



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0053120
(43) 공개일자 2015년05월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 19/00 (2011.01)

(21) 출원번호 10-2013-0134922

(22) 출원일자 2013년11월07일

심사청구일자 2013년11월07일

(71) 출원인

부경대학교 산학협력단

부산광역시 남구 신선로 365 (용당동, 부경대학교)

(72) 발명자

변희룡

부산 남구 분포로 111, 142동 803호 (용호동, 엘지메트로시티아파트)

김유진

부산 사하구 다대로124번길 68, (신평동)

오수빈

서울 관악구 관천로22길 35, 진하우스 309호 (신림동)

(74) 대리인

윤희식

전체 청구항 수 : 총 7 항

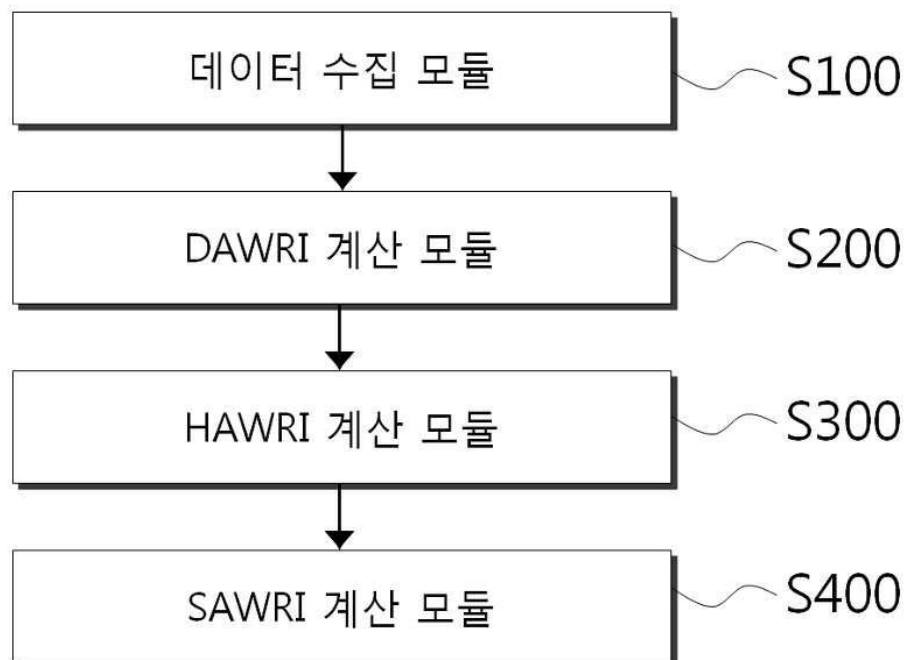
(54) 발명의 명칭 강수집중도를 진단하는 시간별 종합유효수자원지수의 계산 모듈

(57) 요약

본 발명은 시간에 따른 수자원 감소를 고려한 시간별 종합유효수자원지수 계산 방법에 관한 것으로, 좀 더 구체적으로는, 일별 및 시간별 강수 자료를 수집하는 데이터 수집 모듈과, 누적 시간에 따른 강수의 감소를 고려하여 과거 365일의 강수량을 더해 일별 누적유효강수량을 계산하고, 상기의 일별 누적유효강수량을 다시 일별 유효수

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



자원지수(DAWRI)로 계산하는 모듈과, 같은 방법으로 120시간동안 (기간 변경 가능) 시간경과에 따라 강수량이 감소하는 것을 고려하여 120시간 동안 합산한 시간별 누적유효강수량을 계산하고, 이를 다시 시간별 유효수자원지수(HAWRI)로 계산하는 모듈과, 일별 유효수자원지수(DAWRI)와 시간별 유효수자원지수(HAWRI)을 합하여 종합 시간별 유효수자원지수(SAWRI)를 계산하는 모듈을 포함한다.

