

항공정비조직 관리를 위한 소프트웨어 개발 모형 구축

남승주¹, 박유림², 송운경^{2*}

¹항공안전기술원, ²한국항공대학교 경영학부

Software Development Model for Aviation Approved Maintenance Organization Management System

Seungju Nam¹, Yu-rim Park², Woon-Kyung Song^{2*}

¹Korea Institute of Aviation Safety Technology

²Korea Aerospace University

요약 항공정비산업의 효율적인 관리를 위하여 항공정비 수행에 필수적인 정비조직인증 업무 및 관리를 지원하는 소프트웨어(AMO업무관리시스템)가 국가연구개발사업을 통해 개발되고 있다. 본 연구에서는 기존 소프트웨어 개발 V 모형과 애자일 모형을 복합적으로 접목하여 사업과 정비조직 업무지원 소프트웨어 특성을 반영한 최적화된 소프트웨어 개발 모형을 도출하고자 한다. 이를 위해 우선 AMO업무관리시스템 개발 특성을 시스템 기능과 투입 측면으로 분석하였다. 분석 결과, 항공정비조직 관리를 위한 소프트웨어 개발의 요구기능은 제약이 많으나 단순하고 명확하며, 요구기능 변동성은 발생할 수 있으나 높지 않고, 인력과 사업비 측면에서 소규모 프로젝트로 분류되며, 국가연구개발 사업 프로젝트의 특징(단계 평가 및 검증)을 반영해야 함을 확인할 수 있었다. 이를 바탕으로, 연구개발 사업에 필수적인 검증과 확인이 가능한 V 모형을 기반으로 소프트웨어 요구 사항에 맞는 신속하고 유연한 애자일 모형을 접목한 최적의 개발 생명주기 모형을 제시하였다. 또한, 제시된 모형을 적용하여 소프트웨어를 개발한 성과를 확인하기 위해 실증과 감리를 수행한 결과 모형의 우수성을 확인할 수 있었다. 이 방법론은 국가 연구개발사업으로 수행되는 유관 분야 소프트웨어 개발 프로젝트까지 확대 적용할 수 있어 환경 특성에 맞는 개발에 활용 가능하다는 점에 연구의 의의가 있다.

Abstract An Approved Maintenance Organization(AMO) management system for efficiently managing and supporting required certification is developed as part of a national research and development project. This study attempts to build an optimal software development model reflecting AMO management characteristics combining the existing V model and Agile model. For this objective, we analyze systematic and functional aspects of AMO management system development. The results indicate that the system requires simple and clear functions with constraints; its required functions can change (but rarely); it can be categorized as a small-sized project in terms of manpower and expense; and it should follow requirements for a national research and development project (i.e. evaluation and verification). Based on the analysis, we suggest an optimal development-life-cycle model combining the V model for evaluation and verification with a fast and flexible Agile model. In addition, we confirm the performance of the model in an actual application, and find that the model works well. This study contributes to providing a model that can be extended for a national research and development project in the related field, and it is adjustable to different environmental characteristics.

Keywords : Approved Maintenance Organization, Maintenance Repair and Overhaul, National Research and Development Project, Project Management, Software Development Model

본 논문은 국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음. (과제번호: 22ACTP-B147766-05)

*Corresponding Author : Woon-Kyung Song(Korea Aerospace Univ.)

email: wsong@kau.ac.kr

Received August 9, 2022

Revised September 20, 2022

Accepted November 4, 2022

Published November 30, 2022

1. 서론

항공산업에서는 수익의 원천인 항공기의 신뢰성 및 안전성을 유지하기 위해 항공정비산업을 통해 항공기의 감항성을 유지하고 항공기를 기대 수명 이상으로 사용할 수 있도록 지원하여 항공산업의 수익성을 확보하고 있다 [1]. 이러한 항공정비산업은 최근 정보기술의 발달[2]과 대상 소재의 다양화[3] 등으로 인해 산업의 복잡성과 변동성이 증대되고 있다. 이에 따라 산업을 체계적이고 효과적으로 지원 및 관리하는 것이 필요하며 이를 위한 소프트웨어의 도입 필요성 역시 대두되고 있다. 소프트웨어 개발에는 고려해야 할 환경적 요인이 다각화되고 있을 뿐 아니라 요구되는 기능들 역시 고도화되고 복잡해지고 있어 여러 개발 방법론이 제시되고 있다.

일반적으로 소프트웨어 개발은 변화하는 거시적인 외부 환경에 적합하도록 개발의 시작부터 최종 출시까지 일련의 생명주기(life cycle)를 시스템 공학(system engineering)적 측면에서 수행, 관리하고 있다. 지금까지 전통적으로 소프트웨어 개발은 설계 단계부터, 구현, 시험 그리고 출시까지 순차적으로 진행되는 형태의 개발 방식인 폭포수 방법론(waterfall method)을 기반으로 수행되었다. 그러나, 폭포수 방법론은 개발하고자 하는 소프트웨어의 기능이 단순하거나, 기능 변경의 가능성이 낮은 경우에 적합하고 각 단계가 종료된 후에야 다음 단계를 수행할 수 있기 때문에 개발의 후반부에서야 소프트웨어의 구현화 정도를 확인할 수 있다는 점 등 여러 제한 사항이 존재한다. 기술의 발전으로 인해 변화의 주기가 점차 짧아지고, 개발 소프트웨어와 관련된 이해관계자들이 다양해짐에 따라 해당 방법론에 대한 유용성이 감소하고 있다. 이에 따라 여러 개발 프로젝트에서는 폭포수 방법론의 단점을 개선하고 각 프로젝트의 특성에 적합한 방법론을 활용하여 개발을 진행하고 있다.

본 연구에서는 국내 항공정비산업을 관리 및 지원하기 위한 소프트웨어의 개발에 있어 최적의 방법론을 제시하고자 한다. 항공정비산업의 기본 단위인 정비조직들과 이들에 대한 안전 및 관리 감독의 의무가 있는 감항당국은 산업에 대한 원활한 지원과 효율적인 안전감독을 위한 소프트웨어의 개발을 진행 중이다. 해당 개발 프로젝트는 국가 연구개발혁신법 등의 법적 근거를 충족해야 함과 동시에 일반적인 제한된 인적 물적 자원 내에서 개발이 이루어져야 하므로 기존의 개발 방법론을 그대로 적용하기에는 그 한계가 예상된다. 따라서 본 연구에서는 이러한 소프트웨어 개발과 관련된 법적, 기능적, 환경

적 측면의 요인들을 반영하여 가장 효율적인 개발 방법론을 제시하고자 한다. 항공정비조직 업무지원 관리 소프트웨어를 개발하기 위해 소프트웨어 개발 생명주기를 어떠한 형태로 운용해야 하는 것이 가장 적절한지를 분석하는 것이 본 연구의 목적이다.

본 연구는 시스템 공학 기반의 소프트웨어 개발 방법론 중 대표적 방법론인 폭포수 방법론과 애자일 방법론을 복합적으로 활용할 수 있는 방법론을 도출하고자 한다. 본 연구에서 제시한 방법론은 개발의 기술적 측면에서 높은 품질의 개발 성과를 도출할 뿐 아니라, 국가 연구개발사업의 특성을 고려하기 때문에 개발 과정 중 검증이 가능하다는 점, 문서화 등 정량적 산출물에 대한 장점이 있어 기존의 소프트웨어 개발과는 차별화된다. 또한 정부 기관이라는 비교적 특수한 사용자의 니즈를 적절하게 반영할 수 있다는 점에서 그 의미가 있다고 할 수 있다. 이를 통해 항공정비산업뿐 아니라 국가 연구개발 프로젝트로 수행되는 유관 산업 분야까지 방법론 적용을 확장하여 프로젝트 및 산업의 특성을 반영할 수 있는 소프트웨어 개발 근거로 활용 가능할 것이다.

