(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0108901
(43) 공개일자 2024년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01W 1/10 (2006.01) *G01W 1/02* (2022.01)
(52) CPC특허분류
G01W 1/10 (2013.01)
G01W 1/02 (2022.01)
(21) 출원번호 10-2022-0191154
(22) 출원일자 2022년12월30일
심사청구일자 2022년12월30일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
이윤곤
대전광역시 유성구 상대복용로29번길 51, 205동 2603호
김승희
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이재명, 김태완

전체 청구항 수 : 총 8 항

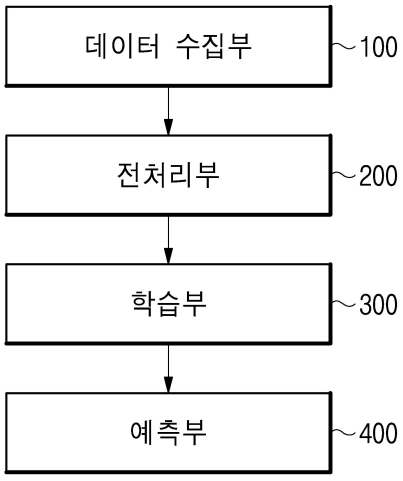
(54) 발명의 명칭 **딥러닝 기반 안개 예측 시스템 및 그 방법**

(57) 요 약

본 발명은 딥러닝 기반 안개 예측 시스템 및 안개 예측 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 기초 기상학적 인자들(기온, 상대습도, 풍향, 풍속, 시정)과 딥러닝 기법 중 순환신경망 모델의 일종인 Long Short-Term Memory(LSTM)를 이용하여 예측 정확도가 향상된 딥러닝 기반 안개 예측 시스템 및 안개 예측 방법에 관한 발명이다.

이를 위하여, 본 발명은 기상 데이터를 수집하는 데이터 수집부; 수집된 상기 기상 데이터를 전처리하여 연속된 훈련 데이터를 구축하는 전처리부; 인공지능 딥러닝 LSTM을 통해 상기 훈련 데이터를 학습하는 학습부; 및 상기 학습부에서 학습된 학습 데이터와 실시간 기상 데이터를 바탕으로 안개 유무를 예측하는 예측부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 딥러닝 기반 안개 예측 시스템을 제공한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06N 20/00 (2021.08)
G01W 2201/00 (2013.01)
(72) 발명자
김재민
대전광역시 유성구 원신흥남로41번길 3-11, 302호 (원신흥동)
서현우
대전광역시 유성구 문화원로10번길 53, 201호 (장대동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1365003594
과제번호	KMI2021-03414
부처명	기상청
과제관리(전문)기관명	한국기상산업기술원
연구사업명	스마트시티기상기후융합기술개발
연구과제명	AI기반 안개 예측기술 프로토타입 개발 및 최적화
기 여 율	1/1
과제수행기관명	충남대학교 산학협력단
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

기상 데이터를 수집하는 데이터 수집부;

수집된 상기 기상 데이터를 전처리하여 연속된 훈련 데이터를 구축하는 전처리부;

인공지능 딥러닝 LSTM을 통해 상기 훈련 데이터를 학습하는 학습부; 및

상기 학습부에서 학습된 학습 데이터와 실시간 기상 데이터를 바탕으로 안개 유무를 예측하는 예측부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 딥러닝 기반 안개 예측 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 기상 데이터 및 상기 실시간 기상 데이터는 기온, 상대습도, 풍향, 풍속 및 시정을 포함하고,

상기 학습부는,

학습 시 상기 기상 데이터 중 시정을 범주로 구분된 카테고리와 대응되도록 딥러닝 학습을 수행하는 것을 특징으로 하는 딥러닝 기반 안개 예측 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 예측부는,

상기 실시간 기상 데이터의 관측 시간으로부터 한 시간 후, 두 시간 후, 및 세 시간 후의 안개 유무를 예측하는 것을 특징으로 하는 딥러닝 기반 안개 예측 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 전처리부는,

상기 기상 데이터의 인자들 중 결측 인자를 보간하기 위하여 역거리가중법을 이용하여 보간하고,

상기 예측부는,

상기 실시간 기상 데이터의 인자들 중 결측 인자를 보간하기 위하여 이전 시간 또는 이전 날의 기상 데이터를 토대로 상기 실시간 기상 데이터의 결측 인자를 보간하는 것을 특징으로 하는 딥러닝 기반 안개 예측 시스템.

