

딥러닝과 BIM기반 공사비예측 및 관리



윤석현 경상국립대학교 건축공학과 교수, gfyun@gnu.ac.kr

1. 서론

건설사업관리에 있어서 가장 중요한 것이 공사비 관리라고 할 수 있다. 공사비 관리의 첫 번째 단계는 공사비 추정이라고 할 수 있으며, 건설하고자 하는 시설물의 규모와 특성정보만으로 개략적인 공사비를 산출하는 것이다. 개략적으로 산출하기는 하지만, 이렇게 산출된 금액은 예산으로 확정되고, 이 금액에 맞추어 공사를 마무리해야 한다. 그러므로, 초기에 공사비 추정에 문제가 있으면, 이 공사는 제대로 진행하기 어렵다. 현재, 국내 공공공사의 경우 공사비 추정은 연면적을 기준으로 단위면적당 공사비를 기준으로 산정하는 경우가 많다. 이러한 단위면적당 공사비는 면적 이외의 공사 특성을 정확히 반영하는 데에는 한계가 있다. 공사비의 경우 초기 공사비 추정뿐만 아니라, 현상설계 단계에서의 설계안에 대한 공사비 예측이나, 상세설계가 완료되었을 때의 공사비 견적, 공사가 진행중인 동안에는 기성관리, 공사 중 설계변경에 대한 공사비 증액 검토 등 다양한 형태로 공사비를 예측해야 하는 경우가 있으나, 아직까지는 2D 도면을 통해 수작업에 의해 공사비를 산출하고, 이렇게 산출된 공사비의 적정성에 대한 검토가 어려운 것이 현실이다.

최근 들어, BIM (Building Information Modeling)과 같은 3차원 설계기술과 함께 딥러닝(Deep Learning) 등의 기술이 발전하면서, 공사비를 예측하고 검증하는 과정을 효율적으로 수행할 수 있는 환경이 마련될 수 있을 것으로 보인다.

2. 공사비관리 현황

2019년부터 조달청에서는 초기 예산 추정을 지원하기 위한

'공사비정보광장'이라는 서비스를 시작하였다(그림 1). 이 서비스에서는 사례와 공사비 영향요인을 기반으로 짓고자 하는 시설물과 가장 유사한 사례들을 검색하고, 이들의 공사비 통계를 바탕으로 공사비를 추정해주기도 한다.

조달청의 공사비정보광장은 유사사례를 검색해주거나, 공사비를 산정하기 위한 11가지 조건(공사비영향요인)을 지정하면 공사비를 예측해주는 것은 하지만, 아직까지 축적된 사례가 많지 않아, 다양한 조건을 지정하는 경우 이와 유사한 사례를 찾을 수 없는 경우가 많다. 또한, 여전히 평균값과 최소값, 최대값을 기반으로 예측을 하기에 오차의 가능성도 배제할 수 없다.

공사비는 초기예측뿐만 아니라, 설계공모에서도 문제가 되는 경우가 많다. 대부분의 건축공사는 현상설계를 통해 건축설계(안)를 결정하게 되는데, 현상설계의 특성상 화려한 디자인이나 고가의 재료를 사용하는 경우가 많다. 이렇다 보니, 당선된 설계안의 공사비가 초기 예산 범위내에서 가능한 것인지에 대한 정확한 판단도 어려운 경우가 많고, 설계를 변경했을 때 공사비가 얼마나 바뀌는 지에 대한 예측도 쉽지 않다.

상세설계가 완료된 이후에 진행되는 상세견적단계에도, 2D 도면의 치수를 수작업으로 입력하여 수량을 산출하고 있다. 이렇게 수작업에 의해 작성된 수량정보를 활용하여 견적을 수행하다보니, 견적에 필요한 수량산출서와 내역서 등의 작성과정에 많은 노력이 필요하며, 견적으로 산출된 금액의 적정성을 검증하거나, 설계 변경에 따라 변경된 공사비를 산출하는 것도 어려운 상황이다.

2D 도면을 활용하는 경우에는, 견적에 필요한 수량정보를 자동으로 산출하는 것은 어렵기 때문에, 수량산출작업을 자



그림 1. 공사비 정보광장의 예산공사비 추경 (https://http://pcae.g2b.go.kr)

동화하기 위해서는 BIM의 활용은 필수적이라 할 것이며, 여기에 머신러닝기술 등을 적용하면 초기 공사비 예측부터, 상세견적, 공사비 적정성 검토와 설계 변경에 따른 공사비 예측 등의 업무를 효율화할 수 있을 것으로 판단된다.

3. 딥러닝과 BIM기반 공사비 예측

공사비는 단순한 계산에 의해 결정되기 보다, 매우 다양한 영향요소에 의해 변동될 수 있으며, 정치적 또는 전략적 차원에서 결정하기도 하고, 공사비를 추정하고자 하는 주체, 대상, 상황, 환경, 목적 등에 의해 공사비가 달라질 수 있으므로, 이러한 다양한 상황에 맞는 공사비를 추정하는 것은 매우 어렵다.

