



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년12월06일
(11) 등록번호 10-1926036
(24) 등록일자 2018년11월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01P 5/24 (2006.01) G01W 1/00 (2006.01)
G06F 17/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01P 5/24 (2013.01)
G01W 1/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0184349
(22) 출원일자 2017년12월29일
심사청구일자 2017년12월29일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020140058255 A*
KR1020170073818 A*
KR1020170073817 A*
KR1020160073604 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동,
부경대학교)
(72) 발명자
오재호
서울시 금천구 독산동 독산 한신아파트 1-1105
양신일
경상남도 진주시 신안동 428-8 신안동삼명빌라 A
동 402호
심지한
부산광역시 사하구 하신변영로 365, 118동 1105호
(74) 대리인
특허법인 대아

전체 청구항 수 : 총 6 항

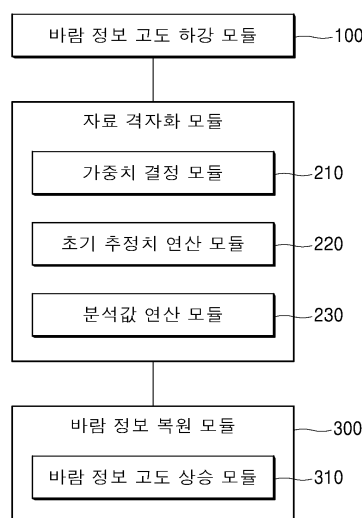
심사관 : 김기환

(54) 발명의 명칭 정량적 바람 정보 복원 시스템 및 이를 이용한 정량적 바람 정보 복원 방법

(57) 요약

본 발명은 정량적 바람 정보 복원 시스템 및 이를 이용한 정량적 바람 정보 복원 방법에 대한 것으로서, 특히, 관측소에서 관측된 바람 자료의 고도를 일치시킨 후 격자화하고 정량적 바람 진단 모형(Quantitative Wind Model, QWM)의 초기자료로 입력하여 다항식 보간법에 의해 바람 정보를 복원하는 시스템 및 방법에 관한 것이다. 본 발명은 관측소에서 관측되는 바람 자료를 일정한 고도로 하강시켜 서로 상이한 관측소 고도에 따라 풍속이 상이한 바람 자료를 일정하게 할 수 있다. 또한, 본 발명은 초기 자료에 따른 민감도가 큰 정량적바람진단모형에 기상 모델의 예측값을 초기 자료로 사용하는 것보다 관측소가 있는 부분의 값을 유지하면서 관측소가 없는 위치의 값을 연산할 수 있는 장점이 있다. 또한, 본 발명에서 복원된 바람자료는 상세 지방자치단체별 바람 분석 등 다양한 연구에 활용될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06F 17/10 (2013.01)

G01W 2201/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20150340

부처명 한국해양과학기술원

연구관리전문기관 선박해양플랜트연구소

연구사업명 해양수산환경기술개발사업

연구과제명 위험·유해물질(HNS)사고 관리기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 부경대학교산학협력단

연구기간 2017.01.01 ~ 2017.12.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

관측소에서 관측된 바람 자료를 해면기압으로 하강시키는 바람 정보 고도 하강 모듈과,

상기 바람 정보 고도 하강 모듈에서 해면기압으로 하강된 불규칙하게 분포하고 있는 바람 자료를 Barnes 객관 분석법으로 격자화하는 자료 격자화 모듈,

상기 자료 격자화 모듈에서 격자화된 자료를 상기 관측소 주변의 복원하고자 하는 대상 지역의 상세 지형 고도로 상승시켜 상기 대상 지역의 바람 정보를 복원하는 바람 정보 복원 모듈을 포함하는 정량적 바람 정보 복원 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 바람 정보 고도 하강 모듈은,

상기 관측소의 고도가 dz1 미만에 분포한다면, $U_{1000hPa}$, U_{925hPa} , $H_{1000hPa}$, H_{925hPa} 연직 자료와, 상기 관측소에서 관측된 관측소 풍속(U_{obs})과 관측소 고도(H_{obs})를 기반으로 선형 피팅(Linear Fitting) 방법으로 해면기압의 풍속을 구하여 관측된 바람 자료를 해면 기압으로 하강하며,

상기 관측소의 고도가 dz1에서 dz2 사이에 분포한다면, $U_{1000hPa}$, U_{925hPa} , U_{850hPa} , $H_{1000hPa}$, H_{925hPa} , H_{850hPa} 연직 자료와, 상기 관측소에서 관측된 관측소 풍속(U_{obs})과 관측소 고도(H_{obs})를 기반으로, 관측소 고도(H_{obs})에서 dz1까지는 다중 피팅(Polynomial Fitting) 방법으로 dz1 고도의 풍속을 구하고, dz1에서 0m(SLP)까지는 선형 피팅(Linear Fitting) 방법으로 해면기압의 풍속을 구하여 관측된 바람 자료를 해면 기압으로 하강하며,

$$\text{상기 } dz1 = \frac{H_{1000hPa} + H_{925hPa}}{2},$$

$$\text{상기 } dz2 = \frac{H_{925hPa} + H_{850hPa}}{2},$$

$$\text{상기 } dz3 = \frac{H_{850hPa} + H_{700hPa}}{2} \text{인 정량적 바람 정보 복원 시스템.}$$

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 바람 정보 복원 모듈은,

상기 해면기압으로 하강된 바람 자료를 해면기압에서부터 상승 시, dz1까지는 U_{925hPa} , H_{925hPa} 연직 자료와 해면기압의 풍속(U_{slp}), 해면기압의 고도(H_{slp}), 상세 지형 고도(H_{dem}) 관측 자료를 기반으로 선형 피팅(Linear Fitting) 방법으로 상세 지형 고도일 때의 풍속을 구하며,

상기 상세 지형 고도가 dz1에서 dz2 사이일 때, (H_{slp})에서 dz1까지는 연직자료의 U_{slp} , U_{925hPa} , H_{slp} , H_{925hPa} 를 기반으로 선형 피팅(Linear Fitting) 방법으로 dz1 고도일 때의 풍속($U_{dz1-obs}$)을 구하며, dz1에서 상세 지형 고도(H_{dem})까지는 U_{slp} , U_{925hPa} , U_{850hPa} , H_{slp} , H_{925hPa} , H_{850hPa} 를 기반으로 다항 피팅(Polynomial Fitting) 방법으로 연직자료의 dz1 고도에서의 풍속(U_{dz1})을 구한 후, 상세 지형 고도(H_{dem})를 이용하여 상세고도의 풍

속을 구하며,

$$\text{상기 } dz1 = \frac{H_{1000hPa} + H_{925hPa}}{2},$$

$$\text{상기 } dz2 = \frac{H_{925hPa} + H_{850hPa}}{2},$$

$$\text{상기 } dz3 = \frac{H_{850hPa} + H_{700hPa}}{2} \text{인 정량적 바람 정보 복원 시스템.}$$

청구항 4

바람 정보 고도 하강 모듈이 관측소에서 관측된 바람 자료를 해면기압으로 하강시키는 단계와,

상기 바람 정보 고도 하강 모듈에서 해면기압으로 하강된 불규칙하게 분포하고 있는 바람 자료를 자료 격자화 모듈이 Barnes 객관 분석법으로 격자화하는 단계,

상기 격자화된 자료를 바람 정보 복원 모듈이 상기 관측소 주변의 복원하고자 하는 대상 지역의 상세 지형 고도로 상승시켜 상기 대상 지역의 바람 정보를 복원하는 단계를 포함하는 정량적 바람 정보 복원 방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 바람 정보 고도 하강 모듈이 관측소에서 관측된 바람 자료를 해면기압으로 하강시키는 단계는,

상기 관측소의 고도가 $dz1$ 미만에 분포한다면, $U_{1000hPa}$, U_{925hPa} , $H_{1000hPa}$, H_{925hPa} 연직 자료와, 상기 관측소에서 관측된 관측소 풍속(U_{obs})과 관측소 고도(H_{obs})를 기반으로 선형 피팅(Linear Fitting) 방법으로 해면기압의 풍속을 구하여 관측된 바람 자료를 해면 기압으로 하강하며,

상기 관측소의 고도가 $dz1$ 에서 $dz2$ 사이에 분포한다면, $U_{1000hPa}$, U_{925hPa} , U_{850hPa} , $H_{1000hPa}$, H_{925hPa} , H_{850hPa} 연직 자료와, 상기 관측소에서 관측된 관측소 풍속(U_{obs})과 관측소 고도(H_{obs})를 기반으로, 관측소 고도(H_{obs})에서 $dz1$ 까지는 다중 피팅(Polynomial Fitting) 방법으로 $dz1$ 고도의 풍속을 구하고, $dz1$ 에서 0m(SLP)까지는 선형 피팅(Linear Fitting) 방법으로 해면기압의 풍속을 구하여 관측된 바람 자료를 해면 기압으로 하강하는 단계를 포함하며,

$$\text{상기 } dz1 = \frac{H_{SLP} + H_{925hPa}}{2},$$

$$\text{상기 } dz2 = \frac{H_{925hPa} + H_{850hPa}}{2},$$

$$\text{상기 } dz3 = \frac{H_{850hPa} + H_{700hPa}}{2} \text{인 포함하는 정량적 바람 정보 복원 방법.}$$

