(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0080587
(43) 공개일자 2019년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 17/50 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06F 17/5009 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0183128
(22) 출원일자 2017년12월28일
심사청구일자 2017년12월28일

(71) 출원인
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
(72) 발명자
허종완
서울특별시 구로구 구로중앙로 134, 101동 2508호 (구로동, 신구로자이나인스에비뉴)
칼륩
인천광역시 연수구 송도과학로 85, 8호관 241호 (송도동)
(74) 대리인
특허법인 남앤남

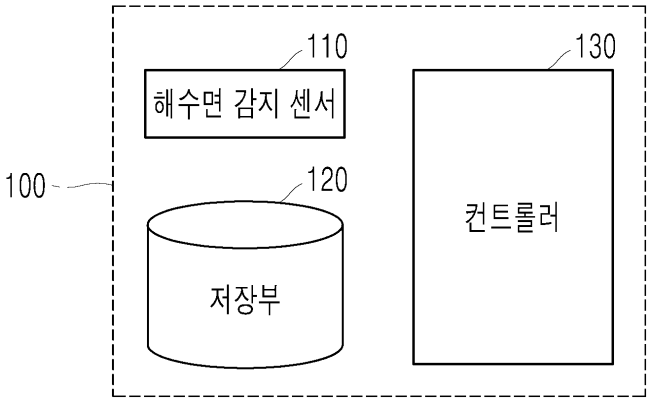
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 **해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 시스템 및 방법**

(57) 요 약

해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 방법이 개시된다. 본 방법은 복수의 지역에서 트레이닝 기간동안 해수면의 변화를 제1 예측하는 단계 및 복수의 지역에서 테스팅 기간동안 해수면의 변화를 제2 예측하는 단계를 포함하며, 제1 및 제2 예측하는 단계 각각은, MF(Membership Function)을 선택하는 단계, 타임 딜레이에 기초하여 MF 의 입력 데이터를 결정하는 단계, 해수면의 변화를 예측하는 단계를 포함하는, 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 방법.

대 표 도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	세부과제: C0540654
부처명	중소벤처기업부
연구관리전문기관	중소기업기술정보진흥원
연구사업명	맞춤형 기술파트너 지원사업
연구과제명	진동 격리용 면진 받침의 물리적 거동 성능의 향상
기 여 율	1/1
주관기관	인천대학교 공학컨설팅센터
연구기간	2017.10.20 ~ 2018.04.19

명 세 서

청구범위

청구항 1

트레이닝 기간 동안, 복수의 지역에서 해수면의 변화를 제1 예측하는 단계; 및

테스팅 기간 동안, 복수의 상기 지역에서 해수면의 변화를 제2 예측하는 단계;를 포함하며,

상기 제1 및 제2 예측하는 단계 각각은,

MF(Membership Function)을 선택하는 단계,

타임 딜레이에 기초하여 상기 MF 의 입력 데이터를 결정하는 단계, 및

해수면의 변화를 예측하는 단계를 포함하는, 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 입력 데이터는,

상기 타임 딜레이에 기초하여 상기 MF의 입력 데이터를 4개로 결정하는 단계를 포함하는, 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 트레이닝 기간은 650 Hour 내지 700 Hour 이고, 상기 테스트 시간은 150 Hour 내지 200 Hour 인, 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 해수면은 바닷물의 표면으로 해발고도의 측정 기준인데, 최근 해수면 상승이 지구촌의 중요 이슈가 되고 있다. 산업화에 따른 온실가스의 증가로 지구 온난화가 심화되어 극지방의 빙하가 녹고 있으며 빙하가 녹으면 바닷물의 양이 많아지기 때문에 해수면이 상승하게 된다.

[0003] 한 연구에 의하면 지구 온난화 현상으로 인해 2100년까지 유럽의 알프스 산맥에 있는 빙하 중 3/4이 녹아서 사라지고, 남극 빙하 등이 녹으면서 3000년 쯤에는 해수면이 지금보다 4m 가량 높아진다고 한다.

[0004] 해수면이 높아지면 지대가 낮은 곳에는 홍수가 발생될 수 있으며, 다양한 자연재해가 발생될 수 있으므로, 해수면의 변화를 실시간으로 모니터링하는 방법이 필요하다 할 것이다.