이러한 이유로 인해 단순한 수식이나 회귀분석만으로는 이러한 다양한 상황에 따른 공사비를 예측하는 데 한계가 있다. 최근 들어, 머신러닝기술을 발전과 함께, 건축 분야에서도 공동주택 사업과 대형건축물에 딥러닝을 적용하려는 많은 노력들이 진행중이며, 인공지능경망(Artificial Neural Network, ANN), 사례기반추론 (Case-Based Reasoning) 등과 같은 다양한 인공지능 기법을 이용하여 공사비를 예측하는 방법들도 활발하게 연구되고 있다.

'인공지능 기반의 건축설계 자동화 기술개발' 연구단에서는 딥러닝 기술을 활용하여 공사비 예측 효율을 높이기 위한 연구가 진행되고 있다. 연구에서는 조달청에서 발주된 900여건의 설계 자료와 공사비 내역자료를 활용하여, 공사비 예측을 위한 학습모델을 만들어 학습성능을 분석했는데, 그 정

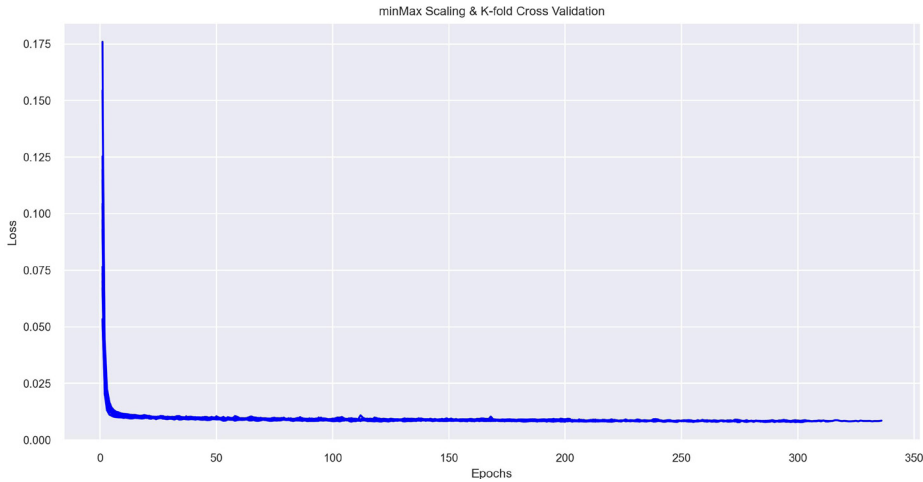


그림 2. 딥러닝에 의한 공사비 학습과정

확도와 활용도는 기존의 회귀분석에 의한 공사비 예측보다 월등한 수준으로 판단되었다.

우선, 딥러닝기반의 공사비 예측에서 만들어진 학습모델은 모든 영향요인을 만족하는 사례가 없더라도, 이들 영향요인들을 종합적으로 분석하여 해당 영향요인을 반영한 공사비를 예측해줄 수 있었으며, 그 정확도 또한, 상황에 따라 달라지기는 할 수 있지만, 최대 96.2%의 정확성까지 보여주기도 하였다. 이는 학습대상이나 예측 대상, 예측 대상의 일반화 수준 등에 따라 달라질 수 있으나, 다양한 조건에서도 최대 15%이내의 오차율 내에서 정확성을 보여주고 있다. <그림 2>는 공사비 예측을 위한 공사비 학습과정을 보여주는 그래프이며, 10개의 영향요인을 대상으로 공사비를 예측한 결과

매우 빠른 속도의 학습성능을 보여주고 있다.

이러한 공사비 예측 학습모델을 기반으로 다양한 공사비 예측 시스템을 개발할 수 있을 것으로 예상되며, 가장 기본적으로 사업 초기 예산 산정을 위한 공사비 예측 시스템의 프로토타입 시스템을 개발한 사례는 <그림 3>과 같다. 시스템은 간단하게 연면적 등의 공사비 영향요인들을 입력하면, 학습모델을 통해 이러한 조건에 맞는 공사비를 즉시 보여줄 수 있으며, 학습데이터의 분포도와 예측결과를 비교하여, 예측된 결과의 수준이 실제 사례 대비 어느 정도 수준인지 판단할 수 있다.

앞에서 언급한 현상설계 단계에서도 시설물의 기본 치수만으로 공사비를 예측할 수 있는 시스템 프로토타입을 개발한 사례는 <그림 4>와 같다. BIM기술을 통해 LOD 100~200수준의 기본 설계 모델을 작성하면, 설계에서 작성된 기본치수들을 기반으로 공사비를 예측할 수 있으며, 설계 내용의 변경에 따라 실시간으로 공사비의 변동을 확인해볼 수 있다. 이러한 시스템은 건축사 입장에서는 예산내에서 최적의 설계안을 도출할 수 있도록 도와줄 수 있으며, 발주처 입장에서는 설계 내용이 예산내에 진행되는 지 등의 공사비 적정성 검토를 도와줄 수도 있다.

