



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0092213
(43) 공개일자 2018년08월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06N 3/08 (2006.01) G06N 3/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06N 3/08 (2013.01)
G06N 3/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0017703
(22) 출원일자 2017년02월08일
심사청구일자 2017년02월08일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
장일식
광주광역시 남구 노대실로 89 (노대동, 송화마을
휴먼시아) 709동 1004호
오세은
광주광역시 남구 노대실로 89 (노대동, 송화마을
휴먼시아) 709동 1004호
김유미
광주광역시 동구 무등로 417-9 (산수동,
동진맨션) 1동 403호
(74) 대리인
특허법인지원

전체 청구항 수 : 총 13 항

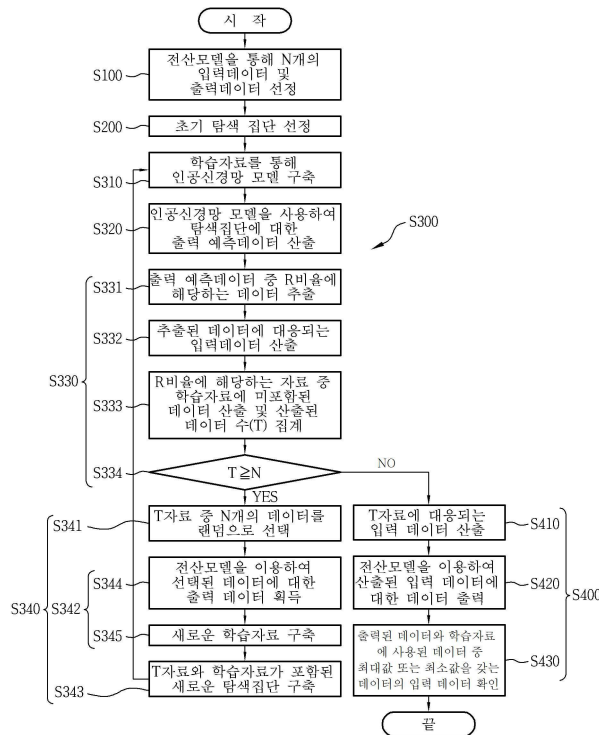
(54) 발명의 명칭 **인공신경망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법**

(57) 요약

본 발명은 인공신경망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법에 관한 것으로서, 다수의 분석대상 데이터 중 선택된 입력 데이터들과, 상기 분석대상 데이터를 분석하기 위해 구축된 전산모델에 상기 입력 데이터들을 입력하여 출력된 실제 출력 데이터들을 학습자료로 분류하는 초기 학습자료 생성단계와, 상기 분석대상 데이터를 탐색집단으

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



로 분류하는 초기 탐색집단 생성단계와, 상기 학습자료를 이용하여 상기 전산모델에서 출력되는 데이터를 예측하기 위한 인공신경망 모델을 구축하되, 상기 인공신경망 모델에 상기 탐색집단을 입력시 출력되는 데이터를 토대로 상기 인공신경망 모델의 재구축 여부를 판단하고, 상기 인공신경망 모델의 재구축이 필요하다고 판단시 학습자료를 재설정하여 인공신경망 모델을 재구축하는 모델 구축 단계와, 상기 모델 구축단계를 통해 재구축이 필요하지 않다고 판단된 인공신경망 모델을 통해 광역해를 산출하는 광역해 산출단계를 포함한다.

본 발명에 따른 인공신경망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법은 구축된 인공신경망 모델의 재구축 여부를 판별하고, 재구축이 필요할 경우, 새로운 학습자료를 근거로 인공신경망 모델을 재구축하여 광역해를 산출하므로 정확한 광역해를 산출할 수 있는 장점이 있다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415146947
부처명	한국가스공사 가스기술연구원
연구관리전문기관	한국산업기술평가관리원
연구사업명	석탄층 메탄가스(CMB) 생산기술 최적화 및 현장실증 연구
연구과제명	석탄층 메탄가스(CMB) 생산기술 최적화 및 현장실증 연구
기 여 율	1/1
주관기관	한국에너지기술평가원
연구기간	2016.06.01 ~ 2017.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

다수의 분석대상 데이터 중 선택된 입력 데이터들과, 상기 분석대상 데이터를 분석하기 위해 구축된 전산모델에 상기 입력 데이터들을 입력하여 출력된 실제 출력 데이터들을 학습자료로 분류하는 초기 학습자료 생성단계;

상기 분석대상 데이터를 탐색집단으로 분류하는 초기 탐색집단 생성단계;

상기 학습자료를 이용하여 상기 전산모델에서 출력되는 데이터를 예측하기 위한 인공신경망 모델을 구축하되, 상기 인공신경망 모델에 상기 탐색집단을 입력시 출력되는 데이터를 토대로 상기 인공신경망 모델의 재구축 여부를 판단하고, 상기 인공신경망 모델의 재구축이 필요하다고 판단시 학습자료를 재설정하여 인공신경망 모델을 재구축하는 모델 구축 단계; 및

상기 모델 구축단계를 통해 인공신경망 모델의 재구축이 필요없다고 판단시 광역해를 산출하는 광역해 산출단계;를 포함하는,

인공신경망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 모델 구축 단계는

상기 학습자료를 이용하여 상기 전산모델에서 출력되는 데이터를 예측하기 위한 인공신경망 모델을 구축하는 제1모델링 단계;

상기 인공신경망 모델에 상기 탐색집단에 포함된 각 데이터들을 입력하여 출력 예측 데이터를 획득하는 제2모델링 단계;

상기 출력 예측 데이터들을 토대로 상기 인공신경망 모델에 대한 재구축 여부를 판단하는 제3모델링 단계; 및

상기 제3모델링 단계를 통해 상기 인공신경망 모델의 재구축이 필요하다고 판단되면, 상기 학습자료를 포함하는 새로운 학습자료 및 새로운 탐색집단을 결정하는 제4모델링 단계를 포함하고,

상기 새로운 학습자료 및 새로운 탐색집단을 이용하여 상기 제1모델링 단계부터 상기 제4모델링 단계까지를 반복하는,

인공신경망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제3모델링 단계는

상기 제2모델링 단계를 통해 산출된 출력 예측 데이터들 중 기설정된 선별기준에 해당하는 출력 예측 데이터들을 선택하는 제1선택단계;

