

# IoT 환경에서 안전한 소프트웨어 개발을 위한 소프트웨어공학 메타분석

김양훈\* · 박원형\*\* · 김국보\*\*\*

## 요 약

ICT 융합환경과 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터 등의 새로운 환경이 도래함에 따라, 기존의 소프트웨어공학 기법들이 어떻게 활용하느냐가 주요 관건이 되고 있다. 더불어 IoT 환경에서 안전한 소프트웨어 활용을 위한 요구사항분석 및 설계 단계의 중요성이 나타나고 있다. 그러나 그간의 연구들은 IoT 환경에 적용되는 기술들의 활용성에 주로 초점이 맞추어져 있으며, 그러한 기술들을 안전하게 현장에 적용하기 위한 선행 단계인 분석·설계를 내실 있게 만들기 위한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 따라서 본 연구에서는 소프트웨어 공학 기반의 연구동향을 정리하고 그 관계를 분석하고자 한다. 세부적으로 연구동향 메타분석을 수행하기 위하여 소프트웨어 공학 연구동향을 프로세스에 따라 구분하고 연차별 추이를 분석하였다. 그리고 키워드의 연관관계를 분석하여 주요 연구 흐름을 분석하였다. 이러한 분석을 바탕으로 IoT 환경에서 고품질 소프트웨어를 개발하기 위한 방안으로 소프트웨어 공학 기법들의 활용성을 높일 수 있는 전략을 제안하였다.

## Software Engineering Research Trends Meta Analyzing for Safety Software Development on IoT Environment

Yanghoon Kim\* · Wonhyung Park\*\* · Guk-boh Kim\*\*\*

## ABSTRACT

The new environments arrive such as ICT convergence, cloud computing, and big data, etc., how to take advantage of the existing software engineering technologies has become an important key. In addition, the importance of requirement analysis for secure software and design phase has been shown in the IoT environment. While the existing studies have focused on the utilization of the technique applied to IoT environment, the studies for enhancing analysis and design, the prerequisite steps for safely applying these techniques to the site, have been insufficient. So, we try to organize research trends based on software engineering and analyze their relationship in this paper. In detail, we classify the research trends of software engineering to perform research trends meta-analysis, and analyze an annual development by years. The flow of the major research is identified by analyzing the correlation of the key words. We propose the strategies for enhancing the utilization of software engineering techniques to develop high-quality software in the IoT environment.

**Key words :** IoT Environment, Safety Software Development, Software Engineering, Networking Analysis, Research Trends

---

접수일(2015년 5월 5일), 게재확정일(2015년 5월 15일)

---

\* 극동대학교/사이버안보학과, 1저자

\*\* 극동대학교/사이버안보학과

\*\*\* 대진대학교/컴퓨터공학과, 교신저자

## 1. 연구배경

ICT 기술과 타 산업 기술이 융합됨에 따라 발생하는 융합산업은 국가경쟁력의 핵심이 될만큼 중요한 국가 기간산업으로 발돋움하고 있다. 융합의 핵심 요소기술인 ICT 기술의 주요 부분은 소프트웨어의 개발로 이루어져 있으며, 융합산업의 특성상 기기종의 플랫폼 연결로 인하여 고품질의 소프트웨어의 도입을 통한 안전한 융합기술 활용에 대한 필요성이 증가하고 있다.

더불어 근래에는 사물인터넷 환경(Internet of Things Environment, 이하 IoT 환경)이 도래함에 따라 모든 사물이 네트워크에 연결되어 활용할 수 있는 환경이 만들어지고 있다. 이러한 IoT 환경에서는 외부 환경으로부터 데이터를 취득해 서비스를 제공하는 주요 매개체로 활용되는 센서(사물)들이 ICT 기술에 의해 능동적, 자동적으로 다루어지고 있다. 이러한 사물들은 서비스 수혜자들에게 능동적인 서비스를 제공하는 잇점을 가지고 있지만, 반면에 외부 보안적 위협에 노출되어 있는 문제점을 가지고 있다. 이에 따라 국내 기업들은 사물인터넷 환경에서 발생할 수 있는 다양한 보안위협과 프라이버시 이슈를 기반으로 사례를 파악하고 있으며, 지난 2014년 10월 범 정부적인 사물인터넷 정보보호 로드맵을 발표하고 대응에 나서고 있다. 특히 제품·서비스의 기획·설계단계부터 보안을 고려하여 고품질의 소프트웨어 개발을 권유하고 있다.

