

Support Vector Machine을 이용한 교육시설 초기 공사비 예측에 관한 연구

A Study on Predicting Construction Cost of School Building Projects Based on Support Vector Machine Technique at the Early Project Stage

신재민* 박현영* 신윤석** 김광희***
Shin, Jae-Min Park, Hyun-Young Shin, Yoon-Seok Kim, Gwang-Hee

Abstract

The accuracy of cost estimation at an early stage in school building project is one of the critical factors for successful completion. So many method and techniques have developed that can estimate construction cost using limited information available in the early stage. Among the techniques, Support Vector Machine(SVM) has received attention in various field due to its excellent capacity for self-learning and generalization performance. Therefore, the purpose of this study is to verify the applicability of cost prediction model based on SVM in school building project at the early stage. Data used in this study are 139 school building cost constructed from 2004 to 2007 in Gyeonggi-Do. And prediction error rate of 7.48% in support vector machine is obtained. So the results showed applicability of using SVM model for predicting construction cost of school building projects.

키워드 : 교육시설, 초기단계, 공사비 산출, 서포트 벡터 머신

Keywords : school building project, early project stage, predicting construction cost, support vector machine(SVM)

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설프로젝트의 초기 단계에서 정확한 공사비의 예측은 프로젝트의 성패를 좌우하는 매우 중요한 요소이다¹⁾. 특히 교육시설 건축프로젝트에서도 정확한 초기 공사비의 예측은 예산의 준비 및 결정을 위해 중요하다. 그 결과 프로젝트의 초기단계에서 공사비를 예측하는 기법들이 다양하게 발전되어 왔다.

대표적인 공사비 예측 방법으로는 회귀분석을 이용한 통계적 방법이 있다. 최근에는 인공신경망, 사례기반추론기법, 서포트벡터머신(Support Vector Machine; SVM)과 같은 인공지능 기법을 이용한 방법이 사용되고 있다²⁾. 그 중에서도 1990년대 이후에는 인공신경망을 이용한 공사비를 예측 방법이 주로 연구되었다. 그러나 인공신경망의 경우 수량적인 변수를 이용한 예측에 강하다는 장점에도 불구하고 사용자가 결정하여야 할 요소가 많기 때문에 실제로 적합한 모델을 설계하기 어렵다는 단점이 지적되고 있다⁴⁾.

이러한 단점을 극복하기 위하여 최근에는 Vapnik(1995)에 의해 도입된 SVM이 뛰어난 일반화 능력으로 인하여 패턴인식과 학습이론분야에서 많은 주목을 받고 있다²⁾. 특히 SVM은 건설분야

에서 공법선정 모델³⁾ 및 개산견적 평가⁴⁾ 등에 다양하게 적용되고 있다.

따라서 본 연구의 목적은 건설프로젝트의 초기단계에서 교육시설의 공사비를 예측하는 방법으로서 SVM을 이용한 공사비 예측 모델을 구축하고, 이를 통해 공사비 예측분야에서 SVM의 적용 가능성을 검증하는 것이다.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 교육시설을 대상으로 초기단계에서 공사비를 예측할 수 있는 SVM 모델을 구축하기 위하여 실제 교육시설 프로젝트 사례를 바탕으로 사례 분석을 실시하였다. 사례 적용 시 사용할 실적데이터는 2004년부터 2007년 사이에 경기도에서 준공된 초·중·고등학교 프로젝트의 직접 공사비를 적용하였다. 또한 프로젝트 초기단계에서의 공사비를 예측하는 것이므로 기본설계가 완료된 초기 단계에서 입수가 가능한 변수만을 고려하였다. 모델 구축을 위한 SVM소프트웨어는 Ward Systems Group Inc.에서 개발한 NeuroSolution 6.0을 사용하였다.

2. SVM을 이용한 공사비 예측 모델 구축

2.1 SVM 개요

SVM은 Vapnik(1995)이 제안한 통계적 학습이론으로 패턴인

* 경기대학교 건축공학과 석사과정

** 경기대학교 플랜트·건축공학과 교수, 공학박사

*** 경기대학교 플랜트·건축공학과 교수, 교신저자

식과 학습이론분야에서 뛰어난 일반화 능력으로 인하여 많은 주목을 받고 있다⁵⁾. 또한 SVM은 기존의 경험적 리스크 최소화 원칙이 아닌 구조적 위험 최소화를 기반으로 하여 일반화 오류의 상한을 최소화할 수 있다는 점에서 기존의 방법들보다 우수한 성능을 가진다고 할 수 있다. SVM의 장점으로는 예측력이 우수하며, 벌칙항을 이용하여 과대적합을 피하는 데 성공적이고, 함수근사의 문제에서 이상치에 둔감하다는 것이다. 또한 최근에는 주가지수 예측 및 패턴인식문제 등에 효과적으로 적용되고 있다.

