

https://doi.org/10.7236/JIIBC.2019.19.4.151  
JIIBC 2019-4-21

## 플랜트 EPC 해외 사업을 위한 입찰단계 시 AI 기반의 ITB Risk 관리 모델 개발

### Development of ITB Risk Mgt. Model Based on AI in Bidding Phase for Oversea EPC Projects

이돈희\*, 윤건호\*\*, 김정준\*\*\*

Don-Hee Lee\*, Gun-Ho Yoon\*\*, Jeong-Joon Kim\*\*\*

**요 약** EPC 회사들이 해외에서 계속 사업을 운영하기 위해서는 위험이 더 이상 피할 수있는 것이 아니라 관리 대상이된다는 것이 점점 더 분명 해지고 있다. 입찰 단계에서 입찰 패키지 내의 요구 사항, 사양 및 프로젝트 광고 항목을 자세히 조사하여 비용 초과를 방지하기 위해 다양한 위험 요소를 분석해야한다. 그러나 막대한 양의 입찰 서류를 검토하는 것은 시간이 많이 걸리고 노동 집약적이며 쉬운 작업이 아니며 자동화 된 정보 기술이 도움이 될 수 있다. 이 연구에서는 짧은 시간에 방대한 양의 문서를보다 효과적으로 분석하고 적용 할 수있는 Watson AI 기반의 ITB 분석 모델을 구축하였다. AI 기반 ITB 위험 관리 모델 연구, 학습 절차 및 분석 대상 선택, 성능 평가 기준을 위한 Watson Explorer AI 아키텍처의 구성을 정의하고 시험 연구를 수행하기위한 테스트 베드를 구축하였다. 결과적으로 분석 시간 단축의 효과와 전문가의 결과 및 VOC 운영 품질을 확인하였다.

**Abstract** EPC companies to continue operating overseas, it is increasingly becoming apparent that risk is no longer something to be avoided but a subject to be managed. During the bidding stage, the requirements, specifications and project line items within the bid package must be studied in details to analyze the various risk factors in order to avoid cost overruns. However, reviewing vast quantities of bidding documents is time consuming and labor intensive and is not an easy task and this is where automated information technology can help. For this study, I have constructed an ITB analysis model based on Watson AI that can analyze and apply vast amount of documents more effectively in a short time. Configuration of the Watson Explorer AI architecture for AI-based ITB risk management model research, the selection of learning procedures and analysis subjects, and the performance evaluation criteria were defined, and a test bed was constructed to conduct a pilot research. Consequently, I verified the effectiveness of the analytical time reduction and the quality of its results and VOC operations by professionals.

**Key Words** : EPC, AI(Artificial Intelligence), ITB(Invitation to Bid), Risk Management Model

\*정회원 SK 주식회사

\*\*정회원 SK 주식회사

\*\*\*정회원 한국산업기술대학교

접수일자 2019년 6월 19일, 수정완료 2019년 7월 18일

계재확정일자 2019년 8월 2일

Received: 19 June, 2019 / Revised: 18 July, 2019 /

Accepted: 2 August, 2019

\*\*\*Corresponding Author: jkjm@kpu.ac.kr

Dept. of Computer Engineering, Korea Polytechnic University, Korea.

## I. 서 론

해외 플랜트 EPC(Engineering, Procurement, Construction) 사업은 2000년대 중반부터 점차 성장해 왔다. 지난 몇 년 동안 수주 및 실적은 언론을 통해 크게 홍보되었다. 즉, 언론은 해외 플랜트 시장에서 우리 건설 기술 및 시장 확대에 대한 지속적인 수주 소식과 실적 확대의 쾌보를 전해 왔다. 하지만, 최근 유가 하락 및 이익률 감소 등 해외 플랜트 건설시장에서 우리 기업들의 어닝쇼크를 접하면서 점차 국내 건설기업들은 사업 Risk 분석 및 입찰 절차(Process)를 점검하고 쇄신을 꾀하고 있다.

기업에서 생산되는 데이터의 80% 이상은 비정형 데이터로 이루어져 있으며 그 중에서도 텍스트 데이터의 비율은 매우 높은 상황이다. 이는 건설 해외 플랜트 EPC 프로젝트의 경우도 마찬가지이다. 건설공사를 시공하면서 활용하는 대다수의 정보는 ITB(Invitation to Bid), 계약서, 설계 변경 보고서, 결과보고서 등과 같이 텍스트 기반의 비정형 데이터 형태로 이루어져 있다. 그 중에서도 입찰 단계에서 활용하는 입찰문서의 경우는 ITB, 계약서, 설계도면, 사양서 등과 같은 문서는 발주자의 설계의도를 파악하고 프로젝트 특성을 판단할 수 있는 중요한 정보라 할 수 있다. 입찰 단계에서는 입찰안내서(ITB)의 요구사항과 프로젝트 관련 정보, 품목 등을 검토하고 공사비에 반영하게 된다. 따라서 입찰문서 내에 포함되어 있는 Risk 요인들을 사전에 검토하지 못할 경우 추후 공사 시공 과정에서 공사비 증가 요인이 될 수 있다.