[0005] 한편, 상기와 같은 정보는 본 발명의 이해를 돕기 위한 백그라운드(background) 정보로서만 제시될 뿐이다. 상기 내용 중 어느 것이라도 본 발명에 관한 종래 기술로서 적용 가능할지 여부에 관해, 어떤 결정도 이루어지지 않았고, 또한 어떤 주장도 이루어지지 않는다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제10-1313822호(등록일: 2013.9.24)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 본 발명의 일 실시 예는 실시간으로 해수면의 변화를 예측하는 시스템 및 방법을 제안한다.

[0008] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 과제를 실현하기 위한 본 발명의 일 실시 예와 관련된 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 방법은 트레이닝 기간 동안, 복수의 지역에서 해수면의 변화를 제1 예측하는 단계; 및 테스팅 기간 동안, 복수의 상기 지역에서 해수면의 변화를 제2 예측하는 단계;를 포함하며, 상기 제1 및 제2 예측하는 단계 각각은, MF(Membership Function)을 선택하는 단계, 타임 딜레이에 기초하여 상기 MF 의 입력 데이터를 결정하는 단계, 및 해수면의 변화를 예측하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 보다 구체적으로, 상기 입력 데이터는, 상기 타임 딜레이에 기초하여 상기 MF의 입력 데이터를 4개로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 보다 구체적으로, 상기 트레이닝 기간은 650 Hour 내지 700 Hour 이고, 상기 테스트 시간은 150 Hour 내지 200 Hour 일 수 있다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 다양한 실시예에 따르면 아래와 같은 효과가 도출될 수 있다.

[0013] 첫째, 실시간으로 해수면의 변화를 예측하는 방법이 제공됨으로써, 해수면의 변화를 측정하지 않더라도 해수면의 변화가 예측될 수 있다.

[0014] 둘째, 해수면의 변화를 실시간으로 정확하게 예측하는 방법이 제공됨으로써, 해수면의 변화를 이용한 연구에 활용될 수 있다.

[0015] 본 발명에서 얻은 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 시스템이 적용되는 상황을 설명하기 위한 도면이다

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 시스템의 구성을 나타내는 블록도이다.

도 3(a) 및 도 3(b)는 본 발명의 일 실시 예에 따른 해수면의 변화를 예측하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명과 대비되는 비교 례의 해수면 예측 방법인 WNN(Wavelet Neural Network)을 설명하기 위한 도면이다.

도 5및 도 6은 실시 예에 따른 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 시스템의 구동 방법을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 다양한 실시 예를 보다 상세하게 설명한다. 다만, 본 발명을 설명함

에 있어서, 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 시스템(도 2의 100)이 적용되는 상황을 설명하기 위한 도면이다. 도 2의 도면부호를 함께 참고하기로 한다.

[0019] 도 1에 따르면, 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 시스템(100)은 바다(SEA)의 A 영역(11), B 영역(15) 및 C 영역(13)의 해수면의 변화를 측정할 수 있다. A 영역(11)은 “Yarmouth” 해역, B 영역(15)은 “Saint John” 해역 및 C 영역(13)은 “Charlottetown” 일 수 있으나, 실시 예가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0020] 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 시스템(100)은 조수 센서(tidal sensor)를 이용하여 각 영역(11, 13, 15)의 해수면의 변화를 측정할 수 있으나, 구현시에는, 조수 센서 이외의 다양한 센서가 해수면의 변화를 측정할 때 이용될 수 있다.

[0021] 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 시스템(100)은 각 영역(11, 13, 15)의 해수면의 변화를 측정하면서 해수면의 변화를 예측할 수 있다. 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 시스템(100)은 소정의 시간동안을 트레이닝(training) 기간으로 설정해서, 해수면의 변화를 측정 및 예측하며 소정의 시간동안을 테스팅(testing) 기간으로 설정해서 해수면의 변화를 측정 및 예측할 수 있다.

[0022] 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 시스템(100)은 트레이닝 기간에는 시행착오를 겪으면서 해수면의 변화를 예측할 수 있으나, 테스팅 기간에는 안정적으로 정확도를 높이면서 해수면의 변화를 예측할 수 있다.

[0023] 이하에서는 도 2의 블록도를 참고하여 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 시스템(100)의 구성을 설명하기로 한다.

