



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0044239
(43) 공개일자 2017년04월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01W 1/14 (2006.01) G01S 13/95 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01W 1/14 (2013.01)
G01S 13/95 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0143345
(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

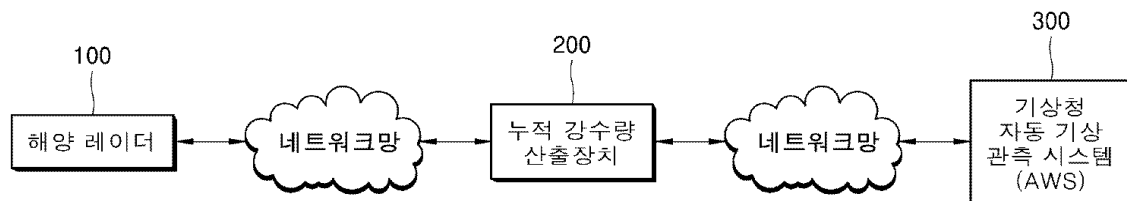
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출 시스템 및 그 산출방법

(57) 요약

본 발명은 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출시스템 및 그 산출방법에 관한 것이다. 좀 더 구체적으로, 본 발명은 해양 레이더가 소정 지점을 스캐닝하고, 그 스캐닝에 의해 아날로그 신호를 생성하는 (A)단계와 누적 강수량 산출 장치가 상기 아날로그 신호를 소정 시간 간격마다 수집하고, 그 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환 (뒷면에 계속)

대 표 도



하는 (B)단계와 누적 강수량 산출 장치가 상기 (B)단계에 의해 수집된 디지털 신호의 시간 적분 및 장애물 제거를 수행하여 공간 해상도를 지닌 바이너리 자료로 생산하는 (C)단계 및 누적 강수량 산출 장치가 상기 디지털 신호를 기 설정된 관계식에 적용하여 강수량을 산출하고, 그 산출 결과를 제공하는 (D)단계를 포함한다. 상술한 바와 같은 본 발명에 따르면, 본 발명은 선박용 해양 레이더의 이미지 픽셀 값에 기초하여 소정 지점의 하루 중 누적 강수량을 산출하여 강우량의 공간분포를 제시함으로써 정확하게 누적 강수량을 예측하여 빈번하게 발생하는 국지성 집중호우 등에 의한 피해를 미리 예방할 수 있는 장점이 있다.

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

소정 지점을 스캐닝하여 아날로그 신호를 생성하는 해양 레이더; 및

상기 해양 레이더로부터 제공받은 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하고, 그 디지털 신호를 기 설정된 관계식에 적용하여 강수량을 산출한 뒤 그 산출 결과를 제공하는 누적 강수량 산출 장치;를 포함하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 누적 강수량 산출장치는,

상기 해양 레이더가 생성한 아날로그 신호를 소정 시간 간격마다 수집하는 해양 레이더 신호 수집부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 누적 강수량 산출장치는,

상기 해양 레이더 신호 수집부에 의해 수집된 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D변환부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출시스템.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 누적 강수량 산출장치는,

상기 A/D변환부에 의해 변환된 디지털 신호를 공간 해상도를 지닌 바이너리 자료로 생산하는 바이너리 자료 생성부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출시스템.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 바이너리 자료 생성부는,

상기 디지털 신호에 대해 시간 적분 및 장애물 제거를 수행하여 공간 해상도를 지닌 바이너리 자료로 생산하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 바이너리 자료는 500m×500 미터의 공간 해상도를 지닌 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출시스템.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 장애물 제거는,

상기 누적 강수량 산출 장치가 맑은 날에 해양 레이더가 상기 소정 지점을 촬영한 영상을 가져오고, 강수 일에 해양 레이더가 그 소정 지점을 촬영한 영상을 가져온 뒤, 그 두 영상을 비교하여 장애물을 제거하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 누적 강수량 산출장치는,

상기 A/D변환부에 의해 변환된 디지털 신호를 기 설정된 관계식에 적용하여 강수량을 산출하는 강수량 산출부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출시스템.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 누적 강수량 산출장치는,

상기 강수량 산출부에 의해 산출된 강수량 결과를 이용하여 강수 바이너리 자료 또는 강수 이미지 자료를 생성하는 중앙처리부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

기 설정된 관계식은, 해양 레이더의 디지털 신호와 우량계에 의해 산출된 실제 강우량과의 관계를 반영하여 생성된 것임을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출시스템.

청구항 11

제10항에 있어서, 기 설정된 관계식은,

$$R_x = a I_x + b$$

인 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출시스템.