따라서 Risk 관리 차원에서도 입찰문서에 대한 체계적인 분석은 매우 중요하다고 할 수 있다. 그러나 짧은 입찰 기간 동안 방대한 양의 입찰문서를 검토하는 것은 쉽지 않은 상황이며 이러한 작업을 보다 효과적으로 지원할 수 있는 자동화된 정보기술(IT)의 지원이 필요하다. 이에 본 연구에서는 방대한 양의 문서를 단시간 안에 효과적으로 분석하고 적용 가능한 인공지능(AI) 기반의 ITB 분석 기술을 활용하여 해외건설 플랜트 공사의 입찰 정보를 신속히 분석하고, 시사성 있는 정보를 도출하여 사업에 활용하는 방안을 모색하고자 한다.

정보기술중 인공지능 분야를 살펴보면, 장기간 침체되었던 AI(Artificial Intelligence)기술은 최근 딥러닝 기반 기술의 발달 및 기존 기술과의 결합 등을 통해 산업 전반에 적용 가능한 수준으로 급속히 발전하고 있다. 인공지능(AI)의 개념은 인간의 인지능력, 추론능력, 학습능력 등을 컴퓨터 및 시스템 등으로 구현하거나 이를 만들

수 있는 방법론이나 실현 가능성에 기반하여 연구하는 기술을 의미한다<sup>[1,2]</sup>.

본 연구에서는 인공지능 기술 중 Watson AI를 적용한다. Watson은 새로운 컴퓨팅 시대인 코그니티브 시스템으로의 첫 걸음으로 상징된다. Watson은 현재의 프로그래밍 컴퓨팅의 시대 기반 위에서 구축되었으나 매우 중요한 방식에서 차이가 있다. 복잡한 비정형 데이터에 대한 이해를 돕는 자연어 처리, 준비된 증거만을 기반으로 응답에 가중치를 부여하고 평가하기 위한 고도의 분석 기법을 적용한 가설 생성 및 추론 방식, 반복을 통해 좀더 똑똑해 질 수 있도록 결과를 기반으로 학습을 돕는 동적 학습 방식이 Watson의 특징이다. ITB 분석에는 Watson AI중 Watson Explorer API(Application Programming Interface) 중심의 연구를 수행한다. Watson Explorer(WEX)는 텍스트 및 자연어 분석(Natural Language Processing) 기술을 기반으로 다양한 형태의 비정형 데이터를 수집하여 다각화된 분석을 수행하고 도출된 분석 결과를 시각화하여 목적에 맞는 통찰력(Insight)을 제공하는 분야에 탁월하다고 할 수 있다<sup>[3-7]</sup>.

본 연구의 순서는 제2장에서 글로벌 EPC 사업의 Risk에 대한 고찰로서 인공지능(AI)의 개념 및 텍스트 마이닝 적용 해외 사례를 살펴보고, Risk 관리 프로세스 모델, 입찰시 수주 실패 원인 및 성공요소, ITB 분석 방법의 개선 필요성에 대해 알아본다.

제3장에서는 AI 기반의 ITB Risk 관리 모델로서 연구 배경 및 목적, Watson Explorer AI 기반의 연구 아키텍처, 학습절차 및 분석 주제 선정, 성능평가 척도를 정의하고 테스트베드를 구축해 실제 연구 Pilot을 수행한다. 연구 Pilot은 AI 학습 및 검증 과정으로 이원화한다. 또한, 학습 ITB와 검증 ITB는 각각 분리하여 Overfitting 과 Underfitting을 사전에 예방한다. 본 AI 연구 Pilot은 Cloud 환경에서 Watson Explorer를 API 형식으로 활용한다. 약 4개월간 TF Team을 AI, 방법론, 사업관리, 현업 전문가로 구성해 Agile 방식으로 수행한다. 마지막으로 연구 결과에 대해 ITB 분석 시간 저감, 품질 측면의 효과성을 검증하고 전문가의 VOC를 수행하면서 연구를 마무리한다.

## II. 해외 EPC 사업의 Risk 고찰

### 1. 인공지능 개념 및 해외 EPC 적용 사례



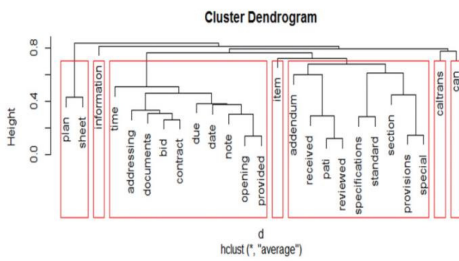


그림 3. 텍스트 군집화  
Fig. 3. Text Clustering

그림 2와 같이 빈출 단어 분석을 통해 입찰 질의서에서 반복적으로 사용되고 있는 단어들에 대한 전반적인 파악은 가능하지만, 각 단어들이 문장 내에서 어떠한 의미로 사용되었는지를 알기 위해서는 빈도수 분석만으로는 이해가 어렵다. 따라서 단어들간의 공통된 관계를 파악하기 위해 빈출 상위 단어들에 대한 클러스터링을 그림 3과 같이 실시 하였다. 군집화된 경우를 제외한 나머지를 세 가지 군집의 단어들의 조합에서 계약서에 언급된 공사 관련 기한등에 대한 군집과 설계도서에 대한 군집, 시방서 및 특수계약조건과 관련된 군집으로 단어들이 조합된 것을 확인할 수 있었다. 본 연구를 통해 텍스트 마이닝을 활용한 해외건설공사 입찰 정보 분석을 통해 직결 개별 문서의 내용을 확인하지 않고도 많은 양의 문서들을 종합적으로 파악할 수 있는 방안을 제시했다는 점에서 의미를 찾을 수 있다(Lee, J.H., 2016). 하지만 본 연구에서 실시한 텍스트 마이닝의 결과는 다음과 같은 한계를 내포하고 있음을 발견할 수 있었다. 본 연구는 데이터 전처리 및 정제 과정에 크게 영향을 받기 쉬운데 이 과정에서 연구자의 주관적인 판단이 개입되어 객관성이 저하될 가능성이 높고, ITB 문서를 직접 분석한 것이 아니라 발주기관에 의뢰하는 질의서(Query)만을 마이닝 대상으로 하여 ITB 문서 전체를 대상으로 하는 분석과는 결과가 다를 수 있다. 또한, 단어 빈도수 파악 및 단어간의 연관 관계 만의 분석으로 ITB의 각 공종(기계, 배관 등) 단계별로의 Risk는 파악되지 못하는 문제점을 내포하고 있다.

