

건축물의 공조방식 선택과정에 있어서 질적 설계요소들의 디자인 결정방법에 관한 연구

우 세 진[†]

울산과학대학 공간디자인학부 건축전공

A Study on Design Decision of Qualitative Design Factors in Selecting of HVAC Type for Building

Se-Jin Woo[†]

Department of Architecture, Ulsan College, Ulsan 682-090, Korea

(Received April 9, 2004; revision received June 21, 2004)

ABSTRACT: Not only in building design but also in HVAC system design, it is important to ensure an objectivity in schematic design. In the study, the author suggested a method to make a logical decision for quality design factors affecting the selection of HVAC type in initial design process, and to provide objective design values. Fuzzy theory, one of the theories describing in quantitative way the ambiguous-natured linguistic values, was used to determine the qualitative design factors of linguistic parameter nature. It was found that it has a potential as a method to determine a HVAC type satisfying the required values of qualitative design factors involved in selection of the system type. But this needs further studies to be settled in the selecting of HVAC type.

Key words: HVAC type(공조방식), Qualitative design factors(질적 설계요소), Schematic design(초기설계단계), Linguistic variable(언어 변수)

기 호 설 명

(a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}) : 퍼지수
 $(\widetilde{a}_{ij}, \widetilde{b}_{ij}, \widetilde{c}_{ij})$: 평균 퍼지수
 COG : 무게 중심법
 I : 중요하다
 M : 보통이다
 N : 필요하다
 UE : 충분하지 않다

UI : 중요하지 않다
 UN : 필요하지 않다
 $u(x)$: 소속 정도값
 u^* : 적합도
 V.I : 매우 중요하다
 x : 보통수

하첨자

i : i 번째 질적 설계요소
 A : 언어 변수값

[†] Corresponding author

Tel.: +82-52-230-0645; fax: +82-52-230-0642

E-mail address: sjwoo@mail.ulsan-c.ac.kr

1. 서 론

1.1 연구의 목적

건축물의 공조설비설계는 건축설계와 마찬가지로 상호관련된 수많은 설계요소들이 요구하는 값들을 판단하고 결정하는 과정이라 할 수 있다. 이러한 공조설비 설계과정에서 건축물에 적용할 공조설비의 개념과 질을 좌우하고, 더 나아가 적용 건축물의 사후관리 등에 영향을 주는 설계요소들의 방향을 결정하는 초기설계단계에서의 객관성 확보 문제는 중요하다고 할 수 있다. 특히, 공조설비설계의 방향을 결정하는 공조방식 선택과정에서 논리적 근거 하에 공조방식을 결정할 수 있는 체계적인 디자인 결정 방법이 필요하다. 공조방식 선택과정에서 영향을 미치는 관련설계요소들은 실외기후요소, 건축면적 등과 같은 양적 요소와 실내 청정도 확보의 중요성, 낮은 초기투자비의 중요성 등과 같은 질적 요소로 나눌 수 있다. 이중 질적 설계요소들은 양적 요소들보다 공조방식 결정에 큰 영향을 미치고 있으나, 질적 설계요소들에 대한 디자인 결정과정은 대체적으로 공조설계자의 경험과 직관에 의존하고 있는 경향이다. 또한, 공조설계자들에 의해서 제시되고 있는 질적 설계요소들의 결정값들은 모호하고 부정확한 면이 있을 뿐만 아니라 공조설계자들에 따라 그 의견을 달리하는 경우도 발생하고 있다.

따라서, 본 연구에서는 초기설계단계에서 공조방식선택에 영향을 미치는 질적 설계요소들에 대한 디자인 결정과정에 논리적인 방법 도입과 결정값에 대한 객관적인 근거를 제공하기 위한 방안을 제안하고자 한다. 이를 위해서 애매한 특성이 있는 언어적인 값을 정량적으로 기술하기 위한 하나의 방법인 퍼지이론을 도입하여 언어적 변수의 특성을 지닌 질적 설계요소들의 값을 결정하기 위한 방법으로 제안한다.

