



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0044238
(43) 공개일자 2017년04월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01W 1/14 (2006.01) G01S 13/95 (2006.01)
G01W 1/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01W 1/14 (2013.01)
G01S 13/95 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0143344
(22) 출원일자 2015년10월14일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동,
부경대학교)
(72) 발명자
강동환
부산광역시 남구 동명로170번길 93 4동 1308호 (용호동, 동일아파트)
서대일
경기도 성남시 분당구 야탑로245번길 11 103동 205호 (야탑동, 목련마을대원빌라)
(74) 대리인
특허법인 대아

전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 시스템 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 적설량 추정 시스템 및 그 방법에 대한 것으로서, 특히 해양 레이더 영상 자료로부터 적설량을 추정하는 시스템 및 그 방법에 관한 것이다. 본 발명은 해양 레이더 영상 자료를, 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상간의 변환 함수에 적용하여 적설량을 신뢰성 있게 추정할 수 있는 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 시스템 및 그 방법을 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01W 1/10 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 KMIPA2014-22060

부처명 기상청

연구관리전문기관 한국기상산업진흥원

연구사업명 기상산업지원 및 활용기술개발사업

연구과제명 해양레이더를 이용한 국지 강수량 원격탐사 시스템 개발

기 여 율 1/1

주관기관 부경대학교 산학협력단

연구기간 2014.12.17 ~ 2016.02.16

명세서

청구범위

청구항 1

해양 레이더 영상 자료의 X-Y 좌표를 위경도 좌표계로 변환하는 좌표 변환 모듈과,

상기 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 공간 해상도를 일치시키는 공간 해상도 일치 모듈과,

상기 해양 레이더 영상과 상기 기상청 레이더 영상의 매치업된 자료를 콜로케이션 과정을 통하여 추출하는 자료 추출 모듈과,

상기 자료 추출 모듈에서 추출된 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 상관관계를 추정하여 변환 함수의 형태로 나타내는 상관관계 추정 모듈, 및

상기 해양 레이더 영상을 상기 변환 함수에 적용하여 적설량을 추정하는 적설량 추정 모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 좌표 변환 모듈은 해양 레이더 영상을 X-Y 격자계로 읽어들이고, 해양 레이더의 중심 위경도 좌표와 레이더의 반경을 입력하여 해양 레이더 영상의 각 픽셀에 해당하는 위경도 좌표를 선형 외삽을 이용하여 산출하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 시스템.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 공간 해상도 일치 모듈은 상기 해양 레이더 영상의 공간 해상도를 기상청 레이더 영상의 공간 해상도로 변환하여, 해양 레이더 영상 자료를 3×3 픽셀에 대한 공간 평균값으로 변환하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 시스템.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 공간 해상도 일치 모듈에서 공간 해상도를 일치된 해양 레이더 영상의 잡음을 필터링하는 잡음 필터링 모듈을 포함하고,

청구항 5

청구항 3에 있어서,

상기 잡음 필터링 모듈은 3×3 픽셀의 해양 레이더 영상에 대하여 0.7 이하의 표준편차 값은 잡음으로 인식하여 필터링하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 시스템.

청구항 6

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 자료 추출 모듈은,

상기 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 공간 일치성 검사를 수행하는 공간 일치성 검사 모듈, 및

청구항 7

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 시간 일치성 검사를 수행하는 시간 일치성 검사 모듈을 포함하

는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 시스템.

청구항 8

청구항 6에 있어서,

상기 공간 일치성 검사 모듈은 상기 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상 각각의 픽셀 중심에 대한 거리의 차이가 120m 이내인 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상을 추출하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 시스템.

청구항 9

청구항 6에 있어서,

상기 시간 일치성 검사 모듈은 상기 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 시간 차이가 1분 이내인 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상을 추출하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 시스템.

청구항 10

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 변환 함수($f(x)$)는 $f(x)=ax+b$ 이고,

상기 a 는 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상 간의 기울기이며,

상기 b 는 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상 간의 절편인 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 시스템.

