

지능형 홈 기기의 지능등급 측정을 위한 모델 개발

Intelligence Level Measurement Model for Smart Home Appliances

이환범^a, 남영호^b, 권순범^c

서울특별시 성북구 정릉동 861-1, 국민대학교
^a대학원 e-비즈니스학과, ^b경영학부, ^ce-비즈니스학부

Abstract

홈네트워크는 유비쿼터스의 여러 응용분야 중 활발하게 연구, 구현되고 있는 분야 중의 하나로, 최근 아파트 건설업체, 가전기기 업체, 통신서비스 업체들이 지능성을 갖춘 스마트 홈을 목적으로 다양한 시험제품과 솔루션을 출시 혹은 제시하면서 이를 자사의 중요한 마케팅전략으로 활용하고 있다. 스마트 홈네트워크를 구성하는 다양한 스마트 홈 기기의 제품 경쟁력은 제품이 얼마나 지능성을 갖추어 사용자에게 편리성과 유용성을 제공할 수 있는가의 여부가 중요한 관건이 되고 있다. 따라서 지능형 홈 기기의 지능에 대한 측정기준 마련이 필요한 시점이다.

본 연구에서는 스마트 홈네트워크를 구성하는 여러 요소 중에서 정보가전기기를 지능성 측정 대상으로 하여 지능등급 부여모델을 개발하고자 한다. 지능형 홈 기기의 지능을 측정하기 위하여 로봇분야의 다양한 문헌 고찰을 토대로 지능성 측정에 필요한 핵심 구성요소를 도출 및 재정의하여 등급모델을 설계하였다. 특히 설계된 등급부여모델의 실질적 이용을 위해서는 평가방식에 있어서 계량화 절차가 요구된다. 따라서 평가모델의 특성상 다차원적인 지능성의 속성을 총합적으로 나타내기 위하여 퍼지이론(Fuzzy Theory)을 사용하였으며, 이를 정규화하기 위해 퍼지적분(Fuzzy Integral)을 이용하였다. 산출된 적분값을 다시 비퍼지화하여 지능성등급을 부여하는 모델을 개발하였다. 제시된 지능성 등급부여 모델은 스마트홈네트워크 산업의 발전을 촉진하는 계기가 될 수 있으리라 기대한다.

Keywords: 홈네트워크, 지능성평가, MIQ(Machine Intelligence Quotient)

1. 서론

IT 기술의 급속한 발달과 초고속망을 통한 인터넷 보급에 힘입어 기업이나 공공기관의 사무실 중심으로 구축되던 네트워크 환경이 가정으로 확산되어 주택과 주택의 내부를 구성하는 전자기기들이 네트워크로 연결된 홈네트워크가 유비쿼터스의 주요 구현 대상공간으로 대두되고 있다. 현재 시범적이긴 하지만 활발히 구축되고 있는 홈네트워크 시범주택은 건설, 가전, 통신네트워크, 소프트웨어 솔루션 회사등이 모두 참여하는 디지털 컨버전스의 대표적 응용분야이기도 하다.

특히, 홈네트워크가 어떤 일들을 가능하게 하는지에 대해서 다양한 기관이 제시한 시나리오를 분석하여 보면 유비쿼터스 환경하에서 상황을 인식하여(context awareness) 사용자의 사용성과 편리성을 높일 수 있는 똑똑한 홈네트워크¹⁾를 강조하고 있다. 또한, 똑똑한 홈네트워크를 구현하기 위해서 지능형 홈을 구성하는 각각의 기기에 대해서도 지능성이 중요한 요소가 된다.

본 연구에서는 지능형 홈 기기들에 대한 지능성을 측정하고자 하며, 지능성 측정을 위한 지능등급부여 모델을 설계 및 제시한다. 지능성 등급을 부여함으로써 1) 사용자는 지능형 홈을 구성하는 서비스와 기기에 대해서 편리성과 유용성을 객관적으로 손쉽게 판단할 수 있고, 2) 지능형 홈기기의 개발업체는 지능형 홈기기의 지능성 개발목표와 수준을 구체적으로 결정하여 기술개발, 제품개발, 제조의 투자 예측가능성을 높일 수 있고, 3) 서비스 개발업체는 비즈니스모델의 구체성과 성공가능성을 높일 수 있어

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

서, 지능형 홈 산업화를 촉진하는 계기를 마련할 것으로 기대한다.

지능형 홈기기의 지능성의 평가방법에 있어 지능의 높고 낮음과 같은 언어적 변수를 애매성(Fuzziness)으로 간주하고 이를 수치화하기 위하여 측정도구로 퍼지적분을 사용하였다. 또한 평가모델의 실용적인 측면에 있어서 모델의 한계와 개선방법에 대하여 논의하고자 하였다.

2. 관련 선행 연구

2.1 로봇의 지능지수에 대한 기존 연구

문헌에 의하면, 로봇의 지능지수 (MIQ: Machine Intelligence Quotient)측정에 대한 정의는 크게 Ontological 관점과 Phenomenological 관점으로 정의되고 있으며 관점 별 정의들은 다음 [그림 1]과 같다.