1.2 연구의 방법

본 연구의 목적을 달성하기 위해서 다음과 같은 방법으로 진행한다.

첫째, 본 연구자가 수행한 선행연구⁽¹⁾의 조사자료와 결과, 문헌조사, 공조설계자와의 인터뷰 결

과 등을 토대로 건축물의 공조방식 선택과정과 Fuzzy Logic System을 분석하여 연구의 이론적 배경과 범위를 설정한다.

둘째, 일반적인 디자인 결정과정에서 Fuzzy Logic System을 도입한 디자인 결정과정의 기본 구조를 설정한다.

셋째, 질적 설계요소들에 대한 논리적인 디자인 결정방법을 제안하고 검토하기 위해서, 앞절에서 설정된 디자인 결정과정의 기본구조를 공조방식 결정단계에 적용시켜 결정과정을 재구성한다.

넷째, 재구성된 결정과정에서 필요한 질적 설계요소들의 규칙화와 추론방법을 정립한다.

다섯째, 앞 단계에서 정립된 방법을 Case Study를 통해서 적용해 보고, 그 가능성을 검토한다.

2. 공조방식 선택과 디자인 결정방법

2.1 건축물의 공조방식 선택과정 분석

90년대 초 정보통신 기술이 건축설계와 결합되면서 전통적인 건축설계과정은 변화되고 있고, CAAD(Computer Aided Architectural Design)이라는 분야가 탄생되기도 했다.⁽²⁾ 하지만, 건축설계과정에서 그 중요도가 점점 높아져 가고 있는 건축설비 중에서 시설비 비중이 가장 높을 뿐만 아니라, 실내환경을 좌우하는 공조설비의 설계과정에 대한 국내 연구는 빈약한 실정이다. 그러나 국외의 경우는 90년대 초부터 ASHRAE가 주관⁽³⁾하여 공조 분야의 체계적인 설계방법을 개발하기 위한 것으로 인공지능 개념의 도입시도가 활발하게 진행되고 있다. 이들 중 Camejo⁽⁴⁾와 Shams⁽⁵⁾은 전문가 시스템을 이용하여 논리적인 공조설계과정을 제안하였다.

이러한 공조설계과정에서 초기설계단계의 중심부분을 차지하는 공조방식 선택과정은 적용 건축물과 적합한 공조설비의 방향을 결정하는 과정이다. 공조설계자들과 인터뷰 결과를 분석해 보면, 일반적인 공조방식 선택과정은 여러 형태의 공조방식 중에서 경험을 토대로 과거의 실적 등에서 2~3개의 방식을 선택하여 서로 비교 검토하여 선정한다. 이때 비교 검토의 대상이 되는 설계요소는 기계설치공간, 설비비, 경상비, 에너지 비용 등과 같은 요소들이 기준이 되고 있다. 이와 같은 공조방식 선택과정을 선행연구⁽¹⁾에서 Fig. 1과

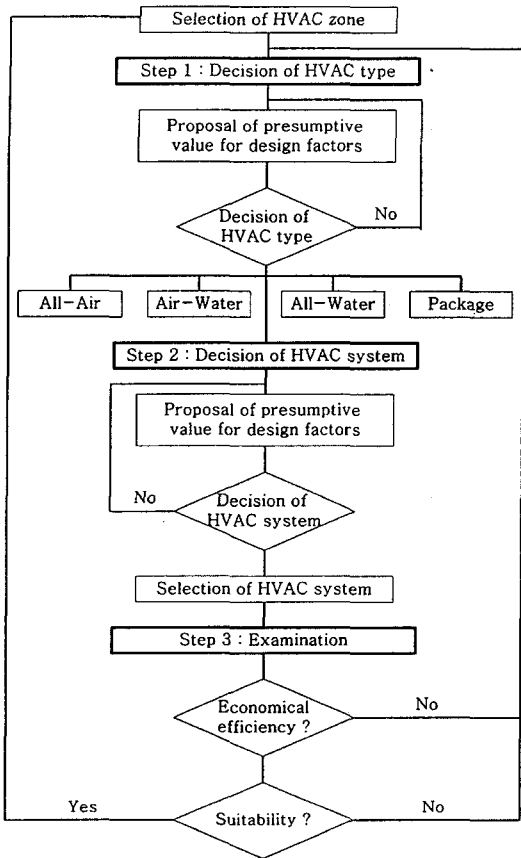


Fig. 1 Selecting of HVAC type.

