

유스 케이스 기반 요구사항 분석을 통한 리스크 추출 및 우선순위화 연구

김보연*, 김재승, 박보경, 손현승, 김영철, 김우열**

*홍익대학교 소프트웨어공학연구소

**대구교육대학교 컴퓨터교육학과

e-mail:yeon@selab.hongik.ac.kr*, john@dnue.ac.kr**

A Risk Extraction and Prioritization through Requirements Analysis based on Use Case Approach

BoYeon Kim*, JaeSeung Kim, BoKyung Park, HyunSeung Son,
Robert YoungChul Kim, Woo Yeol Kim**

*Dept of CIC, Hongik University, Korea

**Dept. of Computer Education, Daegu National University of Education

요 약

기존의 리스크기반 테스트는 조직, 프로젝트, 제품에만 초점이 맞추어져 있어 소프트웨어 개발에 관련된 리스크 활동은 잘 고려되지 않는다. 본 논문에서는 소프트웨어 개발에 리스크를 적용하고자 유스 케이스 기반 리스크 위험도 측정과 우선순위화를 제안한다. 제안한 리스크 위험도 측정방법은 GoRE의 Goal 중요도 매트릭스를 리스크 결정 매트릭스로 확장하고 이를 이용하여 리스크의 위험도를 우선 순위화에 적용한 것이다. 확장한 리스크 결정 매트릭스는 유스 케이스와 요구사항의 연관관계를 파악한 후 고객 중요도를 계산하여 리스크 위험도를 측정하는 방법이다. 이를 통해 소프트웨어 개발 전 리스크 요구사항 고려로 시스템 구축에 도움이 되고자 한다.

1. 서론

2008년 8월 미국 캘리포니아의 사망사고가 일어났다. 이 사건은 도요타 리콜 사태의 발단이 된 교통사고로, '렉서스 ES350'의 가속페달의 결함으로 인한 사망 사고였다. 2008년부터 2010년까지의 3년 연속 전 세계 시장에서 1위를 하던 일본 도요타 자동차가 급가속과 관련된 8개의 차종에 대해서 판매가 중단된 이후, 지금까지 전 세계에서 약 1200만대에 이르는 대량 리콜 사태를 경험하였다[12, 13].

2012년 초부터 시험운전에 들어간 경주 신월성 원자력발전소 1호기가 고장을 일으켜 가동을 멈췄다. 신월성 1호기가 고장으로 정지된 것은 올해 들어서만 세 번째 고장이었다. 이는 수증기를 터빈에 공급하는 밸브를 조절하는 소프트웨어에 문제가 생겨 잘못된 신호를 일으킨 것으로 추정하고 있다. 처음 고장 이후 원인을 규명하고 이를 보완하는 작업 후에 시험가동을 재개했으나 불과 일주일 만에 다시 고장을 일으켰다[14].

이 두 가지 사건 모두다 소프트웨어 오류와 관련되어 있다. 오류를 최소화시키기 위하여 리스크 요구사항 분석과 추출이 요구된다.

기존의 리스크 기반 테스트는 조직, 프로젝트, 제품 등에

서만 초점이 맞추어져 있어, 소프트웨어 개발 시 리스크 식별이 잘 되고 있지 않는다. 그로 인하여 이처럼 소프트웨어 오류들이 발생한다. 소프트웨어 관점의 리스크 추출 및 우선순위화 연구가 필요하다. 본 논문은 리스크 추출과 우선순위화 하는 방법을 제안한다. 제안한 방법은 유스 케이스 기반의 리스크 요구사항 분석을 통하여 각각의 유스 케이스 단위에서의 위험도와 리스크 요구사항의 위험도를 측정하여 우선순위화 한다. 기존 리스크의 계산방식과는 달리, 리스크 요구사항 분석과 추출을 위해 기존의 GoRE(Goal Oriented Use Case Based Requirements Engineering)에서의 Goal 중요도를 구하는 결정 매트릭스를 이용하여 리스크의 중요도와 우선순위를 계산하는 방식을 제안한다. 제안한 방법을 자동차 물품 관리시스템에 적용하여, 소프트웨어 개발 전에 리스크 우선순위화를 통하여 요구사항을 분석한 완벽한 시스템 구축에 도움이 되었다.