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 격자화된 자료를 바람 정보 복원 모듈이 상기 관측소 주변의 복원하고자 하는 대상 지역의 상세 지형 고도로 상승시켜 상기 대상 지역의 바람 정보를 복원하는 단계는,

상기 해면기압으로 하강된 바람 자료를 해면기압에서부터 상승 시, $dz1$ 까지는 U_{925hPa} , H_{925hPa} 연직 자료와 해면기압의 풍속(U_{slp}), 해면기압의 고도(H_{slp}), 상세 지형 고도(H_{dem}) 관측 자료를 기반으로 선형 피팅(Linear Fitting) 방법으로 상세 지형 고도일 때의 풍속을 구하며,

상기 상세 지형 고도가 dz1에서 dz2 사이일 때, (H_{slp})에서 dz1까지는 연직자료의 $U_{slp}, U_{925hPa}, H_{slp}, H_{925hPa}$ 를 기반으로 선형 피팅(Linear Fitting) 방법으로 dz1 고도일 때의 풍속($U_{dz1-obs}$)을 구하며, dz1에서 상세 지형 고도(H_{dem})까지는 $U_{slp}, U_{925hPa}, U_{850hPa}, H_{slp}, H_{925hPa}, H_{850hPa}$ 를 기반으로 다항 피팅(Polynomial Fitting) 방법으로 연직자료의 dz1 고도에서의 풍속(U_{dz1})을 구한 후, 상세 지형 고도(H_{dem})를 이용하여 상세고도의 풍속을 구하는 단계를 포함하는 정량적 바람 정보 복원 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 정량적 바람 정보 복원 시스템 및 이를 이용한 정량적 바람 정보 복원 방법에 대한 것으로서, 특히, 관측소에서 관측된 바람 자료의 고도를 일치시킨 후 격자화하고 정량적 바람 진단 모형(Quantitative Wind Model, QWM)의 초기자료로 입력하여 다항식 보간법에 의해 바람 정보를 복원하는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전지구 모델 및 중규모 모델에서 표현하기에 한계가 있는 상세하고 복잡한 지형 특성을 갖고 있는 지역에 대하여 상세 지방자치단체별 분석 혹은 예보 시 고해상도 기상 자료가 필요하다. 과거 사상에 대해서는 이미 관측 자료가 존재하여 AWS, ASOS 관측 자료를 이용한 사상 연구를 하지만 이 관측 자료는 관측 지점이 있는 장소만의 기상 자료를 제공한다. AWS(Automatic Weather System), ASOS(Automated Synoptic Observing System) 관측 자료를 단순 보간법을 이용해 고해상도의 관측 자료로 만들면 이 자료는 동심원을 그리며 일정 지역의 자료가 '0'의 값으로 나타나는 현상이 발생한다. 위와 같은 문제를 해결하기 위해 AWS, ASOS 관측 자료와 정량적 바람 진단 모형(Quantitative Wind Model, QWM)을 이용하여 원하는 지역의 1.0km이하의 바람 자료를 복원하여 일정 지역의 자료가 '0'의 값으로 나타나는 현상을 제거하고 고해상도의 자료를 복원할 수 있는 방법이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1559008호(2015.10.02. 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은 원하는 지역의 1.0km이하의 바람 자료를 정량적 바람 진단 모형(QWM)을 이용하여 오류가 상대적으로 적은 정량적 바람 정보 복원 시스템 및 이를 이용한 정량적 바람 정보 복원 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 상술한 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 관측소에서 관측된 바람 자료를 해면기압으로 하강시키는 바람 정보 고도 하강 모듈과, 상기 바람 정보 고도 하강 모듈에서 해면기압으로 하강된 불규칙하게 분포하고 있는 바람 자료를 Barnes 객관 분석법으로 격자화하는 자료 격자화 모듈, 상기 자료 격자화 모듈에서 격자화된 자료를 상기 관측소 주변의 복원하고자 하는 대상 지역의 상세 지형 고도로 상승시켜 상기 대상 지역의 바람 정보를 복원하는 바람 정보 복원 모듈을 포함하는 정량적 바람 정보 복원 시스템을 제공한다.

[0006] 상기 바람 정보 고도 하강 모듈은, 상기 관측소의 고도가 dz1 미만에 분포한다면, $U_{1000hPa}, U_{925hPa}, H_{1000hPa}, H_{925hPa}$ 연직 자료와, 상기 관측소에서 관측된 관측소 풍속(U_{obs})과 관측소 고도(H_{obs})를 기반으로 한 선형 피팅(Linear Fitting) 방법으로 해면기압의 풍속을 구하여 관측된 바람 자료를 해면 기압으로 하강하며, 상기 관측소의 고도가 dz1에서 dz2 사이에 분포한다면, $U_{1000hPa}, U_{925hPa}, U_{850hPa}, H_{1000hPa}, H_{925hPa}, H_{850hPa}$

연직 자료와, 상기 관측소에서 관측된 관측소 풍속(U_{obs})과 관측소 고도(H_{obs})를 기반으로, 관측소 고도(H_{obs})에서 dz1까지는 다중 피팅(Polynomial Fitting) 방법으로 dz1 고도의 풍속을 구하고, dz1에서 0m(SLP)까지는 선형 피팅(Linear Fitting) 방법으로 해면기압의 풍속을 구하여 관측된 바람 자료를 해면 기압으로 하강하며,

$$\text{상기 } dz1 = \frac{H_{1000hPa} + H_{925hPa}}{2}, \text{ 상기 } dz2 = \frac{H_{925hPa} + H_{850hPa}}{2}, \text{ 상기 } dz3 = \frac{H_{850hPa} + H_{700hPa}}{2} \text{ 이다.}$$

[0007] 상기 바람 정보 복원 모듈은, 상기 해면기압으로 하강된 바람 자료를 해면기압에서부터 상승 시, dz1까지는 U_{925hPa} , H_{925hPa} 연직 자료와 해면기압의 풍속(U_{slp}), 해면기압의 고도(H_{slp}), 상세 지형 고도(H_{dem}) 관측 자료를 기반으로 선형 피팅(Linear Fitting) 방법으로 상세고도일 때의 풍속을 구하며, 상기 상세 지형 고도가 dz1에서 dz2 사이일 때, (H_{slp})에서 dz1까지는 연직자료의 U_{slp}, U_{925hPa} , H_{slp}, H_{925hPa} 를 기반으로 선형 피팅(Linear Fitting) 방법으로 dz1 고도일 때의 풍속($U_{dz1-obs}$)을 구하며, dz1에서 상세 지형 고도(H_{dem})까지는 $U_{slp}, U_{925hPa}, U_{850hPa}$, $H_{slp}, H_{925hPa}, H_{850hPa}$ 를 기반으로 다항 피팅(Polynomial Fitting) 방법으로 연직자료의 dz1 고도에서의 풍속(U_{dz1})을 구한 후, 상세 지형 고도(H_{dem})를 이용하여 상세고도의 풍속을 구하며, 상기

$$dz1 = \frac{H_{SLP} + H_{925hPa}}{2}, \text{ 상기 } dz2 = \frac{H_{925hPa} + H_{850hPa}}{2}, \text{ 상기 } dz3 = \frac{H_{850hPa} + H_{700hPa}}{2} \text{ 이다.}$$

[0008] 또한, 본 발명은 바람 정보 고도 하강 모듈이 관측소에서 관측된 바람 자료를 해면기압으로 하강시키는 단계와, 상기 바람 정보 고도 하강 모듈에서 해면기압으로 하강된 불규칙하게 분포하고 있는 바람 자료를 자료 격자화 모듈이 Barnes 객관 분석법으로 격자화하는 단계, 상기 격자화된 자료를 바람 정보 복원 모듈이 상기 관측소 주변의 복원하고자 하는 대상 지역의 상세 지형 고도로 상승시켜 상기 대상 지역의 바람 정보를 복원하는 단계를 포함하는 정량적 바람 정보 복원 방법을 제공한다.

