

# 시험사례를 통한 GIS 소프트웨어의 품질개선 비용

조성재<sup>1</sup>, 김선배<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>호서대학교 벤처전문대학원 정보경영학과

## GIS Software Quality Improvement Expense For a Testing Instance

Song-Jae Jo<sup>1</sup> and Sun-Bae Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Venture, Hoseo University

**요약** 본 연구에서는 GIS(Geographic Information System) 소프트웨어의 품질을 평가하기 위해 10개의 GIS 소프트웨어에 대한 평가사례를 조사한 결과로 GIS 소프트웨어의 품질수준지표를 나타냈다. 이를 기반으로 GIS 소프트웨어 시험 사례의 축적된 결함 데이터의 분석을 통해 결함 개선비용에 관한 분석을 하였다. 이를 통해 품질에 대한 투자와 효과를 측정하여 품질확보에 필수적인 비용을 정량적으로 산출함으로써, 기업 또는 산업 단위의 품질투자의 당위성을 홍보하는데 적극 활용할 수 있는 결과를 도출하고자 한다.

**Abstract** In this Study, the results of survey of evaluation cases on 10 GIS software were used as quality level index of GIS software in order to evaluate the quality of GIS (Geographic Information System) software. On the basis of such evaluation, analysis on the cost of improving the defectiveness accumulated of GIS software test cases was made. I am attempting to deduce the results that can be used assertively in promoting the justification for quality investment of enterprises or industrial units by quantitatively computing the cost essential in securing the quality by measuring the investment and effects on the quality through this.

**Key Words** : GIS(Geographic Information System), Improvement Expense, Testing Instance

### 1. 서론

현재 GIS 산업은 새로운 산업 패러다임의 변화에 따라 가치사슬의 변화가 진행중이며, 기존의 단순한 GIS 소프트웨어 및 하드웨어 판매에 국한되었던 산업의 가치사슬이 점차 다양한 업체들의 참가에 따라 복잡한 가치웹(Value Web)으로 진화하고 있다.

이에 따라 가치웹을 구성하는 업체들간의 역할에도 많은 변화가 오고 있는데, 특히, 인터넷 GIS의 등장과 ITS와 같은 응용분야의 확대로 GIS 시장의 빠른 변화를 보여주고 있다[1,2].

따라서 본 연구에서는 GIS 소프트웨어 시험 인증 사례를 통해 축적된 결함 데이터의 분석과 설문조사를 통

한 결함 개선비용에 관해 분석함과 동시에 품질에 대한 투자와 효과를 측정하여 품질확보에 필수적인 비용을 정량적으로 산출하여 기업 또는 산업 단위의 품질투자의 당위성을 홍보하는데 적극 활용할 수 있는 결과를 도출하고자 한다.

즉, 소프트웨어의 개발비용에는 품질확보를 위한 비용이 포함되어야 한다. 그러나 현실적으로 개발하고자 하는 소프트웨어의 품질확보를 위한 비용이 어느 정도 확보되어야 하는가라는 문제에 부딪히게 되면 명확한 해답을 찾기 어려운 것이 현실이다. 이는 실질적으로 품질문제에 의한 손실을 사전에 예방하기 위해 어느 정도의 비용이 필요한가를 예측할 수 있는 객관적 근거가 미비하기 때문이다.

그로 인해 소프트웨어 개발비용에 품질확보 비용을 책

\*교신저자 : 김선배(sbkim@office.hoseo.ac.kr)

접수일 10년 09월 28일

수정일 (1차 10년 10월 27일, 2차 10년 12월 22일)

게재확정일 11년 01월 13일

정했을 때 어떤 성과를 획득하게 될 것인가를 객관적으로 검증할 수 없으므로 품질확보에 대한 개발기업의 관심도가 떨어질 수밖에 없으며 이로 인해 품질확보를 위한 소요비용의 과감한 투자가 선행되지 못하고 품질확보 비용이 개발기업의 경영전략 상 상대적으로 후순위에 머무르게 되는 결과를 초래하였다. 그리고 품질확보의 중요도가 구체성을 띠지 못해 기업의 품질활동을 유발하는 동기가 되지 못하였다[3,4].

기존의 연구활동을 살펴보면 GIS 소프트웨어의 진보면을 많이 다루었다. 그리고 소프트웨어 개발 비용산정의 모델에 대한 연구는 많이 이루어졌지만 소프트웨어의 품질개선에 대한 들어가는 비용에 대한 연구는 찾아보기 어렵다. 그래서 본 연구에서 다루기로 하였다.

본 연구에서는 GIS 소프트웨어 제품의 품질 수준을 파악할 수 있는 지표를 도출하여 지표산식을 정의하고 지표의 결과를 산출하기 위해 필요한 수집항목을 선정하며 수집과 분석을 통해 실질적으로 다양한 패키지 소프트웨어 유형에서 어떤 결합 유형들이 주로 발생하고 있으며 그에 따른 결합수정 비용의 산출을 통해 소프트웨어의 품질확보를 위해 필요한 비용이 어느 정도가 될 것인지를 객관적 자료를 근거로 산정하는 것을 목표로 한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 국내 소프트웨어의 시험·인증

IT제품의 품질을 향상시키고 IT산업의 경쟁력을 제고하기 위해 IT제품에 대한 시험인증서비스 제공은 물론 국제 수준의 시험환경을 구축하여 국내업체가 저렴한 비용으로 국내에서 국제공인시험인증을 받을 수 있는 여건을 조성함으로써 국내 중소기업체의 자생력을 키울 수 있도록 지원하고 있다.

2008년에는 그간 S/W시험센터가 제공해 온 블루투스, GSM(Global System for Mobile), 패키지 소프트웨어, DMB(Digital Multimedia Broadcasting), WiBro 등 시험인증 분야 이외에 추가로 대용량 LAN, ULP, WiMedia, 텔레메틱스 소프트웨어, DRM 소프트웨어, IPTV(Internet Protocol Television), DVB-H(Digital Video Broadcasting - Handheld), HSUPA(High Speed Uplink Packet Access) 등 IT 핵심 기술분야에 대한 시험인프라를 구축하여 2,022건의 서비스를 제공하여 IT업체의 제품에 대한 품질수준 제고에 도움을 주고 있다.

### 2.2 GIS 소프트웨어의 동향

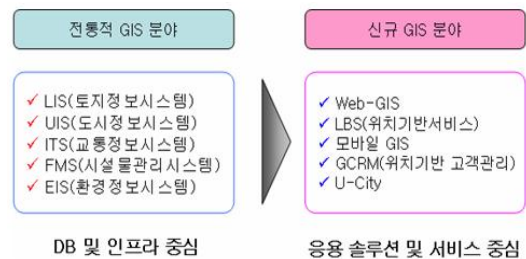
GIS는 현재 ‘유비쿼터스 국토’, ‘사이버 국토’ 구현의 핵심 기술로 급격하게 발전하고 있다. 단순, SOC 개념의 시설물관리나 도로하천 관리 등의 수준에서 벗어나 새로운 활용 및 응용범위가 계속해서 추가적으로 개발되고 있다.