청구항 11

해양 레이더 영상 자료의 X-Y 좌표를 위경도 좌표계로 변환하는 단계와,

상기 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 공간 해상도를 일치시키는 단계와,

상기 해양 레이더 영상과 상기 기상청 레이더 영상의 매치업된 자료를 콜로케이션 과정을 통하여 추출하는 단계와,

상기 매치업되어 추출된 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 상관관계를 추정하여 변환 함수로 나타내는 단계, 및

상기 해양 레이더 영상을 상기 변환 함수에 적용하여 적설량을 추정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 해양 레이더 영상 자료의 X-Y 좌표를 위경도 좌표계로 변환하는 단계는,

상기 해양 레이더 영상을 X-Y 격자계로 읽어들이고, 해양 레이더의 중심 위경도 좌표와 레이더의 반경을 입력하여 해양 레이더 영상의 각 픽셀에 해당하는 위경도 좌표를 선형 외삽을 이용하여 산출하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 방법.

청구항 13

청구항 11 또는 청구항 12에 있어서,

상기 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 공간 해상도를 일치시키는 단계는,

상기 해양 레이더 영상의 공간 해상도를 기상청 레이더 영상의 공간 해상도로 변환하여, 해양 레이더 영상 자료

를 3×3 픽셀에 대한 공간 평균값으로 변환하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 공간 해상도가 일치된 해양 레이더 영상의 잡음을 필터링하는 단계를 포함하고,

청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 해양 레이더 영상의 잡음을 필터링은 3×3 픽셀의 해양 레이더 영상에 대하여 0.7 이하의 표준편차 값은 잡음으로 인식하여 필터링하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 방법.

청구항 16

청구항 11 또는 청구항 12에 있어서,

상기 해양 레이더 영상과 상기 기상청 레이더 영상의 매치업된 자료를 콜로케이션 과정을 통하여 추출하는 단계는,

상기 해양 레이더 영상과 상기 기상청 레이더 영상의 공간 일치성 검사를 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 방법.

청구항 17

청구항 11 또는 청구항 12에 있어서,

상기 해양 레이더 영상과 상기 기상청 레이더 영상의 매치업된 자료를 콜로케이션 과정을 통하여 추출하는 단계는,

상기 해양 레이더 영상과 상기 기상청 레이더 영상의 시간 일치성 검사를 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 방법.

청구항 18

청구항 16에 있어서,

상기 해양 레이더 영상과 상기 기상청 레이더 영상의 공간 일치성 검사를 수행하는 단계는, 상기 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상 각각의 픽셀 중심에 대한 거리의 차이가 120m 이내인 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상을 추출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 방법.

청구항 19

청구항 16에 있어서,

상기 해양 레이더 영상과 상기 기상청 레이더 영상의 시간 일치성 검사를 수행하는 단계는, 상기 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 시간 차이가 1분 이내인 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상을 추출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 방법.

청구항 20

청구항 11 또는 청구항 12에 있어서,

상기 매치업되어 추출된 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 상관관계를 추정하여 변환 함수로 나타내는 단계에서,

상기 변환 함수($f(x)$)는 $f(x) = ax + b$ 이고,

상기 a 는 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상 간의 기울기이며,

상기 b 는 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상 간의 절편인 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 적설량 추정 시스템 및 그 방법에 대한 것으로서, 특히 해양 레이더 영상 자료로부터 적설량을 추정하는 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 적설량은 지면상에 쌓여 있는 눈의 양으로서, 일반적으로 적설량을 측정하기 위해서는 적설계로 눈의 깊이를 재거나 초음파 적설 심도계로 측정한다. 하지만, 이는 눈이 쌓여 있는 곳에서 직접 측정하는 방법이며, 적설량을 직접 측정하지 않고도 추정할 수 있는 방법이 요구되고 있다. 이를 해결하기 위해 본 발명은 해양 레이더 영상을 이용하여 적설량을 추정하고자 한다. 해양 레이더는 파장이 2.5cm가량인 주파수를 사용하는 레이더로서, 비교적 짧은 파장을 가진 주파수는 목표물 식별과 변별을 위한 고해상도 이미지를 제공할 수 있다. 하지만, 해양 레이더 영상의 각 픽셀에 해당하는 값은 잡음이 섞여 있고, 좌표 정보를 지니고 있지 않다. 또한, 기상청 레이더 영상의 시·공간적인 해상도는 해양 레이더 영상 자료와 다르다. 즉, 적설량 산출을 위한 적절한 변환 함수를 산출하기 위해서는 해양 레이더 영상 자료의 품질에 대한 보정 알고리즘이 요구된다. 또한, 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 시·공간적으로 적합한 콜로케이션 알고리즘도 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 목적은 적설량을 신뢰성 있게 추정할 수 있는 적설량 추정 시스템 및 그 방법을 제공하는 것이다.

