

# ISO/IEC SQuaRE 시리즈 표준에 기반한 품질 평가 분석 및 고려 사항

이 자오<sup>1,2</sup>, 지아 유 공<sup>1,3,\*</sup>, 윤 후<sup>1</sup>, 젠유 류<sup>1</sup>, 리지 차이<sup>1,\*1</sup> 컴퓨터  
소프트웨어 테스트 및 평가 상하이 컴퓨터 소프트웨어 기술 개발 센터  
상하이 핵심 연구소<sup>2</sup> 상하이 루안중 정보 기술 유한공사 상하이 루안중  
정보 기술 유한공사

<sup>3</sup>상하이 산업 기술 연구소 상하이, 중국  
{zy,gjy,huy,lzy,clz}@ssc.stn.sh.cn

**요약** 시스템 및 소프트웨어 품질 평가는 품질 보증의 중요한 방법이며, 표준화는 품질 측정에 의해 지원되는 품질 요구 사항 및 평가를 제공합니다. ISO / IEC 조직에서도 시스템 및 소프트웨어 품질 요구 사항 및 평가에 대한 일련의 표준을 발표했으며 이는 시스템 및 소프트웨어의 품질을 보장하는 데 중요합니다. 본 논문에서는 SQuaRE 시리즈 표준에 기반한 품질 평가를 소개하고 품질 모델, 측정, 요구사항, 평가 간의 관계를 분석합니다. 또한 측정 기능을 품질 평가에 적용할 때 고려할 사항과 제안 사항을 제시합니다. 마지막으로 품질 특성 및 하위 특성을 정량화하는 다양한 방법과 측정값을 비교 분석합니다.

을 발표하고 있습니다. 이 일련의 표준은 시스템 및 소프트웨어 품질 평가에 적용되는 품질 모델, 측정, 요구 사항 및 평가 프로세스를 지정하며, 개발 및 평가에 도움이 될 수 있습니다.

**키워드** SQuaRE 시리즈 표준; 시스템 및 소프트웨어 품질 모델; 품질 측정; 품질 평가; 정량화 평가

## I. 소개

정보 기술의 발달로 모바일 결제, 지능형 교통수단 등 일상 생활에서 소프트웨어의 중요성이 더욱 커지고 있습니다. 소프트웨어 품질은 명시적 또는 암묵적 요구 사항 및 기대치에 대한 적합성 정도를 나타내는 비즈니스 성공 및 인적 안전과 관련된 중요한 요소이며 점점 더 많은 관심을 받고 있습니다. 소프트웨어 품질을 보장하기 위해 따를 수 있는 접근 방식에는 두 가지가 있습니다. 하나는 소프트웨어 제품의 품질에 대한 직접적인 사양과 평가에 초점을 맞추는 것이고, 다른 하나는 제품이 개발 중일 때 프로세스 품질을 보장하는 것입니다. 여기서는 소프트웨어 품질을 보장하기 위해 첫 번째 접근 방식을 취하며, 품질 평가는 기업이 지정된 요구 사항을 어느 정도 충족할 수 있는지를 체계적으로 검토하는 것을 목표로 합니다.

최근 ISO/IEC 조직은 시스템 및 소프트웨어 품질 요구사항 및 평가에 관한 일련의 표준("SQuaRE", "25000 시리즈 표준")

품질 요구 사항 및 평가를 사용하여 시스템 및 소프트웨어 제품을 캡처합니다[1].

SQuaRE는 품질 모델 및 측정, 품질 요구사항 및 평가에 관한 국제 표준을 포함하며, 품질 관리 부문(ISO/IEC 2500n), 품질 모델 부문(ISO/IEC 2501n), 품질 측정 부문(ISO/IEC 2502n), 품질 요구사항 부문(ISO/IEC 2503n), 품질 평가 부문(ISO/IEC 2504n), 확장 부문(ISO/IEC 25050~25099)의 5개 분과로 구성돼 있습니다.

