



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년06월04일
(11) 등록번호 10-2260990
(24) 등록일자 2021년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01W 1/10 (2006.01) G01W 1/00 (2006.01)
G06F 17/16 (2006.01) G06T 3/40 (2006.01)
G06T 5/00 (2019.01)
(52) CPC특허분류
G01W 1/10 (2013.01)
G06F 17/16 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0107047
(22) 출원일자 2020년08월25일
심사청구일자 2020년08월25일
(56) 선행기술조사문헌
KR102082934 B1
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
주식회사 엘피에스코리아
서울특별시 강서구 공항대로 227, 918호(마곡동, 마곡센트럴타워1)
(72) 발명자
신희경
서울특별시 양천구 목동중앙북로 38(목동956) 목동 롯데캐슬 위너 107동 1204호
(74) 대리인
박진호, 이재명, 김태완

전체 청구항 수 : 총 6 항

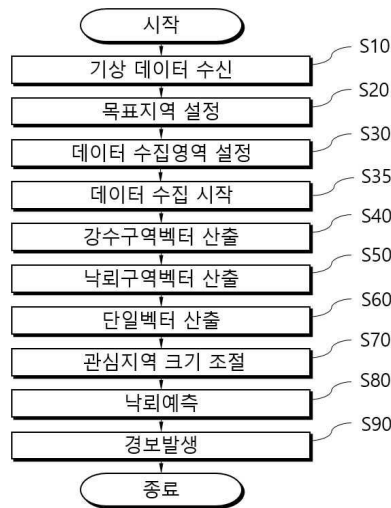
심사관 : 신동혁

(54) 발명의 명칭 **낙뢰 예측 방법**

(57) 요약

본 발명은 강수밀도가 높은 강수구역의 이동방향과 낙뢰의 이동방향을 모두 고려하여 낙뢰발생의 확률을 산출함으로써, 낙뢰 예측의 정확도를 높이고, 특정 지역에 낙뢰가 발생할 가능성과 발생시각을 예측하고 실시간으로 경보를 발생함으로써, 낙뢰로부터 구조물을 보호하거나 적절한 보호 대책을 세울 수 있도록 하는 낙뢰 예측 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06T 3/40 (2013.01)
G06T 5/006 (2018.01)
G06T 7/11 (2017.01)
G01W 2001/006 (2013.01)
G01W 2203/00 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR101105295 B1
KR101435648 B1
KR1020130049521 A
KR101860742 B1

명세서

청구범위

청구항 1

기상 데이터를 수신하는 기상 데이터 수신단계;
 낙뢰를 예측할 목표지역을 설정하는 목표지역 설정단계;
 상기 목표지역을 기준으로 하여 데이터 수집영역을 설정하는 데이터 수집영역 설정단계;
 상기 데이터 수집영역에서 상기 기상 데이터로부터 강수구역이동벡터를 산출하는 강수구역벡터 산출단계;
 상기 데이터 수집영역에서 상기 기상 데이터로부터 낙뢰구역이동벡터를 산출하는 낙뢰구역벡터 산출단계;
 상기 강수구역이동벡터와 상기 낙뢰구역이동벡터의 벡터합을 구해 단일벡터 산출하는 단일벡터 산출단계; 및
 상기 단일벡터가 상기 목표지역을 통과하는지 예측하는 낙뢰예측단계를 포함하는 낙뢰 예측 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,
 상기 데이터 수집영역은,
 상기 목표지역을 포함하면서 상기 목표지역보다 영역이 넓은 관심지역을 포함하는 낙뢰 예측 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,
 상기 단일벡터가 상기 관심지역을 통과하면 경보를 발생시키는 경보발생단계를 더 포함하는 낙뢰 예측 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,
 상기 강수구역 벡터 산출단계는,
 상기 기상 데이터를 흑백으로 처리하는 영상흑백처리단계;
 흑백 처리된 상기 기상 데이터에서 강수밀도에 따라 경계를 설정하는 경계설정단계; 및
 상기 경계의 이동벡터를 산출하고, 평균을 구하여 강수구역이동벡터를 산출하는 강수구역이동벡터 산출단계를 포함하는 낙뢰 예측 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,
 상기 낙뢰구역벡터 산출단계는,
 상기 기상 데이터에서 상기 낙뢰구역을 추출하는 낙뢰구역 추출단계;
 상기 낙뢰구역의 중심점을 일정 시간마다 검출하는 중심점 검출단계; 및
 상기 중심점의 이동벡터를 산출하여 상기 낙뢰구역이동벡터를 산출하는 낙뢰구역이동벡터 산출단계를 포함하는 낙뢰 예측 방법.