청구항 5

기상 데이터를 수집하는 데이터 수집단계;

수집된 상기 기상 데이터를 전처리하여 연속된 훈련 데이터를 구축하는 전처리단계;

인공지능 딥러닝 LSTM을 통해 상기 훈련 데이터를 학습하는 학습단계; 및

상기 학습단계에서 학습된 학습 데이터와 실시간 기상 데이터를 바탕으로 안개 유무를 예측하는 예측단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 딥러닝 기반 안개 예측 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 기상 데이터 및 상기 실시간 기상 데이터는 기온, 상대습도, 풍향, 풍속 및 시정을 포함하고,

상기 학습단계는,

학습 시 상기 기상 데이터 중 시정을 범주로 구분된 카테고리와 대응되도록 딥러닝 학습을 수행하는 것을 특징으로 하는 딥러닝 기반 안개 예측 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 예측단계는,

상기 실시간 기상 데이터의 관측 시간으로부터 한 시간 후, 두 시간 후, 및 세 시간 후의 안개 유무를 예측하는 것을 특징으로 하는 딥러닝 기반 안개 예측 방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 전처리단계는,

상기 기상 데이터의 인자들 중 결측 인자를 보간하기 위하여 역거리가중법을 이용하여 보간하고,

상기 예측단계는,

상기 실시간 기상 데이터의 인자들 중 결측 인자를 보간하기 위하여 이전 시간 또는 이전 날의 기상 데이터를 토대로 상기 실시간 기상 데이터의 결측 인자를 보간하는 것을 특징으로 하는 딥러닝 기반 안개 예측 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 딥러닝 기반 안개 예측 시스템 및 안개 예측 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 기초 기상학적 인자들(기온, 상대습도, 풍향, 풍속, 시정)과 딥러닝 기법 중 순환신경망 모델의 일종인 Long Short-Term Memory(LSTM)를 이용하여 예측 정확도가 향상된 딥러닝 기반 안개 예측 시스템 및 안개 예측 방법에 관한 발명이다.

배 경 기 술

[0002] 안개는 수증기가 지표 근처에서 응결하여 공기 중에 수많은 작은 물방울이 떠 있는 현상으로 가시거리(시정)를 1km 이하로 저하시킨다. 안개 발생 시 시정 저하로 인해 차량 운행, 항공기와 배의 운항 등에 차질을 빚고 심할 경우에는 교통사고, 기계 손상 등의 피해를 유발할 수 있다. 이러한 피해는 안개 예측정보를 통해 대비하거나 그 피해를 경감할 수 있으므로 정확도 높은 안개 예측 정보의 제공이 필요하다.

[0003] 안개는 다른 기상현상에 비해 국지적 및 단시간에 발생하여 소멸하는 경우가 많기 때문에 정확한 예측에는 한계점이 존재한다. 기상청에서는 UM 모델의 지역 및 국지예보 모델, 지역특화 안개가이던스, 구름물리변수 기반 안개가이던스, 연무가이던스 등을 활용하여 안개의 특보 및 정보를 생산하고 있으나, 실제로 기상청 안개특보는 다른 기상현상예보의 정확도에 비해 낮은 수준(40% 이하)에 머물고 있다.

[0004] 지역특화 안개가이던스는 고해상도 지표피복자료, 수온정보, 시정계관측자료 등을 통해 시정의 시계열 및 공간분포도 등을 지역별로 최적화하여 제공하지만 짙은 안개에 대한 과다모의 경향을 보이며, 구름물리변수 기반 안개가이던스는 기상재분석장 기반의 시정산출 알고리즘과 지역/국지 예보모델 구름물리변수를 통해 시정을 산출하여 짙은 안개 모의가 가능하지만 국지적 복사무 예측에는 어려움이 있다.

[0005] 또한, UM 지역/국지 예보모델 역시 시정 공간분포와 Fog fraction(안개 발생 가능성)을 한반도 전체에 대해 예측할 수 있으나 모델 내 풍속, 풍향, 등 변수 모의 정확도, 모델 해상도 등에 따라 예측 결과가 달라질 수 있다는 한계점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1919814호 (발명의 명칭: 안개 예측 시스템 및 이를 이용한 안개 예측 방법, 공고일: 2018. 11. 19)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 이에 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 기초 기상학적 인자들(기온, 상대습도, 풍향, 풍속, 시정)과 딥러닝 기법 중 순환신경망 모델의 일종인 Long Short-Term Memory(LSTM)를 이용하여 예측 정확도가 향상된 딥러닝 기반 안개 예측 시스템 및 안개 예측 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0008] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상술한 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 기상 데이터를 수집하는 데이터 수집부; 수집된 상기 기상 데이터를 전처리하여 연속된 훈련 데이터를 구축하는 전처리부; 인공지능 딥러닝 LSTM을 통해 상기 훈련 데이터를 학습하는 학습부; 및 상기 학습부에서 학습된 학습 데이터와 실시간 기상 데이터를 바탕으로 안개 유무를 예측하는 예측부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 딥러닝 기반 안개 예측 시스템을 제공한다.

