

개발산출물의 신뢰성 측정을 위한 메트릭의 제안과 평가

남 기 현[†] · 한 판 암^{††} · 양 해 술^{†††}

요 약

소프트웨어는 갈수록 대규모화, 다기능화되는 방향으로 발전하고 있다. 더불어 소프트웨어에 관한 사용자의 요구 수준도 높아지고 있으며 특히 소프트웨어의 품질에 대한 요구는 지속적으로 높아지고 있다. 이러한 사용자의 요구를 만족시킬 수 있는 방안들이 다양한 관점에서 연구되고 있다. 그 중에서도 소프트웨어의 품질평가를 통해 그 결과를 개발자에게 피드백함으로써 소프트웨어의 품질을 향상시키려는 관점에서 품질평가 체계 및 방법론에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 소프트웨어의 품질에 관한 국제표준인 ISO/IEC 9126의 품질특성 중 신뢰성에 대한 품질특성, 부특성, 내부특성의 체계에 따른 메트릭과 품질측정표를 개발함으로써 관련 내부특성의 품질평가를 통해 신뢰성에 대한 평가 결과를 산출할 수 있는 체계를 확립하고 내부특성을 이용하여 개발산출물에 대해 평가한 결과를 제시하였다.

Proposal and Evaluation of Metrics for Measurement of Documents Reliability

Ki-Hyun Nam[†] · Pan-Am Han^{††} · Hae-Sool Yang^{†††}

ABSTRACT

Software is developing toward having more large scale and many functions day by day. Also, user's requirements level for software is being high, especially, requirements for software quality is being high continuously. Methods which can satisfy such user's requirements is being studied in various viewpoint. First of all, study about quality evaluation system and methodology is energetically in progress in viewpoint to improve quality of software by feed-back software quality evaluation result to developers.

In this paper, we define metrics according to a system and developed quality measurement tables according to internal characteristics system of quality characteristics, subcharacteristics, internal characteristics for reliability between quality characteristics of international standard, ISO/IEC 9126 about software quality. And we propose evaluation results about development products using internal characteristics.

키워드 : 개발산출물(Document), 신뢰성(Reliability), 품질평가 메트릭(Quality Evaluation Metrics)

1. 서 론

컴퓨터의 등장과 더불어 소프트웨어 또한 지속적으로 발전해 왔다. 그로 인해 업무 처리는 더욱 고속화되고 더 이상 컴퓨터를 사용하지 않는 업무처리는 상상할 수 없는 현실이 되었다. 이제 전문가들뿐만 아니라 일반 사용자들도 제3자가 개발한 소프트웨어를 구입·활용하는 시대가 되었으며 어떤 소프트웨어를 선택할 것인가가 매우 중요한 문제로 부각되었다. 개발자의 입장에서도 사용자가 요구하는 최적의 소프트웨어를 개발하기 위해 사용자의 요구를 최대한 반영하는 소프트웨어의 개발이 중요시되고 있으며 사용자의 인식이 높아짐에 따른 요구변화도 수용할 수 있는 자

세가 필요하다.

사용자가 컴퓨터를 이용함으로써 기대하는 것은 신속한 일처리와 정확한 결과를 얻을 수 있다는 점이다. 컴퓨터의 신속성은 어떤 알고리즘을 사용하는가에 따라 좌우될 수 있지만 하드웨어의 급속한 발전을 통해서도 충분히 해결되고 있는 추세이다. 그러나 정확성 즉, 소프트웨어의 품질은 적절한 개발방법론의 사용과 고품질 소프트웨어 확보를 위한 노력을 통해서만 얻을 수 있는 것이다.

개발된 소프트웨어는 오류 수정이나 기능 향상을 위해 지속적으로 버전업되며 이러한 유지보수에 관련된 비용이 차지하는 비율은 소프트웨어 생명주기의 80%를 초과하고 있다. 따라서 소프트웨어의 품질에 대한 중요성이 더욱 부각되고 있는 실정이다[5, 7].

그러나 현재 국내에서는 아직까지 실용화하기에 적합한 수준의 품질평가 절차나 방법론에 대한 정립이 미흡한 실

† 종신회원 : 수원과학대학 전자계산과 교수
†† 종신회원 : 경남대학교 컴퓨터공학과 교수
††† 종신회원 : 호서대학교 벤처전문대학원 교수
논문접수 : 2001년 5월 11일, 심사완료 : 2001년 5월 30일

정이며 국제적으로도 품질특성에 관한 표준 ISO/IEC 9126 이 정의되어 있으나 실용화하여 소프트웨어의 품질평가에 적용할 수 있는 세부단계의 수준까지 체계화되어 있지 못하며 현재 품질특성을 세분화하여 정량적으로 측정할 수 있는 실용적인 메트릭에 관해 연구가 진행되고 있다[10, 11, 13-15].

국제품질표준 ISO/IEC 9126은 품질특성으로 기능성, 신뢰성, 사용성, 효율성, 보수성, 이식성의 6항목을 정의하고 있다. 본 연구에서는 품질 주특성 중의 하나인 신뢰성에 초점을 맞추어 신뢰성을 세분화한 품질부특성인 성숙성, 결합 허용성, 회복성에 대한 메트릭을 정의하고 이러한 메트릭을 관련된 내부특성과 연계하여 품질측정표를 작성하여 이용하는 효율적인 방법으로 생명주기 단계별 산출물에 대한 신뢰성 품질을 측정할 수 있는 방안을 기술하였다. 즉, 본 논문의 제2장에서는 소프트웨어의 품질과 관련된 연구와 문제점에 대해 기술하였으며, 제3장에서는 개발산출물을 바탕으로 신뢰성을 측정하기 위한 메트릭과 관련 품질측정표를 통한 품질 측정 방법을 기술하였으며, 제4장에서는 품질측정표를 실제 프로젝트의 개발산출물의 품질 측정에 적용한 사례를 기술하고 문제점과 개선방안을 제시한 예를 기술하였다. 그리고 제5장에서는 결론 및 향후 연구 과제를 통해 본 연구에서 미해결 과제로 남은 사항과 향후 지속적으로 연구되어야 할 사항을 고려해 보았다.

2. 소프트웨어 품질 관련 연구 및 문제점

소프트웨어의 품질에 관한 의식은 일반적으로 다음과 같은 과정에 따라 점진적으로 발전해 간다[11, 15].

1) 품질무의식 시대

품질을 의식하지 않고 소스코드 개발만을 중시하는 시기로 CMM Level 1이나 SPICE Level 0에 해당하는 시기이다. 작업의 우선 순위가 계획되지 않고 관리되지 않아 공정이 위기에서 위기로 이어지는 시기이다.

2) 품질문제 표면화 시대

품질관리 활동의 목적이나 절차를 어느정도 이해하는 시기로 오류를 빈번하게 체험하게 되며 CMM Level 2나 SPICE Level 1-2에 해당한다. 비용, 일정, 기능성 추적을 위한 기본 프로젝트 관리 공정이 자리잡기 시작하는 시기로 제품 품질은 경우에 따라 가변적이다.

3) 체계적 품질관리 시대

공정과 제품의 품질개선에 몰두하는 시기로 조직적이고 체계적인 품질관리를 실시하여 어느정도 효과를 보게되며

CMM Level 3-4나 SPICE Level 3-4에 해당한다. 모든 프로젝트에 대해 문서화하고 소프트웨어 공정과 제품이 계량적으로 이해되고 관리되는 시기이다.