정부는 1, 2차 국가 GIS 구축사업을 통해 확충된 인프라를 기반으로 2006년부터 2010년까지 3차 국가 GIS 구축사업을 추진하고 있다.

3차 국가 GIS 구축사업은 GIS 기반 전자정부 구현, GIS를 통한 삶의 질 향상, GIS를 이용한 뉴비즈니스 창출 등을 목표로 GIS활용을 극대화하고 수요자 중심의 국가공간정보 구축에 주력하고 있다.

또한 기업들도 GIS를 기반으로 LBS, 텔레메틱스, g-COM, 웹-GIS 등 새로운 비즈니스 영역에 대한 투자를 늘리고 있다.

즉, DB 및 인프라 중심의 전통적 개념의 GIS에서 응용 솔루션 및 서비스 중심의 GIS 시장으로 전환되는 새로운 국면을 맞고 있다. 따라서 GIS 소프트웨어 벤더들도 GIS 패러다임의 변화에 맞게 비즈니스 전략을 수립하는 등 적극적인 시장대응 방안이 필요한 시점인 것으로 분석된다.



[그림 1] GIS 적용 패러다임의 변화

### 2.3 GIS 소프트웨어 분석 사례

현재 국내에서 소프트웨어 제품에 대해 평가를 하고 있습니다. 현재 GIS 소프트웨어 시험결과표에 대해서 살펴보면 다음과 같다.

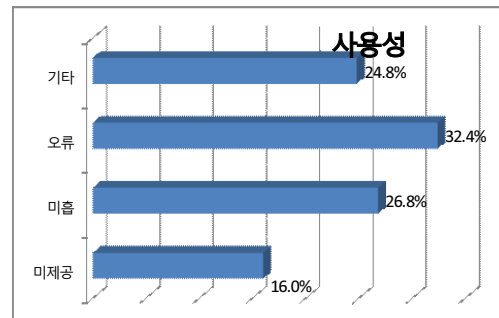
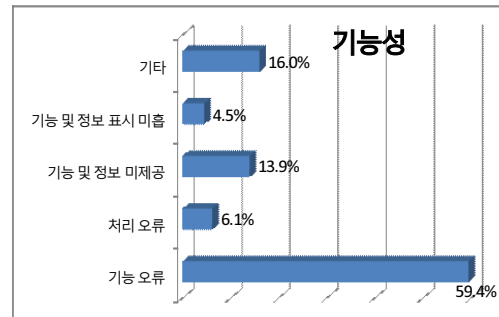
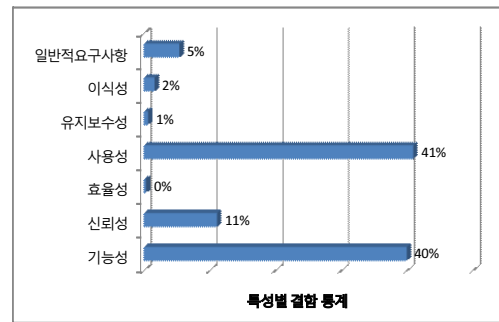
[표 1] GIS 소프트웨어 국내 시험결과표

품질특성	결함요약
기능성	글자 굵기 변경 기능 미제공
	잘못된 기능 정보 제공
	잘못된 기능정보
	잘못된 기능 정보 제공
	기능 정보 미제공

	기능 정보 제공 미흡
	기능 정보 제공 미흡
	.....
신뢰성	프로그램 비정상 종료
	오조작 방지 오류
	.....
사용성	주간시간대 설정 범위 오류
	출퇴근 시간 설정 범위 오류
	경위도 검색 위치 표시 오류
	잘못된 제품명 사용
	잘못된 메시지 제공 오류
	지도 화면 축척 표시 오류
	프로그램과 매뉴얼 화면 불일치
	VMS 표시 오류
	기능명 일관성 오류
	.....
일반적 요구 사항	제품 식별 정보 미제공
	제품 지원 정보 미제공
	.....

위 GIS 소프트웨어는 교통정보 및 생활정보 콘텐츠를 실시간으로 제공하는 네비게이션 서비스 솔루션 프로그램과 2차원 GIS(항공사진, 음영기복도, 시설물 데이터 등)를 이용하여 3차원 GIS 데이터(3차원 지형, 3차원 시설물 등)를 생성해 주는 빌더 프로그램 등이다. 이 프로그램은 시험결과로는 기능성이 40%, 신뢰성 11%, 사용성 41%, 일반적 요구사항 5%의 결함이 각각 나타났으며, 최종시험후의 결함 사항은 없다.

GIS 소프트웨어에서 가장 많이 나온 결함은 사용성에서의 잘못된 정보의 오류메시지가 제공된 경우의 오류 메시지가 사용성에서 32.4%를 차지하였으며, 사용하고자 하는 기능이나 화면에 디스플레이되는 항목이 활성화되지 않거나 필요한 메시지 제공이 미흡한 경우가 26.8%를 각각 차지하였으며, 그 다음으로 기능성에서의 제공된 기능이 정상적으로 동작하지 못하는 오류가 59.4%를 차지하여 기능성에서의 오류는 반 이상 차지하고 있으면 그 다음으로는 기능 및 정보에 관한 정보가 제공되지 않는 정보 미제공 결함이 13.9%를 차지하고 있었다.



[그림 2] GIS소프트웨어의 결함수 비율

### 3. GIS 소프트웨어 품질특성 모델 구축

소프트웨어 제품평가에 관한 국제표준인 ISO/IEC 9126에서 정의하고 있는 품질특성은 기능성, 신뢰성, 사용성, 효율성, 유지보수성, 이식성이며 각 품질특성의 개념은 다음과 같다.

#### 3.1 기능성

소프트웨어가 특정 조건에서 사용될 때, 명시된 요구와 내재된 요구를 만족하는 기능을 제공하는 소프트웨어 제품의 능력이다. 표 2는 기능성에 관한 품질특성의 내용이며, 품질수준 지표의 일부 예는 표 3과 같이 설정하였다.