청구항 6

제 2항에 있어서,
 상기 단일벡터 산출단계 이후에 상기 단일벡터의 크기에 따라 상기 관심지역의 크기를 조절하는 관심지역 크기

조절단계를 더 포함하는 낙뢰 예측 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 낙뢰 예측 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 특정 지역에 낙뢰가 발생할 가능성과 발생시각을 예측하고 실시간으로 경보를 발생하여 낙뢰를 사전에 대비하기 위한 낙뢰 예측 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적으로 낙뢰의 발생원인이 되는 가장 보편적인 것은 뇌운으로써, 이러한 뇌운은 전기로 충전되어 있고 대체로 상부는 양전하를 띤 얼음결정을 이루고, 하부는 음전하를 띤 물방울로 이루어져 있다.
- [0003] 이러한 뇌운은 강력한 상승 기류가 존재하는 적운 단계, 상승 하강 기류와 돌풍 천둥 번개 그리고 소나기를 동반하는 성층 단계 및 하강 기류가 우세하면서 안정을 되찾는 소멸단계를 거쳐 생성되는데, 종종 고온 다습한 공기가 불안정한 환경에서 상승하는 경우 발생하기 쉽다.
- [0004] 뇌운 안에 플러스와 마이너스의 전기가 쌓여 가면, 그 쌓인 전기를 중화하기 위해, 구름과 구름 사이나 구름과 대지 사이에서 방전이 발생하는데, 이 중, 구름과 대지 사이의 방전이 낙뢰이다.
- [0005] 낙뢰는 정전, 화재, 시설물 파괴와 인명 피해 등 매우 좁은 지역에 큰 피해를 남기는 기상 현상이다.
- [0006] 낙뢰는 매년 100만여 건 정도 발생하는 것으로 통계 되는데, 이러한 낙뢰로 인해 발생하는 피해 및 그 규모는 지상을 비롯한 해상, 항공 영역까지 날로 늘어나고 있다.
- [0007] 이로 인해, 낙뢰 발생을 예측하는 기술은 뇌운의 활동과 이동경로, 낙뢰의 발생을 예지할 수 있게 해줌으로써 우주선 발사시 기상조건의 관측, 지상 주요 건축물과 전력설비에서의 안전대책, 골프장과 운동장에서 활동의 안전성 확보 등 다양한 분야에서 기상관측과 낙뢰에 의한 피해방지 대책의 수단으로 적용되고 있다.
- [0008] 종래기술(특허문헌 1)은 악천후에 대한 가능성의 예측에 관한 것으로, 낙뢰 셀들의 위치, 속력, 방향을 기반으로 임계 낙뢰율을 결정하여 낙뢰를 예측하는 방법에 대해 개시하고 있다.
- [0009] 하지만, 종래기술은 레이더 기반이 아닌 낙뢰 검출 시스템 기반 데이터로 낙뢰 셀만을 확인하고, 낙뢰가 발생할 가능성이 큰 강수밀도가 높은 강수구역의 이동방향은 고려하지 않기 때문에, 강수밀도가 높은 강수구역의 이동방향과 낙뢰의 이동방향이 일치하지 않을 경우, 낙뢰 예측의 정확도가 감소하는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1929990호 (발명의 명칭: 악천후에 대한 가능성의 예측, 공고일: 2018. 12. 18)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 이에 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 강수밀도가 높은 강수구역의 이동방향과 낙뢰의 이동방향을 모두 고려하여 낙뢰발생의 확률을 산출함으로써, 낙뢰 예측의 정확도를 높이고, 특정 지역에 낙뢰가 발생할 가능성과 발생시각을 예측하고 실시간으로 경보를 발생함으로써, 낙뢰로부터 구조물을 보호하거나 적절한 보호 대책을 세울 수 있도록 하는 낙뢰 예측 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0012] 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

[0013] 상술한 과제를 해결하기 위하여, 본 발명에 따른 낙뢰 예측 방법은, 기상 데이터를 수신하는 기상 데이터 수신

단계와, 낙뢰를 예측할 목표지역을 설정하는 목표지역 설정단계와, 상기 목표지역을 기준으로 하여 데이터 수집 영역을 설정하는 데이터 수집영역 설정단계와, 상기 데이터 수집영역에서 상기 기상 데이터로부터 강수구역이동 벡터를 산출하는 강수구역벡터 산출단계와, 상기 데이터 수집영역에서 상기 기상 데이터로부터 낙뢰구역이동 벡터를 산출하는 낙뢰구역벡터 산출단계와, 상기 강수구역이동벡터와 상기 낙뢰구역이동벡터의 벡터합을 구해 단일벡터 산출하는 단일벡터 산출단계 및 상기 단일벡터가 상기 목표지역을 통과하는지 예측하는 낙뢰예측단계를 포함한다.