4) 자발적 품질관리 시대

스스로 업무개선에 몰두하여 효과를 얻는 시기로 개발자, 관리자, 사용자가 만족하는 품질관리 방법론이 정착되며 CMM Level 5나 SPICE Level 5에 해당한다. 지속적인 공정개선을 위해 정량적인 기초가 사용되며 공정 개선과 자동화를 위한 지속적인 자본 투자가 이루어지는 시기이다.

이러한 품질 의식의 발전과정에 비추어 볼 때 국내의 실정은 품질문제 표면화시대에서 체계적 품질관리시대로 넘어가는 과도기적 성격을 띄고 있다고 할 수 있다. 즉, 품질관리의 중요성에 대한 인식은 높아지고 있으나 아직까지 소프트웨어 품질관리체계에 대해 생명주기 단계별로 체계적인 지원 시스템이나 품질관리 방법론이 제대로 정립되어 있지 못한 것이 현실이다.

2.1 소프트웨어 품질관련 연구의 동향

소프트웨어 품질에 관련된 연구는 크게 제품 평가를 위한 표준에 관한 연구 동향과 표준을 기초로 하는 메트릭과 품질 측정표의 개발 및 이들을 수용하고 있는 평가 도구의 개발을 들 수 있다. 전반적인 연구 동향은 다음과 같이 요약할 수 있다[13, 14].

- 소프트웨어 프로젝트 평가에 관한 국제표준으로서 정의된 ISO 14598과 ISO/IEC 9126 및 관련 품질부특성, 내부특성
- 국제표준의 외부특성에 관한 실용적 차원의 연구로서 사용자 관점의 메트릭과 품질측정표 개발
- 국제표준의 내부특성에 관한 실용적 차원의 연구로서 개발자 관점의 메트릭과 품질측정표의 개발
- 소프트웨어 생명주기 단계별 품질평가 지원도구의 개발에 관한 연구
- C, C++ 등의 소스 프로그램을 대상으로 품질평가를 실시하는 자동화 도구의 개발

2.2 관련 연구의 문제점

소프트웨어의 품질에 관련된 기존 연구의 문제점은 다음과 같이 국제표준, 메트릭, 생명주기 공정, 생명주기 단계별 연계, 프로세스 관련 분야로 구분하여 살펴볼 수 있다.

2.2.1 국제표준 및 품질특성에 관한 모델

소프트웨어 제품 평가를 위한 국제표준으로서 ISO 14598과 ISO/IEC 9126이 정의되어 있으나 품질특성, 부특성, 내부

특성의 체계에 따른 개념적인 정의를 확립하는 수준이므로 실용화하여 소프트웨어 제품을 대상으로 평가 업무에 적용할 수 있으려면 지속적인 연구를 통해 실용적인 세부 사항들을 개발하고 시험 적용을 통해 객관성과 타당성을 검증할 필요가 있다. 향후 실용화하여 적용할 수 있는 수준으로 연구 개발이 이루어지는 경우에도 다양한 유형의 소프트웨어에 대한 적용을 위해 유형별 평가 기준 등이 정의되어야 하며 세부 사항 및 평가 기준 등에 관한 표준화 문제 또한 매우 중요한 문제라 할 수 있다.

2.2.2 품질 측정 메트릭 및 툴킷

생명주기 단계 중 구현단계의 소스 코드에 대한 평가 메트릭이 주를 이루고 있으며 구현된 툴킷의 경우에도 소스 코드를 바탕으로 하는 경우가 많다. ISO/IEC 9126에 관련된 메트릭의 경우에는 개략적인 수준의 메트릭만이 정의되어 있으며 프로젝트의 개발산출물에 대한 실질적인 적용을 위해서는 기본적인 메트릭을 상세한 수준으로 전개하여 적용해야 할 필요성이 제기된다. 이로 인해 객관성과 표준화의 문제가 발생할 수 있다.

2.2.3 분석/설계 단계의 품질 고려

소프트웨어의 품질은 생명주기 초기 단계일수록 많은 영향을 미치게 되면 초기 단계의 오류는 후기 단계에 더 많은 오류를 유발할 수 있다. 결국, 초기단계의 품질을 향상시킬 수 있다면 프로젝트 전반부에서 오류 발생 가능성을 최소화할 수 있으며 오류발생에 따른 유지보수도 훨씬 용이해질 수 있다.

2.2.4 프로세스의 능력 평가

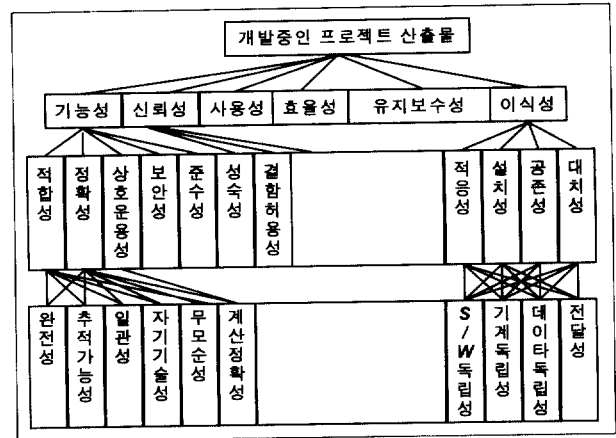
소프트웨어를 개발하기 위한 프로세스의 능력을 정량적으로 평가하기 위해 필요한 평가 척도와 측정 방법으로 구성된 프로세스 능력평가 메트릭에 대해 명확히 정의되지 않고 있다. 즉, 지금까지 소프트웨어 프로세스 능력은 소프트웨어 제품의 품질을 평가한 결과를 기초로 간접적으로 평가되어 왔다. 현재, 소프트웨어 프로세스가 가지는 종합적인 능력을 직접적으로 평가, 개선하도록 하는 방법으로 CMM, SPICE, Bootstrap, ISO9000-3의 모델이 활용되고 있다.

3. 신뢰성에 관한 품질 메트릭과 측정표

소프트웨어 개발산출물에 관한 신뢰성을 측정하기 위해 ISO/IEC 9126의 품질특성 항목 중 하나인 신뢰성에 대해 관련 품질부특성 및 내부특성의 체계를 바탕으로 품질평가 메트릭과 품질측정표를 구축할 수 있다.