## 2. 해외 EPC 사업의 Risk

EPC는 설계(engineering), 조달(procurement), 시공(construction) 등의 영문 첫 글자를 딴 말이다. 대형 건설 프로젝트나 인프라 사업 계약을 따낸 사업자가 설계와 부품·소재 조달, 공사를 윈스톱으로 제공하는 형태

의 사업을 뜻한다. 일괄수주를 의미하는 턴키(Turn-Key)와 비슷한 개념이라고 볼 수 있다.

해외의 건설 EPC 사업은 2000년대 중반부터 점차 성장해 왔다. 하지만 현재 최근 유가 하락등 해외 건설 플랜트 시장에서 우리 기업들의 어닝쇼크를 접하게 되면서 점차 국내 건설기업들은 시장 확대에 대한 경보를 발동하면서, 사업 Risk 분석 및 입찰 절차(Process)를 재점검하고 쇄신을 꾀하고 있는 상황이다. 2014년까지 지속적인 증가세를 보이던 해외건설 수주가 현재는 하향세가 뚜렷하게 나타나고 있으며 원가 부담의 압박을 많이 받고 있다. 추가 이익률 하락의 원인중 하나는 EPC계약체계에 있다고 할 수 있다. 프로젝트 대부분의 Risk는 계약자에게 전가되고, 전통적인 계약방식과는 다르게 발주자(Employer)가 디자인을 제공하지 않는 대신 프로젝트의 시초부터 최종 목적물까지 기준을 규정함으로써 대부분의 Risk를 계약자에게 전가하고 있기 때문이다. 또한 수주 및 실적 부진의 원인은 EPC 계약자의 저가 수주, 사업관리 Know-How 부족, 부실한 사업관리와 클레임 관리 능력 부재 등 여러 이유를 찾을 수 있다. 단일한 입찰 업무와 영업적인 마인드로 사업의 말미에 실적 부진과 막대한 손실로 이어지는 결과를 초래하고 있다. 이를 대처하기 위해 사업과정에서 얻은 교훈(Lessens Learned)을 분석하여 입찰과정에서 체계적으로 대응할 필요가 있다. 즉, 사업 초입 단계에서 입찰서 작성과 입찰프로세스를 체계화하고, 사업운영 능력을 키운다면 경쟁력 있는 사업을 이끌어 낼 수 있을 것으로 예상된다<sup>5,12)</sup>.

## 3. Risk 관리 프로세스 모델

Risk는 근본적으로 차단 될 수는 없다. 다만, 사업에서 발생가능성이 높은 Risk에 따른 손실을 줄이기 위해 프로젝트 수행 시 선제적인 대처가 필요하다. Risk 저감을 위한 다수의 연구 및 기업 분석 보고서를 따르면, 사업 수행 시 발생하는 다양한 Risk를 사업초기에 선제적으로 관리 할 수 있어야 함을 언급 하고 있다. 즉, 사업 초기인 입찰단계의 중요성을 강조하고 있다. 기업의 경영 전략에서 이러한 Risk는 손실로 직결되는 것이므로 전략적인 입찰 시스템 구축 및 프로세스 수립이 입찰과정에서 요구된다. 이에 따라 Risk 개별 요소는 입찰 내용과 깊은 연관성이 있음을 인지할 수 있다. 이러한 현상은 Risk 관리를 입찰단계와 사업운영 단계로 분리 되어 관리 하다 보니, 사업운영 중에 실패를 보았던 요소와 습득된 교훈이 입찰 과정에서 반영 되지 못해 Risk가 반복적

으로 발생해 효율적인 Risk 관리가 되지 않는다는 점에서 연관성이 있음을 알 수 있는 대목이다. 이에 경험적 교훈(Lessons learned)과 수행 Data를 적극적으로 반영하여 업무 개선이 이루어지기 위해서는 다각적인 접근이 필요하다. 특히, 조직 간의 정보 교류와 업무프로세스의 적극적인 개선이 중요하다. 입찰 단계에서의 전체 사업기간에 발생하는 문제점과 개선이 필요한 업무를 반영하기 위해서는 입찰 조직이 본연의 견적 및 기술력을 잘 갖추어야 할 뿐만 아니라 마케팅을 위한 외교력으로 다양한 입찰내용에 적응해야한다. 또한, 관련 업무 시스템 구성이 상황별 유연하게 적용되어야 한다<sup>13,14)</sup>.

