



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년08월23일
(11) 등록번호 10-2013894
(24) 등록일자 2019년08월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01D 1/16 (2006.01) G01D 21/02 (2006.01)
G01D 3/02 (2006.01) G01N 33/00 (2006.01)
G01V 8/10 (2006.01) G06F 17/18 (2006.01)
G06Q 10/04 (2012.01)
(52) CPC특허분류
G01D 1/16 (2013.01)
G01D 21/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0138778
(22) 출원일자 2018년11월13일
심사청구일자 2018년11월13일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020180114728 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동,
부경대학교)
(72) 발명자
이규남
부산광역시 남구 수영로325번길 12, 103동 1401호
(대연동, 부산대연동푸르지오)
(74) 대리인
전용준

전체 청구항 수 : 총 8 항

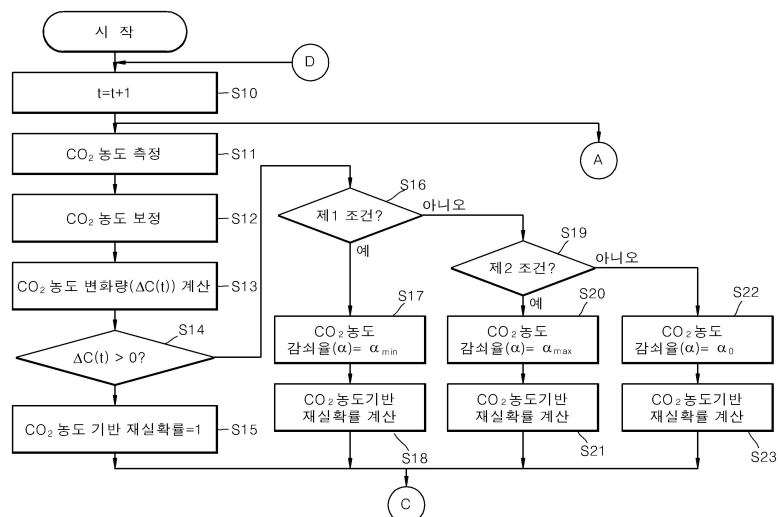
심사관 : 김려원

(54) 발명의 명칭 CO₂ 농도와 PIR신호를 활용한 거주자 재실 추정방법

(57) 요약

본 발명에 따른 CO₂농도와 PIR신호를 활용한 거주자 재실 추정방법은, CO₂농도가 감소하는 경우에 비재실이라고 판단하지 않고, 이전 시점의 재실 확률에서 미리 설정된 CO₂농도 감쇠율을 차감한 값을 현 시점의 CO₂농도 기반 재실확률로 계산함으로써, 환기 등의 이유로 CO₂농도가 변화하는 경우 재실 여부를 오판할 수 있는 것이 방지될 수 있다. 또한, CO₂농도 감쇠율을 미리 설정된 조건에 따라 다르게 설정함으로써, 보다 정확한 재실 판정이 이루어질 수 있다. 또한, PIR신호가 0인 경우에도 바로 비재실이라고 판단하지 않고, 미리 설정된 PIR신호 기반 감쇠율을 적용하여 PIR신호 기반 재실확률을 계산함으로써, 센서의 민감도, 감지범위 및 거주자의 움직임 정도에 따라 재실인 상황에서 비재실로 오판되는 것을 방지할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

G01D 3/02 (2013.01)
G01N 33/004 (2013.01)
G01V 8/10 (2013.01)
G06F 17/18 (2013.01)
G06Q 10/04 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP2011133164 A
 KR1020150078799 A
 KR1020150047989 A
 JP05052963 A

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1615009547

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 국토교통기술촉진연구

연구과제명 바닥복사난방 시스템의 에너지 절약 제어를 위한 환경 센서기반 재실 인식 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 부경대학교 산학협력단

연구기간 2017.06.24 ~ 2018.06.23

명세서

청구범위

청구항 1

세대내 복수의 실들에 설치된 CO₂농도 센서가 각 실의 CO₂농도를 실시간으로 측정하는 CO₂농도 측정단계와;

상기 복수의 실들에 설치된 PIR(Passive Infrared) 센서가 각 실의 PIR신호를 실시간으로 측정하는 PIR신호 측정단계와;

연산부가 상기 실들 중에서 미리 설정된 대표실에 대해 현 시점과 이전 시점의 CO₂농도 변화량을 계산하는 CO₂농도 변화량 계산단계와;

상기 연산부는 상기 CO₂농도 변화량이 0을 초과하면, 상기 현 시점에서 상기 대표실의 CO₂농도가 증가하였다고 판단하여, 상기 현 시점의 CO₂농도 기반 재실확률을 1로 설정하고,

상기 CO₂농도 변화량이 0 이하이면, 상기 이전 시점의 재실 확률에서 미리 설정된 CO₂농도 감쇠율을 차감한 값을 상기 현 시점의 CO₂농도 기반 재실확률로 설정하는 CO₂농도 기반 재실확률 계산단계와;

상기 현 시점의 CO₂농도 기반 재실확률이 0.5 이상이면 상기 세대를 CO₂농도 기반 재실로 판단하고, 상기 현 시점의 CO₂농도 기반 재실확률이 0.5 미만이면 상기 세대를 CO₂농도 기반 비재실로 판단하는 CO₂농도 기반 재실 판단단계와;

상기 연산부는 상기 실들 중에서 적어도 하나의 실의 PIR신호가 0이 아니면, 상기 현 시점의 PIR신호 기반 재실확률을 1로 설정하는 PIR신호 기반 재실확률 계산단계를 포함하는 CO₂농도와 PIR신호를 활용한 거주자 재실 추정방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 CO₂농도 감쇠율은,

상기 대표실의 CO₂농도가 미리 설정된 임계값 이상이고, 상기 실들 중 적어도 하나의 실의 CO₂농도 변화량이 0을 초과하는 제1조건이면,

미리 설정된 CO₂농도 감쇠율 최소값으로 설정하는 CO₂농도와 PIR신호를 활용한 거주자 재실 추정방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 CO₂농도 감쇠율은,

상기 모든 실들의 CO₂농도 변화량이 미리 설정된 CO₂농도 감소율 기준값 이하이고, 상기 모든 실들의 PIR신호가 0인 제2조건이면,

미리 설정된 CO₂농도 감쇠율 최대값으로 설정하는 CO₂농도와 PIR신호를 활용한 거주자 재실 추정방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 CO₂농도 감쇠율은,