ISO/IEC 9126은 품질특성 6항목과 품질부특성 21항목을

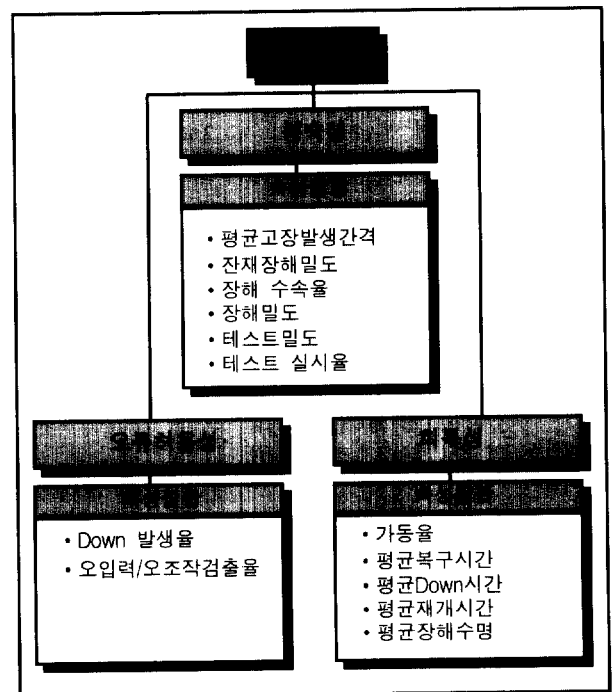
정의하고 또한, 관련 내부특성 40항목을 구성하고 있다. 이들은 서로 밀접하게 단계적으로 유기적인 관련성을 가지고 있으며 (그림 1)에 관련도를 나타내었다. 이러한 관계에 따라 품질부특성의 메트릭으로부터 직접 품질특성을 평가하거나, 내부특성을 평가한 후 (그림 1)의 관계에 따라 상향식으로 품질특성을 산출한다.



(그림 1) 품질특성, 부특성, 내부특성의 관계

3.1 외부특성 관점에서의 신뢰성 측정

신뢰성은 (그림 2)와 같이 명시된 조건하에서 명시된 기간, 소프트웨어의 실행 레벨을 유지하기 위한 능력을 나타내는 속성의 집합을 의미하며 그 부특성으로 성숙성, 결함허용성, 회복성으로 구성되며 부특성에 대한 정의는 다음과 같다.



(그림 2) 신뢰성 메트릭의 구조

① 성숙성(Maturity)

소프트웨어 내의 결함으로 인한 고장을 피해가는 소프트웨어 제품의 능력

② 결함허용성(Fault Tolerance)

소프트웨어 장애, 또는 사양화된 인터페이스를 유지하지 않는 경우에 사양화된 실행 수준을 유지하기 위한 능력을 가지는 속성

③ 회복성

고장시에 소프트웨어의 실행 수준을 재확인하여 직접적으로 영향을 받는 데이터를 회복하기 위한 능력과 필요한 시간을 가지는 속성

3.1.1 성숙성의 메트릭

성숙성은 소프트웨어 내의 결함으로 인한 고장을 피해가는 소프트웨어 제품의 능력으로 정의되며 <표 1>과 같은 메트릭을 구성하였다.

<표 1> 성숙성의 메트릭

속성집합	정의	측정식
1. 평균 고장 발생 간격	일정 시간내에서 단말을 사용한 시간이 차지하는 비율	• Tf / Fn Tf : 소프트웨어의 총가동 시간 Fn : 관측된 고장 발생건수
2. 잔재 장애 밀도	보수자의 고장해석 결과 평가대상 소프트웨어에 오류가 있다고 관측된 고장 건수에 대하여 엔드유저가 올바르게 오류부분을 식별가능한 고장 건수의 비율	• Fn / Qt Fn : 최종성과물에 포함된 장애건수 Qt : 최종성과물의 량
3. 장애 수축율	S/W 테스트에서 장애발견과정을 계측발견 장애수와 테스트 시간과의 관계로 추적한 신뢰도 성장곡선이 어느정도인지를, 그 신뢰도 성장곡선이 포화점에 가장 근접한 시점을 평가시점으로 총발견 장애수의 경우로 나타내는 것	• Tn / Pf Tn : 총추출 장애수 Pf : 신뢰도 성장곡선의 포화점
4. 장애 밀도	S/W 생산에서 성과물(소스코드나 문서) 단위량당 포함되는 장애 건수	• Fn / Qp Fn : 장애건수 Qp : 성과물 량
5. 테스트 밀도	S/W 생산에서 성과물(소스코드나 문서) 단위량당 실행되는 테스트 량	• Qt / Qp Qt : 테스트 량 Qp : 성과물 량
6. 테스트 실시율	S/W 테스트 개시시에 예정되어 있던 테스트의 총량에 대하여 실제로 실행된 테스트의 량을 비율로 나타낸 것	• Qt / Qpt Qt : 실시된 테스트 량 Qpt : 예정된 테스트 량

3.1.2 결함허용성의 메트릭

결함허용성은 명세된 인터페이스의 위반 혹은 소프트웨어 결함이 발생했을 때 명세된 성능 수준을 유지할 수 있는 소프트웨어 제품의 능력으로 정의되며 <표 2>와 같은 메트릭들을 구성하였다.

<표 2> 결함허용성의 메트릭

속성집합	정의	측정식
1. Down 발생률	소프트웨어 시스템의 가동중에 관측된 고장중 소프트웨어 시스템의 Down에 이르는 것의 비율	• Nd / Nf Nd : 발생한 Down 횟수 Nf : 발생고장건수
2. 오입력/오조작 검출율	소프트웨어 시스템의 사용자에게서 인식되어 기록된 오입력/오조작중, 소프트웨어 체크 기능에 의해서 검출된 것의 비율	• Ne / Nr Ne : 검출된 오입력/오조작의 수 Nr : 기록된 오입력/오조작의 수

3.1.3 회복성의 메트릭

회복성은 고장 발생시 명세된 성능 수준을 재 유지하고 직접적으로 영향 받은 데이터를 복구하는 소프트웨어 제품의 능력으로 정의되며 <표 3>과 같은 메트릭을 구성하였다.

<표 3> 회복성의 메트릭

속성집합	정의	측정식
1. 가동율	S/W시스템이 특정 Instruction에서 일정의 관측기간중에 가동상태였던 경우	• To To : 가동 상태였던 총시간수
2. 평균 복구 시간	S/W시스템이 특정 instruction에서 일정의 관측기간중에 Down에 의해서 비가동상태로 된 경우 Down 1회당 소프트웨어 시스템의 복구시간수(Down 발생에서 처리의 재발까지의 시간)	• Tr / Nd Tr : 복구에 필요한 총시간수 Nd : 관측된 Down 횟수
3. 평균 Down 시간	SW시스템이 특정 Instruction에서 일정 관측 기간중에 Down에 의해서 비가동상태였던 경우 Down 1회당 소프트웨어 시스템의 정지시간	• Tno / Nd Tno : 비가동상태였던 총시간수 Nd : 관측된 Down 횟수
4. 평균 재개 시간	S/W시스템에서 일정의 관측기간중에 Down에 의해서 비가동상태였던 경우의 Down 1회당 소프트웨어 시스템의 재개소요시간(Down 후의 재가동에서 정상상태로 복구하기까지의 시간)	• Tre / Nd Tre : 재개에 필요한 총시간수 Nd : 관측된 Down의 횟수
5. 평균 장애 수명	S/W시스템의 가동중에 관측된 미지의 장애가 분석되어 그 원인인 장애가 완전히 수정되기까지 필요한 평균시간	• Ter / Ne Ter : 장애수정에 필요한 총시간수 Ne : 관측중에 수정된 장애의 총건수

3.2 신뢰성에 관련된 내부특성의 측정

품질특성인 신뢰성과 관련된 내부특성과의 관계를 (그림 3)에 나타내었다. 신뢰성에 관련된 품질부특성인 성숙성, 결함허용성, 회복성은 각각 내부특성들과 특정한 강도에 따른 관련성을 가지고 있다. 이들 관련성을 강한 관계, 보통 관계, 약한 관계의 3레벨로 구성하여 (그림 3)과 같이 관련 품질 내부특성과의 관계를 나타낼 수 있다. 이러한 강도의 강중약에 품질 평가 과정에서 적절한 가중치가 결정된다.

