계층분석적 의사결정기법을 이용한 데이터베이스 시스템 품질 특성의 선정 방법*

A Selection Method of Database System Quality Characteristics Using the Analytic Hierarchy Process

박미영(Mi-Young Park)**, 승현우(Hyon-Woo Seung)***

【초 록】

데이터베이스 시스템의 사용자 만족과 품질 관리를 위해서는 사용자 요구사항 및 품질 특성의 정확한 이해와 함께 적절한 품질 측정과 평가가 필수적이다. ISO 25000 시리즈를 기반으로 1차 연구에서 도출된 데이터베이스 시스템 품질 평가 모델에서는 5가지 주품질특성과 이에 따른 21가지 부품질특성, 48개의 내부품질특성의 3단계 계층구조를 제시하였다.

주품질특성, 부품질특성, 내부품질에 대한 우선순위(상대적 가중치) 부여 방법에 대한 연구는 일부 있으나 품질 모형을 데이터베이스 시스템 산업현장에서 직접 사용하는 것은 쉽지 않다. 또한 품질평가를 위한 시간과 비용을 고려할 때 48개 내부품질특성을 모두 평가한다는 것은 현실적으로 거의 불가능하며 데이터베이스 시스템에서 요구되는 무결성 수준에 따라 품질평가의 수준도 다르다. 본 연구에서는 다목표의사결정기법의 하나인 AHP(Analytical Hierarchy Process)기법을 이용하여 데이터베이스 시스템 품질특성을 가중치에 따라 선정하는 방법을 제시하고 이를 통해 품질모형의 현실적인 적용 가능성을 제공할 수 있다.

【키워드】

데이터베이스 시스템, 품질 평가, 품질 특성, AHP(Analytical Hierarchy Process), ISO/IEC 25000

【Abstract】

It is essential to estimate and evaluate for user satisfaction and quality management of database system, understanding of user needs and quality characteristics. Based on ISO 25000 series, it was suggested, the first research, that 5 main quality characteristics, 21 sub quality characteristics and 48 internal quality characteristics.

There are comparative significance methods of main quality characteristics, sub quality characteristics and internal quality characteristics but it is not easy to use directly quality model in database system industry field. Also, Considering time and cost in quality evaluation, it is impossible to evaluate 48 internal quality characteristics and its level of quality evaluation is not equal in accordance with integrity level of database system. By using AHP, this study presents selection method of quality characteristics in weight and possibility of application quality model.

【Keywords】

Database System, Quality Evaluation, Quality Characteristics, AHP(Analytical Hierarchy Process), ISO/IEC 25000

* 본 연구는 2009학년도 서울여자대학교 교내학술특별연구비의 지원을 받았음.

** 서울여자대학교 정보미디어대학 초빙교수, 과학기술정책연구원(STEPI) 미래과학기술전략센터 전문연구원 (ollive@stepi.re.kr) (제1저자)

*** 서울여자대학교 정보미디어대학 교수(hwseung@swu.ac.kr) (공동저자)

논문접수일자 : 2009년 10월 30일 논문심사일자 : 2009년 11월 20일 게재확정일자 : 2009년 12월 5일

1. 서 론

1.1 연구의 필요성과 목적

오늘날 지식정보화 사회에서 정보품질은 국가, 기업, 연구기관, 교육기관 등 각 조직의 경쟁력에 중요한 역할을 하고 있으며, 이로 인해 데이터베이스 시스템 품질에 관한 중요성이 점점 높아지고 있다. 이러한 상황에서 높은 수준의 데이터 품질은 국가와 기업이나 조직의 생산성 향상, 역량의 강화, 비용의 감소, 구성원 사기 향상을 가져올 수 있는 반면, 낮은 수준의 데이터 품질은 고객만족도 하락, 높은 운영비용, 비효율적인 의사결정, 조직전략 수행 지연 등의 조직 경쟁력 저하의 요인이 되어 각 조직의 여러 부분에 있어 부정적인 영향요인으로 작용하고 있다.

정보품질의 향상은 정보시스템의 품질 즉, 데이터베이스 시스템 품질을 향상시키는 것이다. 데이터베이스 시스템[1] 품질 향상을 위한 첫 번째 과제로는 데이터베이스 시스템 품질을 평가할 수 있는 표준화 연구라고 할 수 있으며 데이터베이스 시스템의 품질, 성능, 보안, 상호 연계라는 관점에서 표준화에 대한 연구가 진행되어져야 할 것으로 보여진다. 데이터베이스 시스템 품질관리라는 차원에서 데이터베이스 시스템 품질 특성을 선정하고 선정된 특성을 중심으로 데이터베이스 시스템에 대한 품질을 측정하여야 만 측정된 결과에 따른 데이터베이스 시스템 품질 개선이 이루어지고 개선된 사항을 통한 계속적인 품질 관리가 가능할 것이다.

ISO/IEC 25000 시리즈에서는 소프트웨어 품질 평가를 하는데 있어서 사용자 관점에 입각하여 주품질특성과 부품질특성을 내부품질특성과 연계하여 계층적인 품질모형을 구성하고 내부품질특성을 제시하고 있다. 그러나 현실적으로 품질 측정과 평가를 위한 시간과 비용 문제를 고려해보면 품질 특성을 모두 측정하고 평가하는 것은 거의 불가능하므로 측정대상의 선별이 필요하다. 데이터베이스 시스템의 특성이나 요구되어지는 무결성 수준에 따라 측정의 범위나 수준의 차이가 있음으로 측정 대상이 되는 품질 특성의 선별이 요구된다(이종무 1996).

따라서 본 연구에서는 ISO 25000을 기반으로 도출된 데이터베이스 시스템 품질 평가 모델의 5가지 주품질특성과 이에 따른 21가지 부품질특성, 48개의 내부품질특성의 계층적 특성에 따라 데이터베이스 시스템 품질특성 상호간의 우선순위를 객관적으로 산출하는 방법을 제시하고자 한다.

1.2 연구방법

본 연구에서는 품질 모델[2]의 계층적 특징에 따라 품질 특성 상호간의 우선순위를 객관적으로 선정하는 방법을 제시한다. 즉, 품질 특성의 우선순위를 이용하여 품질특성을 객관적으로 선정할 수 있는 데이터베이스 시스템 품질 특성 선정 방법을 제시한다. 이를 위하여 다수 목표에 대하여 계층적 특성을 가지는 대안들의 평가와 선정을 위한 다목표의사결정방법인 계층분석과정(AHP: Analytic Hierarchy Process)을 활용한다. 본 논문 2장에서는 품질모델과 AHP 기법의 내용 및 중요도 생성과 절차에 대해 다룬다. 3장은 AHP 기법을 활용하여 품질모델의 계층적 특징에 따라 품질 특성 중요도를 산출하여 품질 특성 상호간의 우선순위를 객관적으로 산출한다. 마지막 4장은 결론으로 본 연구의 결과를 요약하고 향후 추가 연구과제에 대해 기술한다.

1.3 품질 관련 국내 및 국제 표준화 동향

1) ISO/IEC 25000

국제 표준 ISO/IEC 9126의 소프트웨어 품질 평가를 좀더 정량적으로 평가할 수 있는 방안에 대한 연구를 하기 위하여 현재 ISO/IEC 25000 이라는 이름으로 SQuaRE (Software Quality Requirement Evaluation) 프로젝트

1) 본 연구에서 정의하는 데이터베이스시스템은 다음과 같다. 데이터베이스, 데이터베이스관리시스템, 그리고 데이터베이스 시스템이란 용어를 동의어로 혼용하기도 한다. 그러나 엄밀하게 말하면 서로 구분되는 개념들이다. 데이터베이스 시스템은 데이터를 데이터베이스로 저장하고 관리해서 필요한 정보를 생성하는 컴퓨터 중심의 시스템이라고 정의할 수 있다. 일반적으로 데이터베이스 시스템을 구성하는 요소로는 데이터베이스, 데이터베이스관리시스템, 시스템과의 인터페이스를 제공하는 도구로서의 데이터언어, 이 데이터 언어를 사용하여 데이터베이스를 접근하는 사용자, 데이터베이스의 관리와 운영을 책임지는 데이터베이스 관리자 그리고 데이터베이스에 관한 연산을 전담하여 효율적으로 실행시키는 데이터베이스 컴퓨터를 포함한다. 즉, 소프트웨어의 품질 관리 관점으로 접근할 수 있다(이석호 2006 ; 박미영 외 2008).