[0014] 여기서, 상기 데이터 수집영역은, 상기 목표지역을 포함하면서 상기 목표지역보다 영역이 넓은 관심지역을 포함한다.

[0015] 또한, 상기 단일벡터가 상기 관심지역을 통과하면 경보를 발생시키는 경보발생단계를 더 포함한다.

[0016] 또한, 상기 강수구역 벡터 산출단계는 상기 기상 데이터를 흑백으로 처리하는 영상흑백처리단계와, 흑백 처리된 상기 기상 데이터에서 강수밀도에 따라 경계를 설정하는 경계설정단계 및 상기 경계의 이동벡터를 산출하고, 평균을 구하여 강수구역이동벡터를 산출하는 강수구역이동벡터 산출단계를 포함한다.

[0017] 또한, 상기 낙뢰구역벡터 산출단계는 상기 기상 데이터에서 상기 낙뢰구역을 추출하는 낙뢰구역 추출단계와, 상기 낙뢰구역의 중심점을 일정 시간마다 검출하는 중심점 검출단계 및 상기 중심점의 이동벡터를 산출하여 상기 낙뢰구역이동벡터를 산출하는 낙뢰구역이동벡터 산출단계를 포함한다.

[0018] 또한, 상기 단일벡터 산출단계 이후에 상기 단일벡터의 크기에 따라 상기 관심지역의 크기를 조절하는 관심지역 크기 조절단계를 더 포함한다.

발명의 효과

[0019] 본 발명의 낙뢰 예측 방법에 따르면 다음과 같은 효과가 하나 혹은 그 이상 있다.

[0020] 첫째, 강수밀도가 높은 강수구역의 이동방향과 낙뢰의 이동방향을 모두 고려하여 낙뢰발생의 확률을 산출함으로써 낙뢰의 이동속도 및 방향 예측의 정확도를 높일 수 있는 이점이 있다.

[0021] 둘째, 목표지역에 낙뢰가 발생할 가능성과 발생시각을 예측함으로써, 사전 대비를 효율적으로 할 수 있다는 이점이 있다.

[0022] 셋째, 수집된 기상 데이터를 바탕으로 낙뢰를 예측하여 실시간으로 경보를 발생함으로써, 사전에 사고나 재난을 예방할 수 있어, 업무의 효율성을 높이고 인명 또는 재산 피해를 막을 수 있는 이점이 있다.

[0023] 넷째, 최초 경보가 발생한 후 부터 낙뢰가 목표지역에 도달할 때까지 걸리는 예측시간간격을 설정하여, 설정된 시간에 맞춰서 낙뢰의 속도에 따라 관심지역의 크기를 조절함으로써, 사용자가 원하는 만큼 사전에 낙뢰에 대비할 수 있는 충분한 시간을 가질 수 있어 사고나 재난을 예방할 수 있는 이점도 있다.

[0024] 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

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 낙뢰 예측 방법의 순서도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 강수구역벡터 산출단계의 세부 단계를 도시한 순서도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 강수구역벡터 산출단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 강수구역벡터 산출단계의 경계설정단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 낙뢰구역벡터 산출단계의 세부 단계를 도시한 순서도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 낙뢰구역벡터 산출단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 관심지역 크기 조절단계를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시

예들을 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.

