

소프트웨어 외부품질특성을 반영한 내부품질특성의 선정모형에 관한 연구 A Study on Selection Models of Internal Characteristics Reflecting External Characteristics in Software Quality

박호인*, 정호원**

*부천전문대학 OA과, 고려대학교 경영학과**

Abstract

In accordance with the growing importance of software in computer systems, software quality and performance has become a hot issue in all computer-related fields and businesses. But the measurement and evaluation of software quality still poses a problem, due to the different viewpoints of software developers and users.

This study attempts to combine the external characteristics of quality representing the viewpoint of users, and the internal characteristics representing the viewpoint of developers of quality. In order to do this, this study provides multiple models which select the appropriate internal characteristics which reflect user requirements from earlier phases of development. The goal of this study is to enhance the applicability of 40 internal characteristics of ISO 9126 to the models.

1. 서론

컴퓨터시스템에서 소프트웨어의 중요성이 증대됨에 따라 소프트웨어 품질과 성능이 컴퓨터에 의존하는 모든 조직에 주요 과제로 등장하고 있다. 그러나 사용자, 개발자간의 품질에 대한 관점의 차이로 인하여 품질 측정 및 평가에 많은 어려움이 존재한다. 사용자는 자신이 원하는 기능이 포함되어 있고, 사용하기 쉬우면 양질의 소프트웨어 제품으로 인식한다. 반면 개발자는 오류와 결함이 적은 소프트웨어를 좋은 제품으로 판단하여 사용자 요구사항을 제대로 반영하지 못한 소프트웨어를 개발하게 된다.

이러한 이유로 사용자와 개발자간의 품질 관점을 연결·통합할 수 있는 기본틀이 필요하게 되었다. 이를 위해 국제표준인 ISO 9126[9]에서는 6가지의 외부품질특성(이하 외부특성으로 칭함)으로 구성된 품질모형을 제시하고, 40개의 내부품질특성(이하 내부특성으로 칭함)을 정보참조(informative reference)로 제공하고 있다. 사용자 관점을 반영하는 외부특성과 개발자 관점을 반영하는 내부특성으로 구성된 ISO 품질모형은 사용자와 개발자를 연결할 수 있는 계기를 제공하였다. 그러나 소프트웨어 품질이 연구 과제로 등장한 것은 최근의 일로 이에 대한 연구가 중요성에 비추어 볼 때 상당히 미진하고 단편적인 수준이다. 또한 대부분의 연구가 품질 모형에 국한되어 사용자와 개발자를 연결해주는 가교적 연구는 정호원과 이종무[2]의 연구를 제외하고는 전무한 실정이다.

따라서 외부특성과 내부특성을 적절하게 연결시켜 품질측정 및 평가의 효율성을 제고하는 것이 중요하다. 즉, 40개 내부특성 모두를 측정·평가한다는 것은 시간과 비용면에서 거의 불가능하기 때문에 평가목적에 알맞은 내부특성을 적당한 수준으로 선정

하는 것이 필요하다[12]. 이러한 관점을 바탕으로 본 연구에서는 품질 모형에 근거한 외·내부 품질특성간의 상관관계를 파악하고, 품질목표를 달성하기 위하여 양 특성의 상호관련성을 바탕으로 적절한 수준의 내부특성을 선정하는 방법을 제시하고자 한다. 본 연구에서 제시되는 선정모형은 기존 연구[1,13]에서 사용된 모형을 내부특성의 선정영역으로 전환하여 연구내용에 맞추어 재편집한 것이다.

2. 품질모형과 내·외부품질특성의 관계

소프트웨어 품질을 "명시적 그리고 묵시적 요구사항들을 만족시킬 수 있는 특성들의 전체"로 정의하고 있다[8]. 소프트웨어 품질을 평가하기 위해서는 품질 요구사항을 구체화하고 품질특성의 내용과 특성 상호간의 관계를 규정하는 품질모형이 필요하다. 모형을 구성하는 품질특성은 사용자 관점의 외부특성과 개발자 혹은 공급자 관점의 내부특성으로 대별된다.