ISO/IEC 2500n은 시스템 및 소프트웨어 제품 품질 관리를 위한 요구 사항 및 지침과 함께 SQuaRE 시리즈 표준에서 사용되는 공통 용어, 정의 및 모델을 정의합니다[1]. ISO/IEC 2501n은 품질 모델과 모델 적용에 대한 지침을 제시합니다[2, 3]. ISO/IEC 2502n은 시스템/소프트웨어 제품 품질을 측정하는 방법을 설명하며, 측정 참조 모델, 품질 측정의 수학적

정의 및 적용 지침을 상세히 제시하고 있습니다[1,4,5,6,7].ISO/IEC 2503n은 품질 모델 및 품질 측정에 기반하여 평가 프로세스에 입력으로 적용할 수 있는 품질 요구사항을 명시하고 있습니다[8]. ISO/IEC 2504n은 독립적인 평가자, 취득자 또는 개발자를 위한 지침과 함께 품질 모델, 측정 및 요구사항을 종합적으로 적용하는 평가 프로세스를 정의합니다[1,9,10]. 또한 확장 부문은 특정 도메인에서의 적용과 SQuaRE 시리즈 표준을 보완하는 것으로 다루고 있습니다.

이 백서에서는 시스템 및 소프트웨어 품질 평가를 위해 SQuaRE 시리즈 표준을 사용하는 방법을 제시하고 다양한 정량화 기법에 대한 분석도 제공합니다. 섹션 II에서는 SQuaRE 시리즈 표준으로 시스템 및 소프트웨어 품질을 평가하는 방법과 함께 시리즈 표준 간의 관계를 설명합니다. 섹션 III에서는 품질 평가에 적용되는 측정 기능에 대한 고려 사항과 평가 결과의 다양한 정량화 방법에 대한 분석을 제공합니다.

## II. SQUARE 시리즈 표준에 기반한 품질 평가 체계

아래 그림1은 SQaRE 시리즈 표준 간의 관계를 보여줍니다.

ISO/IEC 25010, 25012, 25020, 2502n은 품질 요구사항과 평가를 위한 품질 모델과 측정을 기본 리소스로 제공하며, 이 중 ISO/IEC 2502n은 ISO/IEC 25010에서 정의한 품질 모델을 기반으로 품질 측정을 제공합니다. ISO/IEC 25030은 이해관계자 요구사항을 기반으로 품질 요구사항을 명시하며, 요구사항 정의 및 분석 단계를 통해 이해관계자 요구사항을 시스템/소프트웨어 요구사항에 매핑할 수 있습니다[1, 8]. 이해관계자의 요구사항은 명시적, 암시적, 미인지적일 수 있습니다. 그러나 품질 요구사항과 평가는 비용, 환경, 도구 및 방법론과 같은 외부 제약 조건에 의해 영향을 받을 수 있습니다[9]. 품질 모델, 측정 및 요구사항이 결정되면 ISO/IEC 25040 및 25041에 따라 시스템/소프트웨어 품질 평가를 수행할 수 있으며, 평가 후 평가 활동 및 결과를 문서화하는 시스템/소프트웨어 품질 평가 보고서를 작성할 수 있습니다. ISO/IEC 25040에는 일반적인 품질 평가 프로세스가 제공되며, ISO/IEC 25041에 정의된 프로세스는 개발자, 인수자, 독립 평가자에게 적합하다는 점에 유의해야 합니다. 그림 1에서 볼 수 있듯이 시스템/소프트웨어 품질 평가를 수행하기 위해 각 SQaRE 표준은 분리할 수 없습니다.

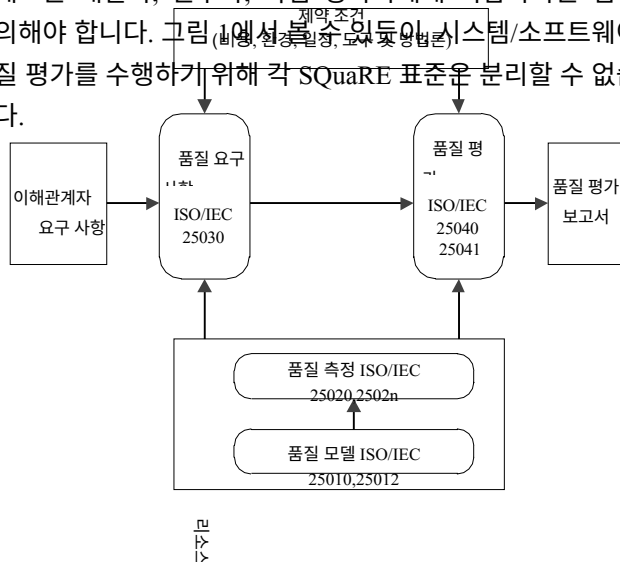


그림 1. 품질 모델, 측정, 요구 사항 및 평가[11]

### A. 품질 모델

ISO/IEC 25010:2011에 정의된 최신 품질 모델은 ISO/IEC 9126의 모델에서 발전한 것으로, 새로운 모델은 시스템 관점에서 5가지 특성을 가진 사용 품질 모델과 8가지 특성을 가진 제품 품질 모델이라는 두 가지 하위 모델로 구성됩니다. 또한 ISO/IEC 25012에 제시된 데이터 품질은 내재적 측면과 시스템 의존적 측면을 고려하여 데이터 품질 특성을 설명합니다. 각 특성은 광범위하기 때문에 하위 특성 또는 속성의 집합으로 나뉩니다.

