

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일

2018년 12월 13일 (13.12.2018) WIPO | PCT



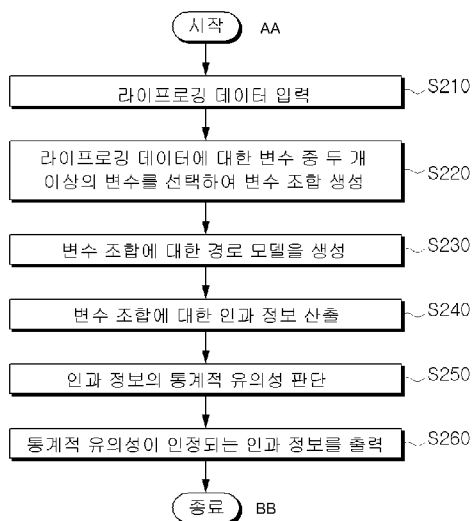
(10) 국제공개번호

WO 2018/225892 A1

- (51) 국제특허분류: **G06Q 10/04** (2012.01) **G06F 17/18** (2006.01) **G06Q 30/02** (2012.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/007834
- (22) 국제출원일: 2017년 7월 20일 (20.07.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2017-0070746 2017년 6월 7일 (07.06.2017) KR
- (71) 출원인: **상명대학교산학협력단 (SANGMYUNG UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMY COOPERATION FOUNDATION)** [KR/KR]; 03016 서울시 종로구 홍지문2길 20 (홍지동, 상명대학교), Seoul (KR).
- (72) 발명자: **황민철 (WHANG, Min Cheol)**; 10417 경기도 고양시 일산동구 경의로 333, 508동 1403호, Gyeonggi-do (KR). **조아영 (CHO, A Young)**; 10467 경기도 고양시 덕양구 호국로 860, 209동 2202호, Gyeonggi-do (KR). **이현우 (LEE, Hyun Woo)**; 15010 경기도 시흥시 배곧3로 27-7, 707동 2003호, Gyeonggi-do (KR). **조영호 (JO, Young Ho)**; 12058 경기도 남양주시 진접읍 해밀예당3로 104, 2005동 1202호, Gyeonggi-do (KR). **우진철 (WOO, Jin Cheol)**; 05549 서울시 송파구 올림픽로32길 36-18, 202호, Seoul (KR).
- (74) 대리인: **특허법인 태백 (TAEBAEK INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM)**; 08506 서울시 금천구 가산디지털1로151 이노플렉스1차 601호, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

(54) Title: APPARATUS FOR ANALYSING CAUSAL RELATIONSHIPS BETWEEN LIFELOG DATA, AND METHOD THEREFOR

(54) 발명의 명칭: 라이프로그 데이터 간 인과 관계 분석 장치 및 그 방법



S210 ... Input lifelog data  
 S220 ... Select two or more variables among variables with respect to lifelog data, and generate variable combinations  
 S230 ... Generate path models with respect to variable combinations  
 S240 ... Calculate causal information with respect to variable combinations  
 S250 ... Determine statistical significance of causal information  
 S260 ... Output causal information having statistical significance  
 AA ... Start  
 BB ... End

(57) Abstract: The present invention pertains to an apparatus for analysing causal relationships between lifelog data, and a method therefor. According to the present invention, the causal relationship analysis method using an apparatus for analysing causal relationships between lifelog data comprises the steps of: receiving an input of lifelog data including biometric signal information, GPS signal information and voice signal information; selecting two or more variables among lifelog data variables, generating variable combinations and path models with respect to the variable combinations, and calculating causal information between variables for the respective variable combinations using the lifelog data and the path model; determining using a preset threshold value whether the calculated causal information between variables has statistical significance; and outputting, onto a screen, the causal information between variables that is determined to have statistical significance. In this way, according to the present invention, causal relationships between various pieces of lifelog data are analysed and provided, and thereby correlations between humans and the environment can easily be determined. In addition, the influence of humans on the environment or the influence of the environment on humans can accurately be analysed, and thereby useful information used for various business improvements such as environmental improvements and human resource developments can be provided.

WO 2018/225892 A1

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

---

**(57) 요약서:** 본 발명은 라이프로그 데이터 간 인과 관계 분석 장치 및 그 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 라이프로그 데이터 간 인과 관계 분석 장치를 이용한 인과 관계 분석 방법에 있어서, 인과 관계 분석 방법은 생체 신호 정보, GPS 신호 정보 및 음성 신호 정보를 포함하는 라이프로그 데이터를 입력받는 단계, 상기 라이프로그 데이터의 변수 중 두 개 이상의 변수를 선택하여 변수 조합 및 상기 변수 조합에 대한 경로 모델(path model)을 생성하고, 상기 라이프로그 데이터 및 상기 경로 모델을 이용하여 상기 변수 조합 각각에 대한 변수간 인과 정보를 산출하는 단계, 기 설정된 임계값을 이용하여 상기 산출된 변수간 인과 정보가 통계적 유의성을 가지는지 여부를 판단하는 단계, 그리고 상기 통계적 유의성을 가진다고 판단된 변수간 인과 정보를 화면상에 출력하는 단계를 포함한다. 이와 같이 본 발명에 따르면, 다양한 라이프로그 데이터 간 인과 관계를 분석하여 제공하므로 사람과 환경 사이의 상관 관계를 용이하게 판단할 수 있다. 또한 사람이 환경에 미치는 영향력이나 환경이 사람에게 미치는 영향력을 정확히 분석할 수 있으므로, 환경 개선이나 인력 개발과 같은 다양한 업무 개선에 이용되는 유용한 정보를 제공할 수 있다.

## 명세서

### 발명의 명칭: 라이프로그 데이터 간 인과 관계 분석 장치 및 그 방법 기술분야

- [1] 본 발명은 라이프로그 데이터 간 인과 관계 분석 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 라이프로그 데이터를 이용하여 사람과 환경 사이의 인과 관계 및 영향력을 분석하기 위한 라이프로그 데이터 간 인과 관계 분석 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 체화된 인지 또는 연장된 마음 이론에 따르면 인간의 몸과 뇌 그리고 인간을 둘러싸고 있는 환경은 유기적인 상호 작용이 이루어짐으로써 하나의 통합적 단위를 이룬다. 환경은 인간의 신체 반응과 뇌 인지과정에 영향을 미치며 역으로 인간의 신체 반응과 뇌의 인지활동이 환경을 변화시킨다.
- [3] 따라서 인간과 환경을 정확히 파악하기 위해서는 인간의 신체 반응(즉, 내현적 반응)과 뇌의 인지적 반응인 행동(즉, 외현적 반응), 그리고 인간을 둘러싸고 있는 환경 사이의 상호 작용을 파악하는 것이 중요하다.
- [4] 이러한 내현적 반응, 외현적 반응, 환경 사이에 상호 작용이 있다는 것은 상관관계 분석을 통해 알 수 있다. 그러나 이들 사이에 단순히 상관성이 있다는 것만으로는 상호 작용의 원인과 결과에 대한 정보를 취득할 수 없다.
- [5] 그러므로 인간의 내현적 반응, 외현적 반응 그리고 환경을 반영하는 다양하고 이질적인 데이터에 대한 인과 관계가 분석될 수 있다면 인간과 환경의 상호 작용 사이에서 발생하는 현상에 대한 해석과 판단이 용이해 질 것이다.
- [6] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국등록특허 제10-1262922호(2013.05.09.공고)에 개시되어 있다.