[0024] 도 2에 따르면, 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 시스템(100)은 해수면 감지 센서(110), 저장부(120) 및 컨트롤러(130)를 포함한다. 다만, 도 2에 도시된 구성요소들은 시스템(100)을 구현하는데 있어서 필수적인 것은 아니어서, 본 명세서 상에서 설명되는 시스템(100)은 위에서 열거된 구성요소들 보다 많거나, 또는 적은 구성요소들을 가질 수 있다.

[0025] 해수면 감지 센서(110)는 해수면의 변화를 감지하는 센서로, 조수 센서를 포함할 수 있다. 해수면 감지 센서(110)는 측정되는 해양의 해수면의 높이 및 높이 변화량 등을 측정할 수 있다.

[0026] 저장부(120)는 해수면을 예측하기 위한 다양한 데이터가 저장될 수 있다. 저장부(120)는 복수의 영역에서 측정된 해수면의 변화 정보를 저장하며, 복수의 영역에서 예측된 해수면의 변화 정보를 트레이닝 기간 및 테스팅 기간에 따라 구분하여 저장할 수 있다. 상기 저장부(120)는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), SSD 타입(Solid State Disk type), SDD 타입(Silicon Disk Drive type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램(random access memory; RAM), SRAM(static random access memory), 롬(read-only memory; ROM), EEPROM(electrically erasable programmable read-only memory), PROM(programmable read-only memory), 자기 메모리, 자기 디스크 및 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다. 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 시스템(100)는 인터넷(internet)상에서 상기 저장부(120)의 저장 기능을 수행하는 웹 스토리지(web storage)와 관련되어 동작될 수도 있다.

[0027] 컨트롤러(130)는 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 시스템(100)을 제어하는 모듈이다. 컨트롤러(130)는 ANFIS(Adaptive Neuro Fuzzy Inference System)를 이용하여 해수면의 변화를 실시간으로 예측할 수 있다. ANFIS 는 신경망 알고리즘을 이용하여 트레이닝 기간에 해수면 측정 및 예측을 동시에 수행하여 해수면을 예측하는 정확도를 높힐 수 있다.

[0028] ANFIS는 두 개의 패러미터를 조정할 수 있다. 제1 패러미터는 MF(Membership Function)의 모양 및 거동을 결정할 수 있으며, 제2 패러미터는 퍼지 IF-THEN 룰 함수의 패러미터일 수 있다. 제1 패러미터를 이용하여 제2 패러미터가 도출되는 Cycle과 제2 패러미터를 이용하여 제1 패러미터가 도출되는 Cycle이 함께 적용될 수 있다.

[0029] 이하에서는, 해수면의 변화를 예측하는 방법을 도 3(a) 및 도 3(b)를 참고하여 설명하기로 한다.

[0030] 도 3(a)에 따르면, 4개의 input 이 입력되고, 세개의 MF가 선택되는 경우 inputmf는 각각의 input 당 3개의 inputmf 가 결정될 수 있다. inputmf에서 rule 이 결정될 수 있는데, rule 은 아래 식에 의해 도출될 수 있다.

[0031] $$Rule\ 1: if\ x\ is\ A_1\ and\ y\ is\ B_1,\ then\ f_1 = p_1x + q_1y + r_1$$

[0032] $$Rule\ 2: if\ x\ is\ A_2\ and\ y\ is\ B_2,\ then\ f_2 = p_2x + q_2y + r_2$$

[0033] 여기서, $A_{1,2}$ 및 $B_{1,2}$는 x, y input의 MF들이며, $p_{1,2}$, $q_{1,2}$ 와 $r_{1,2}$는 output 함수의 패러미터들이다. 결국, input 이 4개인 경우, output은 1개로 도출될 수 있다.

[0034] MF는 아래의 [표 1]과 같이 구성될 수 있다. 즉, MF 번호가 3,3,3,3 인 경우 MF의 모양(shape)은 Gaussian 이며, MF 번호가 2,2,2,2 인 경우 MF의 모양은 Triangle 이며, MF의 번호가 2,2,2,3 인 경우, MF 모양이 Sigmoid 일 수 있다.