소프트웨어는 소프트웨어를 필요로 하는 대상의 요구사항 분석 단계에서부터, 시스템을 예측 분석하기 위한 설계 단계, 실제 개발하는 구현 단계, 그리고 요구사항을 기반으로 하는 시험단계, 마지막으로 납품 및 유지보수단계에 걸쳐진 소프트웨어 개발 방법론을 준용했을 때 안전하게 활용할 수 있는 고품질의 소프트웨어를 개발할 수 있다.

소프트웨어는 개발 대상 도메인에 따라 구조, 기능, 성질이 서로 다르며, 이런 다양한 소프트웨어를 하나의 개발 방법으로 모두 개발하기에는 불가능하다. 특히 모든 도메인에서 적합한 형태로 간주되는 범용 개발 방법론은 존재하지 않으며, 지금까지 적용되고 있는 소프트웨어 개발방법론은 각각의 특색을 갖추고 있다[1].

이처럼 환경의 변화가 급진전하고 있는 지금의 시점에서, 본 연구에서는 안전한 고품질 소프트웨어 개발을 위하여 현재까지의 소프트웨어공학과 관련된 국내외 연구동향을 정리하고 메타분석을 수행하고자 한다. 세부적으로 소프트웨어공학의 개발 프로세스 기반으로 한 연구범위의 분류를 분석하여 최근 5년간의 연구 동향과 발전방안을 제시하고자 한다.

## 2. 선행연구

### 2.1 IoT 보안 선행연구

김시정[4]의 연구에서는 IoT에서 보안 현황을 파악하기 위하여 기술동향에 대해 살펴보았다. IoT 서비스 이용 사례를 기반으로 보안 위협과 취약성을 기술하였다. 특히, 다양한 플랫폼 환경에서 발생할 수 있는 보안문제의 해결에 대한 필요성을 강조하였다.

김동희[5]의 연구에서는 IoT 서비스를 위한 보안기법에 대해 연구하였다. IoT의 주요 구성 및 기술요소들을 분석하였으며, 기술요소를 통해 발생가능한 보안위협을 식별하였다. 그리고 이에 따른 IoT 환경에서 기본적으로 갖추어야 할 보안 요구사항을 제시하였다.

김호원[6]의 연구에서는 유비쿼터스 환경을 실현하는 사물의 지능화/통신화에 대한 기술 동향과 보안 기술을 논하기 위해서 USN과 거의 비슷한 개념이지만 국내외적으로 더욱 보편적으로 사용되고 있는 IoT (Internet of Things) 용어를 활용하여 기술동향과 보안기술을 논하였다.

조미영[7]의 연구에서는 미래인터넷 설계 시 필수적으로 고려되어야 하는 사용자/플랫폼 기반의 보안구조를 설계함에 있어 보안 구조 설계에 따른 위협요소, 요구사항, 설계 방향에 대해 논의 하였다.

IoT 보안에 대한 연구는 IoT 서비스 현황에 대한 소개를 중심으로 현재 존재하는 기술요소를 기반으로 완성된 제품을 대상으로 갖추어야 할 위협과 취약점 식별에 대한 연구가 주를 이루고 있다.

그간의 연구는 IoT 보안에 대한 초점을 제품의 활용성 측면에서 고려하고 있으며, 기술 자체에 대한 취약점만을 식별하고 있다. IoT 환경을 기반으로 안전한 서비스를 제공하기 위해서는 제품 및 서비스의 요

구사항분석 및 설계 단계에서부터 고품질 소프트웨어를 고려한 형태로 개발될 수 있도록 IoT 환경을 고려한 소프트웨어 공학의 연구가 필요한 시점이다.

## 2.2 소프트웨어 공학 관련 선행연구

소프트웨어 개발의 대형화, 복잡화, life-cycle 감소에 따른 소프트웨어 위기를 해결하기 위하여 소프트웨어 개발 프로세스를 SW Tool에 적용시켜 자동화시키려는 개념으로 컴퓨터 기반 소프트웨어 공학 지원도구들이 개발되고 있다. 즉, 지루하고 반복적인 프로그래밍을 자동화 시키고 발생 할 수 있는 상황들을 simulation함으로 개발 기간의 단축뿐만 아니라 생산하는 소프트웨어의 일관성과 완전성을 높임으로서 생산성 향상과 품질 향상을 가져다 주는 도구이다.

