대한 평가를 통해 최종적으로 하나의 평가치를 산출하고 이를 지능등급 구간에 대입한다.

<표 8> 지능등급판정구간

지능등급	판정구간
3등급	$0 \leq a < 100$
2등급	$100 \leq a < 150$
1등급	$150 \leq a < 200$

3.3 측정모델

본 절에서는 구성요소 및 측정요소와 측정도구를 활용한 지능등급측정모델을 설명한다. [그림 2]는 지능등급측정모델로, 홈네트워크와 연결성 평가로 시작하여(1단계) 지능성 구성요소의 기본기능을 평가하여 5등급 혹은 4등급을 부여하고(2, 3, 4단계) 4등급을 만족하면 지능성의 고급기능을 평가하여(5, 6, 7단계) 3등급, 2등급, 1등급을 부여하는(8단계) 모델이다. 이러한 모델은 지능성 측정에 있어서 기본기능의 만족은 고급기능을 평가하기 위한 전제조건인 역할을 하는 것으로 구성하였다. 그리고 고급기능에 대해서는 퍼지적분을 이용하여 종합평가하였으며 구한 측정값을 비퍼지화하였고 이를 지능등급 구간에 대입하여 지능등급을 판정하였다.



[그림 2] 지능등급측정모델

- 1단계 : 연결성 평가
홈네트워크와 연결성 여부를 판단한다.

- 2단계 : 기본측정요소 선택
대상기기 평가에 적합한 기본측정요소를 선택한다.
- 3단계 : 제어 및 결정의 기본기능
기기의 작동을 제어할 수 있는 기본적 기능과 작동제어를 위한 기본적 인터페이스의 기능을 만족하는가를 측정하고 한 가지라도 만족되지 못한다면 지능등급은 **5등급**으로 판정한다. 기본기능의 측정요소를 모두 만족한다면 다음 단계로 넘어간다.
- 4단계 : 자가-감지의 기본기능
스마트 홈 기기의 작동과 성능에 영향을 주는 내부, 외부환경 변화의 기본적 감지 기능을 만족하는가를 측정하고 한 가지라도 만족되지 못한다면 지능등급은 **4등급**으로 판정한다. 기본기능의 측정요소를 모두 만족한다면 다음 단계로 넘어간다.
- 5단계 : 고급측정요소의 선택
4개의 지능성 구성요소에 대해서 대상기기 평가에 적합한 고급측정요소를 선택한다.
- 6단계 : 측정요소의 평가
선택한 측정요소에 대해서 기기의 기능요소에 대하여 평가를 실시한다.
- 7단계 : 요소 종합 평가
평가결과는 퍼지적분을 이용하여 계산한다. 두 가지 퍼지적분법을 모두 적용하여 각각 하나씩 두개의 측정값을 산출한다.
- 8단계 : 등급의 측정
두 가지 퍼지적분 방법에 의한 두 측정값을 무게중심법을 이용해 비퍼지화하여 하나의 수치로 산출한다. 그리고 비퍼지화된 수치는 등급판정구간에 대입하여 지능등급(**3등급, 2등급, 1등급**)을 판정한다.

4. 가중치 산출

4.1 자료수집 방법 및 표본의 특성

모델의 등급을 측정하기 위해서는 각 기능요소에 대한 상대적 중요도를 반영하는 가중치를 적용하는 것이 바람직하다. 가중치 산출을 위해서 아래와 같은 전문가 집단을 대상으로 델파이 방법으로 설문조사를 실시하였다(조사시기: 1차설문 2006년 10월16일~10월27일 2차설문 2006년 11월 6일~11월17일).