[0035] [표 1]

[0036]

MF No.	RMSE (cm)	MF shape	RMSE (cm)
3,3,3,3	3.85	Gaussian	3.85
2,2,2,2	4.43	Triangle	3.91
2,2,2,3	4.31	Sigmoid	3.88
2,2,3,3	4.13	Generalized bell	3.86
2,3,3,3	4.04	Trapezoidal	4.29
2,3,2,3	4.17	Π-shaped	4.45

[0037] [표 1]을 참고하면, RMSE 의 값이 제일 작은 값인 경우가 해수면의 측정치와 예상치의 편차가 가장 작아서 가장 정확한 데이터가 될 수 있다. 따라서, MF 모양이 Gaussian 이면서 3개의 MF인 경우가 가장 정확하고 훌륭한 선택이 될 수 있다.

[0038] 실험에 의해 MF 모양이 Gaussian 일 때, 해수면 예측이 가장 정확한 것을 확인할 수 있다.

[0039] 도 3(b)를 참고하면, input은 4개로 구성되며 input 간에는 time delay가 있게 된다. 가령, time delay에 따른 해당 시점의 해수면 레벨(h)은 아래 식으로 도출될 수 있으며, f는 MF를 나타낸다.

[0040] $h_t = f(h_{t-1}, h_{t-2}, h_{t-3}, \cdots, h_{t-d})$

[0041] 만약, 도 3(b)와 같이 4개의 delay 가 있는 경우, h_{t-1}; h_{t-1}, h_{t-2}; h_{t-1}, h_{t-2}, h_{t-3}; h_{t-1}, h_{t-2}, h_{t-3}, h_{t-4} 가 될 수 있으며, 이때가 아래 [표 2]와 같이 RMSE 의 값이 최소값을 갖게 된다. 여기서, t-1 은 t보다 1시간이 적은 시간일 수 있으나, 아예 1 Cycle이후의 시간일 수 있으며, 1 Cycle 은 다양하게 설정될 수 있다.

[0042] [표 2]

[0043]

Model Input	h_{t-1}	h_{t-1},h_{t-2}	h_{t-1},h_{t-2},h_{t-3}	h_{t-1},h_{t-2},h_{t-3},h_{t-4}
RMSE	28.10	6.27	4.50	3.85
MAE	24.80	4.69	3.42	2.89

[0044] 즉, 살핀 바와 같이 MF 모양이 Gaussian 이면서 MF 넘버가 3으로 구성되며, 타임 딜레이가 4개(t-1, t-2, t-3, t-4)인 경우에 해수면의 예측이 가장 정확한 것이 확인될 수 있다.

[0045] 살핀 바와 같이, 본 발명에서는 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 시스템(100)이 가장 정확도가 높으면서 실시간으로 해수면의 변화를 예측할 수 있는 방법을 제안하고 있다.

[0046] 한편, 컨트롤러(130)는 트레이닝 기간 및 테스팅 기간으로 분류하여 해수면의 변화를 측정 및 예측할 수 있는데, 트레이닝 기간은 650 Hour 내지 700 Hour 이고, 상기 테스팅 기간은 150 Hour 내지 200 Hour 로 설정할 수 있다. 다만, 상기의 기간을 더 늘리더라도 해수면 변화의 예측이 크게 달라지지 않을 수 있다. 상기 트레이닝 기간 및 테스팅 기간은 실험에 의해서 해수면 변화를 실제로 비교해서 나온 결과이며, 가장 정확한 해수면 변화가 예측될 수 있다.

[0047] 컨트롤러(130)는 아래 [수식]을 이용하여 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 시스템(100)의 퍼포먼스를 계산할 수 있다.

[0048] [수식]

$$\mathrm{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}\left(h_{ip}-h_{io}\right)^2}{N}}$$

$$\mathrm{MAE} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left|h_{ip}-h_{io}\right|$$

$$\mathrm{XAE} = \max_i\left(\left|h_{ip}-h_{io}\right|\right)$$

$$\mathrm{MC} = \frac{1-\left|\left|h_{ip}-h_{io}\right|\right|_i}{\left|\left|h_{io}-\bar{h}\right|\right|_i}\times 100$$

$$\mathrm{PE} = \frac{\mathrm{RMSE}}{h_{o_mx}-h_{o_mi}}\times 100$$

[0049]

[0050] RMSE(Root Mean Squre Error)는 큰 에러에 큰 가중치를 두는 평균 크기(magnitude)를 나타내는 지표로, h_{ip} 는 해수면을 예측한 데이터이고, h_{io}는 해수면을 관측한 데이터이다. 즉, 예측값의 정확도가 판단될 수 있다.