(R_x 값은 레이더로부터 산출한 강우량(mm) 값, I_x 값은 레이더 영상의 픽셀 값, a 값 및 b 값은 지역특성과 강우 강도에 따라 결정되는 값으로, $0 < a < 10^{-2}$, $0 < b < 10^2$)

청구항 12

해양 레이더가 소정 지점을 스캐닝하고, 그 스캐닝에 의해 아날로그 신호를 생성하는 (A)단계;

누적 강수량 산출 장치가 상기 해양 레이더로부터 제공받은 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하고, 그 디지털 신호를 기 설정된 관계식에 적용하여 강수량을 산출한 뒤 그 산출 결과를 제공하는 (E)단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 (D)단계에서 누적 강수량 산출 장치가 상기 해양 레이더로부터 제공받은 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 단계는,

누적 강수량 산출 장치가 상기 아날로그 신호를 소정 시간 간격마다 수집하는 (B)단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 (D)단계에서 누적 강수량 산출 장치가 상기 해양 레이더로부터 제공받은 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 단계는, 상기 (B)단계 이후,

상기 소정 시간 간격마다 수집된 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 (C)단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 상기 누적 강수량 산출 장치가 소정 시간 간격마다 수집한 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 단계; 이후,

누적 강수량 산출 장치가 상기 (C)단계에 의해 수집된 디지털 신호를 공간 해상도를 지닌 바이너리 자료로 생성하는 (D)단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 (D)단계는,

상기 누적 강수량 산출 장치가, 상기 (C)단계에 의해 수집된 디지털 신호에 대해 시간 적분 및 장애물 제거를 수행하여 공간 해상도를 지닌 바이너리 자료로 생성하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 장애물 제거는,

누적 강수량 산출 장치가 맑은 날에 해양 레이더가 상기 소정 지점을 촬영한 영상을 가져오고, 강수 일에 해양 레이더가 그 소정 지점을 촬영한 영상을 가져온 뒤, 그 두 영상을 비교하여 장애물을 제거하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 (E)단계의 관계식은,

해양 레이더의 디지털 신호와 우량계에 의해 산출된 실제 강우량과의 관계를 반영하여 생성된 것임을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출방법.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 (E)단계의 관계식은,

$$R_x = a I_x + b$$

인 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출방법.

(R_x 값은 레이더로부터 산출한 강우량(mm) 값, I_x 값은 레이더 영상의 픽셀 값, a 값 및 b 값은 지역특성과 강우 강도에 따라 결정되는 값으로, $0 < a < 10^{-2}$, $0 < b < 10^2$)

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 (E)단계에 의해 산출된 강수량 결과를 이용하여 강수 바이너리 자료 또는 강수 이미지 자료를 생성한 뒤 제공하는 (F)단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출 방법에 관한 것으로, 더욱 자세하게는 해양 레이더를 이용하여 하루 중의 누적 강수량을 산출하여 강우량의 공간분포를 제시함으로써 정확하게 누적 강수량을 예측할 수 있는 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출 시스템 및 그 산출방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 본 발명은 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출시스템 및 그 산출방법에 관한 것이다.
- [0003] 지구 온난화와 이상 기후 현상에 대한 논란이 대두되는 가운데 국지성 강우의 빈도가 증가한 것은 사실이다. 짧은 시간에 강하게 내리는 비로 인한 인명과 재산 피해를 간과할 수 없게 되었다.
- [0004] 기상 관측에 사용되는 씨 밴드 레이더(C - band radar) 또는 에스 밴드 레이더(S - band radar)는 수십 ~ 수백 km의 광역 모니터링을 하고 있으나 국지적 관측에는 적합하지 않은 문제점이 있다. 또한, 그 크기나 구매 비용과 유지비 때문에 설치와 관리가 쉽지 않은 문제점이 있다.
- [0005] 선박용으로 개발된 해양 레이더는 크기가 작아서 운반과 설치가 용이할 뿐 만 아니라 가격도 기상 레이더에 비교할 수 없을 정도로 저렴하다. 또한, 반경 약 60km까지 모니터링이 가능하여 국지성 호우의 예보와 도심 지역의 물 관리에도 매우 유용하다. 따라서, 해양 레이더를 이용하여 누적 강수량을 산출하는 방법의 필요성이 대두되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위하여 발명된 것으로, 본 발명은 해양 레이더의 스캐닝 결과를 이용해 소정 지점의 하루 중 누적 강수량을 산출하여 강우량의 공간분포를 제시함으로써 정확하게 누적 강수량을 예측하여 빈번하게 발생하는 국지성 집중호우 등에 의한 피해를 미리 예방할 수 있는 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출 시스템 및 그 산출방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0007] 또한, 본 발명은 해양 레이더를 이용하여 강수량을 예측함으로써 크기가 작아서 운반과 설치가 용이하여 관리자에게 편의성을 제공하는 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출 시스템 및 그 산출방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 의한 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출 시스템은, 소정 지점을 스캐닝하여 아날로그 신호를 생성하는 해양 레이더; 및 상기 해양 레이더로부터 제공받은 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하고, 그 디지털 신호를 기 설정된 관계식에 적용하여 강수량을 산출한 뒤 그 산출 결과를 제공하는 누적 강수량 산출 장치;를 포함한다.
- [0009] 이때, 상기 누적 강수량 산출장치는, 상기 해양 레이더가 생성한 아날로그 신호를 소정 시간 간격마다 수집하는 해양 레이더 신호 수집부; 상기 해양 레이더 신호 수집부에 의해 수집된 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D변환부; 상기 A/D변환부에 의해 변환된 디지털 신호의 시간 적분 및 장애물 제거를 수행하여 공간 해상도

를 지닌 바이너리 자료로 생산하는 바이너리 자료 생성부; 상기 A/D변환부에 의해 변환된 디지털 신호를 기 설정된 관계식에 적용하여 강수량을 산출하는 강수량 산출부; 및 상기 강수량 산출부에 의해 산출된 강수량 결과를 이용하여 강수 바이너리 자료 또는 강수 이미지 자료를 생성하는 중앙처리부;를 포함한다.