#### 발명의 상세한 설명

##### 기술적 과제

- [7] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 라이프로그 데이터를 이용하여 사람과 환경 사이의 인과 관계 및 영향력을 분석하기 위한 라이프로그 데이터 간 인과 관계 분석 장치 및 그 방법을 제공하기 위한 것이다.

##### 과제 해결 수단

- [8] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따르면 라이프로그 데이터 간 인과 관계 분석 장치를 이용한 인과 관계 분석 방법에 있어서, 인과 관계 분석 방법은 생체 신호 정보, GPS 신호 정보 및 음성 신호 정보를 포함하는 라이프로그 데이터를 입력받는 단계, 상기 라이프로그 데이터의 변수 중 두 개 이상의 변수를 선택하여 변수 조합 및 상기 변수 조합에 대한 경로 모델(path model)을 생성하고, 상기 라이프로그 데이터 및 상기 경로 모델을 이용하여 상기 변수 조합 각각에 대한 변수간 인과 정보를 산출하는 단계, 기 설정된 임계값을

이용하여 상기 산출된 변수간 인과 정보가 통계적 유의성을 가지는지 여부를 판단하는 단계, 그리고 상기 통계적 유의성을 가진다고 판단된 변수간 인과 정보를 화면상에 출력하는 단계를 포함한다.

[9] 상기 라이프로그킹 데이터의 변수는, 상기 생체 신호 정보에 대한 변수, 상기 GPS 신호 정보에 대한 변수 및 상기 음성 신호 정보에 대한 변수 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[10] 상기 생체 신호 정보에 대한 변수는 BPM(Beat Per Minutes), HF(High Frequency), LF(Low Frequency) 및 VLF(Very Low Frequency) 중에서 적어도 하나를 포함하고, 상기 GPS 신호 정보에 대한 변수는 이동 패턴의 불규칙성을 의미하는 이동 규칙성(circadian movement), 위치 클러스터에서의 시간 변동성을 의미하는 위치 엔트로피(entropy), 위도 및 경도의 변화량을 의미하는 위치 변화량(location variance), 위치 클러스터의 수(number of clusters), 총 이동 거리(total distance) 및 총 이동 시간(transition time) 중에서 적어도 하나를 포함하며, 상기 음성 신호 정보에 대한 변수는 소음 크기의 분당 평균값을 의미하는 주변 소음 레벨(noise amplitude)을 포함할 수 있다.

[11] 상기 변수간 인과 정보는, 상기 변수간 인과 관계의 방향성 및 상기 경로 모델( $\hat{y}=ax+b$ )의 경로 계수(path coefficient) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[12] 상기 변수간 인과 정보를 산출하는 단계는, 상기 변수 조합에 대한 변수 간 공분산 값을 산출하는 단계, 상기 변수 조합을 구성하는 변수 사이의 인과 경로에 따른 복수의 경로 모델을 생성하는 단계, 상기 산출된 공분산 값을 이용하여 상기 복수의 경로 모델에 대한 경로 계수 및 표준 오차를 산출하는 단계, 상기 복수의 경로 모델에 대한 표준 오차 중 가장 작은 값을 가지는 표준 오차에 대응하는 경로 모델을 선택하여 상기 변수간 인과 관계의 방향성을 판단하는 단계, 그리고 상기 표준 오차를 이용하여 상기 선택된 경로 모델에 대한 유의 지표를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

[13] 상기 경로 계수(r) 및 표준 오차(SE)는 아래의 수학적식을 이용하여 산출될 수 있다.

[14] 
$$r = \frac{(n-1)cov(x,y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

[15] 
$$SE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 / (n-2)}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}$$

[16] 여기서,  $\hat{y}=ax+b$  이고,  $a=r \times \sqrt{\frac{(y-\bar{y})^2}{(x-\bar{x})^2}}$  이고,  $b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - a \times \sum_{i=1}^n x_i}{n}$  이고, i는

상기 라이프로그 데이터의 인덱스 값을 의미하고,  $x$ 는 상기 라이프로그 데이터의 제1 변수를 의미하고,  $y$ 는 상기 라이프로그 데이터의 제2 변수를 의미하고,  $\bar{x}$ 는 상기 제1 변수의 평균값을 의미하고,  $\bar{y}$ 는 상기 제2 변수의 평균값을 의미한다.

[17] 상기 산출된 변수간 인과 정보의 유의성 여부를 판단하는 단계는, 상기 유의지표( $t = \frac{a}{SE}$ )가 상기 기 설정된 임계값보다 크면 상기 선택된 경로 모델에

대응하는 변수간 인과 정보가 통계적 유의성을 가진다고 판단할 수 있다.

[18] 상기 변수간 인과 정보를 화면상에 출력하는 단계는, 상기 변수는 노드(node) 형태로 형성되고, 인과 관계를 가지는 변수끼리는 화살표 형상의 엣지(edge)로 연결시킨 그래프로 표시하며, 상기 노드는 상기 라이프로그 데이터의 변수에 따라 서로 다른 색상으로 표시되고, 상기 엣지는 상기 경로 계수가 클수록 굵게 표시될 수 있다.

[19] 본 발명의 다른 실시예에 따른 인과 관계 분석 장치는 생체 신호 정보, GPS 신호 정보 및 음성 신호 정보를 포함하는 라이프로그 데이터를 입력받는 입력부, 상기 라이프로그 데이터의 변수 중 두 개 이상의 변수를 선택하여 변수 조합 및 상기 변수 조합에 대한 경로 모델(path model)을 생성하고, 상기 라이프로그 데이터 및 상기 경로 모델을 이용하여 상기 변수 조합 각각에 대한 변수간 인과 정보를 산출하는 산출부, 기 설정된 임계값을 이용하여 상기 산출된 변수간 인과 정보가 통계적 유의성을 가지는지 여부를 판단하는 판단부, 그리고 상기 통계적 유의성을 가진다고 판단된 변수간 인과 정보를 화면상에 출력하는 제어부를 포함한다.

**발명의 효과**

[20] 이와 같이 본 발명에 따르면, 다양한 라이프로그 데이터 간 인과 관계를 분석하여 제공하므로 사람과 환경 사이의 인과 관계를 용이하게 판단할 수 있다. 또한 사람이 환경에 미치는 영향력이나 환경이 사람에게 미치는 영향력을 정확히 분석할 수 있으므로, 환경 개선이나 인력 개발과 같은 다양한 업무 개선에 이용되는 유용한 정보를 제공할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[21] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 인과 관계 분석 장치의 구성도이다.  
 [22] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 인과 관계 분석 방법의 순서도이다.  
 [23] 도 3은 도 2의 S240 단계를 상세하게 나타낸 순서도이다.  
 [24] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 인과 관계 정보를 화면에 출력하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

