

이동통신 Software 연구 개발 모델 개선에 관한 연구

박현호, 유연승*
명지대학교 보안경영공학과

A Study on the Improvement of Mobile Communication Software Research and Development Model

Hyun Ho Park, Yeon Seung Ryu*
Department of Security Management Engineering, Myungji University

요약 본 연구에서는 이동통신 시스템이 1G 아날로그에서 시작하여, 2G 디지털을 거쳐, 3G WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access), 4G LTE(Long-Term Evolution), 5G NR (New Radio) 로 점점 진화함에 따라, 서비스 단말의 통신 속도, 서비스 커버리지, 품질 등이 획기적으로 발전하였다. 이를 위해서는 시스템 처리 속도도 높이고, 폭 넓은 주파수 대역폭을 지원할 수 있는 복잡한 HW와 SW가 필수적이다. 특히 5G 통신 시장이 도래함에 다양한 주파수 대역대를 지원하는 HW에 다양한 기능을 지원하는 SW가 필요함에 따라, SW의 규모와 복잡도도 크게 증가하게 되었다. 또한 HW 변경 없이, SW 업그레이드만으로도 신규 기능을 제공해야 하는 경우도 발생하여, SW 품질 보증이 더욱 중요하게 되었다. 본 연구에서는 지금까지 이동 통신 장비 SW 개발시, 통신 장비 특성상 시장 품질 안정성 이슈로, 시간이 다소 많이 걸려도 Waterfall 방식만 사용하였지만, 5G 와 같은 새로운 통신 규약 변화와 고객의 빠른 시장 요구 대응을 위해, Waterfall과 Agile 모델의 장점을 활용한 반복적, 점진적 모델 제시와 함께, 고질적 시장 문제를 동시 개선할 수 있는 새로운 Hybrid Agile-K 모델을 제시한다.

Abstract Communication speed and service coverage of service terminals and quality have developed dramatically as mobile communication systems gradually evolve from 1G analog to 2G digital, to 3G Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA), Long-Term Evolution (4G LTE), and New Radio (5G NR). To this end, complex HW and SW that can increase the system processing speed and support wide frequency bandwidth are essential. In particular, with the advent of the 5G communication market, the size and complexity of SW have increased significantly because HW, which supports various frequency bands, requires SW that supports various functions. In addition, there are cases where new functions must be provided only by an SW upgrade without a HW change, making SW quality assurance more critical. In this study, only the Waterfall method was used when developing mobile communication equipment SW, as a market quality stability issue due to the nature of communication equipment, even if it took longer. On the other hand, a new Hybrid Agile-K model that can improve chronic market problems simultaneously was presented along with repetitive and gradual model presentation using the advantages of Waterfall and Agile models to change new communication protocols, such as 5G, and respond to customers' rapid market demands.

Keywords : RAN(Radio Access Network) Software Quality, Agile Model, Waterfall Model, Software Engineering

*Corresponding Author : Yeon Seung Ryu(Myungji Univ.)

email: ysryu@mju.ac.kr

Received October 30, 2023

Accepted January 5, 2024

Revised November 24, 2023

Published January 31, 2024

1. 서론

이동통신 시스템은 80년대 아날로그 기술로 1세대 서비스를 시작하여, 2G에서 디지털화를 거치고, 3G에서 화상 통신과 간단한 데이터 통신을 제공하다가, 스마트폰 등장과 함께 4G의 LTE에서 폭발적으로 성장한 후에, 5G에서 꽃을 피우고 있다. 이러한 발전에 따라 서비스 단말의 통신 속도, 서비스 커버리지, 품질 등이 획기적으로 향상되었다[1,2].

