



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0145006
(43) 공개일자 2015년12월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B66B 1/18 (2006.01) B66B 1/34 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0074191
(22) 출원일자 2014년06월18일
심사청구일자 2014년06월18일

(71) 출원인
한국기술교육대학교 산학협력단
충남 천안시 동남구 병천면 충절로 1600, 내 (한
국기술교육대학교)
(72) 발명자
강성진
충청남도 천안시 동남구 일봉로 20 202동 1802호
(신방동, 성지새마을아파트)
원화연
충청남도 천안시 서북구 부성7길 24 드림빌 204호
(두정동)
(74) 대리인
남승희, 이강민, 안준형

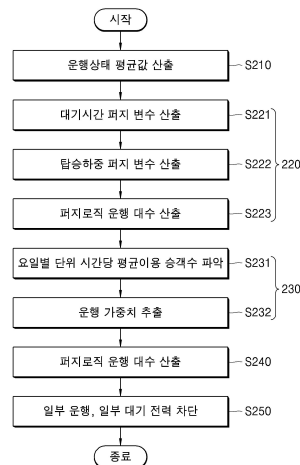
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 엘리베이터의 대기 전력 저감 장치 및 그 동작 방법

(57) 요약

본 발명의 실시 형태는 전체의 엘리베이터에서의 전체 평균 홀콜 대기시간과 전체 평균 탑승 하중을 산출하는 운행 상태 평균값 산출 과정; 상기 전체 평균 홀콜 대기 시간과 전체 평균 탑승 하중을 퍼지 로직에 적용하여 퍼지 로직 운행 대수를 산출하는 퍼지 로직 운행 대수 산출 과정; 미리 설정된 요일별 단위 시간당 운행 가중치를 추출하는 운행 가중치 추출 과정; 요일별 단위 시간별로 상기 퍼지 로직 운행 대수와 상기 요일별 단위 시간당 운행 가중치를 합산한 요일별 단위 시간당 퍼지 로직 운행 대수를 산출하는 과정; 요일별 단위 시간별로 상기 요일별 단위 시간당 퍼지 로직 운행 대수의 엘리베이터만을 운행하며 나머지 엘리베이터들의 대기 전력을 차단하는 과정;을 포함한다.

대표도 - 도2



명세서

청구범위

청구항 1

전체의 엘리베이터에서의 전체 평균 홀콜 대기시간과 전체 평균 탑승 하중을 산출하는 운행 상태 평균값 산출 과정;

상기 전체 평균 홀콜 대기 시간과 전체 평균 탑승 하중을 퍼지 로직에 적용하여 퍼지 로직 운행 대수를 산출하는 퍼지 로직 운행 대수 산출 과정;

미리 설정된 요일별 단위 시간당 운행 가중치를 추출하는 운행 가중치 추출 과정;

요일별 단위 시간별로 상기 퍼지 로직 운행 대수와 상기 요일별 단위 시간당 운행 가중치를 합산한 요일별 단위 시간당 퍼지 로직 운행 대수를 산출하는 과정;

요일별 단위 시간별로 상기 요일별 단위 시간당 퍼지 로직 운행 대수의 엘리베이터만을 운행하며 나머지 엘리베이터들의 대기 전력을 차단하는 과정;

을 포함하는 엘리베이터의 대기 전력 저감 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 전체 평균 홀콜 대기시간은,

$T_{waiting}$ 은 승장에서 홀콜이 등록된 시점에서 홀콜이 등록된 층에 엘리베이터가 도착하여 등록된 홀콜이 사라지기까지의 시간인 승객 대기 시간, $N_{hallcall}$ 은 홀콜의 개수, $N_{elevator}$ 은 운행중인 엘리베이터의 대수, T_{AHW} 는 상기 전체 평균 홀콜 대기시간이라 할 때,

$$T_{AHW} = \frac{\sum_{N_{hallcall}} T_{waiting}}{N_{elevator}}$$

에 의해 산출되는 엘리베이터의 대기 전력 저감 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 전체 평균 탑승 하중은,

$W_{average}$ 은 한대의 엘리베이터의 평균 탑승 하중(kg), $N_{elevator}$ 은 운행중인 엘리베이터의 대수, $W_{totalaverage}$ 는 상기 전체 평균 탑승 하중이라 할 때,

$$W_{totalaverage} = \frac{\sum_{N_{elevator}} W_{average}}{N_{elevator}}$$

에 의해 산출되는 엘리베이터의 대기 전력 저감 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 퍼지 로직 적용 과정은,

상기 전체 평균 홀콜 대기시간이 속하는 퍼지 변수인 대기시간 퍼지 변수를 삼각함수를 이용하여 산출하는

과정;

상기 전체 평균 탑승하중이 속하는 퍼지 변수인 탑승하중 퍼지 변수를 삼각함수를 이용하여 산출하는 과정;

상기 대기시간 퍼지 변수 및 탑승하중 퍼지 변수에 매칭되는 퍼지 로직 운행 대수를 퍼지 로직의 무게 중심법에 의해 산출하는 과정;

을 포함하는 엘리베이터의 대기 전력 저감 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 운행 가중치 추출 과정은,

요일별 단위 시간당 평균 이용 승객수를 파악하는 과정;

요일별 단위 시간당 누적 인원 그룹별로 운행 가중치를 각각 다르게 설정한 가중치 테이블에서 상기 설정된 요일별 단위 시간당 평균 이용 승객수가 속하는 누적 인원 그룹에 할당된 운행 가중치를 추출하는 과정;

을 포함하는 엘리베이터의 대기 전력 저감 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

누적 인원 그룹의 크기에 비례하여 상기 가중치 테이블 내의 운행 가중치가 크게 설정되는 엘리베이터의 대기 전력 저감 방법.