[0010] 그리고 기 설정된 관계식은, 해양 레이더의 디지털 신호와 우량계에 의해 산출된 실제 강우량과의 관계를 반영하여 생성된 것이다.

[0011] 이때, 기 설정된 관계식은, $R_x = a I_x + b$ 이다. 여기서, R_x 값은 레이더로부터 산출한 강우량(mm) 값이고, I_x 값은 레이더 영상의 픽셀 값이며, a 값 및 b 값은 지역특성과 강우 강도에 따라 결정되는 값으로, $0 < a < 10^{-2}$, $0 < b < 10^2$ 이다.

[0012] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 의한 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출방법은 해양 레이더가 소정 지점을 스캐닝하고, 그 스캐닝에 의해 아날로그 신호를 생성하는 (A)단계; 누적 강수량 산출 장치가 상기 아날로그 신호를 소정 시간 간격마다 수집하고, 그 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 (B)단계; 누적 강수량 산출 장치가 상기 (B)단계에 의해 수집된 디지털 신호의 시간 적분 및 장애물 제거를 수행하여 공간 해상도를 지닌 바이너리 자료로 생성하는 (C)단계; 및 누적 강수량 산출 장치가 상기 디지털 신호를 기 설정된 관계식에 적용하여 강수량을 산출하고, 그 산출 결과를 제공하는 (D)단계;를 포함한다.

[0013] 이때, 상기 (C)단계는, 누적 강수량 산출 장치가 맑은 날에 해양 레이더가 상기 소정 지점을 촬영한 영상을 가져오고, 강수 일에 해양 레이더가 그 소정 지점을 촬영한 영상을 가져온 뒤, 그 두 영상을 비교하여 장애물을 제거한다.

[0014] 한편, 상기 (D)단계의 관계식은, 해양 레이더의 디지털 신호와 우량계에 의해 산출된 실제 강우량과의 관계를 반영하여 생성된 것이다.

[0015] 이때, 상기 (D)단계의 관계식은, $R_x = a I_x + b$ 인 것이 바람직하다.

[0016] 여기서, R_x 값은 레이더로부터 산출한 강우량(mm) 값이고, I_x 값은 레이더 영상의 픽셀 값이며, a 값 및 b 값은 지역특성과 강우 강도에 따라 결정되는 값으로, $0 < a < 10^{-2}$, $0 < b < 10^2$ 이다.

[0017] 또한, 상기 (D)단계에 의해 산출된 강수량 결과를 이용하여 강수 바이너리 자료 또는 강수 이미지 자료를 생성한 뒤 제공하는 (E)단계;를 더 포함하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0018] 본 발명에 따르면, 본 발명은 해양 레이더의 스캐닝 결과를 이용해 소정 지점의 하루 중 누적 강수량을 산출하여 강우량의 공간분포를 제시함으로써 정확하게 누적 강수량을 예측하여 빈번하게 발생하는 국지성 집중호우 등에 의한 피해를 미리 예방할 수 있는 장점이 있다.

[0019] 또한, 본 발명은 해양 레이더를 이용하여 강수량을 예측함으로써 크기가 작아서 운반과 설치가 용이하여 관리자에게 편의성을 제공하는 장점이 있다.

[0020] 또한, 본 발명에서 누적 강수량을 예측하기 위하여 사용되는 해양 레이더 장비가 종래에 누적 강수량을 예측하기 위해 사용되는 다른 레이더 장비(예컨대, C - band radar 또는 S - band radar)보다 저렴하기 때문에 예산 낭비를 줄일 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출시스템의 전체 구성을 도시한 시스템도.

도 2는 도 1의 누적 강수량 산출장치의 내부구성을 도시한 블록도.

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출시스템의 동작과정을 도시한 순서도.

도 4는 해양 레이더 및 우량계의 설치지점을 설명하는 설명도.

도 5는 본 발명의 디지털 변환과정을 설명하기 위한 설명도.

도 6은 특정 강수기간 동안 해양 레이더의 1분 count와 우량계의 1분 강수량의 시계열 변동 및 상관분포를 나타내는 설명도.