초기 이동통신 시스템은 HW의 역할과 비중이 컸고, SW는 제어 기능의 역할 정도였다. 4G, 5G로 점차 진화하면서, HW는 트래픽 처리속도 향상을 위해 모뎀이나 CPU를 변경하도록 하고, 교체 주기는 5년에서 10년 정도로 됨에 따라, 새로운 기능 추가는 SW 변경을 통해 제공하도록 되었다. 이동통신 시스템은 소수의 통신 사업자들이(국가별 3-4개) 구매하는 사업 구조 특성상 고객의 특화된 기능 요구가 많아서, 고객별로 기능을 SW에서 처리해야 한다[3].

최근 통신 시장의 변화와 더불어, 수천명 이상이 동시에 개발을 하는 통신 SW 특성상, 작업 해야 할 SW 소스코드가 천만 라인 이상이나 되어, 개발한 SW와 기존 SW 간의 충돌로 인해, SW를 재 발행하는 경우가 많이 발생되어, 과제 지연이 발생하였다. 이런 영향으로 고객 요구 일정에 맞출 수 없어, 사업에 많은 손실이 있음으로 개선할 필요성이 있다.

그래서 SW개발 프로세스의 실제 작업할 일과 제약 조건(일정, 비용, 인원 등)을 포함하는 모든 활동을 의미하며, 개발에 대한 가이드라인을 제공하는데 목적이 있다.

2. 이론적 배경

2.1 Waterfall Model

기존의 이동통신 시스템(이하 RAN) SW 개발은 Waterfall 모델에 근거하여 요구사항 분석, 설계, 구현, 테스트, 시스템 검증 테스트의 단계로 구분되어 Fig. 1과 같이 순차적으로 진행되었다.



Fig. 1. Waterfall Model Research and Development Process

이 모델 특징으로는 순차적으로 각 단계가 끝나고 다음 단계로 이어지는 방식으로 진행된다. 즉 요구사항 분석이 끝난 다음에 설계가 이루어지고, 이후 코딩 및 시험 단계가 순차적으로 이어진다[10]. 각 단계를 거칠 때마다 체계화된 문서가 작성되고, 프로젝트의 진행 상황도 쉽게 파악할 수 있어, 개발 프로젝트를 진행하는데 리스크가 적다. 하지만 각 단계별 문서화가 완료된 후, 요구사항이 변경되거나 설계 등이 변경되면, 수정이 힘든 구조이다[4,5].

실제로 미국 5G A사의 RAN SW를 개발했을 때, 개발 진행 중에 Fig. 2와 같이 신규 요구사항이 유입되는 경우가 빈번하였고, 이로 인해 Waterfall 프로세스에서는 요구사항을 재분석하고 다시 설계함으로써, 개발 일정 지연이 불가피했다.

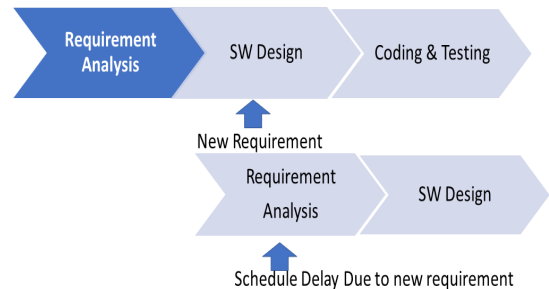


Fig. 2. Problems in Waterfall Model R&D Process

2.2 Agile

Agile 소프트웨어 개발 모델은 실용적인 측면을 강조한 개발 방법론인데, 기존 Waterfall 모델과의 차이는 문서를 줄이고, 소프트웨어 개발 각 단계를 명확하게 구분하지 않고 각 단계를 반복적으로 수행하면서, 요구사항의 변경을 좀 더 용이하게 적용할 수 있는 방식이다.