사용 품질 모델은 사용 측면의 효과성, 효율성, 만족도, 위험으로부터의 자유로움, 컨텍스트 커버리지의 다섯 가지 특성을 설명하며, 각 특성은 개발자를 위한 유지 관리 활동과 같이 다양한 이해관계자 활동에 사용될 수 있습니다.

소프트웨어 제품 또는 컴퓨터 시스템에 적용되는 제품 품질 모델은 기능 적합성, 성능 효율성, 호환성, 사용성, 신뢰성, 보안성, 유지보수성, 이식성 등 8가지 품질 특성으로 구성됩니다.

사용 품질 모델과 제품 품질 모델은 요구 사항 지정, 조치 수립 및 품질 평가에 유용합니다. 품질 모델의 특성과 하위 특성은 프로젝트의 상위 목표와 목적에 따라 조정할 수 있으며, 모든 특성과 하위 특성을 지정하는 것은 비실용적이라는 점을 고려해야 합니다. 따라서 프로젝트 목표에 따라 상대적으로 중요한 품질 특성 및 하위 특성에 초점을 맞추는 것이 좋습니다.

ISO/IEC 25012의 데이터 품질 모델은 제품 품질 모델을 보완하며, 15개 항목으로 내재적 데이터 품질과 시스템 종속적 데이터 품질로 분류됩니다. 내재적 데이터 품질은 메타데이터, 데이터 도메인 값 및 가능한 제한 사항에 적용될 수 있습니다 [3]. 그러나 시스템 종속적 데이터 품질은 데이터가 사용되는 기술 영역에 따라 달라지며, 하드웨어 장치, 컴퓨터 시스템 소프트웨어 및 기타 소프트웨어와 같은 컴퓨터 시스템의 구성 요소와 관련이 있습니다 [3].

### B. 품질 측정

품질 측정은 ISO/IEC 25010에 명시된 모델을 기반으로 수학적 함수와 그 지침에 따라 품질 측정을 정량화하는 품질 측정 참조 모델(SPQM- RM)을 통해 ISO/IEC 2502n 시리즈 표준에 정의되어 있습니다.

ISO/IEC 25020에서 제공하는 SPQM-RM 모델은 품질 모델, 관련 품질 특성(및 하위 특성), 해당 소프트웨어 품질 측정과 소프트웨어 제품 속성, 측정 기능, 품질 측정 요소 및 측정 방법 간의 관계에 대한 설명을 제공합니다[4]. ISO/IEC 25021에 명시된 품질 측정 요소는 품질 측정 구성에 사용되는 측정 요소에 대한 형식 사양과 예제를 제공합니다. ISO/IEC 25022, 25023, 25024의 측정 기능은 품질 측정 요소를 결합하여 품질 측정을 생성하는 방법을 설명합니다. 예를 들어, ISO/IEC 25023의 8.2.1절에서는 기능 커버리지가 있는 기능 완성도 측정의 측정 기능을 정의합니다:

$$X=A/B \quad (1)$$

여기서 X는 측정 결과를 나타냅니다. "A"는 시스템/소프트웨어가 요구 기능에 도달하지 못했을 때 검출된 누락된 기능의 수를 의미하며, "B"는 요구 사양, 설계 사양 또는 사용자 설명서에서 얻을 수 있는 명시된 기능의 수를 의미합니다 [7]. ISO/IEC 25022, 25023, 25024의 공식은 공식 (1)과 같은 라이너 함수이지만, 이는 다음과 같습니다.



모든 측정 상황에 적합합니다. 예를 들어 측정 결과가 [0, 1] 간격으로 정규화하여 허용 범위에 근접한 경우, 어떤 값이 더 나은 등급을 초래하는지 구분하기 어려우며, 자세한 내용은 섹션 III에서 설명합니다.

