

건축공사 말뚝공법 선정을 위한 신경망 모델 개발

A Neural Network Model for Selecting a Piling Method of Building Construction

천 봉 호*○ 구 충 완*○ 엄 익 준** 구 교 진***
Cheon, Bong-Ho Koo, Choong-Wan Um, Ik-Joon Koo, Kyo-Jin

요 약

도심지 건축 프로젝트가 초고층화, 대형화됨에 따라, 공사비와 공기의 관점에서 지하공사의 중요성은 점차 증가하고 있다. 지하공사 단계에서 대단히 중요한 것은 적정 말뚝공법을 선정하는 것이다. 그런데 말뚝공사의 경우, 공법 선정 시 고려해야 할 지반조건들이 많고, 불확실한 정보에 기반한 경험적인 공법선정이 이루어지기 때문에, 말뚝공법의 변경이 적지 않게 발생하며, 이것은 프로젝트의 공사비와 공기에 영향을 미친다. 본 연구에서는 프로젝트의 설계단계에서 적정 말뚝공법을 선정하는데 활용하고, 시공진 단계에서 기 선정된 말뚝공법의 적정여부를 검증할 수 있는 말뚝공법 선정모델을 제안하였다. 실적데이터에 근간한 신경망 모델은 이미 그 효율성이 입증된 바 있다. 2000년부터 2004년까지 국내에서 시행된 150개의 데이터를 기초로 하여 말뚝공법 선정을 위한 신경망 모델을 개발하였다. 개발한 신경망 모델을 대상으로 학습용 자료에 의해 최적화를 실행하였으며, 그 유효성을 검증하였다.

키워드 : 신경망 이론, 지하공사, 말뚝 공법

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

건축물을 시공함에 있어서 지하공사는 높은 지가와 주차공간의 확보를 위해 점차 대형화되어 가고 있다. 특히 도심지에 시공되는 건축물에 있어서 주차장, 저수조, 정화조에 관한 법규의 강화, 냉난방 설비의 강화에 따른 기계, 전기실의 면적 확보, 빌딩 지하 판매시설 확보 등의 사항을 만족시키기 위하여 건축주는 법적으로 가능한 용적률을 100% 찾아 최대한 수익성을 높이고자 하고 있다. 이러한 요인들로 인하여 지하 층수가 늘어나고 굴착심도가 30m이상까지 깊어지는 건물들이 해마다 증가하고 있다.

대도심 공사에 있어서 대지의 활용도를 극대화하기 위해 건축물의 규모는 커지는 추세에 있으며 이에 따라 구조물의 하중을 지지할 지반의 조건이 지하공사 공법의 결정에 큰 영향을 미치는 요인이 된다. 특히, 공법선정

시 고려해야할 지반조건들이 많은 말뚝공사의 경우 불확실한 정보를 토대로 이루어지기 때문에 공법변경이 적지 않게 발생하며 이에 따른 공사비 및 공기 손실이 발생하고 있는 것이 현실이다.

본 연구의 목적은 건축공사의 말뚝공법을 선정함에 있어서 전문가의 공법선정에 객관적인 기준을 제시해 주고, 선정된 공법의 검토가 필요한 단계에서 유용하게 활용될 수 있는 적정 말뚝공법 선정 모델을 구축하는데 있다.

1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구는 공법선정의 현 실태를 파악하고 적절한 말뚝 공법의 선정이 원활한 공사 진행을 위한 필수조건이라는 사실을 감안하여, 최종 적용된 말뚝공법의 실적자료를 통합, 결집시켜 적정 말뚝공법을 예측할 수 있는 신경망 모델을 제안한다.

본 연구에서 제안한 신경망 모델의 개발은 말뚝공법 선정 시의 고려요소 조사, 현장데이터 수집, 신경망 모델을 구축하는 절차로 수행되었으며 연구 흐름도는 그림 1과 같다.