도 7은 특정 강수기간 동안 해양 레이더의 누적 count와 누적 강수량의 시계열 변동 및 상관분포를 나타내는 설명도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하에서는 상기한 바와 같은 본 발명에 의한 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출시스템의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참고로 하여 상세하게 설명한다.
- [0023] 도 1에는 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출시스템의 전체 구성을 도시한 시스템도가 도시되어 있다.
- [0024] 도 1에 도시된 바와 같이 본 발명은 해양 레이더(100), 누적 강수량 산출 장치(200), 기상청 자동기상 관측 시스템(300)을 포함한다.
- [0025] 해양 레이더(100)는 소정 지점을 스캐닝하여 아날로그 신호를 생성한 뒤, 누적 강수량 산출 장치(200)에 제공한다.
- [0026] 누적 강수량 산출 장치(200)는 해양 레이더(100)로부터 제공받은 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하고, 그 디지털 신호를 기 설정된 관계식에 적용하여 강수량을 산출한 뒤 그 산출 결과를 제공한다. 누적 강수량 산출 장치(200)의 세부구성은 도 2를 참조하여 더욱 상세하게 설명하기로 한다.
- [0027] 기상청 자동기상 관측 시스템(AWS: Automatic Weather System)(300)은 소정 지점의 우량계 정보를 누적 강수량 산출 장치(200)에 제공한다. 이 우량계 정보는 관계식이 만들어지는 경우 사용되어 진다.
- [0028] 도 2에는 도 1의 누적 강수량 산출장치의 내부구성을 도시한 블록도가 도시되어 있다.
- [0029] 누적 강수량 산출 장치(200)는 해양 레이더 신호 수집부(210), A/D변환부(220), 바이너리 자료 생성부(230), 강수량 산출부(240), 중앙처리부(250) 및 저장부(260)를 포함한다.
- [0030] 해양 레이더 신호 수집부(210)는 해양 레이더(100)가 생성한 아날로그 신호를 1분 간격으로 수집한다.
- [0031] A/D변환부(220)는 해양 레이더 신호 수집부(210)에 의해 수집된 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환한다.
- [0032] 바이너리 자료 생성부(230)는 A/D변환부(220)에 의해 변환된 디지털 신호의 시간 적분 및 장애물 제거를 수행하여 500x500 미터의 공간 해상도를 지닌 바이너리 자료로 재생성한다.
- [0033] 이때, 바이너리 자료 생성부(230)는 맑은 날에 해양 레이더가 상기 소정 지점을 촬영한 영상을 가져오고, 강수일에 해양 레이더가 그 소정 지점을 촬영한 영상을 가져온 뒤, 그 두 영상을 비교하여 장애물을 제거하는 것이 바람직하다.
- [0034] 강수량 산출부(240)는 A/D변환부(220)에 의해 변환된 디지털 신호를 기 설정된 관계식에 적용하여 강수량을 산출한다.
- [0035] 여기서, 관계식은 해양 레이더의 디지털 신호와 우량계에 의해 산출된 실제 강우량과의 관계를 반영하여 생성된

$$R_x = a I_x + b$$

것이다. 좀 더 구체적으로, R_x 값은 레이더로부터 산출한 강수량(mm) 값이고, I_x 값은 레이더 영상의 픽셀 값이며, a 값 및 b 값은 지역특성과 강우 강도에 따라 결정되는 값으로, $0 < a < 10^{-2}$, $0 < b < 10^2$ 이다.

- [0036] 중앙처리부(250)는 강수량 산출부에 의해 산출된 강수량 결과를 이용하여 강수 바이너리 자료 또는 강수 이미지 자료를 생성하여 제공한다.
- [0037] 저장부(260)에는 누적 강수량을 산출할 때 이용되는 관계식 및 해양 레이더 신호 수집부(210)에 의해 수집된 아날로그 신호 또는 변환된 디지털 신호가 저장된다.
- [0038] 이하에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출시스템이 동작하는 과정을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하기로 한다.
- [0039] 도 3에는 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 해양 레이더를 이용한 누적 강수량 산출시스템의 동작과정을 도시한 순서도가 도시되어 있다.
- [0040] 우선, 해양 레이더(100)가 소정 지점을 스캐닝하고, 그 스캐닝에 의해 생성된 아날로그 신호를 누적 강수량 산출 장치에 제공한다(단계 S100).
- [0041] 이후, 누적 강수량 산출 장치(200)는 1분 간격으로 아날로그 신호를 수집한 뒤, 그 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환한다(단계 S110).
- [0042] 그리고 나서 누적 강수량 산출 장치(200)가 단계 S110에 의해 수집된 디지털 신호의 시간 적분을 수행한다(단계 S120).
- [0043] 이후, 누적 강수량 산출 장치(200)는 맑은 날에 해양 레이더가 상기 소정 지점을 촬영한 영상을 가져오고, 강수일에 해양 레이더가 그 소정 지점을 촬영한 영상을 가져온 뒤, 그 두 영상을 비교하여 장애물을 제거를 수행하여(단계 S130), 500 x 500 미터의 공간 해상도를 지닌 바이너리 자료로 재생성한다(단계 S140).
- [0044] 그리고 나서 누적 강수량 산출 장치(200)가 상기 디지털 신호를 기 설정된 관계식에 적용하여 강수량을 산출한다(단계 S150).
- [0045] 이때, 관계식은 해양 레이더의 디지털 신호와 우량계에 의해 산출된 실제 강수량과의 관계를 반영하여 생성된 것으로, $R_X = a I_X + b$ 이다.
- [0046] 여기서, R_X 값은 레이더로부터 산출한 강수량(mm) 값이고, I_X 값은 레이더 영상의 픽셀 값이며, a 값 및 b 값은 지역특성과 강우 강도에 따라 결정되는 값으로, $0 < a < 10^{-2}$, $0 < b < 10^2$ 이다.
- [0047] 그리고 누적 강수량 산출 장치(200)가 단계 S150에 의해 산출된 강수량 결과를 이용하여 강수 바이너리 자료 또는 강수 이미지 자료를 생성한 뒤 제공한다(단계 S160).
- [0048] 정리하면, 상술한 바에 의해 재생성된 디지털 신호는 우량계로 관측한 강수량과 디지털 신호의 관계를 도출하기 위해서 우량계 설치지점의 격자화 된 픽셀 좌표로부터 추출되는 것이다. 디지털 신호는 관측된 강수량과 관계를 정량적으로 도출하여 강수량 자료로 변환된다. 또한, 변환된 자료는 바이너리 자료와 이미지 자료로 생성되어 저장된다.
- [0049] 이하에서는 본 발명에 대한 실험 예 및 본 발명에 대한 효과를 설명하기로 한다.
- [0050] 도 4에는 해양 레이더 위치 및 우량계의 설치지점을 설명하는 설명도가 도시되어 있다.
- [0051] 우선, 해양 레이더로부터 변환된 디지털 신호와 우량계로 관측된 실제 강수량의 관계를 정량적으로 분석하기 위하여 도면 4에 도시된 바와 같이 레이더 설치 영역과 실제 강수량 측정 지점을 선정하였다. 해양 레이더의 위치는 빨간점으로 표시되어 있고, 우량계 설치 지점은 파란점으로 표시되어 있다.
- [0052] 레이더 설치 지점은 전라남도 순천시 해룡면(34° 1'N, 127° 1'E)이고 스캐닝 영역은 32 x 32km이다. 실제 강수량은 순천 지점(34° 5'N, 127° 8'E)의 기상청 자동기상관측시스템(Automatic Weather System)의 우량계 자료를 이용하였다.
- [0053] 이하에서는 해양 레이더의 디지털 변환 작업을 수행하는 것에 대해 설명하기로 한다.