상기 제1선택단계를 통해 선택된 출력 예측 데이터들에 각각 대응되는 입력 데이터를 추출하는 선별데이터 추출 단계;

상기 선별데이터 추출단계를 통해 추출된 입력 데이터들 중 상기 인공신경망 구축에 사용된 학습자료에 미포함된 입력 데이터를 추출하는 미포함 데이터 추출단계; 및

상기 미포함 데이터 추출단계에서 추출된 입력 데이터들의 수가 기설정된 판별기준 수 미만이면, 상기 인공신경망 모델의 재구축이 필요하지 않은 것으로 판단하고, 상기 미포함 데이터 추출단계에서 선택된 상기 입력 데이터 수가 기설정된 판별기준 수 이상이면, 상기 인공신경망 모델의 재구축이 필요한 것으로 판단하는 재구축 여부 판단단계;를 포함하는,

인공신경망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 판별기준 수는 상기 초기 학습자료 생성단계에서 상기 분석대상 데이터 중 상기 입력 데이터로 선택된 데이터의 수와 동일한,

인공신경망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 판별기준 수는 상기 분석대상 데이터들의 수에 따라 적합한 수를 임의로 설정하는,

인공신경망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 제1선택단계에서, 상기 출력 예측 데이터가 숫자일 경우, 상기 출력 예측 데이터들을 내림차순으로 순위를 결정하고, 결정된 순위에서 1순위부터 기설정된 기준순위까지를 상기 선별기준으로 설정하는,

인공신경망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 제1선택단계에서, 상기 출력 예측 데이터가 숫자일 경우, 상기 출력 예측 데이터들을 오름차순으로 순위를 결정하고, 결정된 순위에서 1순위부터 기설정된 기준순위까지를 상기 선별기준으로 설정하는,

인공신경망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법.

청구항 8

제6항 또는 제7항에 있어서,

상기 기준순위는 상기 제2모델링 단계에서 출력된 출력 예측 데이터들의 수와 기설정된 산출 비율의 곱에 대응되는 값으로 설정하는,

인공신경망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법.

청구항 9

제3항에 있어서,

상기 제4모델링 단계는

상기 미포함 데이터 추출단계에서 추출된 입력 데이터들 중 일부를 선택하는 제2선택단계;

상기 제2선택단계에서 선택된 입력 데이터를 상기 학습자료에 추가하여 새로운 학습자료를 생성하는 자료 추가 단계; 및

상기 미포함 데이터 추출단계에서 선택된 입력 데이터 및 상기 학습자료에 포함된 입력 데이터를 새로운 탐색집 단으로 설정하는 집단 추가 단계;를 포함하는,

인공신경망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제2선택단계에서는, 상기 초기 학습자료 생성단계에서 상기 학습자료로 선택된 입력 데이터의 수 또는 상기 학습자료로 선택된 입력 데이터의 수보다 작은 수만큼 상기 미포함 데이터 추출단계에서 추출된 입력 데이터 들에서 데이터를 선택하는,

인공신경망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 자료 추가 단계는

상기 제2선택단계에서 선택된 입력 데이터들을 상기 전산모델에 입력하여 출력된 실제 출력 데이터를 획득하는 데이터 추가 획득단계; 및

상기 제2선택단계에서 선택된 입력 데이터 및 상기 데이터 추가 획득단계에서 획득한 실제 출력 데이터를 상기 학습자료에 추가하여 새로운 학습자료를 생성하는 자료 생성 단계를 포함하는,

인공신경망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법.

청구항 12

제6항에 있어서,

상기 광역해 산출단계는

상기 제1선택단계에서 선택된 상기 출력 예측 데이터들에 대응되는 입력 데이터들을 산출하는 입력 데이터 산출 단계;

상기 입력 데이터 산출단계에서 산출된 입력 데이터들을 상기 전산모델에 입력하여 출력된 실제 출력 데이터를 획득하는 출력 데이터 산출단계; 및

상기 출력 데이터 산출단계에서 산출된 실제 출력 데이터들 및 모든 상기 학습자료에 포함된 실제 출력 데이터 들 중 가장 큰 값을 갖는 실제 출력 데이터에 대응되는 입력 데이터를 산출하는 완료단계;를 포함하는,

인공신경망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법.

청구항 13

제7항에 있어서,

상기 광역해 산출단계는

상기 제1선택단계에서 선택된 상기 출력 예측 데이터들에 대응되는 입력 데이터를 산출하는 입력 데이터 산출단계;

상기 전산모델을 이용하여 상기 입력 데이터 산출단계에서 선택된 입력 데이터들에 대한 실제 출력 데이터를 산출하는 출력 데이터 산출단계; 및

상기 출력 데이터 산출단계에서 산출된 실제 출력 데이터들 및 모든 상기 학습자료에 포함된 실제 출력 데이터들 중 가장 작은 값을 갖는 실제 출력 데이터에 대응되는 입력 데이터를 산출하는 완료단계;를 포함하는,

인공신경망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 인공신경망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법에 관한 것으로서, 분석대상 데이터들 중 기구축된 전산모델에 입력시 최대값 또는 최소값과 같은 광역해를 갖는 데이터를 인공신경망을 이용하여 예측하여 산출하는 인공신경망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 인공신경망(ANN: Artificial Neural Networks)은 인간의 뇌를 모방하여 입력층-은닉층-출력층으로 구성되어 있으며, 입력값-출력값 사이의 비선형 관계를 학습하여 모델을 구축한 후 새로 입력값이 주어질 때 출력값을 예측하는 기법을 의미한다. 학습에 사용되는 입력값-출력값의 자료는 시간과 비용이 많이 드는 전산모델의 시뮬레이션을 통해 획득되며, 이를 통해 구축된 인공신경망은 속도가 매우 빨라 시뮬레이션을 대체하여 입력값의 결과를 신속히 예측하는데 사용되고 있다.