**발명의 실시를 위한 최선의 형태**

[25] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록

상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

- [26] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.
- [27] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [28] 우선 도 1을 통해 본 발명의 실시예에 따른 라이프로그 데이터 간 인과 관계 분석 장치에 대해 살펴보도록 한다. 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 인과 관계 분석 장치의 구성도이다.
- [29] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 인과 관계 분석 장치(100)는 입력부(110), 산출부(120), 판단부(130) 및 제어부(140)를 포함한다.
- [30] 먼저 입력부(110)는 생체 신호 정보, GPS 신호 정보 및 음성 신호 정보를 포함하는 라이프로그 데이터를 입력받는다.
- [31] 다음으로 산출부(120)는 라이프로그 데이터의 변수 중 두 개 이상의 변수를 선택하여 변수 조합 및 변수 조합에 대한 경로 모델(path model)을 생성한다. 그리고 산출부(120)는 라이프로그 데이터 및 경로 모델을 이용하여 변수 조합 각각에 대한 변수간 인과 정보를 산출한다.
- [32] 구체적으로 산출부(120)는 변수 조합에 대한 변수 간 공분산 값을 산출한다. 그러면 산출부(120)는 변수 조합을 구성하는 변수 사이의 인과 경로에 따른 복수의 경로 모델을 생성한다. 그리고 산출부(120)는 산출된 공분산 값을 이용하여 복수의 경로 모델에 대한 경로 계수 및 표준 오차를 산출한다.
- [33] 그러면 산출부(120)는 복수의 경로 모델에 대한 표준 오차 중 가장 작은 값을 가지는 표준 오차에 대응하는 경로 모델을 선택하여 변수간의 인과 관계의 방향성을 판단한다. 그리고 산출부(120)는 표준 오차를 이용하여 선택된 경로 모델에 대한 유의 지표를 산출한다.
- [34] 여기서 변수간 인과 정보는 변수간 인과 관계의 방향성 및 경로 모델의 경로 계수(path coefficient) 중 적어도 하나를 포함한다.
- [35] 다음으로 판단부(130)는 기 설정된 임계값을 이용하여 산출된 변수간 인과 정보가 통계적 유의성을 가지는지 여부를 판단한다.
- [36] 구체적으로 판단부(130)는 유의 지표가 기 설정된 임계값보다 크면 선택된 경로 모델에 대응하는 변수간 인과 정보가 통계적 유의성을 가진다고 판단한다.
- [37] 다음으로 제어부(140)는 통계적 유의성을 가진다고 판단된 변수간 인과 정보를 화면상에 출력한다.
- [38] 이때 변수는 노드(node) 형태로 형성되고, 인과 관계를 가지는 변수끼리는

화살표 형상의 엣지(edge)로 연결시킨 그래프로 표시된다. 그리고 노드는 라이프로그킹 데이터의 변수에 따라 서로 다른 색상으로 표시되고, 엣지는 경로 계수가 클수록 굵게 표시된다.

[39] 아래에서는 표 1을 통해 본 발명의 실시예에 따른 라이프로그킹 데이터 및 라이프로그킹 데이터의 변수를 설명한다.

[40] 표 1은 본 발명의 실시예에 따른 라이프로그킹 데이터 및 이에 따른 변수를 나타낸다.

[41] [표1]

라이프로그킹 데이터	변수
생체 신호	BPM(Beat Per Mintues)
	HF(High Frequency)
	LF(Low Frequency)
	VLF(Very Low Frequency)
GPS 신호	이동 규칙성(circadian movement)
	위치 엔트로피(entropy)
	위치 변화량(location variance)
	위치 클러스터의 수(number of clusters)
	총 이동 거리(total distance)
	총 이동 시간(transition time)
음성 신호	주변 소음 레벨(noise amplitude)

[42]

[43] 표 1에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 라이프로그킹 데이터의 변수는 생체 신호 정보에 대한 변수, GPS 신호 정보에 대한 변수, 음성 신호 정보에 대한 변수 중에서 적어도 하나를 포함한다.

[44] 우선 생체 신호 정보에 대한 변수는 사용자의 생체 신호의 변화와 같은 내현적 반응에 따른 변수를 의미한다. 여기서 생체 신호 정보는 사용자의 심혈관 반응에 따른 심전도, 맥파, 심탄도와 같은 생체 신호를 포함하며, 생체 신호 측정 센서가 구비된 웨어러블 장치(wearable device)나 스마트폰(smart phone)과 같은 사용자 단말을 통해 측정될 수 있다.

[45] 구체적으로 생체 신호 정보에 대한 변수는 BPM(Beat Per Minutes), HF(High Frequency), LF(Low Frequency) 및 VLF(Very Low Frequency) 중에서 적어도 하나를 포함한다. 여기서 피크 검출 알고리즘이나 심박 변동성 분석 알고리즘은 본 발명의 실시예에 따른 인과 관계 분석 장치(100)에 기 저장될 수 있으며, BPM은 생체 신호의 피크 검출 알고리즘을 통해 산출될 수 있다. 또한, HF, LF,

VLF는 심박 변동성(Heart Rate Variability, HRV) 분석 알고리즘을 통해 산출될 수 있다.

[46] 다음으로 GPS 신호 정보에 대한 변수는 사용자의 이동이나 움직임 등 생활 패턴과 같은 외현적 반응에 따른 변수를 의미한다. 여기서 GPS 신호는 GPS 센서가 구비된 웨어러블 장치나 스마트폰과 같은 사용자 단말을 통해 측정될 수 있다.

[47] 구체적으로 GPS 신호 정보에 대한 변수는 이동 규칙성(circadian movement), 위치 엔트로피(entropy), 위도 및 경도의 변화량을 의미하는 위치 변화량(location variance), 위치 클러스터의 수(number of clusters), 총 이동 거리(total distance) 및 총 이동 시간(transition time) 중에서 적어도 하나를 포함한다.

[48] 먼저 이동 규칙성은 이동 패턴의 규칙성을 의미하며, 이동 규칙성의 수치가 높을수록 일정한 패턴에 따라 이동함을 나타낸다.

[49] 이때 이동 규칙성(CM)은 아래의 수학적 식 1을 통해 연산될 수 있다.

[50] [수식1]

$$CM = \log(E_{latitude} + E_{longitude})$$

[51]

$$E = \sum_i \frac{psd(f_i)}{i_1 - i_2}$$

[52] 여기서  $E_{latitude}$ 는 위도에 따른 기 설정된 주파수 대역에서의 전력 값의 평균을 의미하고,  $E_{longitude}$ 는 경도에 따른 기 설정된 주파수 대역에서의 전력 값의 평균을 의미하고, psd는 기 설정된 주파수 대역( $f_i$ )에서 전력 값의 합을 의미하고,  $i_1$ 은 기 설정된 주파수 대역에서 최대 주파수를 의미하고,  $i_2$ 는 기 설정된 주파수 대역에서 최소 주파수를 의미한다.

[53] 그리고 위치 엔트로피는 위치 클러스터에서의 시간 변동성을 의미한다. 여기서 위치 클러스터는 GPS 신호의 군집을 의미하며 특정 장소를 기준으로 형성될 수 있다. 예를 들어 집, 학교, 쇼핑몰, 관광 명소 등이 각각 하나의 클러스터로 설정될 수 있다.

[54] 위치 엔트로피가 높다는 것은 위치 클러스터에서 보낸 시간들이 유사하다는 것을 의미하며, 사용자가 어느 특정 장소에서 주로 시간을 보내는지 불확실하다는 것을 뜻한다.

[55] 이때 위치 엔트로피는 아래의 수학적 식 2를 통해 연산될 수 있다.

[56] [수식2]

$$Entropy = - \sum_i p_i \log p_i$$

[57] 여기서 Entropy는 위치 엔트로피를 의미하고, p는 하루(24시간)동안 특정 장소(i)에서 사용자가 보낸 시간 비율을 의미한다.

[58] 다음으로 위치 변화량은 위도 및 경도의 변화량을 의미하며, 위치 변화량이 클수록 사용자의 움직임이 많음을 의미한다.