- [0054] 도 5a에는 맑은 날에 해양 레이더로 측정된 이미지가 도시되어 있고, 도 5b에는 맑은 날의 디지털 변환 이미지가 도시되어 있으며, 도 5c에는 강수 일에 해양 레이더로 측정된 이미지가 도시되어 있고, 도 5d에는 강수 일의 디지털 변환 이미지가 도시되어 있다.
- [0055] 이들 도면에 도시된 바와 같이, 맑은 날에 해양 레이더로 측정된 영상에는 지형과 같은 장애물에 대한 신호가 수신되고(도 5a 참조), 강수 일에 측정된 영상에는 장애물을 포함한 강수 신호가 수신됨을 알 수 있다(도 5c 참조).
- [0056] 도면 5a 및 5c의 해양 레이더 아날로그 영상은 디지털 변환 방법을 사용하여 도면 5b 및 도 5d의 디지털 신호의 형태로 표출될 수 있다.
- [0057] 이러한 디지털 변환 방법은 강수 일에 장애물을 포함한 강수 신호를 장애물의 영향을 제거한 순수한 강수 신호로 교정하는 작업에 핵심이 된다. 또한, 해양 레이더의 강수 신호와 실제 강우량의 관계를 정량적으로 분석하는데 매우 중요한 기술이다.
- [0058] 한편, 이하에서는 해양 레이더 디지털 신호와 실제 강우량의 관계에 대해서 설명하기로 한다.
- [0059] 도 6a에는 특정 강수기간(2010.08.11 0시 ~ 7시)동안 해양 레이더의 1분 count와 우량계의 1분 강수량의 시계열 변동이 표시되어 있고, 도 6b에는 특정 강수기간(2010.08.11 0시 ~ 7시)동안 해양 레이더의 1분 count와 우량계의 1분 강수량의 상관분포가 도시되어 있다.
- [0060] 시간 해상도 1분의 해양 레이더 디지털 신호와 강수량의 관계식을 도출하기 위해서는 누적 강수량 보다 1분 강수량 자료가 더욱 유용하다. 본 발명의 강수기간 동안 해양 레이더의 1분 count와 우량계의 1분 강수량을 시계열 분석 및 상관분석으로 조사한 결과, 강수의 유무에 대한 경향은 매우 유사하게 나타났다(도 6a 참조).
- [0061] 그러나 디지털 신호와 강수량의 상관성은 AWS 우량계가 0.5mm의 낮은 분해능을 가졌기 때문에 AWS 1분 강수량으로 판단하기가 어려웠다(도 6b참조).
- [0062] 우량계의 분해능이 낮을 경우에는 우량계로 측정된 강수의 누적 강수량을 이용하여 해양 레이더의 디지털 신호와 실제 강수량의 관계를 도출하는 것이 효과적이지만, 더욱 안정적이고 효율적으로 상관성을 찾기 위해서는 분해능이 높은 우량계로부터 수집된 자료를 활용해야 한다.
- [0063] 해양 레이더의 디지털 변환 자료의 시간 해상도와 순천 지점의 AWS 우량계의 시간 해상도는 모두 1분이며, 2010년 8월 11일 0시부터 7시까지의 강수 기간의 자료를 활용하였다.
- [0064] 도 7a에는 특정 강수기간(2010.08.11 0시 ~ 7시) 동안 해양 레이더의 누적 count와 누적 강수량의 시계열 변동에 대해 도시되어 있고, 7b에는 해양 레이더의 누적 count와 누적 강수량의 상관분포에 대해 도시되어 있다.
- [0065] 우량계로 측정된 관측 지점의 누적 강수량은 82mm를 기록하였고, 동일 지점의 X-밴드 레이더의 누적 count는 14530을 기록하였다(도 7a 참조).
- [0066] 한편, 0시부터 2시까지는 강수가 집중적으로 내리는 시기였고, 누적 count와 누적 강수량은 급격하게 증가하는 경향을 보였다. 또한 2시부터 20분 동안 강수가 없는 기간과 20분 후 다시 강수가 나타나는 기간에 누적 count와 누적 강수량의 변동은 거의 일치하였다.
- [0067] 7시간의 강수 발생기간 동안 강수 현상이 나타나는 기간과 그렇지 않은 기간에 누적 count와 누적 강수량의 시계열 변동은 매우 유사한 경향을 보였다.
- [0068] 특히, 누적 count와 누적 강수량 사이의 상관관계는 상관 분석을 통해서 결정계수가 0.992로서 매우 높게 나타났다(도면 7b 참조). 이는 해양 레이더의 디지털 신호와 실제 강수량 사이에 큰 상관성이 있음을 의미하며, 해양 레이더의 디지털 신호를 강수량으로 변환하는 것이 가능하다는 것을 의미한다.
- [0069] 따라서 레이더 영상 자료로 강우량을 산출할 수 있는 관계식은
$$R_x = a I_x + b$$
 가 되는 것이다.
- [0070] 여기서, R_x 값은 레이더로부터 산출한 강우량(mm) 값이고, I_x 값은 레이더 영상의 픽셀 값이다. a와 b의 범위는