본 발명은 강수량을 누적함에 있어서, 현재에서 가까운 시간에 내린 강수의 영향은 크게, 먼 시간에 내린 강수의 영향은 작게 나타나도록 합산하여 계산함으로써, 기존의 단순 누적 강수량이 수자원의 시간에 따른 결손을 감안하지 못하던 단점을 보완했다. 이리하여 객관적이며 정량적으로 실제 시간의 강수 집중도와 그 집중도의 시간별 변화를 구할 수 있고, 홍수, 침수, 산사태 등의 강수재해로 인한 피해의 위험을 실시간으로 진단하고 예측하는데 도움을 줄 수 있다.

명세서

청구범위

청구항 1

일별 및 시간 강수량 데이터를 수집하는 데이터 수집 모듈(S100)과;

상기의 일별 강수량 데이터를 사용하여 일별 누적유효강수량과 일별강수집중도(DAWRI)를 계산하는 모듈(S200)과;

상기의 시간별 강수량 데이터를 이용하여 시간별 누적유효강수량과 시간별 강수집중도(HAWRI)를 계산하는 모듈(S300);

상기의 두 과정의 결과를 합하여 종합 시간별 강수집중도(SAWRI)를 계산하는 모듈(S400);을 포함하는 것을 특징으로 하는 강수집중도를 진단하는 시간별 종합유효수자원지수의 계산방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 일별 누적유효강수량과 일별강수집중도(DAWRI)를 계산하는 모듈(S200)에서, 누적유효강수량(E)은

$$E = \sum_{N=1}^H \left(\sum_{m=1}^N P_m / N \right) \quad \text{이며,}$$

상기 H는 365일이고,

P_m 은 m일 전의 강수량이며,

E의 계산 방법은 누적일(365)동안 m일 이전의 강수량을 m시간 평균하여 누적하는데, 누적시간 동안 실제 강수량 값에 시간에 따른 감소 효과가 고려된 가중치를 곱하여, 결과적으로 현재의 강수량 총량에 가중치로 계산된 과거의 강수량 값을 누적하여 구하는 것을 특징으로 하는 강수집중도를 진단하는 시간별 종합유효수자원지수의 계산방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 일별 누적유효강수량과 일별강수집중도(DAWRI)를 계산하는 모듈(S200)에서, 강수의 일별 집중도는

$$E / \left(\sum_{N=1}^H (1/N) \right) \quad \text{이며,}$$

상기의 일별 누적유효강수량(E) 값에서 상기의 가중치(w)를 나누어 상기의 일별 누적유효강수량을 하루 동안 발생한 강수량에 상당하는 양으로 환산하는 것을 특징으로 하는 강수집중도를 진단하는 시간별 종합유효수자원지수의 계산방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 시간별 누적유효강수량과 시간별 강수집중도(HAWRI)를 계산하는 모듈(S300)에서, 시간별 누적유효강수량

$$E = \sum_{N=1}^H \left(\sum_{m=1}^N P_m / N \right)$$

(E)은 $\sum_{m=1}^N P_m / N$ 이며,

상기 H는 누적 시간수이고,

P_m 은 m시간 전의 강수량이며,

E의 계산 방법은 누적시간(120시간) 동안 m시간 이전의 강수량을 m시간 평균하여 누적하는데, 누적시간 동안 실제 강수량 값에 시간에 따른 감소 효과가 고려된 가중치를 곱하여, 결과적으로 현재의 강수량 총량에 가중치로 계산된 과거의 강수량 값을 누적하여 구하는 것을 특징으로 하는 강수집중도를 진단하는 시간별 종합유효수자원지수의 계산방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 시간별 누적유효강수량과 시간별 강수집중도(HAWRI)를 계산하는 모듈(S300)에서, 강수의 시간 집중도는