[표 2] 기능성에 관한 품질특성

주특성	항목	내 용
기능성	요구 충족	다른 특성들은 주로 소프트웨어가 언제, 그리고 어떻게 하는가에 관심을 두는 반면, 이 특성은 요구를 충족하기 위해서 소프트웨어가 무엇을 하는가에 관심을 둔다.
	요구 사항	이 특성의 명시된 요구와 내재된 요구에 대해서는 품질의 정의 부분에 기술된 참고를 적용한다.
	외부적 측정	사용자에 의해 운영되는 시스템에 대해서 기능성, 신뢰성, 사용성 그리고 효율성의 복합적인 사항은 사용 품질에 의해 외부적으로 측정될 수 있다.

[표 3] 기능성에 관한 품질 수준지표

메트릭명	제품 설명서와 사용자 문서에 프로그램에서 제공하는 데이터에 대해 언급되어 있습니까?	
측정 항목	A	프로그램에서 제공하는 모든 데이터 파일의 수 - 패키지 안에 포함된 데이터 파일의 수를 측정
	B	문서에 언급된 데이터 파일의 수 - 데이터 명칭과 용도 등 데이터 파일에 대한 간단한 설명이 기술된 수를 측정
계산식	데이터 정보 제공 = B/A	
결과 영역	0 ≤ 데이터 정보 제공 ≤ 1	
	결과 값	

### 3.2 신뢰성

명세된 조건에서 사용될 때, 성능 수준을 유지할 수 있는 소프트웨어 제품의 능력 이다. 표 4는 신뢰성에 관한 품질특성의 내용이며, 품질수준 지표의 일부 예는 표 5와 같다.

[표 4] 신뢰성에 관한 품질특성

주특성	항목	내 용
신뢰성	견고성	소프트웨어는 해지거나 낡지 않는다. 신뢰성의 한계는 요구사항, 설계 및 구현상의 결함에 기인한다. 이러한 결함으로 인한 고장은 사용 경과 시간보다는 소프트웨어 제품의 사용 방법과 선정된 프로그램 선택 사항에 따라 달라질 수 있다.
	기능적 단위	ISO/IEC DIS 2382-14:1994에서는 신뢰성의 정의를 "...요구된 기능을 수행하는 기능적 단위의 능력"으로 하고 있다. 이 문서에서, 기능성은 단지 소프트웨어 품질 특성 중의 하나일 뿐이다. 그러므로 기능성의 정의를 "...요구된 기능을 수행하는..." 대신에 "...성능 수준을 유지하는..."으로 확장한 것이다.

[표 5] 신뢰성에 관한 품질 수준지표

메트릭명	오류가 발생한 경우에 데이터 회복은 어느 정도입니까?	
측정 항목	A	데이터관련 오류 발생 수 - 데이터의 망실, 손실, 잘못된 변경 등에 대한 발생수를 측정
	B	성공적으로 데이터가 회복된 경우의 수 - 데이터 회복을 시도하여 오류 이전의 상태로 회복 된 경우의 수를 측정
계산식	데이터회복률 = B/A	
결과 영역	0 ≤ 데이터회복률 ≤ 1	
	결과 값	

### 3.3 사용성

명시된 조건에서 사용될 경우, 사용자에 의해 이해되고, 학습되고, 사용되고 선호될 수 있는 소프트웨어 제품의 능력이다. 표 6은 사용성에 관한 품질특성 내용이며, 품질수준 지표의 예는 표 7과 같다.

[표 6] 사용성에 관한 품질특성

주특성	항목	내 용
사용성	분류사항	기능성, 신뢰성, 효율성 등의 몇몇 특징들은 사용성에 영향을 줄 수 있지만 ISO/IEC 9126의 목적상 사용성으로서 분류되지 않는다.
	사용자 환경 대처	사용자에는 소프트웨어 사용에 영향을 받거나 의존하는 운영자, 최종 사용자 그리고 간접 사용자 등이 포함된다. 사용성은 사용 준비나 결과 평가 등 소프트웨어가 영향을 줄 수 있는 모든 사용자 환경에 대처한다.

[표 7] 사용성에 관한 품질 수준지표

메트릭명	제품 설명서와 사용자 문서를 읽고 제품이 제공하는 기능을 이해 할 수 있습니까?	
측정 항목	A	제품설명서와 사용자 문서를 통해 이해할 수 있는 기능의 수 - 프로그램에서 제공하는 기능에 대해 제품설명서와 사용자 문서의 관련 설명을 참조하여 이해함으로써 기능을 이용할 수 있는 경우의 수를 측정
	B	전체 기능의 수 - 기능의 수는 중복 가산하지 않는다.(예 : 동일한 기능에 대해 메뉴, 단축키, 도구 상자 등에서 기능을 수행할 수 있는 경우)
계산식	기능 이해도 = A/B	
결과 영역	0 ≤ 기능 이해도 ≤ 1	
	결과 값	

### 3.4 효율성

명시된 조건에서 사용되는 자원의 양에 따라 요구된 성능을 제공하는 소프트웨어 제품의 능력이다. 표 8은 효율성에 관한 품질특성의 내용이며, 품질수준 지표의 일부 예는 표 9와 같다.

[표 8] 효율성에 관한 품질특성

주특성	항목	내 용
효율성	필요사항	자원은 다른 소프트웨어 제품, 하드웨어 장비, 재료(예: 인쇄용지, 디스켓) 등을 포함한다.
	외부적 측정	사용자에 의해 운영되는 시스템에 대해서 기능성, 신뢰성, 운용성 그리고 효율성 등의 복합체는 사용 품질에 의해 외부적으로 측정될 수 있다.

[표 9] 효율성에 관한 품질 수준지표

메트릭명	소프트웨어 제품 사용시의 데이터 전송 속도	
데이터 전송률	도는 어느 정도입니까?	
측정 항목	A	데이터 전송 평균 속도의 한계값
	B	평균 전송 속도 - 테스트케이스를 작성하여 전송 속도를 측정하여 합산하고 테스트케이스의 수로 나누어 계산
계산식	- 데이터전송률 = $1 - \min(1, B/A)$ $B = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{N}$ - $T_i$ = $i$ 번째 테스트의 전송 속도 - $N$ = 전송 속도 테스트 케이스 수	
결과 영역	$0 \leq \text{데이터전송률} \leq 1$	결과 값

### 3.5 유지보수성

소프트웨어 제품이 변경되는 능력, 변경에는 환경과 요구사항 및 기능적 명세에 따른 소프트웨어의 수정, 개선, 혹은 개작 등이 포함된다. 표 10은 유지보수성에 관한 품질 특성의 내용이며, 품질수준의 일부 예는 표 11과 같다.

[표 10] 유지보수성에 관한 품질특성

주특성	항목	내 용
유지보수성	변경사항	구현은 코딩, 설계, 문서화 등의 변경을 포함한다.
	변경성	소프트웨어가 최종 사용자에게 의해 변경된다면 변경성은 운용성에 영향을 미칠 수 있다.