상기 제1조건과 상기 제2조건을 제외한 나머지 경우에는 미리 설정된 CO₂농도 감쇠율 기본값으로 설정하는 CO₂농도와 PIR신호를 활용한 거주자 재실 추정방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 PIR신호 기반 재실확률 계산단계에서는,

상기 모든 실들의 PIR신호가 0이면, 상기 이전 시점의 PIR신호 기반 재실 확률에서 미리 설정된 PIR 감쇠율을 차감한 값을 상기 현 시점의 PIR신호 기반 재실확률로 설정하는 CO₂농도와 PIR신호를 활용한 거주자 재실 추정방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 연산부가 상기 현 시점의 PIR신호 기반 재실확률이 0.5 이상이면 상기 세대를 PIR신호 기반 재실로 판단하고,

상기 현 시점의 PIR신호 기반 재실확률이 0.5 미만이면 상기 세대를 PIR신호 기반 비재실로 판단하는 PIR신호 기반 재실 판단단계를 포함하는 CO₂농도와 PIR신호를 활용한 거주자 재실 추정방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 연산부는 상기 CO₂농도 기반 재실과 상기 PIR신호 기반 재실 중 적어도 하나로 판단되면,

상기 세대는 거주자 재실이라고 판단하는 최종 재실 판정단계를 더 포함하는 CO₂농도와 PIR신호를 활용한 거주자 재실 추정방법.

청구항 9

세대내 복수의 실들에 설치된 CO₂농도 센서가 각 실의 CO₂농도를 실시간으로 측정하는 CO₂농도 측정단계와;

상기 복수의 실들에 설치된 PIR(Passive Infrared) 센서가 각 실의 PIR신호를 실시간으로 측정하는 PIR신호 측정단계와;

연산부가 상기 실들 중에서 미리 설정된 대표실에 대해 현 시점과 이전 시점의 CO₂농도 변화량을 계산하는 CO₂농도 변화량 계산단계와;

상기 연산부는 상기 CO₂농도 변화량이 0을 초과하면, 상기 현 시점에서 상기 대표실의 CO₂농도가 증가하였다고 판단하여, 상기 현 시점의 CO₂농도 기반 재실확률을 1로 설정하고,

상기 CO₂농도 변화량이 0 이하이면, 상기 이전 시점의 재실 확률에서 미리 설정된 CO₂농도 감쇠율을 차감한 값을 상기 현 시점의 CO₂농도 기반 재실확률로 설정하는 CO₂농도 기반 재실확률 계산단계와;

상기 현 시점의 CO₂농도 기반 재실확률이 0.5 이상이면 상기 세대를 CO₂농도 기반 재실로 판단하고, 상기 현 시점의 CO₂농도 기반 재실확률이 0.5 미만이면 상기 세대를 CO₂농도 기반 비재실로 판단하는 CO₂농도 기반 재실 판단단계와;

상기 연산부는 상기 실들 중에서 적어도 하나의 실의 PIR신호가 0이 아니면, 상기 현 시점의 PIR신호 기반 재실 확률을 1로 설정하고, 상기 모든 실들의 PIR신호가 0이면, 상기 이전 시점의 PIR신호 기반 재실 확률에서 미리

설정된 PIR 감쇠율을 차감한 값을 상기 현 시점의 PIR신호 기반 재실확률로 설정하는 PIR신호 기반 재실확률 계산단계와;

상기 연산부가 상기 현 시점의 PIR신호 기반 재실확률이 0.5 이상이면 상기 세대를 PIR신호 기반 재실로 판단하고, 상기 현 시점의 PIR신호 기반 재실확률이 0.5 미만이면 상기 세대를 PIR신호 기반 비재실로 판단하는 PIR신호 기반 재실 판단단계와;

상기 연산부는 상기 CO₂농도 기반 재실과 상기 PIR신호 기반 재실 중 적어도 하나로 판단되면, 상기 세대는 거주자 재실이라고 판단하는 최종 재실 판정단계를 포함하고,

상기 CO₂농도 감쇠율은,

상기 대표실의 CO₂농도가 미리 설정된 임계값 이상이고, 상기 실들 중 적어도 하나의 실의 CO₂농도 변화량이 0을 초과하는 제1조건이면, 미리 설정된 CO₂농도 감쇠율 최소값으로 설정하고,

상기 모든 실들의 CO₂농도 변화량이 미리 설정된 CO₂농도 감소율 기준값 이하이고, 상기 모든 실들의 PIR신호가 0인 제2조건이면, 미리 설정된 CO₂농도 감쇠율 최대값으로 설정하고,

상기 제1조건과 상기 제2조건을 제외한 나머지 경우에는 미리 설정된 CO₂농도 감쇠율 기본값으로 설정하는 CO₂농도와 PIR신호를 활용한 거주자 재실 추정방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 CO₂ 농도와 PIR신호를 활용한 거주자 재실 추정방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 CO₂ 농도와 PIR신호를 이용하여 재실 확률을 계산하되 재실여부가 확실하지 않을 때는 이전 재실 확률에서 미리 설정된 감쇠율을 적용함으로써, 보다 정확하게 재실을 추정할 수 있는 CO₂ 농도와 PIR신호를 활용한 거주자 재실 추정방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근에는 주거 건물에서 거주자의 재실 여부를 감지하여, 재실 여부에 따라 냉난방 시스템의 작동을 제어하거나 전원을 공급 또는 차단하여, 에너지 이용 효율을 높이는데 관심이 매우 높다.

[0003] 종래에는 거주자의 재실 여부를 감지하기 위하여 대표적인 실내 환경 지표인 CO₂ 농도를 활용하였다. 일반적으로 거주자가 재실하는 경우, CO₂ 농도가 증가하기 때문에, CO₂ 농도 변화율을 재실 여부 판단 기준으로 활용하였다.

[0004] 그러나, 거주자의 재실 중에도 환기를 위한 창문 개방이나 출입을 위한 문 개방시 CO₂ 농도 감소가 일어날 경우, 거주자가 비재실 상태라고 오판하는 문제점이 있다.