같이 설정하였다. 즉, 전공기방식, 수공기방식, 전수방식 중에서 적합한 방식을 결정하는 단계, 결정된 공조방식에 따라 적합한 단일덕트 정풍량방식, F.C.U 방식 등을 결정하는 세부 공조시스템 결정단계, 결정된 공조방식과 세부 공조시스템이 적용하고자 하는 공조존에 적합한지를 경제성과 기능성에 의해서 적정 여부를 판단하는 검토단계로 나눌 수가 있다. 이 중 적합한 방식을 결정하는 첫 단계는 과정의 중요도에 비해 Table 1⁽¹⁾과 같은 설계요소들의 요구조건에 적합한 방식을 결

정하는 과정에서 공조설계자들의 판단과 경험에 의존하고 있을 뿐만 아니라 요구조건 값들 또한 “매우 중요하다”, “중요하다”, “중요하지 않다” 등 애매한 언어적 특성을 가지고 있다. 이러한 애매한 언어적 특성을 가진 질적 설계요소들에 의해서 적합한 공조방식을 결정하는 첫 단계를 대상으로 체계적인 디자인 결정방법을 도입하고자 한다.

2.2 Fuzzy Logic System과 공조방식 결정과정

1965년 Zadeh 교수가 애매한 특성이 있는 언어적인 값을 정량적으로 기술하기 위한 하나의 방법으로 소개한 퍼지집합은 다양한 분야에서 개발되고 적용되어져 왔다. 이 중 Fuzzy Logic과 Rule을 토대로 한 FLSs(Fuzzy Logic System)은 주관적 지식을 표현하고 현실문제를 해결하는 수단으로 사용되고 있다. Rule-Based FLSs은 Rules, Fuzzifier, Inference engine, Output processor 등과 같이 네 부분으로 구성되어 있다.⁽⁶⁾ 이러한 구성요소들 중에서 핵심부분인 Rules(규칙)은 공조설계자들의 지식과 작업 수행과정에서 수집된 각종 데이터, 참고문헌 등에 의해서 수집된 자료를 쉽게 규칙화시킬 수 있는 If-Then 구조로 되어 있다. 그리고, 입력자료와 출력결과들은 Fuzzifier(퍼지화)와 Output processor(비퍼지화) 부분을 통해서 언어적 표현을 정량적 값으로 표현함은 물론 정량적 값을 언어적 표현으로 전환할 수 있어, 공조방식 결정단계에 관련된 질적 설계요소들을 변수로 하여 시스템을 운영할 수가 있다. Inference engine(추론엔진) 부분을 보면, 상충되거나 유사한 여러 변수들이 동시 관련되어 하나의 결정값을 추론함에 있어 언어 변수값과 퍼지함수들을 사용하여 추론하는 구조로 되어 있다. 이러한 구조는 여러 질적 설계요소들의 요구값들을 설계하는 건축물에 적합한 값을 공조설계자들이 판단 및 결정하고, 이러한 요구값들을 토대로 적

Table 1 Qualitative design factors in the decision step of HVAC type

Classification	Qualitative design factors
Indoor environmental factors	Economizer cycle, Humidity control, Individual control, Indoor air quality, Low noise, Simultaneity
Architectural factors	Architectural area, Mechanical area, Expansion
Economy factors	Waste heat recovery, Low initial investment, Low maintenance cost

합한 공조방식을 결정하는 과정과 유사하다. 이와 같이, Rule-Based FLSs을 구성하고 있는 요소들과 그들의 구조 및 기능, 추론과 시스템 운영과정들이 앞절에서 분석한 공조방식 선택과정에서 첫 단계인 방식 결정단계와 같음을 알 수 있다.

