

DEA와 AHP를 혼용한 소프트웨어공학 지원도구 평가 모형 연구

이정숙* · 김우제**

A Study on an Evaluation Model of Computer Aided Software Engineering Tools by Combining Data Envelopment Analysis With Analytic Hierarchy Process

Jung-Sook Lee* · Woo-Je Kim**

■ Abstract ■

CASE tools are complex software products offering many different features. Systems professionals have evaluated various CASE products from a feature and attribute basis. Each product has a different mix of strengths and weaknesses as perceived by the end user. Specific CASE tools support different steps of the applications development process as well as varying methodologies.

In this paper we develop a method for evaluating CASE tools. The model has an analytic hierarchy process for evaluating CASE tools in terms of functionality, management efficiency, and support ability of provider, and a data envelopment analysis for overall evaluation considering cost and AHP results. We applied the developed model to a real world case study.

Keyword : DEA, AHP, CASE TOOL

1. 서 론

급변하는 IT 시장의 변화 속에서 모델링 시장 또한 새로운 기술과 학문들이 지속적으로 나타남에 따라 계속적으로 변화해 가고 있다. 응용 소프트웨어의 규모가 점점 커지고 복잡해지는 가운데, 경쟁은 더욱 치열해지고 개발주기는 나날이 짧아지면서 단기간에 양질의 소프트웨어를 개발해야 하는 역설적인 상황이 벌어지고 있다. 따라서 이전의 대규모 프로젝트에서만 주로 쓰였던 모델링 툴들이 작은 규모의 프로젝트에까지 널리 쓰여 지면서 모델링 툴 시장의 규모는 점점 커지고 있다.

객체, CBD(Component-based development), SOA (Service-oriented architecture)와 같은 새로운 기술이 프로젝트에 적용되고, 새로운 유형의 개발도구에 대한 관심과 이용 확대, 응용 소프트웨어의 구축 시 UML, 자바 등의 적극적인 사용으로 인해 객체지향 분석·설계 툴의 사용은 더욱 확산되고 있다. 최근에는 일반적인 분석·설계 작업이 모델링 툴의 다양한 기능을 통해 자동화되어 모델링 툴의 사용은 더욱 더 증가할 전망이다[17].

전통적인 개발방식이 객체지향 방식으로 바뀌고 고객의 요구와 시스템의 복잡성이 증가함에 따라 프로젝트에서는 단순한 모델링 업무뿐 만이 아니라 툴을 이용해 Life-cycle까지 통합하여 관리하는 것이 요구되고 있다. 이에 따라 CASE(Computer Aided Software Engineering) 툴의 활용이 증대되고 있는 실정이다. 따라서 여러 CASE 툴 공급업자들은 기능성, 방법론 지원, 비용추정, 배치 등과 같은 부분에서 Business Process와 요구사항 관리 툴, 팀 작업의 관리, 개발툴과의 통합(패턴, 코드 템플릿, 메소드 생성 지원)과 같은 여러 가지 기능을 통합하려는 노력을 하고 있다.

향후 모델링 툴 시장은 객체, CBD, SOA와 같은 기술을 적용해 개발하는 프로젝트들을 고려할 때 매년 15~20%의 고성장을 할 것으로 전망된다. 또한 UML의 새로운 버전과 OMG(Object Management Group)의 Model-driven 아키텍쳐에 대한 활

발한 연구와 개발은 이러한 성장에 기속을 붙이게 할 것이다.

최근 소프트웨어의 개발 시 기간의 단축과 개발 비용을 절감하면서 소프트웨어 품질 우수성을 향상시키고 기 개발된 자산의 재활용을 높이고, 개발의 당면과제 해결과 소프트웨어 개발의 생산성 극대를 위해 최적의 CASE 툴을 선정하는 것이 중요한 문제가 되고 있다. 새로운 기술과 학문이 지속적으로 나타나고 여기에 맞춰 새로운 제품이 시장에 나오고 기존의 제품이 업그레이드되면서 시장은 계속해서 급변해 갈 것이고 여기에 빨 빛춰 소프트웨어 개발에 필요한 최적의 CASE 툴을 평가하고 선정하는 것이 계속해서 중요한 문제가 될 것이다. 그러나 아직까지 CASE 툴의 적절한 평가 방법이 미흡한 것이 현실이다. 따라서 CASE 툴 도입 시 정확한 시장조사를 통한 목적의 명확화와 개발에 적용할 방법론과 조직 및 구성원들을 고려하여 CASE 툴 제품을 평가할 수 있는 방법론을 개발하는 것은 중요한 문제가 된다. 이에 본 연구에서는 평가 모형의 개발에 활용이 되는 의사결정 기법들을 기반으로 의사결정자가 최적의 CASE 툴을 선정할 수 있는 평가 모형을 개발하고자 한다.

의사결정기법은 여러 가지 대안들을 평가하여 우수한 대안을 선정하는 기법으로 대표적인 기법으로 AHP(Analytic Hierarchy Process)와 DEA(Data Envelopment Analysis)가 있다. AHP 모형은 1974년에 Tomas Saaty에 의해 개발된 계층적 분석기법으로, 세부 의사결정사항들을 계층적으로 구조화하고 전문가들의 견해, 의견을 종합하여 세부 의사결정사항들의 평점으로부터 종합평점을 산정하여 의사결정을 하는 기법이다. AHP 모형은 정성적이고 정량적인 데이터의 처리와 다양하고 복잡한 평가기준이 존재할 때 유용한 의사결정기법이다[13]. DEA 모형은 1978년 Charnes, Copper and Rhodes에 의해 제안된 복수투입과 복수산출에 관한 비율모형으로서 의사결정 대안에 대한 효율성의 정도를 제공한다[16]. DEA 모형은 주로 조직 단위나 기업단위의 경영활동의 성과를 평가하기 위

한 효과적인 방법으로 많이 활용되고 있다.

본 연구에서는 AHP 모형과 DEA 모형을 혼합하여 체계적인 소프트웨어공학 지원도구의 평가 모형을 개발하고자 한다.

AHP 기법을 이용한 소프트웨어에 대한 평가와 관련한 기존 연구로는, DBMS의 평가방법에 대해서 Zehedi[23]과 정현식[10]의 연구가 있었으며, 회계관리 소프트웨어의 평가방법에 대해서는 박철수와 한인구[2]의 연구가 있었다. 또한 금융위험관리 소프트웨어의 평가에 대한 연구로는 최희성과 황규승[11]의 연구가 있었다. EIS(Executive Information System)의 평가모형에 관한 연구로는 변대호[4]의 연구가 있었으며, 워크플로우 소프트웨어의 평가 연구로 변대호[5]의 연구가 있었다. 그리고 소프트웨어 개발도구에 대한 평가와 관련하여 DSS 개발도구의 경우 Le Blanc와 Jellassi[15]의 연구가 있었으며, 전문가 시스템 셀의 평가모형에 관한 연구로는 Kim과 Yoon[18], Stylianou등[21]이 있었으며, 멀티미디어 저작도구의 평가모형에 관한 연구로 Lai[19]등의 연구가 있었다.