구분	연구자	정의
Ontological Def.	Bein et al. (1998)	Weighted sum of 12 characteristics: autonomy, long-term learning, adaptation or short-term learning, user interface, optimization, recognition, fault detection, fault dealing, scheduling or planning, performance evaluation, reactivity, and robustness.
	R. Shoureshi (1993)	A control system with the ultimate degree of autonomy in terms of self-learning, self-reconfigurability, reasoning, planning, and decision-making.
	Hoo-Jin Park (2001)	The measure of autonomy and performance for unanticipated events
Phenomenological Def.	Bein et al. (1998)	Human-like performance of the machine divided by the degree of human intervention.
	P. J. Antsaklis (1994)	<ul style="list-style-type: none"> The process of analyzing, organizing, and converting data into knowledge, where (machine) knowledge is defined as the structured information acquired and applied to remove ignorance and uncertainty about a specific task pertaining to the intelligent machine. In order for a man-made intelligent system to act appropriately, it may emulate functions of living creatures and ultimately human mental faculties.
	R. M. Pazzano (1995)	The discipline in which control algorithms are developed by emulating certain characteristics of intelligent biological systems.

[그림 1] 로봇지능에 대한 정의들

Bien et al.(1998a, 1998b, 2002)에 따르면 <표 1>과 같이 다양한 요인들을 지능을 구성하는 요소로 제시하였다.

<표 1> 지능성의 구성요소

저자	구성요소
Bien et al.(1998)	Autonomy, Long-term Learning, Short-term Learning, User Interface, Optimization, Recognition, Fault Detection, Fault Detection, Fault Dealing, Scheduling/Planning, Performance Evaluation, Reactivity, Robustness
Bien et al.(1998)	Functional Convenience, Physical Friendliness, Kinetic Intelligence, Potential Intelligence
Bien et al.(2002)	Autonomy, Man-Machine Interface, Bio Inspired Behavior, Controllability for Complicated Dynamics

2.2 퍼지이론 고찰

퍼지이론은 1965년 L.A. Zadeh교수가 제안한 퍼지집합(Fuzzy Set)을 시초로 하여 그 후 퍼지이론(fuzzy theory)과 퍼지측도(fuzzy measure)이론 등으로 발전되어 왔으며, L.A Zadeh교수가 제시한 퍼지이론은 애매하게 표현된 현상의 불확실한 상태의 자료에 대해서 보다 명확한 분석결과를 얻을 수 있도록 하기 위한 것이다.

또한 평가에 있어서 주관적인 척도는 가법성(additivity)을 만족하지 못하는 경우가 많다. 이러한 경우의 척도를 구성하기 위하여 퍼지측도(fuzzy measure)가 제안되어 있고(Sugeno, 1974), 퍼지측도를 이용하여 비가법(non-additivity)적인 평가방법으로 퍼지적분(fuzzy integral)이 제안되어 있다. 여기서 퍼지적분에 의한 평가방법이라는 것은 가법성을 가지지 않는 평가기준의 중요도를 가법성을 만족하지 않는 주관적인 척도를 취급하는 퍼지측도로 하고, 퍼지적분에 의하여 종합평가하는 방법이다. 여기서 주목할 점은 퍼지측도는 가법적인 경우를 특별한 경우로 포함하고 있다는 것이다. 이러한 이유로 퍼지적분은 그 실용적인 가치가 인식되어 왔다.

2.2.1 퍼지측도(Fuzzy Measure)

Sugeno(1974)에 의해 처음 소개된 퍼지측도는 가법성을 만족하지 않고, 단조성만을 고려한 일종의 집합치 함수이다. 그리고 확률측도의 확장개념으로서 특히 가법성을 만족하지 않는 비가법적인 평가문제에 있어 대단히 효과적인 척도로 알려져 있다(권순학 등, 1997). 퍼지측도는 어떤 집합 X에서, 그 부분집합을 T로 하는 경우, T에서 [0,1]에의 집합 함수 g가 다음의 3가지 성질을 가진 경우 g를 퍼지측도로 정의한다.

$$g: T \rightarrow [0,1]$$

$$\textcircled{1} g(\emptyset)=0$$

$$\textcircled{2} g(X)=1$$

$$\textcircled{3} A, B \in T, A \subset B \rightarrow g(A) \leq g(B) \quad (1)$$

즉, 퍼지측도 $g(A)$ 는 X의 임의의 부분집합 A에 대한 주관적인 평가값이라 할 수 있다. 그러나 퍼지측도에서는 가법성이 성립하지 않으므로 각 원소의 척도를 알아도 부분집합 A의 척도를 알 수 없다. 따라서 각 원소의 척도로부터 집합A의 척도를 일정한 법칙으로 정하는 것이 가능한 λ - 퍼지척도(확률척도)가 고안되었으며, 그 정의는 다음과 같다(Sugeno, 1974).

$$g_{\lambda}(A \cup B) = g_{\lambda}(A) + g_{\lambda}(B) + \lambda g_{\lambda}(A) g_{\lambda}(B) \quad (2)$$

단 $A, B \in X, A \cap B = \emptyset, -1 < \lambda < \infty$

2.2.2 퍼지적분(Fuzzy Integral)

퍼지적분은 주관적인 판단이 개입되는 평가문제에서 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)뿐 아니라 어떤 대상을 평가하는 방법으로 다양한 분야에서 이용되어왔다(황승국, 1996; 손영선, 1998; 이철영 외, 1999).

퍼지측도로 평가한 것은 적분을 통해서 전체구간 혹은 일부구간의 총합치를 구해야 한다. 그런데 퍼지측도를 이용한 경우에는 비가법성이 존재하므로 일반 Lebesgue적분을 사용하여 그 합을 구할 수 없다. 이를 위해서 많은 방법들이 이미 제안되어 있지만, 본 논문에서는 로봇분야의 MIQ (Machine Intelligence Quotient)측정에 많이 사용되고 있는 Sugeno 퍼지적분과 Choquet 퍼지적분에 대하여 알아보고자 한다.