- 로봇지능지수의 측정과 관련 있는 연구자
- 지능형 시스템의 구현 경험이 있는 연구자
- 지능형 시스템, 인공지능, 사이버네틱스, Human Computer Interface 분야 연구자 중 지능측정에 대한 연구자
- 위의 주제와 관련된 업체 실무자

<표 9> 설문에 참여한 전문가

번호	구분	소속	직책	참여여부	
				1차	2차
1	학계	국민대학교	e-비즈니스학부 교수	○	○
2		국민대학교	경영학부 교수	○	○
3		국민대학교	전자정보통신대학 교수	○	×
4		국민대학교	기계자동차공학부 교수	○	×
5		국민대학교	기계자동차공학부 교수	○	×
6		국민대학교	컴퓨터공학부 교수	○	○
7		국민대학교	건축디자인전공 교수	○	○
8		국민대학교	스페이스건축디자인학과 교수	○	×
9	업계	스마트홈 산업화 지원센터	사무국장	○	○
10		(주)링크정보통신	차장	○	○
11		(주)아이아 커뮤니케이션	기획실장	○	○
12		(주)디오넷	대표	○	○
13		(주)벤틀로피아	대표	○	○
14		(주)엠엘티	대표	○	○

4.2 가중치 산출

총 2회에 걸쳐 델파이 방법을 이용한 설문을 실시하여 각 측정요소에 대한 응답자의 중요도 점수를 얻었다. 조사에는 다음과 같은 5점척도를 사용하였다(1점 '전혀 중요하지 않다,' 2점 '별로 중요하지 않다,' 3점 '보통이다,' 4점 '중요하다,' 5점 '매우 중요하다,'). <표 10>에서 보듯이 두 번의 중요도 점수의 평균값을 이용하여 가중치를 산출하였다.

<표 10> 구성요소와 측정요소에 대한 가중치 산출

구성요소	평균	가중치(고정)	측정요소	평균	가중치(가변)
제어 및 결정	4.70	0.25	실행/중지	4.40	0.18
			작동시간	3.70	0.15
			작동수준	3.80	0.15
			자가치유	4.10	0.17
			계획/일정	4.40	0.18
			최적화	4.20	0.17
인간-기계 인터페이스	4.70	0.25	수동제어	3.80	0.14
			문자 디스플레이	3.60	0.13
			멀티미디어 디스플레이	4.30	0.16
			터치스크린	3.70	0.14
			원격 인터페이스	4.00	0.15
			시각화	3.80	0.14
자가-감지	4.60	0.25	음성인식/음성합성	3.80	0.14
			전력	4.50	0.14
			시간	4.20	0.13
			온도	3.90	0.12
			양	3.70	0.11
			위치	4.50	0.14
지식 및 학습	4.60	0.25	움직임	4.20	0.12
			ID식별	4.40	0.13
			장애 검침	3.90	0.12
			패턴저장	4.60	0.35
			패턴분석	4.00	0.31
			추론 및 제안	4.50	0.34

5. 지능등급측정모델의 적용사례

LG전자에서는 홈네트워크 브랜드인 '홈넷'을

통해 홈 네트워킹 솔루션을 선보이고 있다. ‘홈넷’의 네트워킹은 전력선 통신(PLC : Power Line Communication)기술 및 홈 서버 등을 통해 서비스를 개발·제공하고 있다. ‘홈넷’을 구성하는 기기 중 트롬(TROMM) 드럼 세탁기(WD-P935DN)는 PC와의 PLC모뎀 연결 및 LG전자의 인터넷 디오스 냉장고(R-D732RS/R-D733GTS)와 연결되어 홈네트워킹이 가능한 기기이다. 따라서 측정대상기기는 트롬(TROMM) 드럼 세탁기(WD-P935DN)로 선정하여 지능등급을 측정하였다.

지능성 측정은 3.3절의 모델에서 제시된 단계에 따라서 수행했으며, 측정요소에 대한 평가문항의 평가치는 모두 기능의 유(有), 무(無)로 평가될 수 있기 때문에 <표 12>에서 볼 수 있듯이 1(Y : Yes)과 0(N : No)으로 부여하였다. 기능의 단순 유·무를 넘어서 얼마나 더 지능적으로 해당 기능을 작동하는가를 측정할 수도 있으나, 본 연구에서는 지능성등급측정을 위한 모델을 제시하기 위한 것이므로 차후의 연구과제로 다룬다.

- 1단계
홈네트워크와의 연결성이 있는가에 따라 기기의 기본적 요건을 판별한다. 측정대상 세탁기는 홈네트워크와의 연결성이 있으므로 다음 단계로 진행한다.
- 2단계
기본 측정요소는 세탁기의 지능성 측정에 적합한 요소를 <표 11>과 같이 선택하였다.