[표 11] 유지보수성에 관한 품질 수준지표

메트릭명	소프트웨어 제품을 사용할 때 발생하는 오류의 증상 및 해결할 수 있는 진단기능이 구현되어 있습니까?	
측정 항목	A	평가할 진단기능의 수
	B	각 항목별 테스트케이스 성공률의 합
계산식	- 진단기능 지원 = $B/A$ $B = \sum_{i=1}^A \frac{\text{Success\_TC}_i}{\text{Total\_TC}_i}$ - Success_TC : $i$ 번째 진단기능 확인을 위해 수행한 테스트 케이스 중 성공한 건 수 - Total_TC : $i$ 번째 진단기능 확인을 위해 수행한 테스트 케이스 수	
결과 영역	$0 \leq \text{진단기능 지원} \leq 1$	결과 값

### 3.6 이식성

한 환경에서 다른 환경으로 전이될 수 있는 소프트웨어 제품의 능력이다. 표 12는 이식성에 관한 품질특성의 내용이며, 품질수준 지표의 일부 예는 표 13과 같다.

[표 12] 이식성에 관한 품질특성

주특성	항목	내 용
이식성	소프트웨어 환경	환경은 조직, 하드웨어 혹은 소프트웨어 환경을 말한다.
	내부용량	적응성은 내부 용량(예 : 화면 영역, 테이블, 트랜잭션 크기, 보고서 형식 등)의 확장성을 포함한다.
	개별화 영향	소프트웨어가 최종 사용자에게 의해 개작된다면 적응성은 ISO 9241-10에 정의된 바와 같이 개별화를 위한 적합성에 대응되면, 운용성에 영향을 줄 수 있다.

[표 13] 이식성에 관한 품질 수준지표

메트릭명	현재 환경에서 데이터 구조에 소프트웨어 제품을 적응시키기 위한 정보에 따라 프로그램이 구현되어 있습니까?	
측정 항목	A	평가할 데이터구조 적응시킬 데이터 항목 수 - 소프트웨어가 지원하는 업무 범위가 확장되어서 서로 다른 데이터 볼륨, 데이터 항목이나 구조에 적용되어야 하는 데이터 파일, 데이터 튜플, 데이터베이스를 포함
	B	각 항목별 테스트케이스 성공률의 합 - 테스트케이스를 시험하여 각 케이스에 대한 성공률의 합을 구함

계산식	- 데이터구조 적응률 (DAR) = B/A		
	$B = \frac{\sum_{i=1}^A \text{Success}_{TC}}{\text{Total}_{TC}}$		
결과 영역	0 ≤ 데이터구조 적응률 ≤ 1		결과값

#### 4. 품질 수준 지표 및 산출산식

품질 비용 지표를 도출하기 위해 소프트웨어의 품질과 연관이 있는 제반 요소의 구축이나 운영 등에 소요되는 비용을 산출할 수 있는 항목들로 구성하였다.

[표 14] 결함개선 비용

메트릭명	소프트웨어 개발 업체가 개발된 소프트웨어에 대한 시험인증을 신청하여 종료될 때까지 소요된 비용은 얼마나 됩니까?		
측정 항목	A	시험인증 신청 시점부터 결함 개선에 소요되는 총 비용	
		- 시험인증 신청 시점부터 1회 또는 그 이상의 시험을 거치면서 개발자에게 피드백된 시험 결과에 제시된 결함 내역에 대해 수정 보완하는 과정에서 소요된 비용의 합	
계산식	결함 개선 비용 = A에 관련된 총 비용		
결과 영역	0 ≤ 결함 개선 비용		결과값

[표 15] 인력 투입 비용

메트릭명	결함 수정을 위해 투입된 인력에 지급된 총 비용은 얼마나 되는가?		
측정 항목	A	결함 수정을 위해 투입된 인력 1인당 지급 비용	
		- 인력별 지급 비용이 다르다면 개별적으로 계산하여 합산	
	B	결함 수정을 위해 투입된 인력의 수	
계산식	인력 투입 비용 = A*B		
결과 영역	0 ≤ 인력 투입 비용		결과값

[표 16] 테스트링 툴 운영 비용

메트릭명	소프트웨어 개발 기관에서 테스트링 툴을 구매하여 개발된 소프트웨어의 테스트에 적용하여 어느 정도의 비용이 소요되고 있습니까?		
측정 항목	A	테스팅 툴의 적용 예상 횟수	
		- 테스트 툴은 한 번 구입으로 여러번에 걸쳐 사용이 가능한 만큼 테스트 툴을 구입 후 몇 번 사용할 것으로 예상되는지를 고려	
	B	테스팅 툴의 초기 구입비	
		- 테스트 툴을 구입하는 시점에서 소요된 비용 - 테스트 툴은 1Copy 이상 일수도 있으므로 Copy수만큼 가산하거나 총 구입비용을 고려	
계산식	테스팅 툴 운영 비용 = B / A		
결과 영역	0 ≤ 테스트링 툴 운영 비용		결과값

[표 17] 소프트웨어공학 툴 운영 비용

메트릭명	소프트웨어 개발 기관에서 소프트웨어공학 툴을 구매하여 소프트웨어 개발 과정에서 적용함으로써 어느 정도의 비용이 소요되고 있습니까?		
측정 항목	A	소프트웨어공학 툴의 적용 예상 횟수	
		- 소프트웨어공학 툴의 구입 관련 비용은 직접적으로 m품질비용으로 보기 어려울 수도 있으나 소프트웨어 공학 툴은 소프트웨어의 결함 발생을 줄여 결함에 의한 비용 발생을 최소화하므로 관련됨 - 소프트웨어공학 툴은 한 번 구입으로 여러 번에 걸쳐 사용이 가능한 만큼 테스트 툴을 구입 후 몇 번 사용할 것으로 예상되는지를 고려	
	B	소프트웨어공학 툴의 초기 구입비	
		- 소프트웨어공학 툴을 구입하는 시점에서 소요된 비용 - 소프트웨어공학 툴은 1Copy 이상 일수도 있으므로 Copy수만큼 가산하거나 총 구입비용을 고려	
계산식	소프트웨어공학 툴 운영 비용 = B / A		
결과 영역	0 ≤ 소프트웨어공학 툴 운영 비용		결과값

[표 18] 품질평가 비용

메트릭명	소프트웨어 개발 기관에서 개발된 소프트웨어에 대해 자체 품질평가 부서나 외부 평가기관을 통해 평가를 수행하여 소요된 비용은 얼마나 됩니까?		
측정 항목	A	품질평가 수행에 소요된 총비용	
		- 자체 평가부서에서 평가수행에 소요된 비용 - 외부 평가기관을 통해 평가 수행하는데 소요된 비용	
계산식	품질평가 비용 = B / A		
결과 영역	0 ≤ 품질평가 비용	결과값	