### C. 품질 요구 사항

ISO/IEC 25030의 품질 요구사항은 ISO/IEC 25010에 정의된 품질 모델을 기반으로 시스템/소프트웨어 품질 요구사항을 지정하는 방법을 나타내며, 품질 요구사항은 결국 이해관계자의 요구사항을 선정하고 정의 및 분석 단계를 거쳐 시스템/소프트웨어 품질 요구사항으로 변환하여 얻게 됩니다. ISO/IEC 25030의 요구사항은 일반적으로 소프트웨어 요구사항과 기타 소프트웨어 요구사항(예: 하드웨어, 데이터, 비즈니스 요구사항)을 포함한 시스템 요구사항에 중점을 둡니다[8]. 또한 소프트웨어 요구사항은 소프트웨어 제품 및 소프트웨어 개발 요구사항으로 구성될 수 있습니다.

### D. 품질 평가

품질 평가는 시스템/소프트웨어가 기준을 충족하는 정도를 기술하는 일련의 활동입니다 [9]. ISO/IEC 25040은 [그림 2]와 같이 5개의 하위 절차로 구성된 지정된 품질 요구사항을 기반으로 시스템/소프트웨어 제품 품질 평가를 위한 요구사항, 권장사항 및 지침을 제공합니다. ISO/IEC 25010에서 정의한 품질 모델에 따라 개발된 소프트웨어 또는 개발 중인 맞춤형 소프트웨어의 평가에 사용할 수 있는 일반적인 프로세스입니다. 다음은 그림 2의 각 활동에 대한 세부 내용입니다.

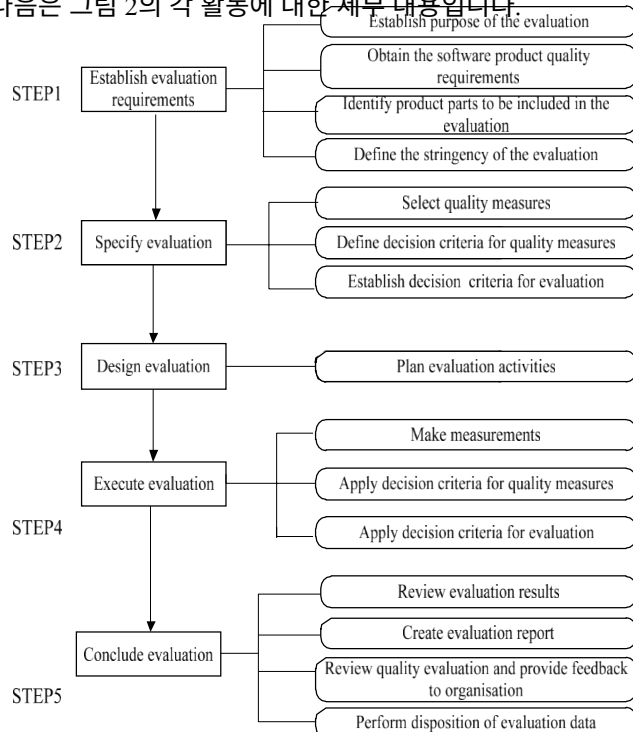


그림 2. ISO/IEC 25040의 품질 평가 프로세스

#### 1) 평가 요구 사항 설정

이 활동은 4개의 과업으로 구성되며, 품질평가 요구사항, 요구사항 명세서, 시스템/소프트웨어 제품이 투입물이 될 수 있고, 산출물은 품질평가 목적, 품질평가 요구사항, 품질평가 계획과 관련된 상위 수준의 명세서 집합이 될 수 있습니다.

이 활동의 첫 번째 작업은 향후 활동을 위한 평가 목적을 설정하는 것이며, 평가 대상 시스템/소프트웨어는 최종 제품 또는 중간 제품일 수 있습니다(예: 최종 제품의 품질 추정 목적). 품질 요구사항의 구체화는 평가 목적을 결정한 후 ISO/IEC 25030과 결합된 품질 모델을 사용하여 수행할 수 있습니다. 다음은 수명 주기 단계와 평가 목적을 고려하여 평가할 부품을 식별하고 문서화하는 것입니다. 처음 세 가지 작업이 완료되면 요청자가 부여한 특성 및 하위 특성 세트에 첨부되는 평가 엄격성을 정의할 수 있습니다 [9]. 엄격성은 평가 신뢰도를 반영하는 품질 평가의 깊이를 정의하며, 기술은 예상 평가 수준에 따라 달라집니다. 엄격성 정의는 ISO/IEC 15026을 참조할 수 있는데, 예를 들어 엄격성은 A, B, C, D로 등급화되며, A는 가장 엄격한 평가 기법을 사용하는 최고 수준이고 D는 가장 낮은 수준입니다[9].