* 학생회원, 서울시립대학교 건축도시조경학부 학사과정
** 일반회원, 서울시립대학교 건축도시조경학부 겸임교수
*** 일반회원, 서울시립대학교 건축도시조경학부 조교수

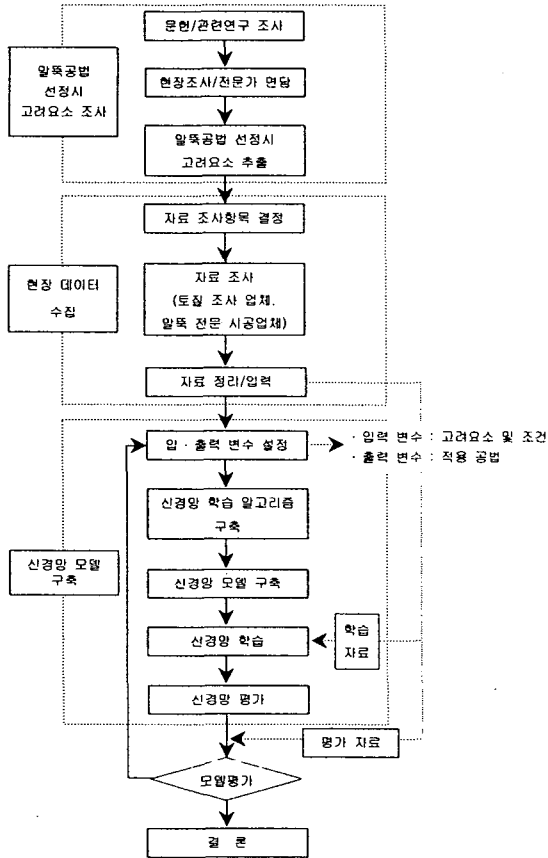


그림 1 연구 흐름도

2. 말뚝공법의 적용 현황

상부 구조물의 하중을 지반에 전달하기 위해서는 기초가 필요하다. 그러나 지반이 연약할 경우에는 일반적으로 사용하는 독립기초, 연속기초, 운동기초 등으로는 하중을 전달하기 힘든 경우가 있다. 이럴 경우 말뚝 기초를 이용하여 상부 하중을 지하 깊은 곳의 기반암까지 전달할 수가 있다.¹⁾

2.1 설문조사 및 면담 개요

본 연구에서는 말뚝공사의 현황을 파악하고 실적자료의 수집 및 분석을 위해 건설현장과 말뚝공법 선정업체를 대상으로 설문조사와 전문가 면담을 실시하였다. 설문은 현재 공사가 진행 중 이거나 과거에 말뚝공사를 담당했던 현장의 공사관리자를 대상으로 실시하였으며 실적자료는 말뚝공사시공업체 및 토질조사업체를 통해 2000년부터 2004년까지의 지반보고서를 분석하여 공사에 최종 적용된 150개의 데이터를 입수하였다.

2.2 공법 변경 실태

말뚝공사 중의 공법변경 실태를 알아보기 위하여 말뚝공사 공법변경 회수를 설문해 본 결과 그림 2와 같이 전체 24개 현장 중에서 9개 현장(34%)에서 말뚝공사 중

1회 이상의 설계변경이 있었다고 응답하였고, 2회 이상 변경된 경우도 2개 현장(8.4%)인 것으로 조사되었다.

말뚝공사는 불확실한 정보를 토대로 해서 공법 선정이 이루어지므로 참여하는 전문가의 역량이나 공사비 제한에 따른 충실한 고려요소의 반영이 이루어지지 않는 경우가 비일비재하였다. 그리하여 공법을 변경하는 경우가 적지 않게 발생하고 있는 것으로 분석되었다. 따라서 이러한 공법 변경은 공법 재검토로 인한 공사비의 증가와 공기지연에 결정적인 영향을 미칠 수 있으므로 공법변경을 최소화하기 위한 방안을 강구할 필요성이 시급한 것으로 사료된다.

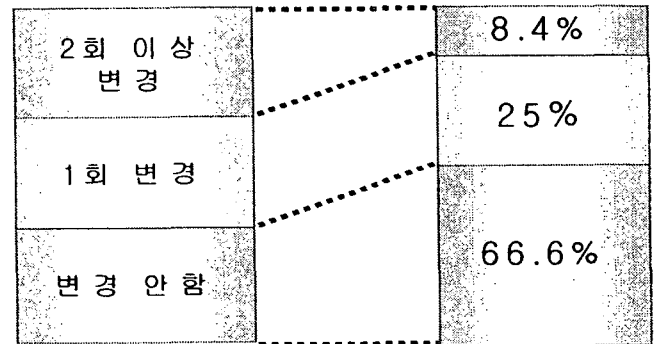


그림 1 공법 변경 회수

2.3 말뚝공법 선정에 대한 신뢰도

우리나라의 말뚝공사는 공법선정과 시공이 분리 발주되기 때문에 말뚝공사에 대한 공법선정은 엔지니어링회사에서 담당하고, 시공은 공사 착공 후에 하도급계약에 의해 시공자가 결정된다. 공사 착수 단계에서 최초 선정된 공법을 변경하고자 할 경우 공법변경에 대한 재검토 및 심의를 받아야 한다. 따라서 말뚝 공법선정단계에서 적절한 말뚝공법을 선정하는 것이 말뚝공사의 원활한 이행을 위해서 매우 중요하다고 할 수 있다.