본 논문 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 관련연구로 리스크 기반의 테스트와 Goal 지향 요구사항 및 유스 케이스 우선순위에 대해서 언급한다. 3 장에서는 2장에서 소개한 방법론을 기반으로 리스크 추출과 우선순위화 하는 방법을 제안하고, 제시한 프로세스를 적용하여 우선순위화

* 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업(NIPA-2012-(H0301-12-3004))과 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

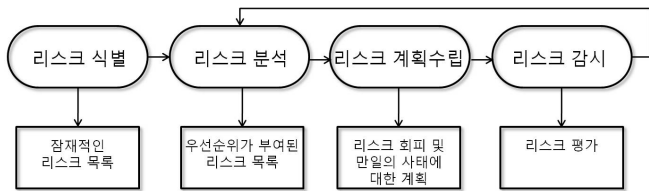
하는 방법을 보인다. 4 장에서는 결론과 향후 연구에 대해서 기술한다.

2. 관련연구

2.1 리스크 기반의 테스트

소프트웨어 개발은 본질적으로 불확실성을 가지고 있기 때문에 리스크 기반의 테스트가 중요하다. 소프트웨어 개발 시 시스템의 모든 테스트 케이스를 테스트 하는 것은 사실상 불가능 하다. 그렇기 때문에 리스트 값이 높은 테스트 케이스의 우선순위를 정하여 테스트를 수행하는 것이 제한된 시간과 자원 하에서 좋은 품질을 생산할 수 있다. 이것이 리스트 기반 테스트이다[2,5].

리스크 기반의 테스트는 주로 리스크 노출 값을 측정하여 테스트를 수행한다. 그러므로 리스크를 식별해 내는 것이 가장 중요하다. 그림 1은 리스크 관리 프로세스를 나타내고 있다. 가장 먼저 리스크 식별단계에서 테스트의 대상이 될 잠재적인 리스크 항목들을 식별해 낸다. 리스크 분석단계에서는 식별된 각 리스크와 그 리스크의 가능성 및 심각성을 판단하여 리스크의 우선 순위를 결정하게 된다. 리스크 계획수립단계에서는 식별된 주요한 리스크에 대해 리스크를 줄이는 대처 방안들을 수립하게 된다. 이는 리스크 회피 및 만일의 사태에 대한 계획들을 찾아내게 된다. 리스크 감시는 식별된 각각의 리스크들에 대해서 평가하게 된다. 이 단계는 계속적으로 이루어 져야한다.[1, 5].



(그림 1) 리스크 관리 프로세스[5]

Amland[2]는 Karolak의 소프트웨어공학의 기본 리스크 관리 프로세스에 테스트 프로세스를 위한 리스크 프로세스를 매핑하였다. 기능이나 테스트 영역에 대한 리스크 값을 측정하고, 측정 수치가 높은 기능의 테스트 영역에 더 많은 시간을 투자하여야 하여야 한다고 말하고 있다. 리스크 노출 값 측정을 위하여 2가지 요소를 활용하였다. 첫 번째는 결함이 일어날 가능성 $P(f)$ 이고, 두 번째는 결함으로 나타나게 될 경우의 비용 $C(f)$ 이다.

$$Re(f) = P(f) * C(f) \dots(1)$$

리스크항목에 대해서 (1)의 식을 이용하여 리스크 노출 값을 측정하였다[2].