신뢰성에 관련된 내부특성들에 대해 메트릭을 정의함으로써 품질평가에 활용할 수 있다. 즉, 신뢰성에 관련된 품질부 특성별로 관련 내부특성들에 대한 메트릭을 이용하여 품질을 측정하고 관련 강도에 따른 가중치를 적용하여 품질부 특성과 내부 메트릭의 관계에 따라 평가 결과를 집계함으로써 품질부 특성에 대한 결과를 산출할 수 있으며 품질부 특성과 품질특성의 관계에 따라 품질특성의 결과가 집계될 수 있다.

품질특성 품질부특성 내부특성	보수성		
	성숙성	결함허용성	회복성
1. 완전성	◎	△	△
2. 추적가능성	◎	△	△
3. 일관성	◎	○	◎
4. 자기기술성	◎		◎
⋮	⋮	⋮	⋮
11. 액세스감사성			◎
12. 견고성		◎	○
13. 무결성		◎	○
14. 모듈성	◎		◎
15. 단순성	◎		◎
16. 계측성			◎
⋮	⋮	⋮	⋮
40. 전달성			

◎: 강한 관계 ○: 보통 관계 △: 약한 관계

(그림 3) 신뢰성에 대한 외부특성과 내부특성의 관계

1) 성숙성에 관련된 메트릭

개발자 중심의 품질평가 메트릭인 내부특성에 관한 메트릭 중 성숙성과 관련성을 갖는 메트릭에 대해 <표 4>에 개발된 메트릭의 수와 메트릭의 예를 부분적으로 나타내었다.

<표 4> 성숙성에 관련된 메트릭 개발 내역

내부특성	개발 메트릭수	메트릭 예	계산식
완전성	2	기능 실현율	$\frac{\text{사용자의 요구항목}}{\text{요구사항서에 기술된 기능항목수}}$
	
추적가능성	5	기능 전개율	$\frac{\text{현단계의 설계서에 기술되어 있는 기능항목수}}{\text{전단계 설계서에 기술되어 있는 기능항목수}}$
	
일관성	6	설계표준	설계 표준의 유무 또는 수
		표준양식	표준 양식 수
자기기술성	5	주석율	$\frac{\text{주석 행수}}{\text{모든 소스코드 행수}}$
	
모듈성	1	기능적 모듈율	$\frac{\text{기능적 모듈 수}}{\text{모든 모듈 수}}$
		데이터 결합모듈율	$\frac{\text{데이터 결합 모듈 수}}{\text{모든 모듈의 수}}$
단순성	7
	

2) 결함허용성에 관련된 메트릭

다음은 결함허용성과 관련을 갖는 메트릭에 대해 <표 5>에 나타내었다.

<표 5> 결함허용성에 관련된 메트릭 개발 내역

내부특성	개발 메트릭수	메트릭 예	계산식
완전성	2	기능 실현율	$\frac{\text{사용자의 요구항목}}{\text{요구사항서에 기술된 기능항목수}}$
	
추적가능성	5	기능 전개율	$\frac{\text{현단계의 설계서에 기술되어 있는 기능항목수}}{\text{전단계 설계서에 기술되어 있는 기능항목수}}$
	
일관성	6	설계표준	설계 표준의 유무 또는 수
	
견고성	1	오조작 회피율	$\frac{\text{허용되는 오조작의 수}}{\text{예상되는 오조작의 수}}$
	
무결성	2	시스템 이상대처율	$\frac{\text{시스템 이상에 대한 대처 기능수}}{\text{모든 모듈의 수}}$
	

3) 회복성에 관련된 메트릭

다음은 회복성과 관련된 메트릭에 대해 <표 6>에 나타내었다.

<표 6> 회복성에 관련된 메트릭 개발 내역

내부특성	개발 메트릭수	메트릭 예	계산식
완전성	2	기능 실현율	$\frac{\text{사용자의 요구항목}}{\text{요구사항서에 기술된 기능항목수}}$
	
추적가능성	5	기능 전개율	$\frac{\text{현단계의 설계서에 기술되어 있는 기능항목수}}{\text{전단계 설계서에 기술되어 있는 기능항목수}}$
	
일관성	6	설계표준	설계 표준의 유무 또는 수
	
자기기술성	5	주석율	$\frac{\text{주석 행수}}{\text{모든 소스코드 행수}}$
	
액세스감사성	2	액세스정보 기록율	$\frac{\text{액세스시 기록되는 정보수}}{\text{기록되어야 할 정보수}}$
	
견고성	1	오조작 회피율	$\frac{\text{허용되는 오조작의 수}}{\text{예상되는 오조작의 수}}$
	
무결성	2	시스템이상 대처율	$\frac{\text{시스템 이상에 대한 대처 기능수}}{\text{모든 모듈의 수}}$
	
모듈성	1	기능적 모듈율	$\frac{\text{기능적 모듈수}}{\text{모든 모듈수}}$
	

이상과 같은 메트릭들 중에서 추적가능성의 메트릭에 관

한 예를 <표 7>에 나타내었다.

<표 7> 추적가능성에 관한 매트릭

속성집합	정의	측정식
1. 기능 전개율	전단계의 설계서에 기술되어 있는 기능이 현단계의 설계서에 전개되어 있는 비율	$Rfd = Ncs/Nps$ Ncs : 현단계의 설계서에 기술되어 있는 기능 항목수 Nps : 전단계 설계서에 기술되어 있는 기능항목수
2. 검증 가능성	어떤 공정에서 기술된 사항이 다음 공정에서도 기술되어 있는 것을 체크한 조건 중 실제로 추적 가능한 비율	$Pv = Ntp/Nc$ Ntp : 추적가능 건수 Nc : 체크 항목수
3. 요구기능 추적율	사용자의 요구에 대하여 기능사양서의 어느 기능에서 실현되는지 대응 가능한 요구의 비율	$Rdp = Ncc/Nud$ Ncc : 대응된 요구수 Nud : 사용자의 모든 요구수
4. 기능/프로그램 추적율	기능사양서에 기술한 기능에 대하여 프로그램의 어느 모듈에서 실현되어 있는지 대응 가능한 기능의 비율	$Rfp = Ncf/Naf$ Ncf : 대응된 기능수 Naf : 기능사양서의 모든 기능수
5. 데이터 강도	물리 데이터 구조가 논리 데이터 구조와 잘 대응되고 있는지에 대한 비율	$Pd = Nld/Nad$ Nld : 논리적 강도의 데이터 수 Nad : 모든 데이터 수

3.3 내부특성 매트릭의 품질측정표

신뢰성에 관한 품질부특성 중 성숙성의 품질을 측정하기 위해서는 관련된 내부특성에 대한 품질측정표를 이용한다. 관련된 내부특성은 (그림 3)에 나타나 있는 것처럼 완전성, 추적가능성, 일관성, 자기기술성, 단순성, 계측성의 6가지이다. 이러한 내부특성들에 대한 매트릭을 바탕으로 상세화, 구체화하여 체크리스트를 구성함으로써 편리한 방법으로 효율적인 품질 측정 및 평가를 할 수 있다. 신뢰성에 관련된 매트릭 중에서 추적가능성에 관한 품질측정표를 <표 8>에 나타내었다. 체크리스트의 각 세부항목은 해당 요소데이터로 이루어진 계산식에 의해 평가된다. 요인항목과 세부항목은 중요도에 따라 가중치를 가지며 관련항목들의 가중치 합은 1이 된다. 세부항목과 해당 가중치를 곱한 결과를 합산한 것이 요인항목에 대한 평가 결과가 되며, 요인항목의 값과 해당 가중치를 곱한 결과를 합산한 것이 신뢰성에 관한 품질부특성인 성숙성의 평가 결과가 된다.