본 연구에서는 건설현장에서 말뚝공사에 대한 공사 계획 시 선정된 말뚝공법에 대해 어느 정도 신뢰하고 있는지에 대해서 설문을 실시하여 본 결과 그림 3과 같은 결과를 얻었다. 긍정적인 견해(신뢰한다, 매우 신뢰한다) 32%와 긍정적인지 않은 견해(신뢰하지 않는다, 판단하기 어렵다) 68%로 나타났다. 이것은 최초 선정된 말뚝공법에 대한 공사 관계자들의 신뢰 수준이 상대적으로 낮음을 판단할 수 있다.

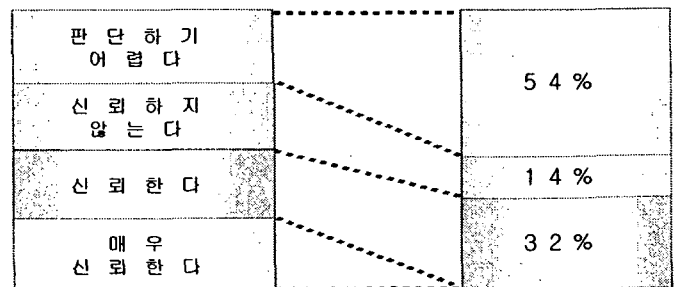


그림 3 최초 제안된 공법에 대한 신뢰도 분석

1) 매입 말뚝공법의 시공상 유의사항, 대림기술정보, 2004,

2.4 공법선정의 한계인식과 방안제시

현 공법선정 과정에 있어서 공법선정 전문가는 지반조사보고서상의 데이터를 토대로 공법을 선정하게 되는데 근본적으로 다양한 지반조건에 대해 고려해야 하는 말뚝공법의 선정 시 해당 현장의 대지조건을 100% 만족시키는 공법을 찾기 어렵다. 또한 한정된 공법들 가운데 해당 현장에 가장 적합한 공법을 선택하는 것이므로 지반에 대한 중요한 고려요소를 알고 있고, 객관적인 조사데이터가 있다하더라도 해당 현장의 공법선정은 경험적으로 이루어 질 수밖에 없다.

따라서 수많은 경험적 판단 데이터들의 패턴을 인식하고 결집시켜 예측이 가능한 통합전문가 수준의 신경망 모델을 개발, 적용한다면 소수 전문가에 의한 공법선정보다 훨씬 신뢰도 있는 공법선정이 가능하리라 판단된다.

패턴의 인식에 대한 과정으로 각 전문가들이 공법 선정 시 중요하게 생각하는 고려요소들을 면담조사를 통해 분석, 추출하여 모델의 패턴인식에 활용한다. 그리고 선정된 고려요소를 토대로 과거부터 현재까지 시공된 말뚝공법 실적데이터를 수집하여 모델에 적용한다면 공법변경으로 인한 제반 영향을 최소화 할 수 있을 것이다.

3. 신경망 모델의 입·출력 변수 설정

신경망이란 인간이 경험으로부터 학습해 가는 두뇌의 신경망 활동을 흉내 내어 자신이 가진 데이터로부터의 반복적인 학습 과정을 거쳐 패턴을 찾아내고 이를 일반화함으로써 특히 향후를 예측(prediction)하고자 하는 문제에 있어서 유용하게 이용되는 기법이다.

3.1 입·출력 변수 설정 방법

신경망 모델 구축에 있어 입·출력변수의 결정과 학습에 필요한 자료의 선택은 매우 중요한 과정 중의 하나이다. 따라서 본 연구에서는 문헌 및 전문가 면담조사를 통해 신경망 모델의 입·출력변수를 설정하였다.