Stall[11]은 리스크 기반 시스템 테스트를 위한 모델-기반 기법인 RiteDAP(Risk-based Test case Derivation And Prioritization)을 제안하였다. RiteDAP 리스크는 기능 $R(P, D) = P \cdot D$ 에 의해 결정된다. P는 결함을 포함

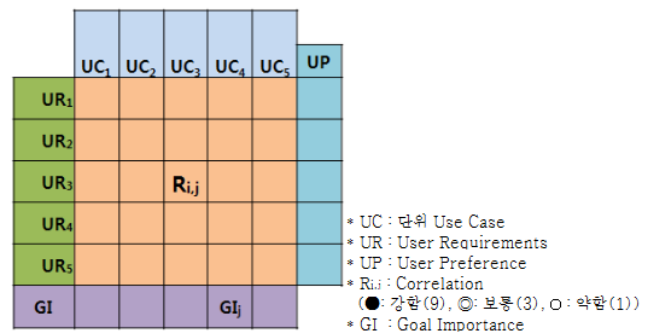
하는 가능성을 가진 개체이고 D는 이러한 결함에 의해 나타날 수 있는 손상이다. RiteDAP는 테스트케이스 우선순위가 자동적으로 만들어진다.

이와 같이, 리스크 기반의 테스트는 리스크 식별 항목들을 식별하고, 식별된 항목들에 대한 리스크 노출 값을 측정하게 된다. 측정된 리스크 노출 값으로 우선순위를 할 수 있다. 우선순위가 더 높은 리스크에 더 많은 시간을 투자하여 수행한다[1,2,3].

그러나, 이 논문에서는 유스 케이스 기반으로 개발 단계에서의 리스크 요구사항 분석을 통해 각각의 유스 케이스 단위에서의 위험도와 그 내의 리스크 요구사항의 위험도 우선순위를 하고자 한다.

2.2 Goal 지향 요구사항 및 유스 케이스 우선순위

GoRE는 가치혁신 요구공학(VIRE: Value-Innovative Requirements Engineering)의 ERRC(Eliminate, Reduce, Raise, Create) 결정 매트릭스 방법을 개선하였다. 사용자 중심의 소프트웨어 개발 방법론을 통해 사용자 선호도 요구사항을 추출하고, Goal 중요도와 요구사항의 우선순위를 결정하는 방법을 사용하였다. Goal중요도와 우선순위를 측정하기 위해서는 우선적으로 소프트웨어 개발 프로세스에 따라 요구사항을 추출한다[9,10]. 사용자의 의사에 따라 사용자 선호도(UP:User Preference)를 부여하고, 각각의 유스 케이스와 요구사항들과의 매칭을 통하여 연관관계를 분석한다. 이후 매트릭스 분석을 통해 사용자 선호도 요구사항에 대한 Goal 중요도와 우선순위를 측정한다. 이는 VIRE(Value-Innovative Requirements Engineering)의 방법을 기초로 하고 있다[6,7,8,9].



(그림 2) Goal 중요도 매트릭스 분석[6,7]

Goal 중요도 매트릭스 분석과정은 연관관계 분석을 통하여 유스 케이스와 요구사항간의 연관관계를 매트릭스에 적용하게 된다. 가로축에는 식별된 Goal 지향의 유스 케이스이며, 세로축은 고객 요구사항이다. 유스 케이스와 요구사항간의 연관관계 정도와 사용자 선호도 요구사항의 선호도를 세로축 오른쪽 끝에 적용한다. 이를 종합하여 Goal의 중요도를 식별해내며, 이를 통하여 각 유스 케이스에 대한 Goal 우선순위를 정할 수 있다. Goal중요도

(GI:Goal Importance)를 다음 수식을 통하여 계산한다.

$$GI (UP_1 \times R_{i,j}) + (UP_2 \times R_{i,j}) + \dots + (UP_i \times R_{i,j})$$

$$= \sum_{i,j=1}^n (UP_i \times R_{i,j})$$

각각의 Goal 기반 유스 케이스와 연관된 Goal 중요도를 계산하여, 전체 요구사항에 대한 우선순위결과를 추출해 낼 수 있다[6,7].

3. 리스크 중요도의 우선순위를 위한 테스트 케이스 추출

3.1 리스크 요구사항 추출

소프트웨어 개발에서 중요한 요소 중 하나는 정확한 요구사항을 추출하는 것이다. 각각의 유스 케이스에서 리스크를 식별하고, 리스크 지향 유스 케이스 명세서를 작성하여 유스 케이스 별로 리스크 요구사항을 추출하였다. 이는 객체지향 패러다임의 개발 방법에 요구사항 추출 방법을 적용하기 위해 Goal 지향 유스 케이스 방법인 GoRE를 기반으로 하고 있다.