#### 4. 입찰시 수주 실패 원인과 성공요소

주요 수주 실패 원인을 분야별로 살펴보면, Marketing Part에서는 해외사업 지역정보 수집 및 분석 부실과 발주처와의 관계, 사업구도를 형성하지 못한 점에서 원인이 도출되고 있다. Operating Part에서는 현지 자원 조달 네트워크와 공종별 전문성에서 실패 요인을 삼고 있으며, Commercial Part에서는 입찰 금액 및 계약적 사항의 미비, 자금조달 능력과 입찰의 전반적인 전략 부재 등을 원인으로 들 수 있다. 마지막으로 Technical Part에서는 기술적 성능과 특정 분야의 전문 인력 부족, 물량 산정 오류 및 공법 적용 실패 등의 관점에서 수주 실패 원인을 들 수 있다.

입찰 시 핵심 성공요인을 크게 프로젝트 인지단계, 입찰준비단계, 입찰단계로 분류하여 알아보려 한다. 인지단계(Project Identification Phase)는 전(全)입찰 업무의 첫 번째 단계로서 프로젝트 수행 국가 및 지역에 대해 조사하고, 발주자의 요구(Needs)를 파악해 프로젝트에서 무엇을 수행해야 할지 인지하는 단계이다. 업무는 국가시장 조사 및 정보 수집, 사업모델 구상, 발주자 네트워크 유지, 발주자 Needs 파악, 프로젝트 선택으로 구분된다. 본 단계의 주요 핵심성공요인은 해당국 영업활동의 Network를 기반으로 국가재정상태 및 국가경제성장률 등을 검토하여 발주자 Needs에 맞는 사업모델구상을 하는 것이다. 본 단계의 최종목적은 입찰자가 사업의 수익성 등을 고려하여 프로젝트 수행 여부를 선택하는 단계이다.

다음은 입찰준비 단계(Bid Preparation Phase)로 주요 업무는 프로젝트 특징을 검토하고 사업에 적합한 파트너를 구상해 사업 전략을 수립하는 내용으로써 사업 실적 및 사업수행능력 검토, 입찰 경쟁자 분석으로 구성된다. 입찰 수주 실패 원인과 관련하여, 프로젝트의 참여자의 조직 및 역할 구성에 어려움, 설계, 구매, 시공 등

사업 참여자의 Win-Win 전략 부재요소가 핵심성공요인 도출에 연계성을 갖는 요소이다. 이 단계의 주요 핵심성공요인은 사업 참여자 조직을 형성하여 프로젝트 심사에서 경쟁력을 갖추으로써, 사업 참여자 구도를 계획하고 시기별로 업무 Scope와 시나리오를 분석하는 것이다. 이 단계는 본격적인 입찰 견적과정에서 금액과 기술적 사양을 충족하기 위한 기본 전략과 로드맵을 구성하는 것이다.

마지막으로 입찰단계(Bidding Phase)로 본격적인 금액 산정, 계약적 요구사항 확인과 시공계획 및 일정 검토 등의 업무가 진행이 된다. 입찰자의 입찰 성공 전략에 따라 Estimation Cost 결정 및 계약내용 결정이 주요 핵심성공요인이다. 이 단계는 입찰안내서의 요구사항과 Project 관련 정보를 검토하고 비용(Cost)에 반영 요소를 적용하는 단계이다<sup>15,16)</sup>.

#### 5. ITB 분석 방법의 개선 필요성

기업에서 생산되는 데이터의 80% 이상은 비정형 데이터로 이루어져 있으며, 그 중에서도 텍스트 데이터의 비율은 매우 높은 상황이다. 이는 건설 해외 플랜트 EPC 프로젝트의 경우도 마찬가지이다. 건설공사를 수행하면서 활용하는 대다수의 정보는 ITB, 계약서, 설계변경 보고서, 결과보고서 등과 같이 텍스트 기반의 비정형 데이터 형태로 이루어져 있다. 그 중에서도 입찰 단계에서 발주자가 제공하는 입찰문서의 경우는 ITB, 계약서, 설계도면, 시방서 등과 같이 발주자의 설계의도를 파악하고 프로젝트 특성을 판단할 수 있는 중요한 정보라 할 수 있다. 입찰문서에는 목적물을 완성하기 위한 설계와 시공방법, 자재, 품질검사에 대한 기준과 절차가 기술되어 있다. 뿐만 아니라 입찰문서 자체가 계약적으로 효력을 갖기 때문에 추후 클레임 및 분쟁이 발생하였을 경우 중요한 판단의 근거자료로 활용되기도 한다. 입찰 단계에서는 입찰안내서의 요구사항과 프로젝트 관련 정보 및 품목을 검토하고 공사비에 반영하게 된다. 따라서 입찰문서 내에 포함되어 있는 Risk 요인들을 사전에 검토하지 못할 경우 추후 공사 수행 과정에서 공사비 증가요인이 될 수 있다. 따라서, Risk 관리 차원에서도 입찰문서에 대한 체계적인 분석은 매우 중요하다고 할 수 있다. 특히 최근 발주되는 해외 플랜트 EPC 건설 공사에서는 입찰참여자(시공사)가 입찰문서 내의 오류 및 누락사항, 불일치 정보 등에 대해 사전에 충분히 검토하지 못해서 발생한 문제의 경우에는 설계 변경이 불가능하도록 정하고 있기 때문에 입찰문서에 대한 철저한 검토가 요구되고 있는 상황이다. 그러나 짧은 입찰 기간 동안 방대한 양의 입찰

문서를 검토하는 것은 쉽지 않은 상황이며, 이러한 작업을 보다 효과적으로 지원할 수 있는 자동화된 정보기술(IT)의 지원이 필요하다<sup>[17,18]</sup>.