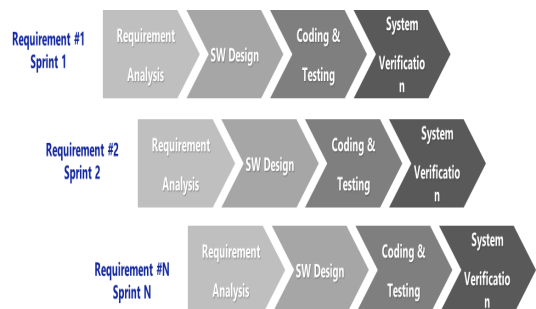


Fig. 3. Major Feature Requirements of 5G Carriers

Agile Model은 위 Fig. 3 처럼 일정한 주기마다, 그때 그때 요구사항을 반영하고 수정하여 시장과 고객의 변화에 대응하기 용이한 장점이 있다. Agile 방식도 RAN SW 개발에 도입해 보았으나, Code 개발 규모가 크고, 개발 인력이 많이 투입되는 경우에 의사 소통의 어려움이 발생했다. 기능별 독립적인 개발 이후에 통합 시험을 할 경우, 아래 Fig. 4 와 같이 defect 수가 증가하여 Project 후반부에 SW 품질을 확보하기 어려운 단점이 발생하였다.

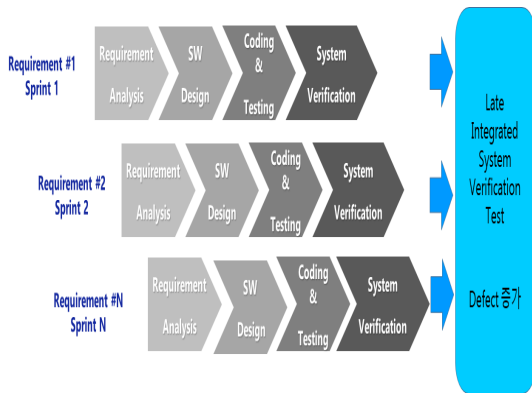


Fig. 4. US. 5G carrier frequent requirement problem

2.3 선행 분석 연구

SW 연구개발 모델 관련 유사한 연구는 최명복이 연구한 “동시개발 소프트웨어 프로세스 모델” 포함 여러 논문 [6-9]을 확인하였으나, 이 연구 내용도 여러 단계가 동시 수행하며, 반복적/점진적 반복 개발로 개발 기간을 단축시키는 장점이 있는 반면에 모델의 적합성을 검증한 결과를 제시하지 못하고 있어서 이를 보완할 수 있는 모델의 제시가 필요하다.

3. 연구 개발 모델 개선 방안

3.1 이동 통신 연구 개발 모델 개선안

일반적으로 RAN SW는 범용적인 HW 기반에서 동작하지 않고, 제조사에서 독자적으로 개발한 특화된 HW 기반에서 동작하기 때문에 SW와 HW의 System 통합 개발 및 시험이 요구되는 대형 프로젝트이다.

대형 프로젝트는 계획 수립 및 설계 이후에 약속된 납기의 변경 없이 변화되는 고객 요구사항을 수용하기가 쉽지 않다. 개발 인원과 개발량이 많아서 일정 변경 없이 계획을 재수립하여 수정 개발을 하는 것은 현실적으로

어려워, 일정 변경 없이 납기를 준수하기 위해서는 품질이 낮은 SW가 고객에게 전달되는 경우가 발생하기도 한다. 변화무쌍한 고객의 요구사항을 약속된 일정 내에서 수용하고, 품질도 확보 할 수 있는 방법이 없을까 라는 의문점에서 Hybrid Agile을 생각하게 되었고, 어떤 방식으로 Hybrid Agile을 수정 할지 연구를 하게 되었다 [10].

일반적으로 고객의 요구사항 변경은 개발 납기의 초반에 많이 발생한다는 점과 RAN SW는 System 통합 개발 및 시험이 매우 중요하다는 점을 고려하여, 개발 단계까지 Agile 방식을 도입하여 요구사항 변화에 빠르게 대처하고, 개발 단계 이후의 System 통합 시험부터는 Waterfall 방식을 통해 변경점을 최소화하는 Fig. 5 와 같은 Hybrid Agile을 우선 채택하게 되었다.