[0010] 여기서, 상기 기상 데이터 및 상기 실시간 기상 데이터는 기온, 상대습도, 풍향, 풍속 및 시정을 포함하고, 상기 학습부는 학습 시 상기 기상 데이터 중 시정을 범주로 구분된 카테고리와 대응되도록 딥러닝 학습을 수행할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 예측부는 상기 실시간 기상 데이터의 관측 시간으로부터 한 시간 후, 두 시간 후, 및 세 시간 후의 안개 유무를 예측할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 전처리부는, 상기 기상 데이터의 인자들 중 결측 인자를 보간하기 위하여 역거리가중법을 이용하여 보간하고, 상기 예측부는, 상기 실시간 기상 데이터의 인자들 중 결측 인자를 보간하기 위하여 이전 시간 또는 이전 날의 기상 데이터를 토대로 상기 실시간 기상 데이터의 결측 인자를 보간할 수 있다.

[0013] 상술한 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 기상 데이터를 수집하는 데이터 수집단계; 수집된 상기 기상 데이터를 전처리하여 연속된 훈련 데이터를 구축하는 전처리단계; 인공지능 딥러닝 LSTM을 통해 상기 훈련 데이터를 학습하는 학습단계; 및 상기 학습단계에서 학습된 학습 데이터와 실시간 기상 데이터를 바탕으로 안개 유무를 예측하는 예측단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 딥러닝 기반 안개 예측 방법을 제공한다.

[0014] 여기서, 상기 기상 데이터 및 상기 실시간 기상 데이터는 기온, 상대습도, 풍향, 풍속 및 시정을 포함하고, 상기 학습단계는 학습 시 상기 기상 데이터 중 시정을 범주로 구분된 카테고리와 대응되도록 딥러닝 학습을 수행할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 예측단계는 상기 실시간 기상 데이터의 관측 시간으로부터 한 시간 후, 두 시간 후, 및 세 시간 후의 안개 유무를 예측할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 전처리단계는, 상기 기상 데이터의 인자들 중 결측 인자를 보간하기 위하여 역거리가중법을 이용하여 보간하고, 상기 예측단계는, 상기 실시간 기상 데이터의 인자들 중 결측 인자를 보간하기 위하여 이전 시간 또는 이전 날의 기상 데이터를 토대로 상기 실시간 기상 데이터의 결측 인자를 보간할 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따른 딥러닝 기반 안개 예측 시스템 및 그 방법에 따르면 다음과 같은 효과가 있다.

[0018] 첫째, 기초 기상학적 인자들(기온, 상대습도, 풍향, 풍속, 시정)과 딥러닝 기법 중 순환신경망 모델의 일종인

Long Short-Term Memory(LSTM)를 이용하여 안개 예측 정보를 제공할 수 있다.

[0019] 둘째, 기상 데이터를 전처리함으로써 연속적이며 데이터 간의 균형이 맞춰진 훈련 데이터를 구축할 수 있고, 데이터 간의 변동 변위를 유사하게 변환할 수 있어 예측 정확도를 향상시킬 수 있으며, 데이터 학습 시 많은 시간이 소모되지 않는 효과가 있다.

[0020] 셋째, 실시간 기상 데이터의 관측 시간으로부터 한 시간 후, 두 시간 후, 및 세 시간 후의 안개 유무를 예측함으로써, 다양한 예측 정보를 제공하면서 안개 유무를 단기 예측으로 안개 유무의 예측 정확도가 더욱 향상되는 효과가 있다.

[0021] 넷째, 시정 값이 아닌 시정을 범주로 구분된 카테고리를 이용하여 학습하고 예측함으로써, 안개 유무의 예측 정확도가 더욱 향상되는 효과가 있다.