2.1 품질모형

소프트웨어 품질을 측정·평가하기 위해 관련된 품질특성을 선정하는 것이 필수적이다. 품질특성 선정은 소프트웨어 품질을 다수의 특성으로 세분한 품질모형을 사용함으로써 가능하다. 대부분의 품질모형은 계층구조로 세분화되어 표현된다. 계층구조의 최상위 계층은 사용자의 관점에서 소프트웨어의 품질목표를 정의하고, 제2 계층은 품질목표를 달성할 수 있는 광범위한 품질특성을, 제3 계층은 상위특성을 측정하는 구체적 부특성을 갖게 된다. 품질모형에 관한 연구는 Boehm, McCall, Lac, 미공군 등에 의해 전개되었으나, 최근에 ISO/IEC 9126에서는 6개의 외부주품질특성을 갖는 일반적 표준모형을 제시하고 있다. ISO 9126 표준모형은 21개의 부품질특성으로 세분되어 <표 1>과 같은 계층적 구조로 표현되어 품질 평가에 활용되고 있다[10].

<표 1> ISO 9126 계층적 품질특성

계층 1 (품질목표)	계층 2 (주품질특성)	계층 3 (부품질특성)
사용품질	기능성	적절성, 정밀성, 순응성 상호운용성, 보안성
	신뢰성	성숙성, 고장허용성, 회복성
	사용성	이해성, 학습성, 운용성
	효율성	시간행능, 자원행능
	유지보수성	분석성, 변경성, 안정성, 시험성
	이식성	적응성, 설치성, 적합성, 대체성

품질모형에서 계층적으로 상위에 있는 외부품질특성의 추상적 특징 때문에 직접적인 측정과 평가의 어려움으로 인해 외부특성이나 내부특성을 평가하여 간접적으로 품질특성을 평가하는 방법이 필요하다. 품질에 관한 소프트웨어 자체 관점과 사용자 관점을 연결하기 위한 개념으로 부품질특성을 정의하고 있다. ISO 9126은 품질모형과 더불어 측정·평가에 이

용할 수 있도록 내부품질특성을 제시하고 있다. 내부특성은 완전성, 추적성, 일관성, 자기 기술성 등 40개의 특성으로 구성되어 있다. ISO 9126의 현실적 적용을 위해서는 비용과 시간을 고려한 중요 내부품질특성의 선정이 요구되지만 이에 관한 객관적 선정 방법은 제시되어 있지 않다.

2.2 외부특성과 내부특성간의 관계

외부품질은 "특정 조건하에서 사용되는 소프트웨어의 명시적 그리고 묵시적 요구를 만족시키는 품질정도"를 의미한다[11]. 외부품질은 사용자의 요구사항을 충족시켜야 하기 때문에 소프트웨어 제품이 일부가 되는 완전한 정보시스템 하에서 평가되어야 한다. 따라서 외부특성은 특정 시스템 하에서 소프트웨어가 가동될 때 시스템의 일부로 평가될 수 있는 것이다. 어떤 환경에서 만족하게 수행되는 소프트웨어가 다른 환경에서 품질 결함을 보일 수 있다. 그러므로 외부특성은 사용상 기대되는 유사한 조건하에서 평가되어야 하는 바, 외부품질은 개발 단계에서는 측정되기 어려운 속성을 가지고 있다.

반면 내부품질은 "명시적 그리고 묵시적 요구를 만족시킬 수 있는지를 결정하는 소프트웨어의 자체 속성들의 집합"을 의미한다[11]. 내부특성은 내부특징(예를 들면 명세서 혹은 원시코드)을 나타내기 위해서 중간산출물 그 자체만으로 측정될 수 있는 공인자 관점의 품질특성을 의미한다. 내부특성은 직접 내부속성을 측정하고 다른 내부특성의 지표가 된다. 또한 특정 내부특성은 외부 요구사항의 충족에 공헌할 수 있어 외부특성의 지표로 사용될 수 있다. 예를 들면, 반응시간은 외부특성인 사용성과 효율성을 평가함에 있어 요구되는 중요한 측정척도이지만, 개발 중에는 측정될 수 없다. 개발 중 효율성을 평가하기 위해 내부특성 척도인 패스(path) 길이가 측정될 수 있고, 이는 특정 조건하에서 반응시간에 대한 간접적 추정치로서 사용될 수 있다. 내부속성이 외부품질 요구사항과 직접적으로 관련이 있다는 것은 매우 중요하고, 따라서 개발 중인 소프트웨어 제품(중간 산출물과 최종단위 소프트웨어 제품)의 내부특성은 최종 시스템의 사용품질 요구사항 관점에서 평가될 수 있다.