RRs No.	Risk Requirements(RRs)	Priority	CI
RR01	회원의 권한에 따라 사용할 수 있는 기능이 오류가 생긴다.	2	5
RR02	통신 장애로 인하여 접속이 되지 않는다.	1	5
RR03	중복된 데이터를 입력하였음에도 불구하고, 알려주지 않고 등록한다.	14	1
RR04	고객관리에서 등록/조회/수정/삭제 기능의 이용이 불가능하다.	3	4
RR05	고객/입고/물품/재고관리 및 판매관리 일부의 각 항목은 사용자와 관리자 모두, 또는 둘 중 하나가 이용이 불가능하다.	8	3
RR06	고객 조회 시 고객의 이름과 전화번호 정보를 이용하여 검색이 되지 않는다.	10	2
RR07	사용자 및 관리자가 수정하고자 하는 내용이 등록되지 않는다.	9	2
RR08	물품관리에서 등록/조회/삭제 기능의 이용이 불가능하다.	7	3
RR09	입고/수입/지출조회 및 판매조회에서 요구한 정보 또는 일별/월별/연도별로 조화가 이루어지지 않는다.	11	2
RR10	입고관리에서 등록/조회/삭제 기능이 이용 불가능하거나, 불안전하게 작동한다.	5	4
RR11	항목을 선택할 때 콤보박스에 체크가 되지 않는다.	12	1
RR12	각 항목 조회 및 수정할 때 검색 결과가 표로 올바르게 출력되지 않는다.	6	3
RR13	지출 관리에서 등록/조회/수정/삭제 기능의 이용 불가능하거나, 불안전하게 작동한다.	4	4
RR14	판매 관리에서 등록/조회/수정/삭제 기능의 이용불가능하거나, 불안전하게 작동한다.	13	1

(그림 3) 자동차 물품관리 시스템에서의 리스크 요구사항

먼저, 1단계는 이해관계자의 요구사항을 정의하고 문서화한다. 시스템 요구사항을 정의하고, 기능 별 요구사항을 도출하고 정리한다. 2단계는 유스 케이스 다이어그램을 식별하기 위해 고객 요구사항 정의 문서를 바탕으로 유스 케이스 다이어그램을 식별한다. 3단계는 2단계에서 도출한 각각의 유스 케이스에서 리스크를 추출하여 정리한다. 4단

계는 3단계에서 식별한 리스크정보를 바탕으로 리스크지향 요구사항 시나리오 / 유스 케이스 명세표를 작성한다. 5단계는 4단계에서 식별한 명세서를 이용하여 리스크 요구사항을 추출한다. 이는 각각의 리스크들이 어느 유스 케이스와 관련이 있는지에 대해 판단하여 준다. 6단계에서는 5단계에서 추출된 리스크들을 종합하여 리스크요구사항들을 도출한다[6,10].

적용 사례로는 자동차 물품관리 시스템을 사용하였다. 그림 3은 추출된 리스크 요구사항이다. 다음은, 유스 케이스별로, 우선순위와 리스크의 고객 중요도(CI)를 측정하였다.