[0022] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 딥러닝 기반 안개 예측 시스템의 전체 개요도를 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 딥러닝 기반 안개 예측 시스템의 전처리부의 상세 구성을 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 딥러닝 기반 안개 예측 시스템의 시정을 범주로 구분된 카테고리를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 딥러닝 기반 안개 예측 시스템의 예측부가 실시간 기상 데이터의 관측 시간으로부터 한 시간 후, 두 시간 후, 및 세 시간 후의 안개 유무를 예측한 것을 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 딥러닝 기반 안개 예측 방법의 순서도를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

[0025] 본 명세서에 첨부된 도면에 도시된 구성요소의 크기나 형상 등은 설명의 명료성과 편의성을 위하여 과장되게 도시될 수 있다. 각 도면에서 동일한 구성은 동일한 참조부호로 도시한 경우가 있음을 유의하여야 한다. 또한, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 공지 기술의 기능 및 구성에 관한 상세한 설명은 생략될 수 있다.

[0026] 본 명세서에서 사용된 용어는 특정 실시예를 설명하기 위하여 사용되며, 본 발명을 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이 단수 형태는 문맥상 다른 경우를 분명히 지적하는 것이 아니라면, 복수의 형태를 포함할 수 있다. 또한, 본 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0027] 어떠한 구성 요소가 다른 구성 요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떠한 구성 요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 또는 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성 요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성 요소들 간의 관계를 설명하기 위한 다른 표현들도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0028] 본 명세서에서 사용되는 상단, 하단, 상면, 하면 또는 상부, 하부 등의 용어는 구성 요소들에 있어서 상대적인 위치를 구별하기 위해 사용되는 것이다. 예를 들어, 편의 상 도면상의 위쪽을 상부, 도면상의 아래쪽을 하부로 명명하는 경우 실제에 있어서는 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 상부는 하부로 명명될 수 있고, 하부는 상부로 명명될 수 있다.

[0029] 본 명세서에서 기재한 ~제1~, ~제2~ 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용

될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지 않는다. 상기 용어들은 각 구성요소가 서로 다른 구성 요소들임을 구분하기 위해서 지칭한 것일 뿐, 제조된 순서에 구애받지 않는 것이며, 발명의 상세한 설명과 청구범위에서 그 명칭이 일치하지 않을 수 있다.

[0030] 본 명세서에서 사용되는 기술적이거나 과학적인 용어를 포함한 모든 용어들은, 다르게 정의되지 않는 한 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 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0031] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 딥러닝 기반 안개 예측 시스템 및 그 방법을 설명하기 위하여 도면들을 참고하여 본 발명에 대해 설명하도록 한다.

[0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 딥러닝 기반 안개 예측 시스템의 전체 개요도를 나타낸 도면이다.

[0033] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 딥러닝 기반 안개 예측 시스템은 기상 데이터를 수집하는 데이터 수집부(100)와, 수집된 상기 기상 데이터를 전처리하여 연속된 훈련 데이터를 구축하는 전처리부(200)와, 인공지능 딥러닝 LSTM을 통해 상기 훈련 데이터를 학습하는 학습부(300)와, 상기 학습부(300)에서 학습된 학습 데이터와 실시간 기상 데이터를 바탕으로 안개 유무를 예측하는 예측부(400)를 포함한다.

[0034] 데이터 수집부(100)는 기상청 방재기상 정보시스템으로부터 관측된 기상 데이터를 수집할 수 있다. 여기서, 수집하는 기상 데이터의 인자들은 기온, 상대습도, 풍향, 풍속 및 시정일 수 있다.

[0035] 전처리부(200)는 데이터 수집부(100)에서 수집한 기상 데이터의 결측치를 보간하여 연속된 훈련 데이터를 구축할 수 있다. 훈련 데이터는 후술하는 학습부(300)에서 인공지능 딥러닝 LSTM을 통해 학습을 하는데 이때, LSTM 기법은 시계열 데이터를 입력으로 하는 딥러닝 모델로 연속된 데이터 입력이 요구된다. 그러므로 전처리부(200)는 훈련 데이터 구축 시 결측치 보간 작업을 하여 연속된 훈련 데이터를 구축하는 작업을 수행한다.

[0036] 구체적으로 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 딥러닝 기반 안개 예측 시스템의 전처리부의 상세 구성을 도시한 도면으로 도 2를 참조하면, 상기 기상 데이터의 인자들 중 결측 인자를 보간하기 위하여 역거리가중법(Inverse Distance Weighted; IDW)을 이용하여 보간할 수 있다.

[0037] 역거리가중법은 알고 있는 값으로부터 알고자 하는 값을 보간하는 방법으로 아래의 [수학식 1] 및 [수학식 2]와 같이 주어진다.