[59] 이때 위치 변화량은 아래의 수학적 식 3을 통해 연산될 수 있다.

[60] [수식3]

$$Location\ variance = \log(\sigma_{latitude}^2 + \sigma_{longitude}^2)$$

[61] 여기서 Location variance는 위치 변화량을 의미하고,  $\sigma_{latitude}$ 는 위도의 표준편차를 의미한다.  $\sigma_{longitude}$ 는 경도의 표준편차를 의미한다.

[62] 다음으로 위치 클러스터의 수(number of clusters)는 분류된 위치 클러스터의 수를 의미한다. 구체적으로 K-means 알고리즘을 이용하여 GPS 신호들을 복수의 위치 클러스터로 분류할 수 있으며, 위치 클러스터는 분류된 위치 클러스터의 개수를 나타낸다.

[63] 그리고 총 이동거리는 하루동안 이동한 총 거리를 의미하며, km단위로 나타낼 수 있다.

[64] 그리고 총 이동시간은 하루동안 이동에 소비한 총 시간을 의미한다.

[65] 다음으로 음성 신호 정보에 대한 변수는 사용자 주변의 청각 요소와 같은 환경적 요인을 반영한 변수를 의미하며, 음성 신호 정보는 음성 녹음 기기가 구비된 웨어러블 장치나 스마트폰과 같은 사용자 단말을 통해 측정될 수 있다.

[66] 구체적으로 음성 신호 정보에 대한 변수는 주변 소음 레벨(noise amplitude, NA)을 포함한다.

[67] 이때 주변 소음 레벨(NA)은 수학적 식 4와 같이 소음 크기의 분당 평균값을 의미하며, 음성 신호를 이용하여 산출될 수 있다.

[68] [수식4]

$$NA = \frac{\sum_{t=1}^{60} Amplitude_t}{60}$$

[69] 여기서  $Amplitude_t$ 는 시간 t에서 소음의 크기를 의미한다.

[70] 이하에서는 도 2 내지 도 4를 통해 본 발명의 실시예에 따른 라이프로그 데이터 간 인과 관계 분석 장치를 이용한 인과 관계 분석 방법에 대해 살펴보도록 한다.

[71] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 인과 관계 분석 방법의 순서도이다.

[72] 도 2에 나타난 바와 같이, 입력부(110)는 생체 신호 정보, GPS 신호 정보 및 음성 신호 정보를 포함하는 라이프로그 데이터를 입력받는다(S210).

[73] 그러면 산출부(120)는 라이프로그 데이터의 변수 중 두 개 이상의 변수를 선택하여 변수 조합을 생성하고(S220), 변수 조합에 대한 경로 모델(path model)을 생성한다(S230).

[74] 예를 들어 산출부(120)는 두 개의 변수를 포함하는 변수 조합을 생성할 수 있으며, 이 경우 일차 방정식의 형태로 변수 조합에 대한 경로 모델이 생성될 수 있다.

[75] 본 발명의 실시예에 따른 13개의 변수를 이용할 경우 최대 78개( ${}_{13}C_2$ )의 변수 조합이 생성될 수 있으며, 156개의 경로 모델이 생성될 수 있다. 경로 모델이

변수 조합의 2배인 이유는 두 변수의 인과 관계가 바뀔 수 있어 하나의 변수 조합 당 두 개의 경로 모델이 생성되기 때문이다.

[76] 한편 두 개 이상의 변수는 산출부(120)에 의해 무작위로 선택될 수 있으나, 사용자에게 의해 선택될 수도 있다.

[77] 그리고 산출부(120)는 라이프로그 데이터 및 경로 모델을 이용하여 변수 조합에 대한 변수간 인과 정보를 산출한다(S240). 여기서 인과 정보는 변수간 인과 관계의 방향성 및 경로 모델의 경로 계수(path coefficient) 중 적어도 하나를 포함한다.

[78] 아래에서는 도 3을 통해 S240 단계를 구체적으로 살펴보도록 한다. 도 3은 도 2의 S240 단계를 상세하게 나타낸 순서도이다.

[79] 우선 산출부(120)는 변수 조합에 대한 변수 간 공분산 값을 산출한다(S241).

[80] 예를 들어 변수 조합이 두 개의 변수를 포함하는 경우, 산출부(120)는 아래의 수학적 식 5를 이용하여 공분산 값(cov(x,y))을 연산할 수 있다.

[81] [수식5]

$$cov(x,y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n-1}$$

[82] 여기서 x는 제1 변수의 값을 의미하고, y는 제2 변수의 값을 의미하고,

$\bar{x}$

는 제1 변수의 평균값을 의미하고,

$\bar{y}$

는 제2 변수의 평균값을 의미한다.

[83] 그러면 산출부(120)는 변수 조합을 구성하는 변수 사이의 인과 경로에 따른 복수의 경로 모델을 생성한다(S242).

[84] 구체적으로 산출부(120)는 제1 변수(x)가 원인이 되고 제2 변수(y)가 결과가 되는 y=ax+b와 제2 변수(y)가 원인이 되고 제1 변수(x)가 결과가 되는 x=ay+b의 경로 모델을 생성한다.

[85] 그리고 산출부(120)는 산출된 공분산 값을 이용하여 복수의 경로 모델에 대한 경로 계수 및 표준 오차를 산출한다(S243).

[86] 구체적으로 산출부(120)는 아래의 수학적 식 6을 이용하여 경로 계수를 산출할 수 있다.

[87] [수식6]

$$r = \frac{(n-1)cov(x,y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

[88]

[89] 그리고 산출부(120)는 아래의 수학적 식 7을 이용하여 경로 모델에 대한 표준

오차를 연산할 수 있다.

[90] [수식7]

$$SE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 / (n-2)}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}$$

[91] 여기서

$$\hat{y} = ax + b$$

이고,

$$a = r \times \sqrt{\frac{(y - \bar{y})^2}{(x - \bar{x})^2}}$$

이고,

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - a \times \sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

이고, i는 라이프로그 데이터의 인덱스 값을 의미한다.

[92] 그러면 산출부(120)는 복수의 경로 모델에 대한 표준 오차 중 가장 작은 값을 가지는 표준 오차에 대응하는 경로 모델을 선택하여 변수간의 인과 관계의 방향성을 판단한다(S244).

[93] 즉,  $y=ax+b$ 와  $x=ay+b$  두 개의 경로 모델 중 표준 오차가 작은 경로 모델을 선택한다. 만약  $y=ax+b$ 의 경로 모델이 선택된 경우 변수 x가 원인이 되고 변수 y가 결과가 되므로, 산출부(120)는 변수 조합(x,y)에 대한 인과 관계의 방향성을 변수 x가 y에 영향을 미친다고 판단한다.

[94] 예를 들어 선택된 변수 조합이 (BPM, LF)인 경우, BPM이 원인이 되고 LF가 결과가 되는 제1 경로 모델과 LF가 원인이 되고 BPM이 결과가 되는 제2 경로 모델이 생성된다. 이때 제1 경로 모델의 표준 오차가 제2 경로 모델의 표준 오차보다 작으면, 산출부(120)는 제1 경로 모델을 선택하고 변수 조합 (BPM, LF)가 BPM이 원인이 되고 LF가 결과가 되는 인과 관계를 가진다고 판단한다.

[95] 그리고 산출부(120)는 표준 오차를 이용하여 선택된 경로 모델에 대한 유의 지표를 산출한다(S245). 여기서 유의 지표는 경로 모델의 경로 계수가 통계적으로 얼마나 유의미한지를 판단하는 지표를 의미한다.