DEA 기법을 이용한 소프트웨어의 평가에 대한 연구는 상대적으로 미진한 상태이다, 한동여 등[12]의 DEA에 의한 소프트웨어 기법의 효율성 연구가 있었으며, 김건위[1]의 정보화 수준평가에 관한 연구가 있었다.

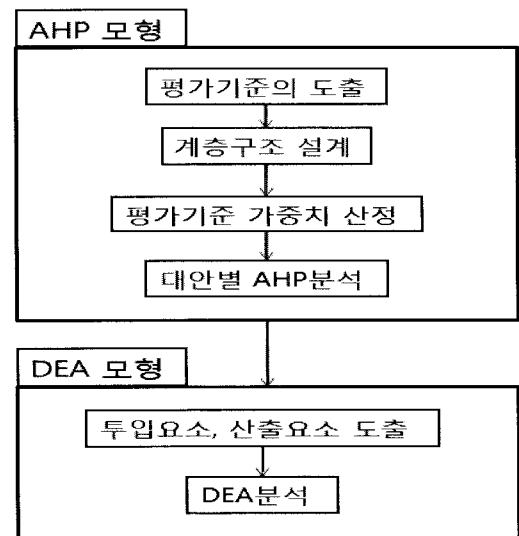
AHP 모형과 DEA 모형의 결합연구로는 최근 많은 연구가 진행되어지고 있다. 이덕주 등[7]은 R&D 프로젝트 선정 모형에 두 모형을 결합하는 방법을 제시하였으며, Li 등[20]은 DEA와 AHP를 이용하여 대안의 순위를 결정하는 방법에 대해 연구하였다. Wang 등[22]은 위험평가에 있어서 AHP와 DEA모형을 결합하였다.

기존 연구 결과를 분석해 본 결과, 소프트웨어 공학 지원도구의 평가에 대한 모형 연구는 미진한 상태로 본 연구에서는 AHP와 DEA를 결합하여 새로운 소프트웨어공학 지원도구의 평가 모형을 제시하고자 한다[8].

2. 소프트웨어공학 지원도구 평가모형 프레임워크

소프트웨어공학 지원도구를 체계적으로 평가하기 위해서는 여러 가지 평가요소가 고려되어져야 한다. 본 연구에서는 이러한 여러 가지의 평가요소를 종합적으로 판단하기 위해서는 하나의 모형으로는 부족하다고 판단되어 AHP 모형과 DEA 모형을 결합한 평가 모델을 개발하였다.

본 연구에서 제시하는 소프트웨어공학 지원도구 평가를 위한 평가 모형의 분석절차는 다음과 같다. 첫 번째로 AHP 분석기법을 이용하여 CASE 툴 제품이 가지는 능력에 대한 평가기준을 정하여 평가요소들의 가중평균에 의한 평가를 실시하고, 두 번째로 AHP 모형의 결과를 활용하여 DEA 분석기법에 의하여 비용요인을 고려하여 투입 대비 산출의 효율성을 토대로 제품별로 상대적 효율성을 평가하는 모형을 개발하였다. AHP 모형에서는 소프트웨어공학 지원도구를 평가하기 위한 평가기준을 우선적으로 도출하였으며 이를 계층화하고 전문가들의 의견을 수렴하여 각 평가기준들의 가중치를 산정하여 각 소프트웨어 지원도구를 평가하



[그림 1] 소프트웨어공학 지원도구 평가 모형 프레임워크

는 모형을 수립한다. AHP 모형에서는 투입요소를 고려하지 않고 소프트웨어 지원도구가 제공하는 산출요소만을 고려하였다. 비용과 같은 투입요소를 반영하기 위해 DEA 모형을 적용하였다. DEA 모형에서는 AHP 기법에 의해 산출된 평가기준의 평가치를 산출요소로 하고 비용을 투입요소로 하여 상대적 효율성을 측정한다.

전반적인 본 연구에서 제안하는 소프트웨어공학 지원도구 평가 모형의 프레임워크는 [그림 1]과 같다.

3. AHP 모형

3.1 평가기준 도출과 계층적 구조 설계

3.1.1 평가기준의 도출

본 연구의 대상인 CASE 툴은 소프트웨어의 일종이므로 직접 또는 간접적으로 소프트웨어의 평가기준과 관련되어 있다. 따라서 <표 1>에 정리된 소프트웨어의 다양한 평가기준들에 대한 기존 연

<표 1> 기존 연구의 소프트웨어평가기준

연구자/관련기관	평가기준
McCall(1977)	제품변환, 제품운영, 제품업그레이드
DTATPRO(1979)	기준기능, 기종호환성, 요구충족성, 성능, 유연성, 설치의 난이성, 사용의 용이성, 문서화, 교육훈련, 감사 및 통계지원, 표준화
Brownstein 등(1982)	기능성, 디자인, 비용, 공급업체, 지원자
Sanders(1983)	비용, 문서화의 질, 기종 호환성, 공급업체 실적
Tally(1983)	문서화, 입출력물, 운영
SPARDAT(1984)	적용성, 응용성, 유지보수성
Zahedi(1985)	기능적 측면, 물리적 측면, 비용, 이익
Frankel(1986)	사용자 인터페이스, 기술적 특성, 문서화, 훈련
Knan(1986)	사용자 친밀성, 공급업체 지원 및 업그레이드, 문서화, 기종 호환성
System House(1987)	이식성, 신뢰성, 효율성, 인간존중, 유지보수성
Visker 등(1987)	획득 가능성, 시간 적절성, 재무적 측면, 조직과의 일치도
Lucas 등(1988)	품질, 사용자 요구, 조직 특성
Davis(1989)	사용의 용이성, 유용성
USA SBRL 등(1989)	시스템 요구사항, 하드웨어 요구사항, 기능공학적 필요성, 공급업체 지원, 가격
Anderson(1990)	기능성, 문서화, 공급업체 지원, 사용의 용이성, 훈련
Marco(1990)	요구충족성, 품질, 명성, 안정성, 가격, 제약조건, 지원
Nazem(1990)	지원서비스, 훈련서비스, 보안성, 확장가능성, 사용용이성, 신뢰성
ISO/IEC 9126(2000)	기능성, 신뢰성, 사용가능성, 효율성, 유지보수성, 이식성
Subramanian(1991)	처리능력, 조직과의 양립성, 품질, 사용자인터페이스, 가격
Adehi(1993)	사용자인터페이스, 실시간그래픽지원, 데이터입력도구, 이식성, 재설계관리, 프로그램환경, 특수 고려사항
과학기술처(1994)	하드웨어호환성, 소프트웨어호환성, 제도호환성, 기능, 성능, 품질, 사용의 용이성, 실적, 지원능력, 교육훈련
Kekre(1995)	신뢰성, 처리능력, 사용의용이성, 설치의용이성, 유지보수성, 성과, 문서화
Jung(1996)	기능성, 신뢰성, 사용의 용이성, 유효성, 유지보수성, 이식성

구을 분석하는 것이 바람직하며, 이를 참조하여 평가기준을 설정하는 것이 필요하다[6].