[0039] [수학식 1]

[0040]
$$U(x)=\frac{\sum_{k=0}^{N} W_k(x)\,U_K}{\sum_{k=0}^{N} W_k(x)}$$

[0042] [수학식 2]

[0043]
$$W_k(x)=\frac{1}{d(x,x_k)^p}$$

[0045] [수학식 1]에서 N은 알고 있는 관측소 지점의 개수, W는 가중치의 값, U(x)는 보간된 값으로 [수학식 1]에서와 같이 알고자하는 값이 U(x)에 대한 계산이 이루어지게 된다.

[0046] 여기서 가중치의 값인 W는 [수학식 2]에서 원하는 보간 결과물에 따라 여러 경우의 수가 존재하는데 d는 보간하고자하는 지점(x)와 이미 알고 있는 지점(x_k)의 거리를 뜻하며 p는 0보다 큰 실수 값을 가지며 본 실시예에서는 p값으로 1을 사용하였으나 반드시 이에 한정되지 않고 p값을 다양하게 조정할 수 있다. 예를 들어, p값이

0~1사이의 값을 가지면 보간 되는 양상이 좁아지게 되어 결과물이 날카로워지는 반면 p값이 1보다 커지면 넓고 부드러운 양상을 보이는 결과물이 나올 수 있다.

[0047] 이처럼, 전처리부(200)는 역거리가중법을 이용하여 기상 데이터의 인자들 중 결측 인자를 보간함으로써, 연속된 훈련 데이터를 구축할 수 있다.

[0048] 그리고, 전처리부(200)는 결측치가 보간된 기상 데이터에 대해 최대-최소 스케일링(min-max scaling)을 수행할 수 있다.

[0049] 기상 데이터는 서로 다른 단위를 가진 물리량으로 입력변수 간 절대값의 차이가 크면 학습부(300)에서 학습 시 많은 시간이 소모될 수 있다. 이때, 최대-최소 스케일링 기법은 각 입력 변수 별로 최소값을 빼고 전체 범위로 나누는 방식으로 본래 데이터의 분포를 유지하여 정보를 변형시키지 않는 기법이다.

[0050] 즉, 전처리부(200)는 최대-최소 스케일링 기법을 이용하여 결측치가 보간된 기상 데이터에 대해 입력변수 간 변동 범위를 유사하게 변환할 수 있고, 이를 통해, 학습부(300)에서 학습 시 많은 시간이 소모되지 않는 효과가 있다.

[0051] 학습부(300)는 인공지능 딥러닝 LSTM을 통해 전처리부(200)에서 전처리되어 구축된 연속된 훈련 데이터를 학습하여 학습 데이터를 구축할 수 있다. 이때, 학습부(300)는 학습 시 상기 기상 데이터 중 시정을 범주로 구분된 카테고리와 대응되도록 딥러닝 학습을 수행할 수 있다.

[0052] 구체적으로, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 딥러닝 기반 안개 예측 시스템의 시정을 범주로 구분된 카테고리를 설명하기 위한 도면으로 도 3을 참조하면, 상기 카테고리는 시정 범주가 0~200m인 제1 카테고리, 시정 범주가 200~500m인 제2 카테고리, 시정 범주가 500~1000m인 제3 카테고리, 시정 범주가 1000~2000m인 제4 카테고리, 시정 범주가 2000~5000m인 제4 카테고리 및 시정 범주가 5000m 이상인 제6 카테고리를 포함할 수 있다.

[0053] 학습부(300)는 이와 같은 시정을 범주로 구분된 카테고리와 대응되는 시정 범주를 학습할 수 있으며, 시정 값이 아닌 시정 범주를 학습함으로써 후술하는 예측부(400)에서 안개 유무를 예측하는 정확도를 높일 수 있다.

[0054] 여기서, 안개는 시정이 1000m 이하로 낮아지는 현상으로 제1 카테고리, 제2 카테고리 및 제3 카테고리의 시정 범주는 안개가 발생하는 데이터이고, 제4 카테고리, 제5 카테고리 및 제6 카테고리의 시정 범주는 안개가 발생하지 않는 데이터이다.

[0055] 이때, 안개는 자주 발생하는 기상현상이 아니기 때문에 학습부(300)가 학습할 학습 데이터를 구축할 시 안개가 발생하는 카테고리 즉, 제1 카테고리, 제2 카테고리 및 제3 카테고리의 데이터 수가 안개가 발생하지 않는 카테고리 즉, 제4 카테고리, 제5 카테고리 및 제6 카테고리의 데이터 수보다 현저히 적을 수 있다.