따라서 Rule-Based FLSs은 앞절에서 분석한 공조방식 선택과정의 첫 단계인 방식 결정단계에서 언어적 특성을 가지고 있는 여러 질적 설계요소의 요구되는 값들에 의해서 적합한 공조방식을 추천하는 하나의 디자인 결정방법으로 사용될 수가 있다.

2.3 디자인 결정과정의 기본구조 설정

일반적인 디자인 결정과정은 자료수집단계, 자료조합 및 분석단계, 결정단계 등의 순으로 단순화시킬 수 있다. 이러한 과정은 일반적인 공조설계에서도 적용시킬 수 있다. 즉, 자료수집단계는 공조설계팀원들의 의견과 경험, 내·외부 설계조건, 설계자료와 문헌 등과 같은 설계자료를 수집하는 단계이고, 조합과 분석의 단계는 수집된 자료들을 토대로 설계요소들의 요구값에 만족하는 설계값을 결정하기 위한 추론단계이다. 그리고 결정단계는 추론단계를 거쳐 최종적으로 결정된 설계요소들의 요구값에 대한 설계값들을 통합하는 단계라 할 수 있다.

이와 같은 과정에서 인간의 사고작용에 의해서 수행되는 자료조합 및 분석단계에 Rule-Based FLSs 개념을 도입하여 아래와 같이 디자인 결정을 위한 기본구조를 설정하였다.

(1) 1단계 : 언어 변수값 결정

Zadeh 교수에 의해서 소개된 자연언어를 표현하기 위한 언어 변수 개념^(7,8)을 토대로 질적 설계요소들의 언어값과 그들의 소속함수들을 결정하였다. 본 연구에서 사용될 질적 설계요소들에

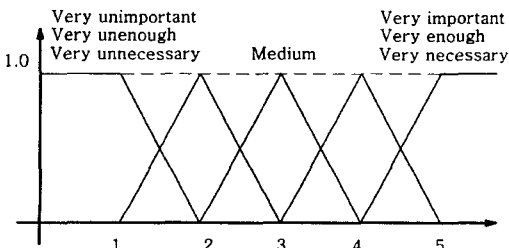


Fig. 2 Linguistic value.

대한 기본적인 언어 변수값과 소속함수는 공조설계자들에 대한 인터뷰 결과를 토대로 언어 변수 개념과 연구자의 판단으로 Fig.2와 같이 5단계 언어값과 삼각형 함수로 설정하였다.

(2) 2단계 : 평균 퍼지수 결정

질적 설계요소들이 요구하는 값들에 대한 추정값들을 공조설계자들의 경험 및 의견, 수집자료 등을 토대로 설정하고 퍼지수로 전환한다. 그리고, 질적 설계요소들에 대해서 전환된 퍼지수들을 토대로 평균 퍼지수를 구한다. 즉, i 번째 질적 설계요소에 대한 n 개 퍼지수들의 평균 퍼지수는 식(1)에 의해서 계산할 수 있다.

$$\bar{T}_{ij} = \sum_{j=1}^n (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}) / n = (\bar{a}_{ij}, \bar{b}_{ij}, \bar{c}_{ij}) \quad (1)$$

(3) 3단계 : 퍼지수에 대한 비퍼지화

평균 퍼지수를 비퍼지화에 의해서 언어 변수값으로 전환한다. 즉, 식(2)⁽⁹⁾에 의해서 보통수(Crisp Number)로 전환하여, 식(3)⁽¹⁰⁾에 의해서 소속 정도를 계산한다.

$$x_i = (\bar{a}_{ij} + 2\bar{b}_{ij} + \bar{c}_{ij}) / 4 \quad (2)$$

$$u_A(x_i) = \begin{cases} 0 & x_i < a \text{ or } x_i > c \\ \frac{(x_i - a)}{(b - a)} & a \leq x_i \leq b \\ \frac{(c - x_i)}{(c - b)} & b < x_i \leq c \end{cases} \quad (3)$$

(4) 4단계 : 적정 설계값 추론

질적 설계요소별로 구한 언어 변수의 소속함수와 정도를 토대로 적정 설계값을 추론한다. 추론은 규칙화되어 있는 if-then 규칙을 기반으로 하여, Mamdani⁽⁸⁾가 제안한 추론과정을 도입하여 실시한다.

