



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년05월26일

(11) 등록번호 10-2099655

(24) 등록일자 2020년04월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01W 1/10 (2006.01) **G06F 17/18** (2006.01)
G06N 7/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G01W 1/10 (2013.01)
G06F 17/18 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0038641

(22) 출원일자 2019년04월02일

심사청구일자 2019년04월02일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020140004915 A

JP2004028625 A

JP2004117228 A

JP2007072844 A

(73) 특허권자

부경대학교 산학협력단

부산광역시 남구 신선로 365 (용당동,
부경대학교)

유한회사 나노웨더

서울특별시 서대문구 경기대로 47, 308호(충정로
2가, 190-3)

(72) 발명자

오재호

서울특별시 금천구 한대로 62, 1동 1105호

심지한

부산광역시 사하구 하신변영로 365, 118-1105
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인(유한) 대아

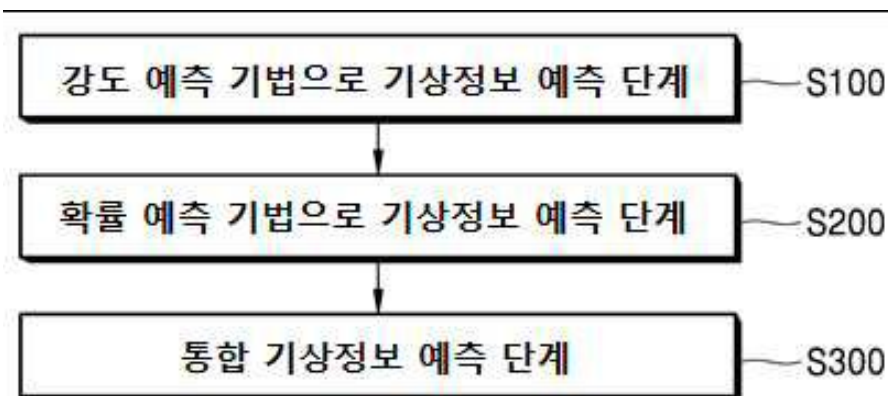
전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 김홍래

(54) 발명의 명칭 강도 예측 기법과 확률 예측 기법을 통합한 장기예보 방법

(57) 요약

본 발명은 3시간 단위의 모델 기후로부터 산출된 기후값의 월 표준 편차를 이용하여 평년 대비 강수 또는 기온의 차이를 산정하는 강도 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계와, 평년 대비 강수 또는 기온의 변화를 초기장의 날씨를 지속적으로 변경하는 반복적 실험한 확률 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계를 통합하여, 기온 및 강수를 장기적으로 예보할 수 있는 장기예보 방법에 관한 것으로, 강도 예측 기법과 확률 예측 기법의 단점을 극복하여, 정확도가 향상된 기상 장기 예측을 제공하는 효과가 있다.

대표도 - 도1

(52) CPC특허분류

G06N 7/005 (2013.01)

오지원

경기도 수원시 팔달구 효원로 292번길 43, 1004호

(72) 발명자

허모량

부산광역시 연제구 거제천로 233

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 KMI2018-07910

부처명 한국기상산업기술원

연구관리전문기관 한국기상산업기술원

연구사업명 기상·지진See-At기술개발연구

연구과제명 AlphaMet을 이용한 고해상도 가뭄 상황 감시 시스템에 관한 연구

기 여 율 1/1

주관기관 부경대학교 산학협력단

연구기간 2019.01.01 ~ 2019.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1904-ZZ-104-01A00-2019

부처명 기상청

연구관리전문기관 한국기상산업기술원

연구사업명 미래유망 민간기상서비스 성장기술개발

연구과제명 전세계 농작물 가격 전망을 위한 기상정보 융합서비스 개발

기 여 율 1/2

주관기관 유한회사 나노웨더

연구기간 2019.04.01 ~ 2019.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

3시간 단위의 모델 기후로부터 산출된 기후값의 월 표준 편차를 이용하여 평년 대비 강수 또는 기온의 차이를 산정하는 강도 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계;

평년 대비 강수 또는 기온의 변화를 초기장의 날씨를 지속적으로 변경하는 반복적 실험한 확률 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계; 및

상기 강도 예측 기법과 확률 예측 기법으로 예측된 기상 정보인 강도 변화 값과 확률 변화 값을 기준별로 분류하여 통합한 통합 기상 정보를 예측하는 단계;를 포함하고,

상기 통합 기상 정보를 예측하는 단계는

평년보다 기온이 낮을 확률이 60% 이상이고 평년과의 기온 차이가 -1σ 이하이면 Cold, 평년보다 기온이 낮을 확률이 30% 이상 60% 미만이고 기온 차이가 -1σ 이하이면 Cool, 평년과 기온이 유사할 확률이 70% 이상이고 기온 차이가 -1σ 이상이거나 1σ 이하이면 Normal, 평년보다 기온이 높을 확률이 30% 이상 60% 미만이고 기온 차이가 1σ 이상이면 Warm, 평년보다 기온이 높을 확률이 60% 이상이고 기온 차이가 1σ 이상이면 Hot으로 판단하는 기온 예측 단계;

를 포함하는 강도 예측 기법과 확률 예측 기법을 통합한 장기예보 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 3시간 단위의 모델 기후로부터 산출된 기후값의 월 표준편차를 이용하여 평년 대비 강수 또는 기온의 차이를 산정하는 강도 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계의 예측된 강도는

$$Z = \frac{t - t_{clm}}{\sigma}$$
 이고, 여기서, Z 는 강도 예측 값, t 는 예측된 강수량 또는 기온, t_{clm} 은 모델 기후 강수량 또는 기온, σ 는 표준편차인 강도 예측 기법과 확률 예측 기법을 통합한 장기예보 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 평년 대비 강수 또는 기온의 변화를 초기장의 날씨를 지속적으로 변경하는 반복적 실험한 확률 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계의 예측 확률은