[0003] 입력값의 종류 및 학습방법 등에 따라 인공신경망에서 예측된 출력값과 실제값의 오차를 줄일 수 있다. 그러나, 입력값과 학습방법을 최적화하더라도 실제값과 동일한 결과를 도출할 수는 없다. 특히 인공신경망을 통해 출력값이 최대 또는 최소가 되는 입력값을 찾는 문제인 경우, 찾아진 입력값에 대한 실제값은 해당 도메인에서 최대 또는 최소가 되지 못하는 한계가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제10-1099703호: 인공신경망을 이용한 소독부산물의 생성결과 예측장치 및 그 방법

(특허문헌 0002) 등록특허공보 제10-0716376호: 인공신경망을 이용한 자동차 시트표백제의 촉감 평가 방법 및 시스템

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 개선하기 위해 창안된 것으로서, 인공신경망 모델을 반복적으로 구축하는 과정의 지속여부를 판별하고, 인공신경망 모델의 재구축이 필요할 경우, 새로운 학습자료를 근거로 인공신경망 모델을 재구축하여 광역해를 산출하는 인공신경망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0006] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 인공지능경망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법은 다수의 분석대상 데이터 중 선택된 입력 데이터들과, 상기 분석대상 데이터를 분석하기 위해 구축된 전산모델에 상기 입력 데이터를 입력하여 출력된 실제 출력 데이터들을 학습자료로 분류하는 초기 학습자료 생성단계와, 상기 분석대상 데이터를 탐색집단으로 분류하는 초기 탐색집단 생성단계와, 상기 학습자료를 이용하여 상기 전산모델에서 출력되는 데이터를 예측하기 위한 인공지능경망 모델을 구축하되, 상기 인공지능경망 모델에 상기 탐색집단을 입력시 출력되는 데이터를 토대로 상기 인공지능경망 모델의 재구축 여부를 판단하고, 상기 인공지능경망 모델의 사용이 재구축이 필요하다고 판단시 학습자료를 재설정하여 인공지능경망 모델을 재구축하는 모델 구축 단계와, 상기 모델 구축단계를 통해 인공지능경망 모델의 재구축이 필요하지 않다고 판단되는 경우 광역해를 산출하는 광역해 산출단계를 포함한다.
- [0007] 상기 모델 구축 단계는 상기 학습자료를 이용하여 상기 전산모델에서 출력되는 데이터를 예측하기 위한 인공지능경망 모델을 구축하는 제1모델링 단계와, 상기 인공지능경망 모델에 상기 탐색집단에 포함된 각 데이터들을 입력하여 출력 예측 데이터를 획득하는 제2모델링 단계와, 상기 출력 예측 데이터들을 토대로 상기 인공지능경망 모델에 대한 재구축 여부를 판단하는 제3모델링 단계와, 상기 제3모델링 단계를 통해 상기 인공지능경망 모델의 재구축이 필요하다고 판단되면, 상기 학습자료를 포함하는 새로운 학습자료 및 새로운 탐색집단을 결정하는 제4모델링 단계를 포함하고, 상기 새로운 학습자료 및 새로운 탐색집단을 이용하여 상기 제1모델링 단계부터 상기 제4모델링 단계까지를 반복한다.
- [0008] 상기 제3모델링 단계는 상기 제2모델링 단계를 통해 산출된 출력 예측 데이터들 중 기설정된 선별기준에 해당하는 출력 예측 데이터들을 선택하는 제1선택단계와, 상기 제1선택단계를 통해 선택된 출력 예측 데이터들에 각각 대응되는 입력 데이터를 추출하는 선별데이터 추출단계와, 상기 선별데이터 추출단계를 통해 추출된 입력 데이터들 중 상기 인공지능경망 구축에 사용된 학습자료에 미포함된 입력 데이터를 추출하는 미포함 데이터 추출단계와, 상기 미포함 데이터 추출단계에서 추출된 입력 데이터들의 수가 기설정된 판별기준 수 미만이면, 상기 인공지능경망 모델의 재구축이 필요하지 않은 것으로 판단하고, 상기 미포함 데이터 추출단계에서 선택된 상기 입력 데이터 수가 기설정된 판별기준 수 이상이면, 상기 인공지능경망 모델의 재구축이 필요한 것으로 판단하는 재구축 여부 판단단계를 포함한다.
- [0009] 상기 판별기준 수는 상기 초기 학습자료 생성단계에서 상기 분석대상 데이터 중 상기 입력 데이터로 선택된 데이터의 수와 동일하게 설정할 수 있으나, 분석 데이터 수에 따라 적합한 수를 임의로 설정할 수 있다.
- [0010] 상기 제1선택단계에서, 상기 출력 예측 데이터가 숫자일 경우, 상기 출력 예측 데이터들을 내림차순으로 순위를 결정하고, 결정된 순위에서 1순위부터 기설정된 기준순위까지를 상기 선별기준으로 설정한다.
- [0011] 상기 제1선택단계에서, 상기 출력 예측 데이터가 숫자일 경우, 상기 출력 예측 데이터들을 오름차순으로 순위를 결정하고, 결정된 순위에서 1순위부터 기설정된 기준순위까지를 상기 선별기준으로 설정하는 것이 바람직하다.
- [0012] 상기 기준순위는 상기 제2모델링 단계에서 출력된 출력 예측 데이터들의 수와 기설정된 산출 비율의 곱에 대응되는 값으로 설정할 수도 있다.
- [0013] 상기 제4모델링 단계는 상기 미포함 데이터 추출단계에서 추출된 입력 데이터들 중 일부를 선택하는 제2선택단계와, 상기 제2선택단계에서 선택된 입력 데이터를 상기 학습자료에 추가하여 새로운 학습자료를 생성하는 자료 추가 단계와, 상기 미포함 데이터 추출단계에서 선택된 입력 데이터 및 상기 학습자료에 포함된 입력 데이터를 새로운 탐색집단으로 설정하는 집단 추가 단계를 포함한다.
- [0014] 상기 제2선택단계에서는, 상기 초기 학습자료 생성단계에서 상기 분석대상 데이터 중 상기 학습자료로 선택된 데이터의 수만큼 상기 미포함 데이터 추출단계에서 추출된 입력 데이터들에서 데이터를 선택하는 것이 바람직하나, 이보다 작은 수의 데이터를 선택할 수도 있다.
- [0015] 상기 자료 추가 단계는 상기 제2선택단계에서 선택된 입력 데이터들을 상기 전산모델에 입력하여 출력된 실제 출력 데이터를 획득하는 데이터 추가 획득단계와, 상기 제2선택단계에서 선택된 입력 데이터 및 상기 데이터 추가 획득단계에서 획득한 실제 출력 데이터를 상기 학습자료에 추가하여 새로운 학습자료를 생성하는 자료 생성 단계를 포함한다.
- [0016] 상기 광역해 산출단계는 상기 제1선택단계에서 선택된 상기 출력 예측 데이터들에 대응되는 입력 데이터들을 산출하는 입력 데이터 산출단계와, 상기 입력 데이터 산출단계에서 산출된 입력 데이터들을 상기 전산모델에 입력하여 출력된 실제 출력 데이터를 획득하는 출력 데이터 산출단계와, 상기 출력 데이터 산출단계에서 산출된 실