<표 11> 기본기능 평가

평가문항	평가	
제어 및 결정의 기본기능	실행/중지	Y
	작동시간	Y
	작동수준	Y
인간-기계 인터페이스의 기본기능	문자 디스플레이	Y
	수동제어	Y
자가-감지의 기본기능	전력	Y
	시간	Y
	온도	Y

- 3단계
<표 11>에서 ‘제어 및 결정’, ‘인간-기계 인터페이스’, 의 기본기능에 대해서 측정대상 세탁기의 평가결과가 만족하므로 4단계로 진행한다. 만약 측정요소의 세부 평가문항에서 한 가지라도 만족하지 못한다면 해당 세탁기의 지능등급은 5등급으로 판별된다.
- 4단계
<표 11>에서 ‘자가-감지’의 기본기능에 대해서 측정대상 세탁기의 평가결과가 만족하므로 5단계로 진행한다. 만약 세부 평가문항에서 한 가지라도 만족하지 못한다면 해당 세탁기의 지능등급은 4등급으로 판별된다.
- 5단계
세탁기의 지능등급 측정에 적합한 고급기능을 <표 12>와 같이 선택하였다.
- 6단계
3, 4단계에서는 기본기능이 만족되지 못하면 그 단계에서 지능등급을 판정하였으나, 5단계부터는 모든 구성요소의 고급기능의 평가결과를 이용하여 종합평가 하게 된다. 고급기능으로 선정된 평가문항의 가중치는 측정요소의 중요도 평균을 이용하여 산출하였고 구성요소의 가중치는 변동사항이 없으므로 앞서 도출된 가중치를 그대로 이용하였다.
- 7 단계
퍼지적분을 이용하여 각 구성요소 별로 지능도 측정값을 구하는 과정은 4가지 구성요소 중에서 ‘제어 및 결정’ 요소를 예로 설명한다.

<표 12>의 구성요소 중에서 ‘제어 및 결정’의 세 가지 측정요소에 대하여 퍼지측도화를 수행한다. 퍼지적분에 사용되는 측도는 0과 1의 경계성과 단조성이 전제되어야 한다. 따라서 퍼지측도의 단조성 조건을 만족시키기 위하여 각 측정문항의

<표 12> 고급기능의 평가

구 분		평가치	측정치	중요도	
구성요소	측정요소	평가문항	Y/N	$h(x_i)$	$g(x_i)$
(1) 제어 및 결정	자가치유	인식된 고장에 대응하여 관련된 기능을 멈추거나 작동 수준을 조절함	Y	1	0.15
		인식된 고장을 스스로 치유함	N	0	0.17
	계획 및 일정	연관된 여러 동작의 순서를 제어할 수 있음	N	0	0.11
		연관된 여러 동작의 시간 설정이 가능함	N	0	0.11
		상황의 변화에 따라 설정된 시간과 순서의 변경이 가능함	N	0	0.13
	최적화	예상되는 상황과 대응이 미리 정해져 있음	Y	1	0.16
최적화 모델에서의 최적해를 찾아 대응함		Y	1	0.17	
(2) 인간-기계 인터페이스	터치스크린	터치스크린	N	0	0.32
	원격 인터페이스	원격으로 작동을 제어함	Y	1	0.17
		기기 상태를 원격으로 확인함	Y	1	0.18
	음성인식/ 음성합성	주요 사용자에게 대한 음성인식	N	0	0.16
사용자 입력에 대해서 음성 합성에 의한 반응		N	0	0.17	
(3) 자가-감지	양	동작에 적합한 세탁물 양을 인지	N	0	0.14
		동작에 적합한 세제 양을 인지	N	0	0.16
	ID식별	외부물체의 접근 인식	N	0	0.10
		외부물체의 ID 인식	N	0	0.13
		내부물품의 ID 인식	N	0	0.14
	장애 검침	고장이 발생한 부분에 대한 인지	Y	1	0.16
고장이 발생한 원인에 대한 인지		N	0	0.17	
(4) 지식 및 학습	패턴저장	사용 패턴의 저장	N	0	0.11
		고장 패턴의 저장	N	0	0.11
		사용자별 사용 패턴 저장	N	0	0.13
	패턴분석	사용 패턴의 분석	N	0	0.10
		고장 패턴의 분석	N	0	0.10
		사용자별 사용 패턴 분석	N	0	0.11
	추론 및 제안	저장된 사용 패턴의 분석결과로 선호 기능 제안	N	0	0.10
		저장된 고장 패턴의 분석결과로 정기제안 점검	N	0	0.11
사용자별 사용패턴 분석결과로 선호 기능 제안		N	0	0.13	