#### 2) 평가 지정

세 가지 과업으로 구성된 이 활동의 목적은 평가 모듈과 품질 측정의 결정 기준을 구체화하는 것이며, 이전 활동의 산출물(평가 요구사항 수립)이 이 활동의 입력이 될 수 있으며, 선택한 품질 측정, 소프트웨어 제품 품질 결정 기준, 수정된 상위 평가 계획을 포함한 일련의 사양이 이 활동의 산출물이 될 수 있습니다. 선정된 품질 측정은 모든 평가 요구사항을 포함해야 하며, 시스템/소프트웨어 품질 특성(및/또는 하위 특성)은 ISO/IEC 2502n 부분의 표준에 따라 엄격하게 측정되어야 하며, 품질 측정 및 평가에 대한 결정 기준은 주어진 결과에 대한 신뢰 수준을 수치 임계값으로 설명할 수 있습니다. 또한 품질 요구사항을 고려하여 설정됩니다. 평가에 대한 결정 기준은 관리 결정의 지원으로 추가 요약에 사용됩니다[9].

#### 3) 디자인 평가

이 활동은 예산, 방법, 도구, 채택된 기준, 인력 등을 고려하여 평가 활동을 계획하는 것으로[9], 초기 단계에서 정의된 높은 수준의 평가 계획은 평가 활동이 발전하고 더 많은 세부 정보가 제공됨에 따라 수정 및 조정되어야 한다.

#### 4) 평가 실행



평가 실행은 소프트웨어 제품 품질 측정 및 평가 결과를 생성하는 첫 번째 세 가지 활동을 적용하는 것으로, 첫째, 품질

평가 계획에 따라 선정된 품질 측정 항목으로 측정을 수행하며, 다음은 품질 측정 항목에 대한 결정 기준을

마지막으로, 평가 결정 기준을 특성(및/또는 하위 특성)에 적용하여 시스템/소프트웨어 제품이 요구 사항을 충족하는 정도를 나타내는 결과를 얻습니다.

#### 5) 평가 완료

이 활동은 평가결과에 대한 공동 검토, 평가보고서 작성, 검토 및 피드백, 평가자료의 폐기 등을 중심으로 평가가 마무리되는 과정으로, 검토 및 피드백 작업에서는 평가결과뿐만 아니라 평가과정의 타당성, 적용된 조치 등을 검토해야 하며, 검토자의 피드백은 평가과정 및 기법을 개선하는 좋은 방법이 될 수 있다[9] 또한 평가가 종료된 후에는 사용된 자료 및 문서는 적절한 보관 및 안전한 방법으로 일정기간 동안 보관하거나 파기해야 한다[10].

### III. 품질 평가 시 고려 사항

#### A. 측정 기능의 고려 사항

ISO/IEC 25022, 25023, 25024의 함수는  $X=A/B$  또는  $X=1-A/B$ 와 같은 라이너 함수로 정의되어 있지만, 라이너 함수로 품질 측정을 처리할 수 없는 경우도 있습니다. 값 변별을 고려할 때 비선형 함수를 고려해야 합니다. 라이너 함수는 A가 변함에 따라 균일한 단계로 변화하지만, 비라이너 함수에 의한 결과 X는 불균일하게 변화합니다. 비선형 함수의 장점은 독립 변수를 인식 가능한 범위/수준으로 매핑할 수 있다는 것입니다. 여기서는 구체적인 함수 공식은 제공하지 않으며, 측정 결과가 허용 범위에 가깝다는 문제를 해결할 수 있는 가능한 방법을 제시할 뿐입니다.

또한 ISO/IEC 25022, 25023, 25024의 일부 측정 함수는 값을 [0, 1] 간격으로 제한하지 않을 수 있습니다. 예를 들어, 성능 효율성 특성에 속하는 시간 동작 측정값은 평균 응답 시간 속성(PTb-1-G)을 정의하며, 이 속성은 다음과 같이 평균 소요 시간을 설명합니다.

다음 측정 기능에서 사용자 작업 또는 시스템 작업에 응답하도록 시스템을 설정합니다[7]:

$$X = \sum_{i=1 \sim n} (A_i) \quad (2)$$

여기서,  $i$ 는 시스템이 특정 사용자 작업 또는 시스템 작업에 응답하는 데 걸리는 시간(i-th)을 나타냅니다. 측정값이고,  $n$ 은 측정된 응답 수입니다.