몇가지 소프트웨어공학을 적용하는 개발방법론을 살펴보면 다음과 같다. IBM의 사업 부서가 된 Rational社에서 나온 Rational Unified Process(RUP) 개발방법론은 UML기반 작성되며, 소프트웨어 프로젝트의 단계를 세분화했고, 모든 단계들이 유기적으로 협력하면서 진행될 수 있도록 만들어졌다. Kent Beck이 만든 eXtreme Programming(XP) 개발 방법론은 기존의 개발 방법론은 대 주제를 기반으로 Top-Down 방식의 프로세스를 진행한 반면에, 해당 개발 방법론은 Bottom-Up방식의 개발프로세스를 진행하는 특징을 가지고 있다.

권호열[8]의 연구에서는 소프트웨어 개발 프로세스는 소프트웨어를 생성하는 과정으로서 소프트웨어 수명주기 모델, 소프트웨어 개발 도구, 소프트웨어를 구축하는 개발자를 통합한 것으로 정리하였다. 소프트웨어 개발 프로세스의 연구동향을 파악하기 위하여 소프트웨어 개발 프로세스의 주요 기법으로서 소프트웨어 재사용 기법인 컴포넌트 기반 개발기법과 아키텍처 및 프로덕트 라인 개발기법, 소프트웨어 수명주기 모델로서 극한 프로그래밍(XP), 프로세스 관리 기법으로서 PSP/TSP 와 CMM 등을 중심으로 연구 동향을 소개하였다.

소프트웨어 공학과 관련된 연구는 개발방법론에 대한 연구와 품질보증을 위한 활동 및 테스트를 위한 연구가 주를 이루고 있다. 대다수의 연구들이 소프트웨어 공학의 세부 주제를 중심으로 연구하고 있으며,

전반적으로 조망하는 연구에 대해서는 미흡한 실정이다.

## 2.3 메타분석 개념 및 동향

연구동향 메타적 분석이란 이미 이루어져 있는 많은 수의 개별연구들을 분석하여 종합함으로써 연구자들에게 통합된 관점의 연구동향을 제공하기 위한 양적 연구방법으로써 분석의 분석이라 불리운다. 기본 분석 모델로는 분야 별 및 저자 별 논문건수, 연고별 논문건수 및 누적 논문 건수, 연고 별 저자 수 및 신규저자 수 등을 분석하며, 상세 분석 모델로는 저자 연관 분석, 사례 연구, 중형단적 설문, 기술적 연구, 이론적 연구 등의 연구방법 연구분야별 성숙도 등을 분석한다[9].

기본분석 모델 중 대표적인 연도별/분야별 논문 건수 분석은 과거부터 현재까지의 논문게제 현황의 시계열적인 정보 뿐 아니라, 분야별 연구 활동 증감현황을 연도별로 비교하는 분석 방법이다. 연도별 및 분야별 논문현황을 하나의 그래프에 표시하여 연구 분야별 연구개발 진행상황의 종합적인 분석도 가능하다. 상세 분석모델의 대표적인 분석모델인 포트폴리오 맵은 연구 분야의 라이프사이클을 분석하여 탐색기, 성장기, 발전기, 성숙기, 쇠퇴기 중에서 어느 단계에 속하는지 결정할 수 있다. 그래프는 논문 건수와 논문 건수 증가율로 표시된다.[10]

이호신[11]의 연구에서는 이러한 메타분석의 기초가 되는 기술동향분석을 위한 시스템을 개발하였다. 세부적으로 연도별 논문 및 저자 수, 국가별 논문건수 등을 나타낼 수 있는 정량적인 분석 시스템을 개발하였다.

