(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년12월15일
(11) 등록번호 10-0931950
(24) 등록일자 2009년12월07일

(51) Int. Cl.
G01W 1/14 (2006.01) *G01S 13/95* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0031090
(22) 출원일자 2009년04월10일
심사청구일자 2009년04월10일
(56) 선행기술조사문헌
논문"레이더자료에서의 밝은띠 인식과 보정"(기상청 기상기술기반국, 2008.10.)

(73) 특허권자
부경대학교 산학협력단
부산 남구 용당동 산 100번지 부경대학교내
(72) 발명자
이동인
부산광역시 남구 용호동 LG메트로시티 205동 802호
장 민
부산광역시 기장군 철마면 장전리 159-1번지
유철환
부산광역시 동래구 명장2동 503-48 15/1
(74) 대리인
특허법인부경

전체 청구항 수 : 총 8 항 심사관 : 박기석

(54) 기상레이더의 강수 유형 구분 방법

(57) 요 약

본 발명은 기상레이더의 강수 유형 구분 방법에 관한 것으로서, 기상레이더의 CAPPI 자료를 이용하여 반사도 연직 프로파일(Vertical Profile of Reflectivity; VPR)을 구하고, 강수 유형을 구분할 수 있는 경계 조건을 정하는 제1단계; 및 상기 반사도 연직 프로파일에서 얻을 수 있는 매개변수인 BBP(Bright Band Peak; 밝은띠 정점), BBT(Bright Band Thickness; 밝은띠 두께), BBR(Bright Band Range; 밝은띠 영역)을 구하고, 강수 유형을 구분하여 밝은띠(Bright Band)와 밝은띠가 없는 영역(Non Bright Band)과 대류형으로 구분하는 제2단계;를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

이에 따라 본 발명에 의하면, 지상 강수량 추정시 강수 유형(층상형, 대류형)을 구분할 수 있으므로 집중호우 등에 대한 정량적 강수량 추정의 정확도를 향상시키고 현업예보에 응용하여 악기상 예보 및 초단시간 예보에 기여할 수 있는 장점이 있다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	K20607010000
부처명	국제과학기술협력재단(KICOS)
연구사업명	글로벌연구실사업
연구과제명	동지나해 공동해역에서의 대기 강수시스템 및 호우 발달에 관한 연구
주관기관	부경대학교
연구기간	2009년 04월 01일~2010년 03월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

기상레이더 및 POSS를 이용한 지상 강수량 추정의 정확도 향상을 위하여 기상레이더의 강수 유형을 구분하는 방법에 있어서,

기상레이더의 CAPPI 자료를 이용하여 반사도 연직 프로파일(Vertical Profile of Reflectivity; VPR)을 구하고, 강수 유형을 구분할 수 있는 경계 조건을 정하는 제1단계; 및

상기 반사도 연직 프로파일에서 얻을 수 있는 매개변수인 BBP(Bright Band Peak; 밝은띠 정점), BBT(Bright Band Thickness; 밝은띠 두께), BBR(Bright Band Range; 밝은띠 영역)을 구하고, 강수 유형을 구분하여 밝은띠(Bright Band)와 밝은띠가 없는 영역(Non Bright Band)과 대류형으로 구분하는 제2단계;를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 기상레이더의 강수 유형 구분 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 반사도 연직 프로파일은,

POSS 상공으로부터 3km×3km의 영역을 일정한 개수의 격자들로 분할하여 각각의 격자 값을 구하고, 상기 격자들의 값을 평균하여 한 층의 대표값으로 정하여 250m 간격으로 13km 고도까지 구하는 것을 특징으로 하는 기상레이더의 강수 유형 구분 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

BBP(밝은띠 정점)의 고도가 2km 이상 6km 이하에 존재하고 BBT(밝은띠 두께)가 2km 이하면, 밝은띠가 존재하는 것으로 판단하여 BBR(밝은띠 영역)을 구하는 것을 특징으로 하는 기상레이더의 강수 유형 구분 방법.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 BBP(밝은띠 정점)의 고도로부터 연직으로 3km 이상 고도의 반사도 값을 조사하여 연직 반사도 기울기 감률을 구하며, 상기 연직 반사도 기울기 감률이 3.5dB/km 이상이면 밝은띠(Bright Band), 즉 층상형으로 분류하는 것을 특징으로 하는 기상레이더의 강수 유형 구분 방법.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 연직 반사도 기울기 감률이 3.5dB/km 미만이면 대류형으로 분류하는 것을 특징으로 하는 기상레이더의 강수 유형 구분 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