2) 박미영 외(2008), 데이터베이스 시스템 품질 평가 모듈 개발에 관한 연구(한국도서관・정보학회지 제39권 제4호)에서 ISO 25000 시리즈를 기반으로 데이터베이스 시스템의 주품질특성, 부품질특성, 내부품질특성을 도출하였다.

를 진행 중에 있으며 국내에서도 많은 관심을 가지고 연구에 참여하고 있다. SQuaRE 프로젝트는 소프트웨어의 품질 평가에 있어서 특히 각각의 평가항목에 대하여 측정 프리미티브(Measurement Primitive)클래스를 구성하여 평가 방법을 제시하고 있다. ISO/IEC 9126의 소프트웨어 품질 평가 국제표준화 문서를 ISO/IEC 25000으로 새롭게 연구하는 것은 소프트웨어 품질을 좀 더 정확히 평가하여 기존의 표준문서에서 품질 평가에 적용하기 힘든 여러 평가항목을 개정하기 위함이다. ISO/IEC 25000 시리즈에서는 소프트웨어 품질 평가를 하는데 있어서 사용자의 요구사항을 충분히 반영한 소프트웨어 품질평가 메저를 구성하여 평가를 쉽게 적용할 수 있는 방안을 제시하는 것이다. 또한 ISO/IEC 9126이라는 소프트웨어 품질 평가에 대한 국제 표준과 ISO/IEC 14598에 해당되는 소프트웨어 품질 평가 절차에 대한 국제 표준의 내용 중 불일치되는 부분의 내용을 통합하여 소프트웨어 품질 평가에 대한 통합된 문서를 제정하기 위함이다(정혜정 2006).

SQuaRE라는 이름의 프로젝트는 소프트웨어 품질 평가에 있어서 측정 프리미티브 클래스를 구성하여 소프트웨어 품질 평가를 할 수 있는 기초자료로 활용될 것이다.

2) ISO/IEC 25024

ISO/IEC 25024는 Software Product Quality Requirement and Evaluation(SQuaRE) - Measurement of Quality in Use(ISO/IEC 9126-4 참조)란 제목으로 연구가 진행되고 사용에 있어서의 품질을 정의하고 있다. 사용에 있어서의 품질은 사용자 관점에서 품질에 대한 평가 결과를 나타내는 것이다.

사용성(Quality in Use) 품질 특성은 효율성, 생산성, 안전성 및 만족성의 규정 목표를 달성하는 소프트웨어의 능력을 의미한다. 사용성 품질은 소프트웨어의 사용환경에 따른 사용자 관점의 품질로 소프트웨어 자체의 품질 속성 보다는 사용되는 소프트웨어 환경에 대한 결과로부터 측정되어진다. 사용성 품질은 다른 품질 특성으로부터 영향을 받을 수 있으며 이해성, 학습성, 운영성, 매력도로 ISO/IEC 9126-1에서 정의된 사용성 보다는 더 넓은 의미를 갖는다. 사용성 품질 특성 중 효율성은 사용상의 규정된 사항에 대하여 정확성과 안전성의 규정 목표를 달성하는 소프트웨어의 능력을 말한다. 생산성은 사용상의 규정된 사항에 대하여 효율성 달성과 관련하여 적절한 자원의 양을 확장하게 하는 소프트웨어의 능력을 의미한다. 안전성은 사용상의 규정된 사항에 대하여 인명, 업무, 소프트웨어, 재산, 환경에 미치게 될 손상의 위험에 대하여 허용할 수 있는 수준을 달성하는 소프트웨어의 능력을 의미한다. 만족성은 사용상의 규정된 사항에 대하여 사용자를 만족시키는 소프트웨어의 능력을 의미한다(정혜정 2006).

3) ISO/IEC 25012

ISO/IEC 25012라는 Data Quality는 소프트웨어 개발이나 운영에서 사용되어지는 모든 데이터에 대한 품질을 기존의 ISO/IEC 9126 품질 모델에 맞추어 그 특성 및 부특성을 정의하여 데이터 품질 평가 모델을 개발하고 있다(ISO/IEC 2005).

데이터의 품질 평가와 스프트웨어 품질 평가란 두 가지 차원을 모두 고려하여 현재 ISO/IEC 25012의 국제표준 프로젝트는 16개 품질 평가 항목을 통해서 데이터에 대한 품질 평가를 제시하고 있다. 현재 국제 표준에서 제시하고 있는 데이터 품질에 대한 평가는 다음과 같다.

첫째 일관성에 대한 평가로서 사용자가 사용하는 데이터가 전 후 관계 다른 데이터에서도 통일성 있게 사용되어지는가를 평가하는 것이다. 둘째, 현재성으로 데이터가 업데이트 되었을 경우 즉시 업무에 반영되어지는지를 평가하는 것이며 셋째, 완전성으로 사용자가 데이터를 사용하는데 있어서 어느 정도 완벽한가를 평가하는 것이며 넷째, 정확성은 얼마나 정확한 데이터가 기록 수집되었는가를 평가하는 것이다. 다섯째, 정밀성은 데이터가 얼마나 정확히 데이터의 속성을 표현하고 있는가를 평가하는 것이며 여섯째, 보안성은 데이터가 권위가 부여된 사용자만이 접근되어지고 해석되어지는가를 평가하는 것이다. 일곱째, 유효성은 데이터가 회복되어지는 것을 평가하는 것이고 여덟째, 복구성은 성공적으로 복구되어진 파일을 측정하여 평가하고 있으며 아홉째, 이해성은 사용자가 적당한 언어, 심볼, 단위를 이해하고 표현할 수 있는가를 평가하는 항목이며 열 번째, 효율성은 저장 공간의 효율성을 평가하는 것이고 열 한번째, 가변성은 데이터가 형태, 길이 또는 할당 값을 변화할 수 있는 능력을 평가하는 항목이다. 열 두번째, 이식성은 데이터가 하나의 플랫폼에서 다른 플랫폼으로 이식될 수 있는 능력을 평가하는 것이며 열 세번째, 추적성은 데이터가 원본과 변화된 것을 자동적으로 회계감사 할 수 있도록 하는 능력

을 평가하는 항목이다. 열 네번째, 신뢰성은 데이터가 사실로서 고려되어지고 사용자에 의해서 신뢰되어지는 정도를 평가하는 것이며 열다섯번째, 접근성은 데이터가 접근되고 활용되어질 수 있는 정도를 평가하는 것이며 열여섯번째, 일반적 준수성은 일반적인 규격 등에 적합한가를 평가하는 항목이다(정혜정 2007; ISO/IEC 2005).

4) 한국데이터베이스진흥센터 품질관리지침(Ver 2.1)

위에서 제시한 국제 표준 제정에서 연구되어지고 있는 데이터 품질에 대한 평가항목은 한국데이터베이스진흥센터와 그 외 관련연구에서 제시하고 있는 데이터 품질과는 실질적인 차이가 있음을 알 수 있다. 한국데이터베이스진흥센터(2006)에서는 데이터 품질관리라는 측면에서 데이터 품질에 대한 데이터 관리를 다음과 같이 네 가지 차원에서 제시하고 있다.

첫째, 표준 데이터로 정보시스템에서 사용하는 용어, 도메인, 코드 및 기타 데이터 관련 요소에 대해 공통된 형식과 내용으로 정의하여 사용하는 표준 관련 데이터를 평가하기 위한 것으로 표준데이터의 관리를 통해서 불일치되는 문제점을 해결할 수 있도록 평가 모델을 제시하였다. 둘째, 데이터 모델에 대한 메타 데이터를 관리함으로써 데이터 구조에 대한 최신 정보를 유지하고 전사 차원의 데이터 모델 공유 및 재사용을 극대화하며 체계적인 데이터 모델의 변경 관리를 가능하게 하는 모델데이터에 대한 평가방안을 제시하였다. 셋째, 관리 데이터는 데이터베이스를 효과적으로 운영 관리하는데 필요한 데이터를 의미하는 것으로 사용 관리 데이터, 장애 및 보안 관리 데이터, 성능 관리 데이터, 흐름 관리 데이터, 품질 관리 데이터 등을 포함하여 평가 방안을 제시하였다. 넷째, 업무 데이터는 기관이나 기업의 업무 및 비즈니스를 수행하는데 필요한 데이터로 정의하고 일반적으로 데이터 흐름에 따라 소스 데이터, 운영 데이터, 분석 데이터로 구분하여 평가하는 방안에 대해서 제시하였다.