2. 문헌연구

2.1 항공정비산업의 디지털화와 시스템 개발

항공정비산업은 항공기의 안전운항을 위해 항공기 감항성 및 신뢰성을 유지하는 중요한 분야이며, 지속적인 항공기 품질 유지를 통해 항공기 안전성을 강화한다[4]. 항공정비의 오류와 항공 사고 간에 연관성이 발견됨에 따라 항공정비산업의 필요성과 중요성은 더욱 강조되고 있다[5]. 이에 따라 항공정비산업의 산업 규모는 세계적으로 점차 증가할 것으로 예상된다[6]. 국내에서도 항공정비산업의 중요성을 인식하고, 해당 산업의 발전을 위해 기술 역량 강화, 국내 정비산업의 질적 및 양적 성장을 이룩하고자 노력하고 있다[7].

최근 항공정비산업의 환경은 인공지능, 사물인터넷 등을 통한 정보기술의 발전, 항공기 소재의 개발 등으로 인하여 다양한 환경변화에 직면하고 있다. 기술 발전, 산업 규모의 성장, 산업 시스템 간의 상호연관성 확대에 따른 복잡성 증가 등 거시적 환경 변화로 인하여 항공정비산업에서의 효율적인 관리를 위한 고려 사항들이 증가하고 있으며, 이를 지원하기 위한 데이터 기반의 관리 필요성 역시 대두되고 있다[8]. 예를 들어, 정비 효율성 및 오류 감소 등을 위한 3D 프린팅[9], 검사 드론[10], 디지털 트

인 기술의 적용을 통한 항공기 예방정비[11] 등 첨단 기술이 융·복합된 정비 환경의 변화를 주목할 필요가 있고, 이러한 변화의 전사적 관리를 위한 문서관리 프로그램 개발[12], 항공정비 프로세스 개선을 위한 통합 소프트웨어 및 IT 시스템[13] 등을 통한 디지털화 및 소프트웨어 개발 노력이 활발하게 수행되고 있다.

그뿐만 아니라, COVID-19와 같이 대면 활동을 제한하는 요인들 역시 정비산업에서의 정보화 시스템 개발을 촉진하고 있다. 기존의 항공정비산업에서는 항공안전을 보장하기 위해 정비산업의 기본 단위 조직인 정비조직(AMO: Approved Maintenance Organization, 이하 AMO)을 대상으로 정기 및 상시 점검을 수행하여 체계적으로 관리하여 왔다[14]. 이때 AMO는 항공기 또는 항공 제품의 정비를 수행할 수 있는 능력과 시설, 인력 등을 갖추어 승인받은 조직을 의미한다[15]. AMO를 대상으로 하는 점검은 기본적으로 대면 활동을 중심으로 수행되었으나, COVID-19로 인해 국가 전염병 수칙에 따라 비대면 방식을 활용한 감독 활동 방식으로 변화되고 있으며[16], 이에 시스템을 기반으로 한 관리의 필요성이 더욱 강조되고 있다.

이러한 정보화 흐름에 발맞추기 위하여, 미국, 유럽 등에서는 이미 정비조직을 포함한 항공산업을 관리하기 위한 시스템을 개발하여 운영하고 있다. 미연방항공청(FAA: Federal Aviation Administration, 이하 FAA)은 안전데이터를 기반으로 안전관리 체계를 운영하고자 안전보증시스템(SAS: Safety Assurance System, 이하 SAS)을 구축하여 활용하고 있다[17]. 유럽 항공안전기구(EASA: European Union Aviation Safety Agency, 이하 EASA) 역시 항공안전감독 업무를 간소화하고 효율적인 업무수행을 위해 SOFIA 애플리케이션(Application)을 활용하여 관리하고 있다[18]. 국내에서도, 통합항공안전정보시스템(NARMI: National Aviation Resource Management Information system, 이하 NARMI)을 운영함으로써, 항공산업의 안전을 확보하기 위한 각종 필요 정보를 포괄적이고 체계적으로 수집 및 관리 할 수 있는 시스템을 구축하였다[19]. 더 나아가 국내 항공정비 특성을 고려하여 AMO를 관리하고 항공정비산업의 안전성과 신뢰성을 확보하기 위해 국가연구개발사업의 일환으로 시스템 개발을 수행하고 있다[20].

2.2 소프트웨어 개발 생명주기 모형

소프트웨어 개발환경 변화에 따른 복잡성 증가, 사용자의 요구사항 고도화[21] 등에 따라 성공적인 소프트웨

어 개발의 체계적인 관리가 중요해지고 있다[22,23]. 이러한 환경변화 속에서 고품질 시스템을 개발하기 위해 소프트웨어 개발 관리를 위한 모델 및 방법론들이 제시되고 있다[24]. 대표적으로 국제표준기구(ISO: International Organization for Standardization, 이하 ISO)는 체계적인 소프트웨어 개발, 운영 및 유지보수를 위한 국제기준인 ISO 12207을 통해, 개발과정에 대한 표준을 제공함으로써 표준화된 개발 품질을 제공하고자 노력하고 있다[25]. 개발 표준은 소프트웨어를 개발하는데 필요한 요구분석, 설계, 구현, 테스트, 유지관리 등 일련의 활동을 정의한 주기를 어떠한 방법으로 수행하는지를 포함하고 있다[25]. 이러한 소프트웨어의 개발 착수부터 개발 후 유지관리까지의 주기를 소프트웨어 개발 생명주기(SDLC: Software Development Lifecycle, 이하 SDLC)이라고 하며, SDLC를 구성하는 프로세스의 각 단계(요구사항 분석-시스템 설계-구현-테스트-설치-유지보수)를 분석하여 효율성을 극대화하고 비용 절감, 고객의 요구사항을 충족하기 위해 개발 단계의 문제를 식별하고 원하던 목표를 달성하는데 SDLC가 활용되고 있다[26].

소프트웨어 개발 프로젝트에서는 SDLC의 단계별 수행 활동의 특성을 고려하여 산출물, 비용 산정, 개발 계획 수립, 문서화 등을 통한 프로젝트 관리가 필요하다[27]. 여러 선행연구에서 소프트웨어 개발 프로젝트의 효율적인 개발과 프로젝트 성공을 위해서는 프로젝트의 규모, 프로젝트 특성, 필요 기능 등의 요구조건과 같은 고려 사항들을 종합적으로 검토하여 최적의 소프트웨어 개발 모형을 적용하는 것이 중요하다고 강조하고 있다[28].

대표적인 소프트웨어 개발 모형으로는 적용 업무의 특성에 따라 하향식 개발 방법론(Top-down)과 상향식 개발 방법론(Bottom-up)으로 구분할 수 있다. 하향식 개발 방법론은 요구사항 분석부터 유지보수까지의 주기가 순차적으로 진행되는 것을 의미한다(Table 1). 전통적으로 활용되고 있는 대표적 하향식 개발 모형인 폭포수 모형은 순차적으로 개발 단계가 진행된다는 특징이 있다. 이는 단계별 결과물 및 문서가 도출됨에 따라 소프트웨

Table 1. Development Methodology Characteristics

	Bottom-up	Top-down
New Requirements	Can reflect constantly (Development in short cycles)	Difficult to reflect (development in consecutive order)
Communications with Customer	Frequent	Infrequent
Testing	Regularly	Everything at the finish

어 품질관리가 수월하며, 순차적으로 진행되기 때문에, 프로젝트의 관리와 이해가 용이하다.