<표 1>을 보면 특정 용어의 경우 표현만 다르지 서로 유사한 의미를 지닌 경우가 많다는 것을 알 수 있다[6]. 먼저 소프트웨어 사용과 관련이 있는 인터페이스와 유사한 평가기준으로 사용자 인터페이스 이외에도 디자인, 문서화, 입/출력물, 사용자 친밀성, 사용의 용이성, 인간존중, 기능공학적 필요성, 데이터 입력도구, 보안성 등이 있는데, 이는 모두 소프트웨어를 편리하게 또는 적절하게 사용할 수 있는 기준과 관련이 있다[6].

또한, 특정 소프트웨어의 실질적 활용과 관련이 있는 특성과 유사한 평가기준으로 요총족성, 성능, 표준화, 기능성, 응용성, 기술적 특성, (처리)시간 적절성, (기종, 소프트웨어, 제도)호환성, 적용성, 신뢰성, 품질, 물리적 측면, 시스템 요구사항, 하드웨어 요구사항, 정확성, 처리능력, 프로그램 환경, 효율성 등이 있다[5]. 그리고 비용과 관련이 있는 평가기준으로 비용 이외에도 효율성, 운영, 재무적 측면, 가격, 계약조건 등이 있다. 성과와 관련이 있는 평가기준으로는 이익, 재무적 측면, 조직과의 일치도(양립성), 유용성, 유효성 등이 있다. 끝으로 공급업체와 관련이 있는 주요 평가기준으로 공급업체 이외에도 (기술)지원자 그룹, 문서화, 유지보수성, 교육훈련, 공급업체지원 및 업그레이드, 획득가능성, 사용자 요구, 확장가능성, 재설계관리, 계약조건, 특수 고려사항 등이 있다[6].

그런데 성능, 기능성, 기술적 특성, 품질, 시스템 요구사항, 처리능력, 프로그램 환경 등은 기능적 측면으로 포괄될 수 있다. 물리적 측면과 하드웨어 요구사항도 유사한 측면이 있는데, 이 역시 기능 및 기술적 특성, 품질 및 처리능력과 관련이 있다[6]. 처리시간의 적절성도 처리능력과 관련이 있으며, 호환성과 이식성, 적용성 등은 유사한 의미이며 기능적 측면과 관련이 있다[6]. 효율성은 기술적 효율성 이외에도 비용이나 성과의 효율성과도 관련이 있으며, 운영도 효율성의 개념과 밀접한 관련이 있다. 문서화는 사용자 친밀성이나 유

지보수성과 관련이 있으며, 확장가능성과 재설계 관리는 업그레이드와 관련이 있다.

본 연구에서는 CASE 툴의 선정을 위한 대분류의 평가기준을 <표 1>에서 제시한 소프트웨어 평가 기준들을 그룹핑하여 기능적측면, 관리효율성, 공급업체지원능력의 세 가지로 요약하였다. 기능적측면은 기존 연구의 인터페이스, 입출력물, 보안성, 기능성, 처리능력, 표준화, 응용성, 신뢰성, 정확성 등으로 매핑된다. 관리효율성 측면은 기존 연구의 비용, 이익, 가격, 유용성, 효율성, 조직과의 일치도, 사용성으로 매핑되며, 공급업체지원능력은 기존 연구의 공급업체의 지원, 교육훈련, 업그레이드, 지원자그룹, 유지보수성으로 매핑될 수 있다.

기능적 능력은 CASE 툴이 소프트웨어 개발의 Life-Cycle을 지원하므로 평가기준으로 소프트웨어의 개발과정인 요구분석, 설계, 구현, 테스트, 유지보수로 나누어 하위평가기준을 설정하였다. 요구사항, 설계 단계에서는 UML 지원기능, 데이터모델지원기능, 방법론지원기능을 평가기준으로 설정하였으며, 구현단계에서는 언어지원기능, 개발의 편의성, 팀 개발지원기능, 연동기능틀, 개발지원기능으로 평가기준을 설정하였다. 테스트 단계에서는 테스팅지원기능으로 평가기준을 설정하였으며, 유지보수 단계에서는 Reporting 지원기능, Quality Assurance 기능으로 평가기준을 설정하였다.

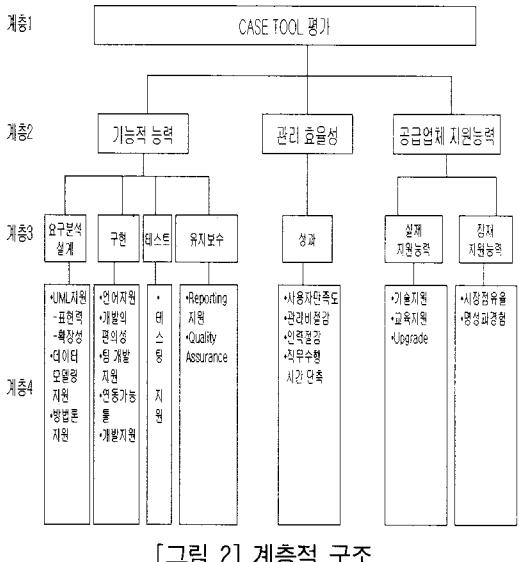
관리효율성은 비용과 성과가 주요 구성요인이나 비용은 DEA 모형에서 반영될 요소이므로 AHP 모형에서의 관리효율성은 성과를 중심으로 하여 하위평가기준을 설정하였다. 관리효율성의 하위평가기준은 사용자만족도, 관리비절감, 인력절감, 직무수행 시간단축으로 세부평가기준을 설정하였다.

공급업체 지원능력은 CASE 툴을 효율적으로 사용하기 위해 공급업체의 기술지원 및 교육지원 등과 관련된 지원능력을 의미하며 실제지원능력과 잠재지원능력으로 구분하였다. 공급업체지원능력은 실제지원능력인 업그레이드, 기술지원, 교육지원으로 하위평가기준을 설정하였고 잠재지원능력은 명성과 경험, 시장점유율로 하위평가기준을 설

정하였다.