대상이 되는 기준 연도로부터 이전 30년간의 연도별 기후값을 오름차순 정렬하고, 낮은 값으로부터 11번째 값과, 21번째 값을 기준으로 높을 확률(Above), 낮은 확률(Below), 유사할 확률(Normal)로 판단하고,

$$\text{Above 확률: } Clm_{21st} \text{ 이상인 앙상블 개수} \times \frac{1}{10} \times 100(\%)$$

$$\text{Below 확률: } Clm_{11st} \text{ 이하인 앙상블 개수} \times \frac{1}{10} \times 100(\%)$$

$$\text{Normal 확률: } Clm_{11st} \text{ 이상 } Clm_{21st} \text{ 이하인 앙상블 개수} \times \frac{1}{10} \times 100(\%)$$

여기서, C_{lm}^{21st} 는 연도별 기후값의 오름차순 21번째 값이고, C_{lm}^{11st} 은 연도별 기후값의 오름차순 11번째 값, 양상블은 초기장의 개수인 강도 예측 기법과 확률 예측 기법을 통합한 장기예보 방법.

청구항 4

3시간 단위의 모델 기후로부터 산출된 기후값의 월 표준편차를 이용하여 평년 대비 강수 또는 기온의 차이를 산정하는 강도 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계;

평년 대비 강수 또는 기온의 변화를 초기장의 날짜를 지속적으로 변경하는 반복적 실험한 확률 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계; 및

상기 강도 예측 기법과 확률 예측 기법으로 예측된 기상 정보인 강도 변화 값과 확률 변화 값을 기준별로 분류하여 통합한 통합 기상 정보를 예측하는 단계;를 포함하고,

상기 통합 기상 정보를 예측하는 단계는

평년보다 강수량이 적을 확률이 60% 이상이고 평년과의 차이가 -1σ 이하이면 Severe Drought, 평년보다 강수량이 적을 확률이 30% 이상 60% 미만이고 평년과의 차이가 -1σ 이하이면 Light Drought, 평년과 강수량이 유사할 확률이 70% 이상이고 평년과의 차이가 -1σ 이상이거나 1σ 이하이면 Normal, 평년보다 강수량이 적을 확률이 30% 이상이고 평년과의 차이가 1σ 이상이면 Wet으로 판단하는 강수 예측 단계;를 포함하는 강도 예측 기법과 확률 예측 기법을 통합한 장기예보 방법.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 3시간 단위의 모델 기후로부터 산출된 기후값의 월 표준편차를 이용하여 평년 대비 강수 또는 기온의 차이를 산정하는 강도 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계의 예측된 강도는

$$Z = \frac{t - t_{clm}}{\sigma}$$
이고, 여기서, Z 는 강도 예측 값, t 는 예측된 강수량 또는 기온, t_{clm} 은 모델 기후 강수량 또는 기온, σ 는 표준편차인 강도 예측 기법과 확률 예측 기법을 통합한 장기예보 방법.

청구항 6

제 4항에 있어서,

상기 평년 대비 강수 또는 기온의 변화를 초기장의 날짜를 지속적으로 변경하는 반복적 실험한 확률 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계의 예측 확률은

대상이 되는 기준 연도로부터 이전 30년간의 연도별 기후값을 오름차순 정렬하고, 낮은 값으로부터 11번째 값과, 21번째 값을 기준으로 높을 확률(Above), 낮은 확률(Below), 유사할 확률(Normal)로 판단하고,

$$Above \text{ 확률} : C_{lm}^{21st} \text{ 이상인 양상블 개수} \times \frac{1}{10} \times 100(\%)$$

$$Below \text{ 확률} : C_{lm}^{11st} \text{ 이하인 양상블 개수} \times \frac{1}{10} \times 100(\%)$$

$$Normal \text{ 확률} : C_{lm}^{11st} \text{ 이상 } C_{lm}^{21st} \text{ 이하인 양상블 개수} \times \frac{1}{10} \times 100(\%)$$

여기서, C_{lm}^{21st} 는 연도별 기후값의 오름차순 21번째 값이고, C_{lm}^{11st} 은 연도별 기후값의 오름차순 11번째 값, 양상블은 초기장의 개수인 강도 예측 기법과 확률 예측 기법을 통합한 장기예보 방법.

청구항 7

3시간 단위의 모델 기후로부터 산출된 기후값의 월 표준 편차를 이용하여 평년 대비 강수 또는 기온의 차이를 산정하는 강도 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계;

평년 대비 강수 또는 기온의 변화를 초기장의 날씨를 지속적으로 변경하는 반복적 실험한 확률 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계; 및

상기 강도 예측 기법과 확률 예측 기법으로 예측된 기상 정보인 강도 변화 값과 확률 변화 값을 기준별로 분류하여 통합한 통합 기상 정보를 예측하는 단계;를 포함하고,

상기 통합 기상 정보를 예측하는 단계는

평년보다 기온이 낮을 확률이 60% 이상이고 평년과의 기온 차이가 -1σ 이하이면 Cold, 평년보다 기온이 낮을 확률이 30% 이상 60% 미만이고 기온 차이가 -1σ 이하이면 Cool, 평년과 기온이 유사할 확률이 70% 이상이고 기온 차이가 -1σ 이상이거나 1σ 이하이면 Normal, 평년보다 기온이 높을 확률이 30% 이상 60% 미만이고 기온 차이가 1σ 이상이면 Warm, 평년보다 기온이 높을 확률이 60% 이상이고 기온 차이가 1σ 이상이면 Hot으로 판단하는 기온 예측 단계;와

평년보다 강수량이 적을 확률이 60% 이상이고 평년과의 차이가 -1σ 이하이면 Severe Drought, 평년보다 강수량이 적을 확률이 30% 이상 60% 미만이고 평년과의 차이가 -1σ 이하이면 Light Drought, 평년과 강수량이 유사할 확률이 70% 이상이고 평년과의 차이가 -1σ 이상이거나 1σ 이하이면 Normal, 평년보다 강수량이 적을 확률이 30% 이상이고 평년과의 차이가 1σ 이상이면 Wet으로 판단하는 강수 예측 단계;를 포함하는 강도 예측 기법과 확률 예측 기법을 통합한 장기예보 방법.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 3시간 단위의 모델 기후로부터 산출된 기후값의 월 표준편차를 이용하여 평년 대비 강수 또는 기온의 차이를 산정하는 강도 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계의 예측된 강도는

$$Z = \frac{t - t_{clm}}{\sigma}$$
 이고, 여기서, Z는 강도 예측 값, t는 예측된 강수량 또는 기온, t_{clm} 은 모델 기후 강수량 또는 기온, σ 는 표준편차인 강도 예측 기법과 확률 예측 기법을 통합한 장기예보 방법.