[0004] 본 발명의 다른 목적은 해양 레이더를 이용하여 적설량을 추정할 수 있는 적설량 추정 시스템 및 그 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 상술한 목적을 달성하기 위해 본 발명은 해양 레이더 영상 자료의 X-Y 좌표를 위경도 좌표계로 변환하는 좌표 변환 모듈과, 상기 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 공간 해상도를 일치시키는 공간 해상도 일치 모듈과, 상기 해양 레이더 영상과 상기 기상청 레이더 영상의 매치업된 자료를 콜로케이션 과정을 통하여 추출하는 자료 추출 모듈과, 상기 자료 추출 모듈에서 추출된 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 상관관계를 추정하여 변환 함수의 형태로 나타내는 상관관계 추정 모듈, 및 상기 해양 레이더 영상을 상기 변환 함수에 적용하여 적설량을 추정하는 적설량 추정 모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 시스템을 제공한다.

[0006] 상기 좌표 변환 모듈은 해양 레이더 영상을 X-Y 격자계로 읽어들이고, 해양 레이더의 중심 위경도 좌표와 레이더의 반경을 입력하여 해양 레이더 영상의 각 픽셀에 해당하는 위경도 좌표를 선형 외삽을 이용하여 산출한다.

[0007] 상기 공간 해상도 일치 모듈은 상기 해양 레이더 영상의 공간 해상도를 기상청 레이더 영상의 공간 해상도로 변환하여, 해양 레이더 영상 자료를 3×3 픽셀에 대한 공간 평균값으로 변환한다. 상기 공간 해상도 일치 모듈에서 공간 해상도를 일치된 해양 레이더 영상의 잡음을 필터링하는 잡음 필터링 모듈을 포함하고, 상기 잡음 필터링 모듈은 3×3 픽셀의 해양 레이더 영상에 대하여 0.7 이하의 표준편차 값의 잡음으로 인식하여 필터링한다.

[0008] 상기 자료 추출 모듈은, 상기 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 공간 일치성 검사를 수행하는 공간 일치성 검사 모듈, 및 상기 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 시간 일치성 검사를 수행하는 시간 일치성 검사 모듈을 포함한다. 상기 공간 일치성 검사 모듈은 상기 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상 각각의 픽셀 중심에 대한 거리의 차이가 120m 이내인 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상을 추출하며, 상기 시간 일치성 검사 모듈은 상기 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 시간 차이가 1분 이내인 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상을 추출한다. 상기 변환 함수($f(x)$)는 $f(x)=ax+b$ 이고, 상기 a 는 해양 레이더

영상과 기상청 레이더 영상 간의 기울기이며, 상기 b 는 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상 간의 절편이다.

[0009] 또한, 본 발명은 해양 레이더 영상 자료의 X-Y 좌표를 위경도 좌표계로 변환하는 단계와, 상기 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 공간 해상도를 일치시키는 단계와, 상기 해양 레이더 영상과 상기 기상청 레이더 영상의 매치업된 자료를 콜로케이션 과정을 통하여 추출하는 단계와, 상기 매치업되어 추출된 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 상관관계를 추정하여 변환 함수로 나타내는 단계, 및 상기 해양 레이더 영상을 상기 변환 함수에 적용하여 적설량을 추정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 방법을 제공한다.

[0010] 상기 해양 레이더 영상 자료의 X-Y 좌표를 위경도 좌표계로 변환하는 단계는, 상기 해양 레이더 영상을 X-Y 격자계로 읽어들이고, 해양 레이더의 중심 위경도 좌표와 레이더의 반경을 입력하여 해양 레이더 영상의 각 픽셀에 해당하는 위경도 좌표를 선형 외삽을 이용하여 산출한다.