측정값을 결합하여 평가를 정량화할 때 동일한 하위 특성(시간 행동 측정값)에서 응답 시간 적절성 속성(PTb-2-G)과 같은 다른 수치 범위가 있는 경우 정규화 함수가 없으면 잘못된 평가

함수를 최소-최대 정규화와 같이 숫자 범위를 조정하는 보조 기능으로 사용할 수 있습니다:

$$X = \frac{x - \text{최소}}{\text{최대} - \text{최소}} \quad (3)$$

#### B. 측정된 값으로 평가를 정량화하는 방법

이 섹션에서는 측정된 값으로 품질 특성 및 하위 특성을 정량화하는 몇 가지 일반적인 방법에 대해 자세히 설명합니다. 섹션 II에서 언급했듯이, 선택한 시스템/소프트웨어 제품 품질 측정은 ISO/IEC 2502n의 표준에 따라 시스템/소프트웨어 제품에 적용되어야 하며, 그 결과 측정값이 산출됩니다. 또한 품질 측정 및 평가에 대한 결정 기준은 ISO/IEC 2504n에 따라 정의되므로, 측정된 값을 결정 기준에 매핑하여 특성 및 하위 특성을 정량화하는 방법이 문제입니다. 각 하위 특성(및/또는 특성)에 대한 측정 결과 집합은 ISO/IEC 2502n에 정의된 측정 함수에 따라 얻을 수 있으며, 우리가 할 일은 하위 특성(또는 특성)에 속하는 각 측정 결과를 종합하여 하위 특성(또는 특성)의 정량화된 값을 얻는 것입니다. 마찬가지로 특정 특성에 대한 정량화된 값이 모두 준비되었다고 가정하면 최종 평가 값을 얻을 수 있습니다. 품질 평가에 사용되는 일반적인 정량화 기법에는 일반적으로 전문가 점수법, AHP(분석 계층 구조 프로세스) 방법, 퍼지 AHP 방법 등이 있습니다.

전문가 점수 방식은 전문가가 시스템/소프트웨어 제품의 특성(및/또는 하위 특성)을 개별적으로 검토하고 등급을 매기는 가장 간단한 방법입니다. 전문가 채점 절차가 끝나면 각 특성(및/또는 하위 특성)에 대한 점수를 통계 처리하고 특성(및/또는 하위 특성)에 대한 가중치 집합을 얻을 수 있습니다. 그러나 이 방법은 선정된 전문가, 특히 시스템/소프트웨어 제품에 대해 잘 알고 있는 전문가에게만 엄격하게 적용됩니다. 전문가가 소프트웨어에 익숙하지 않은 경우 많은 왜곡과 부정확성을 초래할 수 있습니다. 다음 공식을 사용하여 가중치를 구할 수 있습니다. 여기서  $s_{ij}$ 는  $j$  번째 전문가의  $i$  번째 특성(또는 하위 특성, 속성)에 대한 점수이고,  $K$ 는 전문가 수이며,  $T_i$ 는 평균 점수입니다. 따라서 가중치는 다음 식 (5)로 계산할 수 있습니다.

$$T_i = \frac{\sum_{j=1}^K s_{ij}}{K} \quad (4)$$

$$W_i = \frac{T_i}{\sum T_i} \quad (5)$$

가 발생할 수 있습니다. 따라서 정규화

여기에서는 표 I에 표시된 가중치를 구하는 예제를 제공합 니다.



표 I .전문가 점수 예시

특성	전문가										S	Ti	Wi
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
기능적 적합성	7	6	7	6	5	7	6	7	6	7	64	6.4	0.23
성능 효율성	4	3	4	4	4	5	4	5	4	5	42	4.2	0.15
호환성	2	2	2	2	2	3	1	2	2	2	20	2	0.07
사용성	2	2	1	1	2	1	3	1	1	1	15	1.5	0.05
신뢰성	6	7	6	6	7	6	7	6	7	6	64	6.4	0.23
보안	5	5	5	6	6	4	5	4	5	4	49	4.9	0.18
유지 관리 가능성	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	15	1.5	0.05
휴대성	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	11	1.1	0.04
합계	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	280	28	1.00

마찬가지로, 이 방법에서는 특성(또는 하위 특성의 각 속성)의 각 하위 특성의 가중치를 구할 수 있습니다. 따라서 측정된 값에 가중치를 부여하여 정량화된 평가 결과를 계산할 수 있습니다.