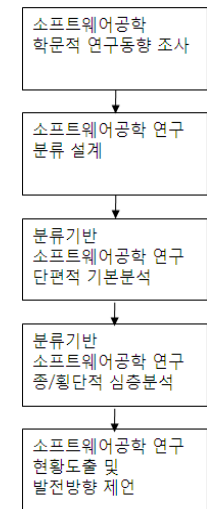
예상준[10]의 연구에서는 한의학 연구동향 분석시스템 구현을 위한 기초 모형을 개발하였다. 기본적인 분석모델과 상세 분석모델에 대한 간략한 정리를 수행하였으며, 국내 한의학 연구들에 대한 정량적 및 정성적 데이터를 시스템에 표현하기 위한 정리를 수행하였다.

### 3. 안전한 소프트웨어 개발을 위한 소프트웨어 공학 연구 메타분석

#### 3.1 소프트웨어 공학 연구 메타분석 조사설계

학문에 대한 광범위한 메타분석은 과거의 연구동향을 정리하고, 정량적 수치와 정성적 연구 현황을 분석함으로써 미래 지향적인 연구 방향성을 도출할 수 있다. 본연구에서는 소프트웨어 공학의 연구동향을 메타분석하기 위하여 그림 1과 같은 절차에 따라 연구를 수행하고자 한다. 세부적으로 소프트웨어공학 학문적 연구동향을 조사한다. 그리고 분석을 위하여 소프트웨어공학 연구 분류를 설계하고, 우선 분류기반 소프트웨어공학 연구에 대한 단편적 기본분석을 수행한다. 그리고, 분류기반 소프트웨어공학 연구 중/횡단적 심층분석을 수행하고 소프트웨어공학 연구 현황을 도출하여 연관성에 따른 향후 발전방향을 제언하고자 한다.

분석 대상 국제 저명논문지는 IEEE Software Engineering Society와 Software Engineering Journal이다. 2009년부터 2013년까지 게재된 270개 논문을 대상으로 메타분석을 수행하고자 한다.

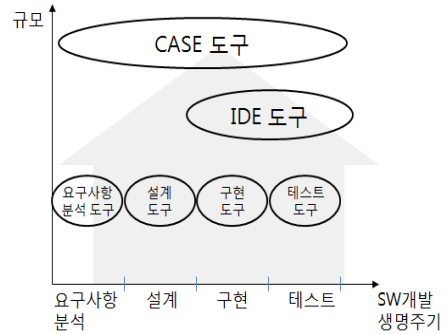


(그림 1) 연구방법론

#### 3.2 연구동향 메타분석 분류 설계

본 연구에서 소프트웨어 공학 연구동향을 분석하기

위해 선행연구를 기반으로 소프트웨어 개발 생명주기별 소프트웨어 개발 (지원)도구를 “소프트웨어 개발 생명주기에 따라 크게 요구사항 정의, 설계, 구현, 테스트와 관련된 소프트웨어 개발을 지원하는 분류에 해당하는 모든 도구”로 정리한다.

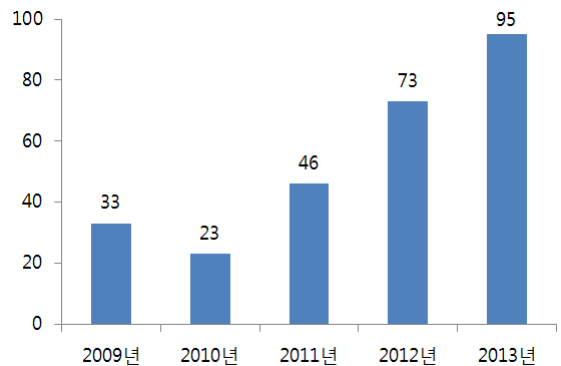


(그림 2) 메타분석 분류 설계

정리한 개념과 연구현황을 기반으로 그림2와 같이 소프트웨어 공학에 대한 연구분야 메타분석을 위한 분류를 설계하였다.

#### 3.3 연구동향 단편적 기본분석

소프트웨어공학의 전반적인 연구 동향은 그림 3과 같이, 2009년 33편으로 시작하여, 2010년 소폭 감소한 23편으로 줄어들었다. 그리고, 조사를 시작한 2009년에 비하여 2013년도에 3배에 가까운 총 95편의 연구 결과가 게재되었다.



(그림 3) 연차 별 연구 추이

연차별 연구 현황을 기반으로, 소프트웨어공학에서 10년이상 종사한 전문가 5인 대상으로 델파이 기법을 통한 각 논문들의 분류를 선정하였다. 분류된 논문들을 상세하게 살펴보면 표 1과 같이 나타났다. 요구사항분석 분류는 총 74편, 설계 분류는 88편, 구현 분류는 33편, 테스트 분류는 77편이 게재된 것으로 나타났다.