[0009] 상기 바람 정보 고도 하강 모듈이 관측소에서 관측된 바람 자료를 해면기압으로 하강시키는 단계는, 상기 관측소의 고도가 dz1 미만에 분포한다면, $U_{1000hPa}, U_{925hPa}$, $H_{1000hPa}, H_{925hPa}$ 연직 자료와, 상기 관측소에서 관측된 관측소 풍속(U_{obs})과 관측소 고도(H_{obs})를 기반으로한 선형 피팅(Linear Fitting) 방법으로 해면기압의 풍속을 구하여 관측된 바람 자료를 해면 기압으로 하강하며, 상기 관측소의 고도가 dz1에서 dz2 사이에 분포한다면, $U_{1000hPa}, U_{925hPa}, U_{850hPa}$, $H_{1000hPa}, H_{925hPa}, H_{850hPa}$ 연직 자료와, 상기 관측소에서 관측된 관측소 풍속(U_{obs})과 관측소 고도(H_{obs})를 기반으로, 관측소 고도(H_{obs})에서 dz1까지는 다중 피팅(Polynomial Fitting) 방법으로 dz1 고도의 풍속을 구하고, dz1에서 0m(SLP)까지는 선형 피팅(Linear Fitting) 방법으로 해면기압의 풍속을 구하여 관측된 바람 자료를 해면 기압으로 하강하는 단계를 포함하며, 상기

$$dz1 = \frac{H_{1000hPa} + H_{925hPa}}{2},$$

$$\text{상기 } dz2 = \frac{H_{925hPa} + H_{850hPa}}{2}, \text{ 상기 } dz3 = \frac{H_{850hPa} + H_{700hPa}}{2} \text{ 이다.}$$

[0010] 상기 격자화된 자료를 바람 정보 복원 모듈이 상기 관측소 주변의 복원하고자 하는 대상 지역의 상세 지형 고도로 상승시켜 상기 대상 지역의 바람 정보를 복원하는 단계는, 상기 해면기압으로 하강된 바람 자료를 해면기압에서부터 상승 시, dz1까지는 U_{925hPa} , H_{925hPa} 연직 자료와 해면기압의 풍속(U_{slp}), 해면기압의 고도(H_{slp}), 상세 지형 고도(H_{dem}) 관측 자료를 기반으로 선형 피팅(Linear Fitting) 방법으로 상세 지형 고도일 때의 풍속을 구하며, 상기 상세 지형 고도가 dz1에서 dz2 사이일 때, (H_{slp})에서 dz1까지는 연직자료의 U_{slp}, U_{925hPa} , H_{slp}, H_{925hPa} 를 기반으로 선형 피팅(Linear Fitting) 방법으로 dz1 고도일 때의 풍속($U_{dz1-obs}$)을 구하며, dz1에서 상세 지형 고도(H_{dem})까지는 $U_{slp}, U_{925hPa}, U_{850hPa}$, $H_{slp}, H_{925hPa}, H_{850hPa}$ 를 기반으로 다항 피팅(Polynomial Fitting) 방법으로 연직자료의 dz1 고도에서의 풍속(U_{dz1})을 구한 후, 상세 지형 고도(H_{dem})를 이용하여 상세고도의 풍속을 구하는 단계를 포함하며, 상기

$$dz1 = \frac{H_{SLP} + H_{925hPa}}{2}, \text{ 상기}$$

$$dz2 = \frac{H_{925hPa} + H_{850hPa}}{2}, \text{ 상기 } dz3 = \frac{H_{850hPa} + H_{700hPa}}{2} \text{ 이다.}$$

발명의 효과

- [0011] 본 발명은 관측소에서 관측되는 바람 자료를 일정한 고도로 하강시켜 서로 상이한 관측소 고도에 따라 풍속이 상이한 바람 자료를 일정하게 할 수 있다.
- [0012] 또한, 본 발명은 초기 자료에 따른 민감도가 큰 정량적바람진단모형에 기상 모델의 예측값을 초기 자료로 사용하는 것보다 관측소가 있는 부분의 값을 유지하면서 관측소가 없는 위치의 값을 연산할 수 있는 장점이 있다.
- [0013] 또한, 본 발명에서 복원된 바람자료는 상세 지방자치단체별 바람 분석 등 다양한 연구에 활용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 본 발명에 따른 정량적 바람 정보 복원 시스템의 블록도.
- 도 2는 본 발명에 따른 정량적 바람 정보 복원 시스템에서 바람 하강 시 사용되는 연직 자료 모식도이다.
- 도 3 내지 도 5는 본 발명에 따른 정량적 바람 정보 복원 시스템에서 바람 하강 과정의 개념도.
- 도 6은 본 발명에 따른 정량적 바람 정보 복원 시스템에서 자료 격자화를 설명하기 위한 도면.
- 도 7은 본 발명에 따른 정량적 바람 정보 복원 시스템에서 바람 상승 시 사용되는 연직 자료 모식도이다.
- 도 8 내지 도 10은 본 발명에 따른 정량적 바람 정보 복원 시스템에서 바람 상승 과정의 개념도.
- 도 11 및 도 12는 본 발명에 따른 정량적 바람 정보 복원 시스템에서 바람의 상승과 하강의 개념도.
- 도 13은 본 발명에 따른 정량적 바람 정보 복원 방법의 순서도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0016] 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 알려주기 위해 제공되는 것이다. 도면상의 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다.
- [0017] 도 1은 본 발명에 따른 정량적 바람 정보 복원 시스템의 블록도이다.
- [0018] 본 발명에 따른 정량적 바람 정보 복원 시스템은 도 1에 도시된 바와 같이, 관측소에서 관측된 바람 자료를 상층 자료를 이용하여 해면기압으로 하강시키는 바람 정보 고도 하강 모듈(100)과, 불규칙한 자료를 격자화하는 자료 격자화 모듈(200), 격자화된 자료를 정량적바람진단모형의 초기자료로 입력하여 대상 지역의 상세 지형 고도로 상승시킴으로써 바람 정보를 복원하는 바람 정보 복원 모듈(300)을 포함한다.
- [0019] 도 2는 본 발명에 따른 정량적 바람 정보 복원 시스템에서 바람 하강 모듈을 설명하기 위한 개념도이다.
- [0020] 바람 정보 고도 하강 모듈(100)은 각 관측소에서 관측된 바람 자료를 상층 자료를 이용하여 해면기압으로 하강, 즉, 고도를 해면기압으로 하강시킨다. 본 발명에서는 서로 상이한 관측소의 고도를 일치시키기 위해서 고도를 하강시키며, 이에 따라 관측소에서 관측되는 바람 정보 등도 달라진다. 여기서, 본 발명은 바람 정보를 하강하거나 상승시키는데 관측소에서 관측된 자료 외에 재분석 자료도 이용하며, 재분석 자료는 지오폠펜셜 고도(Geopotential Height, m), 동쪽 바람(Eastward Wind, m/s), 북쪽 바람(Northward Wind, m/s)을 포함한다. 지
- $$\text{오폠펜셜 고도는 } H_{1000hPa}, H_{925hPa}, H_{850hPa}, H_{700hPa}, H_{600hPa}, H_{500hPa}, H_{400hPa}, H_{300hPa}, H_{250hPa}, H_{200hPa}, H_{150hPa}, H_{100hPa}, H_{70hPa}, H_{50hPa}, H_{30hPa}, H_{20hPa}, H_{10hPa} \text{ 를 포함하고,}$$
- $$\text{동쪽 바람은 } U_{1000hPa}, U_{925hPa}, U_{850hPa}, U_{700hPa}, U_{600hPa}, U_{500hPa}, U_{400hPa}, U_{300hPa}, U_{250hPa}, U_{200hPa}, U_{150hPa}, U_{100hPa}, U_{70hPa}, U_{50hPa}, U_{30hPa}, U_{20hPa}, U_{10hPa} \text{ 를 포함한다. 또한, 북}$$
- $$\text{쪽 바람은 } V_{1000hPa}, V_{925hPa}, V_{850hPa}, V_{700hPa}, V_{600hPa}, V_{500hPa}, V_{400hPa}, V_{300hPa}, V_{250hPa}, V_{200hPa}, V_{150hPa}, V_{100hPa}, V_{70hPa}, V_{50hPa}, V_{30hPa}, V_{20hPa}, V_{10hPa} \text{ 을 포함한다. 또한, 도 2}$$
- 를 참조하면, 본 발명에서 바람 정보를 하강하거나 상승하는데 기준으로 dz1과 dz2, dz3, 및 dz4가 있고, 각각

은 아래의 수학적식 1과 수학적식 2 및 수학적식 3과 같다.

수학적식 1

$$dz1 = \frac{H_{1000hPa} + H_{925hPa}}{2}$$

$$dz1 = \frac{H_{SLP} + H_{925hPa}}{2} \quad (\text{고도 하강 시})$$

수학적식 2

$$dz2 = \frac{H_{925hPa} + H_{850hPa}}{2}$$

수학적식 3

$$dz3 = \frac{H_{850hPa} + H_{700hPa}}{2}$$

도 3 내지 도 5는 본 발명에 따른 정량적 바람 정보 복원 시스템에서 바람 하강 과정의 개념도이다.

우선, 바람 정보 고도 하강을 설명하는데 편의를 위해서 $dz1 = \frac{H_{1000hPa} + H_{925hPa}}{2}$ 를 사용한다. U, V 바람 피팅 과정은 동일하며, 도 3을 참조하면, 관측소 고도가 dz1 이하에 분포할 때, 즉, $H_{obs} < dz1$ 일 때, 사용 연직 자료는 $U_{1000hPa}, U_{925hPa}, H_{1000hPa}, H_{925hPa}$ 이고, 사용 관측 자료는 U_{obs}, H_{obs} 이다. 또한, 피팅(Fitting) 방법은 선형 피팅(Linear Fitting)을 이용한다. 보다 상세하게, 연직자료의 $U_{1000hPa}, U_{925hPa}, H_{1000hPa}, H_{925hPa}$ 를 수학적식 $y_1 = ax_1 + b$ 에 대입하여 a, b를 구한다. 여기서, x_1 는 고도(m)이고 y_1 는 풍속(m/s)이다. 구해진 수학적식의 x_1 에 관측소 고도(H_{obs})를 넣어 관측소 고도일 때 연직자료의 풍속(y_2)을 구한다. 이를 관측소 풍속(U_{obs})과 관측소 고도일 때 연직자료의 풍속(y_2)을 빼서 기존 수학적식 $y_1 = ax_1 + b$ 에 더한다. 위 과정을 거치면 연직자료의 연직분포가 관측소 풍속에 맞추어지게 된다. 맞추어진 $y_1 = ax_1 + b + U_{obs} - y_2$ 의 x_1 에 0을 넣으면 해면기압의 풍속(U_{slp})이 구해진다.