[0051] MAE(Mean Absolute Error), XAE(Maximum Magnitude Error), MC(Model Correlation), PE(Percent age of RMSE)도 상기 식을 통해 도출될 수 있다.

[0052] 상술한 RMSE 뿐만 아니라 다른 수식의 값도 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는데 도움을 줄 수 있다.

[0053] 도 4는 본 발명과 대비되는 비교 례의 해수면 예측 방법인 WNN(Wavelet Neural Network)을 설명하기 위한 도면이다.

[0054] 본 발명과 비교 례의 퍼포먼스를 트레이닝 기간과 테스팅 기간에 대해 비교하면 아래의 표와 같다.

Statistical	Yarmouth		Saint John		Charlottetown	
Parameter	WNN	ANFIS	WNN	ANFIS	WNN	ANFIS
	Training					
RMSE (cm)	5.50	5.64	4.55	4.03	4.04	3.85
MAE (cm)	4.24	4.25	3.55	3.07	3.08	2.89
XAE (cm)	24.62	27.83	18.89	20.64	17.53	19.08
MC (%)	95.49	95.38	97.94	98.17	93.44	93.76
PE (%)	1.23	1.26	0.60	0.53	1.53	1.45
	Testing					
RMSE (cm)	8.94	7.11	5.67	4.47	4.46	3.45
MAE (cm)	6.96	5.33	4.22	3.36	3.69	2.52
XAE (cm)	34.90	27.15	26.81	18.98	12.82	10.88
MC (%)	92.54	94.07	97.30	97.87	94.19	95.50
PE (%)	2.03	1.61	0.76	0.59	1.62	1.26

[0055]

[0056] 트레이닝 기간동안 축적된 해수면 변화의 예측 정보는 테스팅 기간동안의 해수면 변화의 예측을 보다 정확하게 할 수 있다.

[0057] 본 발명의 테스팅 기간의 RMSE 값을 보면 WNN 방법보다 더욱 개선된 것이 관찰될 수 있다. WNN 방법보다 20 % 이상 측정값과 예측값의 편차가 적게 산출될 수 있다.

[0058] 도 5및 도 6은 실시 예에 따른 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 시스템(100)의 구동 방법을 나타낸다.

[0059] 먼저 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 시스템(100)은 트레이닝 기간동안 해수면의 변화를 제1 예측한다(S510). 그런 다음, 해수면의 변화를 실시간으로 예측하는 시스템(100)은 테스팅 기간 동안 해수면의 변화를 제2 예측한다(S520).

[0060] 상기 S510 단계 및 S520 단계는 아래의 구체적인 구동을 포함한다.

[0061] 먼저, MF(Membership Function)을 선택한다(S610). MF는 다양한 함수가 적용될 수 있으나, 상술한 Gaussian, Triangle, Sigmoid 의 MF 모양에서 가장 좋은 퍼포먼스가 도출될 수 있다.

[0062] 그 다음으로 타임 딜레이에 기초하여 MF의 입력 데이터를 결정하며(S620). 마지막으로 해수면의 변화를 예측한다(S630).

[0063] 한편, 본 명세서에서 설명하는 기능적인 동작과 주제의 구현물들은 디지털 전자 회로로 구현되거나, 본 명세서에서 개시하는 구조 및 그 구조적인 등가물들을 포함하는 컴퓨터 소프트웨어, 펌웨어 혹은 하드웨어로 구현되거나, 이들 중 하나 이상의 결합으로 구현 가능하다. 본 명세서에서 설명하는 주제의 구현물들은 하나 이상의 컴퓨터 프로그램 제품, 다시 말해 제어 시스템의 동작을 제어하기 위하여 혹은 이것에 의한 실행을 위하여 유형의 프로그램 저장매체 상에 인코딩된 컴퓨터 프로그램 명령에 관한 하나 이상의 모듈로서 구현될 수 있다.

[0064] 컴퓨터로 판독 가능한 매체는 기계로 판독 가능한 저장 장치, 기계로 판독 가능한 저장 기판, 메모리 장치, 기계로 판독 가능한 전파형 신호에 영향을 미치는 물질의 조성물 혹은 이들 중 하나 이상의 조합일 수 있다.