[0005] 이를 보완하기 위하여, PIR(passive infrared) 신호, 즉 인체 감지 신호를 보조적인 재실 추정 지표로 사용하였으나, 거주자가 재실 중이나 취침이나 휴식 등의 이유로 움직임이 없는 정적 상태에 있을 경우 PIR신호가 발생하지 않으므로, 거주자가 비재실 상태라고 오판하는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2018-0114728호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은, 거주자의 재실 여부를 보다 정확하게 판단할 수 있는 CO₂ 농도와 PIR신호를 활용한 거주자 재실 추정방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명에 따른 CO₂ 농도와 PIR신호를 활용한 거주자 재실 추정방법은, 세대내 복수의 실들에 설치된 CO₂농도 센서가 각 실의 CO₂농도를 실시간으로 측정하는 CO₂농도 측정단계와; 상기 복수의 실들에 설치된 PIR(Passive Infrared) 센서가 각 실의 PIR신호를 실시간으로 측정하는 PIR신호 측정단계와; 연산부가 상기 실들 중에서 미리 설정된 대표실에 대해 현 시점과 이전 시점의 CO₂농도 변화량을 계산하는 CO₂농도 변화량 계산단계와; 상기 연산부는 상기 CO₂농도 변화량이 0을 초과하면, 상기 현 시점에서 상기 대표실의 CO₂농도가 증가하였다고 판단하여, 상기 현 시점의 CO₂농도 기반 재실확률을 1로 설정하고, 상기 CO₂농도 변화량이 0 이하이면, 상기 이전 시점의 재실 확률에서 미리 설정된 CO₂농도 감쇠율을 차감한 값을 상기 현 시점의 CO₂농도 기반 재실확률로 설정하는 CO₂농도 기반 재실확률 계산단계와; 상기 현 시점의 CO₂농도 기반 재실확률이 0.5 이상이면 상기 세대를 CO₂농도 기반 재실로 판단하고, 상기 현 시점의 CO₂농도 기반 재실확률이 0.5 미만이면 상기 세대를 CO₂농도 기반 비재실로 판단하는 CO₂농도 기반 재실 판단단계를 포함한다.

[0009] 본 발명의 다른 측면에 따른 세대내 복수의 실들에 설치된 CO₂농도 센서가 각 실의 CO₂농도를 실시간으로 측정하는 CO₂농도 측정단계와; 상기 복수의 실들에 설치된 PIR(Passive Infrared) 센서가 각 실의 PIR신호를 실시간으로 측정하는 PIR신호 측정단계와; 연산부가 상기 실들 중에서 미리 설정된 대표실에 대해 현 시점과 이전 시점의 CO₂농도 변화량을 계산하는 CO₂농도 변화량 계산단계와; 상기 연산부는 상기 CO₂농도 변화량이 0을 초과하면, 상기 현 시점에서 상기 대표실의 CO₂농도가 증가하였다고 판단하여, 상기 현 시점의 CO₂농도 기반 재실확률을 1로 설정하고, 상기 CO₂농도 변화량이 0 이하이면, 상기 이전 시점의 재실 확률에서 미리 설정된 CO₂농도 감쇠율을 차감한 값을 상기 현 시점의 CO₂농도 기반 재실확률로 설정하는 CO₂농도 기반 재실확률 계산단계와; 상기 현 시점의 CO₂농도 기반 재실확률이 0.5 이상이면 상기 세대를 CO₂농도 기반 재실로 판단하고, 상기 현 시점의 CO₂농도 기반 재실확률이 0.5 미만이면 상기 세대를 CO₂농도 기반 비재실로 판단하는 CO₂농도 기반 재실 판단단계와; 상기 연산부는 상기 실들 중에서 적어도 하나의 실의 PIR신호가 0이 아니면, 상기 현 시점의 PIR신호 기반 재실확률을 1로 설정하고, 상기 모든 실들의 PIR신호가 0이면, 상기 이전 시점의 PIR신호 기반 재실 확률에서 미리 설정된 PIR 감쇠율을 차감한 값을 상기 현 시점의 PIR신호 기반 재실확률로 설정하는 PIR신호 기반 재실확률 계산단계와; 상기 연산부가 상기 현 시점의 PIR신호 기반 재실확률이 0.5 이상이면 상기 세대를 PIR신호 기반 재실로 판단하고, 상기 현 시점의 PIR신호 기반 재실확률이 0.5 미만이면 상기 세대를 PIR신호 기반 비재실로 판단하는 PIR신호 기반 재실 판단단계와; 상기 연산부는 상기 CO₂농도 기반 재실과 상기 PIR신호 기반 재실 중 적어도 하나로 판단되면, 상기 세대는 거주자 재실이라고 판단하는 최종 재실 판정단계를 포함하고, 상기 CO₂농도 감쇠율은, 상기 대표실의 CO₂농도가 미리 설정된 임계값 이상이고, 상기 실들 중 적어도 하나의 실의 CO₂농도 변화량이 0을 초과하는 제1조건이면, 미리 설정된 CO₂농도 감쇠율 최소값으로 설정하고, 상기 모든 실들의 CO₂농도 변화량이 미리 설정된 CO₂농도 감소율 기준값 이하이고, 상기 모든 실들의 PIR신호가 0인 제2조건이면, 미리 설정된 CO₂농도 감쇠율 최대값으로 설정하고, 상기 제1조건과 상기 제2조건을 제외한 나머지 경우에는 미리 설정된 CO₂농도 감쇠율 기본값으로 설정한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명에 따른 CO₂농도와 PIR신호를 활용한 거주자 재실 추정방법은, CO₂농도가 감소하는 경우에 비재실이라고 판단하지 않고, 이전 시점의 재실 확률에서 미리 설정된 CO₂농도 감쇠율을 차감한 값을 현 시점의 CO₂농도 기반 재실확률로 계산함으로써, 환기 등의 이유로 CO₂농도가 변화하는 경우 재실 여부를 오판할 수 있는 것이 방지될

수 있다.

[0011] 또한, CO₂농도 감쇠율을 미리 설정된 조건에 따라 다르게 설정함으로써, 보다 정확한 재실 판정이 이루어질 수 있다.

[0012] 또한, PIR신호가 0인 경우에도 바로 비재실이라고 판단하지 않고, 미리 설정된 PIR신호 기반 감쇠율을 적용하여 PIR신호 기반 재실확률을 계산함으로써, 센서의 민감도, 감지범위 및 거주자의 움직임 정도에 따라 재실인 상황에서 비재실로 오판되는 것을 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 CO₂농도와 PIR신호를 활용한 거주자 재실 추정방법의 일부를 나타낸 순서도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 CO₂농도와 PIR신호를 활용한 거주자 재실 추정방법의 나머지를 나타낸 순서도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 CO₂농도 기반 재실확률을 나타낸 그래프이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 PIR신호 기반 재실확률을 나타낸 그래프이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 CO₂농도 기반 재실 판정과 PIR신호 기반 재실 판정에 따라 최종 재실을 판정하는 것을 나타낸 그래프이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 CO₂농도와 PIR신호를 활용한 거주자 재실 추정방법을 이용한 실험의 일 예를 나타낸 그래프이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 CO₂농도와 PIR신호를 활용한 거주자 재실 추정방법을 이용한 실험의 다른 예를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 설명하면 다음과 같다.