[표 19] 결함 대비 비용

메트릭명	소프트웨어 개발 프로젝트에서 결함 발생에 다른 개선비용을 고려하여 사전에 준비한 준비금은 어느정도입니까?		
측정 항목	A	결함 발생을 고려한 준비금 액수	
		- 소프트웨어 개발 기관에서 주 개발 분야의 개발 경험에 의거하여 책정된 결함 발생 대비 준비금	
계산식	결함 대비 비용(금액) = B / A		
결과 영역	0 ≤ 결함 대비 비용(금액)	결과값	

[표 20] 품질부서 운영 비용

메트릭명	소프트웨어 개발 기관에서 자체 품질 관련 부서를 운영하기 위해 소요된 총비용은 얼마나 되는가?		
측정 항목	A	품질 관련 부서의 시설비	
		- 하나의 소프트웨어 개발 프로젝트에 적용되는 비용을 구하기 위한 추정치를 도출	
	B	품질 관련 부서 구성원의 인건비	
C	- 하나의 소프트웨어 개발 프로젝트를 수행하는 과정에서 품질 관련 부서 구성원들에게 지급된 인건비의 총계		
	기타 제반 비용		
C	- 기타 하나의 소프트웨어 개발 프로젝트를 수행하는 과정에서 품질 관련 부서를 운영하는 데 소요되는 제반 비용		
	계산식		
결과 영역	품질부서 운영 비용 = A + B + C		
결과 영역	0 ≤ 품질부서 운영 비용	결과값	

GIS 소프트웨어를 시험 평가하기 위해서는 우선 GIS 소프트웨어에 대한 정확한 이해가 필요하므로 제품을 정확히 분석하여 품질을 측정하기 위한 평가 방법에 대해 기술하였다.

시험 대상인 GIS 소프트웨어는 도시계획현황을 검색하고 관리하는 도시계획 정보관리 프로그램이나 지방자치단체의 소나무 재선충병 방제 업무를 지원하는 프로그램, 도시계획정보 및 기 구축한 유관시스템의 지리정보를 효율적으로 관련 부서가 공유하기 위한 시스템 등의 기능을 수행하는 GIS 소프트웨어 분야이다.

### 5.1 결함 내역

GIS 소프트웨어 10개에 대해 각 특성별 품질수준지표를 활용하여 시험한 결과 품질특성 및 결함속성별로 결함 건수 및 내역 등을 정리하면 표 21과 같다.

[표 21] GIS 소프트웨어 결함 내역

품질 특성	결함속성	결함 건수	결함 내용	품질특성별 평균결함수
기능성	기능오류	207건	경계값 처리 오류	25.5건
			그림 저장 기능 오류	
			네트워크 동기화 기능 오류	
			대장 조회 기능 오류	
			도면 불러오기 기능 오류	
			사용자 관리 기능 오류	
			수치 표시기능 오류	
			스타일 설정 기능 오류	
			잘못된 기능 정보 제공	
			출력 기능 오류	
편집기능 오류				
기능 및 정보 미제공	28건	기능 정보 미제공	25.5건	
		좌표계 수정기능 미흡		
기능 및 정보표시 미흡	20건	기능 정보제공 미흡	25.5건	
		Scale Range기능 정보 미흡		
신뢰성	프로그램 종료 및 중지	76건	프로그램 비정상 종료 및 중지	~
		오조작 방지오류	3건	
	~	~	~	
이식성	프로그램 삭제정보 제공 및 미제공	9건	설치/삭제 정보 미제공	~
			프로그램 설치/삭제 미흡	
			업데이트정보 미제공	
....	....	....	....	....

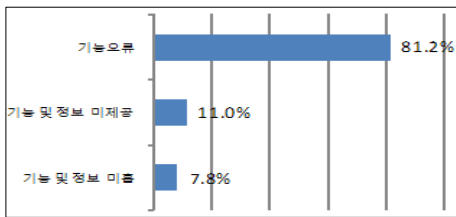
## 5. GIS 소프트웨어의 시험

## 5.2 결함속성 분석

### 5.2.1 기능성

GIS 소프트웨어의 기능성 관점에서의 제공된 기능이 정상적으로 작동하지 않은 기능오류가 81.2%의 높은 비율을 차지하고 있으며, 기능 및 정보 미제공과 기능 및 정보 미흡 각각 11.0%, 7.8% 비율로 분포하고 있다.

결함속성의 분포에 따르면, 선택영역에 특수문자 입력 시 '응용프로그램에서 처리되지 않는 오류가 발생하였습니다...' 오류 메시지가 표시되고 축적이 적용되지 않는 다거나, 실행 프로그램 명칭, 프로그램상의 도움말, 사용자 설명서에 표시된 프로그램 이름이 잘못 기술되어 있는 경우의 결함이 나타나며, 소프트웨어에 기능들의 정보를 제공하지 않은 경우가 다수 나타나고 있다.

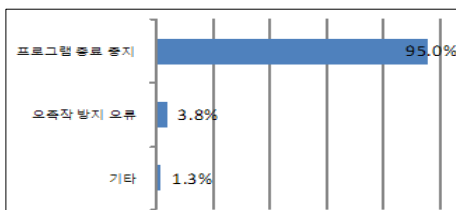


[그림 3] GIS 소프트웨어의 기능성 결함

### 5.2.2 신뢰성

GIS 소프트웨어의 신뢰성 관점에서의 결함은 프로그램 종료나 중지되는 사례가 95.0%로 다른 분야에 비해 가장 높은 수치 비율을 차지하고 있으며, 나머지 오조작 가능성이 3.8%, 기타 1.3%로 차지하고 있음을 알 수 있다.

결함 속성의 분포에 따르면, 어떤 기능을 사용 할 시 프로그램이 갑자기 중지되거나 종료가 되는 오류가 대부분이며, 사용자의 오조작 가능성에 대한 대비의 오류가 다수 차지하고 있음을 알 수 있다.



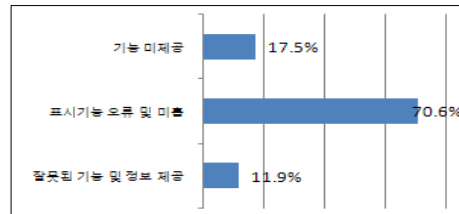
[그림 4] GIS 소프트웨어의 신뢰성 결함

### 5.2.3 사용성

GIS 소프트웨어 사용성 관점에서의 결함은 사용하고 자하는 기능이 작동하지 않는다거나 미흡한 사례가

70.6%로 나타나고 있으며, 사용하고자 하는 기능이 제공 되지 않은 경우가 17.5%, 잘못된 기능 및 정보 제공된 사례는 11.9%를 차지하고 있다.