청구항 7

전체의 엘리베이터에서의 전체 평균 홀콜 대기 시간과 전체 평균 탑승 하중을 퍼지 로직에 적용하여 퍼지 로직 운행 대수를 산출하는 퍼지 연산부;

요일별 단위 시간당 인원 그룹별로 운행 가중치를 각각 다르게 설정한 가중치 테이블이 저장된 메모리;

상기 가중치 테이블에서 요일별 단위 시간당 운행 가중치를 추출하는 운행 가중치 추출부;

상기 요일별 단위 시간별로 상기 퍼지 로직 운행 대수와 상기 요일별 단위 시간당 운행 가중치를 합산한 요일별 단위 시간당 퍼지 로직 운행 대수를 산출하며, 요일별 단위 시간별로 상기 요일별 단위 시간당 퍼지 로직 운행 대수의 엘리베이터만을 운행하며 나머지 엘리베이터들의 대기 전력을 차단하는 제어부;

를 포함하는 엘리베이터의 대기 전력 저감 장치.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 메모리는, 요일별 단위 시간당 평균 이용 승객수가 저장되며,

상기 운행 가중치 추출부는, 상기 가중치 테이블에서 상기 메모리에 저장된 요일별 단위 시간당 평균 이용 승객수가 속하는 인원 그룹에 할당된 요일별 단위 시간당 운행 가중치를 추출하는 엘리베이터의 대기 전력 저감 장치.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 엘리베이터의 대기 전력 저감 장치 및 저감 방법으로서, 엘리베이터의 운행 대수를 효율적으로 결정

[0001]

하여 엘리베이터의 대기 전력을 저감하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 엘리베이터는 건물의 내부에서 이동하기 위한 주요 수단이다. 현대의 건물은 한정된 부지 내에서 많은 인구를 수용하기 위해서 점차 고층화가 되어가고 있다. 고층 건물에 상주하는 인구는 엘리베이터를 통해 건물 내부를 이동하기 때문에 초기 엘리베이터의 도입부터 현재까지 승객을 보다 빠르고 효율적으로 이동시키기 위한 연구가 진행되어 왔다.
- [0003] 근래에는 많은 산업분야에서 에너지 절약에 대한 관심이 고조되면서, 엘리베이터 산업분야에서도 에너지를 효율적으로 이용하고 소비 에너지를 줄이기 위해 많은 노력이 진행되어 왔다. 엘리베이터는 서비스 없이 대기하고 있을 때에도 엘리베이터의 제어기관, 표시 장치와 조명, 액추에이터 등에서 지속적으로 전력을 소모하고 있다.
- [0004] 이하, 도 1을 통해 종래 엘리베이터의 전원 저감 방식에 대해서 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0005] 도 1은 종래 엘리베이터의 전원 저감 시스템을 도시한다.
- [0006] 도 1에 도시된 바와 같이, 종래 엘리베이터의 전원 저감 시스템은 제어반(60)내에 승객이 탑승하는 카(20)와 조작 버튼인 승장 기구(31~33)에 전원을 공급하는 변압기(61) 및 카(20)와 승장 기구(31~33)의 절전 동작을 통제하는 중앙처리부(Central Processing Unit, CPU)(62)를 포함한다.
- [0007] 여기서, 승객의 부름(이하, '호출')과 엘리베이터의 상태를 안내하는 승장 기구(31~33)는 엘리베이터의 현재 층을 나타내는 층표시기(35), 엘리베이터의 진행방향을 안내하는 방향등(34), 현재 상태를 표시하는 상태표시등(36), 그리고 승객의 부름을 등록하는 매개체인 버튼(37)을 포함한다.
- [0008] 이러한 승장 기구(31~33)는 전원 라인(40)과 중앙처리부(62)간의 통신을 위한 통신라인(50)으로 제어반(60)에 연결된다.
- [0009] 한편, 제어반(60)내의 중앙처리부(62)는 카(20)내에 승객이 없고 승장 기구(31~33)내의 버튼(37)을 통해 승객의 부름이 없을 경우, 절전모드 시행을 위해 시스템내에 설정된 시간을 카운트한다.
- [0010] 그리고, 중앙처리부(62)는 해당 시간이 초과되면 릴레이 접점(23)을 단선시켜 카(20)내의 조명(22)과 팬(21), 층표시기(35) 및 상태표시등(36)을 오프(OFF)시킨다.
- [0011] 또한, 중앙처리부(62)는 승장의 중앙처리부(62)와 통신라인(50)을 통해 신규 부름 등록을 모니터링한다. 이때, 중앙처리부(62)는 신규로 승객에 의한 부름에 의한 호출이 승장 기구(31~33)의 버튼(37)을 통해 발생한 경우, 층표시기(35)와 상태표시등(36)을 온(ON) 시키고, 릴레이 접점(23)을 단락시켜 카(20)내 조명(22)과 팬(21)을 온(ON) 시키게 된다.
- [0012] 이와 같이, 종래의 엘리베이터 전원 절감 방식의 경우, 승장 기구(31~33)의 절전 모드 동작시 전원을 공급하는 전원 라인(40)을 차단하지 못하고, 승장 기구(31~33)내의 층표시기(35), 방향등(34), 상태표시등(36)을 오프(OFF)시킨 상태로, 중앙처리부(62)와의 통신을 통해 버튼(37)에 의한 승객의 신규 부름에 대기하게 된다.
- [0013] 따라서, 절전 모드 동작시 전원을 공급하는 전원 라인(40)을 차단하지 못하고 조명(22)과 팬(21)에 연결된 전원 라인(41)만을 제한적으로 차단함으로써, 대기전력을 차단하지 못함으로써 실질적인 엘리베이터의 전원 차감 효과를 높이지 못하는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0014] (특허문헌 0001) 한국공개특허 10-2014-0018354