[96] 이때 산출부(120)는 아래의 수학적 식 8을 이용하여 선택된 경로 모델에 대한 유의 지표(t)를 산출한다.

[97] [수식8]

$$t = \frac{a}{SE}$$

[98]

- [99] 다음으로 판단부(130)는 기 설정된 임계값을 이용하여 산출된 변수간 인과 정보가 통계적 유의성을 가지는지 여부를 판단한다(S250).
- [100] 구체적으로 판단부(130)는 유의 지표가 기 설정된 임계값보다 크면 선택된 경로 모델에 대응하는 변수간 인과 정보가 통계적 유의성을 가진다고 판단한다. 이때 기 설정된 임계값은 기 저장된 룩업 테이블(lookup table)과 기 설정된 확률 값( $\alpha$ ), 그리고 경로 모델의 자유도를 이용하여 설정된 수 있다. 이때 경로 모델의 자유도는 경로 모델 생성에 이용된 데이터의 개수에서 특정 수를 뺀 값을 의미한다.
- [101] 표 2는 룩업 테이블의 일 실시예를 나타낸다.

[102] [표2]

$v \backslash \alpha$	0.4	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0025	0.001	0.0005
1	0.325	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	127.320	318.310	636.620
2	0.289	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089	23.326	31.598
3	0.277	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.213	12.924
4	0.271	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598	7.173	8.610
5	0.267	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773	5.893	6.869
6	0.265	0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317	5.208	5.959
7	0.263	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.029	4.785	5.408
8	0.262	0.706	1.397	1.850	2.306	2.898	3.355	3.833	4.501	5.041
9	0.261	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	3.690	4.297	4.781
10	0.260	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.168	3.581	4.144	4.587
11	0.260	0.697	1.363	1.795	2.201	2.718	3.106	3.497	4.025	4.437
12	0.259	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.428	3.930	4.318
13	0.259	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372	3.852	4.221
14	0.258	0.692	1.345	1.751	2.145	2.624	2.977	3.326	3.787	4.140
15	0.258	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.286	3.733	4.073
16	0.258	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.252	3.686	4.015
17	0.257	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.222	3.646	3.965
18	0.257	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197	3.610	3.922
19	0.257	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174	3.579	3.883
20	0.257	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.153	3.552	3.850
21	0.257	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135	3.527	3.819
22	0.256	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119	3.505	3.792
23	0.256	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104	3.485	3.767
24	0.256	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.091	3.467	3.745
25	0.256	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078	3.450	3.725
26	0.256	0.684	1.315	1.705	2.056	2.479	2.779	3.067	3.435	3.707
27	0.256	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.057	3.421	3.690
28	0.256	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047	3.408	3.674
29	0.256	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.038	3.396	3.659
30	0.256	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030	3.385	3.646
40	0.255	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971	3.307	3.551
60	0.254	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915	3.232	3.460
120	0.254	0.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	2.860	3.160	3.373
$\infty$	0.253	0.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	2.807	3.090	3.291

[103]

[104] 예를 들어 선택된 기 설정된 확률 값( $\alpha$ )이 0.05이고, 이용된 데이터의 개수가 10개이며 자유도 계산에 이용되는 상기 특정 수가 2라고 가정한다. 그러면 판단부(130)는 확률 값( $\alpha$ )가 0.05이고 자유도( $v$ )가 8에 해당하는 값을 표 2의 록업 테이블로부터 선택하여 임계값(1.860)으로 설정한다.

- [105] 그러면 제어부(140)는 통계적 유의성을 가진다고 판단된 변수간 인과 정보를 화면상에 출력한다(S260).
- [106] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 인과 관계 정보를 화면에 출력하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [107] 도 4에 도시된 바와 같이, 제어부(140)는 변수를 노드(node) 형태로 형성하고 인과 관계를 가지는 변수끼리는 화살표 형상의 엣지(edge)로 연결시킨 그래프로 표시한다.
- [108] 이때 노드는 라이프로그 데이터의 변수에 따라 서로 다른 색상으로 표시된다. 예를 들어 도 4에 도시된 바와 같이, 제어부(140)는 생체 신호 정보에 관한 변수의 노드는 빨강, GPS 신호 정보에 관한 변수의 노드는 초록, 환경 신호 정보에 관한 변수의 노드는 파랑으로 표시할 수 있다.
- [109] 그리고 엣지는 경로 계수가 클수록 굵게 표시된다. 예를 들어 BPM과 HF 사이의 경로 계수가 BPM과 VLF 사이의 경로 계수보다 크다고 가정한다. 그러면 도 4에 도시된 바와 같이, 제어부(140)는 BPM에서 HF로 향하는 엣지를 BPM에서 VLF로 향하는 엣지보다 굵게 표시한다.
- [110] 본 발명의 실시예에 따르면, 다양한 라이프로그 데이터 간 인과 관계를 분석하여 제공하므로 사람과 환경 사이의 인과 관계를 용이하게 판단할 수 있다. 또한 사람이 환경에 미치는 영향력이나 환경이 사람에게 미치는 영향력을 정확히 분석할 수 있으므로, 환경 개선이나 인력 개발과 같은 다양한 업무 개선에 이용되는 유용한 정보를 제공할 수 있다.
- [111] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

## 청구범위

- [청구항 1] 라이프로그 데이터 간 인과 관계 분석 장치를 이용한 인과 관계 분석 방법에 있어서,  
 생체 신호 정보, GPS 신호 정보 및 음성 신호 정보를 포함하는 라이프로그 데이터를 입력받는 단계,  
 상기 라이프로그 데이터의 변수 중 두 개 이상의 변수를 선택하여 변수 조합 및 상기 변수 조합에 대한 경로 모델(path model)을 생성하고, 상기 라이프로그 데이터 및 상기 경로 모델을 이용하여 상기 변수 조합 각각에 대한 변수간 인과 정보를 산출하는 단계,  
 기 설정된 임계값을 이용하여 상기 산출된 변수간 인과 정보가 통계적 유의성을 가지는지 여부를 판단하는 단계, 그리고  
 상기 통계적 유의성을 가진다고 판단된 변수간 인과 정보를 화면상에 출력하는 단계를 포함하는 인과 관계 분석 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,  
 상기 라이프로그 데이터의 변수는,  
 상기 생체 신호 정보에 대한 변수, 상기 GPS 신호 정보에 대한 변수 및 상기 음성 신호 정보에 대한 변수 중에서 적어도 하나를 포함하는 인과 관계 분석 방법.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,  
 상기 생체 신호 정보에 대한 변수는 BPM(Beat Per Minutes), HF(High Frequency), LF(Low Frequency) 및 VLF(Very Low Frequency) 중에서 적어도 하나를 포함하고,  
 상기 GPS 신호 정보에 대한 변수는 이동 패턴의 불규칙성을 의미하는 이동 규칙성(circadian movement), 위치 클러스터에서의 시간 변동성을 의미하는 위치 엔트로피(entropy), 위도 및 경도의 변화량을 의미하는 위치 변화량(location variance), 위치 클러스터의 수(number of clusters), 총 이동 거리(total distance) 및 총 이동 시간(transition time) 중에서 적어도 하나를 포함하며,  
 상기 음성 신호 정보에 대한 변수는 소음 크기의 분당 평균값을 의미하는 주변 소음 레벨(noise amplitude)을 포함하는 인과 관계 분석 방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,  
 상기 변수간 인과 정보는,  
 상기 변수간 인과 관계의 방향성 및 상기 경로 모델( $\hat{y}=ax+b$ )의 경로 계수(path coefficient) 중 적어도 하나를 포함하는 인과 관계 분석 방법.
- [청구항 5] 제4항에 있어서,  
 상기 변수간 인과 정보를 산출하는 단계는,  
 상기 변수 조합에 대한 변수 간 공분산 값을 산출하는 단계,