Hybrid Agile 모델을 적용해 본 결과, 약속한 납기의 변경 없이 고객 일정에 맞출 수 있었으나, 요구사항들이 System Verification 단계 직전까지 구현 및 단위시험이 진행됨으로 인해, SW 품질 확보에 시간이 부족하여, 고객에게 전달된 이후, 시장에서 문제가 발생하여, Hybrid Agile 또한 적용하기에 부족하였다.

이를 개선하기 위해, 평가 항목으로 SW 패키지 Release 후, 시장에서 발생하는 A 급 문제(고객 크레임으로 새로 발행해야하는 문제)의 수를 줄일 수 있는 방안을 추가로 적용한 모델 연구가 필요하였다.

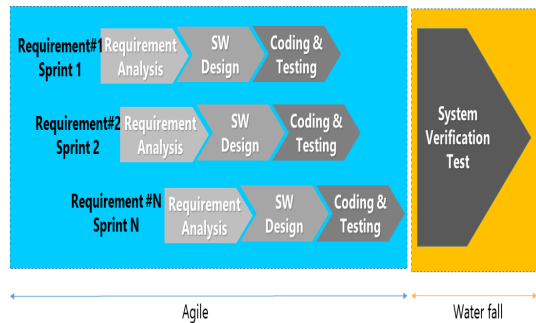


Fig. 5. Hybrid Agile method

3.2 Hybrid Agile-K

기존의 Hybrid Agile 모델은 요구사항 변경될 가능성이 큰 경우에 대체하기에 적합한 방식이었지만, 고객의 품질 요구를 만족시키는 측면에서는 다소 부족하였다. 이를 해결하기 위해, 기존 Hybrid Agile 모델에서의 보완해야 할 부분, 두 가지를 추가한 새로운 Hybrid Agile-K 모델을 제시하고자 한다.

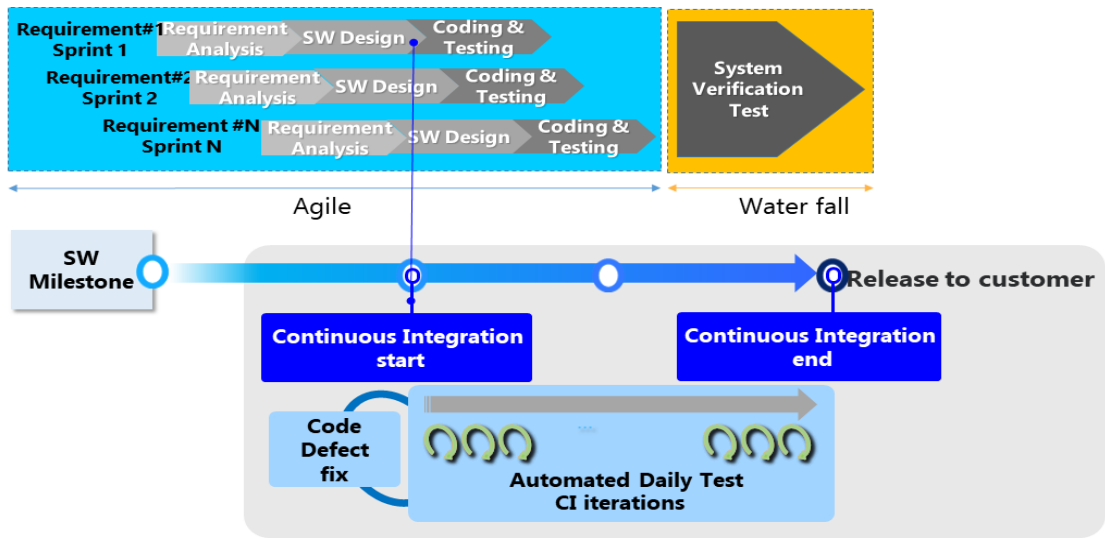


Fig. 6. Improved Agile Method for 5G US Carrier

첫째는 변경되는 요구사항에 의해 순차적으로 개발되는 SW 품질을 지속적으로 유지하기 위해, Daily 자동화 시험을 수행하는 것과, 둘째는 시험 환경에서 발생하는 문제점을 찾아내고, 보완하여, 최종적으로 고객에게 제공하는 SW에 포함되도록 하는 개선안이다[7].