도 4를 참조하면, 관측소 고도가 dz1에서 dz2 사이에 분포할 때, 즉, $dz1 < H_{obs} < dz2$ 일 때, 사용 연직 자료는 $U_{1000hPa}, U_{925hPa}, U_{850hPa}, H_{1000hPa}, H_{925hPa}, H_{850hPa}$ 이고, 사용 관측 자료는 U_{obs}, H_{obs} 이다. 또한, 피팅(Fitting) 방법은 선형 피팅(Linear Fitting)과 다항 피팅(Polynomial Fitting)을 이용한다. H_{obs} 에서 $dz1$ 까지의 바람 하강 과정은 다항 피팅(Polynomial Fitting)을 이용하며, 연직자료의 $U_{1000hPa}, U_{925hPa}, U_{850hPa}$ 를 식 $y_1 = ax_1^2 + bx_1 + c$ 에 대입하여 a, b, c를 구한다. 구해진 식의 x_1 에 관측소 고도(H_{obs})를 넣어 관측소 고도일 때 연직자료의 풍속(y_2)을 구한다. 이를 관측소 풍속(U_{obs})과 관측소 고도일 때 연직자료의 풍속(y_2)을 빼서 기존 식 $y_1 = ax_1^2 + bx_1 + c$ 에 더한다. 위 과정을 거치면 연직자료의 연직분포가 관측소 풍속에 맞추어지게 된다. 맞추어진 $y_1 = ax_1^2 + bx_1 + c + U_{obs} - y_2$ 의 x_1 에 $dz1$ 을 넣으면 $dz1$ 고도의 풍속($U_{obs-dz1}$)이 구해진다. $dz1$ 에서 0m(SLP)까지 바람 하강 과정은 선형 피팅(Linear Fitting)을 이용하며, $dz1$ 보다 고도가 낮은

곳은 전술된 $H_{obs} < dz1$ 일 때와 같이 $U_{1000hPa}, U_{925hPa}, H_{1000hPa}, H_{925hPa}$ 이용하여 $y_3 = ax_3 + b$ 를 구하고 x_3 에 $dz1$ 을 넣어 연직자료의 $dz1$ 고도에서의 풍속(U_{dz1})을 구한 뒤 다항 피팅(polynomial fitting)에서 구해진 $dz1$ 고도의 풍속($U_{obs-dz1}$)에서 빼서 기존 식에 더한다. 구해진 $y_3 = ax_3 + b + U_{obs-dz1} - U_{dz1}$ 의 x_3 에 0을 넣어 해면기압의 풍속(U_{slp})을 구한다.

[0029] 또한, 도 5를 참조하면, 관측소 고도가 $dz2$ 에서 $dz3$ 사이에 분포할 때, 즉, $dz2 < H_{obs} < dz3$ 일 때, 사용되는 연직 자료는 $U_{1000hPa}, U_{925hPa}, U_{850hPa}, U_{700hPa}$, 이고, 관측 자료는 U_{obs}, H_{obs} 이다. 또한, 피팅(Fitting) 방법은 선형 피팅(Linear Fitting)과 다항 피팅(Polynomial Fitting)을 이용한다. 우선, H_{obs} 에서 $dz2$ 까지는 다항 피팅을 이용하며 연직자료의 $U_{925hPa}, U_{850hPa}, U_{700hPa}, H_{925hPa}, H_{850hPa}, H_{700hPa}$ 를 수학적식 $y_1 = ax_1^2 + bx_1 + c$ 에 대입하여 a, b, c를 구한다. 구해진 식의 x_1 에 관측소 고도(H_{obs})를 넣어 관측소 고도일 때 연직자료의 풍속(y_2)을 구한다. 이를 관측소 풍속(U_{obs})과 관측소 고도일 때 연직자료의 풍속(y_2)을 빼서 기존 식 $y_1 = ax_1^2 + bx_1 + c$ 에 더한다. 위 과정을 거치면 연직자료의 연직분포가 관측소 풍속에 맞추어지게 된다. 맞추어진 $y_1 = ax_1^2 + bx_1 + c + U_{obs} - y_2$ 의 x_1 에 $dz2$ 을 넣으면 $dz2$ 고도의 풍속($U_{obs-dz2}$)이 구해진다. 또한, $dz2$ 에서 $dz1$ 까지 과정은 다항 피팅을 이용하며 연직자료의 $U_{1000hPa}, U_{925hPa}, U_{850hPa}, H_{1000hPa}, H_{925hPa}, H_{850hPa}$ 를 수학적식 $y_3 = ax_3^2 + bx_3 + c$ 에 대입하여 a, b, c를 구한다. 구해진 식의 x_3 에 $dz2$ 고도(H_{dz2})를 넣어 $dz2$ 고도일 때 연직자료의 풍속(U_{dz2})을 구한다. 이를 $dz2$ 고도의 풍속($U_{obs-dz2}$)과 $dz2$ 일 때 연직자료의 풍속(U_{dz2})을 빼서 기존 식 $y_3 = ax_3^2 + bx_3 + c$ 에 더한다. 더해진 $y_3 = ax_3^2 + bx_3 + c + U_{obs-dz2} - U_{dz2}$ 의 x_3 에 $dz1$ 을 넣으면 $dz1$ 고도의 풍속($U_{obs-dz1}$)이 구해진다. 또한, $dz1$ 에서 0m(SLP) 까지 과정은 선형 피팅(Linear Fitting)을 이용하며, $dz1$ 보다 고도가 낮은 곳은 전술된 " $H_{obs} < dz1$ "과 같이 $U_{1000hPa}, U_{925hPa}, H_{1000hPa}, H_{925hPa}$ 이용하여 $y_4 = ax_4 + b$ 를 구하고 x_4 에 $dz1$ 을 넣어 연직자료의 $dz1$ 고도에서의 풍속(U_{dz1})을 구한 뒤 polynomial fitting에서 구해진 $dz1$ 고도의 풍속($U_{obs-dz1}$)에서 빼서 기존 식에 더한다. 구해진 $y_4 = ax_4 + b + U_{obs-dz1} - U_{dz1}$ 의 x_3 에 0을 넣어 해면기압의 풍속(U_{slp})을 구한다.

[0030] 또한, 관측소 고도가 $dz3$ 에서 $dz4$ 에 분포하거나 그 이상 일 때에도 전술된 바와 같이, 각 고도 조건에 따라 맞는 연직 분포를 따라 바람을 하강시킬 수 있다. 여기서, 바람 정보 기압 하강 모듈(100)로 관측된 바람 자료를 하강시키는 이유는 관측소 고도에 따라 풍속이 변하기 때문이다. 즉, 관측소 고도에 따라 풍속이 상이하므로 관측소 고도를 일정한 고도로 일치시켜야 하며, 본 발명은 이를 해면기압으로 일치시킨다.

[0031] 도 6은 본 발명에 따른 정량적 바람 정보 복원 시스템에서 자료 격자화를 설명하기 위한 도면이다.

[0032] 자료 격자화 모듈(200)은 바람 정보 고도 하강 모듈(100)에서 해면기압으로 하강된 관측된 바람 자료, 즉, 해면 기압으로 하강된 불규칙한 형태를 가진 AWS(Automatic Weather System), ASOS(Automated Synoptic Observing System) 자료를 정량적바람진단모형에 접합할 수 있도록 도 6과 같이 격자화한다. 본 발명에서 격자화를 위한 내삽법으로 Barnes 객관 분석법을 이용하며, Barnes 객관 분석법은 격자 점 주변의 관측 지점의 값에 격자점으로부터의 거리에 따른 가중치를 주어 불규칙하게 분포하는 관측 지점의 값들로부터 일정한 격자점의 값을 계산하는 방법이다. 또한, 이에 따라, 격자화 모듈은 가중치 결정 모듈(210)과 초기 추정치 연산 모듈(220) 및 분석 값 연산 모듈(230)을 포함한다.

[0033] 가중치 결정 모듈(210)은 격자 점 주변의 관측 지점의 값에 격자점으로부터의 거리에 따른 가중치를 구한다. 영향 반경을 R , 격자점으로부터 관측 지점까지의 거리를 d 라고 하면, 영향 반경 내의 각 관측 지점 k 에서의 거리에 따른 가중치는 아래의 수학적식 4와 같이 주어진다.