[0015] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 CO₂농도와 PIR신호를 활용한 거주자 재실 추정방법의 일부를 나타낸 순서도이다. 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 CO₂농도와 PIR신호를 활용한 거주자 재실 추정방법의 나머지를 나타낸 순서도이다.

[0016] 도 1 및 도 2를 참조하면, 세대 내 복수의 실들에 설치된 CO₂농도 센서가 CO₂농도를 실시간으로 측정한다.(S10)(S11)

[0017] 상기 실들은, 거실, 주방, 안방 및 작은방 등을 포함할 수 있으면, 이들 중 적어도 하나 이상의 곳에 상기 CO₂농도 센서와 PIR 센서가 각각 설치된다.

[0018] 상기 CO₂농도 센서는 각 실에서 CO₂농도를 미리 설정된 시간 간격으로 CO₂농도(C(t))를 측정한다.

[0019] 도 1에서 t는 측정 타임 스텝을 나타낸다.

[0020] 상기 CO₂농도 센서가 CO₂농도(C(t))를 측정하면, 데이터의 노이즈를 제거하기 위하여, 보정한다.(S12)

[0021] 여기서는, 칼만 필터(Kalman Filter) 방법을 이용하여 보정하는 것으로 예를 들어 설명한다. 상기 칼만 필터를 이용한 보정식은 수학식 1과 같다.

수학식 1

$$f_{KF}(C(t))=K \cdot C(t)+(1-K) \cdot f_{KF}(C(t-1))$$

- [0023] 여기서, $f_{KF}(C(t))$ 는 현 시점에서 측정된 CO_2 농도($C(t)$)를 칼만 필터 방법으로 보정한 CO_2 농도이고, $f_{KF}(C(t-1))$ 은 이전 시점에서 측정된 CO_2 농도($C(t)$)를 보정한 CO_2 농도($C(t)$)이며, K 는 칼만 게인(Kalman gain)을 나타낸다.
- [0024] 다음으로, 연산부는 상기 실들 중에서 미리 설정된 대표실에 대해 현 시점의 CO_2 농도($C(t)$)와 이전 시점의 CO_2 농도($C(t-1)$)의 차이인 CO_2 농도 변화량($\Delta C(t)$)을 계산한다.(S13)
- [0025] 상기 CO_2 농도 변화량($\Delta C(t)$)은 시간당 CO_2 농도 변화량이다.
- [0026] 여기서, 상기 대표실은 거실인 것으로 예를 들어 설명한다.
- [0027] 상기 CO_2 농도 변화량($\Delta C(t)$)이 계산되면, 상기 연산부는 상기 CO_2 농도 변화량($\Delta C(t)$)으로부터 현 시점의 CO_2 농도 기반 재실 확률을 계산한다.(S14~S23)
- [0028] 상기 CO_2 농도 변화량($\Delta C(t)$)이 0을 초과하면, 현 시점에서 상기 대표실의 상기 CO_2 농도가 증가하였다고 판단하여, 상기 현 시점의 상기 CO_2 농도 기반 재실확률($P_C(t)$)을 1로 설정한다.(S15)
- [0029] 한편, 상기 CO_2 농도 변화량($\Delta C(t)$)이 0 이하이면, 상기 이전 시점의 재실 확률($P_C(t-1)$)에서 미리 설정된 CO_2 농도 감쇠율(α)을 차감한 값을 상기 현 시점의 CO_2 농도 기반 재실확률($P_C(t)$)로 설정한다.
- [0030] 상기 CO_2 농도 변화량($\Delta C(t)$)이 0 이하이면, 재실 여부가 확실하지 않으므로 바로 재실확률을 0이라고 판정하지 않고, 상기 이전 시점의 재실 확률($P_C(t-1)$)에서 미리 설정된 CO_2 농도 감쇠율(α)을 차감하여 현 시점의 재실 확률을 계산한다.
- [0031] 상기 현 시점의 재실확률을 계산하는 방법은 수학적 2와 같다.
- [0032] 상기 CO_2 농도 감쇠율(α)은 미리 설정된 조건에 따라 다르게 설정된다.

수학적 2

$$P_C(t) = \begin{cases} 1 & \text{for } \Delta C(t) > 0 \\ P_C(t-1) - \alpha & \begin{cases} \alpha = \alpha_{\min} \\ \alpha = \alpha_{\max} \\ \alpha = \alpha_0 \end{cases} \end{cases}$$

[0033]

- [0034] 먼저, 미리 설정된 제1조건이면, 상기 CO_2 농도 감쇠율(α)은 미리 설정된 CO_2 농도 감쇠율 최소값($\alpha_{\min}$)으로 설정한다.(S17)
- [0035] 상기 제1조건은, 상기 대표실의 CO_2 농도가 미리 설정된 임계값 이상이고, 상기 실들 중 적어도 하나의 실의 CO_2 농도 변화량이 0을 초과하는 조건이다.
- [0036] 상기 제1조건에서 상기 임계값은 외기 농도 평균값으로 설정된다.
- [0037] 상기 제1조건은 상기 대표실의 CO_2 농도($C(t)$)가 외기 농도보다 높고, 하나의 실이라도 CO_2 농도 변화량($\Delta C(t)$)이 0을 초과하는 상태이며, 상기 CO_2 농도 감쇠율(α)은 CO_2 농도 감쇠율 최소값($\alpha_{\min}$)으로 설정한다.
- [0038] 즉, 도 3을 참조하면, 상기 대표실의 CO_2 농도 변화량($\Delta C(t)$)은 감소하나 안방의 CO_2 농도 변화량($\Delta C(t)$)이 증가하는 제1구간(A)에서는 상기 CO_2 농도 감쇠율(α)은 감쇠율 최소값($\alpha_{\min}$)로 설정할 수 있다. 예를 들어, 상기 CO_2 농도 감쇠율 최소값($\alpha_{\min}$)은 0.005min^{-1} 로 설정될 수 있다.
- [0039] 따라서, 상기 CO_2 농도 변화량($\Delta C(t)$)이 0 이하이고, 상기 제1조건이면, 상기 CO_2 농도 감쇠율(α)은 상기 CO_2 농