상기 변수 조합을 구성하는 변수 사이의 인과 경로에 따른 복수의 경로 모델을 생성하는 단계,  
 상기 산출된 공분산 값을 이용하여 상기 복수의 경로 모델에 대한 경로 계수 및 표준 오차를 산출하는 단계,  
 상기 복수의 경로 모델에 대한 표준 오차 중 가장 작은 값을 가지는 표준 오차에 대응하는 경로 모델을 선택하여 상기 변수간 인과 관계의 방향성을 판단하는 단계, 그리고  
 상기 표준 오차를 이용하여 상기 선택된 경로 모델에 대한 유의 지표를 산출하는 단계를 포함하는 인과 관계 분석 방법.

[청구항 6]

제5항에 있어서,  
 상기 경로 계수(r) 및 표준 오차(SE)는 아래의 수학적식을 이용하여 산출되는 인과 관계 분석 방법:

$$r = \frac{(n-1)cov(x,y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

$$SE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 / (n-2)}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}$$

여기서,  $\hat{y} = ax + b$  이고,  $a = r \times \sqrt{\frac{(y - \bar{y})^2}{(x - \bar{x})^2}}$  이고,  $b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - a \times \sum_{i=1}^n x_i}{n}$

이고, i는 상기 라이프로그 데이터의 인덱스 값을 의미하고, x는 상기 라이프로그 데이터의 제1 변수를 의미하고, y는 상기 라이프로그 데이터의 제2 변수를 의미하고,  $\bar{x}$ 는 상기 제1 변수의 평균값을 의미하고,  $\bar{y}$ 는 상기 제2 변수의 평균값을 의미한다.

[청구항 7]

제5항에 있어서,  
 상기 산출된 변수간 인과 정보의 유의성 여부를 판단하는 단계는,  
 상기 유의 지표( $t = \frac{a}{SE}$ )가 상기 기 설정된 임계값보다 크면 상기 선택된

경로 모델에 대응하는 변수간 인과 정보가 통계적 유의성을 가진다고 판단하는 인과 관계 분석 방법.

[청구항 8]

제4항에 있어서,  
 상기 변수간 인과 정보를 화면상에 출력하는 단계는,  
 상기 변수는 노드(node) 형태로 형성되고, 인과 관계를 가지는 변수끼리는 화살표 형상의 �지(edge)로 연결시킨 그래프로 표시하며,  
 상기 노드는 상기 라이프로그 데이터의 변수에 따라 서로 다른 색상으로



표시되고, 상기 옛지는 상기 경로 계수가 클수록 굵게 표시되는 인과 관계 분석 방법.

- [청구항 9] 생체 신호 정보, GPS 신호 정보 및 음성 신호 정보를 포함하는 라이프로그 데이터를 입력받는 입력부,  
상기 라이프로그 데이터의 변수 중 두 개 이상의 변수를 선택하여 변수 조합 및 상기 변수 조합에 대한 경로 모델(path model)을 생성하고, 상기 라이프로그 데이터 및 상기 경로 모델을 이용하여 상기 변수 조합 각각에 대한 변수간 인과 정보를 산출하는 산출부,  
기 설정된 임계값을 이용하여 상기 산출된 변수간 인과 정보가 통계적 유의성을 가지는지 여부를 판단하는 판단부, 그리고  
상기 통계적 유의성을 가진다고 판단된 변수간 인과 정보를 화면상에 출력하는 제어부를 포함하는 인과 관계 분석 장치.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,  
상기 라이프로그 데이터의 변수는,  
상기 생체 신호 정보에 대한 변수, 상기 GPS 신호 정보에 대한 변수 및 상기 음성 신호 정보에 대한 변수 중에서 적어도 하나를 포함하는 인과 관계 분석 장치.
- [청구항 11] 제10항에 있어서,  
상기 생체 신호 정보에 대한 변수는 BPM(Beat Per Minutes), HF(High Frequency), LF(Low Frequency) 및 VLF(Very Low Frequency) 중에서 적어도 하나를 포함하고,  
상기 GPS 신호 정보에 대한 변수는 이동 패턴의 불규칙성을 의미하는 이동 규칙성(circadian movement), 위치 클러스터에서의 시간 변동성을 의미하는 위치 엔트로피(entropy), 위도 및 경도의 변화량을 의미하는 위치 변화량(location variance), 위치 클러스터의 수(number of clusters), 총 이동 거리(total distance) 및 총 이동 시간(transition time) 중에서 적어도 하나를 포함하며,  
상기 음성 신호 정보에 대한 변수는 소음 크기의 분당 평균값을 의미하는 주변 소음 레벨(noise amplitude) 중에서 적어도 하나를 포함하는 인과 관계 분석 장치.
- [청구항 12] 제9항에 있어서,  
상기 변수간 인과 정보는,  
상기 변수간 인과 관계의 방향성 및 상기 경로 모델( $\hat{y} = ax + b$ )의 경로 계수(path coefficient) 중 적어도 하나를 포함하는 인과 관계 분석 장치.
- [청구항 13] 제12항에 있어서,  
상기 산출부는,  
상기 변수 조합에 대한 변수 간 공분산 값을 산출하고, 상기 변수 조합을

구성하는 변수 사이의 인과 경로에 따른 복수의 경로 모델을 생성하며, 상기 산출된 공분산 값을 이용하여 상기 복수의 경로 모델에 대한 경로 계수 및 표준 오차를 산출하고, 상기 복수의 경로 모델에 대한 표준 오차 중 가장 작은 값을 가지는 표준 오차에 대응하는 경로 모델을 선택하여 상기 변수간 인과 관계의 방향성을 판단하며, 상기 표준 오차를 이용하여 상기 선택된 경로 모델에 대한 유의 지표를 산출하는 인과 관계 분석 장치.

[청구항 14] 제13항에 있어서, 상기 경로 계수(r) 및 표준 오차(SE)는 아래의 수학적식을 이용하여 산출되는 인과 관계 분석 장치:

$$r = \frac{(n-1)cov(x,y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

$$SE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 / (n-2)}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}$$

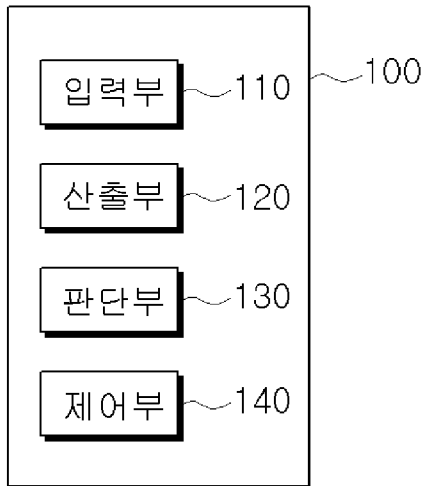
여기서,  $\hat{y} = ax + b$  이고,  $a = r \times \sqrt{\frac{(y - \bar{y})^2}{(x - \bar{x})^2}}$  이고,  $b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - a \times \sum_{i=1}^n x_i}{n}$

이고, i는 상기 라이프로그 데이터의 인덱스 값을 의미하고, x는 상기 라이프로그 데이터의 제1 변수를 의미하고, y는 상기 라이프로그 데이터의 제2 변수를 의미하고,  $\bar{x}$ 는 상기 제1 변수의 평균값을 의미하고,  $\bar{y}$ 는 상기 제2 변수의 평균값을 의미한다.