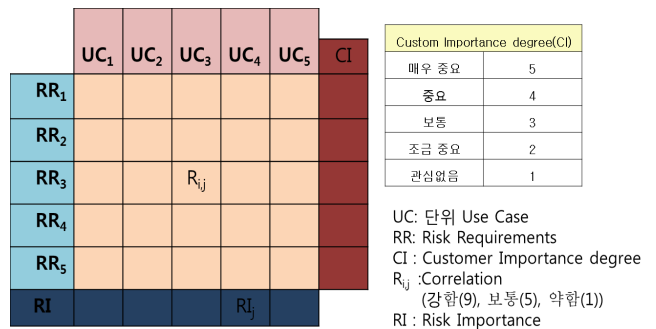
3.2 요구사항 및 유스 케이스 우선 순위화

기존의 GORE(Goal Oriented Use Case Based Requirements Engineering)에서의 Goal 중요도를 구하는 결정 매트릭스를 이용하여 리스크의 중요도와 우선순위를 계산한다. 리스크 중요도 매트릭스를 분석하기 위해서는 유스 케이스와 요구사항의 연관관계를 파악한 후에 매트릭스에 적용한다. 가로축은 단위 유스 케이스(UC)로 고객 요구사항 추출 과정 중에 식별되었던 리스크 지향의 유스 케이스이다. 세로축에는 리스크 요구사항(RR)으로 발생할 수 있는 리스크 요구사항을 적용하였다. 리스크 결정 매트릭스 중 가장 오른쪽에는 고객 중요도 정도(CI)로 1점부터 5점까지 추출된 리스크에 점수를 부여하였다. 유스 케이스에 대한 리스크 요구사항의 연관관계정도($R_{i,j}$)에 따라 매트릭스에 적용하게 된다. 점수는 9점, 3점, 1점으로 나타낸다. 또한, 전체 고객의 리스크 중요도를 세로축의 가장 오른쪽에 적용한다. 이와 같은 매트릭스를 통하여 리스크 중요도(RI: Risk Importance)를 측정할 수 있다. 리스크 중요도는 수식을 통해 계산한다.

$$RI = (CI_1 \times R_{i,j}) + (CI_2 \times R_{i,j}) + \dots + (CI_i \times R_{i,j})$$

$$= \sum_{i,j=1}^n (CI_i \times R_{i,j})$$

이는 매트릭스 가장 아래에 적용한다.



(그림 4) 리스크 결정 매트릭스

	UC ₁	UC ₂	UC ₃	UC ₄	UC ₅	UC ₆	UC ₇	UC ₈	UC ₉	UC ₁₀	UC ₁₁	UC ₁₂	UC ₁₃	UC ₁₄	UC ₁₅	UC ₁₆	UC ₁₇	UC ₁₈	UC ₁₉	UC ₂₀	UC ₂₁	UC ₂₂	CI	
RR ₁	9																							5
RR ₂	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	5
RR ₃	9					3																		1
RR ₄	9	9	9	9																				4
RR ₅	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3
RR ₆																								2
RR ₇																								2
RR ₈														9	9	9								3
RR ₉							9																	1
RR ₁₀						9	9	9																4
RR ₁₁						9																		1
RR ₁₂			3	3				3	1		3	3	1		3	1	3	3				3	1	9
RR ₁₃																								4
RR ₁₄									9	9	9	9												1
RI	90	117	135	135	108	120	135	111	84	108	126	102	108	108	102	81	117	129	162	153	129	74		

(그림 5) 자동차 물품관리 시스템 매트릭스 분석

위와 같은 매트릭스 분석을 통해 리스크의 중요도를 측정할 수 있었고, 각각의 유스 케이스에 대한 리스크의 우선순위를 추출할 수 있었다. 그림 6은 각각의 유스 케이스에 대한 리스크 중요도 및 우선순위를 나타낸다.

	UC ₁	UC ₂	UC ₃	UC ₄	UC ₅	UC ₆	UC ₇	UC ₈	UC ₉	UC ₁₀	UC ₁₁	UC ₁₂	UC ₁₃	UC ₁₄	UC ₁₅	UC ₁₆	UC ₁₇	UC ₁₈	UC ₁₉	UC ₂₀	UC ₂₁	UC ₂₂
RI	90	117	135	135	108	120	135	111	84	108	126	102	108	108	102	81	117	129	162	153	129	74
순위	19	10	3	3	13	9	3	12	20	13	8	17	13	13	17	21	10	6	1	2	6	22

(그림 6) 유스 케이스 리스크 중요도 및 우선순위 결과

다음으로는 리스크 기반 유스 케이스와 연관된 요구사항의 리스크 중요도를 계산한다.