[0011] 상기 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 공간 해상도를 일치시키는 단계는, 상기 해양 레이더 영상의 공간 해상도를 기상청 레이더 영상의 공간 해상도로 변환하여, 해양 레이더 영상 자료를 3×3 픽셀에 대한 공간 평균값으로 변환한다. 상기 공간 해상도가 일치된 해양 레이더 영상의 잡음을 필터링하는 단계를 포함하고, 상기 해양 레이더 영상의 잡음을 필터링은 3×3 픽셀의 해양 레이더 영상에 대하여 0.7 이하의 표준편차 값을 잡음으로 인식하여 필터링한다.

[0012] 상기 해양 레이더 영상과 상기 기상청 레이더 영상의 매치업된 자료를 콜로케이션 과정을 통하여 추출하는 단계는, 상기 해양 레이더 영상과 상기 기상청 레이더 영상의 공간 일치성 검사를 수행하는 단계, 및 상기 해양 레이더 영상과 상기 기상청 레이더 영상의 시간 일치성 검사를 수행하는 단계를 포함한다. 상기 해양 레이더 영상과 상기 기상청 레이더 영상의 공간 일치성 검사를 수행하는 단계는, 상기 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상 각각의 픽셀 중심에 대한 거리의 차이가 120m 이내인 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상을 추출하는 단계를 포함하고, 상기 해양 레이더 영상과 상기 기상청 레이더 영상의 시간 일치성 검사를 수행하는 단계는, 상기 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 시간 차이가 1분 이내인 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상을 추출하는 단계를 포함한다.

[0013] 상기 매치업되어 추출된 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 상관관계를 추정하여 변환 함수로 나타내는 단계에서, 상기 변환 함수($f(x)$)는 $f(x) = ax + b$ 이고, 상기 a 는 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상 간의 기울기이며, 상기 b 는 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상 간의 절편이다.

발명의 효과

[0014] 본 발명은 해양 레이더 영상 자료를, 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상간의 변환 함수에 적용하여 적설량을 신뢰성 있게 추정할 수 있는 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 시스템 및 그 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명에 따른 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 시스템의 개념도.

도 2는 본 발명에 따른 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 시스템을 이용하여 매치업된 해양 레이더 영상 자료와 기상청 영상 자료의 산포도.

도 3은 본 발명에 따른 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 방법의 순서도.

도 4는 본 발명에 따른 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 방법을 설명하기 위한 개념도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0017] 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알

려주기 위해 제공되는 것이다. 도면상의 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다.

[0018] 도 1은 본 발명에 따른 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 시스템의 개념도이다.

[0019] 본 발명에 따른 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 시스템은 도 1에 도시된 바와 같이, 좌표 변환 모듈(100)과, 공간 해상도 일치 모듈(200)과, 잡음 필터링 모듈(300)과, 자료 추출 모듈(400)과, 상관관계 추정 모듈(500), 및 적설량 추정 모듈(600)을 포함한다.

[0020] 좌표 변환 모듈(100)은 해양 레이더 영상 자료의 X-Y 좌표를 위경도 좌표계로 변환한다. 우선 해양 레이더 영상 자료를 X-Y 격자계로 읽어 들인다. 그리고 해양 레이더의 중심 위경도 좌표와 레이더의 반경을 입력하여, 해양 레이더 영상의 각 픽셀에 해당하는 위경도 좌표를 선형 외삽을 이용하여 산출한다.

[0021] 공간 해상도 일치 모듈(200)은 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 공간 해상도를 일치시키는 작업을 수행한다. 해양 레이더 영상의 공간 해상도는 80m×80m이고, 기상청 레이더 영상의 공간 해상도는 240m×240m이다. 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 공간 해상도가 서로 상이하기 때문에 해양 레이더 영상의 공간 해상도를 기상청 레이더 영상의 공간 해상도로 변환한다. 이때, 해양 레이더 영상 자료는 3×3 픽셀에 대한 공간 평균값으로 변환된다.

[0022] 잡음 필터링 모듈(300)은 해양 레이더 영상의 잡음을 필터링한다. 아래의 수학적식1과 같이, 3×3 픽셀에 대하여 0.7 이하의 표준편차 값은 잡음으로 인식하여 필터링한다.