이에 본 연구에서는 방대한 양의 문서를 단시간 안에 효과적으로 분석 및 적용 가능한 인공지능 기반의 ITB 분석 기술을 활용하여 해외건설 플랜트 공사의 입찰정보를 신속히 분석하고, 시사성 있는 정보를 도출하여 사업에 활용하는 방안을 모색하고자 한다.

### III. AI 기반의 ITB Risk 관리 모델

#### 1. Risk 관리 모델 구축 개요

Project Requirement 파악이 Project 수주 및 수행 경쟁력에 많은 영향을 미치는 글로벌 플랜트 EPC Business 에서, 인공지능(AI) 기술을 적용하여 Project 입찰안내서의 Project Requirement 및 Risk 분석 가능 성과 효과성을 검증하고자 한다. 연구의 배경은 해외 EPC 사업의 내부 및 외부 환경을 이해하고 Agile 방법론을 적용하여 Small Good Case를 연구하고자 한다.

그림 4는 본 연구의 목적으로 인공지능에 의한 ITB 분석 기술의 가능성을 검증하고 적용 효과성을 도출하고자 한다. 기술검증의 KPI는 정확도(%)로 판단한다. 효과성 도출의 KPI는 요구사항 불일치 사항 발견, 입찰 안내서 분석시간 단축, 입찰 안내서 분석 지식 및 노하우 공유 등에 대한 효과성 검증을 목적으로 한다.

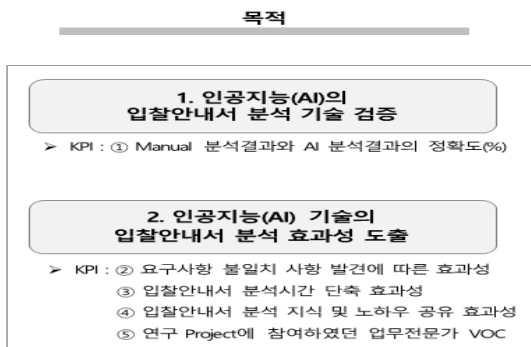


그림 4. 연구 목적  
Fig. 4. Research Goals

#### 2. Watson AI 기반의 연구 아키텍처

연구 Pilot을 위한 Watson AI Architecture를 그림 5와 같이 구성한다. Source Data Ingest 부분, 분석 모델 부분, User Engagement 부분으로 3단계로 구성된

다. Source Data Ingest 부분은 ITB 문서를 Crawling 하는 부분으로서 문서의 형식(Format)은 어느 형식의 문서라도 무관하다. 분석 모델 부분은 UIMA를 사용하여 정제되지 않은 문서를 분석하고 정제된 정보로 변환하는 파이프라인 구조를 가진다.

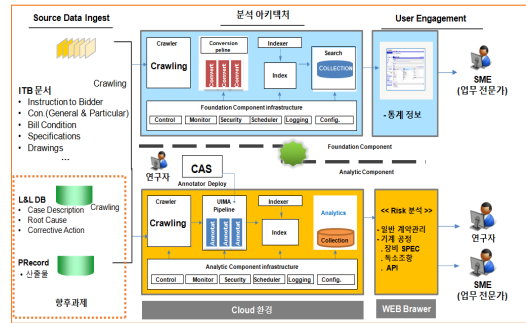


그림 5. 인공지능 연구 구조도  
Fig. 5. Research AI Architecture

UIMA(Unstructured Information Management Architecture) 파이프 라인의 첫 번째 단계는 파이프 라인에 의해 처리되는 각 문서의 언어를 식별하고, 주석 처리 단계에서 문서를 처리하는 데 사용할 사전 및 구문 분석 규칙 파일을 결정하는 데 사용된다. 파이프 라인의 두 번째 단계에서는 제공된 사전(한글 형태소 사전 등)에 따라 문서를 단락, 문장 및 토큰으로 구문 분석한다. 그런 다음 문장의 컨텍스트에 따라 각 토큰의 품사와 같은 문법적 특성을 결정한다. 이 단계에서는 일반적으로 선택한 언어의 모든 단어와 특정 지식 도메인의 단어, 사용자 지정 사전이 포함된 표준 언어 사전을 사용한다. 마지막으로 구문분석 단계에서는 관심있는 정보를 나타내는 토큰 및 주석 패턴을 식별하는 규칙을 실행한다. User Engagement 부분은 정제 및 분석된 정보를 사용자에게 시각화하여 가시적으로 보여주는 부분이다.

#### 3. 학습절차 및 분석 주제 선정

Watson Explorer AI를 이용한 ITB 분석용 학습절차는 그림 6과 같이 크게 인공지능 학습절차와 인공지능 효과성 검증의 2부분으로 나누어 진다. 인공지능 학습 절차는 ITB Crawling, 주제영역 추출 및 Rule 등록, AI 분석, 학습 결과 평가, 학습 완료의 단계로 진행된다. 학습 결과 부적합 부분 도출 시에는 반복 학습을 수행한다. 인공지능 효과성 검증 부분은 학습에 사용되지 않은 ITB를 활용하여 수행한다.