- (1) 기존의 문헌과 연구에 대한 조사와 전문가 면담조사를 통하여 1차적으로 말뚝공법 선정 시의 고려요소를 추출하였다.
- (2) 선정된 고려요소 중에서 정량화가 가능한 요소를 중심으로 신경망의 학습에 필요한 입력변수를 선정하였다.
- (3) 현황분석을 통하여 분류된 말뚝공법 중에서 신경망의 학습에 필요한 사례수가 충분한 공법들을 출력변수로 선정하였다.

3.2 입력변수

본 연구에서는 실무전문가의 면담조사를 토대로 해서 고려요소의 기준 및 판단 범위를 구체화시키고 신경망 모델의 학습에 필요한 입력변수의 설정은 자료조사가 어려운 항목과 정량화가 어려운 항목들은 제외하고 표 1과 같이 9개 항목으로 하였다.

표 1. 말뚝공법 선정 시스템의 입력변수

입력변수	변수정의
점성토의 두께	표토 및 퇴적층(점토, 실트)의 두께(m)
점성토의 평균 N치	점성토층의 5개소의 N치의 평균값(타격횟수/cm)
사질토의 두께	퇴적층(모래, 모래자갈)의 두께(m)
사질토의 평균 N치	사질토층의 5개소의 N치의 평균값(타격횟수/cm)
최대 자갈 직경	기초저면과 파일선단사이의 최대 자갈 직경(cm)
지하수위	지하수위(m)
말뚝직경	말뚝의 직경(m)
말뚝길이	말뚝의 길이(m)
소음, 진동 허용 여부	YES : 1, NO : 2

• N치 : 중량 63.5Kg의 햄머(Hammer)를 75Cm높이에서 자유 낙하 시킬 때 Split Barrel Sampler가 30Cm 관입하는데 소요되는 타격 횟수인 N치(타격회수/30)

3.3 출력변수

말뚝공법 선정을 위한 신경망 모델의 출력변수로는 사례수가 충분하지 않거나 학습 및 평가용 데이터의 검토에 지장을 줄 수 있는 공법은 출력변수에서 제외 하였다. 따라서 본 연구에서 개발한 신경망 시스템의 출력변수는 표 2와 같이 4개 공법으로 하였다.

표 2. 말뚝공법 선정 시스템의 출력변수

대분류	소분류
타입공법	유압직타
매입공법	프리보링(S.I.P), 중굴공법(S.A.I.P)
현장타설공법	현장타설

4. 말뚝공법 선정 신경망 모델 개발

4.1 신경망 모델의 구성

신경망 모델은 앞서 제시한 학습방법과 함수들로 구성이 되어 있으며 비주얼 스튜디오 프로그래밍 환경에서 C++ 언어로 작성하였다.

모델의 구성은 파일, 실행, 설정, 예측 등의 4개 모듈로 구성되어 있으며 본 연구에서 개발한 신경망 모델의 초기 시작창의 구성은 다음의 그림 4와 같다.

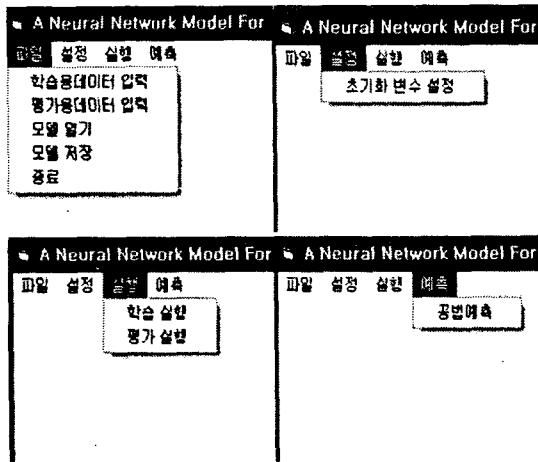


그림 4. 신경망 모델의 초기 시작창

4.2 신경망의 초기화

말뚝공법 선정을 위한 신경망 모델의 초기화하기 위한 변수들의 입력창은 그림 5와 같이 구성하였다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 입력층의 개수, 은닉층의 개수, 출력층의 개수, 학습반복회수, 학습률(α), 모멘텀제어변수(β) 값을 입력하여 저장하면 신경망 프로그램의 연결가중치 등은 난수를 발생시켜 초기화 되도록 저장하였다.