$$E / \left(\sum_{N=1}^H (1/N) \right)$$

이며,

상기의 시간별 누적유효강수량(E) 값에서, 상기의 가중치(w)를 나누어 상기의 시간별 누적유효강수량을 한 시간 동안 발생한 강수량에 상당하는 양으로 환산하는 것을 특징으로 하는 강수집중도를 진단하는 시간별 종합유효수자원지수의 계산방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 강수집중도(SAWRI)를 계산하는 모듈(S400)은, 일별 누적유효강수량과 일별강수집중도(DAWRI)를 계산하는 모듈(S200)에서 만들어진 일별강수집중도(DAWRI)와, 시간별 누적유효강수량과 시간별 강수집중도(HAWRI)를 계산하는 모듈(S300)에서 만들어진 시간별 강수집중도(HAWRI)를 합하여 종합 시간별 유효수자원지수(SAWRI)를 만드는 것을 특징으로 하는 강수집중도를 진단하는 시간별 종합유효수자원지수의 계산방법.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 일별 유효수자원지수(DAWRI) 계산 모듈(S200)과, 시간별 유효수자원지수(HAWRI) 계산 모듈(3200) 및 종합 시간별 유효수자원지수(SAWRI) 계산 모듈(S400) 과정에서 만들어진 DAWRI, HAWRI, SAWRI를 호우특보, 홍수예측, 침수예측, 산사태예측 및 이들 재해위험의 진단에 사용하는 것을 특징으로 하는 강수집중도를 진단하는 시간별 종합유효수자원지수의 계산방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 집중호우로 인한 돌발홍수, 산사태, 그리고 침수(주차장, 농경지, 주택, 도로, 상가, 지하통로 등) 등이 발생할 위험도를 실시간으로 진단할 수 있는, 수자원 집중도의 시간별 변화를 계산하는 방법에 관한 것이다. 구체적으로는, 강수재해의 위험을 진단하기 위해 종래에는 단순히 누적한 강수량을 사용하여 왔으나, 여기에 문제가 있다는 것이다. 그래서 ‘시간이 경과하면 남는 강수량도 줄어든다.’는 원리를 추가하여 더 정밀하게 진단하고 예측할 수 있는 방법을 적용한다. 이 계산을 통해 산출한 수자원의 시간별 집중도는, 홍수, 침수,

[0001]

산사태 등의 위험을 경고하는 데에 현재까지 사용되어온 다른 지수에 비하여 훨씬 더 우수하다.