BBP(밝은띠 정점)의 고도가 2km 이상 6km 이하에 존재하지 않거나 BBT(밝은띠 두께)가 2km를 초과하면, 밝은띠가 존재하지 않는 것으로 판단하여 BBR(밝은띠 영역)을 구하지 않는 것을 특징으로 하는 기상레이더의 강수 유형 구분 방법.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 BBP(밝은띠 정점)이 35dBZ 이상이거나 BBT(밝은띠 두께)가 2km 이상의 지역은 대류형으로 분류하며,

상기 BBP(밝은띠 정점)이 35dBZ 미만이거나 BBT(밝은띠 두께)가 2km보다 미만의 지역은 밝은띠가 없는 영역(Non

Bright Band)으로 분류되는 것을 특징으로 하는 기상레이더의 강수 유형 구분 방법.

청구항 8

제 3항 또는 제 6항에 있어서,

상기 밝은띠의 꼭대기는 BBT(밝은띠 두께)와 BBP(밝은띠 정점)의 최대 반사도 값의 차이가 위로 4dB 감소하는 지점으로 정의하며,

상기 밝은띠의 바닥은 BBT(밝은띠 두께)와 BBP(밝은띠 정점)의 최대 반사도 값의 차이가 아래로 2dB 감소하는 지점으로 정의하는 것을 특징으로 하는 기상레이더의 강수 유형 구분 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 기상레이더의 강수 유형 구분 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 기상레이더를 이용한 지상 강수량 추정의 정확도 향상을 위하여 강수 유형을 구분하는 기상레이더의 강수 유형 구분 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

<2> 일반적으로 기상(氣象)레이더는 전자기파를 발사하여 기상학적 목표물에 반사 또는 산란되어 오는 전파신호의 크기를 계산하는 장비로써, 넓은 영역(유효관측반경: 240km)을 매우 빠르게(10분) 감시할 수 있기 때문에 넓은 영역의 강수량을 산출하는 가장 효율적인 원격탐사장비 중 하나이다.

<3> 목표물에 산란되어 오는 신호(반사도)는 기상레이더에서 발사되는 펄스 볼륨 내에 존재하는 물방울의 크기분포와 관계가 있으며, 지상에 떨어지는 강수량도 물방울의 크기분포의 함수이므로 레이더 반사도와 지상 강수량과의 일정 관계식(Z-R 관계식; $Z=aR^b$)을 사용하면 레이더 반사도로부터 지상 강수량을 추정해 낼 수 있다.

<4> 그러나 이러한 기상레이더를 이용한다고 하더라도 강수 유형에 따라 지상 강수량 추정시 오차가 발생 할 수 있는데, 지상 강수량 추정시 정확도 향상을 위해서 강수 유형을 구분할 필요성이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<5> 본 발명은 지상 강수량 추정시 정확도 향상을 위해서 강수 유형(층상형, 대류형)을 구분할 수 있는 기상레이더의 강수 유형 구분 방법을 제공하는 것을 주목적으로 한다.

과제 해결수단

<6> 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 방법으로, 본 발명은 기상레이더의 CAPPI 자료를 이용하여 반사도 연직 프로파일(Vertical Profile of Reflectivity; VPR)을 구하고, 강수 유형을 구분할 수 있는 경계 조건을 정하는 제1단계; 및 상기 반사도 연직 프로파일에서 얻을 수 있는 매개변수인 BBP(Bright Band Peak; 밝은띠 정점), BBT(Bright Band Thickness; 밝은띠 두께), BBR(Bright Band Range; 밝은띠 영역)을 구하고, 강수 유형을 구분하여 밝은띠(Bright Band)와 밝은띠가 없는 영역(Non Bright Band)과 대류형으로 구분하는 제2단계;를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

<7> 바람직한 실시 예에 따르면, 상기 반사도 연직 프로파일은, POSS 상공으로부터 3km×3km의 영역을 일정한 개수의 격자들로 분할하여 각각의 격자 값을 구하고, 상기 격자들의 값을 평균하여 한 층의 대표값으로 정하여 250m 간격으로 13km 고도까지 구하는 것을 특징으로 한다.