- [0027] 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.
- [0028] 이하, 본 발명의 실시예들에 의한 낙뢰 예측 방법을 설명하기 위하여 도면들을 참고하여 본 발명에 대해 설명하도록 한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 낙뢰 예측 방법의 순서도이다.
- [0030] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 낙뢰 예측 방법은 기상 데이터 수신단계(S10), 목표지역 설정단계(S20), 데이터 수집영역 설정단계(S30), 데이터 수집 시작단계(S35), 강수구역벡터 산출단계(S40), 낙뢰구역벡터 산출단계(S50), 단일벡터 산출단계(S60), 관심지역 크기 조절단계(S70), 낙뢰예측단계(S80), 경보발생단계(S90)를 포함한다.
- [0031] 먼저, 기상 데이터 수신단계(S10)에서는 기상청 등 기상 서비스 제공 기관으로부터 낙뢰 관측 영상 및 강수레이더 관측 영상을 실시간으로 획득하고, 획득한 정보로 낙뢰 예측을 수행하기 위한 데이터를 축적 및 분석한다.
- [0032] 낙뢰 관측 영상에서는 낙뢰 시스템에서 관측된 낙뢰가 발생한 지점들에 대한 위치 정보가 지도상에 표시되며, 강수레이더 관측 영상에서는 기상 레이더에서 관측된 레이더 영상을 통해 시간당 강수량에 따른 강수구역 정보를 색깔로 구분하여 제공한다. 낙뢰 관측 영상 및 강수레이더 관측 영상은 낙뢰구역벡터 산출단계(S50) 및 강수구역벡터 산출단계(S40)에서 단일벡터(300) 산출을 위해 낙뢰구역벡터(200) 및 강수구역벡터(100)를 구하는데 사용된다.
- [0033] 목표지역 설정단계(S20)에서는 낙뢰를 예측할 목표지역(2)을 설정한다. 목표지역(2)은 사용자가 원하는 크기만큼 원하는 장소에 설정할 수 있다. 예를 들면, 발전소나 공장 등 특정 건물들이 있는 지역이 될 수 있다.
- [0034] 데이터 수집영역 설정단계(S30)에서는, 목표지역(2)을 기준으로 하여 데이터 수집영역(4)을 설정한다. 데이터 수집영역(4)은 목표지역(2)에 낙뢰가 발생할 가능성과 발생시각을 예측하기 위하여 기상 데이터를 수집하기 위한 영역이다. 데이터 수집영역(4)은 목표지역(2)을 중심으로 사용자가 원하는 크기만큼 설정할 수 있으며, 본 실시예에 따른 낙뢰 예측 방법에서 데이터 수집영역(4)은 낙뢰를 예측하기 위하여 목표지역(2) 및 후술하게 될 관심지역(3)보다 충분히 넓은 영역으로 설정되는 것이 바람직하다.
- [0035] 또한, 데이터 수집영역(4)은 목표지역(2)보다 영역이 넓은 관심지역(3)을 포함하며, 목표지역(2) 및 관심지역(3) 이외의 더 넓은 지역을 포함한다. 관심지역(3)은 목표지역(2)만 존재할 경우에 경보발생 시 낙뢰에 대비하기 위한 시간이 촉박하기 때문에 이를 방지하기 위하여 목표지역(2)을 중심으로 목표지역(2)보다 넓은 범위에서 설정되며, 세부지역 구분을 통한 낙뢰의 방향성 예측이 가능하므로 낙뢰에 대비하기 용이하다. 관심지역(3)의 크기는 낙뢰의 이동속도에 따라 조절되는데, 이는 후술하도록 한다.
- [0036] 데이터 수집 시작단계(S35)에서는, 데이터 수집영역(4) 내에서 낙뢰가 발생할 경우, 기상 데이터 수신단계(S10)에서 획득한 기상 데이터 중에서, 데이터 수집영역(4) 내의 기상 데이터를 수집하기 시작하고, 수집된 기상 데이터는 낙뢰 예측을 수행하기 위하여, 강수구역벡터 산출단계(S40) 및 낙뢰구역벡터 산출단계(S50)에서 강수구역벡터(100) 및 낙뢰구역벡터(200)를 산출하는 데 사용된다.
- [0037] 강수구역벡터 산출단계(S40)에서는, 데이터 수집영역(4) 내에서 낙뢰가 발생할 경우, 강수구역벡터(100)를 산출하고, 낙뢰구역벡터 산출단계(S50)에서는, 데이터 수집영역(4) 내에서 낙뢰가 발생할 경우, 낙뢰구역벡터(200)를 산출한다. 강수구역의 이동방향과 낙뢰의 이동방향을 모두 고려하여 낙뢰발생의 확률을 산출함으로써, 낙뢰 예측의 정확도를 향상시킬 수 있다. 강수구역벡터 산출단계(S40) 및 낙뢰구역벡터 산출단계(S50)의 세부단계에 대한 상세한 설명은 후술하도록 한다.
- [0038] 단일벡터 산출단계(S60)에서는, 산출된 강수구역벡터(100) 및 낙뢰구역벡터(200)의 벡터합을 구하여 단일벡터(300)를 산출하고, 단일벡터(300)의 이동방향 및 속도를 결정한다. 여기서, 산출된 단일벡터(300)의 이동방향

및 속도가 낙뢰의 이동방향 및 속도가 된다.