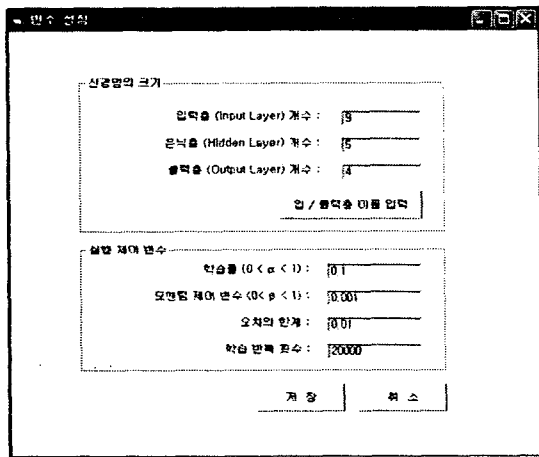


그림 5. 신경망 초기화를 위한 변수 입력창

4.3 신경망의 학습 및 평가

(1) 학습

본 연구에서 작성된 신경망 모델 학습은 먼저 그림 6과 같이 학습용 데이터를 입력한 후 데이터를 저장하고 그림 4의 '실행-학습 실행'을 통해 신경망 모델의 학습이 이루어진다. 본 연구에서 수집한 과거 말뚝공사 실적자료를 활용하여 신경망 모델은 내부적으로 연결가중치를 조절하여 지식을 습득하게 된다. 매회 학습이 끝나면 학습 오차를 저장해 두고 학습회수 만큼 학습을 수행하여 종료되면 최종적인 학습오차의 결과를 에러파일로 생성하여 학습오차의 변화를 검토할 수 있도록 하였다.

학습용 데이터 입력	시행된 횟수	시행된 시간	최대오차값	평균오차	학습 결과	모델 파일
1	10.00	12.00	12.00	7.00	12.00	12.00
2	11.00	14.00	14.00	7.00	12.00	12.00
3	12.00	16.00	16.00	7.00	12.00	12.00
4	13.00	18.00	18.00	7.00	12.00	12.00
5	14.00	20.00	20.00	7.00	12.00	12.00
6	15.00	22.00	22.00	7.00	12.00	12.00
7	16.00	24.00	24.00	7.00	12.00	12.00
8	17.00	26.00	26.00	7.00	12.00	12.00
9	18.00	28.00	28.00	7.00	12.00	12.00
10	19.00	30.00	30.00	7.00	12.00	12.00
11	20.00	32.00	32.00	7.00	12.00	12.00
12	21.00	34.00	34.00	7.00	12.00	12.00
13	22.00	36.00	36.00	7.00	12.00	12.00
14	23.00	38.00	38.00	7.00	12.00	12.00
15	24.00	40.00	40.00	7.00	12.00	12.00
16	25.00	42.00	42.00	7.00	12.00	12.00
17	26.00	44.00	44.00	7.00	12.00	12.00
18	27.00	46.00	46.00	7.00	12.00	12.00
19	28.00	48.00	48.00	7.00	12.00	12.00
20	29.00	50.00	50.00	7.00	12.00	12.00

그림 6. 학습용 데이터 입력 및 저장

(2) 평가

신경망의 평가는 앞에서 사례에 의해서 학습이 이루어진 신경망 모델의 적절성을 검증하기 위한 과정이다. 신경망 모델 평가는 먼저 그림 7과 같이 평가용 데이터를 입력한 후 데이터를 저장하고 프로그램 메뉴에서 그림 4의 '실행-평가 실행' 명령을 통해 평가를 실행하게 된다.

평가용 데이터 입력	시행된 횟수	시행된 시간	최대오차값	평균오차	평가 결과	모델 파일
1	10.00	12.00	12.00	7.00	12.00	12.00
2	11.00	14.00	14.00	7.00	12.00	12.00
3	12.00	16.00	16.00	7.00	12.00	12.00
4	13.00	18.00	18.00	7.00	12.00	12.00
5	14.00	20.00	20.00	7.00	12.00	12.00
6	15.00	22.00	22.00	7.00	12.00	12.00
7	16.00	24.00	24.00	7.00	12.00	12.00
8	17.00	26.00	26.00	7.00	12.00	12.00
9	18.00	28.00	28.00	7.00	12.00	12.00
10	19.00	30.00	30.00	7.00	12.00	12.00
11	20.00	32.00	32.00	7.00	12.00	12.00
12	21.00	34.00	34.00	7.00	12.00	12.00
13	22.00	36.00	36.00	7.00	12.00	12.00
14	23.00	38.00	38.00	7.00	12.00	12.00
15	24.00	40.00	40.00	7.00	12.00	12.00
16	25.00	42.00	42.00	7.00	12.00	12.00
17	26.00	44.00	44.00	7.00	12.00	12.00
18	27.00	46.00	46.00	7.00	12.00	12.00
19	28.00	48.00	48.00	7.00	12.00	12.00
20	29.00	50.00	50.00	7.00	12.00	12.00