제 출력 데이터들과 모든 상기 학습자료를 구성하는 실제 출력 데이터들 중 가장 큰 값을 갖는 실제 출력 데이터에 대응되는 입력 데이터를 산출하는 완료단계를 포함한다.

[0017] 상기 광역해 산출단계는 상기 제1선택단계에서 선택된 상기 출력 예측 데이터들에 대응되는 입력 데이터를 산출하는 입력 데이터 산출단계와, 상기 전산모델을 이용하여 상기 입력 데이터 산출단계에서 선택된 입력 데이터들에 대한 실제 출력 데이터를 산출하는 출력 데이터 산출단계와, 상기 출력 데이터 산출단계에서 산출된 실제 출력 데이터들과 모든 상기 학습자료를 구성하는 실제 출력 데이터들 중 가장 작은 값을 갖는 실제 출력 데이터에 대응되는 입력 데이터를 산출하는 완료단계를 포함할 수도 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명에 따른 인공지능망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법은 구축된 인공지능망 모델의 재구축 여부를 판별하고, 재구축이 필요한 경우, 새로운 학습자료를 근거로 인공지능망 모델을 재구축하여 광역해를 산출하므로 정확한 광역해를 찾을 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명에 따른 인공지능망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법에 대한 순서도이고,
 도 2는 본 발명에 따른 인공지능망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법을 적하는 실시 예에 대한 저류층에 대한 이미지이고,
 도 3 내지 도 6은 본 발명에 따른 인공지능망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법에 따라 인공지능망 모델을 통해 출력된 출력 예측 데이터들과 탐색집단을 전산모델에 입력하여 획득한 실제 출력 데이터들을 비교하는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 인공지능망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다.

[0021] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0022] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0023] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0024] 도 1에는 본 발명에 따른 인공지능망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법에 대한 순서도가 도시되어 있다.

[0025] 도면을 참조하면, 인공지능망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법은 초기 학습자료 생성단계(S100), 초기 탐색 집단 생성단계(S200), 모델 구축 단계(S300) 및 광역해 산출단계(S400)를 포함한다.

[0026] 초기 학습자료 생성단계(S100)는 인공지능망 모델을 구축하기 위한 학습자료를 생성하는 단계이다. 먼저, 다수

의 분석대상 데이터 중 일부를 입력 데이터들로 선택한다. 이때, 분석대상 데이터들의 수에 따라 선택하는 입력 데이터의 수를 결정할 수 있는데, 분석대상 데이터들 중 10개 또는 20개의 입력 데이터를 선택하는 것이 바람직하다.

- [0027] 다음, 상기 분석대상 데이터를 분석하기 위해 구축된 전산모델에 상기 입력 데이터들을 입력하여 출력된 실제 출력 데이터들을 획득한다. 상기 전산모델은 분석대상 데이터를 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 분석하기 위한 것으로서, 시추위치에 대한 정보를 입력하면 유가스 생산량을 산출하는 시추위치에 따른 유가스 생산량 시뮬레이션 모델과 같은 분석용 전산모델(Computational model)이 적용된다. 상기 전산모델을 사용하면 정확한 출력 데이터를 획득할 수 있으나, 분석대상 데이터의 수가 많은 경우, 전산모델의 계산에 많은 시간에 소요되므로 본 발명은 학습된 인공신경망 모델을 이용하여 광역해의 계산시간을 절감하고자 한다.
- [0028] 상술된 바와 같이 선택된 입력 데이터 및 실제 출력 데이터들은 인공신경망 모델을 구축하기 위한 학습자료로 분류하며, 데이터 베이스(미도시)에 저장한다.
- [0029] 초기 탐색집단 생성단계(S200)는 상기 분석대상 데이터를 탐색집단으로 분류하는 단계이다. 이 단계에서는, 선택된 입력 데이터를 포함하여 분석대상 데이터들 전체를 탐색집단으로 분류한다.
- [0030] 모델 구축 단계(S300)는 상기 학습자료를 이용하여 상기 전산모델에서 출력되는 데이터를 예측하기 위한 인공신경망 모델을 구축하되, 상기 인공신경망 모델에 상기 탐색집단을 입력시 출력되는 데이터를 토대로 상기 인공신경망 모델의 재구축 여부를 판단하고, 상기 인공신경망 모델의 사용이 재구축이 필요하다고 판단시 학습자료를 재설정하여 인공신경망 모델을 재구축하는 단계이다. 상기 모델 구축단계는 제1 내지 제4모델링 단계(S340)를 포함한다.
- [0031] 제1모델링 단계(S310)는 상기 학습자료를 이용하여 상기 전산모델에서 출력되는 데이터를 예측하기 위한 인공신경망 모델을 구축하는 단계이다. 인공신경망 모델을 구축하는 알고리즘을 사용하여 학습자료를 근거로 인공신경망 모델을 구축한다. 상기 알고리즘은 종래에 일반적으로 인공신경망 모델을 구축하는 알고리즘이 사용되므로 상세한 설명은 생략한다.
- [0032] 제2모델링 단계(S320)는 상기 인공신경망 모델에 상기 탐색집단에 포함된 각 데이터들을 입력하여 출력 예측 데이터를 획득하는 단계이다. 작업자는 탐색집단에 포함된 데이터를 각각 인공신경망 모델에 입력하여 출력 예측 데이터들을 출력한다.
- [0033] 제3모델링 단계(S330)는 상기 출력 예측 데이터들을 토대로 상기 인공신경망 모델에 대한 재구축 여부를 판단하는 단계로서, 제1선택단계(S331), 선별데이터 추출단계(S332), 미포함 데이터 추출단계(S333) 및 재구축 여부 판단단계(S334)를 포함한다.
- [0034] 제1선택단계(S331)는 상기 제2모델링 단계(S320)를 통해 산출된 출력 예측 데이터들 중 기설정된 선별기준에 해당하는 출력 예측 데이터들을 선택하는 단계이다. 상기 출력 예측 데이터가 유가스 생산량과 같이 숫자일 경우, 제1선택단계(S331)에서, 상기 출력 예측 데이터들을 내림차순 또는 오름차순으로 순위를 결정하고, 결정된 순위에서 1순위부터 기설정된 기준순위까지를 상기 선별기준으로 설정한다.
- [0035] 이때, 상기 기준순위는 상기 제2모델링 단계(S320)에서 출력된 출력 예측 데이터들의 수와 기설정된 산출 비율의 곱에 대응되는 값으로 설정한다. 상기 산출비율은 20% 또는 30%로 설정할 수 있으나, 이에 한정하는 것이 아니라 분석대상 데이터의 수에 따라 적합한 비율을 임의로 설정할 수 있다. 예를 들어, 제2모델링 단계(S320)에서 100개의 출력 예측 데이터가 산출되고, 산출비율이 20%로 설정될 경우, 기준순위는 20위가 되며, 제1선택단계(S331)에서, 상기 결정된 순위에서 1순위부터 20순위에 해당하는 출력 예측 데이터들을 선택한다.
- [0036] 한편, 제1선택단계(S331)에서 최대 값을 갖는 출력 데이터를 광역해로 산출할 경우에는 상기 출력 예측 데이터들을 내림차순으로 순위를 결정하고, 최저 값을 갖는 출력 데이터를 광역해로 산출할 경우에는 상기 출력 예측 데이터들을 오름차순으로 순위를 결정하는 것이 바람직하다.
- [0037] 선별데이터 추출단계(S332)는 제1선택단계(S331)를 통해 선택된 출력 예측 데이터들에 각각 대응되는 입력 데이터를 추출하는 단계이다.
- [0038] 미포함 데이터 추출단계(S333)는 상기 선별데이터 추출단계(S332)를 통해 추출된 입력 데이터들 중 상기 인공신경망 구축에 사용된 학습자료에 미포함된 입력 데이터(T)등을 추출하는 단계이다. 작업자는 추출된 입력 데이터들을 데이터 베이스에 저장한다.