품질측정표를 구성하는 각 요소중 개발 산출물로부터 1차적으로 추출하여 측정할 수 있는 항목을 요소데이터라고 하며 각 세부항목의 값은 요소데이터로 구성된 수식을 이용하여 산출된다. 추적가능성의 각 세부항목에 관한 요소데이터와 계산식은 <표 9>와 같으며 계산식에 의해 세부항목은 0과 1사이의 값을 가지고 평가 결과를 백분율로 변환하여 세부항목의 평가 결과가 계산된다.

<표 8> 추적가능성의 품질측정표

일관성	요인 항목	세 부 항 목	평가 (예)	비 고
1. 설계서의 표준/규약을 일관성 있게 준수 하고 있는 가?(0.3)	PDi1 : 코딩된 프로그램이 표준/규약에 어느정도 일관성있게 제공되었는가? (0.6)		79.5	요소 데이터와 계산식으로 도출(<표 9> 참조)
		PDi2 : 코딩된 프로그램 표준/규약을 준수하는 기능들이 어느 정도 제공되는가? (0.4)	83.2	상 동
2. 코딩된 모듈과 자료의 명칭이 일관성이 있는 가?(0.3)	PDi3 : 모듈과 자료에 명칭을 부여하기 위한 표준 지침이 준비되어 있는가? (0.6)		75.4	상 동
		PDi4 : 모듈과 자료의 명칭부여에 대한 일관성은 어느정도인가? (0.4)	73.7	상 동
3. 오류통보와 응답 형식에 일관성이 있는가?(0.2)	PDi5 : 오류통보 메시지 관리를 위한 기능이 어느정도 제공되는가? (0.6)		73.8	상 동
		PDi6 : 오류통보에 대한 응답형식의 일관성은 어느정도인가? (0.4)	72.5	상 동
4. 조속기술 요령에 일관성이 있는가? (0.2)	PDi7 : 주석기술 요령에 대한 표준 지침이 준비되어 있는가? (0.6)		77.2	상 동
		PDi8 : 주석기술의 일관성은 어느정도인가? (0.4)	81.3	상 동
총 계 : $0.3 * 80.98 + 0.3 * 74.72 + 0.2 * 73.28 + 0.2 * 78.84 = 77.13$				

(주) 괄호 안의 수는 각 항목별 가중치

<표 9> 추적가능성의 요소데이터와 계산식

세부항목	요소데이터를 이용한 계산식
PDi 1	$\frac{\text{표준/규약을 일관성있게 지원하는 기능수}}{\text{구현된 기능수}}$
PDi 2	$\frac{\text{표준/규약을 준수하는 기능수}}{\text{구현된 기능수}}$
PDi 3	표준지침의 보유 정도
PDi 4	$\frac{\text{일관성있게 명칭이 부여된 기능수}}{\text{구현된 모든 기능수}}$
PDi 5	$\frac{\text{오류통보 메시지 관리 기능수}}{\text{관리에 대한 모든 기능수}}$
PDi 6	$\frac{\text{오류 메시지를 일관성있게 제공하는 기능수}}{\text{오류 메시지를 제공하는 기능수}}$
PDi 7	주석 기술에 대한 표준 지침의 제공 여부
PDi 8	$\frac{\text{일관성있게 주석이 된 기능수}}{\text{주석이 된 모든 기능의 수}}$

4. 신뢰성의 측정과 평가 사례

신뢰성 측정을 위한 대상 업무는 H사에서 개발한 정보시스템으로서 회사 전체의 토탈시스템, 고객 목표에 부응하는 현장 중심 시스템, 지역/본사 연결 재무 종합 시스템의 구

측 등이다. 따라서 본 장에서는 위와 같은 목적에 부합하면서 신뢰성에 관한 내부특성 메트릭의 타당성을 입증하기 위하여 구현단계 산출물을 이용하여 품질을 측정하고 평가한 사례를 기술하고 문제점과 개선 방안에 대하여 논하였다.

4.1 평가 대상 업무의 구성

개발중인 프로젝트는 BKG/DOC, Pricing, Sales ADM, Space control, Equipment 등으로 구성되어 있으며 이러한 각 부문에 대한 업무별 구현단계 산출물에 대한 품질측정과 평가를 수행하였다.

4.2 업무별 평가 결과

평가의 대상이 되는 프로젝트가 영업 및 물류 업무 전산화에 관한 통합적이고 고신뢰성을 요구하는 시스템인 만큼 본 연구에서 제안한 메트릭과 품질측정표 즉, 범용적인 시스템 품질평가 요소들뿐만 아니라 개발 목적에 적합한 평가요소들을 추가하여 평가하였다. 본 절에서는 H사의 프로젝트에 대해 각 업무별로 신뢰성 품질측정 결과를 기술하고 문제점과 해결 방안을 제시하였다.

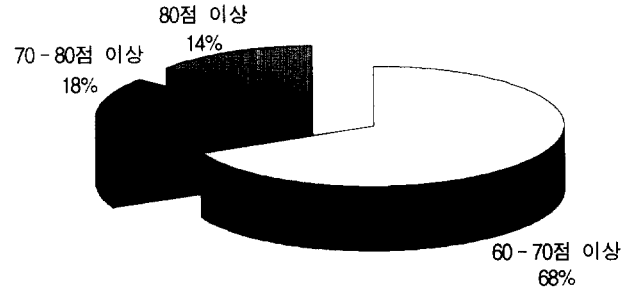
4.2.1 내부특성의 평가 결과

먼저 내부특성에 대한 품질 측정 및 평가를 위해 <표 8>과 같은 내부특성에 대한 품질측정표를 이용하여 신뢰성과 관련된 내부특성에 대한 요소데이터를 측정하고 관련 내부특성 품질측정표의 평가 체계에 따라 <표 10>과 같은 측정 결과를 얻을 수 있었다. 측정 결과를 통해 각 업무별 신뢰성 관련 내부특성에 대한 득점 및 상대적으로 취약한 내부특성을 파악할 수 있다.

<표 10> 신뢰성 관련 내부특성의 평가 결과

특성	내부 특성	BKG/DOC	Pricing	Sales ADM	Space Ctrl	Equipment
신뢰성	완전성	84.0	89.2	85.2	84.8	87.6
	추적가능성	70.0	70.0	67.0	70.0	60.0
	일관성	81.0	77.8	79.0	81.0	77.8
	자기기술성	71.0	65.4	69.2	70.4	65.4
	액세스감사성	64.6	60.0	62.8	64.6	60.0
	견고성	67.2	67.2	64.2	67.2	67.2
	무결성	63.0	70.0	63.0	63.0	60.0
	모듈성	62.4	62.4	62.4	62.4	63.6
	단순성	67.2	67.8	64.8	67.2	64.8
계측성	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	

특히, 전체 업무에 대해 내부특성인 완전성이 전반적으로 80점 이상을 얻어 다른 내부특성들에 비해 상대적으로 높은 점수를 획득한 것을 알 수 있다. 그러나 전반적으로 60~70점 대 사이의 저조한 수준을 보이고 있으며 결과적으로 내부특성의 결과를 이용하여 집계되는 품질특성의 결과가 만족한 수준에 이르지 못함을 어느 정도 예측할 수 있다. (그림 4)에 점수대별 분포에 대해 나타내었다.