청구항 9

제 7항에 있어서,

상기 평년 대비 강수 또는 기온의 변화를 초기장의 날씨를 지속적으로 변경하는 반복적 실험한 확률 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계의 예측 확률은

대상이 되는 기준 연도로부터 이전 30년간의 연도별 기후값을 오름차순 정렬하고, 낮은 값으로부터 11번째 값과, 21번째 값을 기준으로 높을 확률(Above), 낮을 확률(Below), 유사할 확률(Normal)로 판단하고,

Above 확률: C_{lm}^{21st} 이상인 앙상블 개수 $\times \frac{1}{10} \times 100(\%)$

Below 확률: C_{lm}^{11st} 이하인 앙상블 개수 $\times \frac{1}{10} \times 100(\%)$

Normal 확률: C_{lm}^{11st} 이상 C_{lm}^{21st} 이하인 앙상블 개수 $\times \frac{1}{10} \times 100(\%)$

여기서, C_{lm}^{21st} 는 연도별 기후값의 오름차순 21번째 값이고, C_{lm}^{11st} 은 연도별 기후값의 오름차순 11번째 값, 앙상블은 초기장의 개수인 강도 예측 기법과 확률 예측 기법을 통합한 장기예보 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 강도 예측 기법과 확률 예측 기법을 통합한 장기예보 방법에 관한 것으로, 3시간 단위의 모델 기후로부터 산출된 기후값의 월 표준 편차를 이용하여 대상 기간 동안 예측된 값이 평년에 비해 변화한 정도를 기반으로 강도를 예측하는 강도 예측 기법과, 모델의 초기장의 날짜를 지속적으로 변경하는 반복적 실험을 복수로 반복하여 총 실험 데이터에서 기온 및 강수량이 높은 횟수, 평년과 비슷한 횟수, 기온 및 강수량이 낮은 횟수 등을 고려하여 확률로 나타내는 확률 예측 기법을 통합하여, 기온 및 강수를 장기적으로 예보할 수 있는 장기예보 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 강수 및 기온을 예측하기 위해 다양한 방법의 예보 방법을 이용하고 있다. 그 중 대표적인 방법으로는 강도 예측 기법과, 확률 예측 기법이 있다.

[0003] 강도 예측 기법은 기후 값의 표준편차를 구하여 대상(특정) 기간 동안 예측된 값이 평년에 비해 차이가 나는 정도를 나타내는 분석 방법이다. 평년에 비해 예측된 값의 차이를 나타내는 바, 변화 값이 분명하게 나타나는 장점이 있다. 반면, 예측 결과가 과대 또는 과소 모의되는 경향이 나타날 수 있는 바, 불확실성을 포함하는 단점이 있다.

[0004] 확률 예측 기법은 모델의 초기 조건을 일부 및 다양하게 변경한 실험을 복수로 반복하여, 총 실험 데이터 중, 기온 및 강수량의 변화가 평년과 비교하여 높게 나온 횟수, 비슷한 횟수, 및 낮게 나온 횟수를 기반으로 확률로 나타내는 방법이다. 이는 실험을 여러 차례 반복한 결과인 점에서, 확률적인 예측을 할 수 있는 장점이 있다. 다만, 차이 정도에 대한 강도를 나타내지 못하는 단점이 있다.

[0005] 따라서, 강도 예측 기법과 확률 예측 기법은 각기 다른 장점이 있지만, 그 단점으로 인해 정확도가 다소 떨어지는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제2017-0141332호 (2017. 12. 26. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제를 해결하기 위한 것으로, 기상을 예보함에 있어서, 강도 예측 기법과 확률 예측 기법을 통합한 장기예보를 제공하는데 목적이 있다.

[0008] 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있고, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 이해될 것이다. 또한, 본 발명

의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타난 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0009]

상술한 목적을 달성하기 위해 본 발명은

[0010]

3시간 단위의 모델 기후로부터 산출된 기후값의 월 표준 편차를 이용하여 평년 대비 강수 또는 기온의 차이를 산정하는 강도 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계, 평년 대비 강수 또는 기온의 변화를 3시간 단위의 모델 기후로부터 산출된 기후값의 월 표준 편차를 확률 예측 기법으로 예측하는 단계, 강도 예측 기법과 확률 예측 기법으로 예측된 기상 정보를 통합하여 기온과 강수를 포함하는 통합 기상 정보를 예측하는 단계를 포함하고, 통합 기상 정보를 예측하는 단계는 평년보다 기온이 낮을 확률이 60% 이상이고 평년과의 기온 차이가 -1σ 이하이면 Cold, 평년보다 기온이 낮을 확률이 30% 이상 60% 미만이고 기온 차이가 -1σ 이하이면 Cool, 평년과 기온이 유사할 확률이 70% 이상이고 기온 차이가 -1σ 이상이거나 1σ 이하이면 Normal, 평년보다 기온이 높을 확률이 30% 이상 60% 미만이고 기온 차이가 1σ 이상이면 Warm, 평년보다 기온이 높을 확률이 60% 이상이고 기온 차이가 1σ 이상이면 Hot으로 판단하는 기온 예측 단계를 포함한다.