Fig. 6 은 첫번째 개선안 적용한 프로세스로 요구 기능을 개발 단계에서 완료하기 위해, 지속적인 Code 통합 및 자동화 시험을 Daily로 진행하였고, 시험 중, 발생하는 문제는 바로 수정 반영하여, 새로 유입되는 기능들과 같이 통합 시험을 지속하도록 하는 것이다. 그러나 첫번째 개선안 적용 후, 자체 시험 완료하고, 고객에게 최종 Product가 전달된 후, 고객 실 시험 환경에서 시험 결과 자체 시험 환경에서 발생하지 않았던 새로운 문제가 발생하게 되었다.

발생 원인은 고객 시험 환경에서 발생한 문제(Defect) 들은 Fig. 6 에서 보는 바와 같이, 각 각의 요구 사항들이 별도 구현 및 자체 시험을 완료, 즉 개발 완료된 후, 내부 검증 부서를 통해 System Verification 시험을 한 번만 수행하고 고객에게 전달 되었기 때문에 내부 자체 통합에서 발생하지 않던 문제가 고객 실 시험 환경에서 복합 조건에 의해 또 다른 문제가 발생하게 되었던 것이다.

다음 Fig. 7 은 이를 해결하기 위해 고안해 낸 프로세스로 본 논문에서 제시하고자 모델인 Hybrid Agile-K 모델이다. 이는 각 요구사항에 대해 별도로 실 환경에서 N번 반복 시험한 후, 요구한 모든 기능이 반영된 최종 SW가 반복 시험 후, A급 문제가 발생하지 않을 경우, 최

종 Product를 고객에게 전달하는 방식이다. 본 모델은 잦은 고객 요구 사항을 바로 대응하면서, 고객 시장 품질 문제를 동시에 개선할 수 있는 최적의 모델로 평가를 통해 개선 여부를 확인하고자 한다.

3.3 모델 안 평가

Waterfall 모델과 Agile 모델 그리고 Hybrid Agile 방식에서 식별한 “요구사항 변경이나 설계 변경 시 수정이 어렵고, 개발 일정이 지연되고, SW의 품질이 미확보” 되는 문제점들을 평가 요소로 선정하여 문제점들이 상대적으로 얼마나 감소하는지에 주안을 두고 평가를 실시하였다.

특히 기존 많은 개선 프로세스들이 미진했던 부분인, 실제 과제에 적용하여 평가할 수 없는 부분을 본 평가에서는 제시한 모델을 특정 통신사의 고객 시장에 선 적용하여 평가한 결과로, 실 시장 환경에서 발생하는 문제점이 조기 발견되고, 감소하는 결과를 얻게 되었다.

Fig. 8 은 실제 미국 특정 통신사에게 제공할 Product에 대해, 1년동안 과거 5번 Waterfall 방식으로 제공한 것과, 새로 제시한 Hybrid Agile-K 방식으로 제공한 Product들과 Defect 발생수를 비교한 것이다. Defect 숫자의 의미는 제공된 Product가 실 고객 시험 환경에서 발생한 문제점 수로, 고객이 반드시 수정해서 재 발행해야 하는 중요한 문제점 수이다.