수학적식 1

[0023]
$$\sigma_{OCEAN} < 0.7$$

[0024] 수학적식1에서 σ_{OCEAN} 은 해양 레이더의 3×3 픽셀에 대한 표준편차를 의미한다.

[0025] 자료 추출 모듈(400)은 해양 레이더 영상 자료와 기상청 레이더 영상 자료의 콜로케이션(collocation) 과정을 통하여 매치업(matchup)된 자료를 추출한다. 이때, 자료 추출 모듈(400)은 공간 일치성 검사 모듈(420)과 시간 일치성 검사 모듈(440)을 구비하여, 공간 일치성 검사와 시간 일치성 검사를 통하여 시·공간적으로 가장 적합하게 매치업된 픽셀의 레이더 영상 값을 추출한다. 시간 일치성 검사를 통해서 두 레이더, 즉 해양 레이더와 기상청 레이더 영상 자료의 시간 차이가 1분 이내일 경우의 자료만을 이용하며, 공간 일치성 검사를 통하여 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상 각각의 픽셀 중심에 대한 거리의 차이가 120m 이내일 경우의 픽셀 자료만을 이용한다. 여기서, 시간 일치성 검사의 필터링 조건은 아래의 수학적식2와 같고, 공간 일치성 검사의 필터링 조건은 아래의 수학적식3과 같다.

수학적식 2

[0026]
$$\triangle t < 1 \text{ minute}$$

수학적식 3

[0027]
$$\text{Difference of centers (3} \times \text{3 pixels)} < 120m$$

[0028] 수학적식2에서, $\triangle t$ 는 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 시간 차이를 의미한다.

[0029] 상관관계 추정 모듈(500)은 전술된 모듈들을 통해 산출된 해양 레이더 영상 자료와 기상청 레이더 영상 자료의 상관관계를 추정하여 아래의 수학적식4와 같은 변환 함수의 형태로 나타낸다. 이때, 해양 레이더 영상과 기상청

레이더 영상 간의 기울기(a)와 절편(b)을 적설량 추정을 위한 변환 계수로 사용하고, 이때의 함수 $f(x)$ 는 적설량 변환함수가 된다.

수학식 4

$$f(x) = ax + b$$

적설량 추정 모듈(600)은 해양 레이더 영상 자료를 상관관계 추정 모듈(500)에서 산출된 적설량 변환함수에 적용하여 적설량을 추정한다.

다음은 본 발명에 따른 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 시스템을 실제 적용한 사례에 대해 살펴보기로 한다. 이때, 본 발명에 따른 적설량 추정 알고리즘의 검증을 위하여 적설량이 기록되었던 2011년 2월 14일 14시 30분 부터 10분 간격의 레이더 영상 자료를 본 발명에 적용하였다.

도 2는 본 발명에 따른 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 시스템을 이용하여 매치업된 해양 레이더 영상 자료와 기상청 영상 자료의 산포도이다.

표1은 본 발명에 따른 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 시스템을 이용한 적설량 추정을 위한 변환함수의 계수이다.

표 1

	기울기(slope)	절편(intercept)
$f(x)$	26.7	6.5

210분 동안 10분 간격으로 측정된 해양 레이더와 기상청 레이더로 관측한 각각 21개의 두 레이더 영상 자료에 대하여 도 2와 같이 양의 선형적인 상관관계가 나타났으며, 표1과 같이 26.7의 기울기와 6.5의 절편을 지닌 변환 함수를 추정할 수 있었다.

상술한 바와 같이, 본 발명은 해양 레이더 영상 자료를, 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상간의 변환 함수에 적용하여 적설량을 추정할 수 있는 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 시스템을 제공할 수 있다.

다음은 본 발명에 따른 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 방법에 대해 도면을 참조하여 설명하고자 한다. 후술할 내용 중 전술된 본 발명에 따른 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 시스템의 설명과 중복되는 내용은 생략하거나 간략히 설명하기로 한다.

도 3은 본 발명에 따른 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 방법의 순서도이고, 도 4는 본 발명에 따른 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 방법을 설명하기 위한 개념도이다.