[0056] 이를 위해 전처리부(200)는 상기 카테고리 간의 균형을 맞춰주기 위하여 오버샘플링을 수행할 수 있다.

[0057] 오버샘플링은 소수 범주에 속한 데이터를 다수 범주와 균형을 이루도록 하는 방법으로 오버샘플링 방법으로 SMOTE(Synthetic Minority Oversampling Technique)를 사용할 수 있다. SMOTE는 소수 범주의 데이터를 최근접 이웃(k-Nearest Neighbor) 알고리즘을 활용하여 근접한 데이터와 유사한 데이터를 새롭게 생성하는 기법이다.

[0058] 즉, 전처리부(200)는 오버샘플링을 수행하여 데이터 수가 적은 제1 카테고리, 제2 카테고리 및 제3 카테고리에 새로운 데이터를 생성함으로써, 제4 카테고리, 제5 카테고리 및 제6 카테고리의 데이터 수와 균형을 맞춰줄 수 있다.

[0059] 이를 통해, 학습부(300)는 균형이 맞춰진 훈련 데이터를 학습하여 학습 데이터를 구축할 수 있어, 후술하는 예측부(400)에서 안개 유무를 예측하는 정확도를 높일 수 있다.

[0060] 예측부(400)는 학습부(300)에서 학습된 학습 데이터와 실시간 기상 데이터를 바탕으로 시정을 예측하여 안개 유무를 예측할 수 있다. 구체적으로, 예측부(400)는 예측된 시정이 제1 카테고리, 제2 카테고리 및 제3 카테고리 중 어느 하나에 속하면 안개가 발생하는 것으로 판단할 수 있다.

[0061] 즉, 예측부(400)는 시정을 예측하고 시정이 1000m 이하로 낮아지는 범주에 속하면 안개가 발생하는 것으로 판단하여 예측 정보를 제공할 수 있다.

[0062] 도 4는 예측부(400)가 실시간 기상 데이터의 관측 시간으로부터 한 시간 후, 두 시간 후, 및 세 시간 후의 안개 유무를 예측한 것을 도시한 도면이다.

[0063] 도 4를 참조하면, 예측부(400)는 상기 실시간 기상 데이터의 관측 시간으로부터 한 시간 후, 두 시간 후, 및 세

시간 후의 안개 유무를 예측할 수 있다. 이처럼, 예측부(400)는 안개 유무를 단기 예측하여 예측 정확도가 향상된 다양한 예측 정보를 제공할 수 있다.

[0064] 한편, 실시간 기상 데이터는 기상청 방재기상 정보시스템으로부터 수집할 수 있고, 실시간 기상 데이터의 인자들은 기온, 상대습도, 풍향, 풍속 및 시정일 수 있다.

[0065] 이때, 실시간 기상 데이터도 기상 데이터와 마찬가지로 기상청 방재기상 정보시스템으로부터 수집하여 결측 인자가 있을 수 있다. 이를 위해, 예측부(400)는 상기 실시간 기상 데이터의 인자들 중 결측 인자를 보간하기 위하여 이전 시간 또는 이전 날의 기상 데이터를 토대로 결측 인자를 보간할 수 있다.

[0066] 구체적으로, 예측부(400)는 실시간 기상 데이터의 인자들 중 결측 인자를 이전 시간 또는 이전 날의 기상 데이터를 값을 그대로 사용할 수 있다.

[0067] 또는, 실시간 기상 데이터의 인자들 중 결측 인자가 아닌 인자들과 이전 시간 또는 이전 날의 기상을 토대로 결측 인자를 예측하여 보간할 수 있다.

[0068] 예를 들어 실시간 기상 데이터 중 기온 인자가 결측 인자일 경우, 실시간 기상 데이터 중 기온 인자를 제외한 상대습도, 풍향, 풍속 및 시정값과 비슷한 이전 시간 또는 이전 날의 데이터를 활용하여 실시간 기온을 예측할 수 있다. 실시간 기온 예측은 예측 알고리즘을 구성하여 이용할 수 있다.

[0069] 이처럼, 예측부(400)는 실시간 기상 데이터를 연속된 데이터로 구축하여 이와 학습 데이터를 바탕으로 안개의 유무를 예측하기 때문에 예측 정확도는 더욱 효과적으로 향상될 수 있다.

[0070] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 딥러닝 기반 안개 예측 방법의 순서도를 나타낸 도면이다.