양 특성을 사용하여 품질을 측정,평가할 수 있도록 ISO 9126의 정보참조에서는 <표 2>와 같은 양 특성의 상관관계표를 제공한다[9].

<표 2>의 내부품질특성간의 상관관계

No	외부품질특성	기능성					신뢰성	...	이식성	
		적접성	정밀성	상호운용성	순응성	안정성				
	내부 품질특성									
1	완전성	S	M			S	W	W	...	
2	추적성	S	S			S	W	W	...	
...	...									
39	자료독립성							S	S	S
40	의사소통성							...	W	W

S:상관관계 강함 M:중간 W:약한

만일 내부특성은 다수의 외부특성과 상관관계를 갖고 있다는 사실을 알 수 있다. 이는 외부특성이 내부특성에 의해 간접적으로 측정,평가될 수 있음을 뜻한다. 또한 중요한 내부특성이 효과적으로 선정된다면 소수의 내부특성에 의해 다수의 외부특성의 측정 및 평가도 가능하다. 이러한 관점하에 본 연구는 <표 2>의 상관관계를 바탕으로 평가 목적에 알맞은 내부특성의 선정에 관한 방법을 제공한다. 따라서

평가목적이 외부특성에 반영되고 이에 따라 적합한 모형을 통해 외부특성 평가의 간접적인 측정도구로서 소수의 효과적인 내부특성을 선정하는 것이다. 이를 위해 선정목적에 알맞은 모형을 조사,분류하여 제시하고자 한다.

3. 내부특성 선정 모형

제시된 적용모형은 과거 연구[1,13]에서 소프트웨어 제품의 평가 및 선정을 위해 보상(compensatory)모형과 비보상(noncompensatory)모형으로 분류하여 사용된 모형을 본 연구내용에 적합하도록 취사선택하여 재편집한 것이다. 보상 모형은 속성간의 평점 교환이 허용되는 모형으로 한 개 이상의 속성에서 얻은 좋은 평점으로 그밖에 다른 한 개 이상의 속성에서 얻은 나쁜 평점을 상쇄시킬 수 있다. 반면에 이러한 속성 평점간의 절충이 허용되지 않은 모형을 비보상 모형이라고 한다. 모형의 적용에 앞서 평가기준에 대한 가중치 부여가 선행되어야 한다. 가중치 부여 방법에는 계층적 분석과정 (Analytic Hierarchy Process : AHP), 순위에 의한 가중법 등이 있다[6,15](본 연구에서는 가중치 부여 방법을 제외하며 자세한 내용은 해당문헌을 참고바람). 적용 모형에서 공통적으로 사용되는 부호를 정의하면 아래와 같다.

- i : 내부품질특성 수($m=40$)
- j : 외부품질특성의 수($n=27$)
- r_{ij} : 내부특성 i 와 외부특성 j 와의 상관관계
- w_j : 외부속성 j 에 부과된 가중치

3.1 보상 모형

1) 가중평균 모형(weighted additive model)

이 모형은 대안의 평가에서 가장 많이 사용되는 모형으로 모든 속성과 사용자가 부여한 가중치를 함께 고려하여 최종안을 구한다[14]. 본 모형의 적용단계는 첫째, 외부속성별 평가값 $Q_i = \sum_{j=1}^n w_j \cdot r_{ij}$ 로 구해진다. 둘째, 각각의 평가값을 서수적으로 비교하여 최대값을 갖는 대안 $Q^* = \max_i Q_i$ 이 최종안으로 결정한다. 이것은 모형에 대한 이해와 적용이 용이하나, 평가속성의 선정에 신중해야 한다. 이 모형은 이미 AHP와 결합되어 중요한 내부특성의 선정에 사용된 사례가 있다[2].