[0011]

3시간 단위의 모델 기후로부터 산출된 기후값의 월 표준편차를 이용하여 평년 대비 강수 또는 기온의 차이를 산정하는 강도 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계의 예측된 강도는

$$Z = \frac{t - t_{clm}}{\sigma}$$

[0012]

이고, 여기서, Z 는 강도 예측 값, t 는 예측된 강수량 또는 기온, t_{clm} 은 모델 기후 강수량 또는 기온, σ 는 표준편차이다.

[0013]

초기장의 날짜를 지속적으로 변경하는 반복적 실험한 확률 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계의 예측된 확률은 대상이 되는 기준 연도로부터 이전 30년간의 연도별 기후값을 오름차순 정렬하고, 낮은 값으로부터 11번째 값과, 21번째 값을 기준으로 높을 확률(Above), 낮을 확률(Below), 유사할 확률(Normal)로 판단하고,

$$Above \text{ 확률: } Clm_{21st} \text{ 이상인 앙상블 개수} \times \frac{1}{10} \times 100(\%)$$

$$Below \text{ 확률: } Clm_{11st} \text{ 이하인 앙상블 개수} \times \frac{1}{10} \times 100(\%)$$

$$Normal \text{ 확률: } Clm_{11st} \text{ 이상 } Clm_{21st} \text{ 이하인 앙상블 개수} \times \frac{1}{10} \times 100(\%)$$

[0014]

여기서, Clm_{21st} 는 연도별 기후값의 오름차순 21번째 값이고, Clm_{11st} 은 연도별 기후값의 오름차순 11번째 값, 앙상블은 초기장의 개수이다.

[0016]

3시간 단위의 모델 기후로부터 산출된 기후값의 월 표준편차를 이용하여 평년 대비 강수 또는 기온의 차이를 산정하는 강도 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계, 평년 대비 강수 또는 기온의 변화를 초기장의 날짜를 지속적으로 변경하는 반복적 실험한 확률 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계 및 강도 예측 기법과 확률 예측 기법으로 예측된 기상 정보를 통합하여 기온과 강수를 포함하는 통합 기상 정보를 예측하는 단계를 포함하고, 통합 기상 정보를 예측하는 단계는 평년보다 강수량이 적을 확률이 60% 이상이고 평년과의 차이가 -1σ 이하이면 Severe Drought, 평년보다 강수량이 적을 확률이 30% 이상 60% 미만이고 평년과의 차이가 -1σ 이하이면 Light Drought, 평년과 강수량이 유사할 확률이 70% 이상이고 평년과의 차이가 -1σ 이상이거나 1σ 이하이면 Normal, 평년보다 강수량이 적을 확률이 30% 이상이고 평년과의 차이가 1σ 이상이면 Wet으로 판단하는 강수 예측 단계를 포함한다.

[0017] 기후 값의 표준 편차를 이용하여 평년 대비 강수 또는 기온의 차이를 산정하는 강도 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계의 예측된 강도는

[0018]
$$Z = \frac{t - t_{clm}}{\sigma}$$
 이고, 여기서, Z 는 강도 예측 값, t 는 예측된 강수량 또는 기온, t_{clm} 은 모델 기후 강수량 또는 기온, σ 는 표준편차이다.

[0019] 평년 대비 강수 또는 기온의 변화를 초기장의 날씨를 지속적으로 변경하는 반복적 실험한 확률 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계의 예측된 확률은 대상이 되는 기준 연도로부터 이전 30년간의 연도별 기후값을 오름차순 정렬하고, 낮은 값으로부터 11번째 값과, 21번째 값을 기준으로 높을 확률(Above), 낮을 확률(Below), 유사할 확률(Normal)로 판단하고,

$$Above \text{ 확률} : C_{lm_{21st}} \text{ 이상인 앙상블 개수} \times \frac{1}{10} \times 100(\%)$$

$$Below \text{ 확률} : C_{lm_{11st}} \text{ 이하인 앙상블 개수} \times \frac{1}{10} \times 100(\%)$$

$$Normal \text{ 확률} : C_{lm_{11st}} \text{ 이상 } C_{lm_{21st}} \text{ 이하인 앙상블 개수} \times \frac{1}{10} \times 100(\%)$$

[0020]

[0021] 여기서, $C_{lm_{21st}}$ 는 연도별 기후값의 오름차순 21번째 값이고, $C_{lm_{11st}}$ 은 연도별 기후값의 오름차순 11번째 값, 앙상블은 초기장의 개수이다.

[0022] 시간 단위의 모델 기후로부터 산출된 기후값의 월 표준 편차를 이용하여 평년 대비 강수 또는 기온의 차이를 산정하는 강도 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계, 평년 대비 강수 또는 기온의 변화를 초기장의 날씨를 지속적으로 변경하는 반복적 실험한 확률 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계 및 강도 예측 기법과 확률 예측 기법으로 예측된 기상 정보를 통합하여 기온과 강수를 포함하는 통합 기상 정보를 예측하는 단계를 포함하고, 통합 기상 정보를 예측하는 단계는 평년보다 기온이 낮을 확률이 60% 이상이고 평년과의 기온 차이가 -1σ 이하이면 Cold, 평년보다 기온이 낮을 확률이 30% 이상 60% 미만이고 기온 차이가 -1σ 이하이면 Cool, 평년과 기온이 유사할 확률이 70% 이상이고 기온 차이가 -1σ 이상이거나 1σ 이하이면 Normal, 평년보다 기온이 높을 확률이 30% 이상 60% 미만이고 기온 차이가 1σ 이상이면 Warm, 평년보다 기온이 높을 확률이 60% 이상이고 기온 차이가 1σ 이상이면 Hot으로 판단하는 기온 예측 단계와 평년보다 강수량이 적을 확률이 60% 이상이고 평년과의 차이가 -1σ 이하이면 Severe Drought, 평년보다 강수량이 적을 확률이 30% 이상 60% 미만이고 평년과의 차이가 -1σ 이하이면 Light Drought, 평년과 강수량이 유사할 확률이 70% 이상이고 평년과의 차이가 -1σ 이상이거나 1σ 이하이면 Normal, 평년보다 강수량이 적을 확률이 30% 이상이고 평년과의 차이가 1σ 이상이면 Wet으로 판단하는 강수 예측 단계를 포함한다.