결함 속성의 분포에 따르면, 동심원 중심점 선택을 하지 않고 '분석'을 실행할 경우, 작업을 수행하지 않음에도 불구하고 마우스 포인터가 모래시계로 변경되는 경우와 같이 마우스 포인터 표시 미흡인 오류가 자주 나타나며 사용되는 단어가 일관성 없는 경우와 소프트웨어 정보 표시 오류인 경우도 나타나고 있다.



[그림 5] GIS 소프트웨어의 사용성 결함

### 5.2.4 효율성

GIS 소프트웨어의 효율성 관점에서의 결함은 사용하고자 하는 기능이나 사용해야 할 기능이 정상적으로 작동하지 않거나 제공되는 사례가 대부분이다.

프로그램 구동 후 일정시간(1시간)동안 레이어 추가/이동/삭제 작업을 반복해서 수행하면, 메모리 사용량이 약 200MB 늘어나고, 처음상태로 복구되지 않은 메모리 반환 오류인 경우가 다른 분야보다 높은 비율로 나타나고 있다.

### 5.2.5 유지 보수성

GIS 소프트웨어의 유지보수성 관점에서의 결함은 소프트웨어에 문제가 발생시 사용자에게 문제해결 정보를 제공하는데 있어서 그 정보가 충분치 않거나 제공이 되지 않은 경우가 대다수 차지하고 있다.

그 내용을 살펴보면, 속성 'SDSelected GeometryID'는 선택된 객체가 없을 경우에는 '-'를 객체 선택 해제 후에는 '0'을 리턴하나 이에 대한 정보를 제공하지 않고 있다. 또한, 속성 'SDSelected GeometryID'는 'SDDbSelect' 함수 이전에 호출되어야 하나 이에 대한 정보도 제공하지 않는 경우가 많아 사용자에게 문제 발생시 대처하는 방안 지원이 미약하다는 것을 알 수 있다.

### 5.2.6 이식성

GIS 소프트웨어의 이식성 관점에서의 결함은 프로그램 삭제/설치 하는데에 그에 대한 정보가 충분히 제공 되



지 않은 경우가 많으며, 삭제/설치가 미흡한 경우가 대부분이다. 그 외 업데이트 정보가 미흡한 경우도 나타나고 있다.

### 5.3 메트릭의 선정 및 품질평가

품질평가에 적합한 메트릭은 표 21과 같다. 선정은 평가 대상 소프트웨어의 특성을 고려하여 중요성이 낮거나 평가 대상이 준비되어 있지 않거나 적용하기에 적합하지 않은 것들은 제외될 수 있다.

평가는 품질특성인 기능성에 대한 부특성인 적합성, 정확성, 상호운용성, 보안성에 대해 수행하였다. 측정 결과를 통해 각 메트릭에 대한 결과를 알 수 있고 상대적으로 취약한 특성을 파악할 수 있다. 표 21에서는 기능성에 관련해서 전반적으로 우수한 결과를 나타내고 있음을 알 수 있다.

메트릭 결과에 대해 메트릭 측정값의 범위에 따라 매우미흡(0.6미만), 미흡(0.6이상-0.7미만), 보통(0.7이상-0.8미만), 우수(0.8이상-0.9미만), 매우우수(0.9이상) 등으로 레벨을 분류할 수 있으나 측정된 평가결과를 분석하는 연구를 통해 타당성이 검증될 필요가 있다.

[표 22] 평가명세 과정에서의 메트릭 선정

대상	GIS 프로그램, 도시계획 정보관리 프로그램			
품질특성	부특성	메트릭	측정값	비고
기능성	적합성	업무지원성	0.95	
	적합성	베스트 프랙티스	0.90	
	적합성	Localization	0.95	
	적합성	경계값 정보 제공	0.85	
	적합성	경계값 처리율	0.92	
	정확성	기능구현 정확성	1.00	
	정확성	결과 정확성	0.92	
	상호운용성	데이터교환성	0.90	
	상호운용성	연동성	1.00	
	상호운용성	효환성	1.00	
	보안성	공용	0.85	
	보안성	접근통제	0.92	
	준수성	기능성표준준수율	0.95	
준수성	인터페이스표준준수율	1.00		

## 5.4 GIS 소프트웨어 시험 관련사항

### 5.4.1 시험 일정 분석

시험 일정 분석에서는 GIS 소프트웨어 분야에 해당하는 제품에 대해 시험환경을 구축하기 위해 소요된 일수와 시험에 소요된 기간, 시험 회수를 조사·정리하였다. 여기에서는 환경구축과 시험 일수 및 회수에 관한 조사 결과를 제시하여 분석하였다.

[표 23] GIS 소프트웨어 시험일정분석표

구분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	합계	평균
환경 구축일수	1	1	1	1	1	0.5	1	0.5	1	1	9	0.9일
시험일수	19	37	16	17	17	13	20	18	15	9	181	18.1일
시험회수	3	4	3	2	3	2	3	3	3	2	28	2.8회

표 22를 보면 GIS 소프트웨어 시험 가동시 그 환경을 구축하는데 걸리는 시간을 통계를 내서 보면 보통 0.9일의 시간이 소모되고, 시험을 하는데 걸리는 시간은 18.1일이 소요되고 있다. 그리고 결함 리포트를 송부한 시험 회수의 통계를 보면 2.8회로 보통 3회에 걸쳐 시험이 이루어지고 있다.

### 5.4.2 결함 정도 분석

GIS 소프트웨어의 시험결과 결함 내용들을 요약한 내용이며 그 결함 정도는 표 24와 같다.

[표 24] GIS 소프트웨어 결함 정도 분석표

구분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	합계	백분율
강결함	19	39	27	0	5	15	5	13	4	18	145	28.7%
중결함	33	53	27	9	20	22	15	31	18	53	281	55.5%
약결함	4	9	11	3	9	3	2	2	13	24	80	15.8%

결함정도 분포에 따르면 프로그램 운영에는 문제가 없으나, 기능이 정확하게 동작하지 않거나 사용자의 혼란을 야기하는 정도의 결함이 발생하는 경우인 중결함이 55.5%로 대부분을 차지하고 있다.

그리고 프로그램 운영에 문제가 없고, 기능도 정확하게 동작하나 권고 사항 수준의 경미한 결함이 발생하는 경우인 약결함이 15.8%이며 기능이 정상적으로 동작하지 않거나, 시스템(하드웨어) 혹은 프로그램이 비정상적으로 종료되는 등의 치명적인 결함이 발생하는 경우인 강결함이 28.7% 차지하였다.