각각 $0 < a < 10^{-2}$, $0 < b < 10^2$ 로 지역 특성과 강우 강도에 따라 결정되기 때문에 충분한 관측실험 자료가 필요하다.

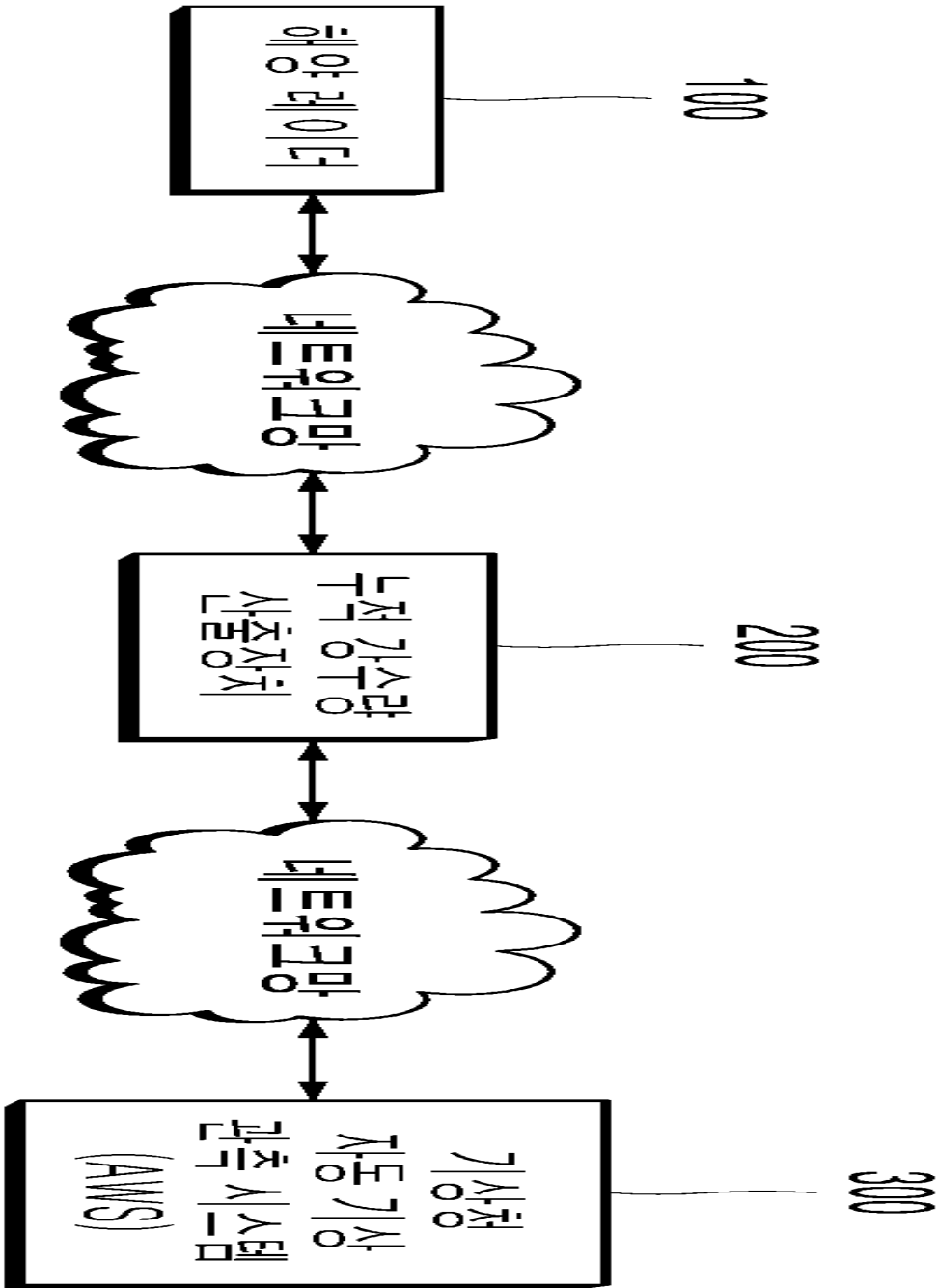
[0071] 이상에서는 본 발명을 특정의 바람직한 실시예에 대해서 도시하고 설명하였다. 그러나 본 발명은 상술한 실시예에만 국한되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상을 벗어남이 없이 얼마든지 다양하게 변경 실시할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 권리범위는 특정 실시예에 한정되는 것이 아니라, 첨부된 특허청구범위에 의해 정해지는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