수학식 4

$$W_k = e^{-(d/R)^2}$$

초기 추정치 연산 모듈(220)은 가중치 결정 모듈(210)에서 영향 반경 내 격자점과 관측 지점 사이의 거리에 따른 가중치가 결정되면, 각 관측 지점 k 에서의 초기치 I_k 를 이용하여 아래의 수학식 2와 같이 각 격자점 g 에서의 초기 추정치 I_g 를 연산한다.

수학식 5

$$I_g = \frac{\sum_{k=1}^N W_k I_k}{\sum_{k=1}^N W_k}$$

수학식 5에서, N 은 전체 관측지점의 수이다.

분석값 연산 모듈(230)은 관측 지점을 중심으로 하여 영향반경 내 격자점에서의 초기 추정치 I_s 들로부터 수학식 2와 같이 내삽하여 관측 지점 k 에서의 분석값인 A_k 를 연산한다. 이후, 수학식 3에서와 같이 관측 지점 k 에서의 초기값 I_k 와 분석값 A_k 의 차이에 거리에 따른 가중치 W'_k 를 두어 계산한 후 수학식 2에서 구한 I_g 와 더하여 원하는 격자점 g 에서의 분석값 A_g 을 얻는다.

수학식 6

$$A_g = I_g + \frac{\sum_{k=1}^N W'_k (I_k - A_k)}{\sum_{k=1}^N W'_k}$$

여기서, 가중치 W'_k 는 아래의 수학식 7과 같이 연산된다.

수학식 7

$$W'_k = e^{-(d/R\Gamma)^2}$$

수학식 7에서, Γ 는 0과 1사이의 값을 갖는다.

이때, 해상도는 AWS 관측소 분포의 평균 거리를 고려하여 10km로 하는 것이 바람직하다.

또한, 정량적바람진단모형(Quantitative Wind Model, QWM)에 필요한 자료는 표 1과 같다.

표 1

	구성요소 [단위]
1	지표 대상풍(surface zonal wind) [m/s]
2	지표 자오선 바람(surface meridional wind) [m/s]

3	연직 대상풍(zonal wind) [m/s]
4	연직 자오선 바람(meridional wind) [m/s]
5	지오폠펜셜 고도(geopotential height) [m]

- [0046] 바람 정보 복원 모듈(300)은 원하는 대상 지역의 바람 정보를 복원한다. 이를 위해서, 바람 정보 복원 모듈(300)은 바람 정보 고도 상승 모듈(310)을 포함한다. 또한, 후술될 바람 정보 복원 모듈(300)이 본 발명의 실질적인 정량적바람진단모형(Quantitative Wind Model, QWM)이다.
- [0047] 도 7은 본 발명에 따른 정량적 바람 정보 복원 시스템에서 바람 상승 시 사용되는 연직 자료 모식도이고, 도 8 내지 도 10은 본 발명에 따른 정량적 바람 정보 복원 시스템에서 바람 상승 과정의 개념도이다.
- [0048] 바람 정보 고도 상승 모듈(310)은 바람 정보 복원 모듈(300)을 통해 복원된 바람 정보, 즉, 원하는 격자 크기로 내삽된 해면기압 바람 자료를 상세 지형 고도, 즉, 바람 정보를 복원하고자 하는 지역의 실제 고도로 상승시킨다. 이는 본 발명이 제1 관측소와 제2 관측소에서 실질적으로 관측된 관측자료를 이용하여 관측되지 않은 지역의 바람 정보를 복원하고자 하는 것이며, 제1 관측소와 제2 관측소의 고도를 동일하게 하기 위해서 고도를 하강시켰으므로 관측되지 않은 지역도 고도가 하강된 상태이다. 따라서, 관측되지 않은 지역의 바람 정보를 정확하게 복원하기 위해서, 관측되지 않은 지역을 실제 고도, 즉, 상세 지형 고도로 상승시킨다.
- [0049] 도 7을 참조하면, 바람 정보 고도 상승 모듈(310)은 해면기압에서부터 상승 시 dz1까지는 0m, 925hPa 바람을 초기자료로 사용하여 1차 보간법을 사용한다. 또한, dz1에서 dz2까지는 925hPa, 850hPa 및 700hPa 바람을 초기자료로 사용하여 2차 보간법으로 dz2까지 고도를 상승시킨다. dz2에서 dz3까지는 850hPa, 700hPa 및 600hPa 바람을 초기자료로 사용하여 2차 보간법으로 dz3까지 고도를 상승시키며, dz3이상에서는 700hPa, 600hPa 및 500hPa 바람을 초기자료로 사용하여 2차 보간법으로 고도를 상승시킨다.
- [0050] 도 8을 참조하면, U, V 바람 피팅 과정은 동일하며, 보다 상세하게, 해면기압에서부터 dz1까지 상승 시, 즉, $H_{dem} < dz1$ 일 때, 사용 연직 자료는 U_{925hPa} , H_{925hPa} 이고 사용 관측 자료는 U_{slp} , H_{slp} , H_{dem} 이다. 또한, 피팅(Fitting) 방법은 선형 피팅(Linear Fitting)을 이용한다. 연직자료의 U_{slp}, U_{925hPa} , H_{slp}, H_{925hPa} 를 수학식 $y_1 = ax_1 + b$ 에 대입하여 a, b를 구한다. 구해진 식의 x_1 에 H_{dem} 을 넣어 상세 지형 고도일 때의 풍속(U_{dem})을 구한다.
- [0051] 도 9를 참조하면, $dz1 < H_{dem} < dz2$ 일 때, 사용 연직 자료는 U_{925hPa}, U_{850hPa} , H_{925hPa}, H_{850hPa} 이고, 사용 관측 자료는 U_{slp} , H_{slp} , H_{dem} 이다. 피팅(Fitting) 방법은 선형 피팅(Linear Fitting)과 다항 피팅(Polynomial Fitting)을 이용한다. H_{slp} 에서 dz1까지 과정은 선형 피팅(Linear Fitting)을 이용하며, 연직자료의 U_{slp}, U_{925hPa} , H_{slp}, H_{925hPa} 를 수학식 $y_1 = ax_1 + b$ 에 대입하여 a, b를 구한다. 구해진 수학식의 x_1 에 H_{dz1} 을 넣어 dz1 고도일 때의 풍속($U_{dz1-obs}$)을 구한다. 또한, dz1에서 H_{dem} 까지 과정은 다항 피팅(Polynomial Fitting)을 이용하며, dz1보다 고도가 높은 곳은 $U_{slp}, U_{925hPa}, U_{850hPa}$, $H_{slp}, H_{925hPa}, H_{850hPa}$ 를 이용하여 $y_3 = ax_3^2 + bx_3 + c$ 에서 a, b, c를 구하고 x_3 에 dz1을 넣어 연직자료의 dz1고도에서의 풍속(U_{dz1})을 구한 뒤 선형 피팅(Linear fitting)에서 구해진 dz1 고도의 풍속($U_{obs-dz1}$)에서 빼서 기존 수학식에 더한다. 구해진 $y_3 = ax_3^2 + bx_3 + c + U_{obs-dz1} - U_{dz1}$ 의 x_3 에 H_{dem} 을 넣어 상세 지형 고도의 풍속(U_{dem})을 구한다.
- [0052] 도 10을 참조하면, $dz2 < H_{dem} < dz3$ 일 때, 사용되는 연직 자료는 $U_{925hPa}, U_{850hPa}, U_{700hPa}$, $H_{925hPa}, H_{850hPa}, H_{700hPa}$ 이고, 사용되는 관측소 관측 자료는 U_{slp} , H_{slp} , H_{dem} 이다. 또한, 피팅(Fitting) 방법은 선형 피팅(Linear Fitting)과 다항 피팅(Polynomial Fitting)을 이용한다. 우선, H_{slp} 에서 dz1까지 과정은 선형 피팅(Linear Fitting)을 이용하며, 연직자료의 U_{slp}, U_{925hPa} , H_{slp}, H_{925hPa} 를 수학식 $y_1 = ax_1 + b$ 에 대입하여 a, b를 구한다. 구해진 수학식의 x_1 에 H_{dz1} 을 넣어 dz1 고도일 때의 풍속($U_{dz1-obs}$)을 구한다. dz1에서 dz2까지 과정은 다항 피팅(Polynomial Fitting)을 이용하며, dz1보다 고도가 높은 곳은

$U_{slp}, U_{925hPa}, U_{850hPa}, H_{slp}, H_{925hPa}, H_{850hPa}$ 를 이용하여 $y_3 = ax_3^2 + bx_3 + c$ 에서 a, b, c를 구하고 x_3 에 dz_1 을 넣어 연직자료의 dz_1 고도에서의 풍속(U_{dz1})을 구한 뒤 선형 피팅(Linear fitting)에서 구해진 dz_1 고도의 풍속($U_{obs-dz1}$)에서 빼서 기존 식에 더한다. 구해진 $y_3 = ax_3^2 + bx_3 + c + U_{obs-dz1} - U_{dz1}$ 의 x_3 에 dz_2 을 넣어 dz_2 고도의 풍속($U_{obs-dz2}$)을 구한다. dz_2 에서 H_{dem} 까지 과정은 다항 피팅(Polynomial Fitting)을 이용하며, dz_2 보다 고도가 높은 곳은 $U_{925hPa}, U_{850hPa}, U_{700hPa}, H_{925hPa}, H_{850hPa}, H_{700hPa}$ 를 이용하여 $y_4 = ax_4^2 + bx_4 + c$ 에서 a, b, c를 구하고 x_4 에 dz_2 을 넣어 연직자료의 dz_2 고도에서의 풍속(U_{dz2})을 구한 뒤 다항 피팅(Polynomial fitting)에서 구해진 dz_2 고도의 풍속($U_{obs-dz2}$)에서 빼서 기존 수학적식에 더한다. 구해진 $y_4 = ax_4^2 + bx_4 + c + U_{obs-dz2} - U_{dz2}$ 의 x_4 에 H_{dem} 을 넣어 상세 지형 고도의 풍속(U_{dem})을 구한다.