그러나 요구사항의 변동이 발생할 경우, 이전 단계로 돌아가기 어렵기 때문에 요구조건의 변동이 비교적 적을 것으로 예상되는 프로젝트에 적합한 특징을 가지고 있다 [29]. V 모형(Validation & Verification model)은 폭포수 개발 모형을 기반으로 단계별 검증(Verification)과 확인(Validation) 작업을 일대일로 연관시킨 모형이다. 검증(Verification)은 현재 개발 단계가 초기 조건을 충족하는지 확인하기 위해, 확인(Validation)은 사용자의 요구사항을 충족하는지 여부를 결정하기 위해 시스템 또는 구성요소를 평가하는 프로세스를 의미한다[30]. V 모형은 테스트 절차를 강화한 개발모형으로써, 각 단계의 작업 결과에 대한 검증에 초점을 두고 있고 프로젝트 성격이 복잡할수록 Stage 수가 증가함으로써 V자 모형이 깊어진다. 검증은 고객의 요구사항 분석, 시스템 설계, 상세 설계 등을 통해 개발한 소프트웨어의 사양을 검증하는 과정을 진행한다. 확인은 코딩단계를 기준으로 역순으로 단위 테스트, 통합 테스트, 시스템 테스트, 인수 단계를 통해 고객의 요구사항 반영 여부를 확인한다.

즉, 단계마다 검증과 확인 과정을 통해 다양한 조건들을 충족하는지를 빠르게 파악할 수 있고, 복수의 검증 및 확인 과정을 통해 개발 안전성을 확보 가능하다는 장점이 있다. 또한, V 모형은 각 단계의 작업결과 검증 및 확인 작업을 통해서 오류 발생 시, 추적이 가능하며 단계별 문서화를 통해 품질관리를 수행한다. 그뿐만 아니라, 이를 개발 소프트웨어의 초기 모형부터 프로토타입, 최종 제품까지의 일련의 제품화 과정을 연속적인 V 모형을 통해 개발하여 개발과 검증을 수행한다. 즉, V 모형은 검증과 확인 과정이 수반되기 때문에 어느 단계에서 발생한 오류인지 추적할 수 있으며, 기존의 폭포수 모형보다 높은 신뢰성을 보장할 수 있는 발전된 프레임워크라고 할 수 있다. 그 외에도 기술적 기능의 프로토타입을 제작하여 개발 과정 중 사용자의 요구사항을 충분히 반영 가능한 프로토타입 모형[31]과 개발과정에서 발생하는 위험 파악, 해결법을 제시하는 나선형 모형(Spiral Model)이 하향식 개발을 위한 모형으로 활용되고 있다[32].

상향식 개발 방법론은 반복적(Iterative)이며 점증적인(Incremental) 개발 방식을 의미하며, 개발되는 소프트웨어 객체 위주의 분석, 설계, 개발 등 개발 과정을 수행하는 방법을 의미한다. 애자일 모형(Agile Model)은 상향식 개발을 위한 전형적인 방법론이다. 고객 요구에 신속하게 반응하고 일정한 주기를 반복하는 개발 방법론

으로써, 반복적인 점진적인 개발을 기반으로 실용적인 측면을 강조한다는 특징이 있다. 즉, 개발자 팀원 및 고객 간의 상호작용과 개발하는 소프트웨어를 중심으로, 수요자의 니즈와 변화하는 환경을 충실히 고려할 수 있는 대표적 방법론이라고 할 수 있다. 단계별 요구사항을 명확하게 구분하여 개발에 수행하지 않고, 짧은 개발 주기를 반복한다. 주기에는 계획, 설계, 개발, 테스트, 검토 순으로 반복적으로 진행하며 주기마다 소프트웨어를 릴리즈 한다. 반복적이고 짧은 개발 패턴을 통해 도출된 소프트웨어 산출물에 고객의 요구사항을 수정 반영함으로써, 변동 사항에 대해서도 유연적으로 대응이 가능하다. 또한, 단계별 도출되는 결과물에 대한 수요자의 평가와 요구를 적극적으로 수용하는 특징을 가지고 있다. 개발 주기 동안 고객의 요구사항 변동에 반응하기 위해 개발자 팀원 간의 지속적인 소통을 통해 변경사항을 공유하고 소프트웨어 개발에 반영한다. 또한, 고객과의 지속적인 의사소통을 통해 요구사항을 반영함으로써, 고객의 만족도를 충족시킬 수 있는 방향으로 개발이 가능하다.

선행연구에 따르면 애자일 모형은 고객중심의 성격을 가지고 있으며, 주기를 여러 번 반복하여 개발을 수행하기 때문에 소프트웨어를 분산적으로 개발할 수 있고, 개발 중간 대응이 가능하므로, 초기 설계 단계와 최종 구현 단계 산출물 간 차이가 비교적 적다는 장점이 있어 소규모 프로젝트나 요구사항의 변화가 많은 경우에 적합하다 [33]. 이러한 애자일 모형은 여러 개발 프로젝트의 특성을 반영하여 과업 수행 및 관리를 위해, 익스트림 프로그래밍, 스크럼, 크리스털 패밀리 등으로 변주되어 활용되고 있다[34]. 소프트웨어 품질 보장을 위해 애자일 모형 매핑(Mapping)을 통해 ADEPT(Agile Development in Evolutionary Prototyping Technique) 개발하거나[35], 고객 만족에 중점을 두고 고품질의 소프트웨어를 개발하기 위해 고객-개발자 간 상호 의사소통 역량을 강조한 Z-SDLC 모형[36]이나 기존 소프트웨어 생명 주기에 위험분석 모델을 추가한 Trigon 모델 개발[31] 등 애자일 모형을 기반으로 개별 프로젝트 특성을 반영하여 개발을 위한 최적의 모형을 개발하고 있음을 확인할 수 있다.

3. AMO업무관리시스템 개발 특성

3.1 개발 소프트웨어 특성 분석

본 연구에서는 국가연구개발로 진행되는 AMO업무관

리시스템 개발 프로젝트 중, 2020년도부터 약 1년간 진행된 시스템 개발 1단계 용역 사업을 중심으로 분석하여 적절한 소프트웨어 개발 모형을 제시하고자 한다. 연구 대상 프로젝트는 국내의 정비조직을 대상으로 정비조직 인증 신청부터, 변경, 갱신, 취소 등 정비조직의 관리 감독에 필요한 전 단계의 진행현황을 전산화하여 업무를 지원하고자 하는 데 목적이 있다. 본 연구에서는 이러한 시스템을 개발하기 위하여, 소프트웨어 사업 대가의 기준[37], 적정 사업 기간 산정 매뉴얼[38] 등, 소프트웨어 개발을 위해 제시된 가이드라인을 기반으로 해당 시스템의 특성을 시스템 기능적 측면(요구사항 및 요구사항 변동성)과 투입 측면(개발 기간, 사업비, 투입인력 등)을 분류하여 이를 기반으로 효율적이며 효과적인 소프트웨어 개발 모형을 제시하고자 한다.