[0023] 3시간 단위의 모델 기후로부터 산출된 기후값의 월 표준편차를 이용하여 평년 대비 강수 또는 기온의 차이를 산

정하는 강도 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계의 예측된 강도
$$Z = \frac{t - t_{clm}}{\sigma}$$
 이고, 여기서, Z 는 강도 예측 값, t 는 예측된 강수량 또는 기온, t_{clm} 은 모델 기후 강수량 또는 기온, σ 는 표준편차이다.

[0024] 평년 대비 강수 또는 기온의 변화를 초기장의 날씨를 지속적으로 변경하는 반복적 실험한 확률 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계의 예측된 확률은 대상이 되는 기준 연도로부터 이전 30년간의 연도별 기후값을 오름차순 정렬하고, 낮은 값으로부터 11번째 값과, 21번째 값을 기준으로 높을 확률(Above), 낮을 확률(Below), 유사할 확률(Normal)로 판단하고,

Above 확률: $C_{lm_{21st}}$ 이상인 앙상블 개수 $\times \frac{1}{10} \times 100(\%)$

Below 확률: $C_{lm_{11st}}$ 이하인 앙상블 개수 $\times \frac{1}{10} \times 100(\%)$

Normal 확률: $C_{lm_{11st}}$ 이상 $C_{lm_{21st}}$ 이하인 앙상블 개수 $\times \frac{1}{10} \times 100(\%)$

[0025]

[0026] 여기서, $C_{lm_{21st}}$ 는 연도별 기후값의 오름차순 21번째 값이고, $C_{lm_{11st}}$ 은 연도별 기후값의 오름차순 11번째 값, 앙상블은 초기장의 개수이다.

발명의 효과

[0027] 본 발명에 따르면, 강도 예측 기법과 확률 예측 기법의 단점을 극복하여, 정확도가 향상된 기상 장기 예측을 제공하는 효과가 있다.

[0028] 상술한 효과와 더불어 본 발명의 구체적인 효과는 이하 발명을 실시하기 위한 구체적인 사항을 설명하면서 함께 기술한다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명에 따른 강도 예측 기법과 확률 예측 기법을 통합한 장기예보 방법의 순서도.

도 2는 본 발명에 따른 강도 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계의 기상 예측도이다.

도 3은 본 발명에 따른 확률 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계의 기상 예측도이다.

도 4는 본 발명에 따른 통합 기상 정보를 예측하는 단계에서 수행한 기온 예측도이다.

도 5는 본 발명에 따른 통합 기상 정보를 예측하는 단계에서 수행한 강수 예측도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 전술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 후술되며, 이에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 상세한 설명을 생략한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 도면에서 동일한 참조부호는 동일 또는 유사한 구성요소를 가리키는 것으로 사용된다.

[0031] 도 1은 본 발명에 따른 강도 예측 기법과 확률 예측 기법을 통합한 장기예보 방법의 순서도이다.

[0032] 도 1을 참조하면, 본 발명은 3시간 단위의 모델 기후 자료로부터 산출된 기후 값의 월 표준 편차를 이용하여 평년 대비 강수 또는 기온의 차이를 산정하는 강도 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계, 평년 대비 강수 또는 기온의 변화를 세부 조건별로 적용하여 반복적 실험한 결과인 확률 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계, 강도 예측 기법과 확률 예측 기법으로 예측된 기상 정보를 통합하여 기온과 강수를 포함한 통합 기상 정보를 예측하는 단계를 포함한다.

[0033] 도 2는 본 발명에 따른 강도 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계의 기상 예측도이다.

[0034] 강도 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계는 기후 값의 표준 편차를 이용하여 평년 대비 강수 또는 기온의 차이를 산정하는 강도 예측 기법이다. 이는 3시간 단위의 모델 기후 자료로부터 산출된 기후 값의 월 표준 편차를 구하여, 대상이 되는 기간의 값이 평년에 비해 차이가 나는 정도를 산출한다.

[0035] 도 2를 참조하면, 도 2의 좌측은 강도 예측 기법을 적용한 한반도의 기온 예측 상태이고, 우측은 강도 예측 기법을 적용한 한반도의 강수 예측 상태이다. 기온의 변화와 강수의 변화 예측량을 색상으로 낸다. 여기서, 변화 예측량에 대한 색상 표현은 본 발명을 실시하기 위한 전제를 설명하기 위한 것으로, 한정하지 않는다.

[0036] 여기서, 강도 예측 기법은 아래의 수학적 식 1에 의해 산정된다.

수학식 1

$$Z = \frac{t - t_{clm}}{\sigma}$$

[0037]

[0038] 여기서, Z는 강도 예측 값, t는 예측된 강수량 또는 기온, t_{clm} 은 모델 기후 강수량 또는 기온, σ 는 표준편차이다.

[0039] 즉, Z는 예측된 값과 기후값의 편차를 표준편차로 나눈 것이다. 이런 이유는 표준편차 값이 대상 시간 및 대상 공간에 따라 상이해지기 때문이다.

[0040] 여기서, 모델 기후값은 기상 모델을 이용하여 장기간 예측 자료를 생산하고, 기후값을 산출한 것이다. 본 발명에서 예시로 사용한 강도 및 확률 예보는 ICON 모델을 1979년부터 2008년까지 총 30년간의 예측자료를 생산하여, 모델 기후값을 산출하며, 이를 강도 예측 단계에 적용한 것이다

[0041] 도 3은 본 발명에 따른 확률 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계의 기상 예측도이다.

[0042] 확률 예측 기법으로 기상 정보를 예측하는 단계는 강도 예측 단계에서 사용한 모델과 동일한 모델의 초기장의 날짜를 변경한 초기 조건을 변경한 실험을 수차례 실시하여 총 실험 횟수 가운데 기온 및 강수량이 증가, 유사, 감소한 횟수를 확률로 나타낸다. 본 발명에서는 실험 횟수를 총 10회로 설정한 바, 10회를 기준으로 확률을 산정한다.