<8> 바람직한 실시 예에 따르면, BBP(밝은띠 정점)의 고도가 2km에서 6km 사이에 존재하고 BBT(밝은띠 두께)가 2km 이하면, 밝은띠가 존재하는 것으로 판단하여 BBR(밝은띠 영역)을 구하는 것을 특징으로 한다.

<9> 바람직한 실시 예에 따르면, 상기 BBP(밝은띠 정점)의 고도로부터 연직으로 3km 높은 고도의 반사도 값을 조사하여 연직 반사도 기울기 감률을 구하며, 상기 연직 반사도 기울기 감률이 3.5dB/km 이상이면 밝은띠(Bright

Band), 즉 층상형으로 분류하는 것을 특징으로 한다.

<10> 바람직한 실시 예에 따르면, 상기 연직 반사도 기울기 감률이 3.5dB/km 미만이면 대류형으로 분류하는 것을 특징으로 한다.

<11> 바람직한 실시 예에 따르면, BBP(밝은띠 정점)의 고도가 2km에서 6km 사이에 존재하지 않거나 BBT(밝은띠 두께)가 2km를 초과하면, 밝은띠가 존재하지 않는 것으로 판단하여 BBR(밝은띠 영역)을 구하지 않는 것을 특징으로 한다.

<12> 바람직한 실시 예에 따르면, 상기 BBP(밝은띠 정점)이 35dBZ 이상이거나 BBT(밝은띠 두께)가 2km 이상의 지역은 대류형으로 분류하며, 상기 BBP(밝은띠 정점)이 35dBZ 미만이거나 BBT(밝은띠 두께)가 2km보다 미만의 지역은 밝은띠가 없는 영역(Non Bright Band)으로 분류되는 것을 특징으로 한다.

<13> 바람직한 실시 예에 따르면, 상기 밝은띠의 꼭대기는 BBT(밝은띠 두께)와 BBP(밝은띠 정점)의 최대 반사도 값의 차이가 위로 4dB 감소하는 지점으로 정의하며, 상기 밝은띠의 바닥은 BBT(밝은띠 두께)와 BBP(밝은띠 정점)의 최대 반사도 값의 차이가 아래로 2dB 감소하는 지점으로 정의하는 것을 특징으로 한다.

효 과

<14> 상술한 바와 같이 본 발명의 실시 예에 따른 기상레이더의 강수 유형 구분 방법에 의하면, 지상 강수량 추정시 강수 유형(층상형, 대류형)을 구분할 수 있으므로 집중호우 등에 대한 정량적 강수량 추정의 정확도를 향상시키고 현업예보에 응용하여 악기상 예보 및 초단시간 예보에 기여할 수 있는 장점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<15> 이하에서는 본 발명의 실시 예에 따라 기상레이더의 강수 유형 구분 방법에 대해 상세히 설명하도록 한다.

<16> 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

<17> 또한, 하기 설명에서 구체적인 구성요소 등과 같은 특정 사항들 없이도, 본 발명이 실시될 수 있음은 이 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게는 자명하다 할 것이다.

<18> 본 발명에서는 기상레이더를 이용한 지상 강수량 추정의 정확도 향상을 위하여 강수 형태(층상형, 대류형)를 구분하였다.

<19> 층운형과 대류형의 큰 차이는 밝은띠(BB; Bright Band)의 존재 유무이고, 이는 반사도의 연직 프로파일(VPR; Vertical Profile of Reflectivity)을 이용하여 구할 수 있다.

<20> 상기 반사도 연직 프로파일은 기상레이더의 CAPPI 자료를 이용하여 구하고 여러가지 경계조건을 정하여 강수 유형을 구분하는데, 상기 반사도 연직 프로파일은, POSS 상공으로부터 3km×3km의 영역을 일정한 개수의 격자들로 분할하여 각각의 격자 값을 구하고, 상기 격자들의 값을 평균하여 한 층의 대표값으로 정하여 250m 간격으로 13km 고도까지 구하는 것이 바람직하다.

<21> 또한 상기 반사도 연직 프로파일에서 얻을 수 있는 매개변수인 BBP(Bright Band Peak; 밝은띠 정점), BBT(Bright Band Thickness; 밝은띠 두께), BBR(Bright Band Range; 밝은띠 영역)을 구하고, 강수 유형을 구분하여 밝은띠(Bright Band)와 밝은띠가 없는 영역(Non Bright Band)과 대류형으로 구분한다.