Table 2. Related Legal Standards

	Article	Contents
Aviation Safety Act	Article 97 (Approved Maintenance Organization)	Approved Maintenance Organization is required to perform maintenance on Korean aircraft.
	Article 98 (Approved Maintenance Organization Revocation)	Approved Maintenance Organization can be revoked or ceased up to six months.
Aviation Safety Act Enforcement Regulations	Article 271 (Approved Maintenance Organization Application)	Maintenance Organization requires to submit approval applications with procedure textbook to local aviation authority.
	Article 272 (Approved Maintenance Organization Issuance)	After checking for approval standards suitability, Approved Maintenance Organization certificate is issued.
	Article 273 (Approved Maintenance Organization Revocation Standards)	Specify standards for Approved Maintenance Organization Revocation and administrative actions
Approved Maintenance Organization Guideline	Guideline Article 1 to 14	Specify guidelines and process for Approved Maintenance Organization
Fixed Wing Aircraft Aviation Technology Standards	Chapter 6 (Approved Maintenance Organization)	In accordance with Aviation Safety Act Article 97, specify standards for Approved Maintenance Organization

시스템 기능적인 측면에서, 해당 시스템은 항공안전을 확보·유지할 책임이 있는 감항당국, 즉 국토교통부의 과

업과 밀접하게 연관되어있기 때문에 Table 2와 같이 다양한 법적 기준에 따른 수행 업무와 절차를 고려할 필요가 있다.

구체적으로 정비조직에 대한 과업은 정비조직인증 취득하기 위한 신규신청 및 승인업무, 국외 정비조직인증 갱신신청 및 승인업무, 인증서 및 운영기준 변경 승인업무, 감독업무, 민원처리 등으로 세부 기술개발을 정의할 수 있다. 본 연구의 대상인 AMO업무관리시스템의 기능은 복수의 법적 근거로 인하여 수행 업무와 절차의 제약조건이 비교적 많은 단순하고 명확한 기능을 가진 소프트웨어라고 판단할 수 있다. 또한, 개발 소프트웨어의 기능 규모를 일반적으로 평가하는 기능 점수(FP: Function Point, 이하 FP)를 통해 평가한 결과[39], 본 개발 시스템의 경우, 사용자에게 제공되는 시스템의 기능별 수량, 성능, 연계 복잡성 등을 고려하여 정비조직인증 신청, 갱신, 변경, 감독업무, 민원 관리 총 5가지의 신규개발과 일부 재개발 기능을 포함하고 있음을 확인할 수 있었다. 일반적으로 1,000 FP를 기준으로 이 기준 기능 점수보다 높을 경우, 시스템이 복잡하고 고난도의 기술을 요구하는 것을 의미하는데, 본 연구의 시스템은 이 기준 이하의 점수가 도출되었다.

기능에 대한 요구사항 변동성을 살펴보면, AMO업무관리시스템은 정비조직인증 취득, 변경, 갱신 등 업무관리를 위한 시스템이기 때문에, 그 사용 대상이 국내외 AMO 예비신청자 및 인증서 소지자, 항공안전감독을 수행하는 감독관 및 지방항공청 사용자로 범위가 제한되어 있다. 즉, 좁은 사용자 범위를 갖고 있음에 따라 사용자가 제시할 수 있는 요구사항의 변동성 역시 다소 낮다는 특징이 있다. 하지만, 현재 감독관 및 지방항공청 사용자를 포함한 국토교통부 직원들은 순환 근무를 수행하고 있어, 업무의 연속성을 유지하는데 어려움을 겪고있다 [40]. 이에 따라, 이해관계자의 풀(pool)은 비교적 적지만 개발 도중 혹은 개발 후 실사용자 인계 후에도 이러한 이해관계자나 사용자 자체가 변동될 수 있다는 점은 요구사항 변동성을 높이는데 영향을 미친다고 할 수 있다.

투입 측면은 대표적으로 개발 기간, 투입인력 등을 고려할 수 있다[41]. 이때, 투입 측면의 요인들은 일반적으로 개발 시스템이 얼마나 다양하고 심층적인 기능을 포함하고 있는지와 연관되어있다[38,39]. 개발 소프트웨어는 FP를 기준으로 비교적 간단한 형태의 기능으로 설계되어있어 길지 않은 기간과 많지 않은 투입인력을 예상할 수 있다. 해당 시스템 개발은 국가연구개발 사업의 일환으로 진행됨에 따라, 시스템을 개발하기 위한 기간이

1년 단위의 비교적 고정된 개발 기간에 진행된다. 프로젝트 규모 산정 기준과 본 연구 대상인 소프트웨어 개발에 계획된 투입인력과 사업비는 Table 3과 같다.

Table 3. AMO Management System Development as Small-sized Project

	Small-sized Project (Office of Patent Administration)	AMO Management System Development
Man power	Below ten	Below ten
Development Period	Less than 6 months	Over a year
Expenses	Less than 1 billion Korean won	Less than 1 billion Korean won

특허청의 프로젝트 규모 산정 기준과 비교할 때 기간 혹은 사업비가 기준에 적합한 경우, 소규모 프로젝트로 산정할 수 있으므로, AMO업무관리시스템 개발은 인력과 사업비 측면에서 소규모의 프로젝트라고 규정할 수 있다[42]. 소규모 프로젝트는 개발 기간이 짧거나 (6개월 미만), 10명 이하의 투입인력, 단일 목표, 좁은 개발 범위, 파트타임 작업 수반 등의 특성이 있으며 AMO업무관리시스템 개발에도 이러한 특성들이 적용될 수 있다[43,44].

3.2 국가연구개발사업 기반 프로젝트

AMO업무관리시스템은 국가연구개발사업의 일환으로 국토교통부 연구개발이며 국가연구개발혁신법, 국가연구개발 시행령 및 시행규칙, 국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 등에 따라 국토교통과학기술진흥원에서 과제관리를 수행하고 있다[45]. 국가연구개발과제는 연구개발기관의 선정 및 협약을 통해 여러 단계로 구분하여 수행된다. 이때, 하나의 단계는 개별 사업 성격을 고려하여 1년에서 3년 사이로 구성될 수 있다. 사업 추진 절차는 과제발굴, 기획, 과제선정, 협약, 과제관리, 평가, 과제종료 순으로 진행된다. 따라서 AMO업무관리시스템 개발과 같은 국가연구개발사업으로 진행되는 프로젝트인 경우, 단계 평가를 통해 차년도에 과제 협약이 가능하므로 해당 단계 기간 내 성과물 도출, 검증 등 과업 수행하는 것이 중요하다. 해당연도 혹은 단계에 대한 평가는 연구내용 및 결과, 산출물, 증빙자료 등을 제출하여야 하며 연구계획 대비 연구수행 결과, 산출물, 향후 연구계획 등을 평가하여 계속 진행 여부를 판단한다[46]. 단계 평가 이후에는 당해연도에 대한 연구성과물을 등록하게 되는데, 이를 위해서는 저작권등록증 등 연구성과물에 대한

검증을 통해 도출된 증빙자료가 필수적으로 요구된다. 이후, 등록 성과물은 연구개발 전문기관의 검토를 통해 최종적으로 등록하는 과정을 거치게 된다.