3.1.2 계층적 구조 설계

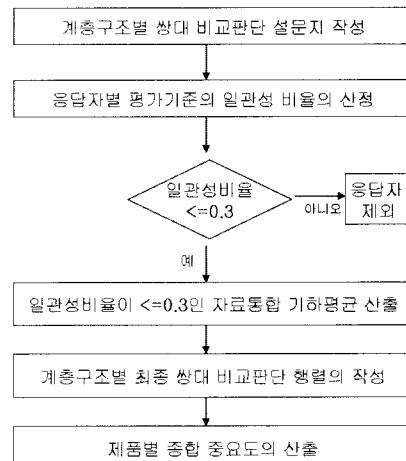
앞에서 도출된 평가기준을 기초로 AHP 모형을 위한 계층적 구조를 설계하면 [그림 2]와 같다. 계층 1은 AHP 모형의 최종목적을 나타낸다. 계층 2는 최종목적을 구하기 위한 상위 평가기준을 정한 것이다. 계층 3은 평가기준에 대한 하위평가기준을 나타내는 것이고 계층 4는 하위평가기준에 대한 세부평가기준을 나타낸다.



3.2 평가기준 가중치 산정

평가기준에 대한 가중치를 산출하기 위해 10개 사의 개발자와 관리자를 대상으로 50명을 선정하여 평가항목별로 9점 척도를 사용한 설문지를 작성하여 설문조사를 실시하였다. 조사방법은 14일 동안 메신저와 메일을 통한 설문을 발송하였으며 계층구조별 평가기준의 가중치 산출 절차는 [그림 3]과 같다.

쌍대비교 행렬 값인 일관성비율(CR)이 일반적으로 0.1을 초과하는 행렬은 데이터로써의 가치가 적어지고 따라서 논리적 일관성을 검토를 거쳐야



[그림 3] 계층구조별 평가기준의 중요도 산출 절차

한다. 하지만 설문조사를 이용한 집단 의사결정시 9점 척도를 사용할 경우 논리적으로 평가된 응답을 구하는 것이 대단히 어렵다[9]. 실제 설문자 별 쌍대비교 행렬 값을 구하여 본 결과 일관성비율(CR)이 0.1을 초과하는 행렬이 많았다. 본 연구에서는 일관성비율(CR)이 0.3을 초과하지 않는 행렬만을 통합하여 기하평균 값을 구한 후 AHP 기법을 적용하여 각 평가기준별 가중치를 산정하였다. 가중 도출을 위하여 AHP 기법에서 많이 사용하는 도구인 Expert Choice를 사용하였고 결과는 <표 2>와 같다.

평가기준별 가중치 산정 결과는 평가기준 중 제품을 사용함으로써 얻어지는 성과를 나타내는 관리효율성이 가장 중요한 것으로 나타났다. 그 다음은 제품이 가지고 있는 기능적능력이 어느 정도 인지가 두 번째 중요한 것으로 나타났다. 제품 판매회사의 능력을 나타내는 공급업체지원능력은 세 번째 가중소 가운데 가장 낮았다.

3.3 평가기준에 대한 평가방법

소프트웨어공학 지원도구의 각 대안에 대한 평가를 실시하기 위해 각 평가기준별 평가방법을 정의하여야 한다. 본 연구에서는 평가기준별로 산출

〈표 2〉 평가기준별 가중치

계층 1	계층 2(중요도)	계층 3(중요도)	계층 4(중요도)
CASE 툴 평가	기능적 능력(0.365)	요구분석 · 설계(0.520)	UML 지원(0.434)
			데이터모델링 지원(0.324)
			방법론 지원(0.242)
		구현(0.197)	언어지원(0.113)
			연동가능 툴(0.268)
	유지보수(0.133)	개발의 편의성(0.293)	개발의 편의성(0.293)
			팀 개발지원(0.143)
			개발지원(0.182)
		테스트(0.150)	테스팅 지원(1)
		Reporting 지원(0.667)	Reporting 지원(0.667)
			Quality Assurance(0.333)
관리 효율성(0.390)	성과(1)	사용자만족도(0.292)	사용자만족도(0.292)
			관리비 절감(0.187)
			인력 절감(0.205)
		직무수행 시간 단축(0.316)	직무수행 시간 단축(0.316)
	설계지원능력(0.800)	기술지원(0.559)	기술지원(0.559)
			교육지원(0.220)
			Upgrade(0.221)
		시장점유율(0.583)	시장점유율(0.583)
			명성과 경험(0.417)

되어지는 데이터의 특성에 따라 산출 방법을 정의하였다. 세부평가기준별로 산출되는 데이터의 유형은 이진형(B), 수치형(N), 판단형(R), 데이터형(D)로 구분될 수 있다[3].

이진형(B)은 측정내용의 존재유무에 따라 1 또는 0의 수치로 나타내며 측정내용의 개수의 합을 측정값으로 한다. 예를 들어 언어지원의 경우 측정내용이 (1) Java (2) C# (3) VB (4) VB.NET (5) J2EE/EJB (6) Corba 일때 제품에서 지원되는 언어가 (1)~(6)까지 모두 해당될 경우 측정값은 6이 된다. 이진형의 경우 양적평가와 질적평가가 모두 이루어져야 하나 제품의 기능에 있어서 어떤 제품의 기능이 얼마나 좋은지에 대한 질적인 평가를

수치로 나타낸다는 것이 어렵다고 판단되어 제품의 기능이 있는지 없는지를 평가하는 양적인 평가만을 수치로 나타내었다.

수치형(N)은 측정치가 수치로 표현되는 정량적 기준이다. 예를 들어 Upgrade 횟수의 경우 연간 Upgrade 횟수가 측정 값이 된다. 예를 들어 한 제품의 연간 Upgrade 횟수가 2회인 경우에는 측정 값이 2가 되는 것이다.

판단형(R)은 9점 척도를 사용하여 설문조사를 통해 얻어진 값의 기하평균값으로 한다.

데이터형(D)은 관련자료를 참고하여 그 값을 측정값으로 산정한 것이다.