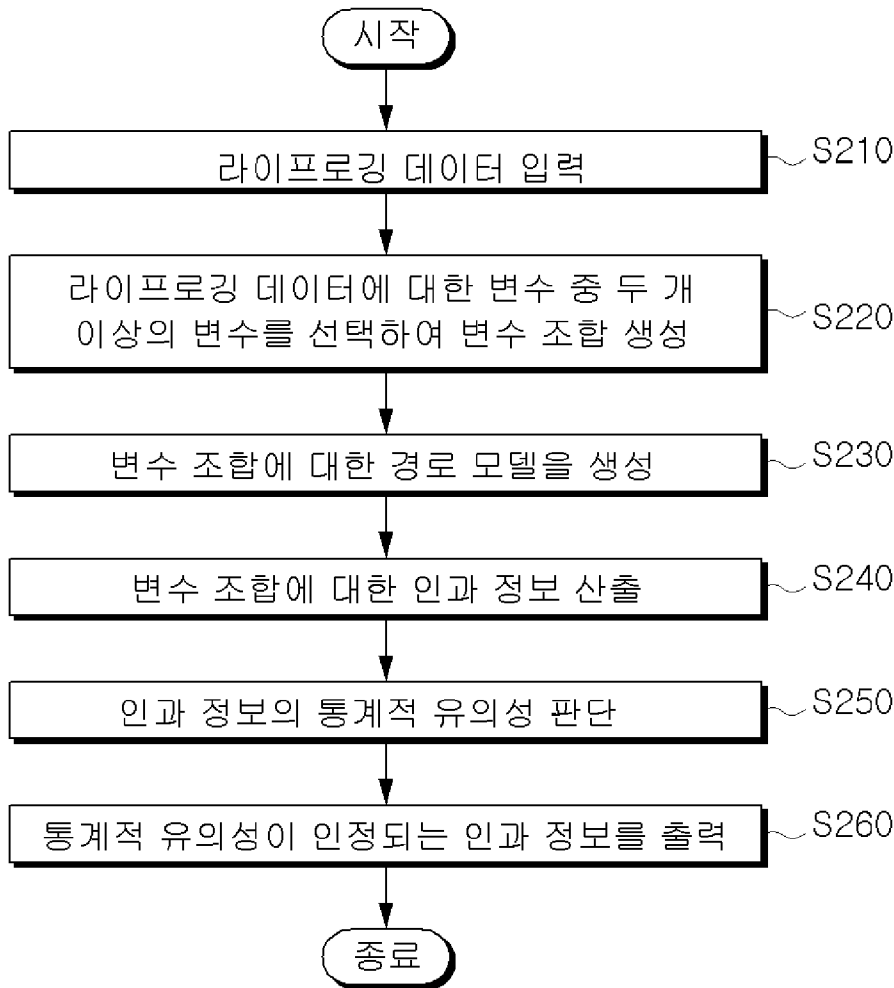
[청구항 15] 제13항에 있어서, 상기 판단부는, 상기 유의 지표( $t = \frac{a}{SE}$ )가 상기 기 설정된 임계값보다 크면 상기 선택된 경로 모델에 대응하는 변수간 인과 정보가 통계적 유의성을 가진다고 판단하는 인과 관계 분석 장치.

[청구항 16] 제12항에 있어서, 상기 제어부는, 상기 변수는 노드(node) 형태로 형성되고, 인과 관계를 가지는 변수끼리는 화살표 형상의 엣지(edge)로 연결시킨 그래프로 표시하며, 상기 노드는 상기 라이프로그 데이터의 변수에 따라 서로 다른 색상으로 표시되고, 상기 엣지는 상기 경로 계수가 클수록 굵게 표시되는 인과 관계 분석 장치.

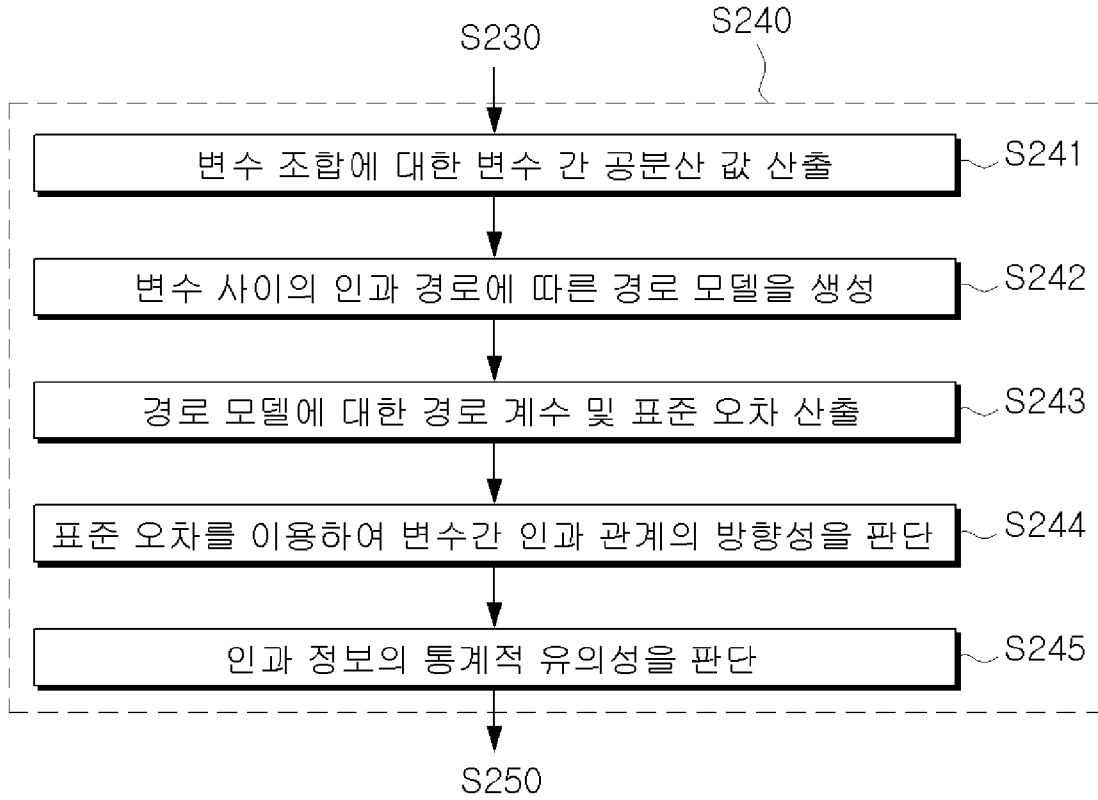
[도1]