MIQ 측정방법에 있어서 Bien et al.(2002)은 Sugeno 퍼지적분과 Choquet 퍼지적분을 제안하였다. 이에 따르면 Sugeno의 퍼지 적분은 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, Choquet 퍼지적분은 확률적도에 가까운 해석이 가능하며, 일반적으로 종합적인 수행결정을 필요로 하는 객관적(objective)평가에 적용될 수 있다고 하였다. 1994년 Ralescu에 의하면 Choquet 퍼지적분은 불확실성이나 애매성을 다룰 수 있다고 하였다.

● Sugeno Fuzzy Integral(가법형)

$$\int_x h(x) \circ g(\cdot) = \text{Max}_{i=1,n} \text{Min} [\text{Min } h(x_i), g(E_i)] \quad (3)$$

● Choquet Fuzzy Integral(이산형)

$$h(x_1) = a_1 \geq h(x_2) = a_2 \geq \dots \geq h(x_n) = a_n$$

$$\mu = (c) \int h dg = \sum_{i=1}^n (h(x_i) - h(x_{i-1})) \cdot g(H_i) \quad (4)$$

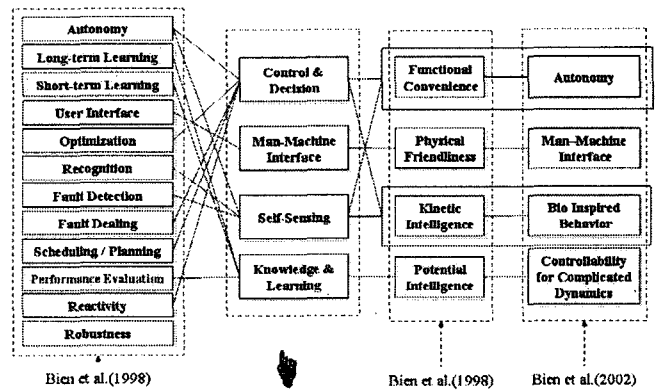
3. 본론

본 장에서는 앞서 살펴본 관련 연구를 통하여 지능형 홈기기의 지능성 측정을 위한 지능성의 구성요소를 도출하고, 각각의 요소에 대하여 본 연구에 맞게 재정의 하고자 한다.

이렇게 도출된 지능성 구성요소를 토대로 측정모형을 설계하고 모델의 측정에 있어서 지능의 높고 낮음의 애매성에 대하여 퍼지니스(Fuzziness)를 이용하여 정량화를 위해 Sugeno 퍼지적분과 Choquet 퍼지적분을 이용한다. 편의상 Sugeno 퍼지적분과 Choquet 퍼지적분을 각각 TYPE 1, TYPE 2로 칭하기로 한다. 마지막으로 설계된 지능등급부여모델에 대하여 스마트 냉장고를 대상으로 측정과정의 예를 들어 설명하기로 한다.

3.1 지능성 구성요소 도출 및 정의

본 연구에서는 앞서 살펴본 바와 같이 J. N. Bien이 제시한 지능성 구성요소를 토대로 하여 Control & Decision, Man-Machine Interface, Self-Sensing, Knowledge & Learning 등 4개의 지능성 구성요소를 도출하였으며, 그 결과는 다음 [그림 2]와 같다.



[그림 2] 도출된 지능성 구성요소

도출된 4개의 지능성 구성요소를 [그림 3]과 같이 정의하였다.

구성요소	정의
Control & Decision	지능형 홈 기기의 작동이 원활하게 가동될 수 있도록 제어하는 기능
Man-Machine Interface	사용자가 기기와의 상호작용에 있어서 편리성과 편안함을 줄 수 있는 기능
Self-Sensing	지능형 홈 기기 작동과 성능에 영향을 주는 내·외부환경 변화를 감지하는 기능
Knowledge & Learning	환경, 사용자 상호작용, 과거 작동의 경험 등을 저장, 분석하여 기기 작동의 효율성과 효과성을 높이는 기능

[그림 3] 지능성 구성요소 및 정의

이렇게 정의된 구성요소 각각에 대하여 기본기능과 고급기능으로 분할하였으며, 세부 측정요소에 대하여 [그림 4]~[그림 7]과 같이 재정의 하였다. [그림 7]에 보는 바와 같이 Knowledge & Learning은 구성요소 자체가 고급기능으로 판단되어 기본기능은 배제하였다.