2) 선형 배정 모형(linear assignment model)

이 모형은 외부속성과 내부속성을 동시에 고려하여 각 내부속성의 유일한 순위를 결정한다[4]. 모형 적용을 위해 첫째, 속성 j 에서 내부특성 i 의 순위를 매긴 후 내부특성 i 가 순위 j 에 해당되는 빈도를 나타내는 빈도행렬 $\Pi_{(m \times m)}$ 을 구한다 ($0 \leq \pi_{ij} \leq m$). 둘째, 종합 순위행렬 P 를 아래와 같이 정의한다.

$$p_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{내부특성 } i \text{가 순위 } j \text{를 가지면,} \\ 0, & \text{그렇지 않으면.} \end{cases}$$

또한 각 내부특성은 유일한 순위에만 부여되고, 각 순위는 한 내부특성에만 부여되기 때문에 $\sum_{i=1}^m p_{ij} = 1$ 그리고 $\sum_{j=1}^m p_{ij} = 1$ 와 같은 제약식을 갖는다. 셋째, 상기 단계에서 구해진 수식을 바탕으로 제약조건을 만족하면서 Q 를 최대로 하는 행렬 P 를 선형계획법에 적용하여 구한다.

$$\begin{aligned} \max Q^* &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \pi_{ij} P_{ij} \\ \text{s.t.} & \\ \sum_{j=1}^m p_{ij} &= 1, \quad i = 1, 2, \dots, m. \end{aligned}$$

$$\sum_{j=1}^m P_{ij} = 1, \quad j = 1, 2, \dots, m.$$

$$P_{ij} = 0 \text{ 또는 } 1.$$

이 모형은 유일한 순위의 부여가 가능한 반면 관련 정보의 활용이 저하될 수 있다.

3) 타협 해법(compromise programming)

타협 해법은 이상적 지점(ideal point)으로부터의 거리개념에 기초한 모형으로 이상적 지점으로부터의 거리가 최소인 대안을 선정한다[13,16,18]. 타협안의 도출은 첫째, 평점행렬로부터 이상적 지점

$$x_j^* = \max_i r_{ij}, \text{ 반이상적인 지점(anti-ideal point)}$$

$x_{j^*} = \min_i r_{ij}$ 를 구한다. 둘째, p 의 관점에서 계산된 최소 거리측정치 즉 타협해 d_i^* 를 아래 공식을 통해 계산한다. p 는 계량적으로 비교를 가능하게 하는 거리 차원이며 1에서 ∞ 까지 사용될 수 있다.

$$d_i^* = \max_k \{ \sum_{j=1}^n w_j^p (x_j^* - r_{ij}) / (x_j^* - x_{j^*})^p \}^{1/p}$$

이 모형은 정보의 활용도가 높고 비교 가능한 복수 차원의 정보가 지원되지만 p 값에 따른 상반되는 복수의 최종안이 존재할 가능성으로 인한 혼란이 야기될 수 있다.

3.2 비보상 모형

1) 지배 모형(dominance model)

이 모형은 대안의 초기 비교과정에서 주로 이용되고 있다. 특정 대안을 나머지 다른 대안 중 한 대안이상과 비교하여 모든 속성에서 열등하거나 같다면 이 대안은 지배당하고(dominated)있다고 할 수 있다. 지배당하는 대안을 기존의 대안 집합에서 제외함으로써 비열등해(nondominated solution) 집합을 구한다. 축소된 대안은 그 밖의 다른 모형에 적용되어 최종안이 구해진다[7]. 이 모형은 대안의 단순화가 가능한 반면 최종안의 탐색이 불가능하다.