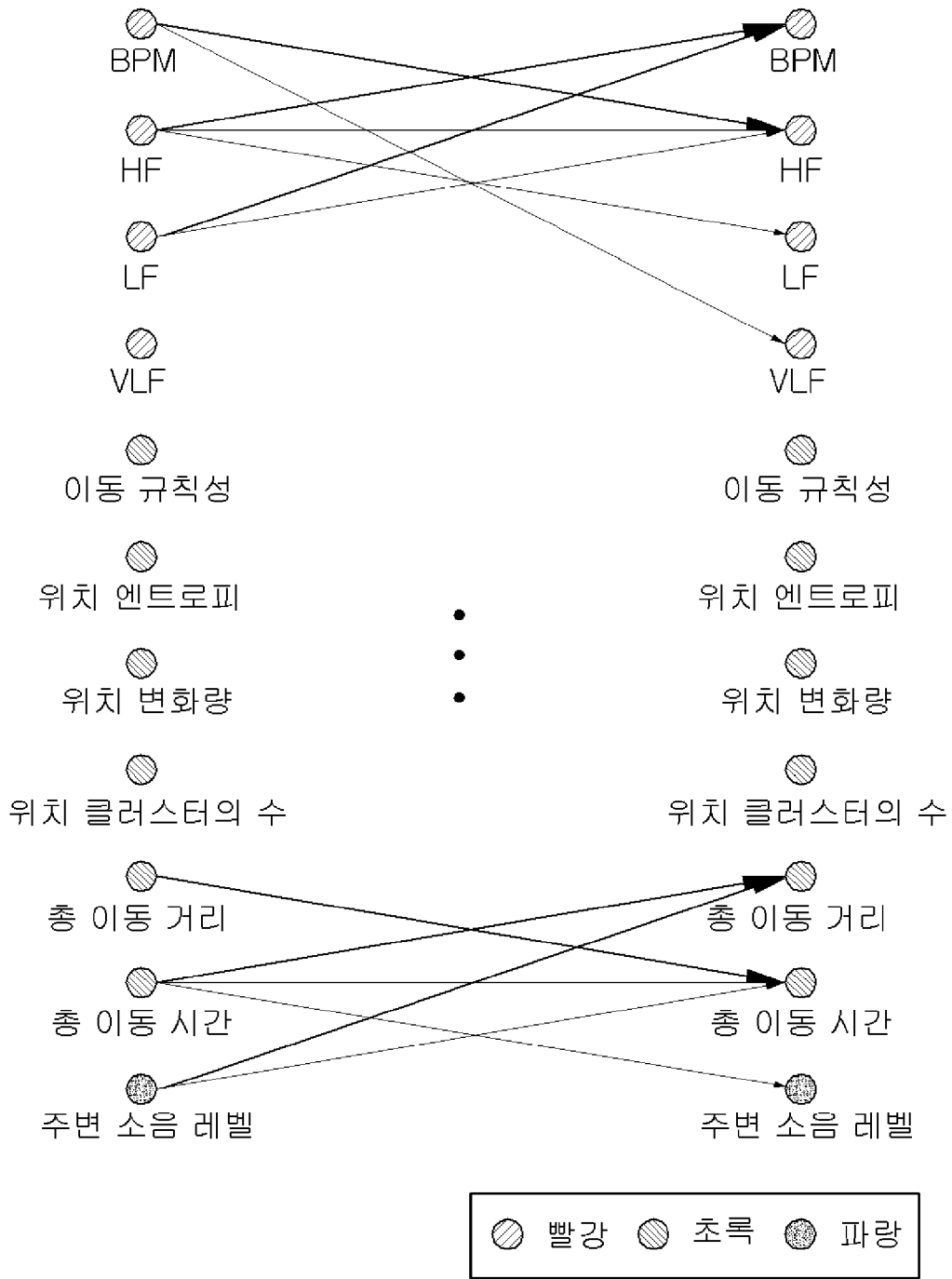
[도2]



[도3]



[도4]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/007834

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

*G06Q 10/04(2012.01)i, G06Q 30/02(2012.01)i, G06F 17/18(2006.01)i*

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06Q 10/04; G06Q 10/10; B60K 28/02; G08G 1/00; B60K 28/06; G06Q 30/02; G06F 17/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above  
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) &amp; Keywords: life-logging, variable, path model, cause and effect, statistical, significance, output

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2017-027414 A (HITACHI SYSTEMS LTD.) 02 February 2017 See paragraphs [0022], [0046], [0048], [0070]-[0102], claim 7 and figure 12.	1-16
Y	KR 10-2016-0036968 A (KOOKMIN UNIVERSITY INDUSTRY ACADEMY COOPERATION FOUNDATION) 05 April 2016 See paragraphs [0016], [0026], [0029], claims 1-2, 6 and figure 1.	1-16
Y	SONG, Tae Min, "Structural Equation Model Analysis Utilizing Panel Data", Korea Institute for Health and Social Affairs, 23 September 2013. See pages 2-5, 8, 12-13.	1-16
Y	CHO, A Young et al., "The Path Analysis of Heart Responses Based on Ballistocardiography and Life Patterns", The HCI Society of Korea, February 2017, pages 249-252. See page 250.	3,11
A	KR 10-2011-0039733 A (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY) 20 April 2011 See claims 1, 4-5, 8-9 and figure 1.	1-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 JANUARY 2018 (26.01.2018)

Date of mailing of the international search report

26 JANUARY 2018 (26.01.2018)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office  
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsa-ro, Seo-gu,  
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/KR2017/007834**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2017-027414 A	02/02/2017	NONE	
KR 10-2016-0036968 A	05/04/2016	NONE	
KR 10-2011-0039733 A	20/04/2011	KR 10-1133515 B1	04/04/2012

**A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))**  
G06Q 10/04(2012.01)i, G06Q 30/02(2012.01)i, G06F 17/18(2006.01)i

**B. 조사된 분야**  
조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)  
G06Q 10/04; G06Q 10/10; B60K 28/02; G08G 1/00; B60K 28/06; G06Q 30/02; G06F 17/18

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌  
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC  
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))  
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 라이프로그, 변수, 경로모델, 인과, 통계적, 유의성, 출력

**C. 관련 문헌**

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	JP 2017-027414 A (HITACHI SYSTEMS LTD.) 2017.02.02 단락 [0022],[0046],[0048],[0070]-[0102], 청구항 7 및 도면 12 참조.	1-16
Y	KR 10-2016-0036968 A (국민대학교산학협력단) 2016.04.05 단락 [0016],[0026],[0029], 청구항 1-2,6 및 도면 1 참조.	1-16
Y	송태민. '패널자료를 활용한 구조방정식모형 분석'. 한국보건사회연구원, 2013.09.23. 페이지 2-5,8,12-13 참조.	1-16
Y	조아영 등. '심탄도 기반 심장반응과 생활패턴에 대한 경로분석', 한국HCI학회, 2017.02., 페이지 249-252. 페이지 250 참조.	3,11
A	KR 10-2011-0039733 A (연세대학교 산학협력단) 2011.04.20 청구항 1,4-5,8-9 및 도면 1 참조.	1-16

추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.  대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

\* 인용된 문헌의 특별 카테고리:  
 "A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌  
 "E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌  
 "L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌  
 "O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌  
 "P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌  
 "T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌  
 "X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.  
 "Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.  
 "&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일 2018년 01월 26일 (26.01.2018)	국제조사보고서 발송일 2018년 01월 26일 (26.01.2018)
--	---

ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	심사관 김연경 전화번호 +82-42-481-3325
---	------------------------------------



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2017-027414 A	2017/02/02	없음	
KR 10-2016-0036968 A	2016/04/05	없음	
KR 10-2011-0039733 A	2011/04/20	KR 10-1133515 B1	2012/04/04