[0043] 도 3을 참조하면, 도 3의 좌측은 확률 예측 기법을 적용한 한반도의 기온 예측 상태이고, 우측은 확률 예측 기법을 적용한 한반도의 강수 예측 상태이다. 이 역시, 기온의 변화 및 강수의 예측 변화량을 색상으로 나타내고 있다. 여기서, 이러한 상태의 표현은 본 발명을 실시하기 위한 전체를 설명하기 위한 것으로 본 발명의 변화 예측을 색상으로 한정하는 것은 아니다.

[0044] 여기서, 확률 예측 기법의 결과는 평년 이상일 확률(Above), 평년 이하일 확률(Below), 평년과 유사할 확률(Normal)로 분류하여 판단한다. 이는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$Above \text{ 확률} : Clm_{21st} \text{ 이상인 앙상블 개수} \times \frac{1}{10} \times 100(\%)$$

$$Below \text{ 확률} : Clm_{11st} \text{ 이하인 앙상블 개수} \times \frac{1}{10} \times 100(\%)$$

$$Normal \text{ 확률} : Clm_{11st} \text{ 이상 } Clm_{21st} \text{ 이하인 앙상블 개수} \times \frac{1}{10} \times 100(\%)$$

[0045]

[0046] 여기서, 모델은 지속적으로 동일한 모델을 사용하며, 본 발명은 독일 기상청에서 운영중인 ICON Model을 이용하여 기후 실험 및 계절 예측 실험을 하였다. 이는 예시적 사항으로 다른 모델을 사용하더라도 발명 전반에 걸쳐 동일한 모델만 사용하면, 적용할 수 있다.

[0047] 여기서, 기후값을 1979년부터 2008년까지 총 30년을 기준으로 설정하였으며, 각 연도별 데이터인 30개의 데이터를 오름차순 정렬한다. 이 후, 오름차순 정렬시 각 순차별 데이터 값을 정의한다. 가장 낮은 1번 값을 clm1st, 다음 2번 값을 clm2st, 25번 값을 clm25st 순으로 정의한다. 또한, 본 발명에서는 11번째 값과 21번째 값을 기준으로 설정하는 바, clm11st와 clm21st를 기준 값으로 이용하며, 앙상블은 초기장의 개수이다. 더욱 구체적으로 설명하면, 특정 기간의 기온이 기후값에 비해 높을지 낮을지를 판단할 때, 30개의 기후값을 오름차순으로 정렬한 데이터의 11번째 값보다 작을 경우 낮다고 판단한다. 또한, 21번째 값보다 높을 경우에는 높다고 판단하고, 11번째 값과 21번째 값의 사이에 있을 경우에는 평년값으로 판단한다.

[0048] 통합 기상 정보를 예측하는 단계는 강도 예측 기법과 확률 예측 기법으로 예측된 기상 정보를 통합하여, 통합된 기상 예보를 생성한다. 이러한 통합된 예측 정보는 아래의 표 1과 같이 나타낼 수 있다.

[0049]

표 1

예측 대상	등급	확률 예측 기법	강도 예측 기법
MOM Heat	Cold	Below Probability > 60%	$Z < -1\sigma$
	Cool	$30\% < \text{Below Probability} < 60\%$	$Z < -1\sigma$
	Normal	-	$-1\sigma < Z < 1\sigma$
	Warm	$30\% < \text{Above Probability} < 60\%$	$Z > 1\sigma$
	Hot	Above Probability > 60%	$Z > 1\sigma$
Mom Drought	Severe Drought	Below Probability > 60%	$Z < -1\sigma$
	Light Drought	$30\% < \text{Below Probability} < 60\%$	$Z < -1\sigma$
	Normal	-	$-1\sigma < Z < 1\sigma$
	Wet	Above Probability > 30%	$Z > 1\sigma$

[0050]

이를 구체적으로 설명하면, 통합 기상 정보를 예측하는 단계는 평년보다 기온이 낮을 확률이 60% 이상이고 평년과의 기온 차이가 -1σ 이하이면 Cold, 평년보다 기온이 낮을 확률이 30% 이상 60% 미만이고 기온 차이가 -1σ 이하이면 Cool, 평년보다 기온이 낮거나 높을 확률이 30% 미만(평년과 기온이 유사할 확률이 70% 이상)이고 기온 차이가 -1σ 이상이거나 1σ 이하이면 Normal, 평년보다 기온이 높을 확률이 30% 이상 60% 미만이고 기온 차이가 1σ 이상이면 Warm, 평년보다 기온이 높을 확률이 60% 이상이고 기온 차이가 1σ 이상이면 Hot으로 판단하는 기온 예측 단계와, 평년보다 강수량이 적을 확률이 60% 이상이고 평년과의 차이가 -1σ 이하이면 Severe Drought, 평년보다 강수량이 적을 확률이 30% 이상 60% 미만이고 평년과의 차이가 -1σ 이하이면 Light Drought, 평년보다 강수량이 적거나 많은 확률이 30% 미만(평년과 강수량이 유사할 확률이 70% 이상)이고 평년과의 차이가 -1σ 이상이거나 1σ 이하이면 Normal, 평년보다 강수량이 적을 확률이 30% 이상이고 평년과의 차이가 1σ 이상이면 Wet으로 판단하는 강수 예측 단계를 포함한다. 따라서, 본 발명은 중복된 결과가 나오지 않는다. 즉, 확률 예측 기법에서 Below일 확률이 30% 이상이면서, Above일 확률이 30% 이상인 경우 중복된 30% 이상의 확률이지만, 강도 예측 기법 결과가 상이한 바, 중복된 값은 나오지 않는다. 이는 확률 예측 기법과 강도 예측 기법에서 동일한 모델 자료를 사용하는 바, 결과의 방향성이 일치하여, 중복되는 값은 발생하지 않는 것이다.