결론적으로, 본 시험을 통한 최종 개선 결과는 고객의 시장에서 발생된 문제점 숫자가, Hybrid Agile-K 모델

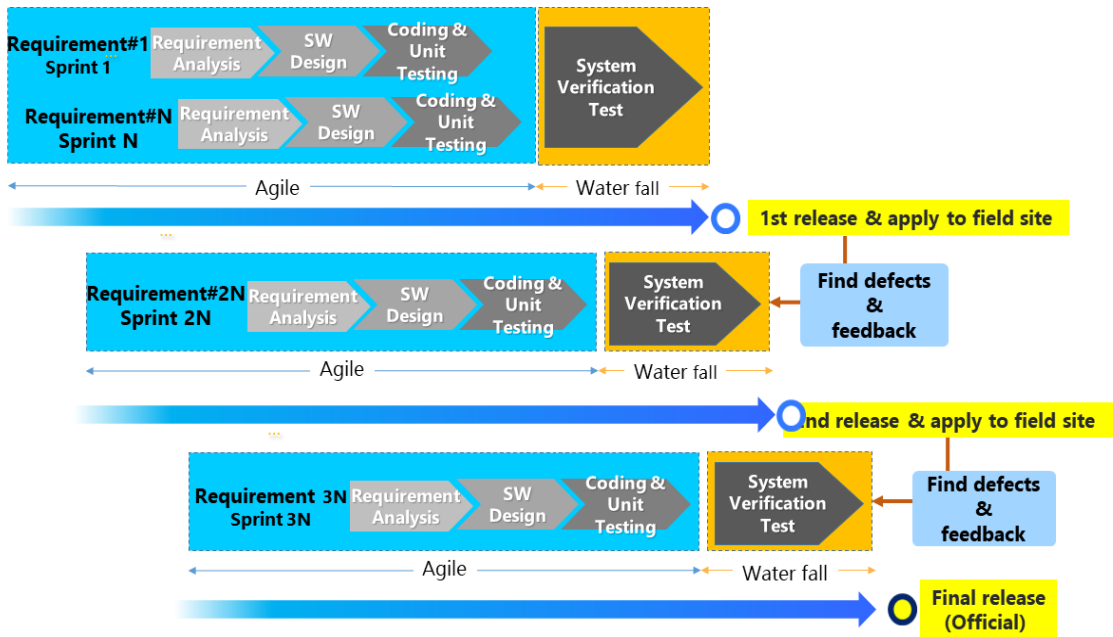


Fig. 7. Final Hybrid Agile-K Model

방식을 적용한 Product가 Waterfall 모델 방식으로 적용한 Product 대비, 문제 발생 수가 재발행 조건인 A 급 문제가 총 51건에서 13건으로 감소하는 결과를 얻었다.

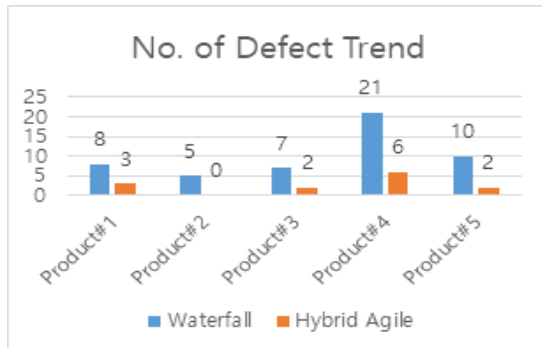


Fig. 8. Defect reduction result after US 5G hybrid Agile-K

다양한 프로세스들은 규모가 크고, 복잡한 SW 기능들이 들어갈 제품에 대하여 기존 SW와의 불일치나, 기존 운영 중인 SW에 적용함으로 인해 시장 품질 부분까지 고려한 통합 개발/검증 프로세스는 제시하지 못하였다.

최종 제시한 Hybrid Agile-K 모델은 기존 프로세스에 확인이 어려워 실제 상품화 개발 과제에 실제 적용하여 적용하였다는 것이다. 시범 적용을 위해, 특정 5G 통신 사업자 과제에 적용하고, 고객에게 5번 적용 시험 결과, 적용 전 후 비교 시, 고객 클레임으로 재발행 조건인 A 급 문제가 총 51건에서 13건으로 76% 개선 효과를 얻었다.