각 평가기준별 평가방법과 데이터의 유형은

〈표 3〉 평가기준의 평가방법과 데이터 유형

평가기준			측정내용	자료형	
계층 2	계층 3	계층 4			
기능적 능력	요구분석 · 설계	UML 지원 표현력	(1) Class Diagram (3) Sequence Diagram (5) Statechart Diagram (7) Component Diagram (2) Use case Diagram (4) Collaboration Diagram (6) Activity Diagram (8) Deployment Diagram	B	
			(1) 표기법 확장 (3) 사용자 정의 프로파일 (5) UML 프로파일 지원 (2) 사용자 정의 스테레오타입 (4) 제약조건	B	
		데이터모델링 지원	(1) Data model 자동 생성 (3) OR Mapping 지원 (2) BRD 지원 (4) Data Modeling Tool과의 호환성	B	
		방법론 지원	(1) 지원방법론 (3) Workflow의 통합 (2) 산출물 지원	B	
	구현	Language 지원	(1) Java (2) C# (3) VB (4) VB.NBT (5) J2EE/EJB (6) Corba	B	
		연동가능 툴	(1) 형상관리 Tool (3) Data Modeling Tool (2) Pattern/Template	B	
		개발의 편리성	(1) 코드재사용 (3) Customer 패턴생성 (5) 외부 Editor 연동 (7) Diagram과 Code 간 이동 편리성 (2) Pattern/Template (4) Refactoring 기능 (6) 디버깅	B	
		팀 개발지원	(1) 버전관리 (2) 형상관리 (3) 다중사용자지원	B	
		개발지원	(1) EJB개발 (3) UI개발 (4) XML개발 (2) Web Service 개발 (5) Javadoc 생성 지원	B	
	테스트	Testing 지원	(1) Unit Test 지원 (3) EJB 테스트 (2) 통합 Test 지원	B	
	유지 보수	Reporting 지원		(1) 사용자정의 Report 생성 (3) Document 생성-rtf (5) Document 생성-html. (2) Print 관련기능 지원 (4) Document 생성-pdf	B
		Quality Assurance	Audit의 68가지 검사 항목		B
			Metric의 47가지 측정 항목		B
관리 효율성	성과	사용자만족도	효율적인 CASE 툴의 사용으로 인한 프로젝트 만족		R
		관리비절감	관리비용의 절감 정도에 따른.		R
		인력절감	프로세스 자동화로 인한 인력절감 효과		R
		직무수행 시간 단축	효율적인 CASE 툴 사용으로 인한 시간 단축		R
공급 업체 지원 능력	실제지원 능력	기술지원	(1) Call Center (2) Help Desk (3) 전담기술지원인력 (4) Bug Patch 지원 (5) 월 정규방문 여부		B
		교육지원	(2) On-Site 교육 (2) Public 교육		B
		Upgrade	년간 Upgrade 횟수		N
	잠재지원 능력	시장점유율	IT WareHouse 참고		D
		명성과경험	Reference Site 수		N

<표 3>과 같다.

3.4 소프트웨어 지원도구 평가 실증 분석

3.4.1 평가대상

본 연구에서 개발된 AHP 모형의 실증 분석을 위해 분석대상을 소프트웨어 지원도구 중 소프트웨어의 Life-Cycle 전과정에서 사용할 수 통합 CASE 툴을 중심으로 하였다. 또한 어느 특정한 분야에서 사용하는 전용 CASE 툴이 아닌 범용 CASE 툴을 대상으로 실증 분석을 실시하였다. 본 연구에서는 여러 제품 중 각 사이트에서 조사한 Reference site 수와 시장점유율을 토대로 하여 현재 가장 많이 사용되어지고 있는 A사, B사, C사, D사의 4가지 제품을 소프트웨어 지원도구 평가의 분석대안으로 선정하였다.

3.4.2 평가대안별 평가기준 측정

각 평가대안에 대한 평가기준별 평가결과는 다음과 같다.

UML 지원 중 표현력은 A제품, B제품, C제품, D제품 모두 8가지 다이어그램을 지원하였다. 확장성은 표기법의 확장, 사용자 정의 스테레오 타입 및 프로퍼티, 그리고 UML 프로파일 개념으로 A제품의 경우 5가지가 모두 지원되었고, D제품은 제약조건을 제외한 4가지를 지원하였고, B제품, C제품은 사용자정의스테레오타입만 지원되었다. 데이터모델링지원의 측정결과는 Data model 자동 생성, ERD 지원, OR Mapping 지원, Data Modeling Tool 과의 호환성에 대해 A제품과, D제품은 4 가지 모두를 지원하였고 B제품, C제품은 Data Modeling Tool과의 호환성을 제외한 3가지를 지원하였다. 방법론 지원의 측정기준인 지원방법론, 산출물지원, Workflow의 통합에 대해 측정결과 B제품, C제품은 3가지가 모두 지원되었고, A제품, D제품은 workflow의 통합을 제외한 2가지가 지원되었다. 언어 지원은 측정기준이 Java, C#, VB, VB.NET, J2EE/EJB, Corba 지원여부인데 측정결

과 D제품의 경우 6가지가 모두 지원되었고 A제품과 B제품은 Corba를 제외한 5가지가 지원되었고, C제품은 C#, Corba를 제외한 4가지가 지원되었다. 연동가능툴은 측정기준인 형상관리 Tool, Reporting Tool, Data Modeling Tool의 3가지에 대해 측정결과 A제품, B제품, C제품, D제품 모두 3가지를 지원하였다. 팀개발지원의 측정기준인 버전관리, 형상관리, 다중사용자지원에 대해 B제품, D제품은 3가지가 모두 지원되었고 A제품과 C제품은 형상 관리지원을 제외한 2가지를 지원하였다. 개발지원의 EJB개발, Web Service 개발, UI개발, XML개발, Javadoc생성지원의 5가지가 측정기준에 대해 측정결과 A제품과 D제품은 5가지 모두를 지원하였고, B제품과 C제품은 XML개발, Web Service 개발을 제외한 3가지를 지원하였다. 테스팅 지원의 Unit Test 지원, 통합 Test 지원, EJB 테스트의 3가지가 측정기준에 대해 측정결과 D제품은 3 가지 모두 지원이 되었고, A제품과 C제품은 통합 Test 지원을 제외한 2가지가 지원되었고, B제품은 Testing지원이 되지 않았다. Reporting 지원은 사용자정의 Report 생성, Print 관련기능 지원, Document 생성-rtf, Document 생성-pdf, Document 생성-htm의 5가지가 측정기준이 있다. 이에 대한 측정결과 A제품과 D제품은 5가지 모두가 지원되었고 B제품과 C제품은 사용자정의 Report 생성을 제외한 4가지가 지원되었다. Quality Assurance의 측정기준은 Audit의 68가지의 검사항목과 Metric의 47가지 측정항목이 있다. 측정결과 A제품과 D제품은 Quality Assurance가 지원되었고 B제품, C제품은 지원되지 않았다.