배경 기술

- [0002] 돌발홍수, 산사태, 침수 등의 재해는 강수의 집중으로 인해 유발되어 인명 및 재산 등의 막대한 피해를 초래한다. 이러한 재해에 대비하기 위해서, 강수재해의 진단방법에 관한 여러 가지 연구가 수행되어 왔다.
- [0003] 홍수의 경우, 홍수 통제소에서 하천의 유량으로 기준 홍수위를 설정하여 홍수를 예보하고 있으며, 이에 대한 연구로는 GIS기반 분포형 모형, 통계적 모형 회귀식, 저류 함수 모형을 이용한 하천 유출량 예측 등을 통해 돌발홍수 대응방법을 모색한 연구들과, 공식적으로 사용되는 저류함수모형을 관측 유량 등 다른 변수를 더 사용하여 미래의 하천 유량을 예측하는 모형 등이 있다. 그러나 이러한 방법들은 하천의 수위, 댐의 수위, 유출량 등등 여러 가지 변수에 의존하여 계산하여 왔다. 그런데 홍수의 가장 직접적인 근원이 되는 강수량을 사용할 때, ‘시간이 경과하면 남는 강수량도 줄어든다’는 보편적 원리가 간과되어 왔다.
- [0004] 산사태의 경우, 산사태 정보시스템에서 우리나라를 강우 분포, 지질 분포에 따라 10개의 권역으로 구분하여 토양함수 지수를 구하여 예보를 발령하고 있다. 통계적인 방법으로는 선행강우량, 강우강도, 지속시간, 이들 사이의 상관관계를 통해 한계치를 구하는 등의 연구들이 있었다. 그러나 여기에도 강수량을 단순 누적하여 사용하고 있다. 강수는 한번 내리고 나면 증발, 침투 및 유출 등으로 인해 흘러가버리는데, 흘러가서 없는 양을 있는 양으로 가정하고 합산한 단순 누적 강수량으로는 강수의 집중도를 충분히 반영하지 못한다.
- [0005] 실제로 강수의 집중도를 일별로 고려하여 강수 집중정도를 계산한 연구도 있었으나, 이는 가뭄을 진단하는 용도로 주로 사용되어 왔고, 홍수나 산사태, 침수 등의 위험을 진단하는 모델에 적용된 경우는 없었다. 일별 강수집중도는 시간별로 급변하는 강수재해의 위험을 진단하는데 충분하지 못하기 때문이다. 강수재해는 단 한 시간의 집중호우로도 발생할 수 있기 때문에 집중도 역시 시간 단위로 계산되어야 하나 지금까지 그 방법이 없었다. 따라서 시간경과에 따라 수자원이 감소하는 것을 고려한, 시간 단위의 강수 집중도를 구하여 이를 이용하여 강수재해의 위험을 진단하는 방법이 절실하게 필요하였다. 강수재해는 1시간 또는 5일 동안 집중된 호우로 발생할 수 있다. 그러나 이 경우도, 한 달 전에 비가 많이 와서 하천과 토양에 물이 많이 쌓여 있는 경우와, 수개월 이상 계속 가물어서 메말라 있는 경우는 다르다. 이 차이를 계산에 포함하여 진단하는 방법이 없었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위해 발명된 것으로, 강수 후에 한 시간이 지나갈 때 마다, 증발이나 유출로 감소하는 강수량을 감하고 남아있는 강수량(이것을 ‘유효강수량’이라 한다.)만을 누적하여 지수화 하는 방법을 제공한다. 이 방법으로 5일 동안 누적된 강수량을 지수화 하는 방법이 첫 번째 해결책이고, 일 년 전부터 지금까지 시간함수로 누적되어 남아 있는 유효강수량을 함께 고려해서 계산하는 것이 두 번째 해결책이다. 일 년 전부터 누적된 유효강수량을 계산 하는 방법은 가뭄의 연구에서 개발한 방법(Byun and Lee, 2002)을 일부 변형하여 이용하며, 시간별로 유효강수량을 계산 하는 방법과, 또한 두 가지 지수를 합하는 새로운 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0007] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에서 사용하는 시간별 강수 집중도는 다음 4단계를 거친다.
- [0008] 1) 일별, 시간별 강수량 수집,
- [0009] 2) 최근 일 년 간 일별 강수량을 이용, 작일까지 누적된 일별 누적유효강수량을 구하고 이것을 다시 일별 유효수자원지수(이하 DAWRI; Daily Available Water Resources Index라 부른다.)로 바꾸는 계산,
- [0010] 3) 최근 H시간 동안의 시간 강수량을 이용하여 시간별 누적유효강수량을 계산(이 때, H는 필요에 따라 증감할 수 있다.)하고 이것을 다시 시간별 유효수자원지수(이하 HAWRI; Hourly Available Water Resources Index라 부

른다.)로 환산하는 계산,

- [0011] 4) 앞의 2)와 3)의 값을 합산하여 종합 시간별 유효수자원지수(이하 SAWRI; Summed Available Water Resources Index라 부른다.)를 계산한다. 이 과정에서 생산된 HAWRI와 SAWRI가 바로 ‘시간별 강수집중도’를 나타내며, 필요에 따라 선택적으로 사용할 수 있다.

