



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년09월25일
(11) 등록번호 10-1435583
(24) 등록일자 2014년08월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01W 1/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0111749
(22) 출원일자 2013년09월17일
심사청구일자 2013년09월17일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020090035066 A
KR100934700 B1
KR101191864 B1
KR100740347 B1

(73) 특허권자
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
한국과학기술원
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
(뒷면에 계속)
(72) 발명자
최용상
서울 서대문구 이화여대길 52, 아산공학관 105-3 (대현동, 이화여자대학교)
최한림
대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원 N7-2동 항공우주공학전공
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
남정길

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 김홍래

(54) 발명의 명칭 착빙 검출 시스템 및 검출 방법

(57) 요약

본 발명은 착빙 검출 시스템 및 검출 방법에 관한 것으로, 정지궤도 기상위성, 위성신호 수신기, 및 착빙 검출 장치를 포함하여, 기상위성에서 검출된 적외선 채널의 밝기온도 및 구름상 정보를 이용하여 착빙 여부와 착빙 세기를 결정하는 착빙 검출 시스템을 제공한다.

대표도 - 도1



(73) 특허권자

대한민국(기상청 국가기상위성센터)

충청북도 진천군 광혜원면 광혜원리 25-168

(주)지아이소프트

서울특별시 마포구 토정로 263, 동우빌딩 2층 (용강동)

(72) 발명자

오혜련

서울 관악구 관악로 1, 501동 401A호 (신림동, 서울대학교자연과학대학)

김상현

대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원 N7-2동 항공우주공학전공

정성래

충청북도 진천군 광혜원면 구암길 64-18 국가기상위성센터

특허청구의 범위

청구항 1

복수의 적외선 채널용 관측센서를 구비하고 복수의 적외선 채널로 밝기 온도 값을 출력하는 정지궤도 기상위성;

상기 정지궤도 기상위성으로부터 상기 복수의 적외선 채널 출력값을 수신하는 위성신호 수신기;

상기 적외선 채널 중 하나의 밝기온도 값이 제 1 설정 온도를 초과하면 구름상을 판단하여 상기 제 1 설정 온도를 초과하고 구름상이 혼합상이나 얼음상이 아니면 착빙 없음을 검출하고, 상기 제 1 설정온도를 초과하고 상기 구름상이 혼합상이나 얼음상이면 약한 착빙을 검출하고, 상기 밝기온도 값이 상기 제 1 설정온도 이하 제 2 설정온도 초과이면 약한 착빙을 검출하고, 상기 밝기온도 값이 상기 제 2 설정온도 이하 제 3 설정온도 이상이면 중간 착빙을 검출하고, 상기 밝기온도 값이 상기 제 3 설정온도 미만이면 강한 착빙을 검출하여 착빙 검출 정보를 출력하는 착빙 검출 장치를 포함하고,

여기서, 제 1 설정온도(T1)>제 2 설정온도(T2)>제 3 설정온도(T3) 인 착빙 검출 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 착빙 검출 장치는 상기 착빙 검출 정보를 구름상 정보와 함께 제공하는 착빙 검출 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제1 설정온도와 상기 제2 설정온도와 상기 제3 설정온도는 계절에 따라 조정되는 착빙 검출 시스템.

청구항 4

a)정지궤도 기상위성으로부터 관측 지역의 적외선 채널의 밝기 온도값 검출하는 단계;

b)상기 a) 단계의 상기 밝기 온도가 제 1 설정온도보다 큰지 판단하는 단계;

c)상기 b) 단계에서 상기 밝기온도가 제 1 설정온도보다 크면 구름상이 혼합상인지 얼음상인지 판단하는 단계;

d)상기 c) 단계에서 구름 상이 혼합상이나 얼음상이 아닌 경우 착빙이 없는 것으로 결정하는 단계;

e)상기 c) 단계에서 얼음상이나 혼합상인 경우 약한 착빙을 검출하는 단계;

f)상기 a) 단계의 상기 밝기온도가 제 1 설정온도 이하이고 제 2 설정온도보다 큰 경우 약한 착빙을 검출하는 단계;