[0053] 표 2는 본 발명에 따른 정량적 바람 정보 복원 시스템에서 고도 조건에 따른 사용 고도 및 피팅 방법이다.

표 2

고도 조건	사용변수	사용 고도	Fitting Type
~ dz1	H, U, V	1000hPa(SLP), 925hPa	linear Fitting
dz1 ~ dz2		925hPa, 850hPa, 700hPa	Polynomial Fitting
dz2 ~ dz3		850hPa, 700hPa, 600hPa	
dz3 ~ dz4		700hPa, 600hPa, 500hPa	
dz4 ~ dz5		600hPa, 500hPa, 400hPa	
:		:	

[0055] 표 2를 참조하면, dz4 이상 고도에서는 표 2와 같은 고도 조건에 따라, $dz_1 < H_{dem} < dz_2$ 일 때와 $dz_2 < H_{dem} < dz_3$ 일 때와 같은 방법으로 바람을 하강하거나 상승시킨다. 표 2에서, 괄호안은 바람 상승 시 사용된다.

[0056] 도 11 및 도 12는 본 발명에 따른 정량적 바람 정보 복원 시스템에서 바람의 상승과 하강의 개념도이다.

[0057] 이와 같이, 본 발명은 도 11 및 도 12에 도시된 바와 같이, 관측된 바람 자료를 해면기압으로 하강시킨 후 후술될 자료 격자화 모듈(200)과 바람 정보 복원 모듈(300)으로 Barnes 객관분석법을 통해 격자화하고 2차 보간법으로 원하는 수평 격자 크기를 가지도록 내삽한다. 또한, 원하는 수평 격자 크기로 내삽된 바람 자료를 상세 지형 고도로 상승시킨다.

[0058] 상술한 바와 같이, 본 발명은 관측소에서 관측되는 바람 자료를 일정한 고도로 하강시켜 서로 상이한 관측소 고도에 따라 풍속이 상이한 바람 자료를 일정하게 할 수 있다. 또한, 본 발명은 초기 자료에 따른 민감도가 큰 정량적바람진단모형에 기상 모델의 예측값을 초기 자료로 사용하는 것보다 관측소가 있는 부분의 값을 유지하면서 관측소가 없는 위치의 값을 연산할 수 있는 장점이 있다. 또한, 복원된 바람자료는 상세 지방자치단체별 바람 분석 등 다양한 연구에 활용될 수 있다.

[0059] 다음은 본 발명에 따른 정량적 바람 정보 복원 방법에 대해 설명하고자 한다.

[0060] 도 13은 본 발명에 따른 정량적 바람 정보 복원 방법의 순서도이다.

[0061] 본 발명에 따른 정량적 바람 정보 복원 방법은 도 13에 도시된 바와 같이, 관측된 바람 자료의 고도를 해면기압으로 하강시키는 단계(S1)와, 불규칙한 자료를 격자화하는 격자화 단계(S2)와, 및 격자화된 자료를 입력값으로 하여 바람 정보를 복원하는 바람 정보 복원 단계(S3)를 포함한다.

[0062] 관측된 바람 자료의 고도를 해면기압으로 하강시키는 단계(S1)는 바람 정보 기압 하강 모듈이 관측소의 고도가 dz1 미만에 분포한다면, $U_{1000hPa}, U_{925hPa}, H_{1000hPa}, H_{925hPa}$ 연직 자료와, 상기 관측소에서 관측된 관측소 풍속(U_{obs})과 관측소 고도(H_{obs})를 기반으로한 선형 피팅(Linear Fitting) 방법으로 해면기압의 풍속을 구하여 관측된 바람 자료를 해면 기압으로 하강시킨다. 또한, 관측소의 고도가 dz1에서 dz2 사이에 분포한다면, $U_{1000hPa}, U_{925hPa}, U_{850hPa}, H_{1000hPa}, H_{925hPa}, H_{850hPa}$ 연직 자료와, 관측소에서 관측된 관측소 풍속(U_{obs})과

관측소 고도(H_{obs})를 기반으로, 관측소 고도(H_{obs})에서 dz1까지는 다중 피팅(Polynomial Fitting) 방법으로 dz1 고도의 풍속을 구하고, dz1에서 0m(SLP)까지는 선형 피팅(Linear Fitting) 방법으로 해면기압의 풍속을 구하여 관측된 바람 자료를 해면 기압으로 하강시킨다.

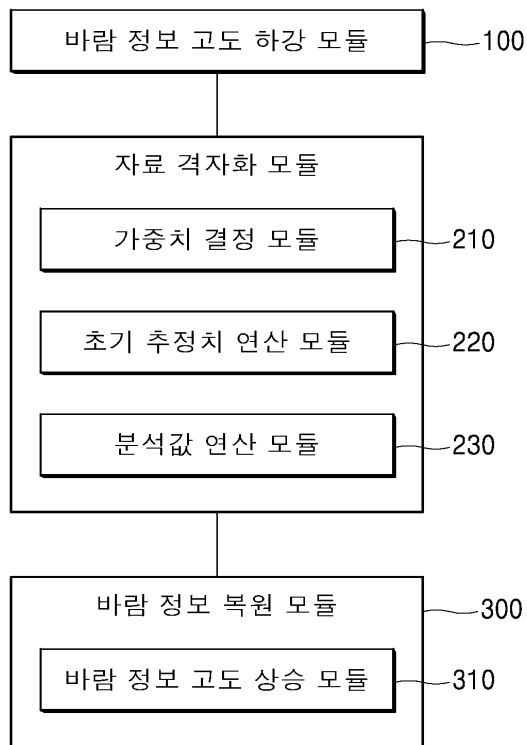
- [0063] 격자화 단계(S2)는 불규칙한 형태를 가진 AWS, ASOS 자료를 정량적바람진단모형에 접합할 수 있도록 격자화 모듈이 격자화한다. 이는 전술된 바와 같이, Barnes(1964) 객관 분석법을 이용하며, 이에 따라서, 격자화 단계(S2)는 가중치를 결정하는 단계(S2-1)와, 초기 추정치를 연산하는 단계(S2-2), 및 분석값을 연산하는 단계(S2-3)를 포함한다.
- [0064] 가중치를 결정하는 단계(S2-1)는 가중치 결정 모듈이 격자 점 주변의 관측 지점의 값에 격자점으로부터의 거리에 따른 가중치를 구한다. 가중치를 결정하는 단계(S2-1)에서 가중치는 전술된 수학적 식 1과 같이 구하여 결정할 수 있다.
- [0065] 초기 추정치를 연산하는 단계(S2-2)는 가중치를 결정하는 단계(S2-1)에서 결정된 영향 반경 내 격자점과 관측 지점 사이의 거리에 따른 가중치와, 각 관측 지점 k 에서의 초기치 I_k 를 이용하여 초기 추정치 연산 모듈이 전술된 수학적 식 2와 같이 각 격자점 s 에서의 초기 추정치 I_s 를 연산한다.
- [0066] 분석값을 연산하는 단계(S2-3)는 초기 추정치를 연산하는 단계(S2-2)에서 관측 지점을 중심으로 하여 연산된 영향반경 내 격자점에서의 초기 추정치 I_s 들로부터 분석값 연산 모듈이 전술된 수학적 식 2와 같이 내삽하여 관측 지점 k 에서의 분석값인 A_k 를 계산한다. 이후, 수학적 식 3에서와 같이 관측 지점 k 에서의 초기값 I_k 와 분석값 A_k 의 차이에 거리에 따른 가중치 W_k 를 두어 계산한 후 수학적 식 2에서 구한 I_s 와 더하여 원하는 격자점 s 에서의 분석값 A_s 을 얻는다.
- [0067] 바람 정보 복원 단계(S3)는 바이너리 형태인 격자화된 AWS, ASOS 자료를 바람 정보 복원 모듈이 정량적바람진단 모형의 초기자료로 입력받아 다항식 보간법에 의해 바람 정보를 복원한다. 이를 위해서, 바람 정보 복원 단계(S3)는 격자화된 바람 자료를 상세 지형 고도로 상승시키는 단계(S3-1)을 포함한다.
- [0068] 상술한 바와 같이, 본 발명은 관측소에서 관측되는 바람 자료를 일정한 고도로 하강시켜 서로 상이한 관측소 고도에 따라 풍속이 상이한 바람 자료를 일정하게 할 수 있다.
- [0069] 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