$h(x_i)$ 를 오름차순화한 후, 중요도 $g(x_i)$ 의 값을 이용하여 가중치 $g(E_i)$ 를 산출한다. 중요도 $g(x_i)$ 는 측정문항에 따라 최대값이 1이 되게 하였다. <표 13>은 ‘제어 및 결정’의 측정요소에 대한 퍼지측도화 과정을 보여준다. 측정문항의 측정치 $h(x_1) = 1, h(x_2) = 0$ 이며, 이를 오름차순화 하였다. 중요도는 1이 되게 하고 이를 이용하여 퍼지측도를 산출하였다.

<표 13> 측정문항에 대한 퍼지측도화

구 분		측정치	중요도	퍼지측도	
구성요소	측정요소	측정문항	$h(x_i)$	$g(x_i)$	$g(E_i)$
(1) 제어 및 결정	계획 및 일정	연관된 여러 동작의 순서를 제어할 수 있음	0	0.11	1.00
		연관된 여러 동작의 시간 설정이 가능함	0	0.11	0.89
		상황의 변화에 따라 설정된 시간과 순서의 변경이 가능함	0	0.13	0.78
	자가치유	인식된 고장을 스스로 치유함	0	0.17	0.65
		인식된 고장에 대응하여 관련된 기능을 멈추거나 작동 수준을 조절함	1	0.15	0.48
	최적화	예상되는 상황과 대응이 미리 정해져 있음	1	0.16	0.33
		최적화 모델에서의 최적해를 찾아 대응함	1	0.17	0.17

다음으로 위의 값을 이용하여 퍼지적분을 실시하였고 그 결과는 다음과 같다.

- 스के노 퍼지적분

$$\int h(x) \circ g = \max \left[\begin{matrix} \min(0, 1.00), \min(0, 0.89), \min(0, 0.78), \\ \min(0, 0.65), \min(1, 0.48), \min(1, 0.33), \\ \min(1, 0.17) \end{matrix} \right]$$

$$= 0.48$$

- 쇼케 퍼지적분

$$\int_x h \circ g = (1-1) \times 0.17 + (1-1) \times 0.33 + (1-0) \times 0.48$$

$$= 0.48.$$

위와 같은 방법으로 나머지 구성요소 (2), (3), (4)에 대하여 퍼지적분을 실시하여 <표 14>, <표 15>와 같은 값을 산출하였다.

<표 14> 스के노 퍼지적분값

구 분	$h(x_i)$	$g(x_i)$	$g(E_i)$
지식 및 학습	0	0.25	1.00
자가-감지	0.16	0.25	0.75
인간-기계 인터페이스	0.35	0.25	0.50
제어 및 결정	0.48	0.25	0.25
측정값	0.35		

<표 15> 쇼케 퍼지적분값

구 분	$h(x_i)$	$g(x_i)$	$g(E_i)$
지식 및 학습	0	0.25	1.00
자가-감지	0.16	0.25	0.75
인간-기계 인터페이스	0.35	0.25	0.50
제어 및 결정	0.48	0.25	0.25
측정값	0.2475		

따라서 스के노와 쇼케 방법으로 구한 드럼 세탁기의 지능지수는 각각 $70(0.35 * 200)$ 과 $49.5(0.2475 * 200)$ 이다.

- 8 단계
두 가지 측정방식의 값을 하나의 명확한 수로

표현하기 위하여 비퍼지화하면 아래와 같다.

$$M = \frac{0.35 \times 70 + 0.2475 \times 49.5}{0.35 + 0.2475} = 61.5$$

비퍼지화 과정을 통해 산출된 하나의 측정값은 기기의 지능지수라 말할 수 있다. 따라서 트롬(TROMM) 드럼 세탁기(WD-P935DN)의 지능지수는 61.5이며, <표 8>에 따라 지능등급은 3등급으로 판정된다.