- [0039] 관심지역 크기 조절단계(S70)에서는, 산출된 단일벡터(300)의 속도에 따라 관심지역(3)의 크기를 조절한다. 이에 대한 상세한 설명은 후술하도록 한다.
- [0040] 낙뢰예측단계(S80)에서는, 산출된 단일벡터(300)의 이동방향이 목표지역(2)에 통과할 가능성에 따라 낙뢰가 목표지역(2)에 발생할 확률을 산출하고, 단일벡터(300)의 속도에 따라 목표지역(2)에서 낙뢰가 발생할 시각을 예측한다.
- [0041] 예를 들면, 단일벡터(300)가 관심지역(3)의 경계선을 기준으로 바깥을 통과할 시에는, 목표지역(2)에 낙뢰가 발생할 확률을 0퍼센트로 하고, 단일벡터(300)가 통과하는 지점이 관심지역(3)의 경계선을 기준으로 목표지역(2)에 가까워질수록 확률이 높아지며, 단일벡터(300)가 목표지역(2)을 통과하면 낙뢰가 발생할 확률은 100퍼센트가 된다.
- [0042] 또한, 단일벡터(300)의 속도에 따라, 단일벡터(300)의 위치와 목표지역(2) 사이의 거리를 기준으로, 목표지역(2)에 낙뢰가 발생할 시각을 예측한다.
- [0043] 경보발생단계(S90)에서는, 단일벡터(300)가 관심지역(3)의 경계에 도달하면, 최초 경보를 발생시켜 낙뢰 발생 가능성 및 예상 발생 시간을 알린다. 최초 경보 이후에도, 일정한 시간 간격으로 경보를 반복함으로써 낙뢰 정보를 받아볼 수 있으며, 관심지역(3) 내에서 낙뢰 정보가 소멸하여 낙뢰 발생 가능성이 없는 것으로 간주되면, 일정시간 이후 경보를 해지할 수 있다.
- [0044] 이 때, 경보발령방식은 모니터링 소프트웨어를 통한 온라인 경보, 경보등, 스피커 및 문자 알림 서비스 등 어느 하나에 제한되지 않으며, 사용자의 요구에 따른 다양한 형태로 경보를 발령함으로써, 편리하게 낙뢰에 대한 정보를 받아볼 수 있어 현장에서 즉각적인 대처가 가능하다.
- [0045] 다음으로, 도 2 내지 4를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 강수구역벡터 산출단계(S40)에 대해 설명한다.
- [0046] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 강수구역벡터 산출단계(S40)의 세부 단계를 도시한 순서도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 강수구역벡터 산출단계(S40)를 설명하기 위한 도면이며, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 강수구역벡터 산출단계(S40)의 경계설정단계(S42)를 설명하기 위한 도면이다.
- [0047] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 강수구역벡터 산출단계(S40)의 세부 단계는 영상흑백처리단계(S41), 경계설정단계(S42), 강수구역이동벡터 산출단계(S43)을 포함한다.
- [0048] 먼저, 강수구역벡터 산출단계(S40)에서 강수구역벡터(100)를 산출하기 위하여 사용하는 강수레이더 관측 영상은 기상청 등 기상 서비스 제공 기관을 통해 오픈 에이피아이(Open API)로 배포되는 CAPPI(Constant Altitude Plan Position Indicator) 데이터를 사용한다. 기상청으로부터 확보된 자료는 CAPPI 데이터 자료로써 텍스트 데이터 형태이다. 상기 CAPPI 데이터 자료는 영상화처리를 통해 이미지 형태로 변환하여 강수구역이동벡터(110)를 구하는 데 사용된다.
- [0049] 도 3a를 참조하면, 영상흑백처리단계(S41)에서는 설정된 데이터 수집영역(4)에서 강수구역이동벡터(110)를 구하기 위해 영상을 흑백으로 변환한다. 영상의 흑백화를 통해 강수구역의 경계(5)를 효과적으로 검출할 수 있다.
- [0050] 도 3b를 참조하면, 경계설정단계(S42)에서는 데이터 수집영역(4) 내에서 강수밀도가 높은 구역을 광흐름(Optical Flow) 처리방법을 이용하여 경계(5) 및 경계점(5a)을 검출한다. 이 때, 본 실시예에 따른 낙뢰 예측 방법에 따르면, 낙뢰는 주로 강수구역 중에서도 강수밀도가 높은 곳에 위치하므로 20mm/h 이상의 강수밀도를 가진 강수구역에서 경계(5)를 검출하는 것이 바람직하다.
- [0051] 도 3c를 참조하면, 강수구역이동벡터 산출단계(S43)에서는 경계점들의 이동에 따라 경계점이동벡터(120)를 추출하고 경계점이동벡터(120)의 평균을 통해 하나의 강수구역이동벡터(110)를 산출한다.
- [0052] 도 4를 참조하면, 경계설정단계(S42)에 있어서 강수구역이 도 4a와 같이 폐곡선으로 이루어진 블록형태이면 각 이미지의 경계(5)를 검출하여 경계점(5a)이 이동된 벡터를 결정하면 강수구역이동벡터(110)를 산출할 수 있다. 또한, 도 4b와 같이 일정한 형태를 갖추지 못한 강수구역 형태의 경우에는 강수밀도에 따라 등고선을 먼저 전처리하여 생성한 후에, 등고선의 경계점이동벡터(120)를 구하는 방식을 사용한다.
- [0053] 도 4에 도시된 바와 같이, 강수레이더 관측 영상의 강수구역 이미지는 일정한 형태가 정해지지 않은 비정형 이미지이기 때문에 형태별로 적절한 알고리즘을 복합적으로 적용하여 정확도가 높은 이동벡터를 구할 수 있다.