## 6. GIS 소프트웨어 결함에 따른 품질확보 비용의 산정

이 장에서는 소프트웨어 분야별 품질확보를 위한 비용을 산정하여 소프트웨어 분야별 개발 업체가 적정 수준의 소프트웨어 품질을 확보하기 위한 비용이 어느 정도가 될 것인가를 설문조사를 통해 조사한 내용을 정리하였다.

### 6.1 품질확보 비용에 포함될 항목

본 연구에서는 품질확보 비용에 대해 다음과 같이 정의하였다.

- 품질비용의 책정 및 품질활동의 수행을 통해 고품질의 소프트웨어를 확보하고 시험 인증을 통해 개발한 소프트웨어에 대한 인증을 받는다면, 제3자 인증기관의 품질 시험 및 인증 과정에서 소요되는 제반 수수료는 품질확보 비용에서 제외한다.
- 시험 인증 과정에서 결함이 발견되어 몇 차례에 걸쳐 결함 개선 작업을 수행했다면, 시험 인증 결과에 따른 결함 개선에 소요된 비용은 품질확보 비용에 포함한다.

### 6.2 품질확보 비용 도출

시험인증 비용은 시험인증을 신청하여 결함개선 권고를 받았을 때 몇 차례에 걸친 결함 개선 작업을 수행하여 인증 받을 때까지 사용된 비용을 말한다.

테스팅 툴 비용은 소프트웨어 테스팅을 위해 활용될 툴을 구매하여 활용하는데 소요되는 비용이며, 소프트웨어 공학툴 비용은 소프트웨어 개발과정에서 자동화된 개발 툴을 사용할 때 소요되는 비용이다.

품질평가 비용은 외부 평가기관이나 자체 부서를 통한 품질평가 비용이며 결함개선 비용은 결함 발생에 대비하여 별도로 책정한 결함개선 비용을 의미하며, 품질 관련 부서는 품질 관련 부서 운영에 소요되는 비용을 말한다. 따라서, 품질 확보 비용은 다음과 같이 추정할 수 있다.

- 품질 확보 비용 = 시험인증비용 + 테스팅 툴 비용 + 소프트웨어 공학툴비용 + 품질평가비용(소프트웨어 개발비\*4%) + 결함 개선비용(개발비\*3%) + 품질관리부서 운영비(소프트웨어개발비\*3%)

【표 25】 GIS 소프트웨어 품질확보 비용

시험인증 비용	테스팅툴 비용	소프트웨어 공학툴 비용	품질평가 비용 (개발비대비)	결함개선 비용 (개발비대비)	품질관리 부서 (개발비대비)
27,400,000	48,250,000	134,000,000	4%	3%	3%

GIS 소프트웨어 품질확보 비용을 산출하기 위해 품질 확보와 관련된 비용항목들을 먼저 설정하고 설정된 비용 항목에 관해 GIS 소프트웨어 개발 업체를 대상으로 설문 조사를 수행하였다. 수행한 설문조사 결과로부터 비용과 관련된 항목을 추출하고 종합하여 GIS 소프트웨어 품질 확보 비용에 관한 표 25의 결과를 도출하였다.

설문조사 대상은 한국정보통신기술협회(TTA)에 품질 인증을 의뢰했던 소프트웨어 개발 업체들 중 GIS 소프트웨어를 개발하는 업체이며, 개발 담당자들을 통해 의뢰된 소프트웨어와 관련된 품질확보 비용에 관한 설문조사를 수행하여 품질확보 비용을 도출한 것이다.

품질확보 비용에 관한 요인으로는 소프트웨어 라이프 사이클에서 테스팅 단계에 적용되는 제반 비용과 테스팅 툴 구매 관련 비용, 외부 기관을 통한 품질평가 비용, 결함 발생시 이를 개선하는데 소요되는 비용, 품질관리 부서의 운영에 소요되는 비용 등을 소프트웨어에 품질에 영향을 미치는 활동의 수행에 따른 비용으로 보았다.

품질평가 비용처럼 개발비 대비 비율이 설정된 항목은 설문조사된 개발업체의 관련 비용의 비율에 대한 평균을 사용한 것이다. 이와 같은 방법으로 품질확보 비용에 관한 수식을 도출하였다.

## 7. 기존사례와 제안방법의 비교 분석

기존 사례의 분석된 사례는 ISO/IEC 9126에 입각하여 품질특성별 주특성의 결함수의 개수에 대해서만 분석되어 있는 반면, 본 논문에서의 분석된 사례는 결함정도 그리고 최종 결함수에 대해서 분석이 되어 있으며, 환경 구축일, 시험일, 횡수에 대해서 분석이 되어 있다.

이렇게 분석된 환경 구축일, 주특성별로 분석된 결함수, 최종 결함수, 시험일, 차수, 환경구축일을 통해서 GIS 소프트웨어 품질 개선 비용이 평균적으로 얼마나 드는지에 대해서 분석이 가능하였다.

【표 26】 기존 사례 분석 비교표

구분	기존 분석 사례	본 논문 분석
주특성별 결함	품질특성인 주특성별로 결함수와 결함 요약에 대해서 분석되어 있다.	품질특성별 각 주특성별로 대해서 결함 요약과 결함수에 대해서 분석되어 있다.
시험일 및 회수	시험된 일수와 회수에 대해서 분석된 내용이 없다.	시험된 횡수와 시험일에 대해서 분석되어 있다.
환경구축일	환경구축일에 대해서 분석된 내용이 없다.	시험할 소프트웨어에 대해 환경구축일수에 대해서 분석되어 있다.
결함정도 분석	결함정도별로 분석된 내용이 없다.	결함 요약에서 나타난 바와 같이 결함정도별로 분석되어 있다.

비고	시험일, 횟수, 환경 구축일, 결합정보 분석을 통해서 GIS 소프트웨어 품질개선 비용에 대해서 유추할 수 있다.
----	----------------------------------------------------------------

위 표에서 보는바와 같이 주 특성별 결합에 대해서 결합정도, 시험일 일수, 회수, 환경구축일에 대한 분석을 통해 현 GIS 소프트웨어 품질 개선 비용을 유추 해볼 수 있으면 좀 더 정확한 데이터를 요구시 앞으로 GIS 소프트웨어 평가사례를 추가 및 분석하여 오차범위가 적은 데이터를 얻을 수 있을 것이다

### 8. 결론

현재, 다양한 소프트웨어 분야에 대한 품질 시험이 이루어지고 시험 결과에 대한 피드백을 통해 국내 소프트웨어 산업 분야의 발전 및 소프트웨어 품질에 대한 인식 제고에 많은 기여를 하고 있다. 그러나 소프트웨어에 대한 품질 시험 인증 과정에서 다양한 소프트웨어 분야에 대한 시험 사례가 축적되었음에도 시험 사례를 활용한 지속적이고 의미 있는 연구가 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 GIS 소프트웨어 제품의 품질 수준을 파악할 수 있는 지표를 도출하여 지표산식을 정의하고 지표의 결과를 산출하기 위해 필요한 수집항목을 선정하였다.