현재는 특정 사업자에게만 Hybrid Agile-K 방식을 적용하고 있지만, 전 세계 모든 일반 사업자에게도 적용하고, 빠르게 발전하는 신기술등이 탑재될 첨단 제품에도 적용할 수 있도록, 표준화된 프로세스를 발굴하기 위해 실무 경험을 바탕으로 계속 연구해 나가도록 하겠다.

4. 결론 및 향후 연구방향

SW 개발 과정은 오랜 기간 동안 다양한 개발 프로세스들이 제안되었지만, 모든 소프트웨어의 특성을 다 만족시킬 수 있는 일반화 된 프로세스를 만들기 어렵다는 것을 알았다. 즉 Waterfall 이나 Agile 등과 같이 기존에

References

[1] Ministry of Science and ICT, Salvation of Korean Broadcasting and Communications, "5G Specialized Network Guidelines", pp. 33-41, Korean New Deal 2021.10

- [2] K. S. Oh, J. Y. Ha, C. G. Oh, Y. J. Jung, "3GPP 5G-Advanced Standardization Trends," a collection of papers at the 2023 Summer Conference of the Korean Electromagnetic Wave Association
- [3] Korea Internet & Security Agency, "5G Network Information Security Technology Trends", pp. 5-7, https://www.kisa.or.kr/post/fileDownload?menuSeq=20203&postSeq=144&attachSeq=1&lang_type=KO
- [4] Educational textbooks (public announcement of component-based system development methodology Marmi-III and Marmi / Marmi-II development methodology briefing session), Korea Software Industry Association, August 2001.
- [5] K. J. Changl, J. C. Shin, Y. S. Koo, "A Process Model to Improve Requirement Change Management of Development Methodology," Journal of Information Technology: Software and Application Vol. 30, No. 6 (June 2003)
- [6] S. G. Kim, "SW Process improvement and Organization Change Management", Journal of The Korea Society of Computer and Information Vol. 18, No. 2, February 2013
- [7] J. C. Shin, "Improvement Model of Required Engineering Process to Support Change of Requirements," Chungbuk National University Graduate School, Ph.D. thesis, August 2002.
- [8] B. K. Jeong, S. M. Yoon, "Procedures for Improving Structural or Information Engineering Software Development Methodology," Journal of the Information Processing Society, Volume 9, No. 6 (2002 12)
- [9] M. B. Choi, "Concurrent Software Development Process Model", Papers 2011-4-21
- [10] J. W. Lee (CEO Consultant of Agile Society Co., Ltd.), "A study on The Concept and Application of Agile Project Management", System Engineering Journal Vol. 6, No. 2.2010

유 연 승(Yeon Seung Ryu)

[정회원]



- 1990년 2월 : 서울대학교 계산통계학과 (학사)
- 1992년 2월 : 서울대학교 계산통계학과 전산과학전공 (석사)
- 1996년 8월 : 서울대학교 계산통계학과 전산과학전공 (박사)
- 2003년 3월 ~ 현재 : 명지대학교 컴퓨터공학과 교수
- 2015년 3월 ~ 현재 : 명지대학교 대학원 보안경영공학과 교수
- 2022년 3월 ~ 현재 : 명지대학교 대학원 방산안보학과교수

<관심분야>

보안경영, 방산안보, 사이버보안

박 현 호(Hyun Ho Park)

[정회원]



- 1988년 8월 ~ 2023년 12월 : 삼성전자 상생협력센터 부사장
- 2021년 1월 ~ 현재 : 명지대학교 보안경영공학과
- 2021년 1월 ~ 현재 : 명지대학교 방산안보연구센터 객원연구원

<관심분야>

RAN, Anti Tampering, System SW