- [0054] 다음으로, 도 5 및 도 6을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 낙뢰구역벡터 산출단계(S50)에 대해 설명한다.
- [0055] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 낙뢰구역벡터 산출단계(S50)의 세부 단계를 도시한 순서도이며, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 낙뢰구역벡터 산출단계(S50)를 설명하기 위한 도면이다.
- [0056] 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 낙뢰구역벡터 산출단계(S50)의 세부 단계는 낙뢰구역 추출단계(S51), 중심점 검출단계(S52), 낙뢰구역이동벡터 산출단계(S53)를 포함한다.
- [0057] 도 6을 참조하면, 먼저 낙뢰구역 추출단계(S51)에서는 기상청 등 기상 서비스 제공 기관으로부터 획득한 낙뢰 관측 영상을 통해 낙뢰구역(9)을 추출하고, 중심점 검출단계(S52)에서는 낙뢰구역(9)의 중심점을 검출한다. 이 때, 낙뢰구역(9)이 복수개일 경우에는 복수의 낙뢰구역(9)의 평균값을 중심점으로 하고, 추출된 낙뢰구역(9)에서 낙뢰발생지점(7)이 하나만 존재할 때에는 그 낙뢰발생지점(7)을 중심점으로 검출한다.
- [0058] 다음으로, 낙뢰구역이동벡터 산출단계(S53)에서는 검출된 중심점의 이동에 따라 구해지는 중심점의 이동벡터를 낙뢰구역이동벡터(210)로써 산출한다. 또한, 도 6에 도시된 바와 같이, 일정시간마다 반복해서 중심점을 검출하여 시간의 변화에 따라 낙뢰구역이동벡터(210)의 이동방향과 속도를 산출한다.
- [0059] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 관심지역 크기 조절단계(S70)를 설명하기 위한 도면이다.
- [0060] 도 7을 참조하면, 데이터 수집영역(4)은 데이터 수집영역(4) 내에, 목표지역(2)을 기준으로 목표지역(2)보다 넓은 범위의 관심지역(3)을 포함한다. 상기 관심지역(3)은 낙뢰가 목표지역(2)을 통과하기 전 충분한 시간을 가지고 낙뢰에 대비할 수 있도록 목표지역(2)보다 넓은 범위에서 설정된다. 이 때, 산출된 단일벡터(300)의 속도가 클수록 낙뢰의 이동속도가 증가하게 된다. 따라서, 관심지역(3)의 크기가 일정하다고 가정하였을 때, 단일벡터(300)의 속도가 커질수록, 단일벡터(300)가 관심지역(3)을 통과하여 최초 경보가 발생한 후 부터 목표지역(2)에 도달할 때까지의 시간이 짧아져 사용자가 낙뢰에 대비할 수 있는 시간이 짧아지게 되는 문제가 있다. 이를 방지하기 위하여, 관심지역 크기 조절단계(S70)에서는 최초 경보가 발생한 후 부터 낙뢰가 목표지역(2)에 도달할 때까지 걸리는 예측시간간격을 설정하여 설정된 시간만큼 낙뢰를 대비할 수 있도록 단일벡터(300)의 속도에 따라 관심지역(3)의 크기를 조절한다.
- [0061] 예를 들면, 단일벡터(300)의 속도가 100km/h로 일정하고 예측시간간격을 60분으로 설정했다고 가정했을 때, 관심지역(3)의 크기가 목표지역(2)의 경계를 기준으로 100km 반경으로 설정되어, 관심지역(3)의 경계에 단일벡터(300)가 도달하여 최초 경보가 발생한 후부터 목표지역(2)에 도달할 때까지, 설정된 예측시간간격만큼 낙뢰를 대비할 수 있다. 여기서, 관심지역(3)의 크기는 동일하고, 단일벡터(300)의 속도만 커질경우, 설정된 예측시간간격보다 빨리 목표지역(2)에 낙뢰가 발생하게 되므로, 관심지역(3)의 크기를 키움으로써 설정된 예측시간간격만큼 낙뢰를 대비할 수 있게 된다.
- [0062] 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 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전방으로부터 개별적으로 이해되어서는 안 될 것이다.