- [0039] 재구축 여부 판단단계(S334)는 상기 미포함 데이터 추출단계(S333)에서 추출된 입력 데이터들의 수를 기준으로 인공지능망 모델의 재구축 여부를 판별하는 단계이다. 즉, 상기 미포함 데이터 추출단계(S333)에서 추출된 입력 데이터들의 수가 기설정된 판별기준 수 미만이면, 상기 인공지능망 모델의 재구축이 필요하지 않은 것으로 판단하고, 상기 미포함 데이터 추출단계(S333)에서 선택된 상기 입력 데이터 수가 기설정된 판별기준 수 이상이면, 상기 인공지능망 모델의 재구축이 필요한 것으로 판단한다.
- [0040] 여기서, 상기 판별기준 수는 상기 초기 학습자료 생성단계(S100)에서 상기 분석대상 데이터 중 상기 입력 데이터로 선택된 데이터의 수와 동일하게 설정할 수 있으나, 이에 한정하는 것이 아니라 분석 데이터의 수에 따라 적합한 수를 임의로 설정할 수도 있다. 예를들어, 초기 학습자료 생성단계(S100)에서 20개의 입력 데이터를 선택했다면, 상기 판별기준 수는 20이 적용된다.
- [0041] 제4모델링 단계(S340)는 상기 제3모델링 단계(S330)를 통해 상기 인공지능망 모델의 재구축이 필요하다고 판단 되면, 상기 학습자료를 포함하는 새로운 학습자료 및 새로운 탐색집단을 결정하는 단계로서, 제2선택단계(S341), 자료 추가 단계(S342) 및 집단 추가 단계(S343)를 포함한다.
- [0042] 제2선택단계(S341)는 상기 미포함 데이터 추출단계(S333)에서 추출된 입력 데이터들 중 일부를 선택하는 단계이다. 이 단계에서는, 상기 초기 학습자료 생성단계(S100)에서 상기 분석대상 데이터 중 상기 학습자료로 선택된 데이터의 수만큼 상기 미포함 데이터 추출단계(S333)에서 추출된 입력 데이터들에서 데이터를 선택하는 것이 바람직하나, 이에 한정하지 않고, 상기 초기 학습자료 생성단계(S100)에서 상기 학습자료로 선택된 데이터의 수보다 작은 수만큼 미포함 데이터 추출단계(S333)에서 추출된 입력 데이터들에서 데이터를 선택할 수도 있다.
- [0043] 예를 들어 초기 학습자료 생성단계(S100)에서 20개의 입력 데이터를 선택했다면, 제2선택단계(S341)에서는 상기 미포함 데이터 추출단계(S333)에서 추출된 입력 데이터들 중 20개를 랜덤으로 선택한다.
- [0044] 자료 추가 단계(S342)는 상기 제2선택단계(S341)에서 선택된 입력 데이터를 상기 학습자료에 추가하여 새로운 학습자료를 생성하는 단계로서, 데이터 추가 획득단계(S344) 및 자료 생성 단계(S345)를 포함한다.
- [0045] 데이터 추가 획득단계(S344)는 상기 제2선택단계(S341)에서 선택된 입력 데이터들을 상기 전산모델에 입력하여 출력된 실제 출력 데이터를 획득하는 단계이다. 상기 전산모델은 초기 학습자료 생성단계(S100)에서 사용된 전산모델이 적용된다.
- [0046] 자료 생성 단계(S345)는 상기 제2선택단계(S341)에서 선택된 입력 데이터 및 상기 데이터 추가 획득단계(S344)에서 획득한 실제 출력 데이터를 상기 학습자료에 추가하여 새로운 학습자료를 생성하는 단계이다.
- [0047] 집단 추가 단계(S343)는 상기 미포함 데이터 추출단계(S333)에서 선택된 입력 데이터 및 상기 학습자료에 포함된 입력 데이터를 새로운 탐색집단으로 설정하는 단계이다.
- [0048] 한편, 상기 모델 구축 단계(S300)는 상기 제3모델링 단계(S330)를 통해 상기 인공지능망 모델의 재구축이 필요하다고 판단되면, 상기 새로운 학습자료 및 새로운 탐색집단을 이용하여 상기 제1모델링 단계(S310)부터 상기 제4모델링 단계(S340)까지를 반복하는 것이 바람직하다. 또한, 모델 구축 단계(S300)에서 제1모델링 단계(S310)부터 제4모델링 단계(S340)까지를 다수회 반복하다 제3모델링 단계(S330)에서 상기 미포함 데이터 추출단계(S333)에서 추출된 입력 데이터들의 수가 기설정된 판별기준 수 미만이 되면, 이 때의 인공지능망 모델의 재구축이 필요하지 않은 것으로 판단한다.
- [0049] 상기 광역해 산출단계(S400)는 상기 모델 구축단계를 통해 재구축이 필요하지 않은 것으로 판단되면 광역해를 산출하는 단계로서, 입력 데이터 산출단계(S410), 출력 데이터 산출단계(S420) 및 완료단계(S430)를 포함한다.
- [0050] 입력 데이터 산출단계(S410)는 상기 제1선택단계(S331)에서 선택된 상기 출력 예측 데이터들에 대응되는 입력 데이터를 산출하는 단계이다. 즉, 제1선택단계(S331)에서 선택된 상기 출력 예측 데이터가 출력되도록 상기 인공지능망 모델에 입력된 입력 데이터를 산출한다.
- [0051] 출력 데이터 산출단계(S420)는 상기 전산모델을 이용하여 상기 입력 데이터 산출단계(S410)에서 선택된 입력 데이터들에 대한 실제 출력 데이터를 산출하는 단계이다. 즉, 상기 입력 데이터 산출단계(S410)에서 산출된 입력 데이터들을 상기 전산모델에 입력하여 출력된 실제 출력 데이터를 획득한다. 이때, 상기 전산모델은 초기 학습자료 생성단계(S100)에서 사용된 전산모델이 적용된다.
- [0052] 완료단계(S430)는 상기 출력 데이터 산출단계(S420)에서 산출된 실제 출력 데이터들과 모든 상기 학습자료를 구성하는 실제 출력 데이터들 중 가장 큰 값 또는 가장 작은 값을 갖는 실제 출력 데이터에 대응되는 입력 데이터