6. 결론

본 연구는 스마트 홈 기기의 지능등급측정모델을 개발함으로써 홈 기기의 지능성 측정을 위한 방법을 제시하였다. 이는 사용자와 개발업체에게 있어 홈 기기를 판단할 수 있는 중요한 척도로 활용될 수 있다. 첫째, 사용자는 스마트 홈을 구성하는 서비스와 기기에 대해서 편리성과 유용성을 객관적으로 손쉽게 판단할 수 있다. 둘째, 스마트 홈 기기의 개발업체는 스마트 홈 기기의 지능성 개발 목표와 수준을 구체적으로 결정하여 기술개발, 제품개발, 제조의 투자 예측가능성을 높일 수 있다. 셋째, 서비스 개발업체는 비즈니스모델의 구체성과 성공가능성을 높일 수 있어서 스마트 홈 산업화를 촉진하는 계기를 마련할 것으로 기대한다.

연구의 한계와 앞으로의 연구방향은 다음과 같다. 제시한 측정모델의 구성요소 및 측정요소는 스마트 홈 기기 중 정보가전기기를 대상으로 하여 개발된 것으로 정보가전 기기 이외의 기기에 대해서는 측정요소와 측정문항이 새롭게 도출되어야 한다. 홈 네트워크 기능이 있는 세탁기의 종류와 모델이 많아지면 여러 종류의 세탁기에 대하여 지능등급을 도출하여 인간이 느끼는 상대적 지능도

와의 비교도 의미있는 검증이 될 것이다.

대상 기기가 측정요소의 측정문항을 만족하는가는 연구자의 주관적인 판단에 의존하였는데, 본 논문에서 제시한 방법대로 전문가에 의한 판단 이외의 방법에 대한 가능성 판단도 요구된다. 또한 본 연구에서 포함되지 못한 구성요소 및 측정요소들의 도출을 통해 보다 더 정교한 측정모델로 개선될 수 있다.

참고문헌

- [1] 권순학, Sugeno, M., “퍼지측도를 이용한 상호작용 시스템의 모델”, *한국 퍼지 및 지능시스템학회지*, Vol. 7, No. 4(1997), 82~92.
- [2] 김미혜, “퍼지적분을 이용한 침입탐지시스템 평가방법”, *한국정보보호학회지*, 제14권, 제2호(2004), 113~121.
- [3] 대한주택공사 주택도시연구원, “홈네트워크 수요조사를 통한 홈 디지털 서비스 제공방안 연구”, 2003.
- [4] 손영선, “퍼지측도 퍼지적분을 이용한 휴먼 인터페이스의 평가”, *한국퍼지 및 지능시스템학회 1998 추계학술대회 학술발표논문집* (1998), 31~36.
- [5] 이철영, 임봉택, “퍼지평가의 통합특성에 관하여”, *한국항만학회지*, 제13권, 제1호(1999), 79~85.
- [6] 이건창, “퍼지이론”, 서울 : 경문사, 2004.
- [7] 이광형, 오길록, “퍼지 이론 및 응용 제1권 : 이론”, 서울 : 홍릉과학출판사, 1997.
- [8] 이진춘, “퍼지적분과 퍼지추론을 이용한 관능 검사규칙의 설계”, *경영과학연구*, Vol. 8(1999), 1~13.
- [9] 한국 홈네트워크산업협회, “국내 및 해외 홈네트워크산업 현황과 미래발전 전략”, 2005.