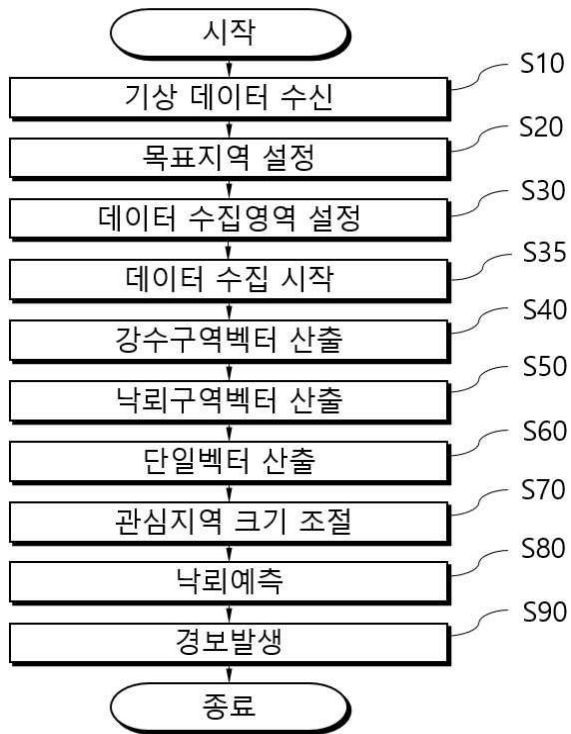
부호의 설명

- [0063] 2: 목표지역
- 3: 관심지역
- 4: 데이터 수집영역
- 5: 경계
- 5a: 경계점
- 7: 낙뢰발생지점
- 9: 낙뢰구역
- 100: 강수구역벡터
- 110: 강수구역이동벡터

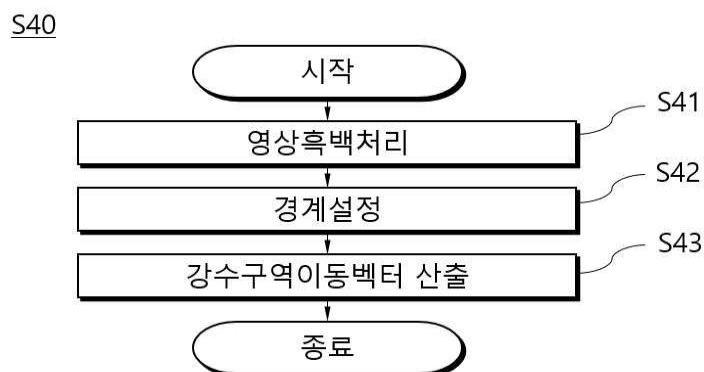
- 120: 경계점이동벡터
- 200: 낙뢰구역벡터
- 210: 낙뢰구역이동벡터
- 300: 단일벡터