g)상기 a) 단계의 상기 밝기 온도가 상기 제 2 설정온도 이하이고 제 3 설정온도 이상인 경우 중간 착빙을 검출하는 단계;

h)상기 a) 단계의 상기 밝기온도가 상기 제 3 설정온도보다 작은 경우 강한 착빙을 검출하는 단계를 포함하고,

여기서, 제 1 설정온도(T1)>제 2 설정온도(T2)>제 3 설정온도(T3)인 착빙 검출 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제1 설정온도와 상기 제2 설정온도와 상기 제3 설정온도는 계절에 따라 조정되는 착빙 검출 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 착빙 검출 시스템 및 검출 방법에 관한 것으로, 특히 정지궤도 기상위성에서 검출된 밝기온도의 경계값 검사와 구름상 자료를 이용하여 착빙을 지속적으로 검출하는 착빙 검출 시스템 및 착빙 검출 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 착빙은 0℃ 이하에서 대기에 노출된 항공기 날개나 동체 등에 과냉각수적이나 구름입자가 충돌하여 얼음 막을 형성하는 것을 일컫는다. 주로 항공기가 계류장에 주기 중이거나 공중에서 비행하는 중에 발생하며, 주변의 온도, 과냉각수적의 크기와 양, 그리고 항공기나 바람의 속도, 항공기 날개 단면의 크기나 형태 등에 영향을 받게 된다.

[0003] 항공기에 착빙이 일어나면 날개 표면이 울퉁불퉁해지면서 날개 주위의 공기 흐름이 흐트러지게 되고 이에 따라 항공기의 항력이 증가하고 양력이 감소될 뿐만 아니라 항공기 엔진이나 안테나의 기능을 저하시켜 항공기 조종에 영향을 주게 된다. 따라서, 장거리 비행을 계획할 때는 착빙에 관한 예보가 필요하다.

[0004] 현재 미국을 포함한 여러 국가에서는 위성으로부터 얻은 구름 산출물과 수치모델, 레이더, 항공기 조종사의 관측 및 지상 관측 결과를 종합하여 착빙을 매시간 산출하고 있다.

[0005] 그리고 유럽의 경우, 기상위성을 이용하여 착빙을 모니터링하고 있다. 그러나 이러한 항공기상요소들은 각 국가의 특성에 맞춰서 그 국가에 한정하여 예측이 이루어지고 있으므로 우리나라에 바로 적용하는 데에는 어려움이 있다. 또한, 조종사의 관측 보고에 따른 간헐적 정보로는 착빙을 지속적으로 모니터링하고 착빙으로 인해 발생하는 사고를 방지하는 데 어려움이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 착빙 산출은 직접 산출이 아닌 착빙 산출 모델링 결과를 이용하거나 지상 및 비행기 조종사에 의해 직접 관측되는 착빙 보고에 의해 국한되어 착빙 탐지를 이용하는 데 어려움이 있어 보다 정밀한 착빙 탐지 기술이 요구된다.

[0007] 본 발명은 국가기상위성센터에서 제공하는 MTSAT, COMS 위성자료를 이용하여 착빙의 실제 상황을 파악하여 항공기에 직접 제공할 수 있도록 하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 측면에 따르면, 복수의 적외선 채널용 관측센서를 구비하고 복수의 적외선 채널로 밝기 온도 값을 출력하는 정지궤도 기상위성; 상기 정지궤도 기상위성으로부터 상기 복수의 적외선 채널 출력값을 수신하는 위성신호 수신기; 상기 적외선 채널 중 하나의 밝기온도 값이 제 1 설정 온도(T1)를 초과하면 구름상을 판단하여 상기 제 1 설정온도를 초과하고 구름상이 혼합상이나 얼음상이 아니면 착빙 없음을 검출하고, 상기 제 1 설정온도를 초과하고 상기 구름상이 혼합상이나 얼음상이면 약한 착빙을 검출하고, 상기 밝기온도 값이 상기 제 1 설정온도 이하 제 2 설정온도(T2) 초과이면 약한 착빙을 검출하고, 상기 밝기온도 값이 상기 제 2 설정온도 이하 제 3 설정온도(T3) 이상이면 중간 착빙을 검출하고, 상기 밝기온도 값이 상기 제 3 설정온도 미만이면 강한 착빙을 검출하여 착빙 검출 정보를 출력하는 착빙 검출 장치를 포함하고, 여기서, 상기 T1, T2, T3의 관계는 제 1 설정온도(T1)>제 2 설정온도(T2)>제 3 설정온도(T3) 인 착빙 검출 시스템을 제공한다.