<22> 그리고 본 발명의 실시 예에 따른 강수 형태의 구분은 다음과 같다.

<23> 먼저, BBP(밝은띠 정점)이 나타나는 고도를 검색하고 BBT(밝은띠 두께)를 계산하는데, 상기 BBP(밝은띠 정점)의 고도가 2km 이상 6km 이하에 존재하고 상기 BBT(밝은띠 두께)가 2km 이하면, 밝은띠가 존재하는 것으로 판단하여 BBR(밝은띠 영역)을 구한다.

<24> 이때, 상기 밝은띠의 꼭대기는 BBT(밝은띠 두께)와 BBP(밝은띠 정점)의 최대 반사도 값의 차이가 위로 4dB 감소하는 지점으로 정의하며, 상기 밝은띠의 바닥은 BBT(밝은띠 두께)와 BBP(밝은띠 정점)의 최대 반사도 값의 차이가 아래로 2dB 감소하는 지점으로 정의하는 것이 바람직하다.

<25> 여기서 상기 BBP(밝은띠 정점)의 고도로부터 연직으로 3km 이상 고도의 반사도 값을 조사하여 연직 반사도 기울

기 감률을 구하며, 상기 연직 반사도 기울기 감률이 3.5dB/km 이상이면 밝은띠(Bright Band), 즉 층상형으로 분류한다.

<26> 그리고 상기 연직 반사도 기울기 감률이 3.5dB/km 미만이면 대류형으로 분류한다.

<27> 또한 상기 BBP(밝은띠 정점)이 35dBZ 이상이거나 BBT(밝은띠 두께)가 2km 이상의 지역은 대류형으로 분류하며, 상기 BBP(밝은띠 정점)이 35dBZ 미만이거나 BBT(밝은띠 두께)가 2km보다 미만의 지역은 밝은띠가 없는 영역(Non Bright Band)으로 분류한다.

<28> 본 발명의 실시 예로, 강수량 추정의 정확성을 알아보기 위하여 당업에서 사용중인 $Z = 200R^{1.6}$ 을 사용하여 강수량을 추정한 것과, 반사도 보정식을 사용하여 레이더 반사도를 보정한 후 강수 유형별로 산출된 각각의 Z-R 관계식에 적용시켜 강수량을 추정하여 비교하였다.

<29> 레이더 반사도만으로 강수량을 추정할 경우, 거의 대부분 과소추정이 나타나 전체적으로 강수량을 제대로 추정하지 못하는 결과를 가져왔다.

<30> 따라서 강수입자의 변동성에 대한 오차를 줄이기 위해 SIFT를 이용하여 강수 유형별 Z-R 관계식을 구하고, 레이더 반사도의 보정을 위하여 반사도에 대해서도 SMA(Sorting and Moving Average)를 적용하여 반사도를 보정하였다.

<31> 레이더 반사도를 그대로 적용하여 얻어진 추정 강수량 값과 레이더 반사도를 보정한 후 추정된 강수량 값을 비교하여 보면, 레이더 반사도 보정 후에 수행된 추정 강수량 값이 더 정확한 결과를 보였다.

<32> 특히, 본 발명인 기상레이더의 강수 유형 구분 방법에서 강수 유형별 강수량 추정 결과를 살펴보면, 층상형에서는 당업에서 사용중인 $Z = 200R^{1.6}$ 식에 보정된 레이더 반사도를 적용하여 강수량을 추정하였을 때 강수량 추정의 오차를 줄이는 결과를 보였다.

<33> 그리고 대류형에서는 대류형에서 구한 Z-R 관계식에 보정된 레이더 반사도를 적용하여 강수량을 추정하였을 때 강수량 추정의 오차를 줄이는 결과로 나타났다.

<34> 상기에서 기술된 실시 예는 본 발명에 따른 하나의 실시 예일 뿐이며, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술적 사상의 범위에서 다양한 수정 및 변경이 가능할 것이다. 이러한 다양한 수정 및 변경 또한 본 발명의 기술적 사상의 범위 내라면 하기에서 기술되는 본 발명의 청구범위에 속한다 할 것이다.