관리효율성의 평가기준에 대한 데이터의 유형은 모두 판단형이므로 세부평가기준인 사용자만족도, 관리비절감, 인력절감, 직무수행시간단축에 대하여 평가대상제품별로 설문을 실시하였다. 사용자가 각 제품별로 사용해 본 결과에 대하여 1~9점 사이의 점수를 주도록 하였다. 설문조사 결과를 통하여 얻어진 값들은 제품별로 통합하여 총 조사 개수의 평균을 구하였다.

기술지원은 Call Center 및 Help Desk 운영과 전담 기술지원 인력 및 Bug Patch 지원에 관한 사항과 월 정규방문여부의 5가지를 측정하였다. 측정결과 A제품과 B제품은 5가지 모두를 지원하였고, B제품은 Help Desk 지원을 제외한 4가지를 지원하였고, C제품은 Help Desk 지원과 Bug Patch 지원을 제외한 3가지를 지원하였다. 교육지원은 On-Site 교육과 Public 교육의 2가지로 측정하였다. On-Site 교육은 업체에 방문하여 교육지원을 하는 것을 말하고 Public 교육은 홈페이지에 공개되어 있는 교육지원을 말한다. C제품은 Pulbic 교육만 지원하고 나머지 제품은 2가지 교육을 모두 지원하는 것으로 조사되었다. Upgrade는 각 제품 모두 연 1회로 나타났다. 시장점유율은 IT Warehouse

“국내 기업의 정보시스템 개발방법론 실태조사“의 2002년 AMD TOOL Market Share에 따르면 A제품은 35%, B제품은 12%, C제품은 2%, D제품은 13%로 나타났다[14]. Reference Site는 2006년 5월 31일자로 조사한 각 제품의 Reference Site수를 조사하여 측정값으로 활용하였다.

<표 4>는 평가대상에 대한 평가기준별 종합측정값을 표로 정리한 것이다.

3.4.3 AHP 모형 분석 결과

<표 4>의 각 측정값은 각 평가지표에 따라 스케일이 다르다. AHP 모형은 각 평가기준에 대한 가중치를 산정할 때 각 평가기준이 동일한 스케일이라는 것을 가정하므로 평가대상에 대한 AHP 분

〈표 4〉 평가대상별 종합 측정값

계층 3 (하위평가 기준)	계층 4 (세부평가 기준)	A제품	B제품	C제품	D제품
요구분석 설계	UML 지원	13	9	9	12
	데이터모델링	4	3	3	4
	방법론지원	2	3	3	2
구 현	Language 지원	5	5	4	6
	연동가능툴	3	3	3	3
	개발의 편의성	6	5	4	7
	팀 개발지원	2	3	2	3
	개발지원	5	3	3	5
테스트	Testing 지원	2	0	2	3
유지보수	Reporting 지원	5	4	4	5
	Quslity Assurance	115	0	0	115
성 과	사용자 만족도	6.6	5.8	5.6	6.4
	관리비 절감	5.7	5.2	5.1	6.1
	인력 절감	5.3	5.2	4.9	6.1
	직무수행 시간단축	4.8	5.3	5.1	6.3
실제지원능력	기술지원	5	4	3	5
	교육지원	2	2	1	2
	Upgrade	1	1	1	1
잠재지원능력	시장점유율	35%	12%	2%	13%
	명성과경험	210여 개	50여 개	110여 개	180여 개

석을 위해 <표 4>의 데이터를 규모화(Scaling)를 실시하였다. 규모화의 방법은 다음과 같다.

$$\text{규모화 데이터} = \frac{\text{측정치} - \text{최소값}}{\text{최대값} - \text{최소값}}$$

여기서 최대 값과 최소 값이란 하나의 평가기준에 대해 4개의 대안에 대한 측정 값에 대한 최대, 최소를 의미한다.

규모화 이후에 각 평가대안들에 대한 평가결과는

<표 5>와 같다.

기능적 능력에서는 D제품이 0.303으로 가장 높았고 A제품이 0.281, C제품이 0.220, B제품이 0.196순이었다. 관리효율성은 A제품이 0.349로 가장 높았고 B제품이 0.251, C제품이 0.224, D제품이 0.177순이었다. 공급업체지원능력은 A제품이 0.306으로 가장 높았고 D제품이 0.280, B제품이 0.236, C제품이 0.178순이었다. 기능적 능력에서는 D제품이 가장 높았으나 관리효율성과 공급업체지원능력에서는 A제품이 높아서 종합가중치와 우선순위는 A제품

<표 5> 평가대안별 AHP 분석 결과

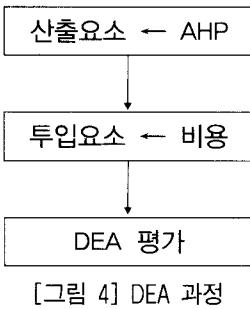
계층 1	계층 2 (중요도)	계층 3 (중요도)	계층 4 (중요도)	제품별 중요도					
				A제품	B제품	C제품	D제품		
CASE 툴 평가	기능적 능력 (0.365)	요구분석 · 설계 (0.520)	UML 지원(0.434)	0.302	0.209	0.209	0.279		
			데이터모델링 지원(0.324)	0.286	0.214	0.214	0.286		
			방법론 지원(0.242)	0.200	0.300	0.300	0.200		
	구현 (0.197)	Language 지원(0.113) 연동 가능한 툴(0.268) 개발의 편의성(0.293) 팀 개발지원(0.143) 개발지원(0.182) Testing 지원	Language 지원(0.113)	0.250	0.250	0.200	0.300		
			연동 가능한 툴(0.268)	0.200	0.300	0.200	0.300		
			개발의 편의성(0.293)	0.250	0.250	0.250	0.250		
			팀 개발지원(0.143)	0.273	0.227	0.182	0.318		
			개발지원(0.182)	0.313	0.188	0.188	0.313		
			Testing 지원	0.286	0.000	0.286	0.429		
	유지보수 (0.133)	Reporting 지원(0.667) Quality Assurance(0.333)	Reporting 지원(0.667)	0.500	0.000	0.000	0.500		
			Quality Assurance(0.333)	0.500	0.000	0.000	0.500		
	관리 효율성 (0.390)	성과 (1)	사용자 만족도(0.292)	0.354	0.253	0.252	0.161		
			관리비 절감(0.187)	0.330	0.258	0.236	0.183		
			인력 절감(0.205)	0.304	0.281	0.236	0.179		
			직무수행 시간 단축(0.316)	0.395	0.218	0.201	0.186		
공급업체 지원능력 (0.200)	실제 지원능력 (0.800)	기술지원(0.559) 교육지원(0.220) Upgrade(0.221)	기술지원(0.559)	0.294	0.235	0.176	0.294		
			교육지원(0.220)	0.286	0.286	0.143	0.286		
			Upgrade(0.221)	0.250	0.250	0.032	0.210		
	잠재 지원능력 (0.200)	시장 점유율(0.583) 명성과 경험(0.417)	시장 점유율(0.583)	0.565	0.194	0.066	0.303		
			명성과 경험(0.417)	0.382	0.091	0.200	0.327		
			기능적 능력 점수	0.281	0.196	0.220	0.303		
관리효율성 점수				0.349	0.251	0.224	0.177		
공급업체지원능력 점수				0.306	0.236	0.178	0.280		
제품별 종합 점수(우선순위)				0.313(1)	0.226(3)	0.250(4)	0.251(2)		

이 0.313으로 가장 높은 순위를 나타냈으며 D제품이 0.251, B제품이 0.226, C제품이 0.210순으로 나타났다.