[0009] 상기 착빙 검출 장치는 상기 착빙 검출 정보를 구름상 정보와 함께 제공할 수 있다.

[0010] 본 발명의 다른 측면에 따르면, a)정지궤도 기상위성으로부터 관측 지역의 적외선 채널의 밝기 온도값 검출하는 단계; b)상기 a) 단계의 상기 밝기 온도가 제 1 설정온도보다 큰지 판단하는 단계; c)상기 b) 단계에서 상기 밝기온도가 제 1 설정온도보다 크면 구름상이 혼합상인지 얼음상인지 판단하는 단계; d)상기 c) 단계에서 구름상이 혼합상이나 얼음상이 아닌 경우 착빙이 없는 것으로 결정하는 단계; e)상기 c) 단계에서 얼음상이나 혼합상인 경우 약한 착빙을 검출하는 단계; f)상기 a) 단계의 상기 밝기온도가 제 1 설정온도 이하이고 제 2 설정온도보다 큰 경우 약한 착빙을 검출하는 단계; g)상기 a) 단계의 상기 밝기 온도가 상기 제 2 설정온도 이하이고 제 3 설정온도 이상인 경우 중간 착빙을 검출하는 단계; h)상기 a) 단계의 상기 밝기온도가 상기 제

3 설정온도보다 작은 경우 강한 착빙을 검출하는 단계를 포함하고, 여기서 제 1 설정온도(T_1)>제 2 설정온도(T_2)>제 3 설정온도(T_3)인 착빙 검출 방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0011] 본 발명에 따른 착빙 탐지 시스템에 의하면 넓은 영역에서 관측에 기반한 착빙의 실제 상황을 파악할 수 있으며, 착빙 탐지 자료가 항공기 조종사들에게 직접 제공되어 항공기 운항에 도움이 될 수 있다.
- [0012] 본 발명에 따르면, 천리안 위성을 이용한 착빙 예측 정보 제공으로 초단기 및 실황 예보 지원을 위한 중소규모 예보 능력 향상에 기여할 수 있고, 선행 시그널 탐지 능력을 향상시키고, 신속하고 정확한 가치 있는 기상 정보 서비스 제공할 수 있도록 한다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1 은 본 발명에 따른 착빙 검출 시스템의 일 실시예를 나타낸 블록도,
- 도 2 는 본 발명에 따른 착빙 검출 방법의 일 실시예를 나타낸 흐름도, 및
- 도 3 은 본 발명에 따른 착빙 검출 결과를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 본 발명에 따르면 정지궤도 기상위성에서 검출된 적외선 채널의 밝기온도 및 구름상 정보를 이용하여 착빙 여부와 착빙 세기를 결정하는 착빙 검출 시스템을 제공한다. 본 발명에 따른 착빙 검출 시스템은 정지궤도 기상 위성, 위성신호 수신기, 및 착빙 검출 장치를 포함한다.
- [0015] 정지궤도 기상위성(10)은 적외선 채널용 관측센서 및 가시광선 검출용 관측센서를 구비하여 그 감지값을 출력한다. 천리안 위성의 경우, 적외선 1채널, 적외선 2채널, 수증기 채널, 가시 채널의 이진 자료를 출력한다. 본 발명에서는 3개의 적외선 채널(WV6.7, IR10.8, IR12.0 μ m)의 밝기 온도값을 사용한다.