국가연구개발 사업은 연 단위 혹은 단계 단위의 수검 과정이 필요하며 일반적으로 해당 단계에서 연구성과물이 도출되어야 한다는 특성이 있다. 또한, 발생한 성과물에 대한 검증 역시 필수적인 과정으로 수행하여야 함을 확인할 수 있다.

4. AMO업무관리시스템 개발 적용

본 연구는 국가연구개발사업의 일환인 AMO업무관리시스템을 개발 및 관리하기 위하여 최적의 개발 생명주기 모형을 제시하여 적용하고자 한다.

AMO업무관리시스템은 시스템 기능이 항공안전법 등 제도적 근거에 따라 설계가 되며 민원시스템, 영문화 작업 등 서비스 차원의 기능을 추가적으로 고려하기 때문에 개발 기능이 비교적 간단하다. 정비조직 관리시스템 구축을 위해 정비조직업무와 관련된 이해관계자를 대상으로 기능 요구사항에 대해 의견수렴을 하고자 할 때, 국토교통부, 지방항공청, 정비조직인증 신청인 및 소지자 등 이해관계자 범위가 제한적이기 때문에 도출되는 시스템 요구사항 및 니즈도 한정되어 있다. 이와 같은 AMO 업무관리시스템 특성을 고려하였을 때 적합한 개발 방법론은 애자일 모형을 기반으로 한 모형이라 할 수 있다.

AMO업무관리시스템 개발이 연구개발 사업으로 수행된다는 특성도 고려할 필요가 있다. 국가연구개발 사업은 단계별 평가를 진행하며, 그에 따라 당해연도 연구수행 자료 및 성과물 증빙자료가 필요하다. 평가 후에 협약에 따라 연구수행이 진행되며 AMO업무관리시스템 사례에 따르면 착수보고 후 진도점검을 통해 연구 진행현황 및 향후 계획들을 공유하고, 상호기관 간 검토를 위해 분기별 회의를 개최한다는 특성이 있다. 이를 고려하였을 때 적합한 개발 방법론은 V 모형을 기반으로 한 개발 모형일 수 있다. V 모형은 개발 단계마다 확인과 검증을 통해 문제점을 파악하고, 검증단계에서 이해관계자 요구사항 반영 여부를 판단한다. 단계 진행에 따라 결과를 문서화하여 진행현황에 대한 검증과 확인이 용이하다는 장점이 있으므로, 국가연구개발사업에 적합하다고 판단된다.

본 연구에서는 개발 시스템과 사업 방식의 특성을 고려하여 AMO업무관리시스템 개발 프로젝트에 적합한 개발 모형을 Table 4와 같이 분석하였다.

Table 4. Appropriate Model for AMO Management System Development

	AMO Management System	Agile Model	V Model
Size	Smalle	Appropriate	Partly Appropriate
Period	Fixed (Within a year)	Appropriate	Partly Appropriate
Function	Relatively Standardized	Partly Appropriate	Appropriate
Change in Requirements	Low possibility of change	Partly Appropriate	Appropriate
Range of the Interested Parties	Narrow	Partly Appropriate	Partly Appropriate
Documentation Requirement	High	Inappropriate	Appropriate
Verification Requirement	High	Inappropriate	Appropriate

이를 바탕으로 항공정비조직 관리를 위한 소프트웨어 개발에 적합한 생명주기 모형을 Fig. 1과 같이 제시한다. 해당 모형은 매 단계 평가가 수반되어야 하며 이로 인해 고정된 기간 내 성과물과 진행현황에 대한 증빙자료가 요구됨에 따라, 단계별 문서화가 복수의 검증-평가 단계를 거치는 하향식 모형인 V 모형을 기반으로 애자일 모형의 장점을 종합적으로 도출하도록 구성되어 있다.

해당 모형은 Fig. 1 중앙 하단 개발과정을 중심으로 전(前) 설계(Design)와 후(後) 테스트(Testing)로 구분할 수 있다. 설계 단계는 요구조건 분석부터 시스템, 아키텍처 및 모듈 설계 등의 과정이 포함되어있다.

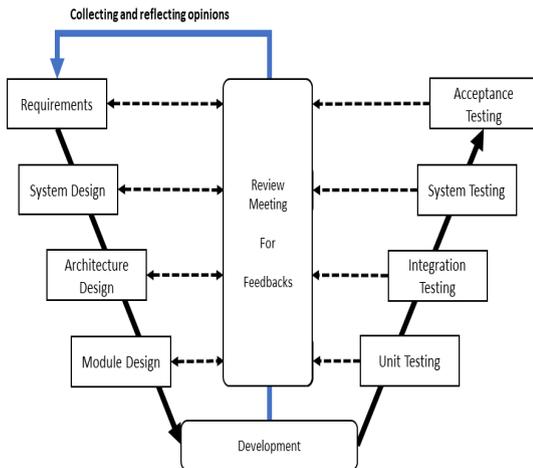


Fig. 1. Software Development Model AMO System

요구조건 분석은 AMO업무관리시스템을 개발하기 위해 AMO 관련 이해관계자 의견수렴을 통해 시스템 설계 기능을 도출하는 단계이다. 요구사항 분석 단계에서 도출한 니즈는 인수 테스트 수행 시, 해당 기능들이 포함되었는지 확인하여야 하는 중요한 기준이 된다. 시스템 설계 단계에서는 요구사항 정의서에 따라 AMO업무관리시스템 신청, 승인, 점검기능 등 설계하여 기능의 구현 가능성을 고려하고 불가피할 경우, 이해관계자와 협의를 통해 차선책을 마련하는 과정을 포함하고 있다. 아키텍처 설계 단계에서는 AMO업무관리시스템의 전체적인 구조를 구성하고자 서브시스템, 컴포넌트, 모듈 등 요소들의 인터페이스 등 고려하고. 모듈 단계에서는 독립적 기능을 수행하는 컴포넌트 안에 세부적인 모듈에서 세분화한다. 단계별 설계 후에는 검토회의가 동반되는데 이를 통해 진행현황을 파악하고, 개발을 진행하는데 있어, 시스템 내에 이해관계자 요구사항 간 혹은 변화된 외부 환경을 반영 가능 여부를 검토한다. 시스템 설계 단계에서 검토회의의 역할은 연구 진행 현황 파악, 이슈 식별, 리스크 관리 등을 수행함으로써 한정된 개발 기간을 관리하고 연구성과 정량화 관리를 수행할 수 있다.

이후, 소프트웨어는 설계에 기반하여 개발하게 되며, Fig. 1의 오른쪽 방향에서와 같이 시스템 내에 적합하게 반영되었는지 단계별 테스트를 통해 확인한다. 테스트는 단위 테스트, 통합 테스트, 시스템 테스트, 인수 테스트 등이 있다. 테스트 또한 단계별 이해관계자의 요구사항 변경 및 수정사항을 검토회의를 통해 의견의 적정 여부를 판단하게 되며, 수렴된 결과를 개발 계획에 다시 반영하여 요구사항의 변경을 유연하게 반영할 수 있도록 한다. 즉, AMO업무관리시스템 개발을 위해 이해관계자의 요구사항을 기반으로 시스템 기능을 설계하고, 단계별 테스트를 대응시켜 요구사항이 시스템 내에 반영되었는지, 누락되는 경우 추적을 통해 추후 과업에 추가하여 진행할 수 있도록 모형은 설계되었다. 이를 통해 제한된 자원 내에서 이해관계자들의 시스템 요구사항 변경을 충실히 반영할 수 있는 절차상 안전장치를 마련하였으며 일정 혹은 과업 특성을 고려한 유연성 있는 단계별 연구성과물 도출 역시 대응할 수 있다. 테스트 단계에서 검토회의는 이해관계자의 요구사항 변경 및 수정사항 의견을 수렴하여 차년도 AMO업무관리시스템 개발계획에 추가함으로써 이해관계자 요구사항을 충분히 고려한 시스템 개발이 가능해지도록 하였다.