[0065] 본 명세서에서 "시스템"이나 "장치"라 함은 예컨대 프로그래머블 프로세서, 컴퓨터 혹은 다중 프로세서나 컴퓨터를 포함하여 데이터를 제어하기 위한 모든 기구, 장치 및 기계를 포괄한다. 제어 시스템은, 하드웨어에 부가하여, 예컨대 프로세서 펌웨어를 구성하는 코드, 프로토콜 스택, 데이터베이스 관리 시스템, 운영 체제 혹은 이들 중 하나 이상의 조합 등 요청 시 컴퓨터 프로그램에 대한 실행 환경을 형성하는 코드를 포함할 수 있다.

[0066] 컴퓨터 프로그램(프로그램, 소프트웨어, 소프트웨어 어플리케이션, 스크립트 혹은 코드로도 알려져 있음)은 컴파일되거나 해석된 언어나 선험적 혹은 절차적 언어를 포함하는 프로그래밍 언어의 어떠한 형태로도 작성될 수 있으며, 독립형 프로그램이나 모듈, 컴포넌트, 서브루틴 혹은 컴퓨터 환경에서 사용하기에 적합한 다른 유닛을 포함하여 어떠한 형태로도 전개될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 파일 시스템의 파일에 반드시 대응하는 것은 아니다. 프로그램은 요청된 프로그램에 제공되는 단일 파일 내에, 혹은 다중의 상호 작용하는 파일(예컨대, 하나 이상의 모듈, 하위 프로그램 혹은 코드의 일부를 저장하는 파일) 내에, 혹은 다른 프로그램이나 데이터를 보유하는 파일의 일부(예컨대, 마크업 언어 문서 내에 저장되는 하나 이상의 스크립트) 내에 저장될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 하나의 사이트에 위치하거나 복수의 사이트에 걸쳐서 분산되어 통신 네트워크에 의해 상호 접속된 다중 컴퓨터나 하나의 컴퓨터 상에서 실행되도록 전개될 수 있다.

[0067] 한편, 컴퓨터 프로그램 명령어와 데이터를 저장하기에 적합한 컴퓨터로 판독 가능한 매체는, 예컨대 EPROM, EEPROM 및 플래시메모리 장치와 같은 반도체 메모리 장치, 예컨대 내부 하드디스크나 외장형 디스크와 같은 자기 디스크, 자기광학 디스크 및 CD-ROM과 DVD-ROM 디스크를 포함하여 모든 형태의 비휘발성 메모리, 매체 및 메모리 장치를 포함할 수 있다. 프로세서와 메모리는 특수 목적의 논리 회로에 의해 보충되거나, 그것에 통합될 수 있다.

[0068] 본 명세서에서 설명한 주제의 구현물은 예컨대 데이터 서버와 같은 백엔드 컴포넌트를 포함하거나, 예컨대 어플리케이션 서버와 같은 미들웨어 컴포넌트를 포함하거나, 예컨대 사용자가 본 명세서에서 설명한 주제의 구현물과 상호 작용할 수 있는 웹 브라우저나 그래픽 유저 인터페이스를 갖는 클라이언트 컴퓨터와 같은 프론트엔드 컴포넌트 혹은 그러한 백엔드, 미들웨어 혹은 프론트엔드 컴포넌트의 하나 이상의 모든 조합을 포함하는 연산 시스템에서 구현될 수도 있다. 시스템의 컴포넌트는 예컨대 통신 네트워크와 같은 디지털 데이터 통신의 어떠한 형태나 매체에 의해서도 상호 접속 가능하다.