- [0016] 위성신호 수신기(20)는 상기 정지궤도 기상위성(10)으로부터 3개의 적외선 채널의 출력신호를 수신한다.
- [0017] 착빙 검출 장치(30)는 상기 적외선 채널의 출력값을 밝기온도 값으로 변환하고, 상기 밝기온도 값이 제 1 설정 온도를 초과하면 구름상을 판단하여 제 1 설정온도를 초과하고 구름상이 혼합상이나 얼음상이 아니면 착빙 없음을 검출하고, 제 1 설정온도를 초과하고 구름상이 혼합상이나 얼음상이면 약한 착빙을 검출하고, 상기 밝기온도 값이 제 1 설정온도 이하 제 2 설정온도 초과이면 약한 착빙을 검출하고, 상기 밝기온도 값이 제 2 설정온도 이하 제 3 설정온도 이상이면 중간 착빙을 검출하고, 상기 밝기온도 값이 제 3 설정온도 미만이면 강한 착빙을 검출한다. 여기서 제 1 설정온도>제 2 설정온도>제 3 설정온도의 관계이다.
- [0018] 상기 착빙 검출 시스템은 상기 착빙 검출 장치(30)에서 출력되는 착빙 검출 정보를 구름상과 함께 도시하여 항공기 운항을 위해 제공할 수 있다.
- [0019] 위성 자료를 이용하여 착빙을 산출하는 경우, 넓은 지역에 걸쳐 동일한 구름특성(구름상, 유효입자반경 등)을 가지는 경우에는 상대적으로 착빙 가능성이 적은 반면, 상기 구름특성의 공간 변화가 큰 경우 착빙 가능성이 높다.
- [0020] 상기와 같이 구성된 착빙 검출 시스템의 착빙 검출 방법은, 도 2에 도시된 바와 같이, 정지궤도 기상위성으로부터 관측 지역의 적외선 채널의 밝기 온도값 검출하는 단계(S10), 상기 S10 단계에 상기 밝기 온도가 제 1 설정온도보다 큰지 판단하는 단계(S20), 상기 S20 단계에서 상기 밝기온도가 제 1 설정온도보다 크면 구름상이 혼합상인지 얼음상인지 판단하는 단계(S21), 상기 S21 단계에서 구름 상이 혼합상이나 얼음상이 아닌 경우 착빙이 없는 것으로 결정하는 단계(S22), 얼음상이나 혼합상인 경우 약한 착빙을 검출하는 단계(S31), 상기 밝기온도가 제 1 설정온도 이하이고 제 2 설정온도보다 큰 경우 약한 착빙을 검출하는 단계(S30,31), 상기 밝기 온도가 제 2 설정온도 이하이고 제 3 설정온도 이상인 경우 중간 착빙을 검출하는 단계(S40,41), 상기 밝기온도가 제 3 설정온도보다 작은 경우 강한 착빙을 검출하는 단계(S50,51)를 포함한다.
- [0021] 여기서, 제 1 설정온도(T_1), 제 2 설정온도(T_2), 제 3 설정온도(T_3)의 관계는 $T_1 > T_2 > T_3$ 이다. T_1, T_2, T_3 값은 계절에 따라 보정하는 것이 바람직하다.
- [0022] 상기와 같이 구성된 본 발명에 따른 착빙 검출 시스템 및 이를 이용한 검출 방법을 실시예를 통해 설명하면 다음과 같다.