데이터 품질 관리 지침서에서 표준데이터는 데이터에 관련된 공통된 형식과 내용으로 정의하고 있으며 이를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 데이터 관리는 단어에 대한 일관성 평가를 위해서 표준 단어 사전을 이용 하도록 제시하고 있으며 평가항목은 표준성, 참조가능성, 일반성, 대표성을 평가하도록 하고 있다. 둘째, 표준 도메인 사전을 이용하도록 제시되어져 있으며 데이터 중 논리적, 물리적 유사한 유형의 데이터를 그룹화 하여 해당 그룹에 속하는 데이터의 유형과 길이를 정의하도록 지시하고 있으며 평가항목은 표준성, 유일성, 업무지향성을 제시하고 있다. 셋째, 표준 용어 사전에 대한 평가로 표준 단어를 조합하여 정의한 용어를 말하는 것으로 표준성, 일반성, 업무지향성을 평가하도록 제시되어져 있다. 넷째, 표준코드를 평가하는 것으로 재사용성, 일관성, 유일성, 정보분석성을 평가하도록 제시되어져 있으며 다섯째, 데이터 표준 요소를 평가하는 것으로 설계 및 구축에 필요한 요소를 추출하여 표준이 필요한 요소를 정의하고 그 요소에 대한 업무적 표준을 정의함을 평가하도록 제시되어져 있다(한국데이터베이스진흥센터 2006; 정혜정 2007).

이와 같이 현재 데이터 품질 관리 지침을 위한 연구내용은 대체적으로 데이터 자체의 품질에 대한 품질 평가 방안을 데이터 모델에 적용하여 평가할 수 있도록 제시되어져 있다. ISO/IEC 25012의 국제 표준 프로젝트는 데이터의 품질 평가와 소프트웨어 품질 평가란 두 가지 차원을 모두 고려하여 16개 품질 평가 항목을 통해서 데이터에 대한 품질 평가를 제시하고 있다.

위의 연구들을 비교해보면 국내에서 수행된 품질평가 연구에서는 한국데이터베이스진흥센터의 데이터베이스 품질평가항목의 보고서에 나타나고 있는 평가기준이 사용되고 있는 것을 알 수 있다. 즉 이 보고서에서는 평가기준이 데이터품질과 서비스품질 2가지로 제시하고 있는데 데이터 품질로는 정확성, 완전성, 현행성, 일관성으로 서비스 품질은 검색성, 사용용이성, 사용자 지원성을 평가기준으로 사용하고 있다. 즉, 데이터베이스진흥센터가 데이터베이스 품질의 측정도구를 개발한 이후 많은 연구에서 이 모델은 큰 변형 없이 사용되었다. 하지만, 이 측정 도구에 대한 문제점도 계속 제기되고 있다. 기존 연구에서는 품질평가 기준과 측정방법에 있어 실증적 근거가 모호하여 적용에 한계가 있다.

따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 개선하기 위하여 기존의 데이터 자체의 품질에 대한 품질 평가 방안 연구 보다는 데이터의 품질 평가와 소프트웨어 품질 평가란 두 가지 차원을 모두 고려한 관점에서 다루어지는 데이터베이스 시스템 품질 특성의 중요도를 이용하여 품질 특성을 객관적으로 선정할 수 있는 데이터베이스 시스템 품질 특성 선정 방법을 제시하고자 한다.

2. AHP 분석기법을 활용한 품질 특성 중요도

2.1 품질 모델과 적용의 한계점

본 연구에서는 데이터베이스 시스템의 품질을 명시된 그리고 묵시적 요구사항들을 만족시킬 수 있는 특성들의 전체로 정의한다. 또한 데이터베이스 시스템 품질을 평가하기 위해서 품질 요구사항을 구체화 하고 품질특성의 내용과 특성 상호간의 관계를 규정하는 품질 모델을 개발하였다. ISO/IEC 25000을 기반으로 개발한 본 연구의 품질 특성은 서로 다른 두 가지 품질 개념인 외부품질과 내부 품질이 포함되어 있다(박미영 외 2008).

외부품질이란 특정 조건하에서 사용되는 데이터베이스 시스템의 명시된 그리고 묵시적 요구를 만족시키는 품질정도를 의미한다. 이에 비해 내부품질은 명시된 그리고 묵시적 요구를 만족시킬 수 있는지를 결정하는 데이터베이스 시스템의 자체 속성들의 집합을 의미한다. 본 연구에서 제시한 주품질 특성과 부품질 특성이 외부품질특성에 해당된다. 내부품질 특성이란 내부품질의 속성을 나타내기 위해서 개발단계의 중간 산출물 품질을 측정하는 공급자 관점의 데이터베이스 시스템 품질특성을 의미한다. 따라서 품질에 관한 데이터베이스 시스템 자체의 관점과 고객의 관점 사이의 연결을 위한 개념으로 부품질 특성을 정의하고 있다. 따라서 데이터베이스 시스템 품질 평가를 적용하기 위해서는 비용과 시간을 고려한 중요 내부품질 특성의 선정이 요구되는데 이에 관한 객관적 선정방법이 필요하다.

결국 데이터베이스 시스템 품질 평가를 위한 품질 모델의 현실적 적용에는 다음과 같은 한계점이 있다. 첫째 최종산출물의 품질평가를 위한 내부품질특성의 측정은 주품질특성과 부품질특성들과 구체적 관련 정도를 정의할 수 있어야 한다. 둘째 내부품질 특성 측정의 현실적인 문제를 정의할 수 있어야 한다. 즉 48개 내부품질 특성 항목을 모두 측정하는 것은 현실적으로 거의 불가능하다. 따라서 중요도를 통한 우선순위를 선별해 측정해야 할 것이다. 본 연구에서는 이러한 품질모델의 적용 한계점을 극복하고 주품질 특성, 부품질 특성, 내부품질 특성의 우선순위를 객관적으로 결정하기 위하여 AHP 이론을 활용한다.

2.2 AHP 분석과 사용의 적합성

다목표 의사결정의 중요도 결정을 위한 기법의 하나로 Tomas L. Saaty에 의해 제안된 AHP는 목표와 관련 요소간의 유기적 관계를 계층적으로 파악하므로 목표의 복잡성에 대한 유연성이 매우 큰 장점을 갖는다. AHP는 비 구조적인 문제의 의사결정에 영향을 미치는 특성들을 선정하고 점차로 이를 작은 특성들로 분화하여 계층을 구성한다. 그리고 이러한 속성들의 중요도를 이원비교(pairwise comparison)를 통하여 우선순위(priority)를 일관성 있게 결정하는 특징을 갖는다(이종무 1996; Saaty 1988).

일반적으로 의사결정에서 많이 사용되는 효용이론에서는 문제를 함수로 표현하고 이 함수를 구성하는 각각의 속성의 영향을 평가하여 총합이 가장 큰 기대값을 선정한다. 따라서 부분 최적화의 가능성이나 목적함수의 비현실성 문제가 제기될 수 있으나 AHP는 문제에 영향을 미치는 주변 환경이나 중요 속성들을 분석하여 계층적으로 표현함으로써 현실에 대한 가정 없이 문제를 분석 할 수 있고 문제 전체의 목적에 대한 속성의 영향을 평가함으로 부분 최적화의 문제가 일어나지 않는다. 또한 AHP는 단위와 무관하게 서로 다른 속성의 비교가 가능하며 계층적 분석과 두 속성간의 상호비교를 통하여 선호도만을 판단하면 됨으로 정량적 속성과 정성적 속성을 구분할 필요가 없다(이종무 1996).