발명의 효과

- [0012] 본 발명은 일 년 전부터 필요시간 직전까지 발생한 강수량 중에서 흘러 나가거나 증발한 양을 모두 제외하고, 현재 누적되어 있는 강수량이 얼마나 되는 지를 한 개의 숫자로 정량적으로 제시하며 그것이 날짜별로 어떻게 변하는 지는 DAWRI로 표시한다. 최근 5일 동안(또는 수일 동안) 내린 강수량 중에 흘러가 버린 것은 제외하고 남은 양이 얼마나 되며 그것이 시간별로 어떻게 변하는지를 HAWRI라는 한 개의 숫자로 표시하여 준다. 둘을 합하여 시간별로 강수집중도가 어떻게 변하는지를 SAWRI라는 한 개의 숫자로 표시해 준다. SAWRI는 일 년 전부터 내린 강수의 영향을 전부 고려하여 최근 120시간 동안 집중된 강수의 강도를 측정하는 지수가 된다.
- [0013] 종래에는 하루 강수량이 얼마며 2일 강수량이 얼마인가 하는 시간 종속된 강수량 계산법을 사용할 때, 합산기간을 얼마로 잡아야 할지를 결정하는 방법이 없어 주관적으로 단순 누적하였기 때문에 강수량 집중도를 표현하지 못했고, 또 강수량 집중으로 생기는 재해의 위험이 매 시간 변화하는 것을 수치화 하지 못한 상태였다.
- [0014] 본 발명의 결과는 그 수치를 필요에 따라 선택할 수 있는 단일 숫자로 알려줌으로 재해 발생을 실시간으로 감시하기에 적합하며, 과거에 발생한 재해의 원인분석, 미래에 발생할 재해의 예측 등에 긴요하게 사용된다. 더 구체적으로, 과거 자료를 통계하면, ‘A 주차장은 HAWRI가 300 이상이거나 SAWRI가 500 이상이면 침수한다는 통계가 나온다.’거나 ‘호우경보는 HAWRI가 250 이상이 예상되면 발표한다.’, ‘B 산은 지금까지 SAWRI가 300을 넘은 적이 없으므로, 300을 넘으면 산사태 위험이 있다는 것을 감지할 수 있다.’, ‘김포 들판은 SAWRI가 250이 넘으면 침수한다.’(이상 모두 예로 든 것이며 실제 값은 다르다.) 등등의 통계를 만들어 낼 수 있으므로, 이 지역 호우, 홍수 정보는 이 값을 예측하여 이용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 본 발명에 따른 시간별 강수의 집중도를 객관적으로 정량화할 수 있는 시간별 종합유효수자원지수의 계산 개념도.
- 도 2는 본 발명에 따른 가중치의 실시예시도. 시간경과에 따라 강수량 집중도에 포함되는 비율이 감소한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0017] 도 1은 본 발명에 따른 시간당 누적강수량을 객관적으로 정량화 할 수 있는 시간별 종합유효수자원지수의 계산 과정의 개념도를 나타낸 것이다.
- [0018] 본 발명에 따른 시간별 종합유효수자원지수의 계산은 도 1에 도시된 바와 같이, 데이터 수집 모듈(S100)과, DAWRI 계산 모듈(S200), HAWRI 계산 모듈(S300), SAWRI 계산 모듈(S400)로 구분한다.
- [0019] 데이터 수집 모듈(S100)은 해당 관측소의 강수량 자료를 수집한다. 작일 이전 365일의 일강수량과 현재시각 이전의 시간(H, 즉 120시간) 동안의 시간강수량 자료를 수집한다.
- [0020] DAWRI 계산 모듈(S200)에서 수행하는 계산은 아래의 [수학식 1]로 시작한다.

수학식 1

$$E = \sum_{N=1}^H \left(\sum_{m=1}^N P_m / N \right)$$

[0021]

[0022]

이 모듈에서, H는 365이고, P_m은 m일 전의 일 강수량이 된다. 따라서 m이 1이면 어제 강수량이고 E는 시간의 흐름에 따른 강수량 감소를 고려하며, 365일 동안 누적한 유효강수량이다. 이 식을 풀면 [수학식 2]와 같이 된다.