그림 7. 평가용 데이터 입력 및 저장

평가의 결과는 텍스트 형식의 파일을 생성하도록 하여 그림 8과 같이 평가결과를 확인할 수 있도록 하였다.

```

Result - 報告書
파일(F)  편집(E)  서식(O)  보기(V)  도움말(H)

< Input Data >
7.9 12.0 0.0 0.0 3.0
11.0 15.0 0.0 2.0 class :4
< Output >
0.15 0.00 0.12 0.23 class :2

-----error-----

< Input Data >
5.4 6.7 0.0 0.0 3.0
5.5 21.0 4.0 2.0 class :2
< Output >
0.17 0.65 0.15 0.10 class :2

< Input Data >
12.0 7.0 15.0 36.0 10.0
5.5 21.0 4.0 2.0 class :3
< Output >
0.16 0.29 0.91 0.15 class :3

Number of error = 2
  
```

그림 8. 평가 결과

4.4 공법 예측

건축공사에 대한 말뚝공법 결정을 위한 의사결정 과정에서 실적데이터에 의해서 학습이 이루어진 신경망 모델을 활용할 수 있도록 하기 위하여 본 연구에서는 공법 예측 과정을 통하여 새로운 말뚝공사에 대하여 말뚝공법을 예측해 볼 수 있도록 하였다.

새로운 건축공사에 대한 말뚝공법을 예측하기 위해 그림 9와 같은 신규 말뚝공사의 공사조건 입력창을 이용하여 해당공사의 기본적인 데이터를 입력하도록 하는 과정이다.

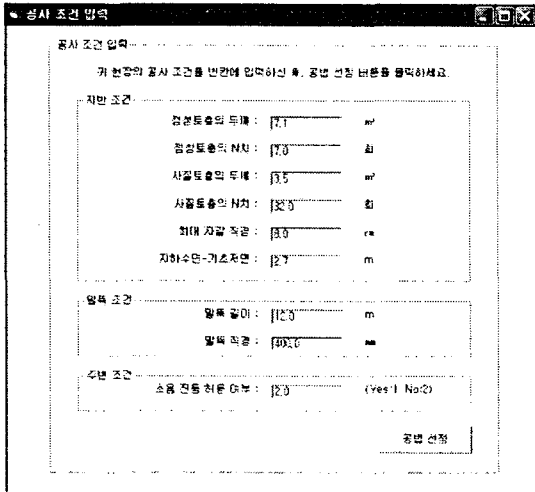


그림 9. 신규 말뚝공사의 공사조건 입력창

그림 10은 각각 과거의 실적자료에 의해 학습된 신경망 모델에 의해서 새로운 건축공사에 적합한 말뚝공법을 예측한 결과의 예를 보여 주고 있다.

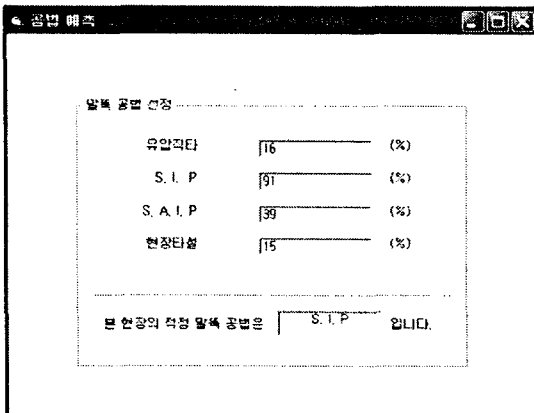


그림 10. 신규 말뚝공사 공법 예측

이러한 말뚝공법의 예측은 과거의 실적자료에 의한 결과이기 때문에 말뚝공법 선정과정에서 객관적인 참고자료로서 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

4.5 신경망 모델의 최적화 및 유효성 검증

(1) 초기화 변수 선택

본 연구에서 구축한 모델은 신경망의 초기화 과정에서 입력층의 노드수, 은닉층의 노드수, 출력층의 노드수, 학습반복회수, 학습률(α), 모멘텀제어변수(β) 등의 6가지를 변수로 설정할 수 있도록 하였다. 따라서 본 연구에서 신경망 모델의 최적화 과정은 이러한 초기화 변수들을 변화시키면서 여러 차례의 시행착오를 통하여 학습오차가 가장 적게 되는 상태를 찾는 과정이다.