구성요소	측정요소-기능 및 정의		
Control & Decision	기본기능	On/Off	• 기기의 전원 및 기능의 On/Off 기능
		작동시간	• 기기의 작동시간 제어 기능
		작동수준	• 기기의 작동의 강약, 고저 등의 수준을 제어하는 기능
	고급기능	자기자유	• 인자된 오류를 스스로 치료하는 기능
		Planning / Scheduling	• 기기 스스로 작동 순서와 기기의 자원할용 정도를 조절할 수 있는 기능
		최적화	• 기기의 작동 목표를 설정하고 그에 맞게 기기의 작동을 조절하는 기능

[그림 4] Control & Decision

구성요소	측정요소-기능 및 정의		
Man-Machine Interface	기본기능	Manual Input	• 사용자가 수동으로 기기제어를 할 수 있는 Interface 구현기능
		Text Display	• 기기의 작동 및 상태를 문자로 보여주는 기능
		멀티미디어 디스플레이	• 멀티미디어(사진, 음악, 동영상 등)를 사용자에게 디스플레이 하는 기능
		터치스크린	• 터치스크린을 통한 기기작동의 제어기능
	고급기능	원격 인터페이스	• 사용자와 기기간에 원격으로 데이터 및 정보를 Input, Output하는 기능
		Visualization	• 3D로 사용자에게 보여 주는 기능
	음성인식/ 음성합성	• 사용자의 음성인식하고 음성으로 알려주는 기능	

[그림 5] Man-Machine Interface

구성요소	측정요소-기능 및 정의		
Self-Sensing	기본기능	전력	• 기기 작동시 이용되는 전력을 인식하는 기능
		시간	• 기기의 작동 시간을 인식하는 기능
		온도	• 기기의 내·외부의 온도를 감지하는 기능
		압	• 사용자 및 물체의 압을 인식하는 기능
		위치	• 사용자 및 물체의 위치를 인식하는 기능
		움직임	• 사용자 및 물체의 움직임을 인식하는 기능
	고급기능	ID식별	• 사람, 물체에 대한 구별능력이 있는가 여부
		Fault Detection	• 기능적 결함을 스스로 감지하는가 여부

[그림 6] Self-Sensing

구성요소	측정요소-기능 및 정의		
Knowledge & Learning	고급기능	Usage Pattern 저장	• 작동에 이용된 모든 데이터의 자료를 정보화하는 기능
		Error Handling 이력 저장	• 오작동과 관련된 데이터를 정보화하는 기능
		물건분석 및 학습	• 축적된 패턴 정보를 분석하여 지식을 생성·축적하는 기능
		지식의 활용	• 패턴분석 결과와 지식을 활용하여 기기 결함제어/에너지 자원적용을 가능하게 하는 기능

[그림 7] Knowledge & Learning

3.2 대상기기의 선정

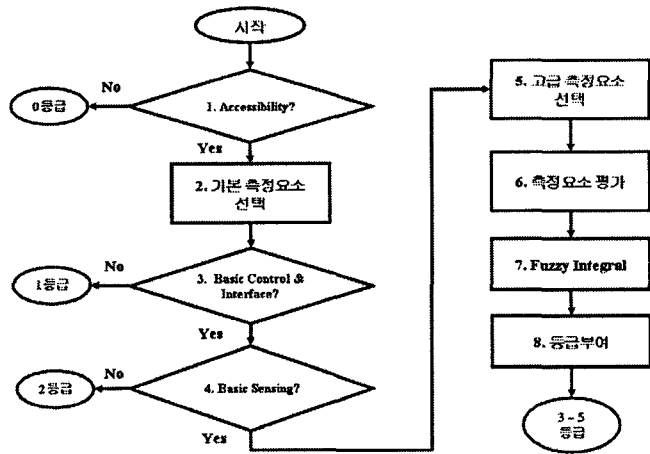
본 연구에서는 지능형 홈 네트워크(유선, 무선)에 연결되어 지능형 홈 기능의 일부를 수행하는 생활기기 및 정보가전기기로 인간-기계(Man-Machine) 상호작용을 주로 하는 기기를 대상으로 하였다. 앞서 살펴본 지능형 홈 기기 분류 중에서 한국 홈 네트워크산업 협회의 분류체계 중 인터넷 정보가전기기와 홈 오토메이션 기기를 주요 대상기기로 삼았고, 지능부여 등급 모델 적용의 예는 스마트 냉장고를 대상으로 하였다([그림 8]).

분류 구분	소분류 (예)	출처 기관
홈 네트워크 컴퓨터	Entertainment device, Computing device, Communication, Web phone	정보통신정책연구원 (2003)
홈 네트워크 내기기	휴대폰, PDA, PC, 홈피드, 웹피드, 비디오 콘, 화상전화기, 양방향DTV	한국 홈 네트워크 산업협회 (2006)
인터넷 정보가전 기기	인터넷 냉장고, 인터넷 에어컨, 인터넷 전자레인지, 인터넷 보일러, 인터넷 난방 조절기, 인터넷 가스오븐레인지, 인터넷 세탁기, 인터넷 현미경, 원격 의료 장비	
홈 오토메이션 기기	인터넷 조명, 도어폰, 지능형 센서, 단순 센서, 단순 제어기	대한주택공사 주택도시연구원 (2003)
단말기	통합리모콘, 웹피드(이동형(휴대폰), 벽부착형(웹피드)), 인터넷 TV	
정보가전	인터넷 TV, 인터넷 세탁기, 로봇 청소기 등	한국산업기술재단 (2004)
지능형 홈 오토메이션 / 정보가전	지능형 홈 제어시스템, 지능형 홈 네트워크 정보가전	

[그림 8] 대상기기 선정

3.3 지능등급부여모델과 알고리즘의 설계

[그림 9]는 평가대상 기기의 지능성 등급을 부여하는 전체 프로세스를 도식화한 그림이다. 전체적으로 0등급부터 5등급까지의 등급이 부여되며, 0,1,2 3등급은 구성요소의 기본기능을 만족하는가의 여부에 의해서 결정되고, 3, 4, 5 등급은 주로 고급기능 측정요소의 측정값을 퍼지적분 결과값에 의해서 등급이 부여된다.