도면

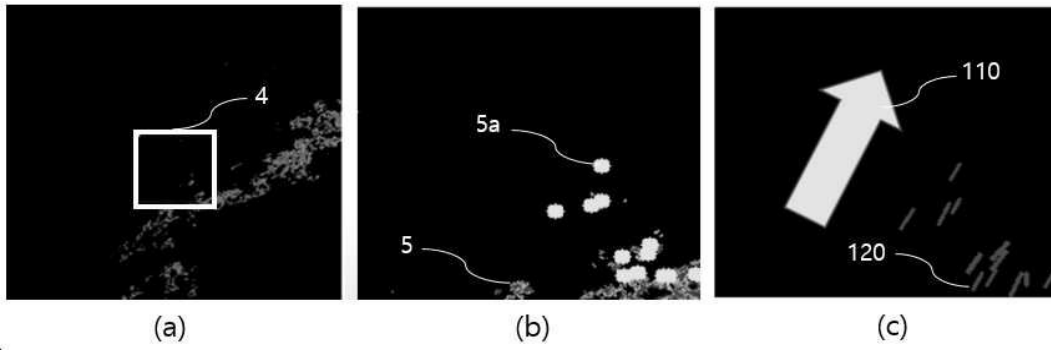
도면1



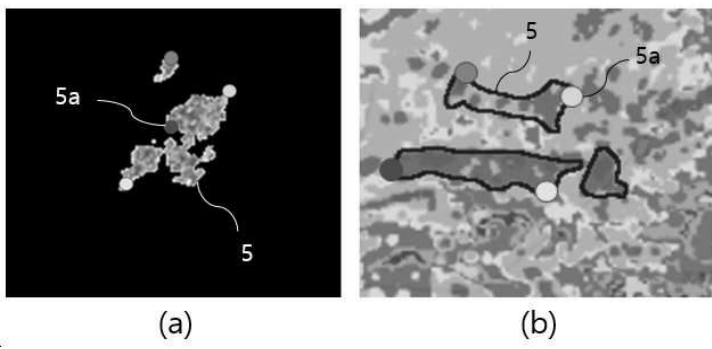
도면2



도면3

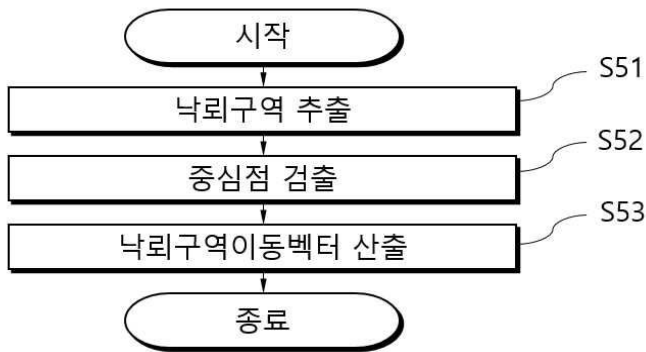


도면4

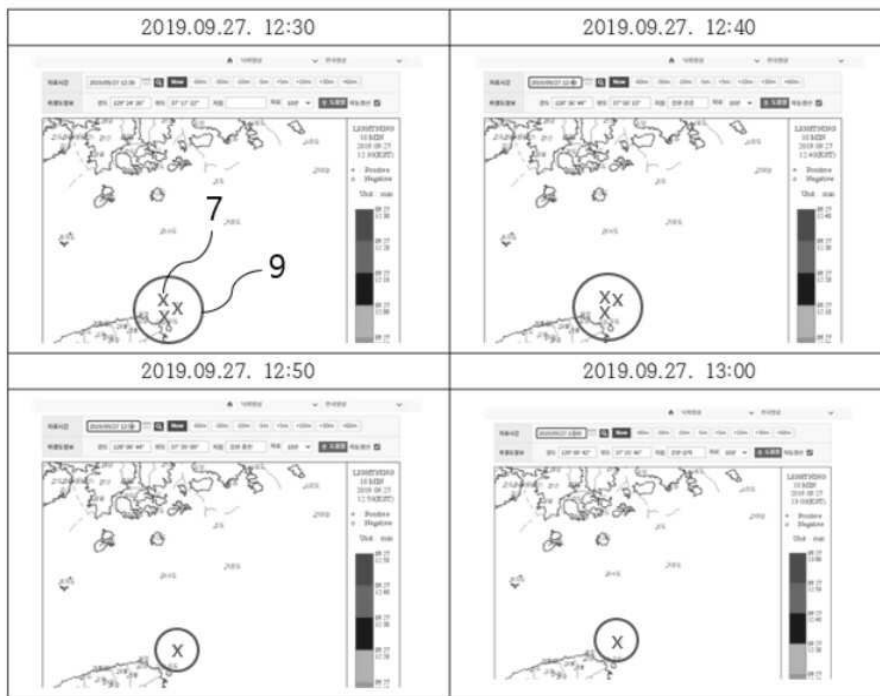


도면5

S50



도면6



도면7