2.2 SVM을 이용한 공사비 예측 모델 구축

SVM을 이용한 공사비 예측 모델 구축을 위해서 공사비에 영향을 주는 요인 10개를 선정하였다. 10개의 요인과 관련된 데이터의 특성은 표1과 같다. 또한 수집된 실적데이터는 준공년도가 2004~2007년 사이에 분포되어 있으므로 자료의 보정을 위해 건설공사비지수⁶⁾를 적용하였다. 본 연구에서 적용한 건설공사비 지수는 표2와 같으며, 2012년 10월 현행 지수의 기준년도는 2005년도 이다.

표 1 공사비 영향 요인

	구분	최소	최대	평균
input	년도	2004년에서 2007년		
	학교구분	1.BTL 2.재정		
	사업구분	1.초등학교 2.중학교 3.고등학교		
	용도	1.기존 2.택지 3.GB		
	학급수	12	48	31
	건축면적(m ²)	1,204	4,436	2,687
	연면적(m ²)	4,925	24,423	9,646
	층 수	3	7	4.7
	지하층수	0	2	0.5
	기준층 층고(m)	3.3	3.6	3.5
output	전체공사비			

표 2 건설공사비지수

년도	2004	2005	2006	2007
공사비지수	97.6	100.0	102.8	106.3

3. 사례 적용

3.1 사례 개요

본 연구에서 적용된 실적데이터는 경기도에서 2004년부터 2007년 사이에 준공된 초·중·고등학교 시설 239개의 프로젝트 직접공사비를 분석하였다. 각 데이터의 특성은 표1과 같다. 수집된 239개의 데이터는 무작위로 30개의 검증용 데이터와 60개의 유효성 검증 데이터, 그리고 149개의 훈련용 데이터로 나누었다. 또한 SVM을 이용하여 예측된 공사비 모델의 정확도를 측정하기 위하여 SVM 모델에 의한 예측값과 실제 프로젝트에서 집행된 목표 값과의 오차율을 다음과 같이 산출하였다.

$$\text{오차율}(\%) = \frac{|\text{목표값} - \text{예측값}|}{\text{목표값}} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

3.2 적용 결과

SVM을 이용한 공사비 예측 값의 정확도의 결과는 표3과 같다. SVM 모델의 오차율은 평균 7.48%로 나타났다. 그 중에서도 60%가 넘는 데이터의 오차율이 7.5% 미만으로 오차율이 적게 나타났다. 따라서 교육시설의 공사비 예측에 SVM의 적용이 가능할 것으로 사료된다.

표 3 SVM을 이용한 공사비 예측 모델의 오차율

오차율 (%)	0-2.5	2.5-5	5-7.5	7.5-10	10-12.5	12.5-15	15-17.5	평균
비율	7 (23.3%)	5 (16.7%)	6 (20%)	4 (13.3%)	3 (10%)	2 (6.7%)	3 (10%)	7.48%

4. 결 론

본 연구에서는 SVM을 적용하여 교육시설 건설프로젝트의 초기 단계에서 활용가능한 공사비 예측 모델을 구축하였다. 또한 이를 바탕으로 공사비 예측 방법에서 SVM 모델의 적용가능성을 검증하였다. 교육시설의 실적데이터 139개 중 30개의 검증용 데이터에 대한 예측 결과, 직접 공사비의 평균 오차율이 7.48%로 낮게 나타난 것을 알 수 있었다. 따라서 교육시설의 공사비를 예측하는데 SVM 기법을 적용하는 것이 효과적이라고 사료된다. 그러나 향후 SVM 모델의 일반화를 위해서는 더 많은 사례들에 대한 적용이 필요할 것이다. 또한 교육시설 뿐만 아니라 모든 건설프로젝트에서 적용할 수 있는 SVM 공사비 예측 모델을 구축할 수 있도록 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 김광희, 강경인, 사례기반추론 기법을 이용한 공동주택 초기 공사비 예측에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 제20권 제5호, pp.83~92, 2004.5
2. 박우열, 안성훈, 강경인, Support Vector Machine을 이용한 개산건축 평가모델에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 제21권 제12호, pp.191~198, 2005.12
3. 박우열, 김재엽, Support Vector Machine을 이용한 흙막이 공법선 정모델에 관한 연구, 한국건설관리학회 논문집, 제7권 제2호, pp.118~126, 2006.4
4. 박우열, 김광희, 서포트 벡터 회귀분석을 이용한 공동주택 공사비 예측에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 제23권 제4호, pp.165~172, 2007.4
5. 한국건설기술연구원, 2012년 9월 건설공사비지수 동향, 2012.9
6. V. Vapnik, The nature of statistic learning theory, Springer-Verlag, New York, USA, 1998