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015]

본 발명의 기술적 과제는 엘리베이터의 대기 전력을 저감하는데 있다. 또한 본 발명의 기술적 과제는 엘리베이터의 운행 대수를 효율적으로 결정하는데 있다. 또한 본 발명의 기술적 과제는 엘리베이터의 운행 대수를 효율적으로 결정하기 위한 모델링을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0016]

본 발명의 실시 형태는 전체의 엘리베이터에서의 전체 평균 홀콜 대기시간과 전체 평균 탑승 하중을 산출하는 운행 상태 평균값 산출 과정; 상기 전체 평균 홀콜 대기 시간과 전체 평균 탑승 하중을 퍼지 로직에 적용하여 퍼지 로직 운행 대수를 산출하는 퍼지 로직 운행 대수 산출 과정; 미리 설정된 요일별 단위 시간당 운행 가중치를 추출하는 운행 가중치 추출 과정; 요일별 단위 시간별로 상기 퍼지 로직 운행 대수와 상기 요일별 단위 시간당 운행 가중치를 합산한 요일별 단위 시간당 퍼지 로직 운행 대수를 산출하는 과정; 요일별 단위 시간별로 상기 요일별 단위 시간당 퍼지 로직 운행 대수의 엘리베이터만을 운행하며 나머지 엘리베이터들의 대기 전력을 차단하는 과정;을 포함한다.

[0017]

상기 전체 평균 홀콜 대기시간은, $T_{waiting}$ 은 승장에서 홀콜이 등록된 시점에서 홀콜이 등록된 층에 엘리베이터가 도착하여 등록된 홀콜이 사라지기까지의 시간인 승객 대기 시간, $N_{hallcall}$ 은 홀콜의 개수, $N_{elevator}$ 은 운행중인 엘

$$T_{AHW} = \frac{\sum_{N_{hallcall}} T_{waiting}}{N_{elevator}}$$

리베이터의 대수, T_{AHW} 는 상기 전체 평균 홀콜 대기시간이라 할 때, 에 의해 산출된다.

[0018]

상기 전체 평균 탑승 하중은, $W_{average}$ 은 한대의 엘리베이터의 평균 탑승 하중(kg), $N_{elevator}$ 은 운행중인 엘리베

$$W_{totalaverage} = \frac{\sum_{N_{elevator}} W_{average}}{N_{elevator}}$$

터의 대수, $W_{totalaverage}$ 는 상기 전체 평균 탑승 하중이라 할 때, 에 의해 산출된다.

[0019]

상기 퍼지 로직 적용 과정은, 상기 전체 평균 홀콜 대기시간이 속하는 퍼지 변수인 대기시간 퍼지 변수를 삼각 함수를 이용하여 산출하는 과정; 상기 전체 평균 탑승하중이 속하는 퍼지 변수인 탑승하중 퍼지 변수를 삼각 함수를 이용하여 산출하는 과정; 상기 대기시간 퍼지 변수 및 탑승하중 퍼지 변수에 매칭되는 퍼지 로직 운행 대수를 퍼지 로직의 무게 중심법에 의해 산출하는 과정;을 포함한다.

[0020]

상기 운행 가중치 추출 과정은, 요일별 단위 시간당 평균 이용 승객수를 파악하는 과정; 요일별 단위 시간당 누적 인원 그룹별로 운행 가중치를 각각 다르게 설정한 가중치 테이블에서 상기 설정된 요일별 단위 시간당 평균 이용 승객수가 속하는 누적 인원 그룹에 할당된 운행 가중치를 추출하는 과정;을 포함한다.

[0021]

누적 인원 그룹의 크기에 비례하여 상기 가중치 테이블 내의 운행 가중치가 크게 설정된다.

[0022]

전체의 엘리베이터에서의 전체 평균 홀콜 대기 시간과 전체 평균 탑승 하중을 퍼지 로직에 적용하여 퍼지 로직 운행 대수를 산출하는 퍼지 연산부; 요일별 단위 시간당 인원 그룹별로 운행 가중치를 각각 다르게 설정한 가중치 테이블이 저장된 메모리; 상기 가중치 테이블에서 요일별 단위 시간당 운행 가중치를 추출하는 운행 가중치 추출부; 상기 요일별 단위 시간별로 상기 퍼지 로직 운행 대수와 상기 요일별 단위 시간당 운행 가중치를 합산한 요일별 단위 시간당 퍼지 로직 운행 대수를 산출하며, 요일별 단위 시간별로 상기 요일별 단위 시간당 퍼지 로직 운행 대수의 엘리베이터만을 운행하며 나머지 엘리베이터들의 대기 전력을 차단하는 제어부;를 포함한다.