본 연구에서 제시하는 모형의 특성은 기존의 모형과는 달리, 국가 연구개발에 적합한 개발-관리 모형이라는 점

에 기반한다. 연구 대상인 AMO업무관리시스템은 국가 연구개발사업으로 진행되기 때문에 소프트웨어를 단순히, 빠른 기간 내, 높은 품질로 개발하는 것만이 중요한 것이 아니라, 개발하는 과정, 그 과정 중 발생하는 결과물들의 타당성까지 검증하는 것이 필요하다. 따라서, 애자일 모형을 통해 여러 개발 환경의 제약조건(e.g. 시간, 연구 범위, 예산 등)을 극복할 뿐 아니라, V 모형을 통해 적극적으로 중간 개발 단계들을 검증-확인하는 과정을 수행하기 때문에, 연구 사업 형태와 특성을 고려할 수 있는 특징이 있다.

본 연구에서는 해당 시스템의 개발 성과를 확인하고 검증하기 위해, AMO 신청 및 안전감독 업무를 담당하는 실무자 두 쌍을 대상으로 한 실증을 수행하였다. 2022년 2월부터 약 4개월간, 본 연구에서 개발한 시스템을 대상으로 사용자들이 AMO신청, 안전감독 등의 여러 시나리오를 기반으로 기능을 시연한 결과, 실사용자들은 일부 사항(e.g. 배정 감독관 수 조정 기능, 민원 처리 일수 확인 기능 등)에 대한 요구조건을 제시하였지만, 시스템에 대한 전반적인 기능에 만족하였음을 확인할 수 있었다. 또한, 이러한 과정 중에서 발생한 요구사항 약 80여 건 역시, 프로젝트 종료일 약 3개월 이전에 90% 이상 반영되어 V 모형을 기반으로 애자일 모형을 접목시켜 발전시킨 모형이 개발 기간의 관리 기능을 충실히 수행할 수 있다는 것을 확인하였다.

시스템에 대한 제3자 검증을 위해 2022년 8월부터 약 2개월간 소프트웨어 감리에 관한 법률에 따라 감리가 수행되었다. 그 결과 역시 사업의 목표 달성에 영향을 미칠 수 있는 중대 지적 사항이 발견되지 않음을 확인할 수 있었다. 시스템 개발 측면뿐 아니라 일련의 사업기간 동안 사업관리와 품질보증 측면에서도 본 연구에서 제시한 소프트웨어 개발·관리 모형에 대한 성능을 확인할 수 있다고 판단된다. 국가 연구개발사업 측면에서도 본 프로그램이 포함된 연구개발사업은 2021년도 국토교통부의 국가연구개발사업 중, 가장 우수한 평가를 받아 국가연구개발사업의 특성 역시 모형이 충실히 반영하였음을 확인할 수 있다[47]. 사업 관리의 주요 요소인 개발 기간과 예산 그리고 개발 범위의 측면에서 개발 기간 내에 추가적인 예산을 투입하지 않고 소프트웨어 개발을 완료하였으며, 기존 개발 범위뿐 아니라, 기능 실증을 통해 실제 사용할 대상들의 요구사항을 계획 이외의 추가적 투입 요소 없이, 개발 완료하였다는 점에서 제시된 모형의 우수성을 확인할 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 정보화 역량의 확보가 요구되는 최근 항공정비산업에서 다양하고 복잡한 업무의 관리와 산업 전반의 지원을 위한 소프트웨어 개발을 가장 적절하게 수행 및 관리하는 방안을 제시하고자 하였다. 분석 결과, 본 연구의 대상인 AMO업무관리시스템 개발 특성은 소프트웨어 자체의 특성과 해당 사업이 진행되는 형식으로 인한 특성에 영향을 받았다. 개발 대상의 특성은 소규모 개발 프로젝트, 제한적 요구사항, 좁은 이해관계자 스펙트럼 등이 있었으며 사업적 특성은 경직된 개발 기간, 높은 성과물에 대한 증빙자료 및 문서화 필요성, 높은 성과물 검증 요구 정도 등이 포함되었다. 본 연구는 이러한 특징적 성격들을 고려한 효율적이며 효과적 소프트웨어 개발 모형을 구축하고자 하였다.

AMO업무관리시스템 소프트웨어는 일정, 예산, 인력 등 한정된 자원 내에서 높은 성과물 도출이 필요함에 따라 주기적인 진행현황 관리와 시스템 설계, 개발, 테스트에 사용자의 요구사항 관리가 필요하다. 이에 따라, 초기에 요구사항 분석, 시스템 설계 등의 단계가 필요하며 단계마다 검토회의를 통해 주기적인 진행현황을 관리할 수 있도록 개발 방법론을 설계하였다. 설계 이후에는 초기 프로세스의 마지막 단계로 시스템 개발이 진행되고, 테스트 단계를 이행하면서 단위 수준, 통합 수준의 테스트 등을 진행하게 된다. 이때 이해관계자들의 피드백 또는 요구사항 변경사항을 검토회의를 통해 각 테스트 별 의견 사항을 기록함에 따라 요구사항 관리를 수행할 수 있도록 하였다. 테스트를 통해 도출된 요구사항은 후속 혹은 계속 사업으로 진행되는 차년도 개발 계획에 기반으로 활용하여 이해관계자의 요구사항을 적극적으로 반영하고, 시스템 기능을 고도화 및 고객화할 수 있는 절차를 수립하였다.

본 연구에서 제시한 모형은 국가연구개발사업으로 수행되는 소프트웨어 개발에 적합한 전략적 관리를 위하여 V 모형과 애자일 모형을 복합적으로 활용하였다. 이를 통해 개발 범위, 일정, 예산에 대한 효과적 관리를 수행하였다. 또한, 중간 단계마다 검증을 시행하여 문제점을 조기에 식별하고 오류를 추적할 수 있도록 설계하였다. 단계별로 검증을 통해 수행된 문서화로 증빙자료 도출이 가능하므로, 이를 연구성과에 대한 평가 자료 및 증빙자료를 위해 활용하도록 하였다. 추가로 이해관계자의 요구사항 변경에 대응하기 위해 애자일 모형을 반영하여 유연한 대응력을 확보하였다.

본 연구 모형은 연 단위의 개발 과정을 반복하며 일련의 개발이 원활히 진행될 경우를 가정하였다는 데 그 한계점이 있다. 국가연구개발사업의 경우, 1~3년 단위로 사업에 대한 평가를 실시한다. 평가 결과에 따라 사업의 지속과 중단이 결정되기도 하며, 지속하더라도 예산의 삭감까지 가능하다는 특성이 있다. 따라서, 이러한 중대 변경사항이 발생하였을 경우, 혹은 요구조건이나 최종 목표가 변동될 때 이에 대한 정형적 대처 방안이 본 연구에서 제시한 모형에 추가될 때, 소프트웨어 개발의 무결성을 확보할 수 있다.