3. 건축물의 공조방식 결정

3.1 공조방식의 결정단계 정립

공조방식 선택과정의 첫 단계인 공조방식 결정단계는 2.1절에서 분석되었듯이 12가지의 질적 설계요소들에 의해서 설계하는 건축물에 적합한 공조방식이 결정되는 단계이다. 즉, 결정단계는 요

구되는 질적 설계요소들의 값들을 통합적으로 만족할 수 있는 공조방식을 결정하는 것이다. 이러한 결정과정에서 질적 설계요소의 요구값에 대한 공조 설계팀원들의 결정값들을 하나의 결정값으로 추론하는 과정뿐만 아니라, 추론된 상충되거나 유사한 설계요소들의 값들에 대해서 가장 높은 만족감을 줄 수 있는 공조방식 결정하는 과정은 인간만이 가지고 있는 창작과 분석 사고의 영역에서 속하고 있어, 공조설계자의 직관과 경험에 많은 부분을 의존하고 있다. 그러나 2.2절에서도 분석되었듯이 인간의 창작과 분석 사고 영역에 속하는 공조방식 결정단계는 애매한 언어적 변수의 입력값들에 의해서 목표로 하는 출력값을 구할 수 있는 Rule-Based FLSs의 작동원리와 구성요소들의 기능 및 구조 등과 유사함이 분석되었다. 따라서, Fig. 1에서 제시된 공조방식 선택 과정에서 첫 단계인 공조방식 결정단계를 2.3절에서 설정된 4단계의 디자인 결정과정의 기본구조를 토대로 Fig. 3과 같이 재구성하였다. 즉, 입력변수 설정단계에서는 공조방식 결정에 관련된 질적 설계요소들의 언어 변수값을 결정하고, 그 다음 단계인 추정값 제안단계에서는 공조설계팀원들 각자의 경험과 판단에 의해서 이러한 언어 변수값들 중에서 적합한 추정값을 제안한다. 입력 변수값 설정단계는 공조설계팀원들에 의해서 제안된 추정값들을 퍼지수로 전환하고, 전환된 퍼지수들을 토대로 평균 퍼지수를 구한다. 그리고, 평균 퍼지수를 비퍼지화하여 설계요소들의 소속함수와 정도를 확정한다. 추론단계에서는 공조방식별로 규칙화된 설계값들을 토대로, 제안된 설계요소들의 소속함수와 정도값을 입력변수로

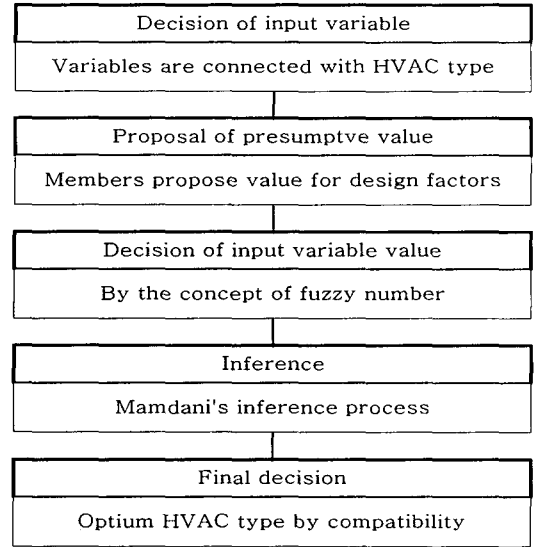


Fig. 3 Process of HVAC type selection.

하여 적정 설계값을 추론 설정한다. 그리고 결정 단계에서는 추론과정을 거쳐 공조방식별로 설정된 설계요소들의 설계값을 토대로 적정 공조방식을 결정한다.