도 감쇠율 최소값($\alpha_{\min}$)으로 설정하여, 상기 현 시점의 CO_2 농도 기반 재실확률($P_C(t)$)을 상기 이전 시점의 재실 확률($P_C(t-1)$)에서 상기 CO_2 농도 감쇠율 최소값($\alpha_{\min}$)을 차감하여 계산한다.(S18)

[0040] 한편, 상기 제1조건이 아니면, 미리 설정된 제2조건인지 판단한다.(S19)

[0041] 상기 제2조건이면, 상기 CO_2 농도 감쇠율(α)은 미리 설정된 CO_2 농도 감쇠율 최대값($\alpha_{\max}$)으로 설정한다.(S20)

[0042] 상기 제2조건은, 상기 모든 실들의 CO_2 농도 변화량($\Delta C(t)$)이 미리 설정된 CO_2 농도 감소율 기준값(δ) 이하이고, 상기 모든 실들의 PIR신호가 0인 조건이다.

[0043] 상기 제2조건에서 상기 CO_2 농도 감소율 기준값(δ)은 비재실 판정에 필요한 CO_2 농도 감소율 기준값으로 설정되며, 예를 들어 $??2.5\text{ppm/min}$ 으로 설정할 수 있다.

[0044] 즉, 도 3을 참조하면, 상기 대표실의 CO_2 농도 변화량($\Delta C(t)$)은 감소하고, 안방의 CO_2 농도 변화량($\Delta C(t)$)도 상기 CO_2 농도 감소율 기준값(δ)이하로 감소하는 제2구간(C)에서는 상기 CO_2 농도 감쇠율(α)은 감쇠율 최대값($\alpha_{\max}$)로 설정할 수 있다. 예를 들어, 상기 CO_2 농도 감쇠율 최대값($\alpha_{\max}$)은 0.5min^{-1} 로 설정될 수 있다.

[0045] 따라서, 상기 CO_2 농도 변화량($\Delta C(t)$)이 0 이하이고, 상기 제2조건이면, 상기 CO_2 농도 감쇠율(α)은 상기 CO_2 농도 감쇠율 최대값($\alpha_{\max}$)으로 설정하여, 상기 현 시점의 CO_2 농도 기반 재실확률($P_C(t)$)을 상기 이전 시점의 재실 확률($P_C(t-1)$)에서 상기 CO_2 농도 감쇠율 최대값($\alpha_{\max}$)을 차감하여 계산한다.(S21)

[0046] 한편, 상기 CO_2 농도 변화량($\Delta C(t)$)이 0 이하이되, 상기 제1조건과 상기 제2조건이 제외한 나머지 경우에는, 상기 CO_2 농도 감쇠율(α)은 미리 설정된 CO_2 농도 감쇠율 기본값(α_0)으로 설정한다.(S22)

[0047] 상기 CO_2 농도 감쇠율 기본값(α_0)은, 상기 CO_2 농도 감쇠율 최소값($\alpha_{\min}$)과 상기 CO_2 농도 감쇠율 최대값($\alpha_{\max}$)의 중간값으로 설정될 수 있다. 예를 들어, 상기 CO_2 농도 감쇠율 기본값(α_0)은 0.05min^{-1} 로 설정될 수 있다.

[0048] 따라서, 상기 CO_2 농도 변화량($\Delta C(t)$)이 0 이하이고, 상기 제1조건과 상기 제2조건이 아니면, 상기 CO_2 농도 감쇠율(α)은 상기 CO_2 농도 감쇠율 기본값(α_0)으로 설정하여, 상기 현 시점의 CO_2 농도 기반 재실확률($P_C(t)$)을 상기 이전 시점의 재실 확률($P_C(t-1)$)에서 상기 CO_2 농도 감쇠율 기본값(α_0)을 차감하여 계산한다.(S18)

[0049] 상기과 같은 방법으로, 각 조건에 따라 상기 CO_2 농도 기반 재실 확률($P_C(t)$)을 계산할 수 있다.

[0050] 상기 CO_2 농도 기반 재실 확률($P_C(t)$)이 계산되면, 상기 CO_2 농도 기반 재실 확률($P_C(t)$)을 0.5와 비교한다.(S24)

[0051] 상기 CO_2 농도 기반 재실 확률($P_C(t)$)이 0.5 이상이면, 상기 세대는 CO_2 농도 기반 재실로 판단한다.(S25)

[0052] 상기 CO_2 농도 기반 재실이면, 상기 CO_2 농도 기반 재실 판정 불린(Boolean) 함수를 1로 설정할 수 있다.

[0053] 상기 CO_2 농도 기반 재실 확률($P_C(t)$)이 0.5 미만이면, 상기 세대는 CO_2 농도 기반 비재실로 판단한다.(S26)

[0054] 상기 CO_2 농도 기반 비재실이면, 상기 CO_2 농도 기반 재실 판정 불린 함수를 0로 설정할 수 있다.

[0055] 한편, 도 2를 참조하면, 상기 PIR 센서는 각 실에서 미리 설정된 시간 간격으로 PIR신호를 측정한다.(S30)

[0056] 상기 연산부는, 상기 PIR 센서가 측정한 PIR신호에 따라 상기 현 시점의 PIR신호 기반 재실확률($P_{\text{PIR}}(t)$)을 계산한다.(S31~S33)

[0057] 먼저, 상기 실들 중에서 적어도 하나의 실의 PIR신호가 0이 아니면, 상기 현 시점의 PIR신호 기반 재실확률($P_{\text{PIR}}(t)$)을 1로 설정한다.(S32)

[0058] 즉, 적어도 하나의 실의 PIR신호가 0이 아니면, 상기 PIR센서가 재실자의 움직임을 감지한 것이므로, 상기 현 시점의 PIR신호 기반 재실확률($P_{\text{PIR}}(t)$)을 1로 설정한다.

[0059] 한편, 상기 모든 실들의 PIR신호가 0이면, 상기 이전 시점의 PIR신호 기반 재실확률($P_{PIR}(t-1)$)에서 미리 설정된 PIR 감쇠율(β)을 차감하여 상기 현 시점의 PIR신호 기반 재실확률($P_{PIR}(t)$)을 계산한다.(S33)

[0060] 예를 들어, 상기 PIR 감쇠율(β)은 0.1min^{-1} 인 것으로 설정할 수 있다.