품질특성의 중요도를 도출하여 품질 특성의 우선순위를 선정하기 위한 본 연구의 경우는 이러한 AHP의 특성을 활용하기에 적당하다. 품질모델의 계층적 품질특성에 AHP 기법을 적용하면 품질특성간의 계층성을 고려한 우선순위를 쉽게 결정할 수 있다. 즉, 주 품질 특성과 부 품질 특성의 중요도를 도출하여 우선순위의 결정을 객관적으로 할 수 있다.

2.3 AHP 분석 절차

1) 데이터베이스 시스템 품질 평가 모델의 위계 구성

AHP를 사용하여 문제를 해결하는 과정은 문제의 계층적 표현, 중요도의 이원비교를 통한 비교행렬의 구성, 각 속성들의 우선순위(상대적 가중치) 결정, 대안의 평가의 네 단계로 볼 수 있다(Saaty 1990).

위계 구성은 문제의 속성을 최종목표와 최종목표에 영향을 미치는 관련 속성들을 계층적으로 세분화하여

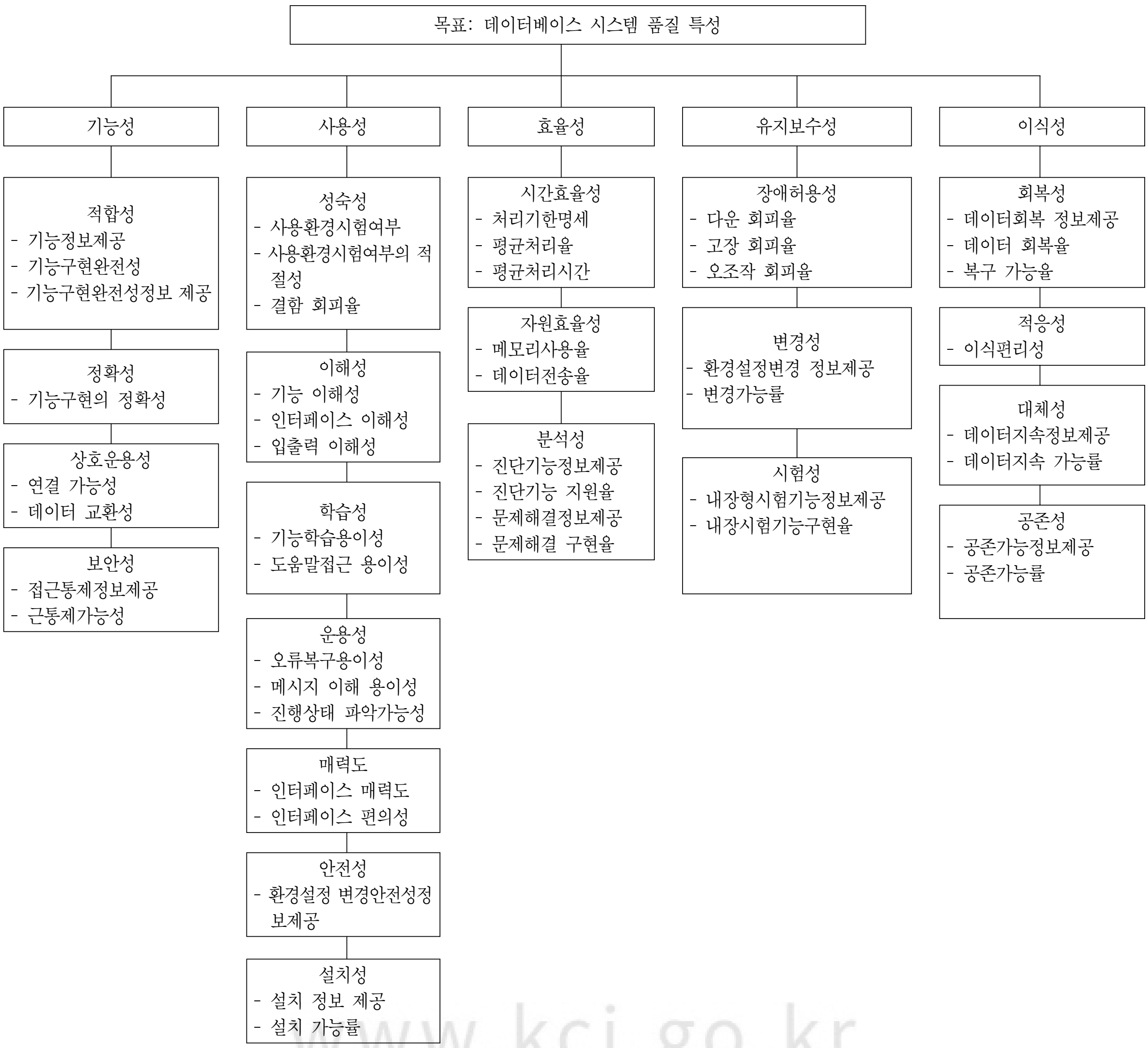
하위단계를 설계한다. 최상위 단계는 문제의 궁극적인 목표를 나타내고 제1단계는 최종목표에 영향을 미치는 속성을 나타낸다. 제2단계는 제1단계의 영향을 미치는 속성을 나타내며 이러한 반복과정을 통해 문제의 속을 계층적으로 분화해 간다. 이 때 각 단계에서의 평가기준들의 우선순위는 그 하위 단계로 전달된다.

본 연구에서의 문제는 데이터베이스 시스템 품질 평가를 위해 평가 특성을 선정하고 복잡한 요소 간에 상대적 중요도를 결정하는 것이다. 데이터베이스 시스템 품질 평가 모델이라는 목표 아래 구성요소를 설계한다. 주품질특성, 부품질특성, 내부 품질특성으로 위계적으로 구조화된 평가 모델을 구축하여 이를 도식화하면 다음 〈표 1〉과 같다.

2) 이원비교를 통한 비교행렬 구성

우선순위는 동일 수준에 있는 요소들의 중요도(weight)를 한순간에 두 개의 요소만을 비교하는 이원비교방식으로 측정한다. 평가기준 각각의 상대적 중요도를 어의적으로 판단(verbal judgment)한 뒤, 이에 상응하는 적정한 수치로 변환한다. 인간의 주관적 판단에 수량화된 가치를 할당하기 위해 Saaty는 새로운 측정척도의 방법으로 '이원비교척도(paired comparison scale)'를 개발하였다(조근태 외 2003). 〈표 2〉에서는 이원비교척도를 나타내고 있다. 척도의 범위는 1에서 9까지의 수 또는 이의 역수들로 본 연구에서는 각 척도의 범위를 사용한다.

〈표 1〉 데이터베이스 시스템 품질 평가 모델 위계구성



〈표 2〉 Saaty의 이원비교척도(paired comparison scale)

중요도	정의	상위기준을 중심으로
1	동등하게 중요(equal)	두 개의 요소가 똑같이 중요
3	약하게 중요(moderate)	한 요소가 다른 요소보다 약간 중요
5	강하게 중요(strong)	한 요소가 다른 요소보다 강하게 중요
7	매우 강하게 중요(very strong)	한 요소가 다른 요소보다 매우 강하게 중요
9	절대적으로 중요(extreme)	다른 요소에 비해 한 요소가 절대적으로 중요
역수 값	a 요소가 b 요소 보다 중요한 경우 b의 중요도는 a의 중요도와 비교하여 그 역수의 값을 갖는다.	

AHP는 속성들 사이의 우선순위를 다음과 같은 객관적인 방법과 비율을 사용하여 결정한다. 우선순위는 상위의 속성을 세분화한 하위단계에 있는 속성들을 둘씩 짝을 지워 나타낸다. 이러한 과정을 통해 얻어지는 행렬 A=(aij)=(wi/wj)를 비교행렬이라고 부르며 여기서 wi와 wj는 i번째 요소와 j 번째 요소의 중요도를 나타내며 이때 중요도는 비율을 사용하여 나타낸다. 비교행렬 A의 모든 원소는 양수이며 역의 관계인 aji=1/aij=wj/wi이 성립한다. 그리고 어떤 단계의 한 그룹에 속하는 속성이 n 개 있다고 하면 비교 행렬 A는 n 차 정방행렬이며 대각원소는 자기 자신과의 비교이므로 1의 값을 가진다.