(그림 4) 내부특성 측정 결과의 분포

<표 11>에는 내부특성 간의 상관관계를 나타내었다. 품질특성에서 부특성, 내부특성으로 세분화되면서 각 특성간의 공통점을 가능한한 배제하는 방향으로 진행되기 때문에 내부특성 간의 상관관계가 높은 경우는 총 45개 관계중 9개 정도에 그치고 있다.

<표 11> 내부특성 간의 상관관계

	완전성	추적가능성	일관성	자기기술성	액세스가능성	견고성	무결성	모듈성	단순성	계측성
완전성	1	-0.307	-0.890	-0.961	-0.943	0.248	0.529	0.372	0.054	0.785
추적가능성		1	0.579	0.554	0.569	0.052	0.629	-0.954	0.809	0.335
일관성			1	0.962	0.978	0.111	-0.255	-0.528	0.377	-0.583
자기기술성				1	0.992	-0.190	-0.287	-0.595	0.190	0.562
액세스가능성					1	-0.097	-0.281	-0.581	0.252	0.532
견고성						1	0.121	0.250	0.604	0.250
무결성							1	-0.574	0.690	-0.121
모듈성								1	-0.604	-0.250
단순성									1	0.325
계측성										1

상관계수가 음수이면 음의 상관관계, 양수이면 양의 상관관계를 갖고 있으며, 상관계수가 0이면 상관관계가 없는 것이다. 상관계수의 범위는 -1~1 사이에 있으며 부호는 상관관계의 방향을, 상관계수의 절대치는 관계의 정도를 나타낸다. 상관계수값에 대한 해석은 다음과 같다.

< 0.2 : 관계가 거의 없는 경우
0.2 ~ 0.4 : 낮은 상관관계
0.4 ~ 0.7 : 비교적 높은 상관관계
0.7 ~ 0.9 : 높은 상관관계
> 0.9 : 매우 높은 상관관계

4.2.2 품질부특성과 품질특성의 결과 집계

<표 12>는 신뢰성 관련 내부특성에 대한 측정 결과를 바탕으로 내부특성과 품질부특성의 관계에 따라 품질부특성중 해석성에 대한 평가 결과를 보이고 있다.

각 내부특성에 포함된 수치는 내부특성과 품질부특성의 관련성 정도에 따른 가중치를 나타내고 있으며 가중치와 득점을 이용하여 다음과 같은 계산에 의해 품질부특성의 평가 결과가 산출된다.

$$\text{업무별품질부특성} = \sum_{i=1}^n (w_i * v_i)$$

여기서, w_i : 내부특성 i 의 가중치, v_i : 내부특성 i 의 평균값,

n : 세부항목의 수 $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ 이다.

<표 12> 품질부특성에 대한 집계표

부특성	내부특성	BKG/DOC	Pricing	Sales ADM	Space Ctrl	Equipment
성숙성	완전성(0.17)	84.4	89.2	85.2	84.8	87.6
	추적가능성(0.17)	70.0	70.0	67.0	70.0	60.0
	일관성(0.17)	81.0	77.8	79.0	81.0	77.8
	자기기술성(0.17)	71.0	65.4	69.2	70.4	65.4
	모듈성(0.16)	62.4	62.4	62.4	62.4	63.6
결합허용성	단순성(0.16)	67.2	64.8	64.8	67.2	64.8
	계	72.82	71.76	71.42	72.79	69.98
	완전성(0.1)	84.4	89.2	85.2	84.8	87.6
	추적가능성(0.1)	70.0	70.0	67.0	70.0	60.0
	일관성(0.2)	81.0	77.8	79.0	81.0	77.8
회복성	견고성(0.3)	67.2	67.2	64.2	67.2	67.2
	무결성(0.3)	63.0	70.0	63.0	63.0	60.0
	계	70.7	72.64	69.18	70.74	68.48
	완전성(0.05)	84.4	89.2	85.2	84.8	87.6
	추적가능성(0.05)	70.0	70.0	67.0	70.0	60.0
	일관성(0.14)	81.0	77.8	79.0	81.0	77.8
	자기기술성(0.12)	71.0	65.4	69.2	70.4	65.4
	엑세스감사성(0.12)	64.6	60.0	62.8	64.6	60.0
	견고성(0.08)	67.2	67.2	64.2	67.2	67.2
	무결성(0.08)	63.0	70.0	63.0	63.0	60.0
	모듈성(0.12)	62.4	62.4	62.4	62.4	63.6
	단순성(0.12)	67.2	64.8	64.8	67.2	64.8
	계측성(0.12)	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0
계	68.98	67.82	67.63	68.93	66.58	

평가를 통해 각 업무별로 최저점수, 최하점수 및 분포 상황을 알 수 있다. BKG/DOC 업무의 경우 관련 내부특성 중 완전성이 상대적으로 높은 점수를 보이고 있으며 모듈성이 최하 점수를 기록했음을 알 수 있다.

<표 13>은 품질부특성의 결과를 바탕으로 업무별 품질부특성들의 평가 결과와 품질특성인 신뢰성의 집계 결과를 보이고 있다. 각 부특성에 포함될 수치는 품질부특성과 품질특성간의 관련성 정도에 따른 가중치이며 가중치와 득점을 이용하여 품질부특성의 경우와 같은 방법으로 계산하여 품질특성의 평가 결과를 산출한다. 결과적으로 BKG/DOC 업무에 대한 개발산출물의 평가 결과가 가장 높고 Equipment 업무가 상대적으로 미약함을 알 수 있다. BKG/DOC 업무의 품질부특성에 관한 평가 결과 중에서도 회복성이 상대적으로 낮은 점수를 보이고 있으며 이러한 결과를 나타낸 원인을 찾기 위해 변경성에 관련된 내부특성들의 점수 분포상황을 분석하면 그 원인이 되는 내부특성의 문제점을 찾을 수 있다.

본 평가에서는 80점을 합격수준으로 정하고 수준에 미치지 못하는 특성에 대해서는 문제점과 개선방안을 제시하여 품질향상을 도모할 수 있도록 하였다. 내부특성의 관점에서 합격선에 미치지 못하는 항목들은 <표 14>와 같이 정리할 수 있다.