Priority	RR	RI	Priority	RR	RI	Priority	RR	RI
1	RR ₁	45	3	RR ₅	27	4	RR ₉	18
	RR ₂	45		RR ₈	27		RR ₃	9
2	RR ₄	36	4	RR ₁₂	27	5	RR ₁₁	9
	RR ₁₀	36		RR ₆	18		RR ₁₄	9
	RR ₁₃	36		RR ₇	18			

(그림 7) 전체 요구사항에 대한 우선순위 결과

리스크 중요도를 각각 비교하여 중복되는 리스크 요구사항이 있을 때에는 제일 큰 리스크 중요도를 제외하고는 나머지는 삭제한다. 그림 7은 전체 요구사항에 대한 우선순위 결과를 나타낸 것이다.

4. 결론과 향후 연구

본 논문에서는 요즘 중요시 되고 있는 리스크 분석 및 추출에 관한 리스크 중요도와 우선순위 방법을 제안하였다. 기존의 GoRE[7] 방법의 Goal지향 요구사항 기반의 테스트를 위한 요구사항 추출 및 우선순위화를 기반으로 리스크 기반의 요구사항 분석 및 우선순위를 추출하였다. 유스 케이스 기반으로 개발 전 단계에서의 리스크 요구사항 분석을 통해 각각의 유스 케이스 단위에서의 위험도와 그 내의 리스크 요구사항의 위험도를 측정하여 우선순위화가 가능하였다. 이를 통해 소프트웨어 개발 전에 리스크 요구사항을 고려를 통해 완벽한 시스템을 구축에 도움이 된다. 향후 연구로는 기존의 리스트 기반의 테스트에 이미 테

스트 된 소프트웨어나 환경이 변경되었을 때 수행되는 회귀테스팅을 접목하고자 한다. 이에, 변경된 시스템에 대한 리스크의 중요도를 측정하고, 우선순위를 도출하고자 한다.

참고문헌

[1] Boehm, B.W., "Software Risk Management: Principles and Practices", Software, IEEE, Vol8, No.1, pp.32-41, 1991,01.

[2] Stale Amland, "Risk-based testing: Risk analysis fundamentals and metrics for software testing including a financial application case study", Journal of Systems and software, Vol53, pp.287-295, 2000.

[3] 송미경, "소프트웨어 리스크 카테고리 항목을 이용한 리스크 값 측정 및 테스트 연계방안 연구", 이화여자대학교 석사학위논문, 2010.

[5] Ian Sommerville., Software Engineering, 9rd Ed. Pearson, 2010.

[6] 박보경, 문소영, 김동호, 서채연, 김영철, "Goal 지향 유스 케이스 기반의 요구사항 추출에 관한 연구", 소프트웨어공학회, 2012, 2.

[7] 박보경, "Goal 지향 요구사항 기반 테스트를 위한 요구사항 추출 및 우선순위화에 관한 연구", 석사학위논문, 홍익대학교, 2012.

[8] Sangsoo Kim, Hoh Peter In., "VIRE: sailing a Blue Ocean with Value-Innovative Requirments", Software, IEEE, Vol.25, No.20, pp.80-87, 2008, 2-3.

[9] BoKyung Park, Sung Bin Ahn, R. Youngchul Kim, "Requirement Engineering for Extracting Functional & Non-Functional Requirements Based on User Behavioral Analysis", JCICT & YES-ICuC 2011, Vol.4, pp.54, 2011.

[10] 안성빈, 김동호, 정지홍, 김영철, "사용자 행위 분석 기반 데이터 추출에 관한 연구", 보안공학연구논문지, Vol6, No.2, 2009.

[11] Heiko Stallbaum, "An automated technique for risk-based test case generation and prioritization", International Conference on Software Engineering, pp. 67-70, 2008.

[12]김지형. "리콜 확산 도요타 가속페달 결함 뒤 길래", <http://news.mk.co.kr/newsRead.php?year=2010&no=54741>, 매일경제, 2010, 2, 1.

[13]김영진, "도요타 리콜 사태 무엇을남겼나<3>", <http://www.etoday.co.kr/news/section/newsview.php?TM=news&SM=0405&idxno=293382>, 이투데이, 2010, 3, 2.

[14]김진오, 신희강, "잇따른 '원전고장' 국내 '원전스타일?', <http://www.ajunews.com/common/redirect.jsp?newsId=20120827000473>, 아주경제, 2012, 8, 27.