2) 사전식 순위법(lexicographic ordering)

이 모형은 속성의 우선 순위에 따라 순차적으로 한 번에 하나의 목표만을 최대화하는 방법이다[7]. 절차는 중요도의 우선순위에 따라 가장 중요한 속성의 평점을 비교하여 평점의 크기에 의해 내부특성의 순위를 부여한다. 최고 순위에 유일한 내부특성이 있으면 그 내부특성이 최종안으로 선정된다. 두 개이상의 내부특성이 최고 순위에 속하면 다음 중요한 속성을 동순위가 깨지거나 모든 속성이 반영될 때까지 계속한다. 이 모형은 소수의 중요한 속성으로 신속한 결정이 가능한 반면 초기에 최종안이 선정될 경우 관련 정보의 활용이 저조할 수 있다.

3) Elimination By Aspects(EBA)

Tversky[17]에 의해 제안된 EBA는 모든 속성에 최소 허용기준을 설정하고, 중요도에 따라 차례로 대안의 평점과 허용기준을 비교함으로써 최종안을 탐색하는 것이다. 적용단계는 첫째, 우선순위에 따라 각 속성의 최소 허용기준을 부여한다. 둘째, 가장 중요한 속성부터 최소 기준이 만족되는 내부특성을 선정한다. 선정된 내부특성군이 한 내부특성으로 구성되어 있다면 해당 내부특성이 최종안으로 선정된다. 2개이상의 내부특성이 있고 고려되지 않은 속성이 포함되어 있다면, 다음으로 중요한 속성을 평가한다. 모든 속성이 고려되었다면 평가 절차는 종료된다. 이 모형은 평가결과와 이론적 정당화가 용이한 반면 초기에 대안이 선정될 경우 관련 정보의 활용도가 감소될 수 있다.

4) 휴리스틱 모형(heuristic model)

이 모형은 일치도(concordance), 불일치도(discordance), 중요도(magnitude)의 3가지 차원을

동시에 고려하여 대안을 평가하는 방법으로 ELECTRE 등과 같은 유사한 모형이 다수 존재하는바, 본 연구에서는 Anderson이 사용한 "heuristic"[3,5,13]이라는 모형을 중심으로 기술한다. 선정단계는 첫째, 아래와 같이 일치도 행렬 S , 불일치도 행렬 D , 중요도 행렬 G 를 구한 다음 비교행렬 P 를 구한다.

$$S_{ij} = \sum_{k \in S} w_k / \sum_{k=1}^n w_k \quad i = 1, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, m.$$

$$D_{ij} = |d_{ij}| / Z, \quad i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, m.$$

$$G_{ij} = \sum_{k \in s_i} (r_{ik} - r_{jk}) / |s_{ij}| / Z, \quad i, j = 1, \dots, m, \quad k = 1, \dots, n.$$

$$s_{ij} : \{k | r_{ik} \geq r_{jk} \quad k = 1, 2, \dots, n\}$$

$$d_{ij} : \min(r_{ik} - r_{jk} | r_{ik} \leq r_{jk}, \quad k = 1, 2, \dots, n).$$

$$Z : (\max_i \max_j r_{ij} - \min_i \min_j r_{ij})$$

$$P_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{만일 } S_{ij} \geq T_s, \quad G_{ij} \geq T_g, \quad D_{ij} \leq T_d \text{ 이라면;} \\ 0, & \text{그렇지 않으면, } \quad i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, m. \end{cases}$$

둘째, 행렬 P 로부터 Kendall 점수($K_i = \sum P_{ij}$)를 계산하여 점수의 순서에 의해 가장 높은 점수를 얻은 대안이 최고의 대안이 된다. 동순위가 존재한다면 해당 순위를 대상으로 P_{ij} 의 하위행렬을 재구성하여 Kendall 점수를 다시 계산한 후 순위를 재 부여한다. 이 모형은 다양한 차원의 종합적인 평가가 가능하나 계산 절차가 복잡하고 허용기준의 부여가 까다롭다.

3.3 모형의 비교

이상과 같이 내부특성의 평가·선정에 적합한 모형을 보상·비보상 모형으로 분류하여 장·단점을 정리하였다. 모형별 장·단점은 크게는 보상·비보상 모형의 특징을 포함하면서 모형자체의 고유한 특징이 추가되어 나타난다.