[0071] 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 딥러닝 기반 안개 예측 방법은 기상 데이터를 수집하는 데이터 수집단계(S100)와, 수집된 상기 기상 데이터를 전처리하여 연속된 훈련 데이터를 구축하는 전처리단계(S200)와, 인공지능 딥러닝 LSTM을 통해 상기 훈련 데이터를 학습하는 학습단계(S300)와, 상기 학습단계(S300)에서 학습된 학습 데이터와 실시간 기상 데이터를 바탕으로 안개 유무를 예측하는 예측단계(S400)를 포함한다.

[0072] 데이터 수집단계(S100)는 기상청 방재기상 정보시스템으로부터 기온, 상대습도, 풍향, 풍속 및 시정의 기상 데이터를 수집하는 단계이다.

[0073] 전처리단계(S200)는 수집된 기상 데이터의 결측치를 보간하여 연속된 훈련 데이터를 구축하는 단계이다.

[0074] 구체적으로, 역거리가중법을 이용하여 기상 데이터의 인자들 중 결측 인자를 보간함으로써, 연속된 훈련 데이터를 구축할 수 있다. 이후, 최대-최소 스케일링 기법을 이용하여 결측치가 보간된 기상 데이터에 대해 입력변수 간 변동 범위를 유사하게 변환할 수 있다. 또한, 전처리단계(S200)는 기상 데이터 중 시정을 범주로 구분된 카테고리 간의 균형을 맞춰주기 위하여 오버샘플링을 수행할 수 있고, 오버샘플링 방법으로 SMOTE을 사용할 수 있다.

[0075] 학습단계(S300)는 인공지능 딥러닝 LSTM을 통해 전처리단계(S200)에서 전처리되어 구축된 연속된 훈련 데이터를 학습하여 학습 데이터를 구축하는 단계이다.

[0076] 이때, 학습단계(S300)는 학습 시 상기 기상 데이터 중 시정을 범주로 구분된 카테고리와 대응되도록 딥러닝 학습을 수행할 수 있고, 시정 값이 아닌 시정 범주를 학습함으로써 후술하는 예측단계(S400)에서 안개 유무를 예측하는 정확도를 높일 수 있다.

[0077] 예측단계(S400)는 예측부(400)는 학습부(300)에서 학습된 학습 데이터와 실시간 기상 데이터를 바탕으로 시정을 예측하여 안개 유무를 예측하는 단계이다.

[0078] 구체적으로, 예측부(400)는 예측된 시정이 제1 카테고리, 제2 카테고리 및 제3 카테고리 중 어느 하나에 속하면 안개가 발생하는 것으로 판단할 수 있다.

[0079] 또한, 예측단계(S400)는 상기 실시간 기상 데이터의 인자들 중 결측 인자를 보간하기 위하여 이전 시간 또는 이전 날의 기상 데이터를 토대로 결측 인자를 보간할 수 있다.

[0080] 상술한 바와 같이 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시예에 한정되지 아니하며, 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변

형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어서는 안 될 것이다.