3.2 질적 설계요소들의 규칙화와 추론

선행연구,⁽¹⁾ 인터뷰, 참고문헌 등을 토대로 공조방식 결정단계에 관련된 질적 설계요소들이 요구하는 값에 대한 적정 설계값들을 공조방식별로 수집 및 정리하였다(예 : 질적 설계요소들 중에 하나인 외기냉방의 중요성에 대한 설계값을 규칙화하기 위해서, 우선적으로 공조방식별로 외기냉방

Table 2 Design value of HVAC types with respect to qualitative design factors (example)

Design factor	Qualities	All-air	Air-water	All-water	Package unit
Economizer cycle	Very important	Very good	Suitable	Poor	Poor
	Important	Good	Very good	Poor	Poor
	Medium	Good	Good	Poor	Poor
	Unimportant	Poor	Poor	Very good	Good
	Very unimportant	Very poor	Poor	Good	Very good
Humidity control	Very important	Very good	Suitable	Poor	Very poor
	Important	Good	Very good	Poor	Very poor
	Medium	Good	Good	Suitable	Suitable
	Unimportant	Poor	Suitable	Good	Good
	Very unimportant	Very poor	Poor	Very good	Suitable

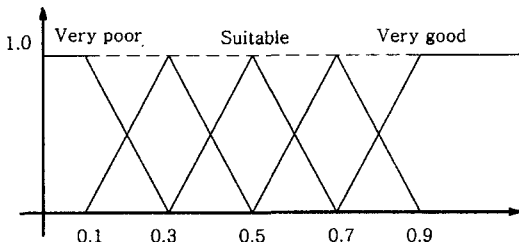


Fig. 4 Linguistic value.

에 대한 자료를 수집 및 정리한다. 즉, 전공기방식은 외기냉방이 가능하지만, 수방식은 덕트가 없으므로 설치 면에서는 유리하지만 외기도입이 어렵다. 그리고 수-공기방식은 전공기 방식보다는 열악하지만 외기냉방이 가능하다. 이와 같은 방법으로 Table 1에서 언급된 질적 설계요소들에 대한 자료를 수집하고 정리하였다. 이러한 수집 및 정리된 자료를 토대로 Table 2와 같은 형태로 12개의 질적 설계요소들 별로 규칙화하여 60개의 규칙으로 Rule-base(지식기반)를 구축하였다.

추론과정을 보면, 공조설계팀에 의해서 설정된 설계요소의 입력값 A_i '에 대한 출력값 B_i '을 구하기 위해서, Mamdani의 추론과정을 사용한다. 이 과정에서 추론값 C_i '의 언어값은 Fig. 4에서 정의한 것으로 사용하고, 질적 설계요소별로 추론된 설계값들은 식(4)와 같은 무게중심법에 의해서 비퍼지화를 실시한다. 질적 설계요소별로 비퍼지화된 값을 식(5)에 의해서 공조방식별로 구한 값을

토대로 적정 공조방식을 결정한다.

$$u_i^* = \text{COG}(C_i) \tag{4}$$

$$u^* = \sum_{i=1}^n u_i^* \tag{5}$$

3.3 Case Study

건축물의 공조방식 선택과정에서 첫 단계인 공조방식 결정단계에 관련된 질적 설계요소들에 대한 디자인 결정방법을 연구한 결과를 한 예를 설정하여 적용해 보고, 그 과정과 결과를 인터뷰에 참석한 공조설계자와 건축설비 설계사무소에서 근무하는 실무자(부산과 울산 지역에 근무하는 경력 5년 이상의 실무자 23명을 선정하여 실시하였다)들에게 설명하고 만족도를 측정하였다. 적용 건축물은 대도시의 도심지에 건립될 것으로 연면적 3,460 m², 지하 1층/지상 9층, 기준층 바닥면적 456 m²인 임대사무소 건축물로 하였다.