그러나 상기 모형을 적용하기에 앞서 본 연구 대상인 품질특성 구조의 특수성을 파악할 필요가 있다. 즉, 품질특성의 선정이 제품선정 등 일반적인 다기준 의사결정(Multiple Criteria Decision Making : MCDM)과는 몇 가지 면에서 차이를 보이고 있다. 첫째, 일반적 MCDM은 다기준에 의한 단일 선택인 반면 품질특성 문제는 다기준에 의한 다선택을 포함한다. 둘째, 일반적 MCDM의 평점은 각 대안이 각 기준(속성)에서 얻은 점수의 형태로 나타나며 거의 모든 난이 평점으로 채워진다. 반면 품질특성의 평점은 외부특성(기준 혹은 속성)과 내부특성(대안)과의 상관관계 강도를 표현하며 일부 해당 난에만 특정 값을 갖고 대부분의 난은 공란으로 구성된다. 셋째, 일반적 MCDM의 대안이나 속성간에 상호 독립성을 가정하지만 품질특성에서는 외부특성간에 상관관계가 존재하고 내부특성에서도 그룹별로 상관관계가 존재하기 때문에 보상모형을 적용함에 있어 신중해야 한다.

3.4 선정모형의 적용사례

상기 기술된 모형은 이미 타 논문에서 소프트웨어 제품 평가 및 선정 분야에서 적용되었다. Jung과 Park[13]의 연구에서는 수자원계획 대안의 선정[16]에 사용된 타협해법과 토너먼트 순위결정[3] 및 소프트웨어 제품 선정[5]에 사용된 휴리스틱 모형을 동시에 적용하여 데이터 베이스 모델러용 소프트웨어 패키지를 평가·선정하였다. 평가 결과는 양 모형에서 전체적으로는 유사하게 나타나고 있으나, 모형의 특징으로 인해 약간의 차이를 보이고 있다. 타협해법은 전반적인 품질이나 성능의 관점에서 평가하므로 평균적으로 높은 점수를 얻은 대안이 선정되게 된다. 반면에 휴리스틱 모형은 사용자의 요구사항을 3가지 차원과 허용기준에 의해 평가함으로써 극단적

요인(outlier)의 제거에 효과적인 것으로 나타났다.

또 다른 연구[1]에서는 동일한 소프트웨어 패키지를 Anderson[4]이 제시한 모형을 중심으로 재편집된 4가지의 보상모형과 7가지의 비보상모형을 적용시켜 평가하였다. 보상 모형으로 선형 가중 모형, 선형 배정 모형, 가중 차이 모형, 타협해법이 사용되었고, 비보상 모형으로 지배모형, 최대최대 모형, 사전식 순위법, EBA, 접속모형, 비접속모형, 휴리스틱 모형이 사용되었다. 평가 결과에 의하면 보상모형은 대부분의 관련정보가 활용되므로 비교적 일관적인 평가결과를 보이는 반면, 비보상 모형은 다양한 선정규칙과 허용기준의 차이로 다양한 대안에 최종안으로 선정되고 있는 양상을 보이고 있다(보다 자세한 사항은 해당논문을 참조바람).

상기의 11가지 모형에 대해 ISO 9126의 적용가능성을 분석한 결과 4개의 모형이 다음과 같은 사유로 제외되었다. 가중 차이 모형은 논리적 유사성으로 인해 선형 가중 모형과 동일한 결과를 갖기 때문에 제외되었으며, 최대최대 모형은 다수의 최대 상관성(S)을 갖는 본 문제의 성격과 맞지 않아 제외되었다. 또한 접속모형과 비접속모형은 EBA와 속성에 대한 우선순위 및 허용기준을 설정하는 방법이 유사한 바, 과정 및 절차의 중복성을 피하기 위해 제외되었다.

4. 결론

소프트웨어 관련 당사자의 품질에 대한 관점의 차이로 인해 소프트웨어 품질의 측정 및 평가의 어려움과 비효율성의 문제가 제기되고 있다. ISO 9126에서 외부품질특성과 내부품질특성을 제공하고 있지만 양 특성을 조합하여 활용하는 방법이나 평가방법에 대한 세부적인 내용이 제시되고 있지 않다. 또한 품질측정 및 평가를 위한 시간과 비용을 고려한다면 ISO 9126에서 제공하는 40개의 내부특성을 모두 선정하여 측정한다는 것은 현실적으로 무의미하다.