[0023]

상기 메모리는, 요일별 단위 시간당 평균 이용 승객수가 저장되며, 상기 운행 가중치 추출부는, 상기 가중치 테이블에서 상기 메모리에 저장된 요일별 단위 시간당 평균 이용 승객수가 속하는 인원 그룹에 할당된 요일별 단

위 시간당 운행 가중치를 추출한다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명의 실시 형태에 따르면 대기시간 및 탑승하중을 퍼지 로직에 적용하여 엘리베이터의 적정 운행 대수를 결정함으로써, 대기 전력을 효과적으로 저감시킬 수 있다. 또한 퍼지 로직 이외에 요일별 혼잡도를 예측하여 함께 적정 운영 대수에 반영함으로써, 요일별 탑승 인원을 고려한 효율적인 엘리베이터 운행이 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 종래 엘리베이터의 전원 저감 시스템을 도시한다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 엘리베이터의 대기 전력 저감 과정을 도시한 플로차트이다.
- 도 3은 삼각함수(triangular), 사다리꼴 함수(trapezoidal), 가우시안 함수(gaussian), 종형함수(bell)의 멤버쉽 함수를 도시한 그림이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따라 전체 평균 홀콜 대기시간(AHW)에 따른 대기시간 퍼지 변수를 산출하는데 사용되는 퍼지 로직의 삼각함수를 도시한 그래프이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따라 전체 평균 탑승하중(TAW)에 따른 탑승하중 퍼지 변수를 산출하는데 사용되는 퍼지 로직의 삼각함수를 도시한 그래프이다.
- 도 6은 본 발명의 실시 예에 따라 퍼지 로직에 따른 추론 테이블을 도시한 그림이다.
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따라 16개 필드의 운행 대수의 퍼지 변수에 연관된 대기시간 퍼지 변수와 탑승하중 퍼지 변수를 도시한 그림이다.
- 도 8은 본 발명의 실시예에 따라 요일별 단위 시간당 누적 인원 그룹별로 운행 가중치를 각각 다르게 설정한 가중치 테이블을 도시한 그림이다.
- 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 엘리베이터의 대기 전력 저감 장치를 도시한 블록도이다.
- 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 퍼지 로직 운행의 실험 결과를 도시한 그림이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예를 더욱 상세히 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 도면상에서 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다.
- [0027] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 엘리베이터의 대기 전력 저감 과정을 도시한 플로차트이다.
- [0028] 엘리베이터를 이용하는 승객에 의해서 발생하는 홀콜(hall call)과 승객의 목적층은 불확실하여, 엘리베이터의 운행 대수의 최적의 의사결정을 도출하기 어렵다.
- [0029] 본 발명에서는 엘리베이터의 대기전력을 퍼지 로직을 이용하여 현재 승객의 이동 요청에 대한 필요한 엘리베이터 대수를 지능적으로 판단하여 그 외의 엘리베이터 호기에 대한 전원을 차단하여 전력을 저감시키고, 승객의 엘리베이터 이용의 대기 시간의 증가를 최소화하는 퍼지제어기를 제공한다. 퍼지제어기는 비선형의 복잡한 시스템을 간단히 모델링하여 적절한 값을 도출할 수 있는 장점이 있다
- [0030] 특히, 본 발명은 퍼지 로직 이외에 요일별 단위 시간당 이용 승객수를 고려하여, 요일별 단위 시간당 엘리베이터의 운행 대수를 함께 고려하여, 퍼지 로직 및 요일별 단위 시간을 고려한 엘리베이터 운행 대수를 결정함으로써, 나머지 엘리베이터들의 대기 전력을 차단하여 전력을 효과적으로 저감시킬 수 있다.
- [0031] 이를 위하여 우선, 전체의 엘리베이터에서의 전체 평균 홀콜 대기시간과 전체 평균 탑승 하중을 산출하는 운행

상태 평균값 산출 과정을 가진다(S210). 즉, 각 엘리베이터에 대한 승객의 부름(Hall Call)을 파악하여, 이때 발생하는 전체 평균 홀콜 대기시간과 전체 평균 탑승하중을 산출하고, 이를 퍼지 로직에 적용하여 퍼지 제어 운행 대수를 산출한다.

우선, 전체 평균 홀콜 대기시간(AHW;Average waiting time of passenger)의 산출에 대하여 설명한다.

전체 평균 홀콜 대기시간은 현재 승객의 대기 시간에 따라서 운행 엘리베이터의 수를 조절하여 적절한 승객의 평균 대기 시간을 유지하기 위하여 사용된다. 이러한 전체 평균 홀콜 대기시간은 다음과 같은 방식으로 산출한다.

한 대의 엘리베이터의 승객 대기시간(AWP)은 승장에서 홀콜이 입력된 시점에서 홀콜(Hall Call)이 등록된 층에 엘리베이터가 도착하여 등록된 홀콜이 사라지기 까지의 시간을 의미한다. 한대의 엘리베이터의 승객의 평균 대기시간을 구하는 계산식은 [식 1]과 같다.

[식 1]

$$T_{AWP} = \frac{\sum_{N_{hallcall}} T_{waiting}}{N_{hallcall}}$$

상기에서 $T_{waiting}$ 은 승장에서 홀콜이 등록된 시점에서 홀콜이 등록된 층에 엘리베이터가 도착하여 등록된 홀콜이 사라지기까지의 시간인 승객 대기 시간(sec), $N_{hallcall}$ 은 홀콜의 개수, T_{AWP} 는 승객의 평균 대기 시간(sec)이다.

따라서 전체 엘리베이터의 평균 홀콜 대기 시간인 전체 평균 홀콜 대기 시간(AHW;Average Hall call Waiting time)은 [식 2]에 의해 구해진다.