수학식 2

$$\begin{aligned} E_{365} &= \sum_{N=1}^{365} \left(\sum_{m=1}^N P_m / N \right) = \frac{P_1}{1} + \frac{P_1 + P_2}{2} + \dots + \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_{364} + P_{365}}{365} \\ &= \left(1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{356} \right) P_1 + \left(\frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{365} \right) P_2 + \left(\frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{365} \right) P_3 + \dots + \frac{1}{365} P_{365} \end{aligned}$$

[0023]

[0024]

E₃₆₅은 누적일이 365 일 때의 누적유효강수량이고, P_m은 m일 전의 강수량이다. m이 1이면 작일 강수량이 된다.

[0025]

누적 유효강수량에서는, 최근의 강수량(P₁)에 가장 큰 가중치가 곱해져서 더해지고, 과거로 갈수록 점점 작은 가중치가 곱해져서 더해진 양이 된다. 그래서 가장 오래된 365일 이전의 강수량(P₃₆₅)에는 가장 작은 가중치가 곱해져서 더해진다. DAWRI는 [수학식 3]에 의해 계산된다.

수학식 3

$$R_d = E / \left(\sum_{N=1}^H (1/N) \right)$$

[0026]

[0027]

여기서 R_d는 DAWRI이고, E는 365일 누적한 유효강수량이고, H는 365이며, R_d를 구하기 위해 365일 누적한 유효강수량 (E₃₆₅)에 나뉘지는 값은 [수학식 4]와 같다.

수학식 4

$$w_{365} = \sum_{N=1}^{365} (1/N) = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \dots + \frac{1}{363} + \frac{1}{364} + \frac{1}{365} \approx 6.48$$

[0028]

[0029]

w₃₆₅는 누적유효강수량을 ‘하루강수량의 상당량’으로 바꾸기 위해 주어지는 값이다. 따라서 R_d는 작일까지 발생한 강수량의 총량을 하루강수량에 해당하는 상당량으로 바꾼 것이다. 여기까지의 계산 방법은 다른 연구논문 (Byun and Wilhite, 1999)에서 발표한 내용과 유사하다. 그러나 논문에서는 365일부터 7년 까지 탄력적으로 계산하나, 본 발명에서는 365일만을 사용한다는 점에서 차이가 있다.

[0030]

HAWRI 계산 모듈(S300)에서는 최근 5일, 즉 120시간 동안 누적된 유효수자원지수를 계산한다. 위 수학식 1에서,

H는 120이 되고 P_m 은 m시간 전의 강수량이다. 그래서 m이 1이면 직전 정시 관측한 강수량이 된다. E는 시간의 흐름에 따른 강수량 감소가 고려된, 120시간 동안의 누적한 시간별 누적유효강수량이다. 이 시간별 누적유효강수량은 [수학식 3]과 [수학식 4]의 과정을 거쳐 시간별 유효수자원지수가 된다. [수학식 3]에서, R_d 는 R_h 로 바뀌고, E는 120시간 동안 누적된 유효강수량이고, H는 120이며, 한 시간 강수량에 해당하는 상당량으로 바꾸기 위해 나누는 가중치의 값은 [수학식 4]에서와 같이 계산하되, H를 120으로 하면 되는 것이다. 이것이 HAWRI (Hourly Available Water Resources Index)가 된다. 따라서 R_h , 즉 HAWRI는 지난 120시간 동안 발생한 강수량 중에 현재 존재하는 양만을 합산하여 이것을 한 시간 강수량에 해당하는 상당량으로 바꾼 값이 된다. HAWRI에서 각 시간별 강수량이 120시간 누적된 유효강수량에 포함되는 비중을 도 2에 표시하였다. 시간이 갈수록 적게 누적되는 것을 보여준다.

[0031] SAWRI 계산 모듈(S400)은 단순히 R_d 와 R_h 의 합산단계로 [수학식 5]와 같다.