[0061] 즉, 상기 모든 실들의 PIR신호가 0이면, 상기 PIR센서가 재실자를 감지하지 못한 상태이나, 비재실 여부가 확실하지 않는 상태이다. 예를 들어, 재실자가 있으나 재실자가 누워있거나 자리에 오래 앉아있어서 움직임이 없는 상태인 경우에도 재실자를 감지하지 못하므로, 상기 PIR신호가 0이라고 해서 바로 비재실이라고 판단하지 않는다.

[0062] 상기와 같이, 상기 현 시점의 PIR신호 기반 재실확률($P_{PIR}(t)$)을 계산하는 방법은 수학적 식 3과 같다.

수학적 식 3

$$P_{PIR}(t) = \begin{cases} 1 & \text{for } PIR \neq 0 \\ P_{PIR}(t-1) - \beta & \text{for } PIR = 0 \quad (0 < \beta < 1) \end{cases}$$

[0063]

[0064] 상기와 같이, 상기 PIR신호 기반 재실 확률($P_{PIR}(t)$)을 0.5와 비교한다.(S34)

[0065] 상기 PIR신호 기반 재실 확률($P_{PIR}(t)$)이 0.5 이상이면, 상기 세대는 PIR신호 기반 재실로 판단한다.(S35)

[0066] 상기 PIR신호 기반 재실이면, 상기 PIR신호 기반 재실 판정 불린(Boolean) 함수를 1로 설정할 수 있다.

[0067] 상기 PIR신호 기반 재실 확률($P_{PIR}(t)$)이 0.5 미만이면, 상기 세대는 PIR신호 기반 비재실로 판단한다.(S26)

[0068] 상기 PIR신호 기반 비재실이면, 상기 PIR신호 기반 재실 판정 불린 함수를 0로 설정할 수 있다.

[0069] 상기 연산부는, 상기 CO₂농도 기반 재실과 상기 PIR신호 기반 재실 중 적어도 하나로 판단되면, 상기 세대는 거주자 재실이라고 최종 판단한다.(S40)

[0070] 즉, 상기 CO₂농도 기반 재실 판정 불린(Boolean) 함수가 1이거나, 상기 PIR신호 기반 재실 판정 불린 함수가 1이면, 상기 세대는 거주자 재실이라고 최종 판단한다.

[0071] 도 5를 참조하면, 상기 CO₂농도 기반 재실과 상기 PIR신호 기반 재실 중 적어도 하나로 판단되면, 최종 재실이라고 판단하는 것을 알 수 있다.

[0072] 따라서, 상기 CO₂농도 기반 비재실이라고 판단되나, 상기 PIR신호 기반 재실이라고 판단되는 구간(C)에서 최종 재실이라고 판단할 수 있으므로 보다 정확하게 재실을 판단할 수 있다.

[0073] 또한, 상기 PIR신호 기반 비재실이라고 판단되나, 상기 CO₂농도 기반 재실이라고 판단되는 구간(D)에서 최종 재실이라고 판단할 수 있으므로 보다 정확하게 재실을 판단할 수 있다.

[0074] 상기와 같이, 본 발명에서는 상기 CO₂농도 변화량이 감소하더라도 재실 여부가 확실하지 않으므로, CO₂농도 감쇠율(α)을 적용하여 상기 CO₂농도 기반 재실 여부를 판단하고, 상기 PIR신호가 0이더라도 비재실 여부가 확실하지 않으므로 상기 PIR신호 감쇠율(β)을 적용하여 상기 PIR신호 기반 재실 여부를 판단하기 때문에, 보다 정확하게 재실 여부를 판단할 수 있다.

[0075] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 CO₂농도와 PIR신호를 활용한 거주자 재실 추정방법을 이용한 실험의 일 예를 나타낸 그래프이다. 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 CO₂농도와 PIR신호를 활용한 거주자 재실 추정방법을 이용한 실험의 다른 예를 나타낸 그래프이다.

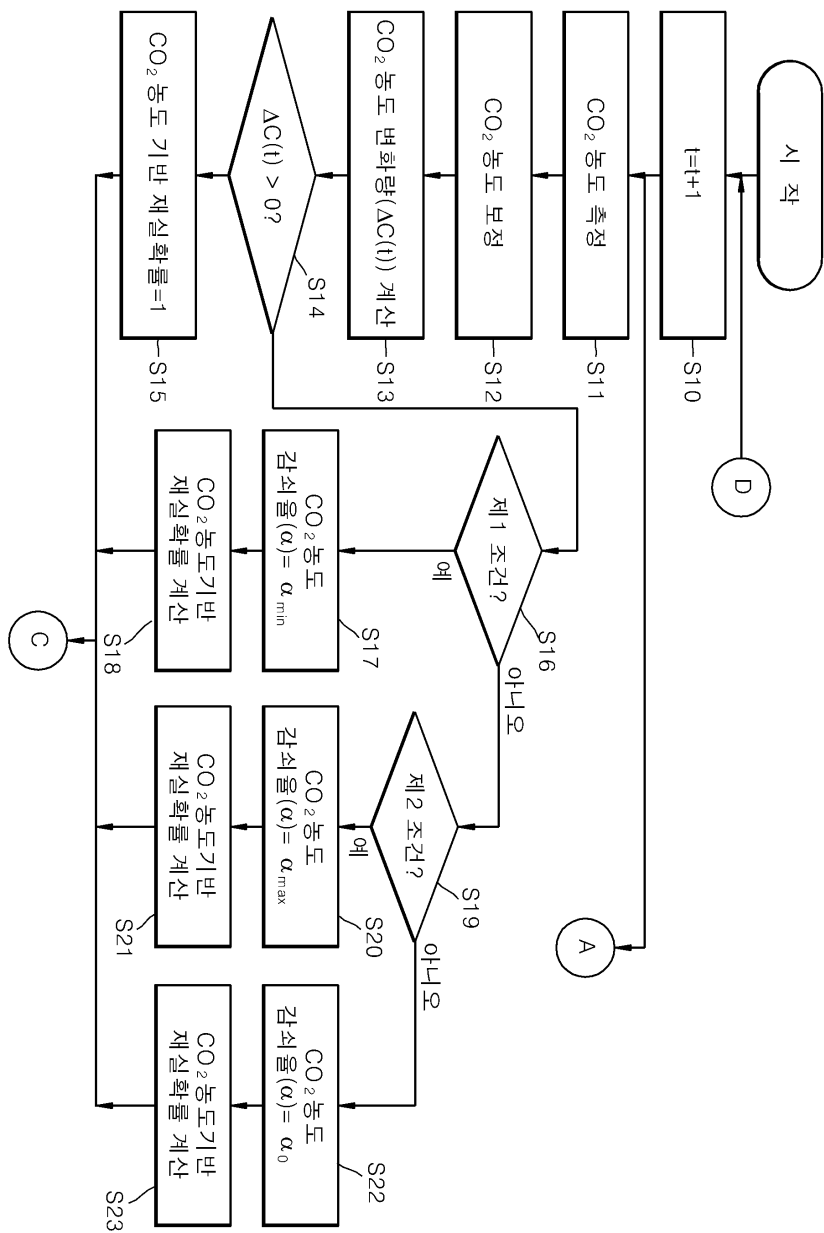
[0076] 도 6 및 도 7을 참조하면, 실제로 거주자의 재실 또는 비재실 상태에서 실험한 결과(ground truth)와 본 발명에 따른 추정방법에 따른 판단 결과(prediction)가 거의 일치하여, 예측 정확도가 96% 이상인 것을 알 수 있다.