[식 2]

$$T_{AHW} = \frac{\sum_{N_{hallcall}} T_{waiting}}{N_{elevator}}$$

상기에서, $T_{waiting}$ 은 승장에서 홀콜이 등록된 시점에서 홀콜이 등록된 층에 엘리베이터가 도착하여 등록된 홀콜이 사라지기까지의 시간인 승객 대기 시간(sec), $N_{hallcall}$ 은 홀콜의 개수, $N_{elevator}$ 은 운행중인 엘리베이터의 대수, T_{AHW} 는 상기 전체 평균 홀콜 대기시간(sec)이다.

전체 평균 탑승하중(TAW;Total Average boarding Weigh)의 산출에 대하여 설명한다.

전체 평균 탑승하중(TAW)은 승객의 이용량이 급증하는 상황을 퍼지제어기에 반영하여 신속하게 엘리베이터의 운행 호기 수를 증가시키기 위함이다. 탑승하중은 홀콜이 등록된 층에 엘리베이터가 도착하여 승객을 태우고 출발하기 직전에 측정된 하중값을 사용한다. 한 대의 엘리베이터의 평균 탑승하중은 [식 3]과 같다.

[식 3]

$$W_{AHW} = \frac{\sum_{N_{hallcall}} W}{N_{hallcall}}$$

상기에서, W 는 승객의 탑승 하중(kg), $N_{hallcall}$ 은 홀콜의 개수, W_{AHW} 는 한대의 엘리베이터의 평균 하중(kg)이다.

따라서 전체 평균 탑승 하중(TAW)은 하기의 [식 4]에 의하여 구해진다.

[0048] [식 4]

$$W_{totalaverage} = \frac{\sum_{N_{elevator}} W_{average}}{N_{elevator}}$$

[0049]

[0050] 상기에서, $W_{average}$ 은 한대의 엘리베이터의 평균 탑승 하중(kg), $N_{elevator}$ 은 운행중인 엘리베이터의 대수, $W_{totalaverage}$ 는 전체 평균 탑승 하중(kg)이다.

[0051] 전체 평균 홀콜 대기시간과 전체 평균 탑승 하중을 산출하는 과정을 가진 후에는, 전체 평균 홀콜 대기 시간과 전체 평균 탑승 하중을 퍼지 로직에 적용하여 퍼지 로직 운행 대수를 산출하는 퍼지 로직 적용 과정을 가진다(S220). 엘리베이터의 대기전력을 효과적으로 차단하기 위하여 현재 승객의 이동 요청에 대한 필요한 엘리베이터 운행 대수를 지능적으로 판단하기 위하여 퍼지 로직(fuzzy logic)을 이용한다. 퍼지 로직은 인간의 사고나 판단의 애매함을 수량화하는 것으로서, 매우 많음, 많음, 보통, 적음 등의 애매한 표현을 수치로서 표현하는 제어 로직이다. 퍼지 로직은 비선형의 복잡한 시스템을 간단히 모델링하여 적절한 값을 도출할 수 있는 장점이 있다.

[0052] 산출한 전체 평균 홀콜 대기 시간과 전체 평균 탑승 하중에 따라서 퍼지 로직에 따라 산출되는 운행 대수(퍼지 로직 운행 대수)가 결정된다. 이하에서는 퍼지 로직의 적용에 대하여 설명한다.

[0053] 퍼지 로직을 적용하기 위하여, 우선, 전체 평균 홀콜 대기시간이 속하는 퍼지 구간인 대기시간 퍼지 변수를 삼각함수를 이용하여 산출하는 과정을 가진다(S221). 삼각함수를 이용하여 대기시간 퍼지 변수를 산출하는 것은, 퍼지 로직에 사용되는 미리 설정된 멤버십 함수인 삼각함수에 전체 평균 홀콜 대기시간을 적용하여 대기시간 퍼지 변수를 산출하는 것이다. 참고로 퍼지 로직의 출력값은 정량적인 숫자로 표현되며, 이러한 정량적인 수를 크리스피 수(crisp number)라 한다. 이러한 크리스피 수를 멤버십 함수에 대한 소속정도를 멤버십값으로 변환하여 출력한다. 멤버십 함수에는 도 3에 도시한 바와 같이 삼각함수(triangular), 사다리꼴 함수(trapezoidal), 가우시안 함수(gaussian), 종형함수(bell)이 있다. 멤버십 함수는 구현하는 대상에 따라 적절히 선택되어야 한다. 본 발명은 삼각함수의 멤버십 함수를 이용하여 대기시간 퍼지 구간을 산출한다.

[0054] 도 4는 전체 평균 홀콜 대기시간(AHW)에 따른 대기시간 퍼지 변수를 산출하는데 사용되는 퍼지 로직의 삼각함수를 도시한 그래프이다.

[0055] 도 4를 참조하면, 가로축은 시간을 나타내며, 세로축은 퍼지 로직에 사용되는 삼각함수 출력값으로서 0부터 1의 값을 가진다. tc는 상수값으로서 관리자가 설정하는 설정 평균 대기시간을 나타내며, 전체 평균 대기시간에 대해 대기전력보다 승객의 대기 시간감소를 우선하는 임계값이다. tc값은 퍼지 로직이 적용되기 이전에 엘리베이터가 설치된 현장의 승객 만족도에 따라서 적절히 조절되어야 한다. tc 시간 동안 엘리베이터의 이동이 없는 호기는 평균 대기시간과 평균 탑승하중을 0으로 한다.