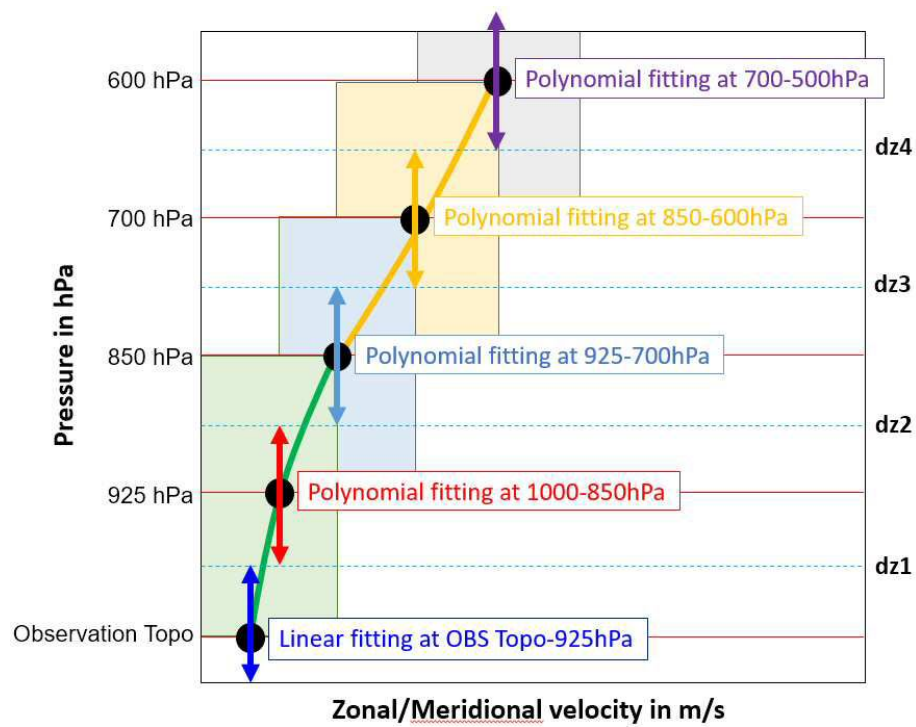
- [0070]
- | | |
|---------------------|-------------------|
| 100: 바람 정보 고도 하강 모듈 | 200: 자료 격자화 모듈 |
| 210: 가중치 결정 모듈 | 220: 초기 추정치 연산 모듈 |
| 230: 분석값 연산 모듈 | 300: 바람 정보 복원 모듈 |
| 310: 바람 정보 고도 상승 모듈 | |