전반적으로 구현과 관련된 논문들은 양적으로 적은 형태로 나타났으나, 구현과 연계된 테스트 분류를 포함하여 고려하였을 때는 전체의 약 40%를 차지하는 것으로 나타났다. 또한 가장 많은 양적 연구결과를 나타낸 설계 분류체계는 매해 양적으로 감소없이 꾸준한 성장을 보인 것으로 나타났다.

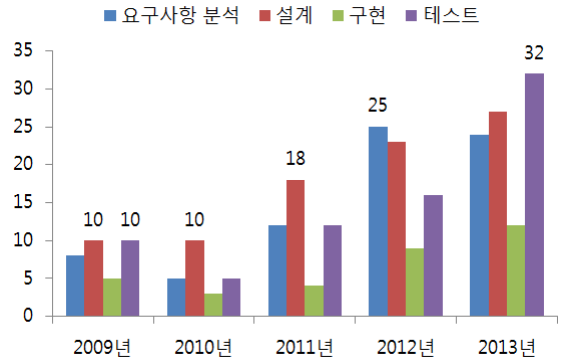
마지막으로 요구사항분석 분류와 테스트 분류의 양적 현황은 74, 75편으로 비슷한 것으로 나타났다.

<표 4> 분류에 따른 연차 별 연구추이

연도 \ 분류	2009	2010	2011	2012	2013
요구사항 분석	8	5	12	25	24
설계	10	10	18	23	27
구현	5	3	4	9	12
테스트	10	5	12	16	32
합계	33	23	46	73	95

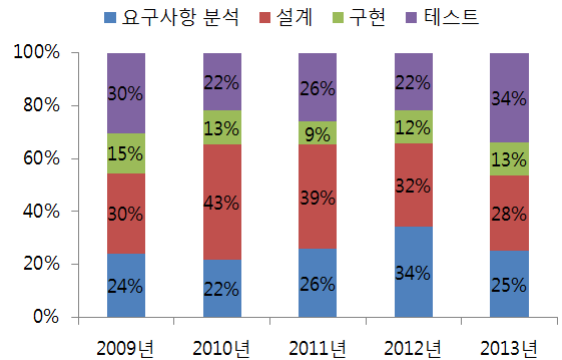
2009년에는 설계 분류와 테스트 분류의 논문들이 양적으로 가장 많이 게재되었으며, 전반적으로 양적인 게재 논문이 줄어들은 2010년에는 설계 분류가 10편으로 가장 많이 게재된 것으로 나타났다.

2011년도에 설계 분류 논문이 18편 게재된 이후, 2012년도에 요구사항 분석 분류가 25편, 2013년도에 테스트 분류가 32편이 게재 되어 구현 분류의 논문을 제외하고 전 분류에서 양적인 성장을 보인 것으로 나타났다.



(그림 4) 분류에 따른 연차 별 연구 추이

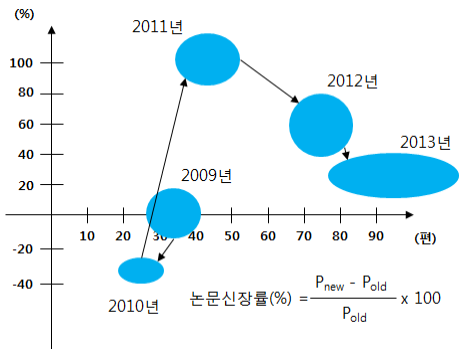
분류에 따른 연차 별 게재 비율을 살펴보면 그림 5와 같다. 우선, 설계 분류는 2013년을 제외하고 전반적으로 30% 이상의 비율을 차지하는 것으로 나타났다. 이에 반하여, 구현 분류는 2009년에 가장 높은 15%의 비율을 차지하고 그 이후 20%를 넘지 못하는 연구 경향을 보였다.