[0056] 상기의 [식 2]에서 산출된 전체 평균 홀콜 대기시간(AHW)을 도 4의 삼각함수 그래프에 적용하여 대기시간 퍼지 변수를 산출할 수 있다. 전체 평균 홀콜 대기시간을 도 4의 삼각함수 그래프에 적용하여 매칭되는 대기시간 퍼지 변수로서 결정된다. 만약, 산출된 전체 평균 홀콜 대기시간(AHW)의 함수 출력값이 두 개의 대기시간 퍼지 변수에 걸쳐서 존재할 경우 높은 함수 출력값을 가지는 대기시간 퍼지 변수가 선택되며, 또한 산출된 전체 평균 홀콜 대기시간(AHW)의 함수 출력값이 동일할 경우에는 높은 빈도를 가지는 대기시간 퍼지 변수가 선택되도록 한다.

[0057] 예를 들어, 설명의 편의를 위하여 설정 평균 대기시간인 tc값을 30초로 설정하였다고 가정하고, 대기시간 퍼지 변수를 퍼지 빈도를 나타내는 'zero', 'short', 'medium', 'long'으로 분류된다고 가정한다. 여기서 'zero'는 전체 평균 대기시간이 없음을 의미하며, 'short'는 전체 평균 대기시간이 작게 걸림을 의미하며, 'medium'은 전체 평균 대기시간이 보통임을 의미하며, 'long'은 전체 평균 대기시간이 많이 걸림을 의미하는 퍼지 로직 언어적 변수이다.

[0058] 각각의 대기시간 퍼지 변수 사이의 경계는 0, tc/3=10초, 2tc/3=20초 tc=30 초로 구별되며, 삼각함수의 퍼지 로

작은 이러한 경계점을 기준으로 'zero', 'short', 'medium', 'long'의 삼각함수를 가지게 된다.

[0059] 따라서 전체 평균 홀콜 대기시간(AHW)이 2초라 가정할 경우, 대기 시간 퍼지 변수는 'zero' 구간으로 결정되며, 마찬가지로 14초인 경우 'short', 15초인 경우 'medium', 16초인 경우 'medium', 24초인 경우 'medium', 33초인 경우 'long'으로 결정되며, tc인 30초를 넘는 경우에는 무조건 'long'으로 결정된다.

[0060] 한편, 대기시간 퍼지 변수를 삼각함수를 이용하여 산출하는 과정과 마찬가지로 탑승하중 퍼지 변수 역시 삼각함수를 이용하여 산출한다(S220). 즉, 도 5는 전체 평균 탑승하중(TAW)에 따른 탑승하중 퍼지 변수를 산출하는데 사용되는 퍼지 로직의 삼각함수를 도시한 그래프이다. 도 5를 참조하면, 가로축은 시간을 나타내며, 세로축은 퍼지 로직에 사용되는 삼각함수 출력값으로서 0부터 1의 값을 가진다. wc는 상수값으로서 관리자가 설정하는 설정 평균 탑승하중이다. 도 4에서 설명한 방식과 마찬가지로, 전체 평균 탑승하중이 속하는 퍼지 변수인 탑승하중 퍼지 변수를 도 5의 삼각함수를 이용하여 구할 수 있다. 도 5에서 탑승하중 퍼지 변수인 'zero'는 탑승하중이 없음을 의미하며, 'light'는 탑승하중이 적음을 의미하며, 'medium'는 탑승하중이 보통임을 의미하며, 'heavy'는 탑승하중이 무거움을 의미하는 퍼지 로직의 언어적 변수이다.

[0061] 이와 같이, 대기시간 퍼지 변수 및 탑승하중 퍼지 변수를 구한 후에는, 대기시간 퍼지 변수 및 탑승하중 퍼지 변수에 매칭되는 퍼지 로직 운행 대수를 퍼지 로직의 무게 중심법에 의해 산출한다(S223).

[0062] 상술하면, 도 6은 퍼지 로직에 따른 추론 테이블을 도시한 그림으로서, 전체 평균 대기시간의 퍼지 변수(zero, short, medium, long)를 가로 기준축에 기술하며, 전체 평균 탑승하중의 퍼지 변수(zero, light, medium, heavy)를 세로 기준축에 기술하였다. 가로 기준축과 세로 기준축에 의해 만나는 교점(1,2,3,4,,16)에 최적 운행 대수의 퍼지 변수(zero, few, medium, total)를 배치한다. 이러한 퍼지 로직의 언어적 변수인 최적 운행 대수의 퍼지 변수는 도 6의 퍼지 로직 추론 테이블에서 가변적으로 배치되는 것으로서, 엘리베이터를 운영하는 관리자에 의하여 상황에 맞추어 설정되도록 한다. 여기서 'zero'는 엘리베이터의 운행 대수를 '0'으로 함을 의미하며, 'few'는 엘리베이터의 운행 대수를 적게 함을 의미하며, 'medium'은 엘리베이터의 운행 대수를 보통으로 함을 의미하며, 'total'은 엘리베이터의 운행 대수를 엘리베이터 전체로 함을 의미하는 퍼지 로직 언어적 변수이다.

[0063] 예를 들어, 산출한 전체 평균 대기시간을 도 4의 삼각함수에 적용한 결과 'short'라는 대기시간 퍼지 변수로 결정되고, 산출한 전체 평균 탑승하중을 도 5의 삼각함수에 적용한 결과 'light'라는 탑승하중 퍼지 변수로 결정된 경우, 도 6의 테이블에 대기시간 퍼지 변수 'short'와 탑승하중 퍼지 변수 'light'를 적용하면 최적 운행 대수의 퍼지 변수는, 'zero'로 결정된다.