를 산출하는 단계이다. 이 단계에서 최대 값을 갖는 출력 데이터를 광역해로 산출할 경우에는 가장 큰 값을 갖는 실제 출력 데이터에 대응되는 입력 데이터를 산출하고, 최저 값을 갖는 출력 데이터를 광역해로 산출할 경우에는 가장 작은 값을 갖는 실제 출력 데이터에 대응되는 입력 데이터를 산출하는 것이 바람직하다.

- [0053] 이하, 실시 예를 통하여 본 발명에 따른 인공신경망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법을 보다 상세하게 설명하고자 한다. 다만, 하기의 실시 예는 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위를 하기의 실시 예로 한정하는 것은 아니다.
- [0054] (실시 예)
- [0055] 실시 예로서, 유가스가 매장된 저류층에서 유가스 생산량을 최대화 시킬 수 있는 시추위치를 결정하는 문제에서 본 발명의 인공신경망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법을 적용한다. 상기 저류층은 도 2에 도시된 바와 같은 구조를 갖는 것으로서, 도 2는 전산모델에 의한 시뮬레이션을 위해 상하방향, 좌우방향 및 전후방향으로 4800개의 격자로 격자화(I방향×J방향×K방향=40×40×3)시킨 것이다.
- [0056] 저류층 중앙에 유가스를 채취하기 위한 기존의 생산정이 설정되어 있으며, 기존의 생산정 외에 유가스 생산량이 최대가 되는 수평정 1개의 시추위치를 산출하는 문제이다. 이때, 수평정은 한 지점에서 상하방향 그리고 좌우방향 등 2가지 방향으로 놓일 수 있기 때문에 분석대상 데이터는 3200개(=40X40X2 방향)의 시추위치에 대한 데이터들이다.
- [0057] 초기 학습자료 생성단계(S100)에서, 저류층을 이루는 시추위치에 대한 데이터들 즉, 분석대상 데이터에서 20개의 시추위치를 입력데이터로 선정하고, 입력 데이터로 선정된 20개의 시추위치에 대한 각각의 데이터를 기구축된 전산모델에 입력하여 시뮬레이션을 진행한다. 이때, 상기 전산모델은 시추위치의 정보에 따른 유가스 생산량에 대한 전산모델이다. 전산모델에 의해 출력된 20개의 실제 출력 데이터를 입력 데이터와 함께 학습자료로 분류한다.
- [0058] 초기 탐색집단 생성단계(S200)에서, 분석대상 데이터들을 탐색집단으로 분류하는데, 저류층 중 외부경계부분, 기존 생산정 설치부분을 제외한 2858개를 탐색집단으로 분류한다.
- [0059] 다음, 모델 구축 단계(S300)를 통해 학습자료를 토대로 인공신경망 모델을 구축한다. 이때, 실시 예에 적용되는 모델 구축 단계(S300)를 보다 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0060] 먼저, 제1모델링 단계(S310)를 통해, 20개의 입력 데이터 및 20개의 실제 출력 데이터를 통해 인공신경망 모델을 구축하고, 제2모델링 단계(S320)를 통해, 탐색집단을 이루는 2858개의 데이터를 상기 인공신경망 모델에 입력하여 2858개의 출력 예측 데이터를 획득한다.
- [0061] 이때, 도 3에는 초기의 인공신경망 모델을 통해 출력된 출력 예측 데이터들과 탐색집단을 이루는 2858개의 데이터를 전산모델에 입력하여 획득한 실제 출력 데이터들을 비교하는 그래프가 개시되어 있다. 여기서, X축은 탐색집단을 이루는 2858개의 데이터를 전산모델에 입력하여 획득한 실제 출력 데이터들의 값을 나타낸 것이고, Y축은 2858개의 데이터를 초기의 인공신경망 모델을 통해 출력된 출력 예측 데이터들의 값을 나타낸 것이다. 또한, 붉은 색 원은 실제 광역해 즉, 최대 생산량을 갖는 데이터이고, 연두색 점들은 인공신경망 모델을 구축하기 위해 사용된 학습자료에 해당되고, 분홍색 선은 30%의 산출비율에 나타내기 위한 기준선이다, 즉, 분홍색 선의 상측에 해당되는 점들은 산출비율에 포함된 데이터이고, 분홍색 선의 하측에 해당되는 점들은 산출비율에 미포함된 데이터들이다. 이때, 도 3에, $y=x$ 인 가상선(미도시)을 추가한다고 가정하면, $y=x$ 인 가상선의 상측에 위치한 점들은 전산모델을 통해 출력된 데이터보다 초기의 인공신경망 모델을 통해 출력된 데이터가 더 크게 나온 경우이고, $y=x$ 인 가상선의 하측에 위치한 점들은 전산모델을 통해 출력된 데이터보다 초기의 인공신경망 모델을 통해 출력된 데이터가 더 작게 나온 경우이다.
- [0062] 다음, 제1선택단계(S331)를 통해, 산출된 출력 예측 데이터들을 내림차순으로 순위를 결정한다. 이때, 산출비율을 30%로 설정하여, 결정된 순위에서 1순위부터 857순위까지의 출력 예측 데이터를 선택한다.
- [0063] 다음, 선별데이터 추출단계(S332)를 통해, 857개의 출력 예측 데이터에 각각 대응되는 입력 데이터를 추출하고, 미포함 데이터 추출단계(S333)를 통해 857개의 출력 예측 데이터 중 인공신경망 구축에 사용된 학습자료에 미포함된 입력 데이터를 추출한다.
- [0064] 이때, 재구축 여부 판별단계에서 초기 인공신경망 모델을 판단결과, 상기 미포함 데이터 추출단계(S333)에서 선택된 상기 입력 데이터 수가 기설정된 판별기준 수인 20개 이상이므로 상기 초기 인공신경망 모델의 재구축이