[그림 9] 지능등급부여모델

- Step1 Accessibility
지능형 홈 네트워크와 연결성 여부
- Step2 기본측정요소 선택
대상기기 평가에 적합한 기본측정요소 선택
- Step3 Basic Control & Interface
기기의 작동을 제어할 수 있는 기본적인 기능과 작동제어를 위한 기본적인 인터페이스의 여부
- Step4 Basic Sensing
지능형 홈 기기의 작동과 성능에 영향을 주는 내부, 외부환경 변화의 기본적인 감지 기능
- Step5 고급측정요소의 선택
4개의 지능성 구성요소에서 대상기기 평가에 적합한 고급측정요소 선택
- Step6 측정요소의 평가
선택한 측정요소에 대해서 평가하되, 각 평가치는 정규화하여 같은 종류에 속하는 기기의 평균값이 0.5정도 되도록 한다.
Direct Method 객관적으로 정량적 측정이 가능한 요소의 평가
Intirect Method 전문가의 설문에 의한 평가

- Step7 요소평가결과의 통합
Fuzzy Integral 방법에 의하여 각 요소 평가치를 통합한 하나의 수치를 계산한다.
- Step8 등급의 부여
계산된 수치로 지능성 등급(3~5)의 부여

3.4 측정 예

본 절에서는 개발된 지능등급부여모델의 측정 예를 제시하고자 한다. 지능형 냉장고를 대상으로 항목을 구성하였으며, 퍼지적분을 통해 산출된 값을 이용하여 실제 등급을 부여하는 과정을 제시한다. 냉장고의 기능은 아직 실현화 되지 않았지만, 미래 지능형 냉장고의 기능으로 예상되는 기능을 포함하고 있으며, 이에 맞추어 측정항목을 구성하였다.

[그림 10]는 알고리즘에 제시한 Step1~Step4까지의 전체 과정이다. 3가지 구성요소의 기본기능 중에서 냉장고에 해당하는 기능들이 측정요소이며 현재 측정대상인 가상의 냉장고가 기본기능을 모두 만족하였다고 가정하였다. 만약 Step3~Step4에서 측정요소 중 한 가지라도 만족되지 못한다면 다음 단계로 넘어갈 수 없으며 만족되지 못한 단계에 따라 지능은 1등급 혹은 2등급으로 판정한다.

구분	구성요소	측정요소	Y/N	
Step 1	Accessibility	홈 네트워크와의 연결성이 있는가?	Y	
Step 3	Control과 Interface의 기본기능	기본적으로 작동제어의 기본기능과 인터페이스가 있는가?	Control의 기본기능	
			On/off	Y
			작동시간	Y
Step 4	Self-Sensing의 기본기능	지능형 홈기기의 작동과 성능에 영향을 주는 내부, 외부환경 변화의 기본적인 감지 기능 있는가?	Man-machine Interface의 기본기능	
			Text Display	Y
Step 4	Self-Sensing의 기본기능	지능형 홈기기의 작동과 성능에 영향을 주는 내부, 외부환경 변화의 기본적인 감지 기능 있는가?	Manual Input	Y
			내부	
			전력	Y
Step 4	Self-Sensing의 기본기능	지능형 홈기기의 작동과 성능에 영향을 주는 내부, 외부환경 변화의 기본적인 감지 기능 있는가?	시간	Y
			외부	
Step 4	Self-Sensing의 기본기능	지능형 홈기기의 작동과 성능에 영향을 주는 내부, 외부환경 변화의 기본적인 감지 기능 있는가?	온도	Y
			온도	Y

[그림 10] 측정 예-1

[그림 11]~[그림 14]는 Step5~Step7까지의 전개과정이다. [그림 11]은 선택한 측정요소에 대한 평가결과를 보여주고 있다. 다음 퍼지적분을 실시하기 위하여 각 구성요소의 측정값 $h(x_i)$ 1로 정규화하였다. 또한 각 항목의 중요도 $g(x_i)$ 는 다음과 같이 설정하였다.

구분	항목(x _i)	평가치	정규화된 평가치 h(x _i)	중요도 g(x _i)
(1) Control & Decision	Planning / Scheduling	8	0.8	0.3
	자가지유	0	0	0.3
	최적화	2	0.2	0.4
(2) Man-Machine Interface	멀티미디어 디스플레이	10	1	0.2
	터치 스크린	10	1	0.2
	3D 디스플레이	0	0	0.3
	음성인식/음성합성	4	0.4	0.3
(3) Self-Sensing	고장인식	5	0.5	0.3
	내부 부품 인식	10	1	0.3
	접근자(물체)인식	0	0	0.4
(4) Knowledge & Learning	사용, 고장, 패턴 저장	4	0.4	0.3
	소비패턴 분석 및 제안	0	0	0.4
	식단 및 건강관리 제안	0	0	0.3

[그림 11] 측정 예-2

앞서 살펴본 바와 같이, 퍼지적분을 위하여 측정된 값의 중요도에 대하여 가중치 g(E_i)를 오름차순화 하였고, 그 결과는 [그림 12]와 같다.