부호의 설명

[0081] 100 : 데이터 수집부

200 : 전처리부

300 : 학습부

400 : 예측부

S100 : 데이터 수집단계

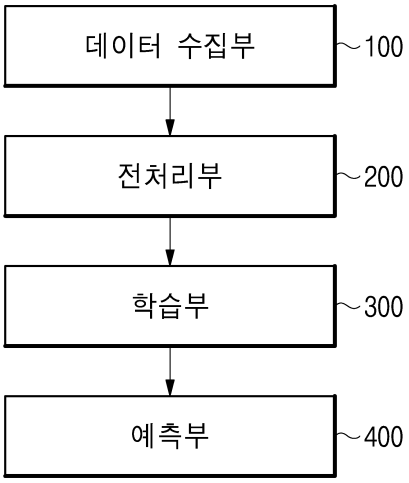
S200 : 전처리단계

S300 : 학습단계

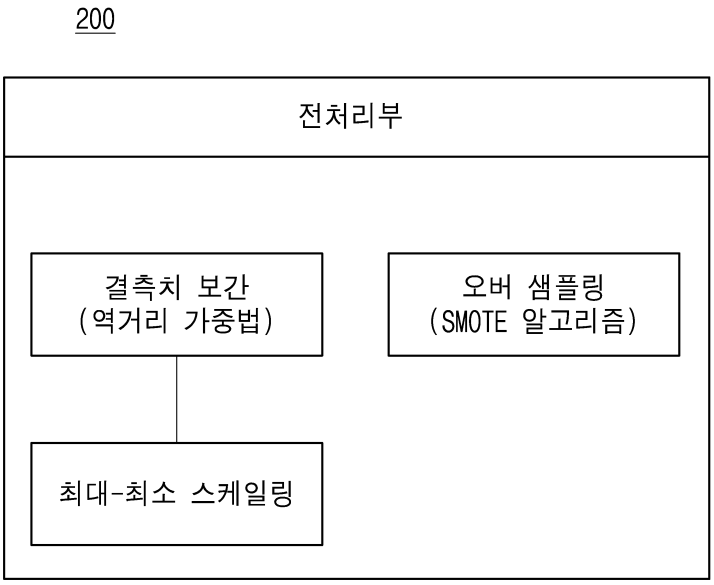
S400 : 예측단계

도면

도면1



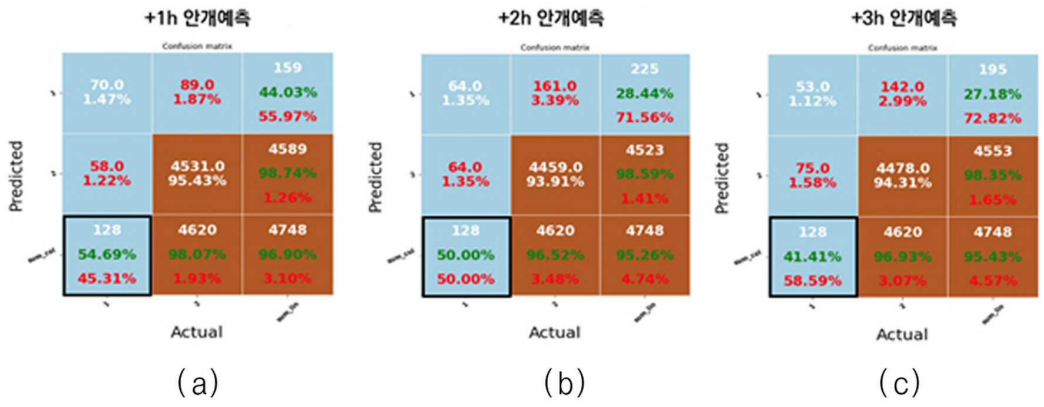
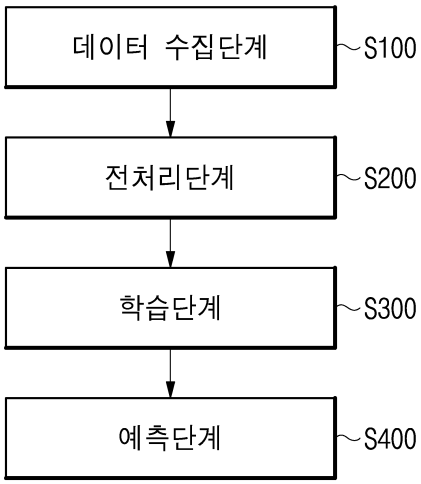
도면2


200
전처리부
결측치 보간
(역거리 가중법)
오버 샘플링
(SMOTE 알고리즘)
최대-최소 스케일링

도면3

카테고리
제1 카테고리 : 0 ~ 200m
제2 카테고리 : 200 ~ 500m
제3 카테고리 : 500 ~ 1000m
제4 카테고리 : 1000 ~ 2000m
제5 카테고리 : 2000 ~ 5000m
제6 카테고리 : 5000 ~
안개

도면4


+1h 안개예측
Confusion matrix
70.0 1.47%
89.0 1.87%
159 44.03% 55.97%
58.0 1.22%
4531.0 95.43%
4589 98.74% 1.26%
128 54.69% 45.31%
4620 98.07% 1.93%
4748 96.90% 3.10%
Predicted
Actual
(a)
+2h 안개예측
Confusion matrix
64.0 1.35%
161.0 3.39%
225 28.44% 71.56%
64.0 1.35%
4459.0 93.91%
4523 98.59% 1.41%
128 50.00% 50.00%
4620 96.52% 3.48%
4748 95.26% 4.74%
Predicted
Actual
(b)
+3h 안개예측
Confusion matrix
53.0 1.12%
142.0 2.99%
195 27.18% 72.82%
75.0 1.58%
4478.0 94.31%
4553 98.35% 1.65%
128 41.41% 58.59%
4620 96.93% 3.07%
4748 95.43% 4.57%
Predicted
Actual
(c)

도면5