본 발명에 따른 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 방법은 도 3에 도시된 바와 같이, 좌표를 변환하는 단계(S1)와, 공간 해상도를 일치시키는 단계(S2)와, 잡음을 필터링하는 단계(S3)와, 자료를 추출하는 단계(S4)와, 상관관계를 추정하는 단계(S5), 및 적설량을 추정하는 단계(S6)를 포함한다.

좌표를 변환하는 단계(S1)는 해양 레이더 영상 자료의 X-Y 좌표를 위경도 좌표계로 변환한다. 이를 위해 좌표를 변환하는 단계(S1)는 해양 레이더 영상 자료를 X-Y 격자계로 읽어 들이는 단계(S1-1)와, 해양 레이더의 중심 위경도 좌표와 레이더의 반경을 입력하는 단계(S1-2), 및 해양 레이더 영상의 각 픽셀에 해당하는 위경도 좌표를 선형 외삽을 이용하여 산출하는 단계(S1-3)를 포함한다.

공간 해상도를 일치시키는 단계(S2)는 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상의 공간 해상도를 일치시키는 작업을 수행한다. 해양 레이더 영상의 공간 해상도와 기상청 레이더 영상의 공간 해상도는 전술된 본 발명에 따른 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 시스템에서 언급된 바와 같이 서로 상이하므로, 해양 레이더 영상의 공간 해

상도를 기상청 레이더 영상의 공간 해상도로 변환한다. 이때, 해양 레이더 영상 자료는 3x3 픽셀에 대한 공간 평균값으로 변환된다.

- [0043] 잡음을 필터링하는 단계(S3)는 해양 레이더 영상의 잡음을 필터링한다. 이때, 전술된 수학식1과 같이, 3x3 픽셀에 대하여 0.7 이하의 표준편차 값을 잡음으로 인식하여 필터링한다.
- [0044] 자료를 추출하는 단계(S4)는 해양 레이더 영상 자료와 기상청 레이더 영상 자료의 콜로케이션(collocation) 과정을 통하여 매치업(matchup)된 자료를 추출한다. 이때, 공간 일치성 검사와 시간 일치성 검사를 통하여 시·공간적으로 가장 적합하게 매치업된 픽셀의 레이더 영상 값을 추출한다. 이를 위해, 자료를 추출하는 단계(S4)는 공간 일치성 검사를 수행하는 단계(S4-1)와 시간 일치성 검사를 수행하는 단계(S4-2)를 포함한다.
- [0045] 공간 일치성 검사를 수행하는 단계(S4-1)는 해양 레이더 영상 자료와 기상청 레이더 영상 자료의 공간 일치성 검사를 수행한다. 공간 일치성 검사를 통하여 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상 각각의 픽셀 중심에 대한 거리의 차이가 120m 이내일 경우의 픽셀 자료만을 추출한다.
- [0046] 시간 일치성 검사를 수행하는 단계(S4-2)는 해양 레이더 영상 자료와 기상청 레이더 영상 자료의 시간 일치성 검사를 수행한다. 이때, 시간 일치성 검사를 통해서 두 레이더 영상 자료의 시간 차이가 1분 이내일 경우의 자료만을 추출한다. 여기서, 시간 일치성 검사의 필터링 조건은 전술된 수학식2와 같고, 공간 일치성 검사의 필터링 조건은 전술된 수학식3과 같다.
- [0047] 상관관계를 추정하는 단계(S5)는 전술된 좌표를 변환하는 단계(S1)와, 공간 해상도를 일치시키는 단계(S2)와, 잡음을 필터링하는 단계(S3)와, 자료를 추출하는 단계(S4)를 통해 산출된 해양 레이더 영상 자료와 기상청 레이더 영상 자료의 상관관계를 추정하여 변환 함수의 형태로 나타낸다. 이때, 변환 함수는 전술된 수학식4와 같다.
- [0048] 적설량을 추정하는 단계(S6)는 해양 레이더 영상 자료를 상관관계를 추정하는 단계(S5)에서 산출된 변환 함수에 적용하여 적설량을 추정한다.
- [0049] 상술한 바와 같이, 본 발명은 해양 레이더 영상 자료를, 해양 레이더 영상과 기상청 레이더 영상간의 변환 함수에 적용하여 적설량을 추정할 수 있는 해양 레이더를 이용한 적설량 추정 방법을 제공할 수 있다.
- [0050] 이상에서는 도면 및 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