우선, 공조방식 결정단계에 관련된 질적 설계요소들에 대한 추정값들을 공조설계팀원들의 경험과 판단에 의한 제안값을 토대로 하여 식(1)~(3)에 의해서 Table 3과 같이 작성하였다. 그리고 Table 2에서 작성된 설계요소들의 추정값에 대한 공조방식별 소속 정도를 앞 절에서 설정된 추론방법에 의해서 추론하였다. 이러한 과정을 질적 설계요소 “습도제어의 중요성”를 대상으로 예를

Table 3 Values of design factors by the proposal of design team members

Design factor	Member					Final value
	1	2	3	4	5	
Economizer cycle	I	M	M	M	I	Important (0.4), Medium (0.6)
Humidity control	I	I	I	M	I	Important (0.8), Medium (0.2)
Individual control	V.I	I	M	I	I	Important (0.95), Medium (0.05)
Indoor air quality	M	M	UI	M	M	Medium (0.8), Unimportant (0.2)
Low noise	I	I	V.I	I	I	Very important (0.15), Important (0.85)
Simultaneity	M	M	M	I	M	Important (0.2), Medium (0.8)
Architectural area	UE	UE	M	M	UE	Medium (0.4), Unimportant (0.6)
Mechinery area	UE	UE	UE	M	M	Medium (0.4), Unimportant (0.6)
Expansion	UI	UI	M	M	M	Medium (0.6), Unimportant (0.4)
Waste heat recovery	UN	UN	UN	UN	N	Unimportant (1.0)
Low initial investment	I	I	V.I	I	V.I	Very important (0.3), Important (0.7)
Low maintenance cost	V.I	V.I	V.I	I	I	Very important (0.45), Important (0.55)

Table 4 Compatibility of HVAC types by inference for qualitative design factors

Inference value	All-air	Air-water	All-water	Package unit
Compatibility	5.49	5.61	6.53	6.52

들어 추론해 보면,

식(1)에 의해서,

$$\bar{T}_{ij} = (2.8, 3.8, 4.8)$$

식(2)에 의해서,

$$x_i = (2.8 + 2 \times 3.8 + 4.8) / 4 = 3.8$$

식(3)에 의해서,

$$u_{\text{medium}}(3.8) = 4 - 3.8 = 0.2$$

$$u_{\text{important}}(3.8) = 3.8 - 3 = 0.8$$

식(4)에 의해서 공조방식별 소속 정도를 추론하면,

전공기 방식일 경우 :

$$u_1^* = \frac{0.8 \times 0.7 + 0.2 \times 0.7}{0.8 + 0.2} = 0.7$$

수공기 방식일 경우 :

$$u_2^* = \frac{0.8 \times 0.9 + 0.2 \times 0.7}{0.8 + 0.2} = 0.86$$

전수방식일 경우 :

$$u_3^* = \frac{0.8 \times 0.2 + 0.2 \times 0.5}{0.8 + 0.2} = 0.34$$

패키지 유닛일 경우 :

$$u_4^* = \frac{0.8 \times 0.3 + 0.2 \times 0.5}{0.8 + 0.2} = 0.34$$

가 된다.

이러한 추론과정을 질적 설계요소별로 소속 정도를 구하고, 식(5)에 의해서 전체의 질적 설계요소들에 대한 소속 정도를 추론한 결과 Table 4와 같이 구하였다. 그 결과 적정 공조방식은 전수방식인 것으로 결정되었다.

이러한 과정과 결과를 실무자들을 대상으로 만족도(만족척도를 매우 만족(7점), 보통(4점), 매우 불만족(1점)으로 설정하여 조사하였다)를 조사한 결과, 5.4점으로 대체적으로 만족하는 것으로 분석되었다. 즉, 공조방식 선택과정에서 첫 단계인 공조방식 결정단계로 한정된 점과 실외기후조건 등과 같은 양적 설계요소들을 고려하지 않는 점 등을 지적하였지만, 애매한 언어적 특성을 가진 질적 설계요소들이 요구하는 값에 만족하는 결정 값을 제안하는 방법으로는 대체적으로 동의하는 것으로 조사되었다. 따라서 앞으로 공조방식선택의 전 과정을 대상으로 한 연구가 보완되어야 할 것이고, 기존 방법과의 차이점들을 검토할 수 있는 연구가 지속되어야 할 것이다.