본 연구는 소규모로 수행되는 국가연구개발사업에 적합한 소프트웨어 개발 방법론으로 향후 다양한 규모로 진행되는 사업으로 확대 가능하며, 항공안전 이외의 분야에도 활용 가능하여 타 산업군에서 수행되는 개발 사업에도 적용할 수 있는 기초 자료로써 그 의미가 있다.

References

- [1] S. Nam, Y. R. Park, S.W. Kwon, Y. S. Hwang, H. Yoon, "A Study on Application of Risk Based Aviation Safety Oversight Approach for Approved Maintenance Organization System", *Journal of Aerospace System Engineering*, Vol.15, No.5, pp.50-59, Oct. 2021. DOI: <https://doi.org/10.20910/JASE.2021.15.5.50>
- [2] B. Hirshman, T. Milon, A. Brimmer, B. Brinkopf, M. Rabson, K. Smith. How Value Can Take Off with Predictive Aircraft Maintenance [Internet]. Boston Consulting Group, c2020 [cited 2020 August 17], Available From: <https://www.bcg.com/publications/2020/building-value-with-predictive-aircraft-maintenance> (accessed Apr. 14, 2022)
- [3] Airbus. Technology and Innovation [Internet]. Airbus, c2021 [cited 2021 000 00], Available From: <https://www.airbus.com/aircraft/passenger-aircraft/technology-innovation.html> (accessed Apr. 14, 2022)
- [4] K. B. Marais, M. R. Robichaud, "Analysis of trends in aviation maintenance risk: An empirical approach", *Reliability Engineering & System Safety*, Vol.106, pp.104-118, Oct. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/i.ress.2012.06.003>
- [5] K. A. Habib, C. Turkoglu, "Analysis of aircraft maintenance related accidents and serious incidents in Nigeria", *Aerospace*, Vol.7, No.12, pp.178, Dec. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/aerospace7120178>
- [6] Business Wire. Global Maintenance, Repair, and Operations (MRO) Market 2021-2026: Rapid Digitalization and Emergence of IoT Drives Growth, with Market Value of \$787 Billion Forecast by 2026 [Internet]. Expert Market Research, c2021 [cited 2021 September 20], Available From: <https://www.businesswire.com/news/home/20210920005498/en/Global-Maintenance-Repair-and-Operations-MRO-Market-2021-2026-Rapid-Digitalization-and-Emergence-of-IoT-Drives-Growth-with-Market-Value-of-787-Billion-Forecast-by-2026---ResearchAndMarkets.com> (accessed Apr. 14, 2022)
- [7] Ministry of Land, Infrastructure and Transport. A plan to strengthen the competitiveness of the MRO [Internet]. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, c2021 [cited 2021 August 12], Available From: http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95085919 (accessed Apr. 14, 2022)
- [8] D. R. Vieira, P. L. Loures, "Maintenance, repair and overhaul (MRO) fundamentals and strategies: An aeronautical industry overview", *International Journal of Computer Applications*, Vol.135, No.12, pp.21-29, Feb. 2016. DOI: <https://doi.org/10.5120/ijca2016908563>
- [9] D. Santare, L. III, Emerging Technologies for Aviation MRO [Internet]. Proudfoot, c2020 [cited 2020 January 30], Available From: <https://proudfoot.com/wp-content/uploads/2020/03/Emerging-Technology-Aviation-MRO.pdf> (accessed Apr. 14, 2022)
- [10] Ministry of Land, Infrastructure and Transport. Aircraft inspections are now also carried out with drones [Internet]. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, c2021 [cited 2021 December 16], Available From: http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmsspage=1&id=95086326 (accessed Apr. 14, 2022)
- [11] Z. Liu, N. Meyendorf, N. Mrad, "The role of data fusion in predictive maintenance using digital twin", *AIP Conference Proceedings*, AIP Publishing LLC, NY, USA, Vol.1949, No.1, April 2018. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.5031520>
- [12] F. Elakramine, R. Jaradat, N. U. I. Hossain, M. Banghart, C. Kerr, S. El Amrani, "Applying Systems Modeling Language in an Aviation Maintenance System", *IEEE Transactions on Engineering Management*, pp.1-13, Jul. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1109/TEM.2021.3089438>
- [13] M. Esposito, M. Lazoi, A. Margarito, L. Quarta, "Innovating the maintenance repair and overhaul phase through digitalization", *Aerospace*, Vol.6, No.5, pp.1-14, May 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/aerospace6050053>
- [14] ICAO, Doc 9760 Airworthiness Manual, p.420, ICAO, 2020, pp.1-420.
- [15] Ministry of Land, Infrastructure and Transport. Flight safety regulation for aeroplanes [Internet]. Korea Ministry of Government Legislation, c2019 [cited 2019 May 14], Available From: <https://www.law.go.kr/LSW//admRulInfoP.do?admRul>