(그림 5) 분류에 따른 연차별 게재 비율

### 3.4 연구동향 중/횡단적 심층분석

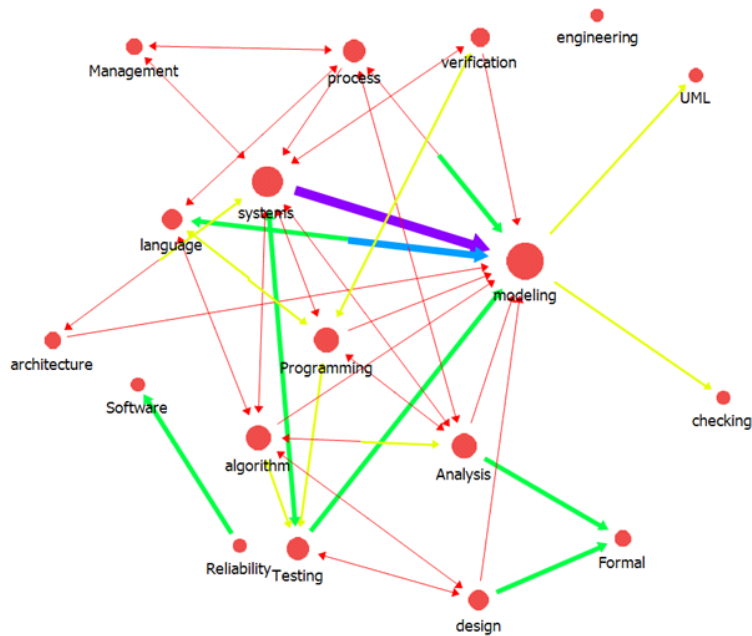
연구동향 심층분석을 위하여 논문의 질적 신장율을 살펴볼 수 있는 포트폴리오 맵을 그림 6과 같이 분석하였다.



(그림 6) 연구동향 포트폴리오 맵

소프트웨어공학의 연구동향 포트폴리오 맵을 살펴보면, 특히나 일반적인 학술연구의 흐름과 일치하는 형태써 나선형 형태를 보이고 있다. 향후, 연구는 양적으로는 현재와 유사하거나 조금 줄어든 형태의 경향을 보일 것으로 가능할 수 있으며, 그 후에 더 많은 양적 연구가 이루어질 것으로 분석된다.

추가적으로 270개 논문에 게시된 1,236개 키워드의 연관성 분석을 위한 메타분석을 그림 7과 같이 수행하였다. 전반적으로 모델링, 시스템의 두 키워드가 중심 관계를 보이고 있는 것으로 나타났다. 그리고, 모델링 키워드를 중심으로 강한 연관관계를 가지고 있으며, 양적으로 연구가 많이 증진된 테스트링 키워드 또한 높은 연관관계를 가진 것으로 나타났다. 분류 분야별로 살펴보면, 분석 단계에서는 프로세스, 시스템, 알고리즘에 대한 분석을 함께 수행하며, 그 도구로 정형분석 기법을 활용하는 것으로 나타났다. 설계 단계에서는 설계 모델링 기법과 테스트를 고려한 설계를 진행하는 것으로 나타났다. 구현 단계에서는 프로그램 언어와 프로세스, 아키텍처에 대한 연구를 많이 진행하는 것으로 나타났다. 마지막으로 테스트 단계에서는 프로그래밍 기법을 기반으로 시스템, 모델링에 대한 테스트 및 검증에 대한 연구를 연관하여 진행하는 것으로 분석되었다.



(그림 7) 소프트웨어 공학 연구 키워드 연관성 분석결과

## 4. 결론 및 향후연구

본 연구에서는 그간의 소프트웨어공학 기반의 연구 동향을 정리하고 그 관계를 분석하여 안전한 소프트웨어 개발을 위한 소프트웨어공학 기법들의 활용성을 높일 방안을 전략적으로 설계하기 위한 기반연구를 수행하였다. 소프트웨어공학 분야의 과거/현재의 연구동향의 단편적 자료를 기반으로 소프트웨어공학 연구동향 심층분석을 위한 기초자료로 분류체계를 설계하였다. 세부적으로 국제 저명학술지의 최근 5년간 연구동향을 분석하여 IoT 환경에 시의성 있는 연구방안을 제안하고자 하였다. 세부적으로 소프트웨어 공학 분야에 게재된 271개의 논문을 양적분석과 질적분석을 수행하였다. 그 결과는 크게 3가지로 요약 정리할 수 있다.