구분	항목(x _i)	g(x _i)	h(x _i)	g(E _i)
(1) Control & Decision	자가지유	0.3	0	1.0
	최적화	0.4	0.2	0.7
	Planning / Scheduling	0.3	0.8	0.3
(2) Man-Machine Interface	3D 디스플레이	0.3	0	1.0
	음성인식/음성합성	0.3	0.4	0.7
	터치 스크린	0.2	1	0.4
	멀티미디어 디스플레이	0.2	1	0.2
(3) Self-Sensing	접근자(물체)인식	0.4	0	1.0
	고장 인식	0.3	0.5	0.6
	내부 부품 인식	0.3	1	0.3
(4) Knowledge & Learning	식단 및 건강 관리	0.3	0	1
	저장품 관리(보충, 폐기제안)	0.4	0	0.7
	사용, 고장, 패턴 저장 분석	0.3	0.4	0.3

[그림 12] 측정 예-3

그리고 구성요소 (1) Control & Decision에 대하여 Sugeno 퍼지적분과 Choquet 퍼지적분을 실시하였으며 그 결과는 다음과 같다.

(1) Control & Decision

TYPE 1:

$$\int_x h(x) \circ g(\cdot) = \max [\min(0,1.0), \min(0.2,0.7), \min(0.8,0.3)] = 0.3 \quad (5)$$

TYPE 2:

$$\int_x h(x) \circ g(\cdot) = \sum_{i=1}^3 (h(x_i) - h(x_{i-1})) \cdot g(H_i) = (0.8-0.2)*0.3 + (0.2-0)*0.7 + 0*1.0 = 0.32 \quad (6)$$

위와 같은 방법으로 나머지 구성요소 (2), (3), (4)에 대하여서도 퍼지적분을 실시하였으며, 그 결과는 다음 [그림 13], [그림 14]와 같다.

구분	Sugeno 퍼지적분		
	g(x _i)	h(x _i)	g(E _i)
Control & Decision	0.25	0.3	1.0
Knowledge & Learning	0.25	0.3	0.75
Man-Machine Interface	0.25	0.4	0.5
Self-Sensing	0.25	0.5	0.25
퍼지적분값	0.4		

[그림 13] 측정 예-4

구분	Choquet 퍼지적분		
	g(x _i)	h(x _i)	g(E _i)
Knowledge & Learning	0.25	0.12	1.0
Control & Decision	0.25	0.32	0.75
Self-Sensing	0.25	0.45	0.5
Man-Machine Interface	0.25	0.52	0.25
퍼지적분값	0.3525		

[그림 14] 측정 예-5

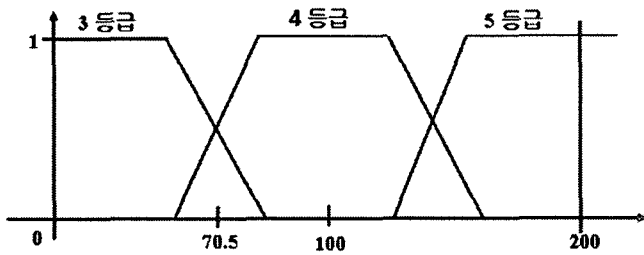
TYPE 1에 의한 측정값은 0.4이며, 따라서 냉장고 지능지수는 사람의 지능지수와 유사하게 200으로 정규화하면

$$0.4 * 200 = 80. \quad (7)$$

TYPE 2에 의한 측정값은 0.3525이며, 따라서 냉장고 지능지수는

$$0.3525 \times 200 = 70.5 \quad (8)$$

마지막으로 Step8에서 지능등급을 판정하는데, 지능형 냉장고의 경우 어느 한 가지 기능이 냉장고의 전체 성능을 좌우하거나 의미가 없어지는 성격이 크지 않기 때문에 TYPE 2의 측정값으로 지능판정을 한다. 따라서 냉장고의 지능지수는 70.5이며, 지능등급은 3등급에 해당된다. 퍼지측정값의 소속정도에 따른 퍼지등급은 다음 [그림 15]와 같다.



[그림 15] 지능등급 판정

4. 모델의 검증

4.1 전문가검증

설계된 지능등급부여모델의 검증방법으로 본 논문에서는 델파이 방법을 제안하였다. 검증에 필요한 전문가는 다음과 같이 정하였다.

- MIQ (Robot의 지능)의 측정과 관련 있는 연구자
- Intelligent System 구현경험이 있는 연구자
- Intelligent System, AI, Cybernetics, Kinetics, HCI 분야 연구자 중 지능측정에 대한 연구자
- 위의 주제와 관련된 업체 실무자

구체적으로 검증 대상은 도출된 4개의 지능성 구성요소와 각 구성요소의 측정요소이며, 라운드별 결과에 대하여 통계분석을 통한 신뢰성 및 타당성 검증을 실시한다.

기존의 델파이 기법은 대개 4라운드로 이루어져 있으며, 경우에 따라서 5라운드 이상을 실시하기도 한다. 그러나 델파이를 수행하는 총괄수행자가 제1라운드에서 과제를 미리 제공하는 경우나, 제3라운드 정도에서 전문가들의 반대의견을 생략하고자 할 경우에는 라운드 수를 줄일 수 있다. 이와 같이 라

운드 수를 줄인다 해도 대면에 의한 회의방식보다 델파이방법이 회의 방식에 의한 단점들을 줄일 수 있기 때문에 사용하는 데는 무리가 없다. 델파이 실행에 있어서 라운드 수를 줄이는 것에 대한 연구가 많이 진행되고 있고, 또한 그 실효성이 입증되고 있다(Chaiffin & Talley, 1980과 Dajani & Sincoff, 1979).

본 논문에서는 2라운드에 걸친 델파이 방법을 계획하였으며 차수별 설문내용 및 자료분석 방법은 다음 [그림 16]과 같다.