[0064] 이와 같이 대기시간 퍼지 변수 및 탑승하중 퍼지 변수에 의해 운행 대수의 퍼지 변수가 결정되면, 대기시간 퍼지 변수 및 탑승하중 퍼지 변수에 매칭되는 퍼지 로직 운행 대수를 퍼지 로직의 무게 중심법에 의해 산출한다.

[0065] 공지된 퍼지 로직의 무게 중심법은 맘디니의 추론법을 이용하여 연산하는 방식이다. 공지된 맘디니의 추론법에 따른 무게 중심법은 계산이 비교적 단순하여 연산속도가 빠르다. 이하 [식 5]는 무게 중심법에 의한 연산식을 도시하였다.

[0066] [식 5]

$$c_r = \frac{\int \mu_c(z) \cdot z dz}{\int \mu_c(z) dz}$$

[0067] 여기서, C_r 는 무게중심법에 의해 산출된 크리스피 수이며, μ_c 는 전체평균 대기시간 및 전체 평균 탑승하중의 최소 면적값이다. 이 과정을 거쳐서 출력되는 크리스피 수에 소수점 자리가 있다면, 반올림을 한다.

[0069] 그 후, 퍼지 로직 운행 대수는, 하기의 [식 6]에 표시한 바와 같이 무게 중심법에 의해 산출된 크리스피 수에 1을 더하여 산출한다. 무게 중심법에 의해 산출된 크리스피 수가 '0'이 될 경우, 이를 그래도 엘리베이터의 운행 대수로 결정할 경우 모든 엘리베이터가 동작하지 않고 정지되는 상태가 되기 때문에 최소한 한대 이상의 엘리베

이터를 동작하도록 하기 위함이다.

[0070] [식 6]

$$z_0 = C_r + 1 = \frac{\int \mu_c(z) \cdot z dz}{\int \mu_c(z) dz} + 1$$

[0071]

[0072] 여기서 z_0 는 퍼지 로직 운행 대수이며, C_r 는 무게중심법에 의해 산출된 크리스피 수이다.

[0073] 한편, 상기의 [식 5]에 도시한 무게중심법에 의해 크리스피 수를 산출하는 수식은 공지된 수식이다. 다만, 참고적으로 [식 5]의 개념의 이해를 돕기 위하여 무게 중심법에 의한 산출 예를 도 6, 도 7과 함께 설명한다.

[0074] 상기에서 설명한 도 6의 퍼지 로직 추론 테이블 내의 최적 운행 대수의 퍼지 변수(zero, few, medium, total)는 1부터 16까지의 16개 필드를 가진다. 도 7은 이러한 16개 필드에 연관된 대기시간 퍼지 변수와 탑승하중 퍼지 변수를 도시하였다.

[0075] 예를 들어, 대기시간 퍼지 변수의 경우, 도 6의 테이블에서 1,2,3,4번 필드의 최적 운행 대수의 퍼지 변수(zero, few, medium, total)와 연관된 대기시간 퍼지 변수는 'zero'이고, 5,6,7,8번 필드의 최적 운행 대수의 퍼지 변수와 연관된 대기시간 퍼지 변수는 'short'이고, 9,10,11,12번 필드의 최적 운행 대수의 퍼지 변수와 연관된 대기시간 퍼지 변수는 'medium'이고, 13,14,15,16번 필드의 최적 운행 대수의 퍼지 변수와 연관된 대기시간 퍼지 변수는 'long'으로서, 이를 도 7(a)에 삼각함수로 각 필드에 표시하였다.

[0076] 마찬가지로, 탑승하중 퍼지 변수의 경우, 도 6의 테이블에서 1,5,9,13번 필드의 최적 운행 대수의 퍼지 변수(zero, few, medium, total)와 연관된 탑승하중 퍼지 변수는 'zero'이고, 2,6,10,14번 필드의 최적 운행 대수의 퍼지 변수와 연관된 탑승하중 퍼지 변수는 'light'이고, 3,7,11,15번 필드의 최적 운행 대수의 퍼지 변수와 연관된 탑승하중 퍼지 변수는 'medium'이고, 4,8,12,16번 필드의 최적 운행 대수의 퍼지 변수와 연관된 대기시간 퍼지 변수는 'heavy'로서, 이를 도 7(b)에 삼각함수로 각 필드에 표시하였다.

[0077] 그리고, 도 7(c)에는 도 6의 테이블에 도시된 16개 필드의 최적 운행 대수의 퍼지 변수(zero, few, medium, total)를 1번부터 16번 필드에 삼각함수로서 각각 표시한다. 도 7(c)의 가로축은 크리스피 수(운행 대수)에 해당된다.

[0078] 그 후, 도 7(a)에서 전체 평균 대기시간(예컨대, 15초)를 해당 시간 가로축 상에 세로선으로 표시하며, 도 7(b)에서 전체 평균 탑승하중(예컨대, 100kg)을 해당 시간 가로축 상에 세로선으로 표시한다.

[0079] 그 후, 도 7(a)의 각 필드에 표시된 삼각함수와 전체 평균 대기시간 세로선간의 교차점의 아래 영역을 빗금으로 표시한다. 마찬가지로 도 7(b)의 각 필드에 표시된 삼각함수와 전체 평균 탑승하중 세로선간의 교차점의 아래 영역을 빗금으로 표시한다. 이러한 각 빗금 영역은 전체 평균 대기시간 또는 전체 평균 탑승하중이 해당 퍼지 변수 구간에 속하는 정도를 나타낸다.