<표 13> 품질특성에 대한 집계표

특성	부특성	BKG/DOC	Pricing	Sales ADM	Space Ctrl	Equipment
신뢰성	성숙성(0.3)	72.8	71.8	71.4	72.8	70.0
	결합허용성(0.2)	70.7	72.6	69.2	70.7	68.5
	회복성(0.5)	69.0	67.8	67.6	68.9	66.6
	집계	70.5	70.0	69.1	70.5	68.0

<표 14> 합격선에 미치지 못하는 내부특성 항목

특성 8	내부특성	BKG/DOC	Pricing	Sales ADM	Space Ctrl	Equipment
신뢰성	완전성					
	추적가능성	○	○	○	○	○
	일관성		○	○		○
	자기기술성	○	○	○	○	○
	엑세스감사성	○	○	○	○	○
	견고성	○	○	○	○	○
	무결성	○	○	○	○	○
	모듈성	○	○	○	○	○
	단순성	○	○	○	○	○
	계측성	○	○	○	○	○

품질평가를 통해 내부특성의 관점에서 전체 업무에 대해 품질수준이 합격선에 미치지 못하는 경우가 86%로 나타났다. 평가 결과가 평가 기준에 의해 달라질 수 있다는 점을 감안할 때 향후 반복적인 평가를 통해 평가 결과를 축적하여 평가 기준의 타당성을 검증해야 할 필요가 있다.

4.3 문제점과 개선방안

제안한 내부특성의 체크리스트에 따라 업무별 신뢰성을

<표 15> 문제점과 개선 방안의 일부

내부특성	요인 항목	세부항목(문제점)	개선 방안
추적가능성	구현된 기능의 추적성	개발 초기 단계부터 각 단계별 문서화가 미흡하여 현재 구축단계 문서와 관련하여 전단계부터 전개되어 온 관계를 추적하기 곤란하다.	개발이 완료된 소프트웨어는 필요에 따라 지속적으로 유지보수가 이루어져야 하므로 구현단계 산출물에 대한 개선방안에 따라 전단계의 산출물에 대해서도 유지보수를 실시한다.
		프로그램 리스트에 Window-ID, Report-ID 등을 기술하지 않아 관련 인터페이스 참조에 어려움이 있을 수 있다.	프로그램 리스트, 프로그램 개요서 등에 Window-ID나 Report-ID 등 관련사항과 기타 누락된 사항들을 충실히 명기하도록 해야 한다.
	표준지침 준수	구현단계 산출물작성 방법에 관한 표준 지침이나 규약을 문서화하여 명시하고 있지 않아 업무간 문서 양식, 폰트, 기술 내용 등에 차이가 있다.	구현단계 산출물을 구성하는 각종 양식에 대해 작성 방법을 명시하여 표준지침으로서 제시함으로써 모든 산출물들이 일관성과 통일성을 가질 수 있도록 한다.
자기기술성	모듈 색인 충실도	소스 코드에 대한 주석의 비율이 매우 미흡한 실정으로써 차후 유지보수가 필요하게 되는 경우 시스템 이해에 문제가 발생할 소지가 있다.	소스 코드와 함께 기술된 주석을 충분히 기술하여 유지보수 과정에서 소스 코드에 대해 이해하는데 어려움이 없도록 조치해야 한다.
		⋮	⋮

측정한 결과 각 품질특성별, 업무별 평가 결과가 전체적으로 합격수준으로 설정했던 80점에 미치지 못하는 미흡한 수준임을 알 수 있다. 품질평가는 결과를 산출하는 것 뿐만 아니라 결과에 대한 문제점을 분석하여 개발자에게 제시함으로써 품질을 향상시키는 것이 목적이므로 <표 15>와 같이 내부특성의 메트릭에 관련해서 평가 대상 소프트웨어에 나타난 문제점과 개선방안을 제시하였다.

4.4 개선 후 확인 평가

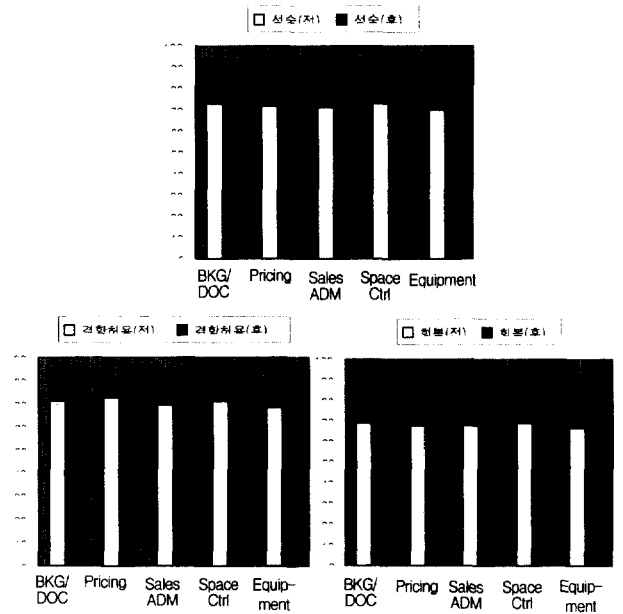
정리된 문제점에 대한 개선 방안을 피드백하여 수정·보완 과정을 거치고 재평가를 실시한 결과에 대해 내부특성에 대한 관점에서 정리하여 <표 16>에 나타내었다.

<표 16> 품질 개선 후의 확인평가 결과

부특성	내부특성	BKG/DOC	Pricing	Sales ADM	Space Ctrl	Equipment
성숙성	완전성(0.17)	93.2	94.0	94.0	93.2	94.0
	추적가능성(0.17)	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0
	일관성(0.17)	92.4	95.0	93.2	93.4	88.8
	자기기술성(0.17)	93.4	93.6	92.8	93.4	87.6
	모듈성(0.16)	76.6	97.6	96.4	80.2	93.0
	단순성(0.16)	82.4	92.0	93.6	78.4	92.4
	계	86.98	92.49	92.11	87.09	89.74
결합허용성	완전성(0.1)	93.2	94.0	94.0	93.2	94.0
	추적가능성(0.1)	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0
	일관성(0.2)	92.4	95.0	93.2	93.4	88.8
	견고성(0.3)	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4
	무결성(0.3)	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
	계	82.42	83.02	82.66	82.62	81.78
회복성	완전성(0.05)	93.2	94.0	94.0	93.2	94.0
	추적가능성(0.05)	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0
	일관성(0.14)	92.4	95.0	93.2	93.4	88.8
	자기기술성(0.12)	93.4	93.6	92.8	93.4	87.6
	엑세스감사성(0.12)	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
	견고성(0.08)	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4
	무결성(0.08)	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
	모듈성(0.12)	76.6	97.6	96.4	80.2	93.0
	단순성(0.12)	82.4	92.0	93.6	78.4	92.4
	계측성(0.12)	78.0	78.0	82.0	78.0	78.0
	계	82.15	86.25	86.43	82.24	84.15

평가 결과는 성숙성, 결합허용성, 회복성에 대해 전반적으로 품질이 향상되었음을 나타내고 있으며 이는 3가지 품질부특성이 유사한 내부특성들과 관계를 공유하고 있기 때문인 것으로 판단된다. <표 16>에 대해 품질부특성의 관점에서 개선 정도를 그래프로 나타내면 (그림 5)와 같다.

전체적인 업무에 대해 개선 전후의 비교 결과를 검토했을 때 품질이 향상되었음을 확인할 수 있고 수치상으로는 전체적으로 25.05%의 품질 평가 결과의 향상을 보였음을 확인할 수 있었다.