- 안전한 소프트웨어 개발을 위한 양적 연구 현황에 대해 살펴보았다.
- 연구 현황에 대해 분류를 설계하고 설계한 분류를 기반으로 비율을 살펴봄으로써 현재 국제적으로 집중화되고 있는 연구 경향에 대해 분석하였다.
- 마지막으로 소프트웨어공학에 대한 연구 방향성의 흐름과 연관성 등을 질적으로 파악함으로써 핵심적인 연구 방향에 대해 분석하였다.

향후 연구로는 국내 소프트웨어공학에 대한 연구와 비교분석함으로써 미래지향적 연구 방향성에 대한 연구를 진행할 예정이다.

정보처리학회논문지, 소프트웨어및데이터공학, 제 2권, 제4호, 2013

- [4] 김시정, 조도은, "IOT(Internet of Things) 보안 기술 동향", 한국콘텐츠학회, 제 13권, 제1호, pp. 31-35, 2015
- [5] 김동희, 윤석웅, 이용필, "IoT 서비스를 위한 보안", 정보와 통신, 제 30권, 제 8호, pp. 53-59, 2013
- [6] 김호원, 김동규, "IoT 기술과 보안", 정보보호학회지, 제 22권, 제1호, pp. 7-13, 2012
- [7] 조미영, 이상민, 김기천, "미래인터넷 보안 구조 설계 및 요구사항 연구" 정보와 통신, 제 29권, 제3호, pp. 49-57, 2012
- [8] 권호열, "소프트웨어 개발 프로세스의 연구동향", 정보과학회지, 제 20권, 제3호, pp. 6-14, 2002
- [9] 장항배, "제조산업 기술보호를 위한 산업보안학 메타적 분석 연구", 한국항행학회논문지, 제 17권, 제1호, pp. 123-131, 2013
- [10] 예상준, 장현철, 김진현, 김철, 김상균, 송미영, "한의학 연구동향 분석시스템 구현을 위한 모형개발", 한국콘텐츠학회논문지, 제9권, 제12호, pp.710-717, 2009

## 참고문헌

- [1] 김영희, 진병운, 양태연, 노봉남, "소프트웨어 개발 방법론에 대한 비교연구", 한국정보과학회 학술대회 Vol.25 No. 2, 1998
- [2] 정기훈, 채화영, 김정길, 이재신, 강순주, "실물 프로토타이핑 기법을 적용한 임베디드 실시간 시스템 소프트웨어 개발 방법론", 전자공학회지 제31권 제11호, 2004
- [3] 김영옥, 권기태, "특징 선택을 이용한소프트웨어 재사용의 성공 및 실패요인 분류 정확도 향상",

[ 저 자 소 개 ]



**김 양 훈 (Yanghoon Kim)**

2005년 대진대학교 컴퓨터공학과  
공학사  
2007년 대진대학교 컴퓨터공학과  
공학석사  
2011년 대진대학교 소프트웨어공학  
전공 박사  
2012년 ~ 2013년 : 상명대학교  
소프트웨어&미디어  
연구소 박사 후 연구원  
2014 ~ 현재 극동대학교 사이버안보학과  
조교수

E-mail:yhkim@kdu.ac.kr



**박 원 형 (Wonhyung Park)**

2002년 서울과학기술대학교  
산업정보시스템공학과 공학사  
2005년 서울과학기술대학교  
정보산업공학과 공학석사  
2009년 경기대학교 정보보호학과  
이학박사  
2011년 서울과학기술대학교  
산업정보시스템공학과 겸임교수  
2015년 성균관대학교 컴퓨터교육학 박사수료  
현재 극동대학교 사이버안보학과 조교수

E-mail:whpark@kdu.ac.kr



**김 국 보 (Guk-boh Kim)**

1984년 서울과학기술대학교  
컴퓨터공학과 졸업 (학사)  
1986년 연세대학교 공학대학원  
컴퓨터공학과 졸업 (석사)  
1997년 대구가톨릭대학교  
전산통계학과 졸업 (박사)  
1988년~1990년 해군 중앙전산소장  
1990년~1993년 부경대학교 교수  
1993년~현재 대진대학교 컴퓨터공학과  
교수

E-mail:kgb@daejin.ac.kr