- [0023] 일 실시예에서, 상기 적외선 채널은 IR10.8 채널이고, 상기 T1은 약 284K이고, T2는 약 226K, T3는 약 168K인 것이 바람직하다.
- [0024] 상기 구름상 판단 단계는 IR10.8 채널의 밝기온도가 238K 미만이거나, IR10.8 채널과 IR12.0 채널의 밝기온도차가 4.5K 이상이거나, IR6.7 채널의 밝기온도가 234K 미만인 구름 픽셀은 얼음 상(ice phase)으로 판단하고, 얼음 상으로 판단되지 않은 구름 픽셀에 대하여, IR10.8 채널의 밝기온도가 238K 이상 268K 미만이거나, IR6.7 채널의 밝기온도가 234K 이상 250K 미만인 구름 픽셀은 혼합 상(Mixed phase)으로 판단하고, 혼합상으로 판단되지 않은 구름 픽셀에 대하여, IR10.8 채널의 밝기온도가 285K 이상이거나, IR6.7 채널의 밝기온도가 250K 이상인 구름 픽셀은 물 상(water phase)으로 판단한다.
- [0025] 즉, 정지궤도 기상위성(10)의 적외채널1(IR10.8)의 밝기 온도를 이용한다. 밝기온도는 플랑크 곡선을 통해 복사량과 일대일 대응이 가능하고, 밝기 온도에서 운정 온도로 변환하는 데서 오는 불확실성을 감소시킬 수 있으므로 밝기온도를 직접 사용하는 것이 바람직하다. 284K를 기준으로 약한 강도의 착빙, 중간 강도의 착빙, 강한 강도의 착빙을 분류하는 기준은 226K과 168K을 경계값으로 설정한다.
- [0026] IR10.8 채널의 밝기 온도는 상대적으로 두꺼운 구름의 운정 온도를 반영한다. 그러므로 상층의 매우 얇은 권운이 존재할 경우 IR10.8 채널의 밝기 온도는 높게 나타난다. 그러므로 그러한 경우 IR10.8의 경계값 검사만으로 착빙을 탐지하는 데 어려움이 따른다. 이를 보완하기 위해 착빙 탐지에 구름상 정보를 추가적으로 이용하였다. 구름상을 산출하기 위해 IR12.0, IR6.7의 밝기온도를 사용함으로써 얼음상을 식별하는 데 있어 매우 유용하다.
- [0027] 도 3은 본 발명에 따른 착빙을 탐지하여 구름상과 함께 지도에 반영한 이미지다. 즉, 도 3은 착빙 검출의 최종 산출물이라 할 수 있다. 도면 중 푸른색 황색 적색은 표 1과 같은 의미를 나타내는 것이고, 연두색 +는 파이랩 측정 지점을 나타낸다.

표 1

[0028]

코드값	의미	색상
0	No icing	
1	light icing	BLUE
2	Moderate icing	YELLOW
3	heavy icing	RED
999	Missing	

- [0029] 상기 산출물은 천리안 위성 관측 주기인 15분마다 작성될 수 있다. 따라서, 본 발명에 따르면 15분 마다 업데이트되는 아시아 지역의 착빙 정보를 항공 기상 정보를 위해 제공할 수 있게 된다.