다기준 의사결정을 위한 AHP 기법은 1970년대 토마스 사티(Thomas L. Saaty)에 의해 개발되어 소프트웨어 공학 분야에서 널리 사용되어 왔으며, 보다 복잡한 문제를 목적(최상위 수준), 기준, 대안 등 세 가지 기본 계층으로 세분화하는 것을 기본으로 하지만, 이 구조를 더 세분화할 수 있습니다. 시스템/소프트웨어 제품 품질 모델의 경우 각각 1단계 기준, 2단계 기준 및 대안에 해당하는 특성, 하위 특성 및 속성에 따라 수준을 분류하고 최상위 수준은 시스템/소프트웨어 품질입니다. 계층 구조가 설정되면 계층 구조에서 상위 요소에 미치는 영향에 대해 다양한 요소를 한 번에 두 개씩 서로 비교하는 것으로 정량화 작업을 시작할 수 있습니다. AHP 방법의 결과는 계층 구조의 각 요소에 대한 수치적 가중치와 함께 관련 중요도 목록입니다. 마지막으로 가중치를 부여한 선형 조합을 수행하여 얻은 수치가 가중치로 정량화된 평가 결과를 얻을 수 있습니다. AHP 방법에서는 일관성 지수와 무작위 일관성 지수를 비교하거나 식 (6)에서와 같이 일관성 비율(CR) 파라미터가 정확도 향상과 대상 요인을 줄이는 데 중요합니다.

$$CR = CI/RI \quad (6)$$

여기서, CI는 식(7)에 의해 계산됩니다.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (7)$$

여기서  $n$ 은 행렬의 차원이고  $\lambda_{\max}$ 은 최대 고유값을 나타냅니다.

또한 Saaty가 계산한 무작위 일관성 지수는 표 II에 나와 있

표 II. 무작위 일관성 지수

$n$	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

CR이 10%보다 작거나 같으면 허용 가능한 일관성으로 간주할 수 있으며, CR이 10%보다 크면 주관적인 판단이 수정됩니다.

AHP 방법은 정량화된 평가를 쉽게 처리할 수 있는 수치로 변환하고, 비교할 수 없는 요소들을 합리적인 접근 방식으로 쌍으로 비교할 수 있다는 장점이 있습니다.

라르호벤이 개발한 또 다른 인기 있는 접근 방식은 퍼지 논리에 기반한 AHP의 확장으로, 퍼지 논리는 모호함이나 불확실성을 처리하는 데 사용됩니다. 중요한 문제는 매우 부정확하고 모호하며 모호한 정보로부터 명확한 결론을 유추하는 방법입니다. 고전적 논리는 시스템/소프트웨어 제품에 대한 높은 이해가 필요한 반면, 퍼지 논리는 시스템/소프트웨어에 깊이 들어가지 않고도 더 높은 수준의 추상화를 사용하여 복잡한 시스템/소프트웨어를 모델링할 수 있는 방법을 제공합니다. 소프트웨어 품질 특성 및 하위 특성을 정량화하는 절차는 일반적으로 퍼지화 및 디퍼지화 단계를 포함하며, 세부 단계는 [12]를 참고할 수 있습니다. 그 절차는 고전적인 다음을 포함하는 두 가지 측면을 제외한 AHP:

a) **판단 행렬**: 퍼지 쌍대비교 행렬: 이 방법에서 퍼지 척도에 대한 퍼지 쌍대비교 행렬은 두 요소를 비교하여 AHP 방법의 쌍대비교 행렬과 비교하여 구성되며, 이는 다음을 확장한 것입니다. 쌍별 비교 행렬입니다.

b) *상대적 중요도*: 퍼지 쌍별 비교 행렬에서 각 요소의 상대적 중요도를 도출하는 방법은 AHP와 다릅니다. 퍼지

AHP의 경우 쌍 현명한 비교를 위해 널리 사용되는 방법은 삼각형 및 사다리꼴 멤버십 함수로, AHP 방법과는 1~9 척도 차이가 있습니다.