예를 들면 첫 번째 속성이 두 번째 속성에 비해 3배 중요하다고 하면 a_{12}=3 이고 a_{21}=1/3이 된다. 이때 우선순위를 나타내는 비율은 1에서 9까지의 수 또는 이의 역수를 사용한다(이종무 1996; Saaty 1988).

$$A=\begin{vmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{vmatrix}$$

$$A=\begin{vmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & w_1/w_3 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & w_2/w_3 & \cdots & w_2/w_n \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & w_n/w_3 & \cdots & w_n/w_n \end{vmatrix}$$

3) 상대적 가중치와 우선순위결정

앞 단계에서 구한 비교행렬 A가 일관성($a_{ij}, a_{jk} = a_{ik}$, for $all\ i,j,k$)을 가지는 경우 각 속성들의 우선순위를 나타내는 열 벡터 $W=(w_1, w_2 \ldots\ldots, w_n)^T$를 곱하면 $A \cdot W = n \cdot W$ 이 된다. 이는 특성방정식(characteristic equation)인 det(A-n I) = 0으로 표현할 수 있다. 여기서 열 벡터 W는 고유벡터(eigenvector)이고 n은 비교행렬 A 의 고유 값(eigenvalues)이 된다. 완전한 일관성이 있으면 비교행렬 A의 첫 번째 행에 어떤 상수를 곱하면 나머지 행들과 같게 됨으로 랭크(rank)가 1이 되므로 하나의 고유치를 제외한 나머지 고유치는 0이 된다. 즉, 특성방정식은 하나의 근(고유$\sum w_i = 1$값) n 값을 가지며 나머지 근들은 0 이다. 고유값 n에 해당하는 고유벡터의 W를 구하고 이 되도록 정규화 하면 각 속성의 우선순위가 된다(이종무 1996; Saaty 1988).

AHP의 이원비교 결과 만들어지는 비교행렬 A는 일관성이 없는 경우 즉 $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$ 이 성립하지 않을 수 있다. 이 경우는 $A \cdot w = \lambda_{\max} \cdot w$ 로 나타낼 수 있으며 $\lambda_{\max}$는 비교행렬 A의 최대 값으로 일관성이 있는 경우의 λ의 추정치가 된다. $\lambda_{\max}$는 n 보다 큰 값을 가지며 일관성에서 벗어나는 정도는 $\lambda_{\max} - n$으로 측정한다. 우선 순위는 $\lambda_{\max}$에 해당하는 고유벡터를 정규화한 것이다.

이와 관련해 Saaty는 일관성 지표(CI: Consistency Index)와 무작위 지표(RI: Random Index) 그리고 일관성 비율(CR: Consistency Ratio) 등을 고안해 신뢰할 수 있는 수준을 제시하고 있다. 일관성을 벗어나는 정도는 비교행렬 A의 일관성을 나타내는 지수인 일관성 지표 CI = $\lambda_{\max} - n / n - 1$로 나타낼 수 있다.

일관성 검증을 위하여 일관성 지표인 CI를 사용하는 대신 이를 경험적 자료로 얻어진 평균 무작위지표로 나눈 일관성 비율로 검정할 수 있다. 여기서 CI = $\lambda_{\max} - n / n - 1$ 이며 CR = CI / RI이다. 〈표 3〉에서는 RI 값을 나타내며 Saaty는 CR이 0.1이하이면 일관성이 있는 것으로 간주하며 0.2 이상인 경우는 비교행렬 A를 다시 구성하도록 권고하고 있다(이종무 1996; Saaty 1988).

〈표 3〉 행렬 크기와 평균 무작위지표 값

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.54	1.56	1.57

3. AHP 분석 기법을 활용한 품질 특성 선정

3.1 이원비교 설문조사

중요도 생성을 위한 상대적 이원비교를 위해 조사대상은 데이터베이스 시스템 개발자, 품질 개선 전문가로 한정하였다.

중요도 생성의 객관성을 위해 데이터베이스 개발자에게 주품질 특성 및 부품질 특성, 내부품질특성의 이원비교 설문을 의뢰 조사하였다. 조사 분야는 본 연구에서 개발한 데이터베이스 시스템 품질 관련 총 74종에 대해 실시하였다. 조사기간은 10월 15일 부터 15일간 실시하였으며 중요도 생성과 일관성 검증 및 통계처리를 위해 AHP 분석 소프트웨어 ExpertChoice Ver 11.5와 SAS Ver 9.1을 이용하였다.

구축된 평가모델에서 각각의 평가특성에 대해 중요도를 부여하기 위해 AHP기법을 적용한 이원비교 설문지를 제작하였다. 먼저 평가모델을 구축하고 응답하는 방법을『상대적 중요도 척도』를 사용하여 설명하였다. 본격적인 설문은 평가기준의 상대적 중요도를 판단하기 위한 이원비교항목으로 구성하였다.

3.2 이원비교 자료값 입력

설문지 값의 입력은 Expert Choice의 Structure Module 기능에 따라 구성해 놓은 계층구조의 주품질 특성, 부품질 특성 및 내부품질 특성 순으로 설계해 나가면 된다. 그 다음은 Questionnaire 기능을 이용하여 조사된 설문지 값을 입력한다.

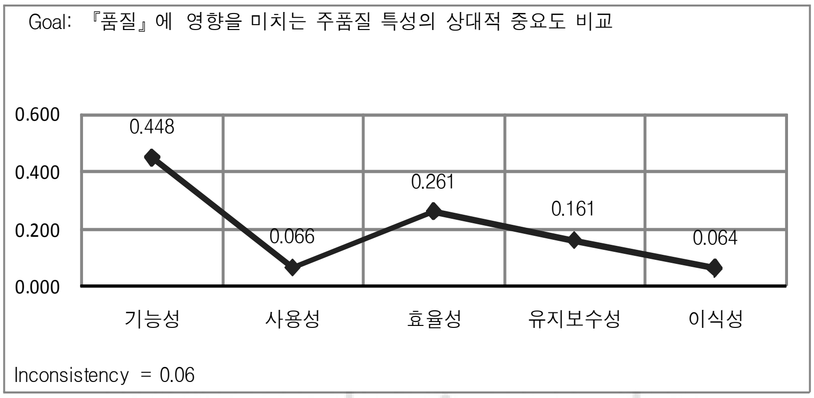
입력이 완료되면 Calculate 기능에 의해서 자동적으로 주품질 특성, 부품질 특성, 내부품질 특성 중요도 값을 생성해 준다. 이렇게 생성된 품질 특성별 중요도를 정규화 작업을 해야 하는데 원리는 다음과 같다. 각각의 품질특성 중요도 합은 1이 유지되면서 하위 품질 특성 가중치에 연산을 수행한다. 즉, 주품질 특성 중요도는 부품질 특성 중요도에 연산을 시켜 정규화 된 중요도를 만들어 내고 이 중요도를 다시 내부품질 특성 중요도에 연산을 시켜 최종적인 정규화 된 중요도를 만들어 내는 것이다.

3.3 이원비교를 통한 중요도 생성

1) 주품질 특성 중요도

이원 비교 값이 입력되면 설명된 이론적 근거에 따라 중요도가 생성된다. 논리적인 일관성을 도출하기 위해서 참여자의 메저를 활용한다. AHP 분석을 통한 의사결정 참여자의 이원비교를 통한 기준들과 대안에 대한 평가결과, 몇 개 부분에서 논리적 일관성이 낮게 나타나 판단결과를 피드백하여 비논리적인 부분을 하나씩 재검토하여 판단을 수정 또는 보완하는 과정을 수행하였다. 그 결과 참여자의 논리적 일관성이 크게 향상되어 AHP 분석 모델 전체에서의 비일관성비율이 기준치인 0.1 이내로 개선되었다.