4. 결 론

건축물의 공조방식 선택과정에서 공조방식 결정단계와 관련된 질적 설계요소들에 대한 디자인 결정방법을 연구한 결과, 다음과 같이 요약할 수 있다.

(1) 건축물의 공조방식 선택과정의 첫 단계인 공조방식 결정단계에 관련된 질적 설계요소들이 요구하는 값들에 적합한 공조방식을 결정하는 과정이 애매한 언어 변수의 값을 정량화하여 값을 결정하는 Rule-Based FLSs(Fuzzy Logic System)의 운영과정, 그리고 구성요소들의 구조와 기능 등이 유사한 것으로 분석되었다.

(2) 일반적인 디자인 결정과정은 물론 공조설계과정에서 인간의 사고작용에 의해서 수행되는 자료조합과 분석단계에 Rule-Based FLSs 개념을 토대로 디자인 결정하기 위한 기본구조를 설정하였다. 이러한 기본구조를 토대로 공조방식 결정단계를 입력변수 설정단계, 추정값 제안단계,

입력변수값 설정단계, 추론단계, 결정단계 순으로 재구성하였다.

(3) 공조방식 결정단계에 관련된 질적 설계요소들의 요구값에 대한 적정 설계값들을 60개의 규칙으로 규칙화하였다. 이러한 규칙을 토대로 적정 공조방식을 결정할 수 있는 추론과정을 정립하였다.

(4) 본 연구에서 제시한 Rule-Based FLSs 개념을 토대한 디자인 결정방법과 결과에 대해서, 인터뷰 대상 실무자들은 대체적으로 만족하는 것으로 분석되었다. 그러나, 본 연구에서 제시한 방법의 애매한 언어적 특성을 가진 질적 설계요소들의 요구값에 대한 적합한 결정값을 제시하는 하나의 방법으로 제안될 수 있는 가능성을 확인하였으나, 공조방식 선택과정에서 하나의 방법으로 확정되기 위해서는 지속적인 연구와 검토가 있어야 할 것이다.

이와 같은 질적 설계요소들에 대한 디자인 결정방법은 공조방식 결정단계뿐만 아니라, 공조시스템 결정은 물론 건축물의 공조설계 전 과정에서 응용될 수 있도록 세부적인 연구가 뒤 따라야 할 것이다. 또한, 이러한 이론들이 실제 현장에서 사용되기 위해서는 응용 프로그램화가 이루어져야 할 것이다.

후 기

이 논문은 한국과학재단의 해외 Post-doc. 연구수지원에 의하여 연구된 결과의 일부임.

참고문헌

1. Woo, S. J., 2001, A study on the expert system for master planning of HVAC system design in general hospital, Doctoral Dissertation, Pusan National University, Pusan, Korea.
2. Lee, H. S., 1997, The theory of architectural design, Gi-Mun Dang, Seoul, pp. 84-95.
3. Nelson, R. M., Maxwell, G. M. and Sham, H., 1993, Knowledge-Based system for HVAC system type selection, ASHRAE Research Project 642-RP.
4. Camejo, P. J., 1989, An expert system for the design of heating, ventilating, and air-conditioning systems, ASHRAE Transactions, Vol. 95, Part 1, pp. 379-386.
5. Shams, H., 1994, Development of a knowledge based system for the selection of HVAC system types for small buildings - Part 2, ASHRAE Transactions, Vol. 100, Part 1, pp. 211-218.
6. Jerry, M. M., 2001, Uncertain Rule Based Fuzzy Logic Systems, Prentice Hall, NJ, pp. 3-18.
7. Zadeh, L. A., 1975, Concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning, Information Sciences 8, pp. 301-357.
8. Oh, Y. S., 1997, Fuzzy Theory and Control, Chung Moon, pp. 215-291.
9. Cheng, C. H., 1999, Evaluation weapon systems using ranking fuzzy number, Fuzzy Sets and System, Vol. 107, pp. 25-35.
10. Pedrycz, W., 1998, An Introduction to Fuzzy Sets, MIT Press, Cambridge.

1. Woo, S. J., 2001, A study on the expert