차수	형태	설문내용	자료분석방법	비고
1차	구조화된 응답양식	·평가모델의 구성요소의 신뢰성, 타당성 검증 ·각 구성요소의 측정 항목의 중요도를 평가하는 문항 (Likert 5점 척도 사용)	·기술통계량(평균, 표준편차, 중앙값, 표준편차, 중앙값의 일치계수-W)	·평가척도 결과물 2차 조사에서 전문가에게 피드백함
	서술문항	·각 구성요소의 측정에 요구되는 문항 서술	·내용분석	·자료분석 결과물도 대로 2차 설문지를 재구성
2차	서술문항	·1차 설문지의 내용분석 결과에 대한 의견 요청	·내용분석	·평균값에 따라 최종적으로 항목을 선정

[그림 16] 차수별 설문내용 및 자료분석

4.2 사용자검증

앞서 전문가를 통해 검증된 모델에 대하여 사용자 검증을 실시하기로 한다. 여기서 사용자는 지능형 홈 환경에서 기기를 사용하게 될 일반인을 대상으로 하여 검증모델에 대한 검증을 실시하고자 하며, 설문조사와 통계분석을 통해 신뢰성 및 타당성 검증을 실시하고자 한다.

5. 평가모델의 유지보수 및 관리방안

평가모델의 실용측면에서 볼 때, 향후 홈 기기기 모두 최고 등급을 만족하게 된다면, 평가모델로서의 의미가 없어지게 될 것이다. 따라서 이러한 경우, 모델의 한계와 개선시기에 대한 접근이 필요하다고 판단되며, 그 개선대안에 대하여 제시하고자 하였다.

5.1 평가모델의 한계시기

홈 기기의 평가현황에 대한 지속적인 모니터링을 통해 대부분의 지능형 홈 기기가 5등급을 만족하게 될 경우, 평가모델의 한계시기로 간주하고자 한다.

5.2 평가모델의 개선시기

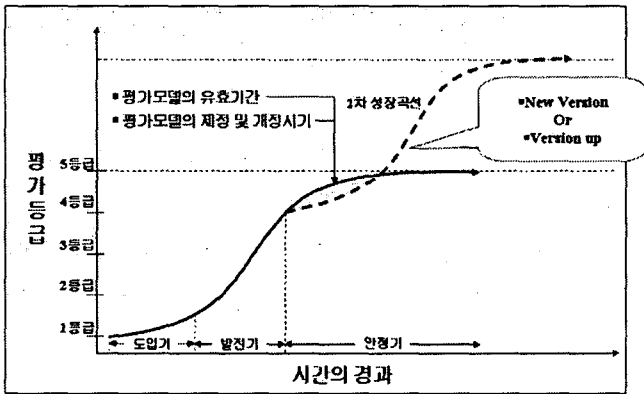
평가모델의 개선시기 예측을 위하여 5등급이 부여될 수 있는 최대치를 정한 후, 업체별 기기의 지능성 등급 부여 현황에 대한 자료를 바탕으로 통계

분석을 활용하여 지속적인 모니터링을 실시한다. 최
대치에 이를 경우 모델의 개선시기로 간주하고자 한
다.

5.3 평가모델의 개선 대안

새로운 평가모델의 제정(new version)과 기존 모
델의 개정(version up) 방법이 있다. New version
은 기존의 평가모델을 탈피하여 완전히 새로운 모델
의 설계를 말하며, Version up은 기존 평가모델의
추가 및 개선을 통해 좀 더 보완된 모델을 말한다.
세부적인 방법에 있어 등급의 변경을 들 수 있으며,
예를 들면 등급을 8등급까지 혹은 그 이상, 이하로
Scale Up 할 수 있으며, 또는 기존등급을 그대로
사용하는 대신 개선 및 추가된 평가항목의 중요도와
가중치 변경을 통해 등급의 난이도를 변경할 수 있
다.

다음 [그림 17]는 평가등급의 한계와 개선시기를
통해 대안에 대하여 보여주고 있다.



[그림 17] 평가모델의 개선 및 한계시기

6. 결론

본 논문은 지능형 홈 기기의 지능성 측정을 위한
모델을 제시하였다. 먼저 지능형 홈 기기의 지능성
측정을 위하여 로봇의 MIQ (Machine Intelligence
Quotient) 측정에 대한 문헌고찰을 통하여 본 연구에
맞는 4가지의 지능성 구성요소 도출하였고 재정의
하였다. 이렇게 도출된 구성요소를 토대로 하여 지
능등급부여모델을 설계하였고 그 측정도구로 퍼지적
분을 이용하였다.

설계된 모델의 자세한 측정과정을 설명하기 위하
여 미래의 기능을 포함한 냉장고를 대상으로 측정 예
를 제시하였으며 이렇게 산출된 퍼지적분 측정값은
언어변수화 하기위해 퍼지함수를 이용하여 소속정도
를 통한 등급을 판정하였다.

마지막으로 설계된 모델의 실무적 이용 측면에서
볼 때, 그 한계와 개선방법에 대하여 제시함으로써
한층 더 구체화되고 정교한 모델이 되도록 하였다.
그러나 아직 평가모델에 대한 검증은 이루어지지 않
은 단계이므로 모델에 대한 신뢰성 및 타당성의 확
보가 이루어지지 않은 상태이다. 향후 모델에 대한
검증을 통하여 좀 더 세밀하고 정확한 측정도구가
될 수 있도록 보완할 예정이다.