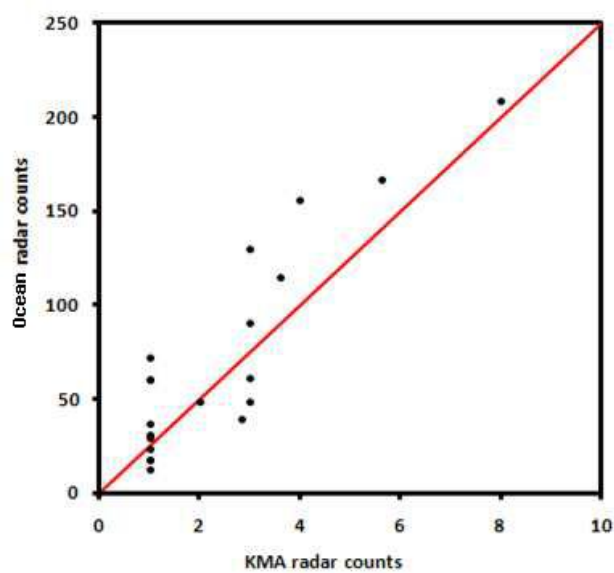
- [0051] 100: 좌표 변환 모듈 200: 공간 해상도 일치 모듈
- 300: 잡음 필터링 모듈 400: 자료 추출 모듈
- 500: 상관관계 추정 모듈 600: 적설량 추정 모듈

도면

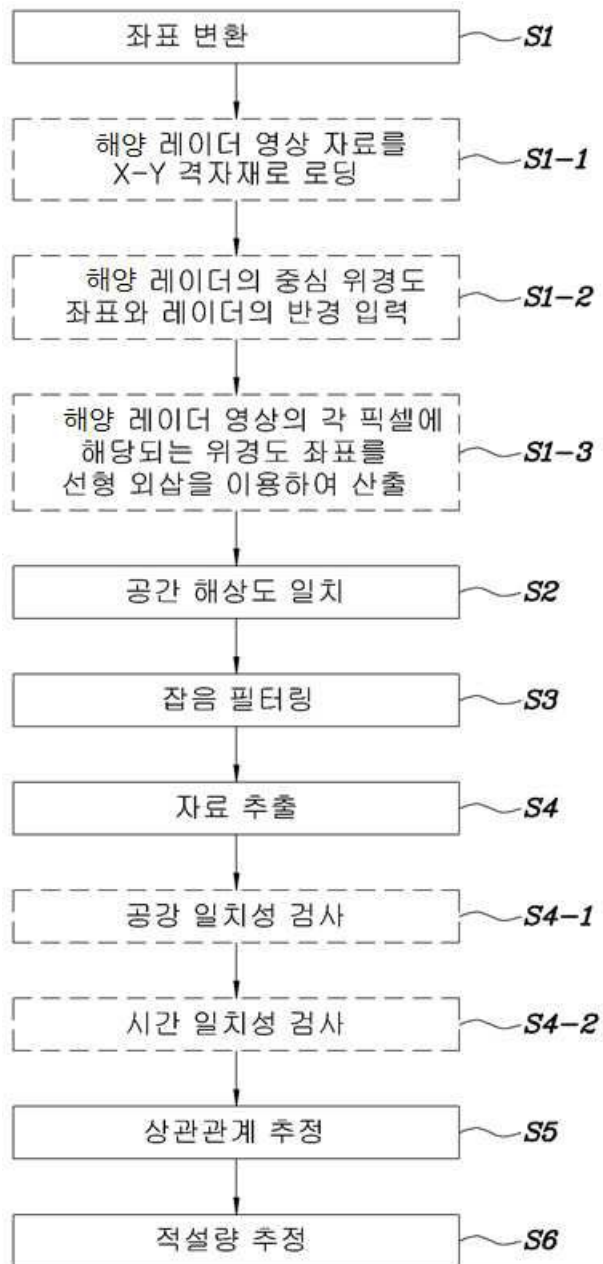
도면1



도면2



도면3



도면4