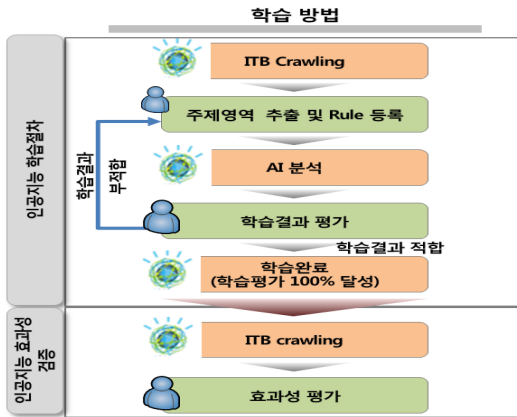


그림 6. 학습 방법  
 Fig. 6. Training Procedure

총 12종의 ITB중 학습 ITB는 10종, 검증 ITB는 2종으로 적용했다. 연구 기간은 약4개월로 현업 전문가 4명의 도움을 받아 수행했다. 주제영역 추출 및 Rule 등록은 그림 7과 같이 기계공종 및 일반 계약관리를 대상으로 적용했다. 기계 공종은 표준 API Standard 표준 규격분석 1종, Equipment 별 Spec 분석 4종, 요구사항분석 5종으로 수행 했다. 또한 일반 계약관리는 32대 항목 97개의 세부 항목으로 주제영역을 선정했다. 학습된 AI의 Rule의 종류는 기계공정 100개, 일반 계약관리 200개 등 총 300개로 표현 할 수 있다. Topic 선정 현업전문가의 경험과 프로젝트 실패 사례(L&L)에 기반을 두고 1차 도출후 2차 최종 선정은 Delphi 기법 방식을 적용하였다.

주제영역 및 Rule 등록			학습 Rule
구분	세부 내용		
기계	Standard 분석 (1종)	<ul style="list-style-type: none"> <li>NPSH</li> <li>Lubricate</li> <li>Balance Grade</li> <li>Bolt Material</li> <li>Name Plate Material</li> </ul>	100
	Spec 분석 (4종)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compressor</li> <li>Pump</li> <li>Vessel</li> <li>Flare Stack</li> </ul>	
	요구 사항 분석 (5종)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Order of Precedence</li> <li>Operating Spare Part</li> <li>ASME Code Stamping &amp; National Board Registration</li> <li>Site Condition and Applicable Code for Wind Design</li> <li>Site Condition and Applicable Code for Seismic Design</li> </ul>	
일반계약	계약발효, 계약문서, 지급조건, 세금, 보증, 보험, 현장조건 등 32대 항목 97개의 세부사항		200
합계			300

그림 7. 학습 주제  
 Fig. 7. Training Topics

### 3. 연구결과의 효과성 검증

연구의 성능 평가를 위해 그림 8과 같이 정밀도 (Precision), 재현율(Recall), F1 score(F-measure)를 적용하였다. Precision은 정답이라고 예상한 것들 중 True Answer인 것들의 비율을 의미하며, Recall은 True Answer중에서 모델이 정답으로 예측한 것들의 비율을 의미한다.

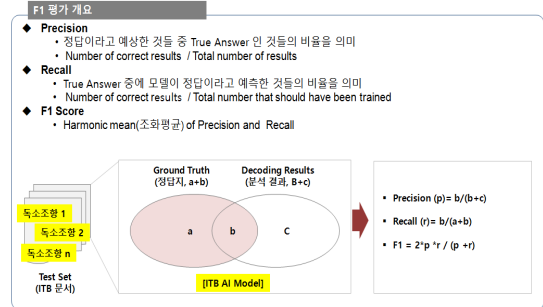


그림 8. F1 Score  
 Fig. 8. F1 Score

연구 Project 수행 결과 인공지능을 이용한 입찰안에서 분석에 시간 및 품질에 가시적인 효과성이 있었고 전문가의 지식 공유가 가능하였다.

정확도(F1 Score)는 수작업 분석(Human 분석)의 경우는 78%였으나 AI 분석 결과는 약 85%를 나타냈다. 훈련 과정에서 학습하지 않은 내용이 검증용 ITB에서 발견되었고, 표(Table)로 되어 있는 부분에 대한 입력/분석이 미흡한 것으로 확인되었다. 이는 추가 학습 및 Table 처리 기능을 개선하면 정확도는 향상 될 것으로 판단된다.

대량의 ITB 문서(약 5만 페이지)에서 요구사항간 불일치 사항을 수작업으로 점검한다는 것은 대단히 어려운 사항이다. 본 연구결과로 불일치 사항 2건을 수분 이내에 발견해 Risk 조기 발견에 따른 대응력 향상 및 입찰안에서 분석의 표준화(불일치 해소)가 가능할 것으로 판단된다.

기준에 수주간 소요되는 ITB 분석시간을 31% 단축하는 효과가 있었다. AI System 사용의 익숙도 향상 및 사용자 화면(UI/UX) 개선 시 분석시간은 더욱 단축될 것으로 예상된다.