필요한 것으로 판단한다.

- [0065] 다음, 제4모델링 단계(S340)를 통해 새로운 학습자료 및 새로운 탐색집단을 결정한다. 즉, 상기 미포함 데이터 추출단계(S333)에서 선택된 상기 입력 데이터들 중 20개의 입력 데이터를 선택하고, 선택된 20개의 입력 데이터를 전산모델에 입력하여 실제 출력 데이터들을 산출한다. 이때, 새로 선택된 20개의 입력 데이터와, 실제 출력 데이터를 기존의 학습자료에 포함시켜 새로운 학습자료를 결정한다. 또한, 미포함 데이터 추출단계(S333)에서 선택된 입력 데이터 및 초기 인공신경망 모델의 구축에 사용된 학습자료에 포함된 입력 데이터를 새로운 탐색집단으로 설정한다.
- [0066] 다음, 새로운 학습자료 및 새로운 탐색집단을 이용하여 상기 제1모델링 단계(S310)부터 상기 제4모델링 단계(S340)까지를 반복하는데, 제3모델링 단계(S330)에서 인공신경망 모델의 재구축이 필요하지 않다고 판단될 때까지 반복한다.
- [0067] 도 4에는 두 번째의 인공신경망 모델을 통해 출력된 출력 예측 데이터들과 탐색집단을 전산모델에 입력하여 획득한 실제 출력 데이터들을 비교하는 그래프가 개시되어 있고, 도 5에는 세 번째의 인공신경망 모델을 통해 출력된 출력 예측 데이터들과 탐색집단을 전산모델에 입력하여 획득한 실제 출력 데이터들을 비교하는 그래프가 개시되어 있고, 도 6에는 네 번째의 인공신경망 모델을 통해 출력된 출력 예측 데이터들과 탐색집단을 전산모델에 입력하여 획득한 실제 출력 데이터들을 비교하는 그래프가 개시되어 있다. 도 4 내지 도 6에 도시된 표식은 도 3에 도시된 표식과 동일한 의미를 갖는다. 도 3 내지 도 6을 참조하면, 인공신경망 모델을 재구축하는 횟수가 증가할수록 탐색집단의 수가 줄어들고, 인공신경망 모델을 통해 출력되는 출력 예측 데이터 값이 전산모델을 통해 출력되는 실제 출력 데이터 값에 유사해지고, 인공신경망을 이용하여 실제 광역해 즉, 실제 최대 값을 갖는 데이터에 대해 정확도가 높은 광역해를 산출할 수 있음을 알 수 있다.
- [0068] 한편, 상기 실시 예의 경우, 총 5번의 인공신경망 모델의 구축을 완료한 시점에서 상기 미포함 데이터 추출단계(S333)에서 선택된 상기 입력 데이터 수가 8개로 기설정된 관별기준 수인 20개보다 작으므로 상기 인공신경망 모델의 재구축이 필요하지 않은 것으로 판단하고, 상기 8개의 입력 데이터를 전산모델에 입력하여 실제 출력 데이터를 출력한다. 출력된 실제 출력 데이터들과 모든 상기 학습자료의 실제 출력 데이터 중 가장 큰 값을 갖는 실제 출력 데이터에 대응되는 입력 데이터를 광역해로 결정한다.
- [0069] 상술된 바와 같이 본 발명에 따른 인공신경망을 이용하여 광역해를 산출하는 방법은 인공신경망 모델을 순차적으로 구축하여 광역해가 포함되는 광범위한 영역을 선택한 후, 이를 조금씩 좁혀나가면서 최종적으로 광역해 참값을 찾아낼 수 있다. 특히, 주어진 시간과 비용의 제한으로 수행할 수 있는 전산모델의 시뮬레이션 회수가 제한되어 있을 경우에도 보다 신뢰도 및 정확도 높은 광역해를 도출할 수 있는 장점이 있다.
- [0070] 제시된 실시예들에 대한 설명은 임의의 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 이용하거나 또는 실시할 수 있도록 제공된다. 이러한 실시예들에 대한 다양한 변형들은 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진자에게 명백할 것이며, 여기에 정의된 일반적인 원리들은 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 그리하여, 본 발명은 여기에 제시된 실시예들로 한정되는 것이 아니라, 여기에 제시된 원리들 및 신규한 특징들과 일관되는 최광의 범위에서 해석되어야 할 것이다.