수학식 5

$$SAWRI = R_d + R_h$$

[0032]

[0033] 따라서 본 발명에서 제시되는 수자원의 시간별 집중도는 R_h (HAWRI) 외에 SAWRI(Summed Available Water Resources Index)가 하나 더 있게 된다. 대규모 하천의 홍수위험을 진단할 때는 SAWRI를 사용하여야 하고, 소규모 하천, 각종침수, 산사태의 위험을 진단할 때는 HAWRI를 사용해도 된다.

[0034] DAWRI와 유사하게 계산되는 유효수자원지수(Available Water Resources Index, AWRI)라는 것이 있었는데(Byun and Lee, 2002), 본 발명팀에 의해 제안되었고, 가뭄의 위험을 진단하는 데에 탁월한 효과가 있음이 이미 여러 차례 증명되었으나, 침수나 산사태에 적용된 적은 없다.

[0035] 여기서 SAWRI의 성격을 부연 설명하자면, 02시의 SAWRI와 24시의 SAWRI는 합산 과정에서, SAWRI-02(즉 2시의 SAWRI)는 DAWRI에 포함되지 않은 강수량이 1시간 밖에 없으나, SAWRI-24(즉 24시의 SAWRI)는 23시간이나 되기 때문에, 불균형이 생길 우려가 있다. 여기서 불균형이란, 비는 계속 오는데 강수 집중도는 감소하는 것으로 계산될 우려를 말한다. 이 점을 보완하기 위해 HAWRI의 누적시간을 120시간으로 잡았다. 그래도 약간의 불균형이 있을 수 있으나, 강수 집중도의 진단에 크게 나쁜 영향을 끼치지 않는다. 더구나 더 정밀한 계산은 HAWRI로 대처하면 된다.

[0036] 결과적으로, 일별 유효수자원지수(DAWRI) 계산 모듈(S200)과, 시간별 유효수자원지수(HAWRI) 계산 모듈(3200) 및 종합 시간별 유효수자원지수(SAWRI) 계산 모듈(S400) 과정에서 만들어진 DAWRI, HAWRI, SAWRI를 호우특보, 홍수예측, 침수예측, 산사태예측 등에 사용하는 것이 가능하게 된다.

부호의 설명

[0037]

S100: 데이터 수집 모듈

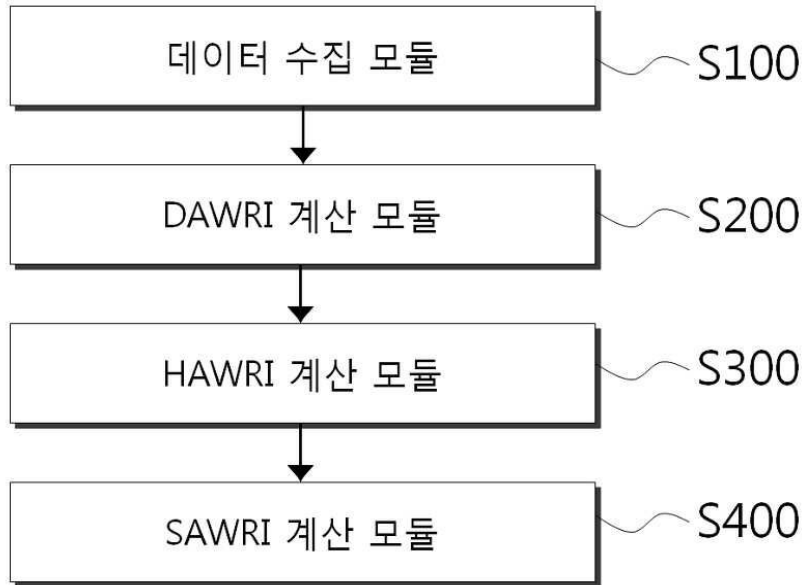
S200: 일별 유효수자원지수(DAWRI) 계산 모듈

S300: 시간별 유효수자원지수(HAWRI) 계산 모듈

S400: 종합 시간별 유효수자원지수(SAWRI) 계산 모듈

도면

도면1



도면2