통상 ITB 분석은 8~9년차 정도의 Engineer가 수행 가능하나 본 연구 결과 1년차 Engineer가 80%의 정확도로 ITB를 분석하였다. 즉, 해당 입찰안에서 및 국제표준에 경험이 부족한 1년차 Engineer도 8~9년차의 Senior와 유사한 분석 결과를 도출하였다. 또한, Senior

가 이직 또는 타 부서 이동시 노하우가 전수되지 않았으나 AI에 학습한 지식은 조직 지식화 될 것으로 예상된다.

마지막으로 업무 전문가의 VOC(Voice Of Customer) 결과 입찰안내서 분석 정확도는 추가 학습을 할 경우 높일 수 있고, 분석의 효율(시간, 품질 등)을 향상시킬 수 있으며, 또한 발주처와의 요구 사항 Clarification 시간을 상당수 단축할 수 있음을 확인 하였다. 그림 9, 10에서 연구 결과에 대한 정량적, 정성적 효과성을 요약하였다.

세부 사항	연구 Project 수행 결과
① AI 분석결과의 정확도(%)	85% 정확도
② 요구사항 불일치 사항 발견	2건 발견
③ 입찰안내서 분석시간 단축	31% 단축
④ 입찰안내서 분석 지식 및 노하우 공유	1년차 Engineer가 80% 정확도로 ITB 분석
⑤ 업무전문가 VOC	업무 활용에 효과성 있음

그림 9. 연구 결과  
Fig. 9. Reaserach Results

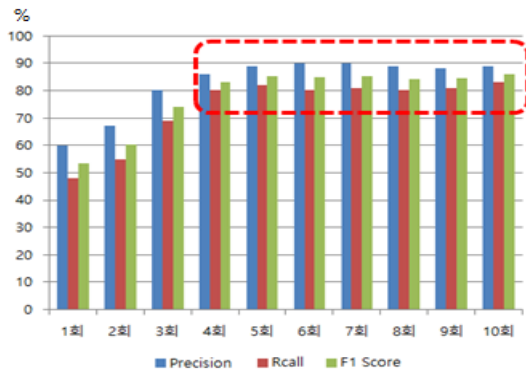


그림 10. F1 Score  
Fig. 10. F1 Score

## VI. 결론

해외 플랜트 건설시장이 低성장기에 진입하고 글로벌 수주 확대가 불가피한 상황에서, EPC(Turn Key) 기업

이 수익성 확보를 통해 지속적인 기업 활동을 영위하기 위해서는 Risk가 회피 요인이 아닌 적극적으로 관리해야 하는 대상이라는 인식의 전환이 필요하다. 최근 해외 건설 EPC 수주가 대형화, 복합화 되면서 EPC 기업이 감내해야 하는 Risk도 비례하여 증가하고 있는 실정이다. 또한 추가 이익률 하락의 원인중 하나는 EPC 계약체계에 있다고 할 수 있다. 수주 부진 및 RISK 증가의 원인은 EPC 계약자의 저가 수주, 사업관리 Know-How 부족, 부실한 사업관리와 클레임 관리 능력 부재 ITB 분석력 저하 등 여러 이유를 찾을 수 있으며 이는 막대한 손실(Over Run)로 이어지는 결과를 초래하고 있다. 이를 대처하기 위해 사업과정에서 얻은 교훈(Lessens Learned)을 분석하여 입찰 전 과정에서 체계적으로 대응할 필요가 있다. 즉, 사업 초입 단계에서 입찰서 작성과 제안시스템을 체계화하고, 사업운영 능력을 키운다면 경쟁력 있는 사업을 이끌어 낼 수 있다. 입찰 단계에서는 입찰안내서(ITB)의 요구사항과 프로젝트 관련 정보 및 아이템을 검토하고 공사비에 반영하는 과정에서 Risk 요인들을 사전에 검토하지 못할 경우 추후 공사 수행 과정에서 공사비 증가요인이 될 수 있다. Risk 관리 차원에서도 입찰문서에 대한 체계적인 분석은 매우 중요하다고 할 수 있다. 그러나 짧은 입찰 기간 동안 방대한 양의 입찰문서를 검토하는 것은 쉽지 않은 상황이며, 이러한 작업을 보다 효과적으로 지원할 수 있는 자동화된 정보기술의 도움이 필요하다. 이에 본 연구에서는 방대한 양의 문서를 단시간 안에 효과적으로 분석 및 적용 가능한 Watson AI 인공지능 기반의 ITB 분석 모델을 구축하여, 해외 건설 플랜트 공사의 입찰정보를 신속히 분석하고, 시사성 있는 정보를 도출하여 사업에 적극 활용하는 방안을 모색하였다. 즉, Project Requirement 파악이 Project 수주 및 수행 경쟁력에 많은 영향을 미치는 EPC ITB 분석 단계에서, 인공지능(AI) 기술을 적용하여 Project 입찰안내서(ITB)의 Risk 분석 가능성과 효과성을 검증하였다. 본 연구 Project 수행 결과 인공지능을 이용한 입찰안내서 분석에 시간, 품질에 가시적인 효과성과 지식공유라는 정성적인 효과성이 있었다. 그림 11에 연구모델의 단.장기 활용 방안을 도출하였다.

향후 추가 연구과제로는 기계 공종을 포함한 전공종에 대한 분석모델 구성(기계, 계장, 배관, 전기, 토목, 건축, P&ID), Table Reading 보강, OCR을 통한 이미지 인식, 사용자 편의를 위한 UI/UX개선, AI 입찰 분석 프로세스 개선을 들 수 있다.