[0051]

도 4는 본 발명에 따른 통합 기상 정보를 예측하는 단계에서 수행한 기온 예측도이다.

[0052]

도 4를 참조하면, Cold, Cool, No Adv(Normal), Warm 및 Hot을 각기 다른 색상으로 정의하고 지도에 표시한다. 또한, 각 기간별 강도 예측 단계와 확률 예측 단계를 통해 예측된 기후 정보를 통합(취합)하여, 이를 전술한 기준에 부합하도록 기온 예측 단계에 적용한다.

[0053]

이를 기반으로, 2018년 12월의 일기 예보를 예측한 결과, 평년보다 기온이 낮거나 높을 확률이 30% 미만(평년과 기온이 유사할 확률이 70% 이상)이고 기온 차이가 -1σ 이상이거나 1σ 이하인 Normal로 판단한다. 또한, 2019년 01월은 평년보다 기온이 높을 확률이 60% 이상이고 기온 차이가 1σ 이상인 Hot인 구역을 한반도 동남부로 판단한다. 여기서, 한반도 동남부를 제외한 다른 구역은 평년보다 기온이 낮거나 높을 확률이 30% 미만이고 기온 차이가 -1σ 이상이거나 1σ 이하인 Normal로 판단한다. 또한, 2019년 02월은 한반도 북동부가 평년보다 기온이 낮거나 높을 확률이 30% 미만(평년과 기온이 유사할 확률이 70% 이상)이고 기온 차이가 -1σ 이상이거나 1σ 이하인 Normal로 예보되며, 북동부를 제외한 전역은 평년보다 기온이 높을 확률이 60% 이상이고 기온 차이가

가 1 σ 이상인 Hot으로 판단한다.

[0054] 도 5는 본 발명에 따른 통합 기상 정보를 예측하는 단계에서 수행한 강수 예측도이다.

[0055] 도 5를 참조하면, Severe(Drought), Light(Drought), Normal 및 Wet을 각기 다른 색상으로 정의하고 지도에 표시한다. 또한, 각 기간별 강도 예측 단계와 확률 예측 단계를 통해 예측된 기후 정보를 통합(취합)하여 강수 예측 단계에 적용한다.

[0056] 이를 기반으로, 2018년 12월의 일기 예보를 예측한 결과, 한반도의 서북부는 평년보다 강수량이 적을 확률이 30% 이상이고 평년과의 차이가 1 σ 이상인 Wet으로 예측되고, 서북부를 제외한 한반도 전역은 평년보다 강수량이 적거나 많은 확률이 30% 미만(평년과 강수량이 유사할 확률이 70% 이상)이고 평년과의 차이가 -1 σ 이상이거나 1 σ 이하인 Normal로 예측된다. 또한, 2019년 01월은 전월과 마찬가지로 한반도 서북부지만, 더욱 좁은 지역에서 평년보다 강수량이 적을 확률이 30% 이상이고 평년과의 차이가 1 σ 이상인 Wet으로 예측되고, 서북부를 제외한 한반도 전역은 평년보다 강수량이 적거나 많은 확률이 30% 미만(평년과 강수량이 유사할 확률이 70% 이상)이고 평년과의 차이가 -1 σ 이상이거나 1 σ 이하인 Normal로 예측된다. 또한, 2019년 02월은 한반도 북부의 좁은 지역에 한정하여 평년보다 강수량이 적을 확률이 30% 이상이고 평년과의 차이가 1 σ 이상인 Wet으로 예측되고, 나머지 구역은 평년보다 강수량이 적거나 많은 확률이 30% 미만(평년과 강수량이 유사할 확률이 70% 이상)이고 평년과의 차이가 -1 σ 이상이거나 1 σ 이하인 Normal로 예측된다.

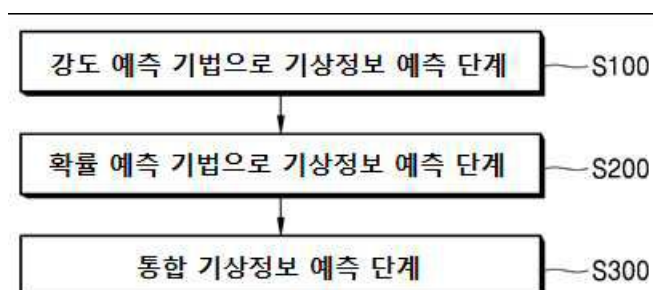
[0057] 이상과 같이 본 발명에 대해서 예시한 도면을 참조로 하여 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시 예와 도면에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술사상의 범위 내에서 통상의 기술자에 의해 다양한 변형이 이루어질 수 있음은 자명하다. 아울러 앞서 본 발명의 실시 예를 설명하면서 본 발명의 구성에 따른 작용 효과를 명시적으로 기재하여 설명하지 않았을 지라도, 해당 구성에 의해 예측 가능한 효과 또한 인정되어야 함은 당연하다.

부호의 설명

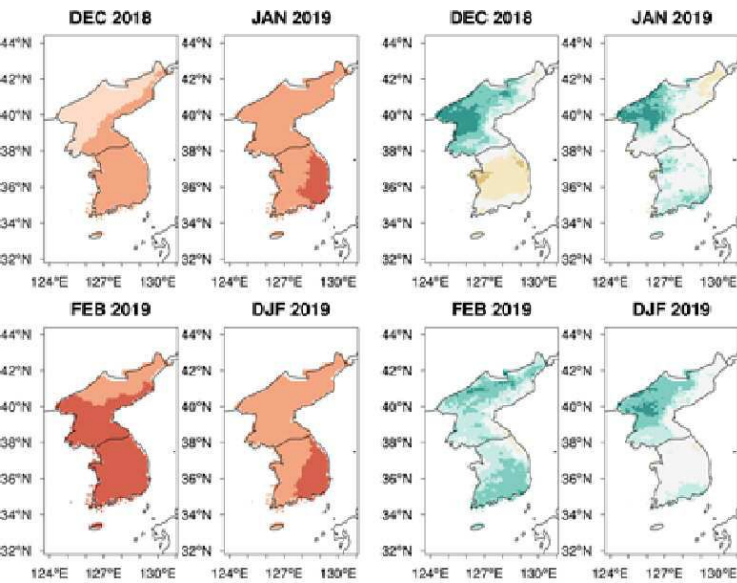
[0058] S100 : 강도 예측 기법으로 기상정보 예측 단계
S200 : 확률 예측 기법으로 기상정보 예측 단계
300 : 통합 기상정보 예측 단계