References

- [1] Antsaklis, P. J. (1994). "Defining intelligent control," *IEEE Control Syst. Mag.*, vol. 14, pp. 4-66.
- [2] Bien Zeungnam, Yong-Tae Kim and Se-hyun Yang, (1998). "How to Measure the Machine Intelligence Quotient(MIQ): Two Methods and Applications," *Proceedings of World Automation Congress, Alaska, May. 9-14.*
- [3] Bien Zeungnam, Wonchul Bang, Doyoon Kim and Jeongsu Han, (2002). "Machine intelligence quotient: its measurements and applications," *Fuzzy Sets and Systems*, pp.8.
- [4] Bien Zeungnam, Wonchul Bang, Wonseek Yu, Gi-Young Lim, (1999). "R&D Trends on Intelligent Systems and MIQ as a Performance Measure," *Proc. of the 8th IFSA World Congress, Taipei, Taiwan, pp.944-948, Aug. 17-20.*
- [5] Bugler, M. W. (1995). "A three-round Delphi study of the critical characteristics of the model doctoral level educational technology program," Ph.D. diss., University of Iowa.
- [6] Dalky, N. & helmer, O. (1963). " A Experimental Application of the Delphi Method to the use of Experts," *Management Science*, Vol.9, No.3, p.458.
- [7] Leung, K. S., Wong, M. L., Lam, W., Wang, Z., and Xu, K. (2002). "Learning nonlinear multiregression networks based on evolutionary comutation," *IEEE T. SMC* 32, No. 5, pp. 630-644.

- [8] Sugeno, M. (1974). "Theory of Fuzzy Integral and Its Applications," Ph.D Dissertation Thesis. Tokyo Institute of Technology.
- [9] Passino, K.M., (1995). "Intelligent control for autonomous systems," *IEEE Spectrum*, vol. 32, pp. 55-62.
- [10] Park Hee-jun, Kim, Byung-kook. (2001). "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, pp. 90.
- [11] Ralescu, A. L. (1994). "Applied Reasearch in Fuzzy Technology," Kluwer Academic Publishers.
- [12] Shoureshi, R. (1993). "Intelligent control systems: Are they for real?," *J. Dynam. Syst., Meas., Control*, vol. 115, pp. 395-401.
- [13] Saridis, G. N. (1988). "On the theory of intelligent machines: A survey," in *Proc. 27th Conf. Decision Control*, Austin, TX, pp. 1799-1804.
- [14] Wang, Z. (2003). "A new genetic algorithm for nonlinear multiregressions based on generalized Choquet integral," *Proc. FUZZ-IEEE2003*, pp. 819-821.
- [15] Xu, K., Wang, Z., and Leung, K. S. (2003). "Classification by nonlinear integral rojections," *IEEE T. Fuzzy Systems*, Vol. 16, pp. 949-962.
- [16] Zadeh, L. A. (1965). "Fuzzy sets," *Information and control*, Vol. 8, PP.338-353.
- [17] 권순학, Sugeno, M. (1997). "퍼지측도를 이용한 상호작용 시스템의 모델," *한국 퍼지 및 지능시스템학회*, Vol. 7, No. 4, pp. 82-92.
- [18] 김미혜, (2004). "퍼지적분을 이용한 침입탐지 시스템 평가방법," *한국정보보호학회*, 제14권, 제2호, pp.113-121.
- [19] 김원중 외, (2004). *KS표준화와 품질인증 실무*, 한울출판사.
- [20] 김병성, (1997). *교육연구방법*, 서울 : 학지사.
- [21] 대한주택공사 주택도시연구원, (2003). *홈 네트워크 수요조사를 통한 홈 디지털 서비스 제 공방안 연구*.
- [22] 박도순, (1992). *교육연구방법론*, 서울 : 문음사.
- [23] 손영선, (1998). "퍼지측도 퍼지적분을 이용한 휴먼 인터페이스의 평가," *한국퍼지 및 지능 시스템학회 1998 추계학술대회 학술발표논문집*, pp. 31-36.
- [24] 이철영, 임봉택, (1999). "퍼지평가의 통합특성에 관하여," *한국항만학회*, 제 13권, 제1호, pp.79-85.
- [25] 이견창, (2004). *퍼지이론*, 경문사.
- [26] 이광형, 오길록, (1997). *퍼지 이론 및 응용 I 권: 이론*, 홍릉과학출판사.
- [27] 이진춘, (1999). "퍼지적분과 퍼지추론을 이용한 관능검사규칙의 설계," *경영과학연구*, Vol.8, pp-1-13.
- [28] 윤미숙, (2003). "비서의 현재 역량과 미래 역량에 대한 델파이 연구," *비서학논총*, 제12권, 제2호, pp.109-141.
- [29] 한국 홈 네트워크산업협회, *국내 및 해외 홈 네트워크산업 현황과 미래발전 전략*, 2005.
- [30] 한국산업기술재단, (2004). *Technology Roadmap-스마트 홈-*.
- [31] 한국과학기술정보연구원, (2001). *미래기술의 경쟁력강화를 위한 기술예측 기법 연구*.
- [32] 황승국, (1996). "퍼지적분을 이용한 기업평가법," *공업경영학회지*, 제 19권, pp. 271-280.
- [33] 정보통신정책연구원, (2003). *홈 네트워크 시장 분석 및 발전전망*.