앞에서 개발된 신경망 모델을 본 연구에서 수집한 말뚝공사 자료에 의하여 그림 11과 같은 절차에 의해서 신경망을 학습하여 학습오차가 가장 적게 되도록 최적화 하였다.

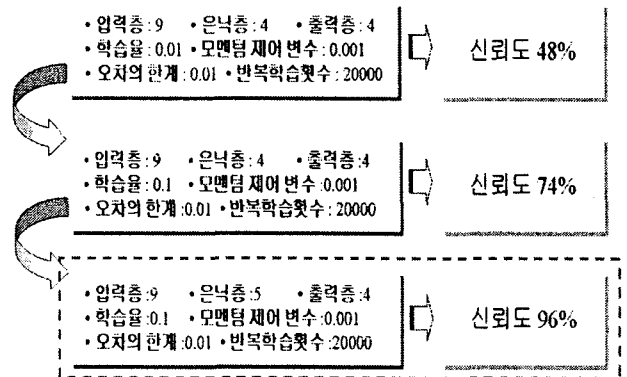


그림 11. 신경망 모델의 최적화 과정

(2) 학습용 자료에 의한 최적화

본 연구에서는 각 공법에 대하여 학습과 평가를 반복하여 모델을 최적화하고 이를 저장하여 필요시 활용하도록 하였다. 여기서 최적화 결과의 저장은 신경망 모델의 연결가중치를 저장하는 것을 의미한다.

① 말뚝공법 자료의 분류

말뚝공법에 대한 학습 자료는 전체 150개의 사례이며 표 3과 같다.

표 3. 말뚝공법 학습 및 검증용 데이터 분류

구분	계	타입말뚝	SIP	SAIP	현장타설
학습용 데이터	100	20	25	38	17
평가용 데이터	50	10	12	19	9
계	150	30	37	57	26

구축된 신경망 모델을 은닉층의 노드수, α (학습률)와 β (모멘텀제어변수)를 변수로 하여 학습오차가 가장 작아 되도록 여러 차례 반복 학습을 시행하였다.

② 최적화 결과

학습용 데이터 100개에 대하여 여러 차례의 반복 시행한 결과 은닉층의 노드수는 5개, α 와 β 는 각각 0.1, 0.001과 오차의 한계가 0.01일때 가장 작은 학습오차를 보였다. 20000회 반복 학습했을 때의 에러값은 2로 매우 적은 값을 보였다.

(3) 신경망 모델의 유효성 검증

50개의 평가용 자료를 앞에서 학습이 이루어진 신경망을 사용하여 평가해 본 결과 전체 150개의 자료 중에서 학습에 사용되지 않은 50개의 자료 가운데 48개의 자료를 정확하게 예측하여 96%의 정확도를 보였다. 말뚝공법 선정에는 전문적인 지식과 해당 공사에 대한 복잡하고 많은 변수들을 고려해야 한다는 측면에서, 본 연구에서 개발된 모델은 전문가에 근접하는 공법 선정을 하는 것으로 판단할 수 있다. 따라서 모델의 유효성이 입증된 것으로 생각된다.

5. 결 론

도심지에서 시공되는 건축물의 지하공사는 건축물의 대형화, 고층화 경향에 따라 공사비, 공기 등의 측면에서 점차 중요성이 커지고 있다. 이러한 지하공사에서 적정 말뚝공법의 선정은 무엇보다 중요하다고 할 수 있다. 그러나 말뚝공법의 선정과 시공이 분리되어 있는 우리나라의 경우에는 많은 공법변경이 발생하고 있고, 이러한 공법변경은 건설사업의 성패를 좌우하는 공사비와 공기 측면에서 지대한 영향을 줄 수 있다.