[0077] 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,

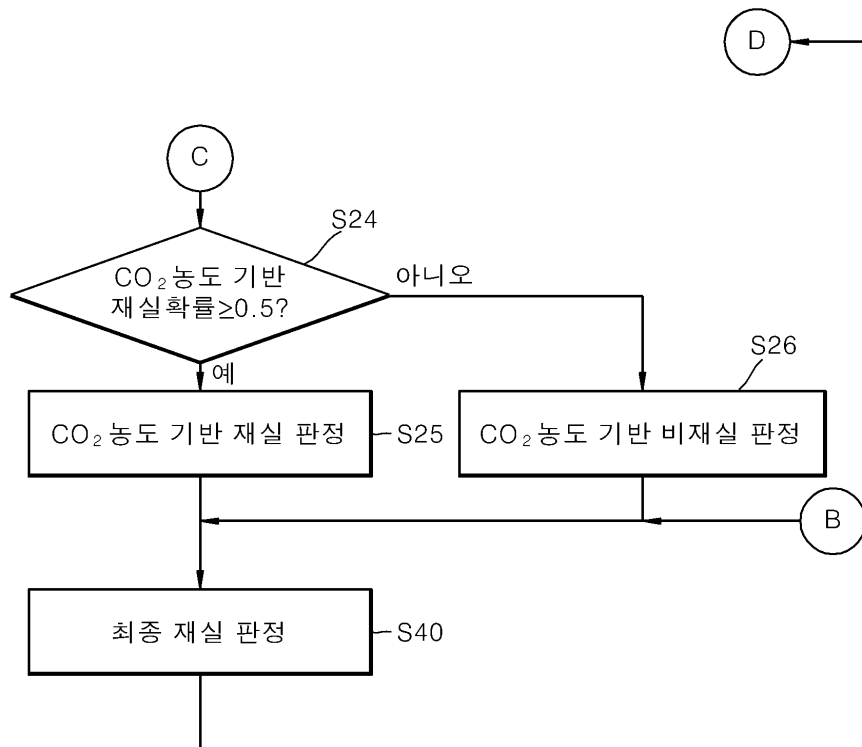
본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