(그림 5) 평가 결과에 따른 개선 후의 비교

5. 결론

소프트웨어는 품질 수준에 따라 생명주기가 달라질 수 있다. 고품질의 소프트웨어는 지속적인 버전업(Version-Up) 과정을 거치면서 오랫동안 사용되겠지만, 품질이 낮은 소프트웨어의 경우에는 활용되지 못하고 사장되는 경우도 빈번하게 발생한다. 소프트웨어의 품질은 개발 과정에서 결정되며 생명주기 각 단계마다 차이는 있겠지만 소프트웨어의 품질에 영향을 미치게 된다. 이러한 소프트웨어의 품질을 향상시키기 위한 방안으로 개발 과정에 대한 적절한 품질감리와 더불어 각 단계별 개발산출물에 대한 품질평가를 통해 문제점을 개선하고 다음 단계로 고품질을 산출물을 전달함으로써 최종적으로 소프트웨어의 제품의 고품질화를 이룩할 수 있도록 하는 것이 중요한 관건이다.

지금까지 소프트웨어의 품질에 관한 연구가 지속적으로 이루어져 왔고 국제적인 노력의 결과 제품 품질평가를 위한 국제표준인 ISO/IEC 9126 등이 제정되는 등 많은 진전이 있었다. 그러나 관련 연구는 아직까지 많은 문제점들을 내포하고 있으며 국제표준의 경우에도 포괄적인 기본 요소들만 정의되어 있기 때문에 지금까지 단순한 체크리스트 등으로 소프트웨어의 품질을 점검하는 수준에 머물러 왔던 것이 사실이다.

따라서, 본 연구에서는 ISO/IEC 9126을 기반으로 하여 품질특성 중의 하나인 신뢰성에 대한 품질특성 체계를 바탕으로 세부 메트릭을 도입·보완하고 이를 단계적으로 체계화하여 품질추정표를 구축하고 직접 개발산출물을 대상으로 측정 및 평가할 수 있는 체계를 구축하고 이를 이용한 품질평가를 통해 문제점을 발견하여 개발자에게 피드백하고

수정보완함으로써 최종적으로 고품질의 소프트웨어를 획득할 수 있는 방안을 구축하였다.

또한, 효율적인 품질평가를 위해 개발자의 관점인 품질 내부특성에 관한 메트릭을 상세화하고 구체화하여 품질측정표를 작성함으로써 용이하게 품질평가를 할 수 있도록 하였으며 구축한 품질측정표를 이용하여 실제 개발 업무에 대한 평가 과정과 결과를 제시하고 평가 결과의 분석을 통해 발견할 수 있는 문제점과 품질 향상을 위한 개선 방안을 제시하였다.

향후 연구과제로는 정보시스템 개발 프로젝트를 대상으로 평가를 하는 과정에서 품질측정표와 각 개발산출물 간의 관계를 좀더 명확히 해야 하며 품질평가 과정을 자동화한 툴킷의 개발을 통해 빠르고 효율적으로 평가 결과를 획득하고 가시화된 결과를 통해 효과적으로 문제점 분석을 할 수 있도록 하는 노력이 필요하다고 생각되었다. 또한, 신뢰성에 관련된 메트릭을 이용하여 반복적인 품질평가 과정을 거쳐 축적된 평가 결과를 바탕으로 메트릭과 품질측정표의 문제점을 찾아내어 객관적이고 타당성 있는 메트릭과 품질측정표가 될 수 있도록 지속적으로 노력해야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] L. A. Belady, M. M. Lehman, "A model of large program development," IBM System Journal, Vol.15, No.3, pp.225-252, 1976.

[2] Lowell Jay Arthur, "Measuring Programmer Productivity and Software Quality," John Wiley & Sons, Inc., 1985.

[3] Zuse, H., "Software Complexity: Measure and Methods," New York, Walter de Gruyter, 1991.

[4] Uwe Meyer, "Techniques for Partial Evaluation of Imperative Languages," Proc. Symposium on Parial Evaluation and Semantics-Based Program Manipulation, pp.94-105, Jun 1991.

[5] Roger S. Pressman, "Software Engineering," 3rd. Ed., McGraw-Hill International Editions, 1992.

[6] Wallmuller, E., "Software Quality Assurance a Practical Approach." Prentice Hall, 1994.

[7] B. A. Kitchenham, S. L. Fleegeer, N. E. Fenton, "Towards a Framework for Software Measurement Validation," IEEE Trans. Software Engineering, Vol.21, December 1995.

[8] B. A. Kitchenham, S. Linkman, A. Pasquini, V. Nanni, "The SQUID approach to defining a quality model," Software Quality Journal, 6, pp.211-213, 1997.

[9] J. Boegh, S. De Panfilis, B. A. Kitchenham, "A Method for Software Quality Planning, Control, and Evaluation," IEEE Software, Vol.16, No.2, March/April 1999.

[10] 吉澤. 東. 片山, "ソフトウェアの品質管理と生産技術", 日本規格協會, 1988.

[11] 菅野文友, "ソフトウェアの品質管理", 日科連出版, 1987.

[12] 정호원, 양해술, "ISO 9000 시리즈와 소프트웨어 품질시스템

(上)", 하이테크정보, 1993. 3.

[13] 양해술, "소프트웨어의 품질평가 체계 및 자동화 도구의 개발", 한국통신 장기기초연구과제, 최종보고서, 1995.

[14] 양해술, "품질관리 방법론 및 지원도구의 개발", 과학기술처 STEP2000 지원과제 제3차년도 최종보고서, 1997.

[15] 양해술, "소프트웨어 품질측정 기록 및 지원 툴킷 개발", 시스템공학연구소(SERI) 위탁연구과제, 제1차년도 중간보고서, 1997. 11.



남 기 현

e-mail : khnam@mail.suwon-sc.ac.kr

1974년 동국대학교 통계학과(이학사)

1988년 동국대학교 경영대학원 전자계산학과(경영학석사)

1997년 경남대학교 대학원 컴퓨터공학과(박사과정 수료)

1988년~1991년 수원대학교 전자계산학과

1991년~현재 수원과학대학 전자계산과 부교수

관심분야 : 소프트웨어공학, 소프트웨어 품질공학



한 판 암

e-mail : pahan@kyungnam.ac.kr

1969년 동국대학교 졸업

1975년 동국대학교 경영대학원 졸업(경영학석사)

1989년 명지대학교 대학원 졸업(공학석사)

1992년 인천대학교 대학원 졸업(경영학박사)

1980년~현재 경남대학교 공과대학 컴퓨터공학과 교수

관심분야 : 소프트웨어 품질관리 및 신뢰성, 소프트웨어 개발환경, 정보공학 등



양 해 술

e-mail : hsyang@office.hoseo.ac.kr

1975년 홍익대학교 공과대학 전기공학과 졸업(학사)

1978년 성균관대학교 정보처리학과 정보처리 전공(석사)

1991년 日本 오사카대학 정보공학과 소프트웨어공학 전공(공학박사)

1975년~1979년 육군중앙경리단 전자계산실 시스템분석장교

1986년~1987년 日本 오사카대학 객원연구원

1980년~1995년 강원대학교 전자계산학과 교수

1995년~현재 한국소프트웨어품질연구소(INSQ) 소장

2000년~현재 한국정보처리학회 부회장

1999년~현재 호서대학교 벤처전문대학원 교수

관심분야 : 소프트웨어공학(특히, S/W 품질보증과 품질평가, 품질감리, 품질컨설팅, OOA/OOD/OOP, CASE, SI), 컴퍼넌트 기반 개발방법론, 전자상거래 기반기술