〈그림 1〉에서는 주품질 특성 중요도를 나타내고 있다. 주품질 특성에서는 기능성의 중요도가 44.8%로 가장 중요한 기준으로 나타났으며, 이어 효율성 26.1%, 유지보수성 16.1%, 사용성 6.6%, 이식성 6.4% 순으로 나타났다. 사용성과 이식성의 중요도는 10% 미만으로 나타나 기능성 보다 7배 정도 덜 중요한 기준들로 나타났다.



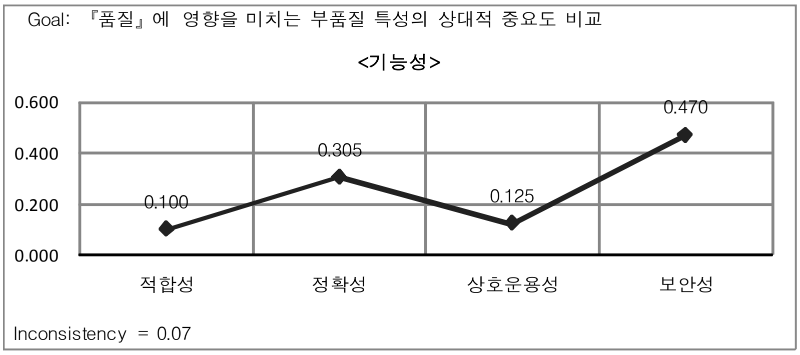
〈그림 1〉 주품질 특성 중요도

2) 부품질 특성 중요도

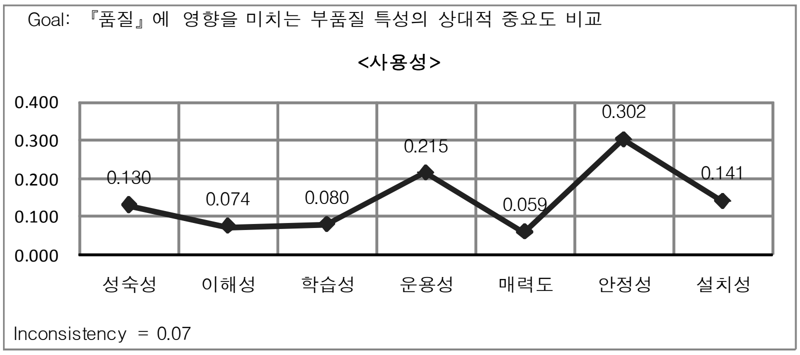
〈그림 2〉에서는 기능성의 부품질 특성의 중요도를 나타내고 있다. 기능성의 4개 기준(보안성, 정확성, 상호운용성, 적합성)의 중요도는 각각 47%, 30.5%, 12.5%, 10%로 보안성과 정확성이 상호운용성과 적합성에 비해 상대적으로 중요한 기준으로 나타났다.

〈그림 3〉에서는 사용성의 부품질 특성의 중요도를 나타내고 있다. 사용성의 7개의 기준(안정성, 운용성, 설치성, 성숙성, 학습성, 이해성, 매력도)의 중요도는 각각 30.2%, 21.5%, 14.1%, 13%, 8%, 7.4%, 5.9%로 안전성과 운용성의 합이 50% 이상으로 상대적으로 중요한 기준으로 나타났다.

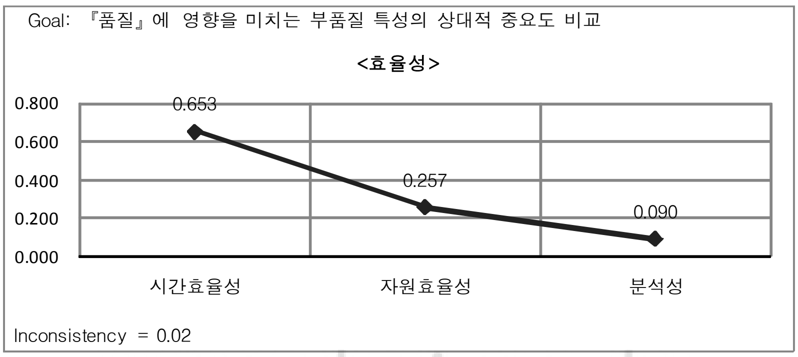
〈그림 4〉에서는 효율성의 부품질 특성성의 중요도를 나타내고 있다. 효율성의 3개의 기준(시간효율성, 자원효율성, 분석성)의 중요도는 각각 65.3%, 25.7%, 9.0%로 시간효율성이 분석성과 자원효율성 보다 상대적으로 중요도가 높게 나타났으며, 분석성의 중요도는 10% 미만으로 상대적으로 중요도가 낮게 나타났다.



〈그림 2〉 기능성의 부품질 특성 중요도



〈그림 3〉 사용성의 부품질 특성 중요도



〈그림 4〉 효율성의 부품질 특성 중요도

<그림 5>에서는 유지보수성의 부품질 특성의 중요도를 나타내고 있다. 유지보수성의 3개의 기준(장애허용성, 변경성, 시험성)의 중요도는 각각 57.2%, 34.3%, 8.5%로 장애허용성이 매우 중요한 기준으로 나타났다.

<그림 6>에서는 이식성의 부품질 특성의 중요도를 나타내고 있다. 이식성의 4개의 기준(회복성, 공존성, 대체성, 적응성)의 중요도는 각각 60.8%, 21.3%, 11.8%, 6.1%로 나타나, 회복성의 중요도는 대체성과 적응성의 중요도 보다 6~10배 이상 더 중요한 기준으로 나타났다.

아래의 <그림 7>은 데이터베이스 시스템 전체 부품질 특성의 중요도를 나타내고 있다.

3) 내부 품질 특성 중요도

<그림 8>에서는 데이터베이스 시스템 내부 품질 특성의 중요도를 나타내고 있다. 접근통제가능성(17.3%), 정확성(13.7%), 처리기한명세(11.7%), 메모리 사용율(5.6%), 다운 회피율(5.5%), 환경설정 변경정보제공(4.5%), 데이터교환성(4.2%) 순으로 데이터베이스 시스템 품질 특성 중요도들 중에서 상위 중요도에 해당하는 것으로 나타났으며 이를 통해 우선순위를 결정할 수 있다.

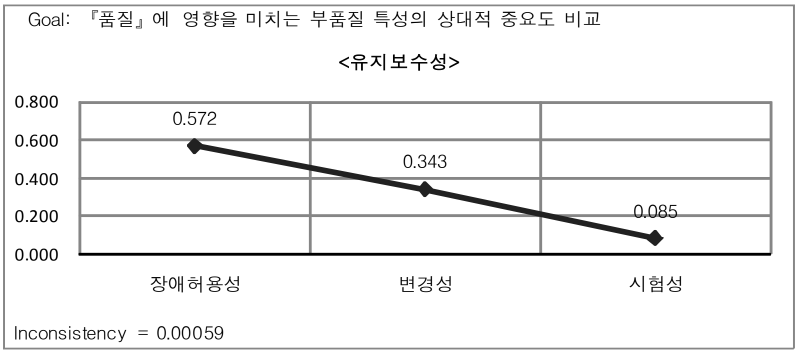
반면, 기능구현완전성정보제공, 공존가능정보제공, 설치가능률, 오조작 회피율, 데이터 회복 정보제공, 결함회피율, 데이터지속가능성, 공존가능률, 기능학습용이성, 진단기능지원률의 중요도는 1% 미만으로 상대적으로 중요도가 낮은 품질 특성들로 나타났다.

데이터베이스 시스템 품질 평가 특성의 중요도를 도출하여 우선순위를 적용해 본 결과 접근통제가능성, 정확성, 처리기한명세, 메모리 사용율, 다운 회피율, 환경설정변경정보제공, 데이터교환성에 대한 특성들로 62.5% 만큼의 설명력을 갖는 다는 것을 알 수 있다. 따라서 데이터베이스 시스템의 품질 평가 및 관리를 위해 우선적으로 상위 중요도에 해당하는 품질 특성들의 평가 및 관리를 통해 품질 만족도를 높일 수 있을 것으로 판단된다.