- [10] 한국산업기술재단, “Technology Roadmap-스마트 홈-”, 2004.
- [11] 한국과학기술정보연구원, “미래기술의 경쟁력강화를 위한 기술예측 기법 연구”, 1996.
- [12] 황승국, “퍼지적분을 이용한 기업평가법”, 공업경영학회지, 제19권(1996), 271~280.
- [13] 정보통신정책연구원, “홈 네트워크 시장 분석 및 발전전망”, 2003.
- [14] Antsaklis, P. J., “Defining Intelligent Control”, *IEEE Control Syst. Mag.*, vol. 14(1994), 4~66.
- [15] Bien Zeungnam, Yong-Tae Kim and Se-hyun Yang, “How to Measure the Machine Intelligence Quotient(MIQ) : Two Methods and Applications”, *Proceedings of World Automation Congress, Alaska, May(1998)*, 9~14.
- [16] Bien Zeungnam, Wonchul Bang, Doyoon Kim and Jeongsu Han, “Machine Intelligence Quotient : Its Measurements and Applications”, *Fuzzy Sets and Systems(2002)*, 8.
- [17] Bien Zeungnam, Wonchul Bang, Wonseok Yu, Gi-Young Lim, “R&D Trends on Intelligent Systems and MIQ as a Performance Measure”, *Proc. of the 8th IFSA World Congress, Taipei, Taiwan, 944~948, Aug, 17~20*.
- [18] Klir, G. J., and Folger, T. A., “Fuzzy Sets, Uncertainty, and Information”, Prentice Hall : New Jersey(1988), 355.
- [19] Leung, K. S., Wong, M. L., Lam, W., Wang, Z., and Xu, K., “Learning Nonlinear Multiregression Networks based on Evolutionary Comutation”, *IEEE T. SMC* 32, No. 5(2002), 630~644.
- [20] Sugeno, M., “Theory of Fuzzy Integral and Its Applications”, Ph.D Dissertation Thesis, Tokyo Institute of Technology, 1974.
- [21] Passino, K.M., “Intelligent Control for Autonomous Systems”, *IEEE Spectrum*, vol. 32 (1995), 55~62.
- [22] Park Hee-jun, Kim, Byung-kook, “Measuring the Machine Intelligence Quotient(MIQ) of Human-Machine Cooperative Systems”, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part a : Systems and Human*, vol. 31, no. 2(2001), 90.
- [23] Ralescu, A. L., “Applied Reasearch in Fuzzy Technology”, Kluwer Academic Publishers, 1994.
- [24] Shoureshi, R., “Intelligent Control Systems : Are they for real?”, *J. Dynam. Syst., Meas., Control*, vol. 115(1993), 395~401.
- [25] Wang, Z., “A New Genetic Algorithm for Nonlinear Multiregressions based on Generalized Choquet Integral”, *Proc. FUZZ-IEEE 2003*, 819~821.
- [26] Xu, K., Wang, Z., and Leung, K. S., “Classification by Nonlinear Integral Rojections”, *IEEE T., Fuzzy Systems*, Vol. 16(2003), 949~962.
- [27] Zadeh, L. A., “Fuzzy Sets”, *Information and Control*, Vol. 8(1965), 338~353.
- [28] 菅野, 室伏, ファジィ測度, 講座ファジィ 3, 日刊工業新聞社, 1993.
- [29] <http://sisc.or.kr/>
- [30] <http://www.lge.co.kr/>
- [31] <http://www.sec.co.kr/>
- [32] <http://www.lghomenet.co.kr/>
- [33] <http://kin.naver.com/openkr/entry.php?docid=25740>

Abstract

An Empirical Study for Intelligence Level Measurement of Smart Home Appliances

Suhn Beom Kwon* · Eunhong Kim* · Hwanbeom Lee**

The primary purpose of this study lies in developing an intelligence level measurement model which can be applied to information home appliances. To accomplish the study purpose, the literature on computer engineering and intelligence is comprehensively researched and critical elements necessary for measuring the intelligence of smart home appliances are extracted. Then an intelligence level measurement model is derived, and the model is validated by several academic and practical experts using Delphi technique.

The measurement model developed in the study, on the one hand, can provide users with some objective standards to evaluate the intelligence level of smart home appliances. On the other hand, it can help home appliance product developers or related service providers decide the target intelligence level of the products or services more specifically. Consequently, the model can contribute to the revitalization of the smart home appliance industry as a whole.

Key Words : Smart Home Appliances, Intelligence Level Measurement Model, Machine Intelligence Quotient, Fuzzy Integral

* School of Business Administration, Kookmin University.

** Affiliate Operation Team, Linkprice Co.