본 연구는 ISO 9126의 품질모형의 현실적 적용을 위해 내부특성의 활용가능성을 모색하기 위한 것이다. 이를 위해 소프트웨어 품질에 있어 외부품질의 측정·평가를 위한 효율적인 내부특성의 활용방법, 특히 어떻게 적당한 수준으로 내부특성을 선정할 것인가에 대해 살펴보았다. 평가목적에 반영한 적합한 내부특성의 선정에 위하여 MCDM에서 사용되는 다양한 모형을 보상·비보상 모형으로 분류하여 모형의 적용가능성을 분석하였다.

일반적인 MCDM과는 구조상 다른 내부특성 선정이 갖는 특징과 선정모형의 상·단점을 파악하여 모형을 적용할 경우 소프트웨어 품질의 측정 및 평가를 위한 내부특성의 적용가능성은 제고될 것이다. 차후 연구에서 양 특성의 상관관계표에서 서수적 척도로 표현된 자료를 기수화하면, 제시된 모형을 통한 평가목적별 구체적 내부특성 집합의 선정이 가능할 것이다.

참고문헌

- [1] 정호원, 박호인, "소프트웨어 제품을 위한 평가·선정 모형의 조사 및 적용성에 관한 연구," 1996.
- [2] 정호원, 이종무, "AHP를 이용한 소프트웨어 내부품질특성의 선정 모형," 1996.
- [3] Ali, I., W.D. Cook and M. Kress, "On the Minimum Violations Ranking of a Tournament," *Management Science*, Vol.32, No.6(1986),

pp.660-672.

- [4] Anderson, E.E., "Choice Models for the Evaluation and Selection of Software Packages," *Journal of Management Information Systems*, Vol.6, No.4(1990), pp.124-138.
- [5] Anderson, E.E., "A Heuristic for Software Evaluation and Selection," *Software-Practice and Experience*, Vol.19, No.8(1989), pp.707-717.
- [6] Edwards, W. and J.R. Newman, *Multiattribute Evaluation*, Sage Publications, Beverly Hills, 1982.
- [7] Hong, I. B. and D. R. Vogel, "Data and Model Management in a Generalized MCDM-DSS," *Decision Sciences*, Vol.22(1991), pp.1-25.
- [8] ISO 8402, *Quality Vocabulary*, ISO, 1994.
- [9] ISO/IEC 9126, *Information Technology - Software Product Evaluation - Quality Characteristics and Guidelines for Their Use*, ISO, 1991.
- [10] ISO/IEC 9126-1, *Information Technology - Software Quality Characteristics and Metrics - Part I: Quality Characteristics and Sub-Characteristics*, ISO, 1995.
- [11] ISO/IEC CD 14598-1, *Information Technology - Software Product Evaluation - Part I: General Overview*, ISO, 1995.
- [12] ISO/IEC 14598-3, *Information Technology - Software Product Evaluation - Part 3: Process for Developers*, ISO, 1996.
- [13] Jung, H-W. and H.I. Park, "A Comparison of Two Models in Software Evaluation and Selection," working paper, Korea University, 1996.
- [14] Runyon, K.E. and D.W. Stewart, *Consumer Behavior*, Merrill Publishing, Columbus, 1987.
- [15] Saaty, T. L. "How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process," *European Journal of Operational Research*, Vol.48, No.1(1990), pp.9-26.
- [16] Teclé, A., M. Fogel and L. Duckstein, "Multicriterion Selection of Wastewater Management Alternatives," part of the *Journal of Water Resources Planning and Management*, Vol.114, No.4(1988).
- [17] Tversky, A., "Elimination by Aspects: A Theory of Choice," *Psychological Review*, Vol.79, No.4(1972), pp.281-299.
- [18] Zeleny, M., *Multiple Criteria Decision Making*, McGraw-Hill, New York, 1982.