- [Seq=2100000178530](#) (accessed Apr. 14, 2022)
- [16] D. H. kim, "Application of RAG of the Aviation Safety Organization in Response to the COVID-19 Situation", *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, Vol.29, No.1, pp.38-46, Mar. 2021. DOI: <https://doi.org/10.12985/ksaa.2021.29.1.038>
- [17] FAA. 8000.368A-Flight Standards Service Oversight Document Information [Internet]. FAA, c2022 [cited 2022 April 14], Available From: https://www.faa.gov/regulations_policies/orders_notices/index.cfm/go/document.information/documentid/1020609 (accessed Apr. 14, 2022)
- [18] EASA. Specifications attached to the Invitation to Tender EASA. 2012. OP. 29(Further development, maintenance and implementation of SOFIA in EASA Partner States) [Internet]. EASA, c2014 [cited 2014 January 8], Available From: <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/2012-op29-Tender%20Specifications.pdf> (accessed Apr. 14, 2022)
- [19] J. Y. Kim, N. S. Park, "Trends of Aircraft Safety Data and Analysis Methods", *Electronics and Telecommunications Trends*, Vol.36, No.6, pp.55-66, Dec. 2021. DOI: <https://doi.org/10.22648/ETRI.2021.J.360606>
- [20] KAIA. National Land Transportation Science and Technology Research and Development Project Implementation Plan(2021) [Internet]. KAIA, c2021 [cited 2021 December 30], Available From: https://www.molit.go.kr/USR/policyData/m_34681/dtl.jsp?search=&srch_dept_nm=&srch_dept_id=&srch_usr_nm=&srch_usr_titl=Y&srch_usr_cntt=&search_regdate_s=&search_regdate_e=&psize=10&s_category=&p_category=&lcmspage=1&id=4602 (accessed Apr. 14, 2022)
- [21] S. P. Shankar, H. Agrawal, E. Naresh, "A Survey on Different Approaches to Automating the Design Phase in the Software Development Life Cycle", *In Research Anthology on Agile Software, Software Development, and Testing*, pp.542-564, Oct. 2022. DOI: <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-3702-5.ch027>
- [22] K. El Emam, A. G. koru, "A replicated survey of IT software project failures", *IEEE software, and Testing*, Vol.25, No.5, pp.84-90, Aug. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1109/MS.2008.107>
- [23] J. L. Alves, E. A. Ferreira, J. de Nadae, "Crisis and risks in engineering project management: A review", *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, Vol.18, No.4, pp.1-17, Apr. 2021. DOI: <https://doi.org/10.14488/BJOPM.2021.026>
- [24] I. Sommerville, *Software Engineering 9th Edition*, p.790, Addison-Wesley, 2010, pp.1-790.
- [25] International Organization for Standardization, *Systems and software engineering-Software life cycle Processes*, p.145, International Organization for Standardization, 2017, pp.1-145.
- [26] International Organization for Standardization. ISO/IEC 12207:2008 Systems and software engineering-Software life cycle processes [Internet]. International Organization for Standardization, c2008 [cited 2008 February]. Available From : <https://www.iso.org/standard/43447.html> (accessed Apr. 14, 2022)
- [27] K. Ali, "A Study of Software Development Life Cycle Process Models", *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, Vol.8, No.1, pp.15-23, Fed. 2017.
- [28] S. Balaji, M. S. Murugaiyan, "Waterfall vs. V-Model vs. Agile: A comparative study on SDLC", *International Journal of Information Technology and Business Management*, Vol.2, No.1, pp.26-30, Jun. 2012.
- [29] T. Bhuvaneswari, S. Prabakaran, "A survey on software development life cycle models", *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, Vol.2, No.5, pp.262-267, May 2013.
- [30] IEEE Computer Society, *IEEE Standard for System, Software, and Hardware Verification and Validation*, p.260, IEEE Computer Society, 2017, pp.1-260.
- [31] M. F. Nasir, M. J. U. Qureshi, P. Mitra, T. Islam, "Introducing a new SDLC trigon model for software development", *Proceedings of the International Conference on Sustainable Development in Technology for 4th Industrial Revolution 2021*, Port City International University, Chattogram, Bangladesh, pp.1-6, March 2021.
- [32] D. Doshi, L. Jain, K. Gala, "Review of the Spiral Model and Its Applications", *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, Vol.5, No.12 pp.311-316, Apr. 2021. DOI: <https://doi.org/10.33564/IJEAST.2021.v05i12.053>
- [33] E. A. Altameem, "Impact of agile methodology on software development", *Computer and Information Science*, Vol.8, No.2 pp.9-14, Apr. 2015. DOI: <https://doi.org/10.5539/cis.v8n2p9>
- [34] B. Kotaiah, M. A. Khalil, "Approaches for development of Software Projects: Agile methodology", *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, Vol.8, No.1 pp.237-242, Jan. 2017.
- [35] A. Dagnino, "An Evolutionary lifecycle Model with Agile practices for software development at ABB", *In Eighth IEEE International Conference on Engineering of Complex Computer Systems*, IEEE, MD, USA, pp.215-223, Dec. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICECCS.2002.1181514>
- [36] S. Z. Iqbal, M. Idrees, "Z-SDLC model: a new model for software development life cycle", *International Journal of Engineering and Advanced Research Technology*, Vol.3, No.2, pp.1-8, Feb. 2017.
- [37] Korea Software Industry Association. *Software Business Pricing Criteria* [Internet]. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, c2010 [cited 2010 February 26], Available From:

- <https://www.law.go.kr/LSW/admRulLsInfoP.do?chrClsCd=&admRulSeq=2000000050947> (accessed Apr. 14, 2022)
- [38] National IT Industry Promotion Agency. Manual for calculating the appropriate business period for software development projects [Internet]. National IT Industry Promotion Agency, c2016 [cited 2016 August 11], Available From: <https://www.nipa.kr/main/selectBbsNttView.do?key=121&bbsNo=1&nttNo=721&bbsTy=bbs> (accessed Apr. 14, 2022)
- [39] Ministry of Trade. Industry and Energy, Standard of software business price [Internet]. Ministry of Trade, Industry and Energy, c2008 [cited 2008 July 1], Available From: http://www.motie.go.kr/motie/ms/nt/micnotice/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=8&bbs_cd_n=7 (accessed Apr. 14, 2022)
- [40] Ministry of Land, Infrastructure and Transport. Human resources management regulation of Ministry of Land, Infrastructure and Transport. [Internet]. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, c2021 [cited 2021 December 31], Available From: <https://www.law.go.kr/LSW/admRulLsInfoP.do?admRulSeq=2100000009296> (accessed Apr. 14, 2022)
- [41] S. Han, S. Lee, "Study of the Main Characteristics of Project Management for the Success of Small-Scale Software Projects", *In Proceedings of the Korea Information Processing Society Conference*, Korea Information Processing Society, Seoul, Korea, pp.937-940, May 2013.
- [42] Korean Intellectual Property Office. Software development methodology [Internet]. Korean Intellectual Property Office, c2014 [cited 2014 December], Available From: <http://dl.nanet.go.kr/law/SearchDetailView.do?cn=MO NO1201526387> (accessed Apr. 14, 2022)
- [43] S. F. Rowe, "Project management for small projects", *Paper presented at PMI@ Global Congress 2003*, Project Management Institute, Baltimore, North America, September 2013.
- [44] I-O. Song, S-Y. Rhew, S-E. Lee, "A Software Process Certification Model of Small sized Software Development Using Scrum", *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol.16, No.4, pp.215-223, Dec. 2010.
DOI: <https://doi.org/10.9708/iksci.2011.16.4.215>
- [45] Ministry of Science and ICT. National Research And Development Innovation Act [Internet]. Korea Ministry of Government Legislation, c2022 [cited 2022 March 29], Available From: <https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EA%B5%AD%EA%B0%80%EC%97%B0%EA%B5%AC%EA%B0%9C%EB%B0%9C%ED%98%81%EC%8B%A0%EB%B2%95%EC%8B%9C%ED%96%89%EB%A0%B9> (accessed Apr. 14, 2022)
- [46] Ministry of Science and ICT. Enforcement Decree Of National Research And Development Innovation Act

[Internet]. Korea Ministry of Government Legislation, c2022 [cited 2022 March 8], Available From:

<https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EA%B5%AD%EA%B0%80%EC%97%B0%EA%B5%AC%EA%B0%9C%EB%B0%9C%ED%98%81%EC%8B%A0%EB%B2%95%EC%8B%9C%ED%96%89%EB%A0%B9> (accessed Apr. 14, 2022)

- [47] Korea Institute of Science & Technology Evaluation and Planning, 2021 National R&D Project main Evaluation Report, Evaluation Report, Korea Institute of Science & Technology Evaluation and Planning, Korea, pp.113-115.

남 승 주(Seungju Nam)

[정회원]



- 2018년 3월 : 한국항공대학교 경영학부 (경영학사)
- 2019년 8월 : 한국항공대학교 일반대학원 경영학부 (경영학석사)
- 2020년 3월 ~ 현재 : 항공안전기술원 항공기술본부 연구원

<관심분야>

항공안전, 데이터 애널리틱스, 호스피탈리티 산업

박 유 림(Yu-rim Park)

[정회원]



- 2019년 3월 : 한서대학교 항공산업공학과 (공학사)
- 2019년 6월 ~ 현재 : 항공안전기술원 데이터분석연구센터 연구원
- 2022년 3월 ~ 현재 : 한국항공대학교 일반대학원 경영학부 (경영학석사)

<관심분야>

항공안전, 빅데이터, 항공정비, 산업공학

송 운 경(Woon-Kyung Song)

[정회원]



- 2004년 2월 : 서울대학교 경영학과 (경영학사)
- 2007년 8월 : 조지워싱턴대학교 경영대학원 (재무금융석사)
- 2013년 8월 : 조지워싱턴대학교 경영대학원 (재무금융박사)
- 2014년 9월 ~ 현재 : 한국항공대학교 경영학부 부교수

〈관심분야〉

항공경영, 항공재무