본 연구에서는 이러한 말뚝공법 결정 단계 및 검토 단계에서 활용할 수 있는 '말뚝공법 선정을 위한 신경망 모델'을 개발하여 합리적인 말뚝공법 선정 프로세스를 제안하였다. 신경망 모델의 학습과 검증에는 2000년부터 2004년까지 우리나라에서 건축된 150개의 말뚝공사 자료가 사용되었다. 본 연구에서 개발된 신경망 모델을 말뚝공법 선정단계와 시공 전 검토 단계에서 활용할 경우, 말뚝공사 과정에서 발생할 수 있는 공법변경을 감소시켜 성공적인 사업 수행에 기여할 수 있을 것이다.

개발된 신경망 모델은 과거의 실적자료에 의해 학습이 이루어지기 때문에 향후 말뚝공법 선정과정에서 활용할 경우, 기존의 주관적인 의사결정 프로세스에 대한 새로운 접근방안이 모색될 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 이러한 자료를 활용함으로써 말뚝공사 수행과정에서 발생할 수 있는 공법변경 요인을 사전에 제거할 수 있고, 나아가서는 사업수행 능력 제고에도 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구의 진행과정에서 나타난 한계점 및 향후 연구 과제로 공사비, 공사기간 등의 변수를 입력변수로 추가하는 것을 고려할 수 있다. 이러한 변수를 입력변수로 하기 위해서는 말뚝공사에 대한 공사비 및 공사기간을 명시한 실적자료의 수집이 이루어져야 가능할 것으로 판단된다. 또한, 본 연구에서 출력변수로 설정하지 못한 공법에 대해서도 시공사례 및 실적자료가 많아지면 예측이 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 강경인 외, 건축공사 흠막이벽체 공법의 선정을 위한 신경망시스템 개발 연구, 대한건축학회논문집, 18권 10호, 2002
2. 강경인 외, 신경망을 이용한 흠막이 지보공공법 선정모델 개발에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 19권 5호, 2003
3. 강경인 외, 인공 신경망 모델을 이용한 건축공사 투입 물가의 변동 예측, 대한건축학회논문집, 18권 8호, 2002
4. 김경래 외, 건설공사의 최적 리스크 대응방안 선정을 위한 의사결정 모델, 대한건축학회논문집, 18권 8호, 2002
5. 김대수 외, 신경망 이론과 응용(I), 하이테크정보
6. 김영수 외, 신경망 이론을 적용한 건설공사의 현금흐름 예측에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 17권 9호, 2001
7. 대립기술정보, 매입 말뚝공법의 시공상 유의사항, 2004
8. 박찬식 외, 한국건설산업의 의미와 가치, 중앙대학출판부, 2002
9. 신현식 외, 건축시공학, 문운당, 1998
10. 이상원 외, Turbo C 로 길들이는 학습하는 기계 신경망, 한솔기획, 1999
11. 이창남 외, 건축구조 뿌리에서 새순까지 I, 기문당, 1998
12. 이현수 외, 철근 콘크리트 구조체의 균열에 관한 적정보수, 보강공법 선정 시스템, 대한건축학회논문집, 18권 9호, 2002
13. 임영도 외, 퍼지, 신경망, 유전진화, 인솔미디어, 1999.1.
14. 토질공학연구회, 말뚝기초의 계획 설계 시공, 건설정보사, 2003
15. 한국지반공학회, 깊은 말뚝 기초, 도서출판 구미서관, 2002
16. Ham, F. M, McGraw Hill, Principles of neurocomputing for science and engineering, 2001

Abstract

As a construction project in urban area tends to be high-rise and huge, the importance of the project's underground work, in terms of the cost and the schedule, is gradually increasing. It's extremely significant to choose a proper Piling method, at the stage of underground work. However, in piling work many change orders have been occurred since a piling method is experientially selected based on uncertain information and many earth factors to consider. It has effects on the cost and the schedule of the project.

In this study, we have suggested a decision model for piling method that can be used to determine and verify the suitable piling method in design and pre-construction phase of a project. Based on historical data, a neural network model has already proven to be efficient. The tests of the model for selecting a suitable piling method have progressed exactly with the data of 150 piling works which were done from 2000 to 2004 in Korea. The optimization of the developed neural network model has progressed with the data for learning. The validity of the neural network model has been verified.

keyword : Neural Network, Underground Works, Piling Methods