부호의 설명

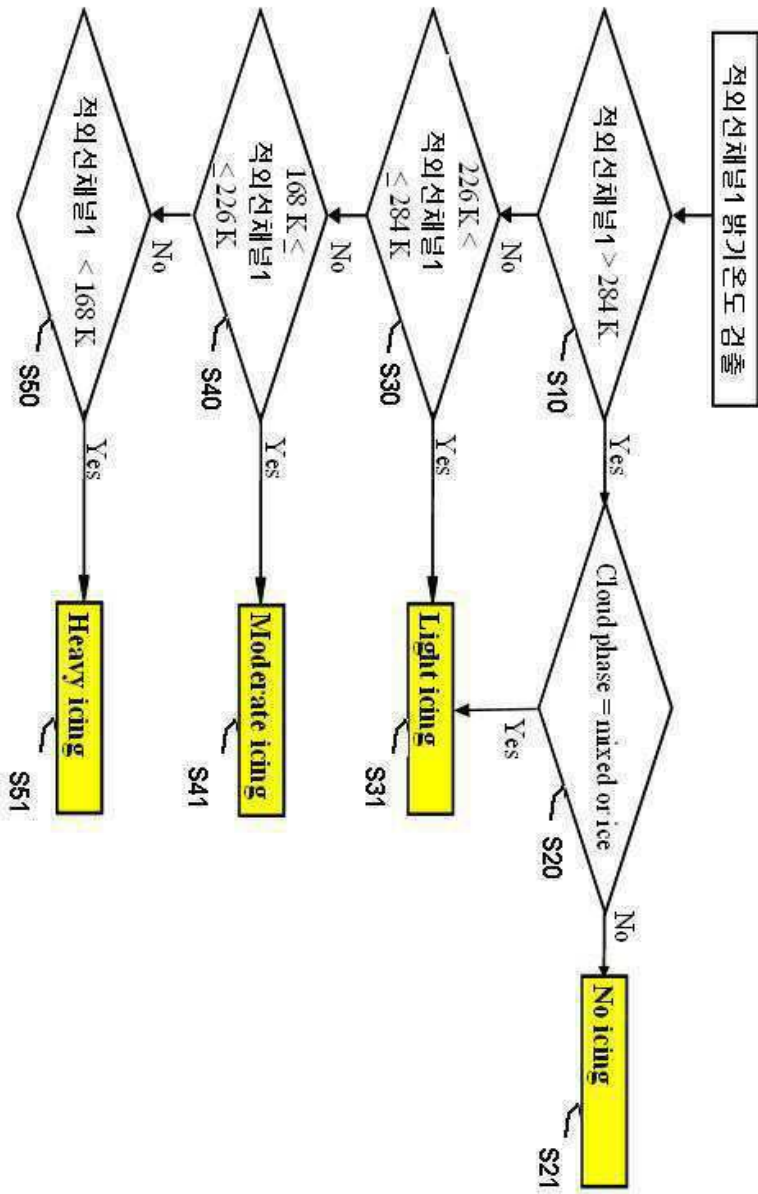
- [0030]
- 10 : 정지궤도 기상위성
- 20 : 위성신호 수신기
- 30 : 착빙 검출 장치

도면

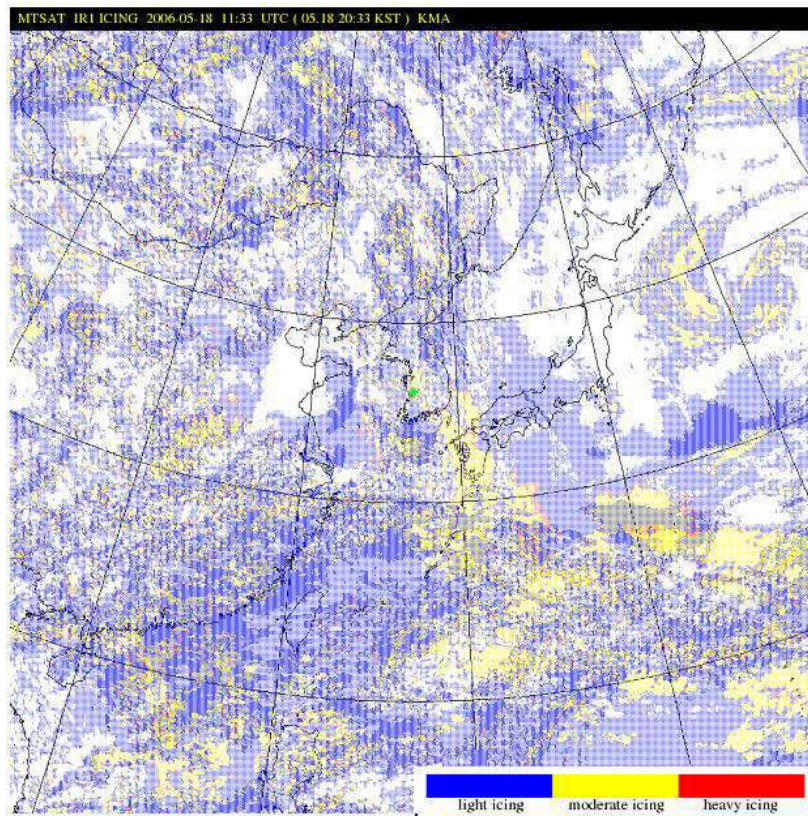
도면1



도면2



도면3



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 5

【변경전】

착빙 검출 시스템

【변경후】

착빙 검출 방법