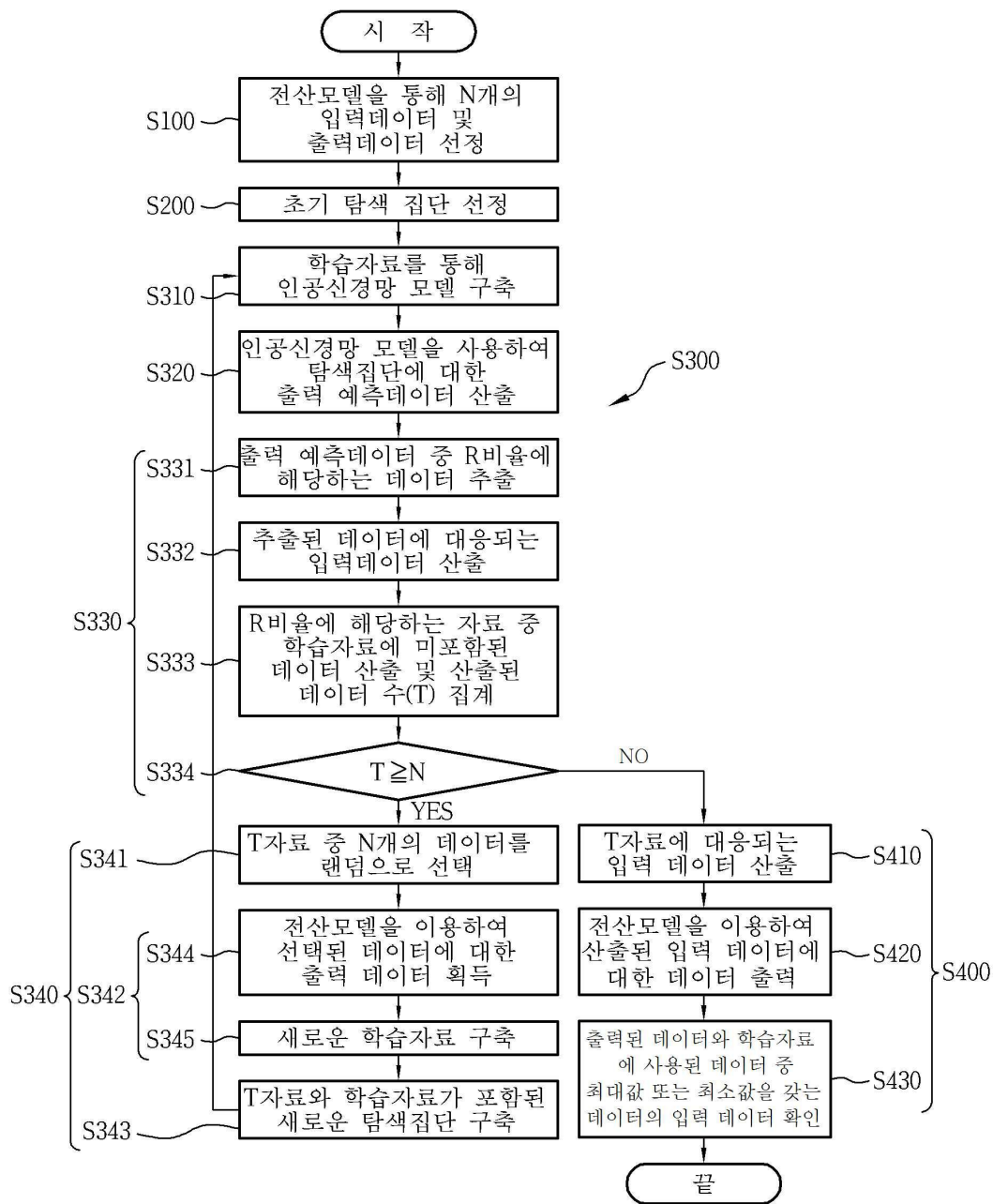
부호의 설명

- [0071] S100: 초기 학습자료 생성단계
- S200: 초기 탐색집단 생성단계
- S300: 모델 구축 단계
- S310: 제1모델링 단계
- S320: 제2모델링 단계
- S330: 제3모델링 단계
- S331: 제1선택단계
- S332: 선별데이터 추출단계
- S333: 미포함 데이터 추출단계

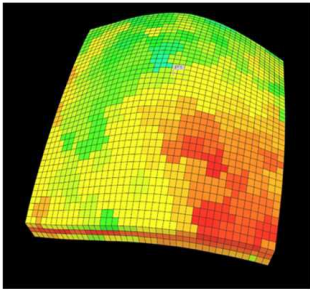
- S334: 재구축 여부 판단단계
- S340: 제4모델링 단계
- S341: 제2선택단계
- S342: 자료 추가 단계
- S344: 데이터 추가 획득단계
- S345: 자료 생성 단계
- S343: 집단 추가 단계
- S400: 광역해 산출단계
- S410: 입력 데이터 산출단계
- S420: 출력 데이터 산출단계
- S430: 완료단계

도면

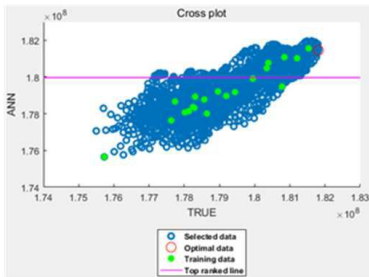
도면1



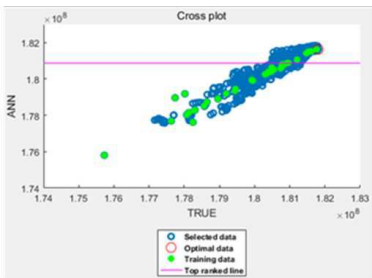
도면2



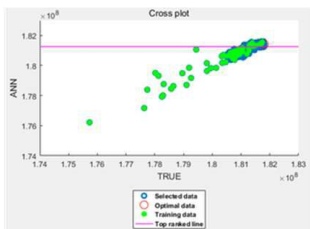
도면3



도면4



도면5



도면6