4. DEA 모형

4.1 투입요소와 산출요소

DEA에 의한 투입요소와 산출요소는 [그림 4]와 같은 과정을 거쳐서 정의하였다.



[그림 4] DEA 과정

산출요소는 AHP 기법을 이용한 분석결과 사용하였다. 정의된 산출요소는 평가기준(계층2)의 기능적능력, 관리효율성, 공급업체지원능력이다.

투입요소는 소프트웨어공학 지원도구의 비용으로 정의하였다.

<표 6>은 DEA 모형에 따른 효율성 분석을 위해 정의된 투입요소와 산출요소를 표로 나타낸 것이다.

<표 6> 투입요소와 산출요소 정의

투입요소	비 용
산출요소	기능적능력
	관리효율성
	공급업체지원능력

4.2. DEA 분석

평가대안들에 대한 DEA 분석을 실시하였다.

DEA 효율성 측정을 위하여 <표 6>에서 정의한 산출요소와 투입요소를 가지고 <표 7>과 같은 측정값들이 도출되었다. 산출요소의 측정값들은 AHP 기법을 이용하여 도출되었다. AHP 기법을 이용하여 분석한 결과값인 평가기준(계층 2)의 기능적능력, 관리효율성, 공급업체 지원능력에 대한 제품별 점수이다. 투입요소의 측정 값들은 2005년 2월을 기준으로 하여 제품별로 조사한 판매회사의 소비자가격이다.

<표 7> 투입요소와 산출요소 측정값

	비용	산출요소		
		기능적 능력	관리 효율성	공급업체 지원능력
A제품	31,000,000	0.281	0.349	0.306
B제품	9,800,000	0.196	0.251	0.236
C제품	18,000,000	0.220	0.224	0.178
D제품	26,000,000	0.303	0.177	0.280

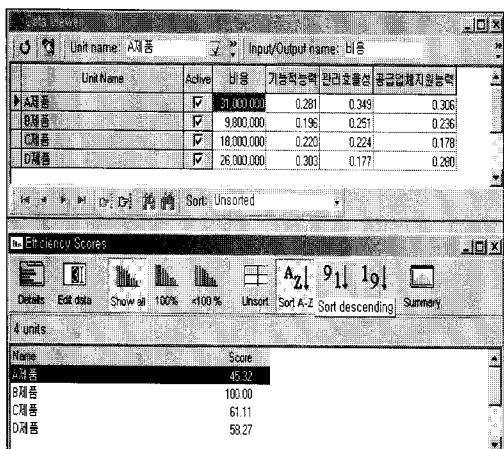
<표 7>의 투입요소와 산출요소 측정값들을 토대로 효율성을 계산하기 위하여 DEA 도구로 많이 사용되는 영국 Banxia사의 DEA 소프트웨어인 Frontier Analyst를 사용하였다. Frontier Analyst는 수많은 투입요소와 산출요소를 모두 반영하여, DEA 분석을 수행하고, 비즈니스 단위들의 상대적 효율성을 찾아낸다.

Frontier Analyst Professional를 사용하여 제품별로 efficiency를 구한 결과는 [그림 5]와 같다.

DEA 모형에 의한 효율성 분석 결과, efficiency가 100이면 효율적이고 100보다 작을수록 비효율적인 것으로 보는데 A, C, D제품에 비하여 efficiency 가 100인 B제품이 효율적인 것이라고 볼 수 있다.

AHP 기법에 의한 우선순위는 A제품이 가장 높게 평가되었으나 DEA를 이용한 효율성은 B제품이 가장 높게 평가 되었다. 이는 투입요소인 비용에 많은 영향을 받았기 때문으로 판단된다. B제품의 가격이 다른 3가지의 제품보다 많게는 3배 가

까이 차이가 나기 때문이다. 즉, 투입 대비 산출의 효율은 B제품이 가장 효율이 우수한 것으로 분석되었다.



[그림 5] DEA 분석을 통한 효율성 분석 결과

A제품 efficiency = 45.32

B제품 efficiency = 100

C제품 efficiency = 61.11

D제품 efficiency = 58.27

5. 결론 및 추후연구

본 연구에서는 의사결정기법 중 DEA와 AHP를 혼용하여 전문가들의 견해, 의견을 종합하고 의사 결정자가 최적의 CASE 툴을 선정할 수 있는 새로운 소프트웨어공학 지원도구 평가 방법을 개발, 제시하였다. 또한 개발된 소프트웨어공학 지원도구 평가 방법으로 CASE 툴 제품의 자료조사와 분석을 통하여 AHP 모형을 이용하여 산출요소에 대한 평가를 실시하였으며 DEA 모형을 이용하여 효율성 측정을 하였다.

본 연구는 소프트웨어공학 지원도구의 평가에 의사결정기법인 DEA와 AHP 모형을 혼합하여 새로운 방법론을 제시하였다는 데에는 의의가 있으나, 다음과 같은 한계점을 가져 이에 대한 추후 연구가 지속적으로 필요할 것으로 판단된다.

첫째, AHP 모형에서 계층적 구조를 기준연구와의 매핑을 통하여 객관화하였으나 이에 대한 보다 적절한 검증이 필요할 것으로 여겨진다. 계층적 구조에 대한 타당성을 입증할 수 있는 방법들로 공리설계, 통계적 방법 등이 제안되고 있는데 이들의 방법들을 적용하여 AHP 모형의 계층적 구조에 대한 타당성을 입증하는 연구가 추가적으로 필요할 것으로 생각된다.