도면

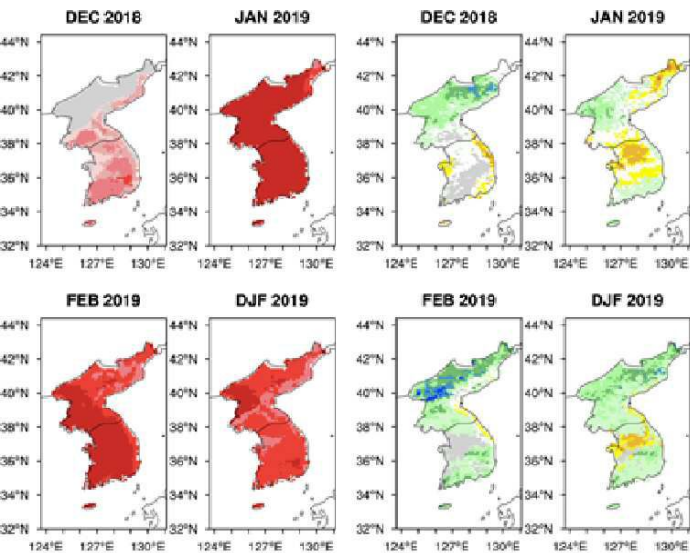
도면1



도면2

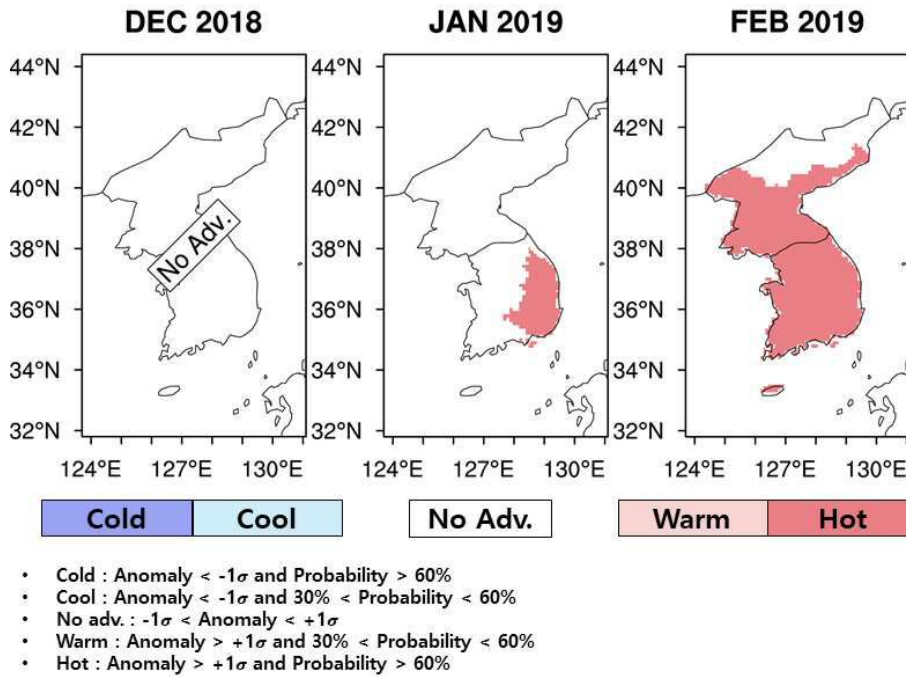


도면3



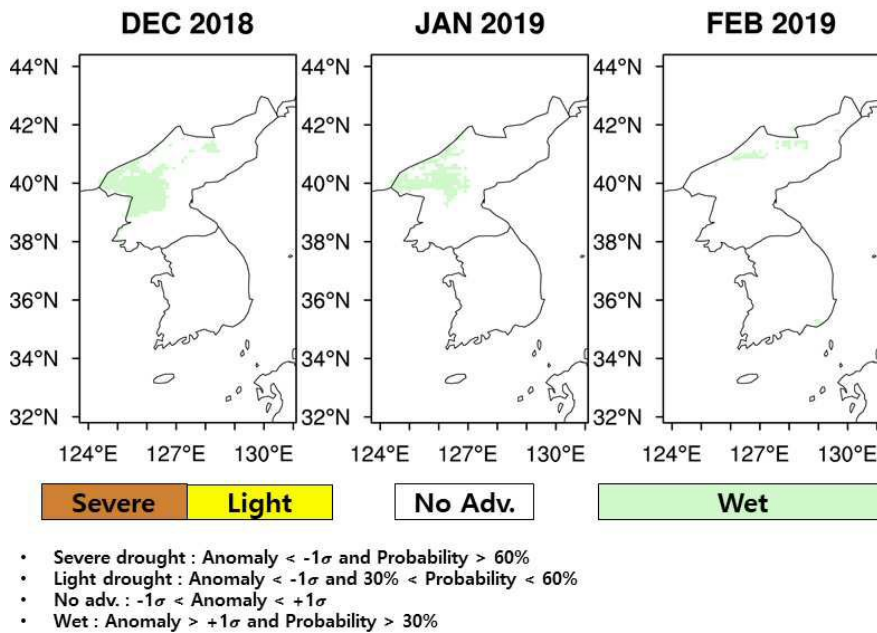
도면4

Monthly Outlook Map (MOM-Heat)



도면5

Monthly Outlook Map (MOM-Drought)



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1 및 7

【변경전】

$1-\sigma$

【변경후】

-1σ