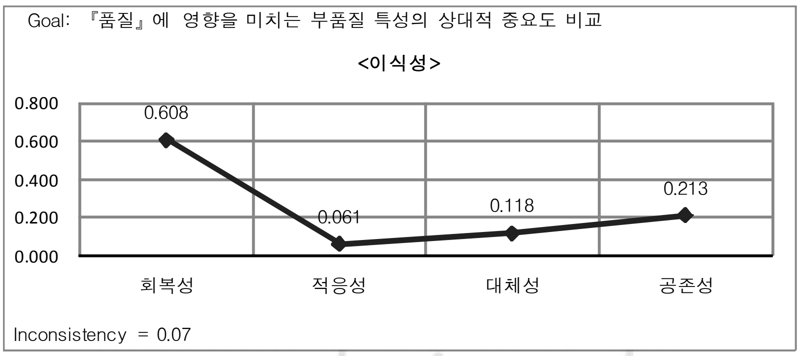
<표 4>에서는 데이터베이스 시스템의 전체적인 주품질특성, 부품질특성, 내부품질특성의 중요도를 나타내고 있다.

4) 분석 및 결과 요약

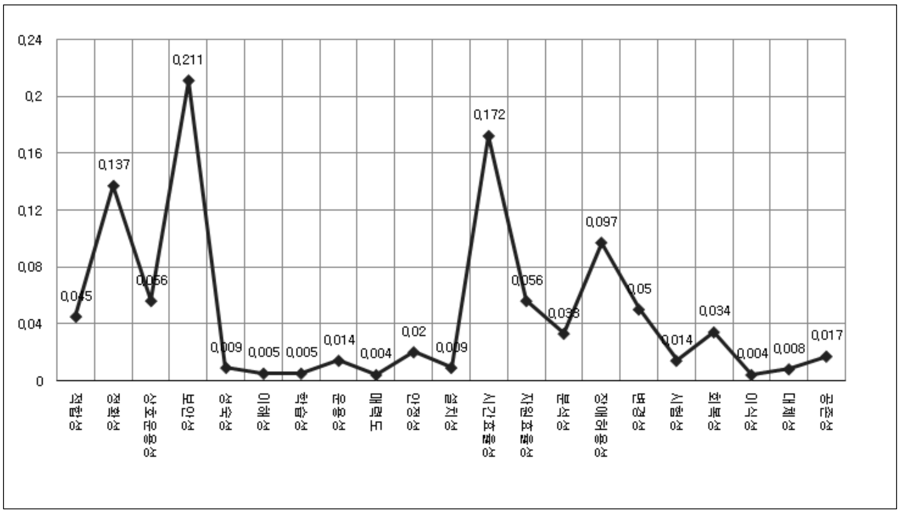
본 연구에서는 AHP 기법을 품질 모델에 적용하여 주품질특성, 부품질특성, 내부품질특성의 중요도를 결정하



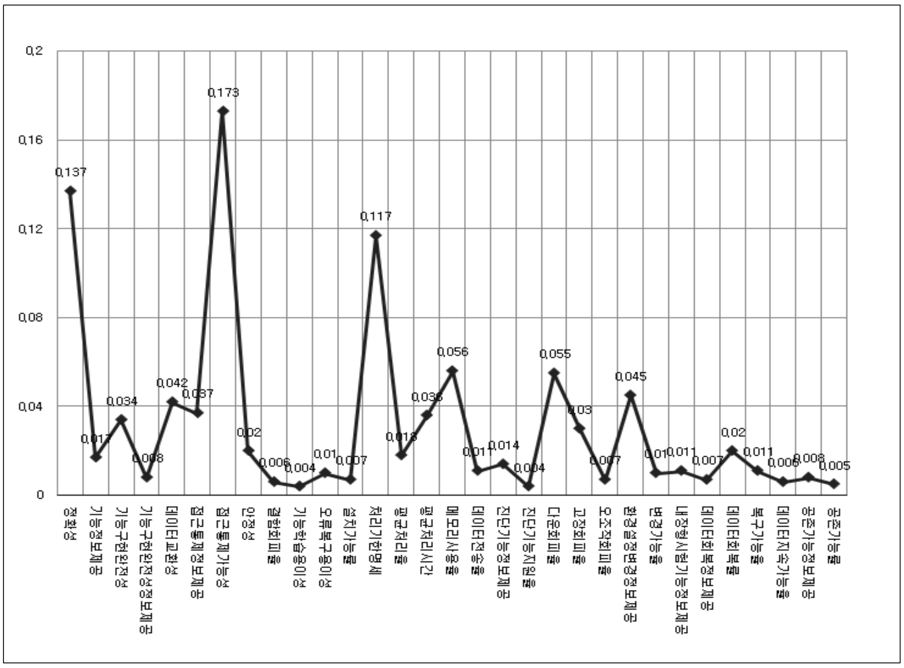
<그림 5> 유지보수성의 부품질 특성 중요도



<그림 6> 이식성의 부품질 특성 중요도



〈그림 7〉 데이터베이스 시스템 부품질특성 중요도



〈그림 8〉 데이터베이스 시스템 내부품질특성 중요도

〈표 4〉 데이터베이스 시스템 품질 특성의 중요도

주품질특성	중요도	부품질특성	중요도	내부품질특성	중요도
기능성	.448	적합성	.100	기능정보제공	.076
				기능구현완전성	.748
				기능구현완전성 정보제공	.176
		정확성	.305	기능구현의 정확성	-
		상호운용성	.125	연결 가능성	.250
				데이터 교환성	.750
		보안성	.470	접근통제정보제공	.177
				접근통제가능성	.823

주품질특성	중요도	부품질특성	중요도	내부품질특성	중요도
사용성	.066	성숙성	.130	사용환경시험여부	.159
				사용환경시험여부의 적절성	.110
				결함 회피율	.731
		이해성	.074	기능 이해성	.678
				인터페이스 이해성	.238
				입출력 이해성	.084
		학습성	.080	기능학습용이성	.823
				도움말 접근 용이성	.177
		운용성	.215	오류복구용이성	.727
				메시지 이해 용이성	.087
		매력도	.059	인터페이스 매력도	.192
				인터페이스 편의성	.808
		안전성	.032	환경설정 변경 안전성 정보제공	-
		설치성	.141	설치 정보 제공	.192
				설치 가능률	.808
효율성	.261	시간효율성	.653	처리 기한 명세	.686
				평균 처리율	.106
				평균 처리 시간	.208
		자원효율성	.257	메모리 사용율	.823
				데이터 전송율	.167
		분석성	.090	진단 기능 지원율	.605
				문제 해결 정보 제공	.127
				문제 해결 구현율	.103
유지보수성	.161	장애허용성	.572	다운 회피율	.599
				고장 회피율	.322
				오조작 회피율	.079
		변경성	.343	환경설정 변경 정보 제공	.823
				변경 가능률	.177
		시험성	.085	내장형 시험 기능 정보 제공	.823
				내장형 시험 기능 구현율	.177
이식성	.064	회복성	.608	데이터 회복 정보제공	.177
				데이터 회복율	.527
				복구 가능율	.296
		적응성	.061	이식 편리성	-
		대체성	.118	데이터 지속 정보 제공	.177
				데이터 지속 가능률	.823
		공존성	.213	공존 가능 정보 제공	.614
				공존 가능률	.386

고 이에 우선순위를 결정하는 객관적 선정과정을 제시하였다. 다수 목표에 대하여 계층적 특성을 가지는 대안들의 평가 및 선정을 위한 다목표 의사결정 이론인 AHP를 이용해 데이터베이스 시스템 품질 평가 모델에 적용해 본 결과 품질 특성의 우선순위 결정과 이를 활용한 주요 내부 품질특성의 선정에 매우 적합한 방법임을 확인할 수 있었다.

또한 품질특성 선정방법의 사례적용을 통해 데이터베이스 시스템 품질 특성의 중요도에 관한 산업계와 학계의 이해를 확인할 수 있었고 데이터베이스 시스템 품질 모델과 주품질 특성은 국제 표준인 ISO/IEC 25000 시리즈와 달리 기능성, 사용성, 효율성, 이식성, 유지보수성의 주품질 특성으로 구성되어지는 것을 확인할 수 있었다.