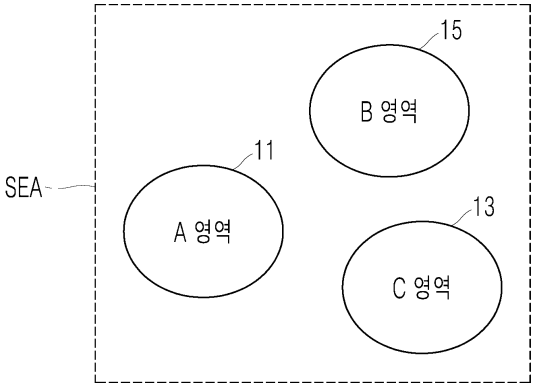
[0069] 본 명세서는 다수의 특정한 구현물의 세부사항들을 포함하지만, 이들은 어떠한 발명이나 청구 가능한 것의 범위에 대해서도 제한적인 것으로서 이해되어서는 안되며, 오히려 특정한 발명의 특정한 실시형태에 특유할 수 있는 특징들에 대한 설명으로서 이해되어야 한다. 마찬가지로, 개별적인 실시형태의 문맥에서 본 명세서에 기술된 특정한 특징들은 단일 실시형태에서 조합하여 구현될 수도 있다. 반대로, 단일 실시형태의 문맥에서 기술한 다양한 특징들 역시 개별적으로 혹은 어떠한 적절한 하위 조합으로도 복수의 실시형태에서 구현 가능하다. 나아가, 특징들이 특정한 조합으로 동작하고 초기에 그와 같이 청구된 바와 같이 묘사될 수 있지만, 청구된 조합으로부터의 하나 이상의 특징들은 일부 경우에 그 조합으로부터 배제될 수 있으며, 그 청구된 조합은 하위 조합이나 하위 조합의 변형물로 변경될 수 있다.

[0070] 또한, 본 명세서에서는 특정한 순서로 도면에서 동작들을 묘사하고 있지만, 이는 바람직한 결과를 얻기 위하여 도시된 그 특정한 순서나 순차적인 순서대로 그러한 동작들을 수행하여야 한다거나 모든 도시된 동작들이 수행되어야 하는 것으로 이해되어서는 안 된다. 특정한 경우, 멀티태스킹과 병렬 프로세싱이 유리할 수 있다. 또한, 상술한 실시형태의 다양한 시스템 컴포넌트의 분리는 그러한 분리를 모든 실시형태에서 요구하는 것으로 이해되어서는 안되며, 설명한 프로그램 컴포넌트와 시스템들은 일반적으로 단일의 소프트웨어 제품으로 함께 통합되거나 다중 소프트웨어 제품에 패키징될 수 있다는 점을 이해하여야 한다

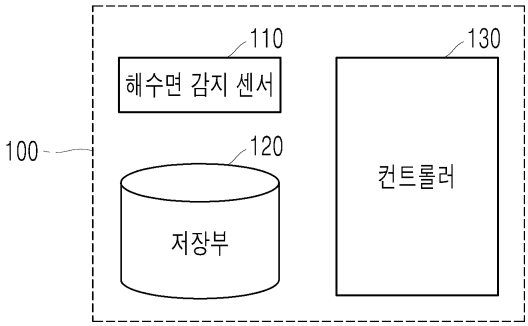
[0071] 이와 같이, 본 명세서는 그 제시된 구체적인 용어에 본 발명을 제한하려는 의도가 아니다. 따라서, 상술한 예를 참조하여 본 발명을 상세하게 설명하였지만, 당업자라면 본 발명의 범위를 벗어나지 않으면서도 본 예들에 대한 개조, 변경 및 변형을 가할 수 있다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