도면

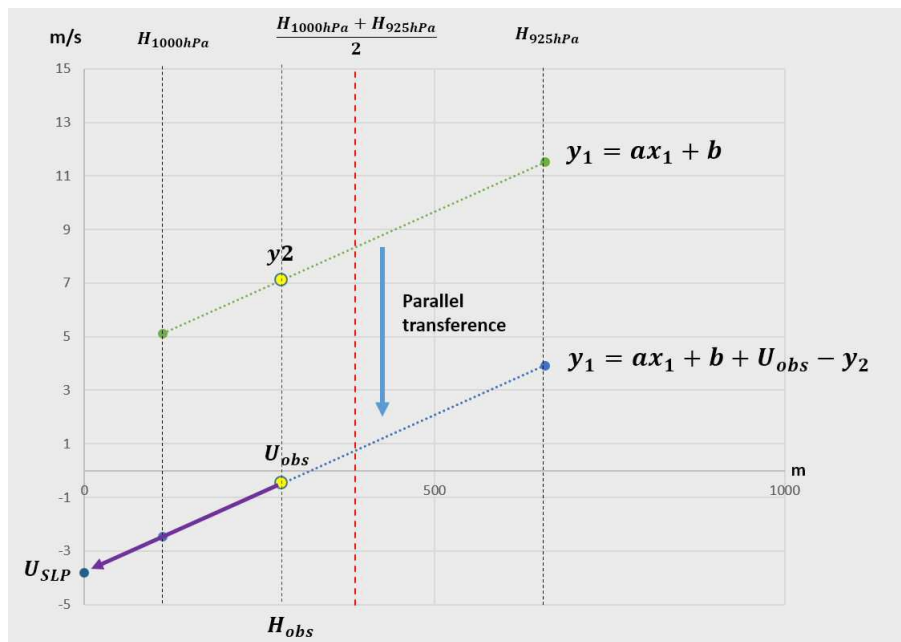
도면1



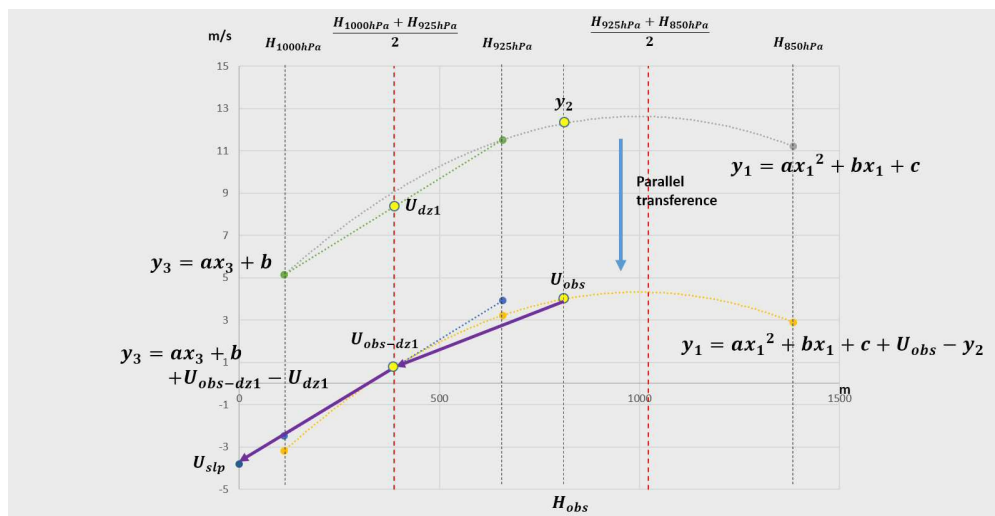
도면2



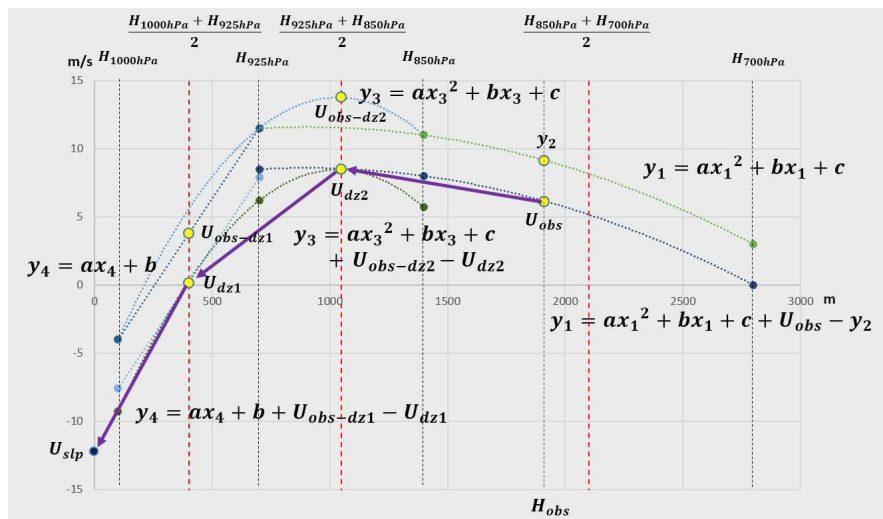
도면3



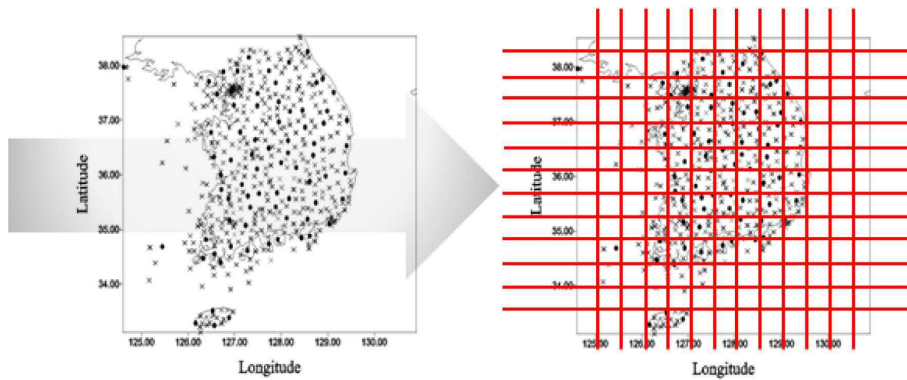
도면4



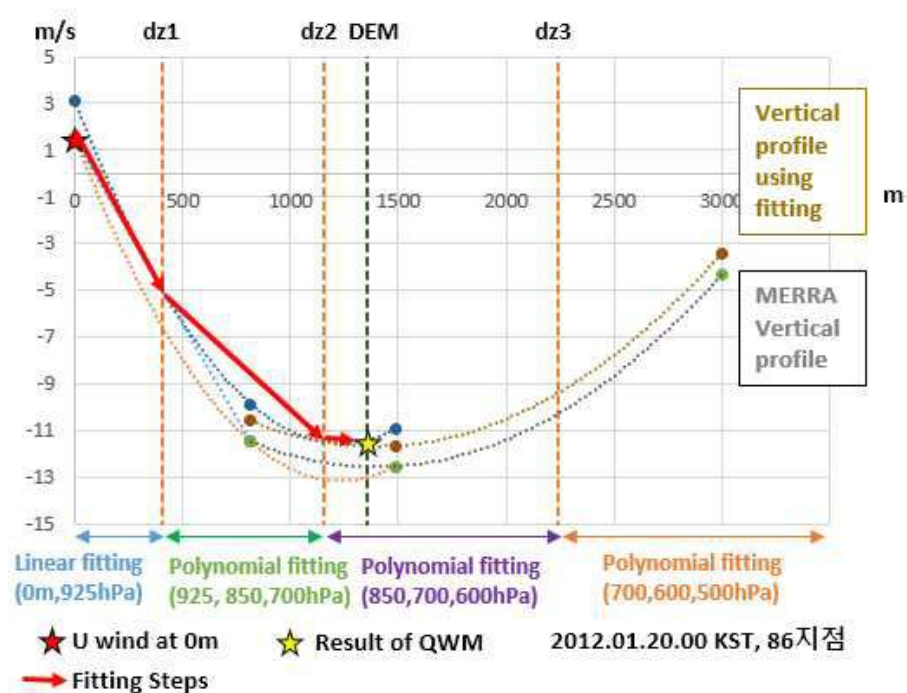
도면5



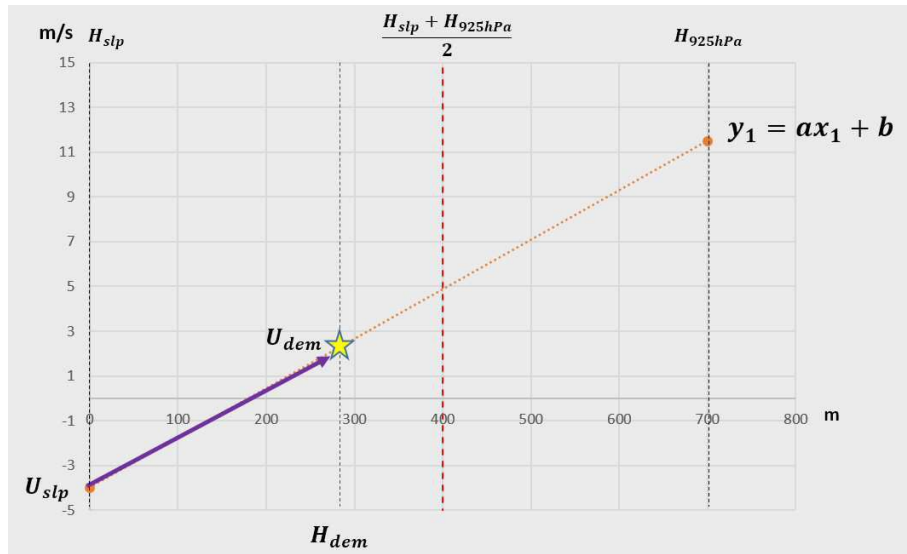
도면6



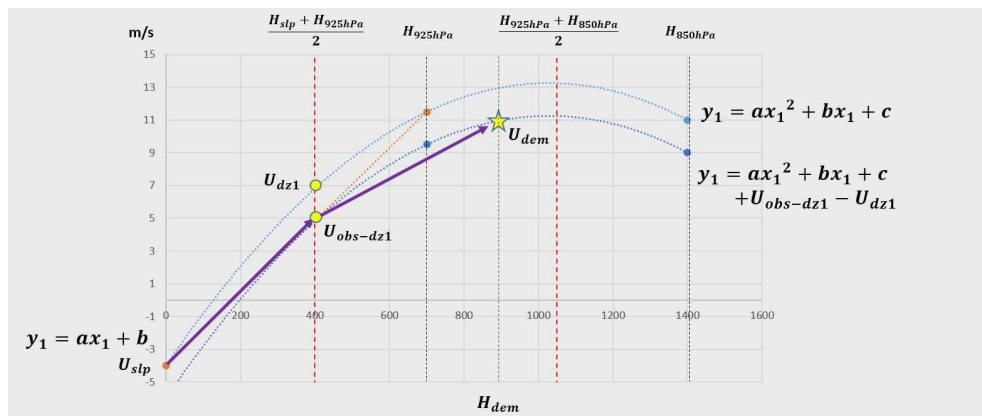
도면7



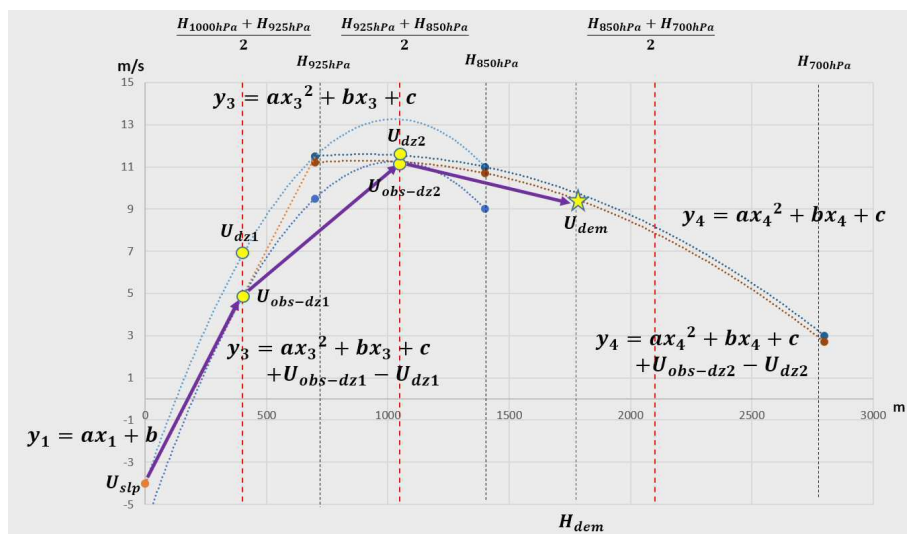
도면8



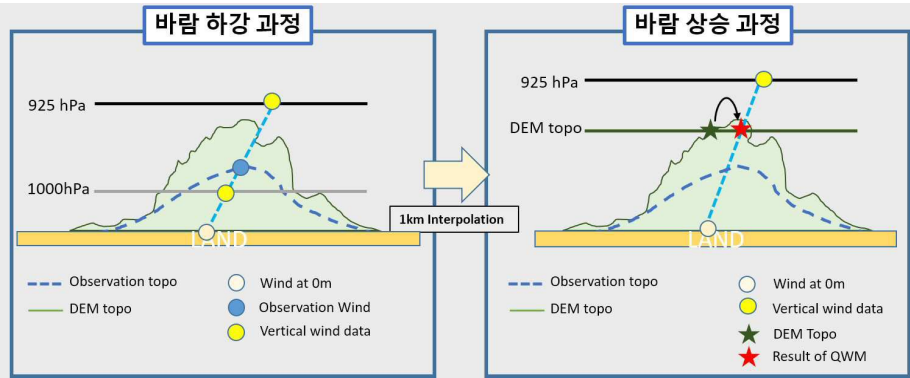
도면9



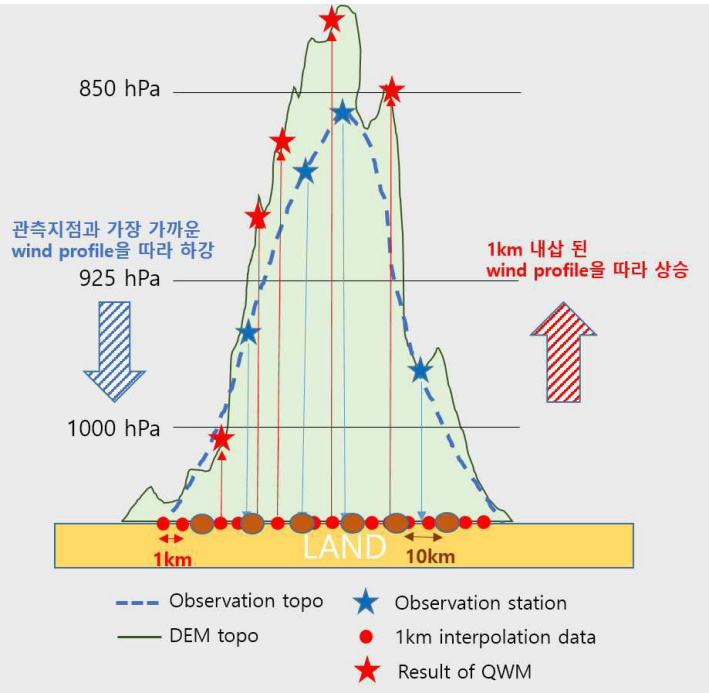
도면10



도면11



도면12



도면13