정성적 평가에 적용된 AHP 방식이 직접 평가에 비해 정확도가 높으며, 정성적 판단이 수반되는 경우 더 나은 선택이라는 것이 여러 연구를 통해 입증되었습니다[13]. AHP 방법은 영향 요인이 적은 모호성이 적은 다기준 문제를 쉽게 처리하는 경향이 있지만, 복잡하고 모호하며 불확실한 문제에서는 퍼지 AHP가 AHP 방법보다 더 많은 이점을 얻을 수 있습니다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 ISO/IEC SQaRE 시리즈 표준을 기반으로 시스템/소프트웨어 품질 평가의 프레임워크를 제공하며, 품질 모델, 품질 측정, 품질 요구사항 및 평가 프로세스 간의 관계를 상세히 기술하고 있습니다. 또한 ISO/IEC 25040에 따른 기본적인 품질 평가 프로세스에 대한 분석이 제공됩니다. 또한 품질 평가에 적용되는 측정 기능에 대한 분석 및 제안이 제공됩니다. 마지막으로 품질 특성(및/또는 하위 특성)을 정량화하는 일반적인 기법과 측정값을 비교하여 설명합니다. SQaRE 시리즈 표준을 적절히 적용하면 시스템/소프트웨어 품질을 개선하고 효과적인 품질 관리 수단으로 활용할 수 있습니다.

#### 승인

저자들은 검토자들의 제안에 감사드립니다. 이 논문의 연구는 중국 국립자연과학재단[보조금 61502299], 상하이 과학기술위원회[보조금 15511107003 및 16511101202]의 지원을 받았습니다. 공지유는 또한 상하이 항해 프로그램[보조금 14YF1412700]의 후원을 받았습니다.

#### 참조

- [1] ISO/IEC 25000 시스템 및 소프트웨어 엔지니어링-시스템 및 소프트웨어 품질 요구 사항 및 평가(SQaRE)-SQaRE[S] 안내서.2014.
- [2] ISO/IEC 25010 시스템 및 소프트웨어 엔지니어링-시스템 및 소프트웨어 품질 요구 사항 및 평가(SQaRE)-시스템 및 소프트웨어 품질 모델[S].2011.
- [3] ISO/IEC 25012 소프트웨어 엔지니어링-소프트웨어 제품 품질 요구 사항 및 평가(SQaRE) - 데이터 품질 모델[S].2008.
- [4] ISO/IEC 25020 소프트웨어 엔지니어링-소프트웨어 제품 품질 요구 사항 및 평가(SQaRE)-측정 참조 모델 및 가이드[S].2007
- [5] ISO/IEC 25021 시스템 및 소프트웨어 엔지니어링-시스템 및 소프트웨어 품질 요구 사항 및 평가(SQaRE) - 품질 측정 요소[S].2012.
- [6] ISO/IEC 25022 시스템 및 소프트웨어 엔지니어링-시스템 및 소프트웨어 품질 요구 사항 및 평가(SQaRE)-사용 중인 품질 측정[S]. 2016.
- [7] ISO/IEC 25023 시스템 및 소프트웨어 엔지니어링-시스템 및 소프트웨어 품질 요구 사항 및 평가(SQaRE)-시스템 및 소프트웨어 제품 품질 측정[S]. 2016.
- [8] ISO/IEC 25030 소프트웨어 엔지니어링-소프트웨어 제품 품질 요구 사항 및 평가(SQaRE)-품질 요구 사항[S].2007.
- [9] ISO/IEC 25040 시스템 및 소프트웨어 엔지니어링-시스템 및 소프트웨어 품질 요구사항 및 평가(SQaRE)-평가 프로세스[S]. 2011.
- [10] ISO/IEC 25041 시스템 및 소프트웨어 엔지니어링-시스템 및 소프트웨어 품질 요구사항 및 평가(SQaRE)-개발자, 인수자 및 독립 평가자를 위한 평가 가이드[S].2012
- [11] Kazuhiro ESAKI, 시스템 품질 요구 사항 및 평가- ISO/IEC25000 시리즈 적용의 중요성, 엔지니어링 관리에 대한 글로벌 관점, 2권 2호. 2, pp. 52-59, 2013.
- [12] P. J. M. Laarhoven and W. Pedrycz, Saaty의 우선 순위 이론의 퍼지 확장, 퍼지 집합 시스템, 11권, 229-241쪽, 1983.
- [13] Alessio Ishizaka, 신규 공급업체 선정 및 성과 분석을 위한 퍼지 로직, AHP, FAHP 및 하이브리드 퍼지 AHP의 비교, 국제 통합 공급 관리 저널, 9(1/2), 1-22, 2014.