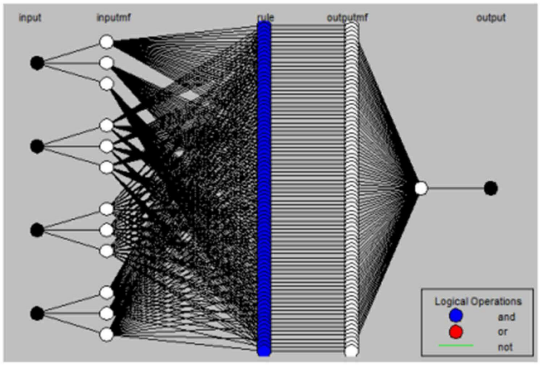
도면1



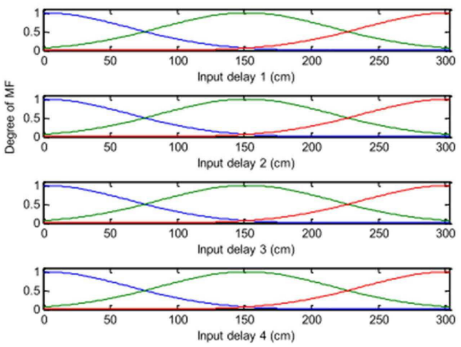
도면2



도면3

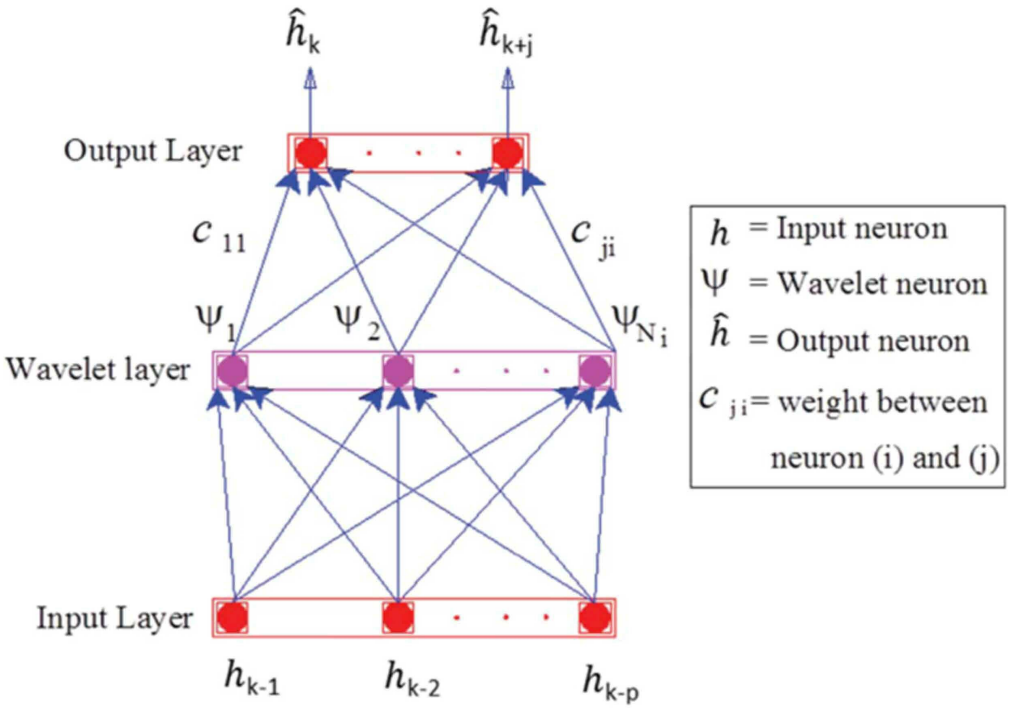


(a)

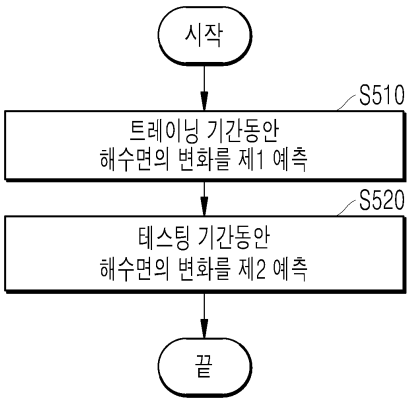


(b)

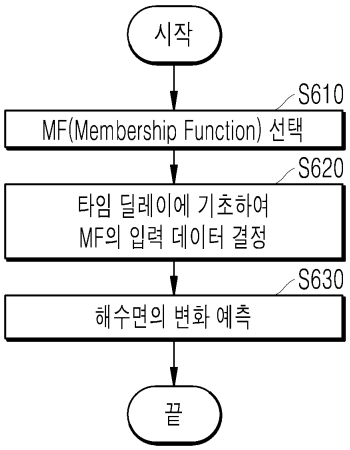
도면4


$\hat{h}_k$
$\hat{h}_{k+j}$
Output Layer
c_{11}
c_{ji}
Ψ_1
Ψ_2
Ψ_{Ni}
Wavelet layer
Input Layer
h_{k-1}
h_{k-2}
h_{k-p}
h = Input neuron
Ψ = Wavelet neuron
$\hat{h}$ = Output neuron
c_{ji} = weight between neuron (i) and (j)

도면5


시작
S510
트레이닝 기간동안
해수면의 변화를 제1 예측
S520
테스팅 기간동안
해수면의 변화를 제2 예측
끝

도면6


시작
S610
MF(Membership Function) 선택
S620
타임 딜레이에 기초하여
MF의 입력 데이터 결정
S630
해수면의 변화 예측
끝