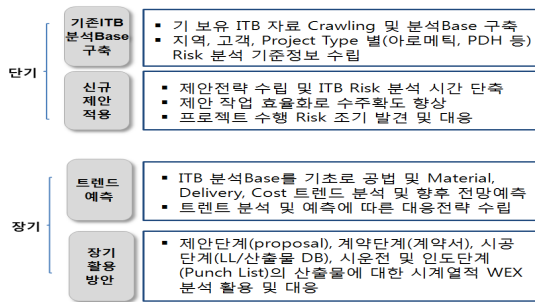


그림 11. 활용 방안  
 Fig. 11. Utilization Plan

## References

- Yoo H.Y., Lee M.J., Kim, K.N., "Flocking Implementation for NPC AI", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society(JKAIS), Vol. 11, No. 12, pp. 5083-5088, 2010.
- Jeong D.G., "Trend on Artificial Intelligence Technology and Its Related Industry", The Journal of KIIT, Vol. 15, No. 2, pp. 21-28, 2017.
- Lee S.D. et al., "A Study of the Informed Decision Making Process for the Oversea's Construction Contract Risk Management", Korea Journal of Construction Engineering and Management, conference, Vol.12, pp-263-264, 2012.
- Sachin Kerur, William Marshall "Identifying and Managing Risk in International Construction Projects", Bloomsbury Qatar Foundation Journals, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5339/irl.2012.8>
- Kim M.H., "Research on Typical Potential Risk Factor Management Guideline for Oversea Construction Industry", Construction Economy Research Institute of Korea, 2016.
- Kim C.S., "Understanding of IBM Watson Operation Method and Practice", The Korean Institute of Broadcast and Media Engineers, Vol.22, No.1, 2017.
- Kim E.R., Kim S.R., Kim Y.G., "A component-based construction process control system for increasing modifiability", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol.15 No.6, pp.303-309, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.7236/IIBC.2015.15.6.303>
- David Ferrucci, Eric Brown et al., "Building Watson: An Overview of the DeepQA Project 2010", An official publ. of the American Association for Artificial Intelligence, Vol31, No.3, pp.59-79, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1609/aimag.v31i3.2303>
- Yun C.G., "Graft and Using Possibility of AI and Big Data Technology over IBM Watson", Journal of Korean Association for Regional Information Society,

Vol.74, 2012.

- Adam Lall, David Ferrucci, "UIMA: An Architectural Approach to Unstructured Information Processing in the Corporate Research Environment", Journal of Natural Language Engineering, Vol.10, No.3-4, pp. 327-348, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1351324904003523>
- Bang J.H., "A Study on Application of Machine Learning for Intelligent Archive System - Focusing on Application of Deep Neural Network", Hankuk University of Foreign Studies doctoral thesis, 2018.
- Lee, J.H., J.S. Yi et al., "Construction Bid Data Analysis for Overseas Projects Based on Text Mining - Focusing on Overseas Construction Project's Bidder Inquiry", Korea Journal of Construction Engineering and Management, Vol.17, No.5, pp. 89-96, 2016. DOI: 10.6106/KJCEM.2016.17.5.089
- Ryu H.G., "Quantitatively deducing basic Method of Construction Schedule Risk", The Korea Institute of Building Construction, Vol.14, No.2, 2014.
- Seo J.P., B.S. Son, "The Development of Risk Management Process Model during Bidding Phase for Success of Oversea Construction Projects", Korea Journal of Construction Engineering and Management, Vol.17, No.4, pp. 78-86, 2016. DOI:<http://dx.doi.org/10.6106/KJCEM.2016.17.4.076>
- Aftab Hameed Memon et al., "Preliminary Study on Causative Factors Leading to Construction Cost Overrun", International Journal of Sustainable Construction Engineering & Technology, Vol.2, No.1, 2011.
- Kim. D.L., "A Phased Strategy for Application of the Risk Management System based on ISO 3100 in the Domestic Construction Companies", Korea University doctoral thesis, 2015.
- Lee M.J. et al., "Development of EPC Business Process Management Model for Improving Plant Project Management", Korea Journal of Construction Engineering and Management, Vol.9, No.5, pp.149-158, 2008.
- Bang H.S. et al., "A Basic Study for Selecting the Project Risk Management Check List", Korea Journal of Construction Engineering and Management, Vol.17, No.1, pp.99-100, 2017.

**저 자 소 개**

**이 돈 희(정회원)**



- Don Hee Lee received his M.S degree in Computer Engineering from Yonsei University, Korea, and a Ph.D. in Computer and Information Communication Engineering from Konkuk University, Korea. He has been working for SK holdings Ltd, Bundang, Korea, from 2002 to present. His research interests include databases, big data, AI and Information System Audit.

**윤 건 호(정회원)**



- Gun Ho Yoon received his undergraduate studies in Genetic Engineering at Korea University, Korea. He has been working for SK Holdings Ltd, Bundang, Korea. His research interests include AI, PMO and Information System Audit.

**김 정 준(정회원)**



- Jeong-Joon Kim received his BS and MS in Computer Science at Konkuk University in 2003 and 2005, respectively. In 2010, he received his PhD in at Konkuk University. He is currently a professor at the department of Computer Science at Korea Polytechnic University. His research interests include Database Systems, BigData, Semantic Web, Geographic Information Systems (GIS) and Ubiquitous Sensor Network (USN), etc.