향후, 상세설계 단계에서의 수량산출 및 견적단계에서, 3차원 기반의 BIM기술과 머신러닝 기술을 활용하면, 수량산출 작업을 자동화할 수 있으며, 정확한 답을 예측하기 어려운 경우에 머신러닝 기술을 활용하여, 최적의 값을 제시할 수 있는 등, 기존의 견적업무 효율성을 높여줄 수 있을 것으로 예상된다.

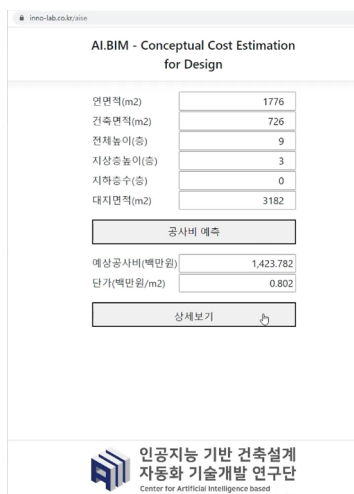


그림 3. 사업초기 공사비 예산 산정 시스템

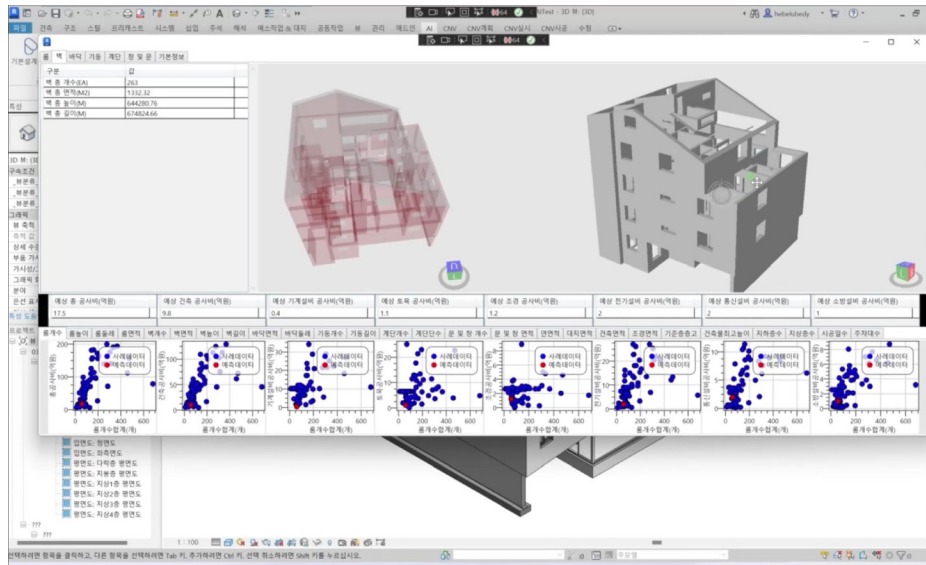


그림 4. BIM모델기반의 공사비예측 시스템

4. 결론

견적과 공사비관리는 건설사업에서 매우 중요한 요소임에도 불구하고, 이들 업무는 2D 설계 기반의 수작업으로 그 효율성이 매우 낮은 뿐만 아니라, 정확성에 대한 판단도 어려운 상황이다. 3D BIM 설계와 딥러닝 기술을 활용하면, 기존의 공사비 예측과 검증과정을 효율적이고 정확하게 수행할 수 있을 것으로 판단된다. 현재까지 인공지능기반 건축설계 자동화 기술개발 연구단에서는 영향요인에 의한 사업초기 공사비 예산산정 시스템과 BIM모델의 속성정보를 활용한 공사비 예측 시스템의 프로토타입을 개발하였다. 아직까지 개발과정이기기는 하지만, 예측 정확도가 85%이상을 보여주고 있으며, 더 많은 학습데이터의 추가에 따라 그 정확도는 더 높아질 것으로 기대하고 있다. 공사비 예측뿐만 아니라, BIM과 머신러닝기술을 활용하면, 기존의 수량산출과정과 견적작업을 효율적이고 정확하고, 검증가능한 수준으로 끌어올릴 수 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

1. 조달청 공사비 정보광장, <https://pcae.g2b.go.kr>
2. 이하늘, 윤석현, 2022, 활성화함수와 학습노드 진행 변화에 따른 건축공사비 예측성능 분석
3. Yun SeokHeon, 2022, Performance Analysis of Construction Cost Prediction Using
4. Neural Network for Multioutput Regression, Applied Science