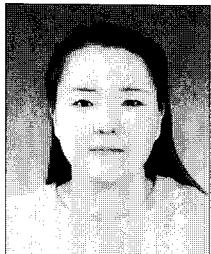
둘째, 제안된 소프트웨어공학 지원도구 평가 방법의 실증 분석을 위하여 4개의 범용적 기능을 가진 통합 CASE 툴을 선정하여 검증을 하였으나 통상적으로 DEA 모형에서는 대안의 개수가 투입하고 산출요소의 개수의 3배 이상이어야 효율성 검증이 일반화 될 수 있다고 연구되어져 있다. 이는 대안의 개수가 투입요소와 산출요소에 비해 상대적으로 작으면 대부분의 대안이 효율적으로 산정될 가능성이 높기 때문이다. 본 연구에서는 다행히도 효율적인 대안이 유일하게 제시되었으나 모형의 검증 입장에서 대안의 개수가 적어 모형의 타당성을 입증하는데 한계가 있다. 따라서 보다 많은 소프트웨어 공학지원도구 들에 대한 자료수집을 통하여 본 연구에서 제시된 평가 모형을 검증할 필요가 있다. 또한, 대안의 개수가 작은 경우에 활용할 수 있는 Super efficient DEA 모형 또는 DEA Window 분석 기법으로의 모형 확장도 추후 연구로 지속적으로 발전시키는 것이 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 김건위, “정보화주준평가와 DEA의 적용 가능성”, 「한국지역정보화학회지」, 제6권, 제2호(2003), pp.157-175.
- [2] 박철수, 한인구, “회계관리 소프트웨어 폐기지의 품질평가 : 계층분석과정의 적용”, 「한국경영정보학회 '95 추계학술대회 논문집」, (1995), pp.919-941.
- [3] 변대호, “AHP를 이용한 가상쇼핑몰 평가”, 「경영과학」, 제18권, 제1호(2001), pp.55-66.

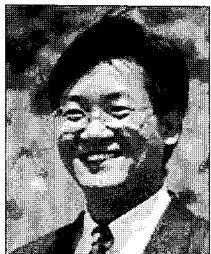
- [4] 변대호, “EIS 소프트웨어 평가를 위한 AHP 모형”, *「경영정보학연구」*, 제9권, 제3호(1999), pp.75-92.
- [5] 변대호, “워크플로우 소프트웨어 제품 선정 방법 : AHP 접근”, *「정보시스템연구」*, 제12권, 제1호(2003), pp.145-158.
- [6] 심성천, 김용겸 “AHP 기법을 이용한 멀티미디어 저작도구 평가 및 선정에 관한 연구”, *「경영과학」*, 제21권, 제2호(2004), pp.191-213.
- [7] 이덕주, 배성식, 장진수, “DEA/AHP 모형을 이용한 R&D 프로젝트 선정 모형 및 Web 기반 R&C 프로젝트 선정 시스템 개발”, *「대한산업공학회지」*, 제32권, 제1호(2006), pp.18-29.
- [8] 이정숙, “DEA/AHP를 이용한 소프트웨어 공학 지원 도구 평가에 관한 연구”, *「서울산업대학교 공학석사학위논문」*, 2007.
- [9] 임채연, 변대호, 서의호, 허성익, “집단 계층적 분석과정 : 평가척도와 일관성 비율 중심”, *「한국경영과학회 1994 추계학술대회 발표논문집」*, (1994), pp.247-255.
- [10] 정현식, “AHP를 이용한 DBMS 평가와 선정 방안에 관한 연구”, *「경영연구」*, 제10집(1996), pp. 185-207.
- [11] 최희성, 황규승, “AHP 기법에 의한 금융위험 관리 소프트웨어 평가에 관한 연구”, *「경영과학」*, 제16권, 제2호(1999), pp.51-59.
- [12] 한동여, 김성아, “DEA에 의한 소프트웨어 기업의 효율성 분석”, *「생산성논집」*, 제22권 제4호(2008), pp.5-33.
- [13] 조근태, 조용곤, 강현수, “계층분석적 의사결정”, *동현출판사*, 2003.
- [14] IT Warehouse, *「국내기업의 정보시스템 개발 방법론 실태조사」*, AMD TOOL Market Share, 2002.
- [15] Blanc, L. A Le, and M. T. Jelassi, “DSS software Selection : A Multiple Criteria Decision Methodology”, *Information and Management*, Vol.17, No.1(1989), pp.49-65.
- [16] Coopers, Seiford, Tone, *Introduction of Data Envelopment Analysis and Its Uses*, Springer Verlag, 2006.
- [17] Gartner Research, *Successfully Selecting Object-Oriented A&D Tools*, 2002.
- [18] Kim, C. S. and Y. Yoon, “Selection of a Good Expert System Shell for Instructional Purposes in Business”, *Information and Management*, Vol.23, No.5(1992), pp.249-262.
- [19] Lai, V. S., R. P. Trueblood, and B. K Wong, “Software Selection : A Case Study of the Application of the AHP to the Selection a Multimedia Authoring System”, *Information and Management*, Vol.36, No.4(1999), pp.221-232.
- [20] Li, Ma, “Ranking Decision Alternatives By Integrated Dea, Ahp And Gower Plot Techniques”, *International Journal of Information Technology and Decision Making*, Vol.7, No.2(2008), pp.241-258.
- [21] Stylianou, A. C., G. R. Madey and R. D. Smith, “Selection Criteria for Expert System Shells : A Socio-Technical Framework”, *Communications of the ACM*, Vol.35, No.10(1992), pp.30-48.
- [22] Wang, Liu, Elhag, “An integrated AHP - DEA methodology for bridge risk assessment”, *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 54, No.3(2008), pp.513-525.
- [23] Zahedi, F., “Database Management System Evaluation and Selection Decision”, *Decision sciences*, Vol.16, No.1(1985), pp.91-116.

◆ 저 자 소 개 ◆



이 정 숙 (js67@nate.com)

서울산업대학교 대학원 석사과정 졸업. (주)투게더소프트에서 6년간 근무하면서 CASE TOOL인 Together의 컨설팅, 기술지원, 교육을 담당하여 POSCO PI2기 프로젝트에 참여하였고 POSDATA에 Together 유지보수를 하였다. 또한 ERP 개발자로 두산, 고어코리아, 전자랜드 프로젝트에 참여하였으며 현재는 프리랜서 ERP 개발자로 활동 중이다.



김 우 제 (wjkim@snu.ac.kr)

서울산업대학교 산업정보시스템공학과 교수로 재직 중이며, 서울대학교 산업공학과에서 학사, 석사, 박사를 취득하였다. European Journal of Operational Research, Asia-Pacific Journal of Operational Research, Intelligent Decision-making Support System 등의 국제 학술지 및 대한산업공학회지, 산업공학, 한국경영과학회지, 경영과학 등의 국내 학술지에 논문을 게재한 바 있다. 주요 관심분야는 소프트웨어 공학, IT 컨설팅, 소프트웨어 비용산정, 최적화 기법연구, AHP, DEA 등이다.