즉, AHP 기법을 품질 모델에 적용해 본 결과 데이터베이스 시스템의 주품질 특성의 중요도는 기능성(0.448), 효율성(0.261), 유지보수성(0.161), 사용성(0.066), 이식성

(0.064) 순으로 나타났으며 이를 통해 기능성과 효율성이 다른 부품질 특성보다 우선순위가 높다고 볼 수 있다. 부품질 특성의 중요도의 결과를 보면 보안성(0.211), 시간효율성(0.172), 정확성(0.137), 장애허용성(0.097), 자원효율성(0.056), 상호운용성(0.056) 순으로 나타났으며 이를 통해 데이터베이스 시스템에서는 보안성, 시간효율성, 정확성이 다른 부품질 특성보다 우선순위가 높다고 볼 수 있다. 내부품질특성의 중요도 결과를 보면 접근통제가능성(0.173), 정확성(0.137), 처리기한명세(0.117) 순으로 나타났으며 이를 통해 접근통제가능성 역시 보안성의 내부품질특성으로 다른 내부품질특성보다 우선순위가 높다고 볼 수 있다.

4. 결 론

데이터베이스 시스템 품질 평가를 위해서는 데이터베이스 시스템 품질 관리라는 차원에서 데이터베이스 시스템 품질 특성을 선정하고 선정된 특성을 중심으로 품질을 측정, 평가하여야 측정된 결과에 따른 데이터베이스 시스템 품질 개선이 이루어지고 개선된 사항을 통해 계속적인 품질 관리가 가능할 것이다. 본 연구는 이러한 관점에서 가장 기초적인 데이터베이스 시스템 품질 관리를 위해 평가 되어져야할 평가 특성을 제안하였다. 데이터베이스 시스템에 대한 품질 평가를 위한 품질 특성은 데이터베이스 시스템 응용분야에 따라 상당히 다양할 수 있으며 정확한 평가를 위해서 본 연구를 기반으로 계속적인 연구가 병행되어져야 할 것이다. 이러한 연구는 데이터베이스 시스템 품질 특성인 기능성, 사용성, 효율성, 유지보수성, 이식성을 향상시킬 수 있으며 품질 관리 및 개선에 기초과정이 될 것이다.

또한 현실적인 품질 평가를 위해서는 계층별로 정의된 품질특성의 객관적인 중요도가 파악되어야 한다. 고객 관점에서 주품질특성과 부품질특성은 개념상 개발단계에서는 추상적이므로 내부품질특성을 선별해 측정하고 평가하는 방법이 필요하다. 현재 ISO/IEC 25000 시리즈에서는 이러한 품질특성의 중요도에 관한 구체적 정의나 측정 및 평가방법에 관한 세부적인 내용이 제시되어져 있지 않다. 품질 평가를 위한 시간과 비용상의 제한적 요소를 고려해 보면 측정 대상이 되는 내부품질특성의 선별이 필요하다.

본 연구에서는 품질 평가 모델의 적용상의 문제점과 한계를 극복하기 위해서 각 품질특성간의 우선순위를 합리적으로 결정할 수 있는 AHP기법을 도입하였다. 다수 목표에 대하여 계층적 특성을 가지는 대안들의 평가 및 선정을 위한 다목표 의사결정 이론인 AHP를 이용해 적용해 본 결과 품질특성의 우선순위 결정과 상대적 중요도 적용의 결과는 주요 내부품질특성의 선정에 매우 적합한 방법임을 확인할 수 있었다. 향후 본 연구의 결과를 바탕으로 내부품질특성이 품질 평가에 적용된다면 데이터베이스 시스템 품질의 개선 및 향상에 기여할 것이다.

본 논문에서 연구된 내용을 요약하고 결론을 내리면 다음과 같다.

첫째, 품질 특성 중요도 생성을 위한 설문지를 개발하여 데이터베이스 시스템 전문가들로부터 조사를 통하여 객관적인 중요도를 도출하였다. 이 중요도는 정규화를 거쳐 최종 품질 특성 선정에 활용되었다.

둘째, AHP 기법을 활용한 일련의 분석과정을 통해서 품질 평가의 주품질특성, 부품질특성, 내부품질특성의 중요도를 분석함으로써 데이터베이스 시스템 품질 개선에 있어서 보다 중점을 두어야 할 부분을 확인하였다. 실제 데이터베이스 시스템 품질 평가에 있어서 합리적인 평가를 위해 품질 특성별 중요도의 적용 필요성을 제시하였다.

본 연구의 결과는 데이터베이스 시스템 품질 평가 및 관리에 있어서 객관적이고 공정한 평가를 실시할 수 있는 방법론 및 실제 적용 가능한 실무적 지침으로 활용될 수 있을 뿐만 아니라 데이터베이스 시스템 품질 관리에 대한 이론적인 프레임워크를 구축하는데 유용한 근거자료로 활용될 수 있을 것이다. 또한 선진국에서 활발하게 이루어지고 있는 데이터베이스 시스템 품질 평가 및 관리, 데이터베이스 시스템 품질 개선에 기초 연구가 될 것이다.

향후에는 해당 조직과 상황에 적합한 데이터베이스 시스템 품질 측정을 통해 평가를 보다 더 합리적이고 객관적으로 할 수 있는 중요도 도출방법과 평가 결과의 신뢰성 및 일치성을 입증할 수 있는 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것이다.

【참고문헌】

박미영 외. 2008. 데이터베이스 시스템 품질 평가 모듈 개발에 관한 연구. 『한국도서관·정보학회지』, 39(4): 305-329.

이종무 외. 2000. 소프트웨어 품질평가를 위한 정성적 선

호이론의 적용.『한국경영과학회지』, 25(3): 109-124.

이종무외. 1997. AHP를 이용한 소프트웨어 내부품질특성의 선정방법.『정보과학회지(B)』, 24(6): 640-649.

장영숙. 1999.『소프트웨어 품질의 정량적 측정과 평가』. 박사학위논문. 동국대학교 대학원, 산업공학과.

정혜정. 2006. 소프트웨어 품질 평가 국제 표준 적용 방안에 대한 연구.『한국인터넷정보학회』, 7(4): 1-10.

정혜정. 2007. 데이터 품질 평가에 관한 연구.『한국인터넷정보학회』, 8(4): 119-128.

조근태, 조용곤, 강현수. 2003.『앞서가는 리더들의 계층분석적 의사결정』. 서울: 동현출판사.

한국데이터베이스진흥센터. 2006.『데이터 품질관리 지침(Ver 2.1)』.

한국정보통신기술협회. 2003.『소프트웨어 테스트 전문기술』.

ISO/IEC JTC1/SC7/WG6, ISO/IEC 9126-1. 1997. *Information technology - Software quality characteristics and metrics - Part 1: Quality Characteristics and Sub-Characteristics*. ISO.

ISO/IEC JTC1/SC7/WG6, ISO/IEC 9126-2. 1997. *Information technology - Software quality characteristics and metrics - Part 2: External metrics*. ISO.

ISO/IEC JTC1/SC7/WG6, ISO/IEC 9126-3. 1997. *Information technology - Software quality characteristics and metrics - Part 3: Internal metrics*. ISO.

ISO/IEC JTC1/SC7/WG6, ISO/IEC 9126-4. 1997. *Information technology - Software quality characteristics and metrics - Part 4: Quality in Use*. ISO.

ISO/IEC 25000. 2005. *Software and System Engineering: Software Product Quality Requirements and Evaluation(SQuaRE) - Guide to SQuaRE, FDIS*. ISO.

ISO/IEC 25012(NEW). 2005. *Software Engineering: Software Product Quality Requirements and Evaluation(SQuaRE) - Data Quality Model*. ISO.

ISO/IEC 25024. 2005. *Software and System Engineering: Software Product Quality Requirements and Evaluation(SQuaRE) - Measurement of Quality in Use*. ISO.

Saaty. T. L. 1990. How to make a decision: The Analytic Hierarchy Precess. *European Journal of Operational Research*, 48: 9-26.

Saaty. T. L. 1982. *Decision Making for Leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decision in a complex world*. Lifetime Learning Pub., Belmont, CA.

Saaty. T. L. 1988. *The Analytic Hierarchy Process: Planning Priority Setting*. Resource Allocation. USA.