수집과 분석을 통해 실질적으로 다양한 GIS 소프트웨어 유형에서 어떤 결합들이 주로 발생하고 있는지 분석하였다. 분석 결과에 따른 결합수정 비용의 산출을 통해 GIS 소프트웨어의 품질확보를 위해 필요한 비용이 어느 정도가 될 것인지를 객관적 자료를 근거로 산정하는 것을 목표로 하였다.

본 연구를 통해 GIS 소프트웨어 산업 전반의 광범위한 소프트웨어 데이터 축적분석을 통해 품질비용을 가시화하여 기업으로 하여금 실패비용 감소를 위한 품질활동 추진에 우선순위를 두어 투자토록 유도하였다.

그리고 국내 GIS 소프트웨어 프로젝트의 평균 납기 준수율, 비용준수율, 기간생산성 등을 도출하여 산업계의 생산성 수준 파악으로 취약분야 육성 중심의 신규 GIS 소프트웨어품질정책을 발굴하였다.

기업이 GIS 소프트웨어 프로젝트 계획 시 결합발생시의 개선에 소요되는 기간이나 투입인력, 개선비용 등을 고려하여 개발기간, 투입인력, 개발 및 유지보수 비용 등을 사전 예측하여 프로젝트 효율을 극대화하는데 기여할

수 있기를 기대한다.

향후의 과제로서는 품질확보의 비용의 타당성의 검증 부분으로 앞으로 추가적인 자료와 축적된 자료를 통해가 능하리라 본다.

### 참고문헌

- [1] 한국정보통신기술협회, “품질메뉴얼/ 공통품질절차서/ 시험품질절차서/인증품질절차서, TTA 소프트웨어시험인증센터.
- [2] 한국정보통신기술협회, “시험품질지침서/ 인증품질지침서/ 공통품질지침서”, TTA 소프트웨어시험인증센터.
- [3] 한국정보통신기술협회, “소프트웨어 테스트 전문기술”, 기초과정편, TTA, 소프트웨어시험인증센터, 2006.
- [4] 한국정보통신기술협회, “소프트웨어 테스트 전문기술”, 응용과정편, TTA, 소프트웨어시험인증센터, 2006.
- [5] 엄춘영, 김선배, “건설 분야 ERP 시스템의 품질측정 방법” 한국산학기술학회논문지, v10, no.8, pp2044-2054, 2009년 8월.
- [6] 전인오, 강상원, 양해술, “침입방지시스템의보안성 품질 평가기준 및 측정체계의 개발”, 한국산학기술학회 논문지, v11, no.4, pp1449-1457, 2010년 4월.
- [7] 김정묵, 양해술, “VPN(Virtual Private Network) SW의 시험사례분석”, 한국산학기술학회논문지, v11, no.8, pp3012-3020, 2010년 8월.
- [8] ISO/IEC 25001 Software engineering: Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Planning and management.
- [9] ISO/IEC 25010 Software engineering: Software product Quality Requirements and Evaluation(SQuaRE) - Quality model.
- [10] ISO/IEC 25030 Software engineering: Software product Quality Requirements and Evaluation(SQuaRE) - Quality requirements.
- [11] ISO/IEC 25040 Software engineering: Software product Quality Requirements and Evaluation(SQuaRE) - Evaluation reference model and guide.
- [12] Moller, K.H. and Paulish, D.J., "Software Metrics", Chapman & Hall(IEEE Press), 1993.
- [13] ISO/IEC 12119:1994, Software Engineering - Software product evaluation - Requirements for quality of commercial off the shelf software products (COTS) and instructions for testing.
- [14] ISO 9241-11 : 1998, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 11:Guidance on usability.

- [15] ISO/IEC 13407:1999, Human-centered design processes for interactive systems
- [16] ISO/IEC 9126-1 : 2001, Software engineering - Product quality - Part 1: Quality model.
- [17] ISO/IEC TR 9126-2 : 2003, Software engineering - Product quality - Part 2: External metrics.
- [18] ISO/IEC TR 9126-3 : 2003, Software engineering - Product quality - Part 3: Internal metrics.
- [19] ISO/IEC TR 9126-4 : 2004, Software engineering - Product quality - Part 4: Quality in use metrics.
- [20] K. Romer, T. Schoch, F. Mattern and Dubendorfer, "Smart Identification Frameworks for Ubiquitous Computing Applications", Proceedings of the First IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, pp.256-262, 2003.
- [21] MPEG-21 DID, Digital Item Declaration, ISO/IEC 21000-2 FDIS Digital Item Declaration(N4813),May 2003.

**조 성 재(Song-Jea Jo)**

**[정회원]**



- 1981년 2월 : 조선대학교 공과대학 건축공학과
- 1988년 2월 : 한양대학교 대학원 건축공학과 공학석사
- 2009년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 벤처전문대학원 박사과정 재학
- 1985년 5월 ~ 1993년 2월 : 서진감정평가 및 업이종합건축사무소, 성재건축사사무소 대표
- 2000년 5월 ~ 현재 : (주) 한국엔케이엔지니어링 건축사사무소 대표
- 2010년 1월 ~ 현재 : 서울북부지방검찰청 형사조정위원

<관심분야>

건축감정 및 설계, GIS 소프트웨어 시험 및 평가

**김 선 배(Sun-Bae Kim)**

**[정회원]**



- 1973년 2월 : 연세대학교 경영학과
- 1991년 2월 : 美國 뉴욕대 경영대학원 졸업 (MBA)
- 2006년 2월 : 건국대 컴퓨터정보통신공학 박사 학위 취득
- 1975년 1월 ~ 1977년 12월 : 한국외환은행 외
- 1978년 1월 ~ 1986년 12월 : 현대건설 기획, 국제금융경리, 현지법인관리 차장
- 1993년 1월 ~ 2004년 12월 : 현대그룹 현대정보기술 대표이사, 경영지원본부장, 기획실장, 관리부장
- 2005년 1월 ~ 2007년 12월 : 한국정보통신수출진흥센터 원장
- 2007년 1월 ~ 2009년 1월 : 정보통신국제협력진흥원 원장
- 2009년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 벤처전문대학원 교수

<관심분야>

Digital contents, MIS, IT, Telecommunications, Digital convergence