도면

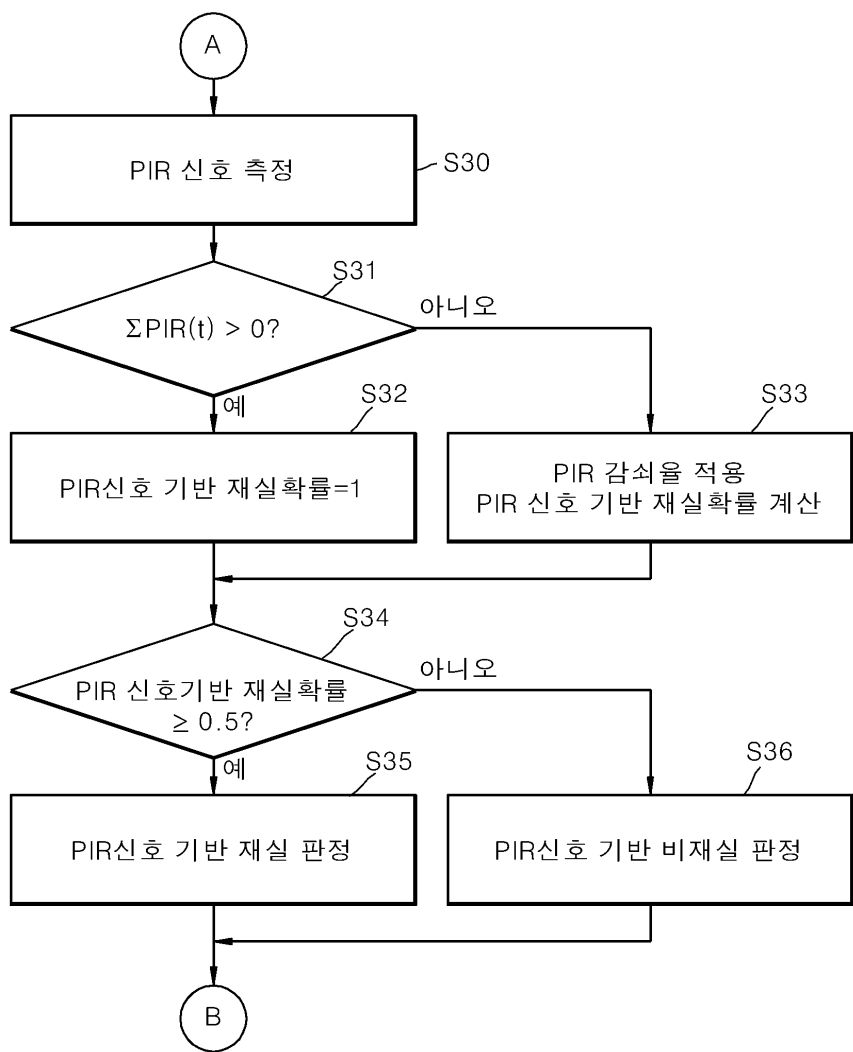
도면1a



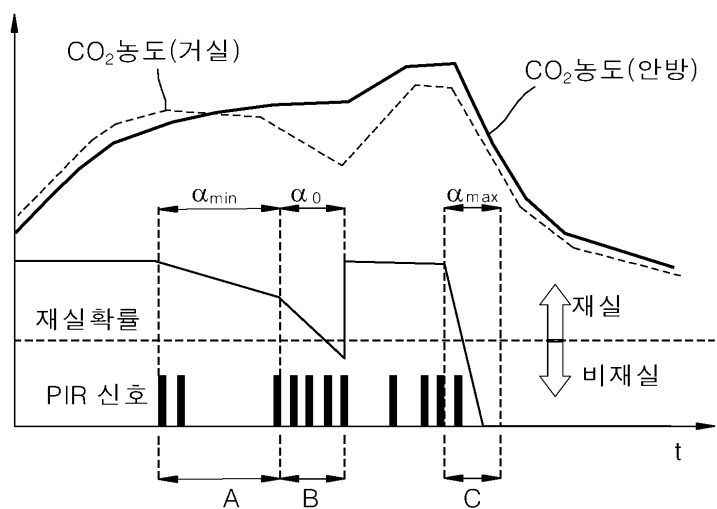
도면1b



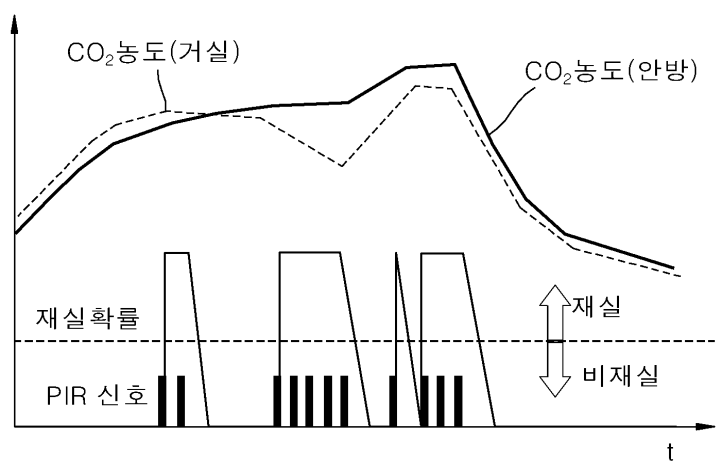
도면2



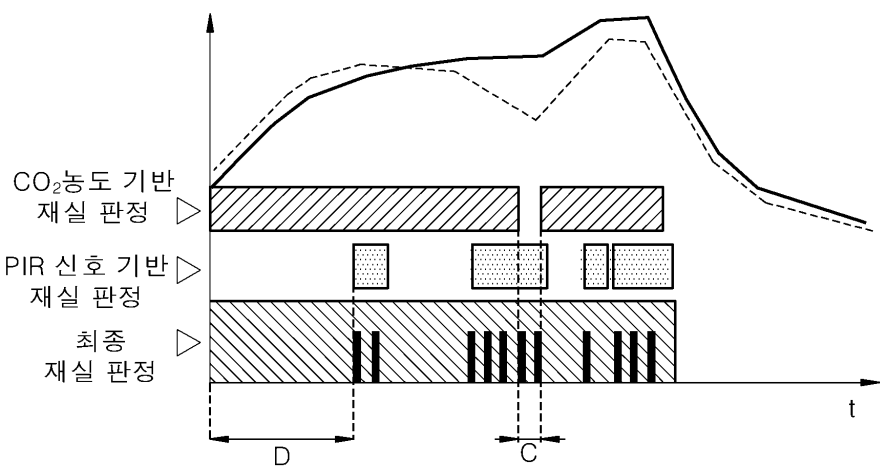
도면3



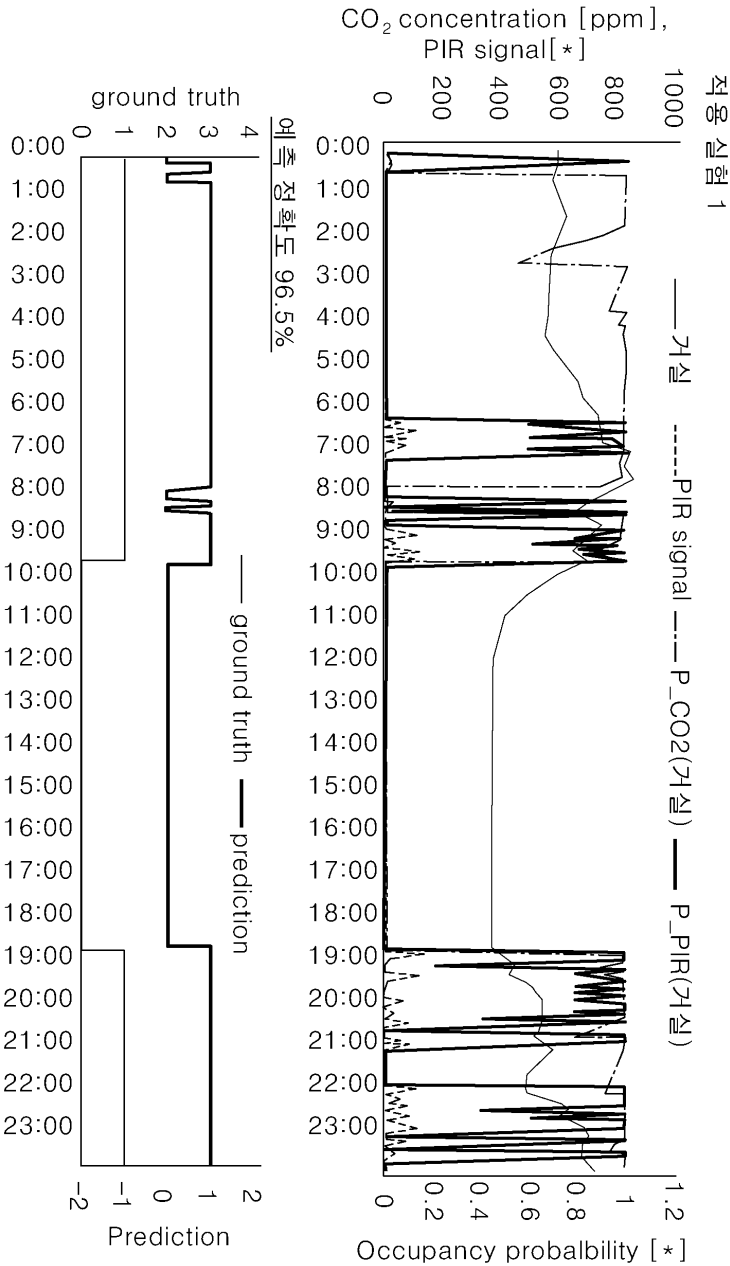
도면4



도면5



도면6



도면7