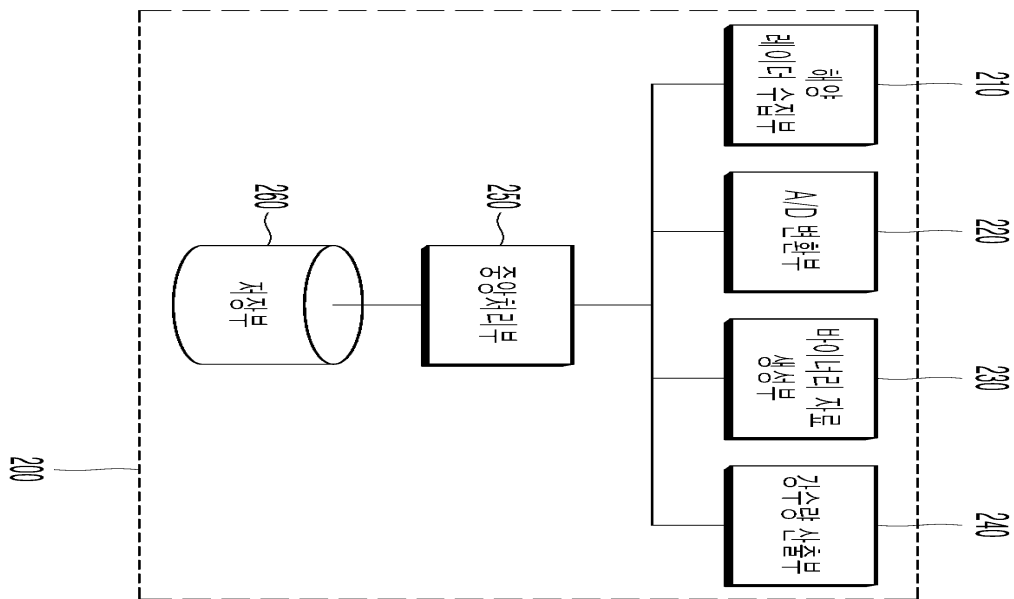
[0072] 100 : 해양 레이더 200 : 누적 강수량 산출장치
210 : 해양 레이더 신호 수집부 220 : A/D변환부
230 : 바이너리 자료 생성부 240 : 강수량 산출부
250 : 중앙처리부 260 : 저장부
300 : 자동기상 관측시스템

도면

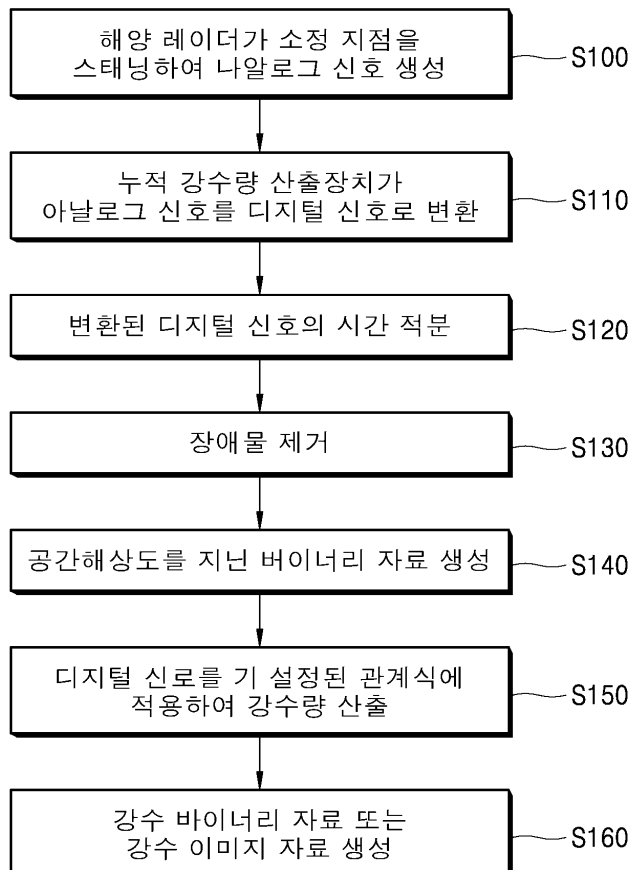
도면1



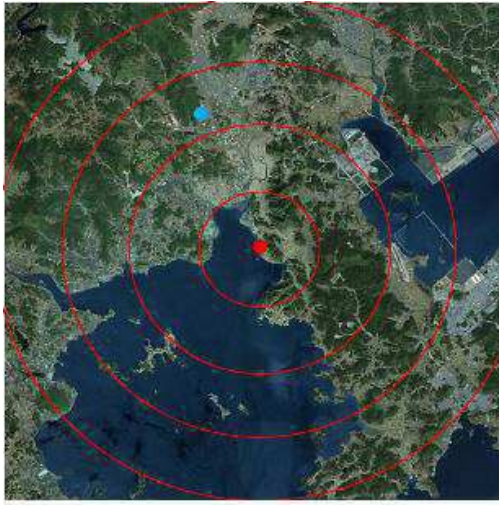
도면2



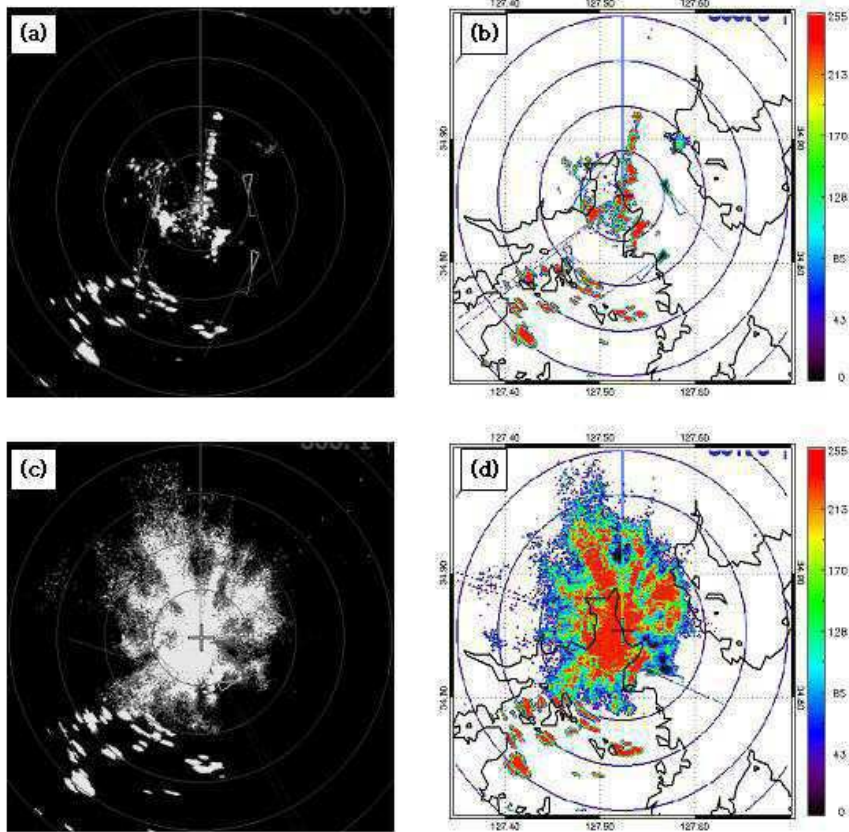
도면3



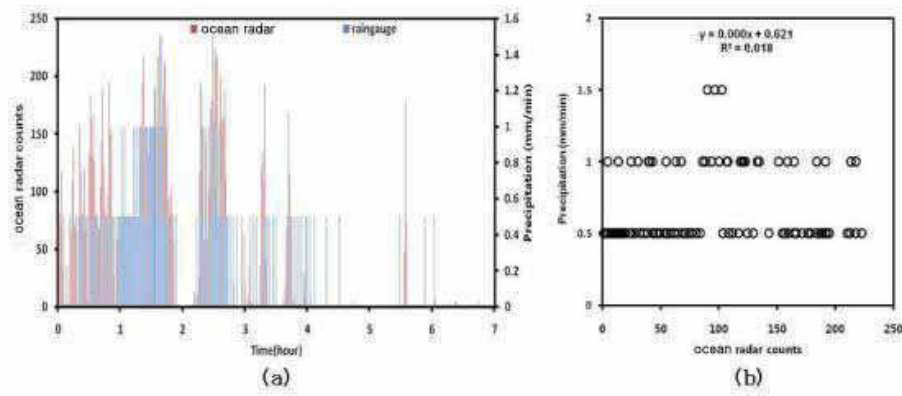
도면4



도면5



도면6



도면7