[0080] 그 후, 각 필드마다 빗금으로 표시된 영역중에서 빗금 영역의 높이가 낮은 지점을 연장시켜 도 7(c)의 삼각함수와 교차하는 지점의 아래부분에 빗금으로 표시한다. 예를 들어 6번 필드의 경우, 전체 평균 대기시간의 교차에 의한 빗금 영역과 전체 평균 탑승하중의 교차에 의한 빗금 영역이 존재하며, 이 두 개의 빗금 영역 중에서 전체 평균 대기시간의 교차에 의한 빗금 영역이 더 아래에 위치하고 있음을 알 수 있다. 따라서 전체 평균 대기시간의 빗금 영역의 최상단 라인을 연장시켜 도 7(c)의 6번 필드의 삼각함수에 교차시켜, 도 7(c)의 삼각함수의 교차점의 아래 영역을 빗금으로 표시한다.

[0081] 이와 같이 도 7(c)의 각 필드별로 빗금 영역을 생성한 후, 도 7(c)의 각 필드의 빗금 영역을 가로축 상에서 합산한다. 이와 같이 합산 빗금 영역의 면적의 중심이 되는 가로축 상의 좌표를 산출한다. 도 7의 예시에서는 2.94가 산출됨을 알 수 있다. 산출된 2.94는 상기의 [식 5]의 크리스피 수(C_r)에 해당되며, 따라서 반올림을 하게 되어 3이 산출되게 된다. 따라서 상기의 [식 6]에 따라 크리스피 수에 1을 더하여 적용하면 최종적으로 $3+1=4$ 대가 퍼지 로직 운행 대수로 산출된다.

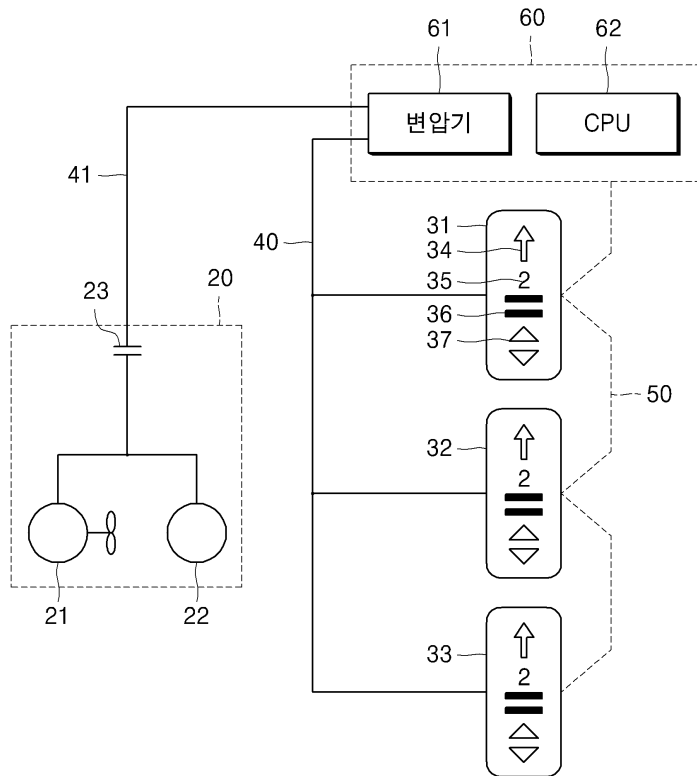
- [0082] 한편, 상기와 같이 퍼지 로직 운행 대수를 산출한 후에는, 미리 설정된 요일별 단위 시간당 운행 가중치를 추출하는 운행 가중치 추출 과정을 가진다(S230). 요일별 단위 시간당 이용 승객수에 따라서 운행 가중치를 각각 다르게 설정하여, 운행 가중치에 따라서 엘리베이터를 탄력적으로 운영하기 위함이다.
- [0083] 우선, 도 8에 도시한 바와 같이, 요일별 단위 시간당 누적 인원 그룹별로 운행 가중치를 각각 다르게 설정한 가중치 테이블이 미리 생성되어 있어야 한다. 이러한 단위 시간은 2시간, 1시간, 10분, 20분, 30분 등으로 설정될 수 있다. 단위 시간이 20분으로 설정된 경우, 월요일 오전 8시부터 8시 20분의 필드에는 누적 인원 제1그룹(0명~10명)에 요일별 단위 시간당 가중치가 '0', 누적 인원 제2그룹(10명~20명)에 요일별 단위 시간당 가중치가 '1', 누적 인원 제3그룹(20명~30명)에 요일별 단위 시간당 가중치가 '2', 누적 인원 제4그룹(30명~40명)에 요일별 단위 시간당 가중치가 '3'으로 설정될 수 있다. 이러한 누적 인원 그룹과 그에 매칭되는 요일별 단위 시간당 가중치는 엘리베이터를 운영하는 운영자에 의하여 변경 설정될 수 있다. 또한 누적 인원 그룹의 크기에 비례하여 가중치 테이블 내의 운행 가중치가 크게 설정되도록 할 수 있다. 즉, 제1그룹의 누적 인원(0~10명)보다 제2,3,4그룹의 누적 인원이 점차 많아지기 때문에, 점차적으로 가중치를 크게 설정한다.
- [0084] 요일별 단위 시간당 평균 이용 승객수를 파악하는 과정을 가진다(S231). 요일별 단위 시간당 평균 이용 승객수는 엘리베이터를 운영하는 운영자에 의해 결정될 수 있으며, 또는 실제로 운영자가 요일별 단위 시간당 평균 이용 승객수를 파악하여 입력할 수 있으며, 또는 센서에 의하여 탑승 누적 인원을 파악할 수 있다. 이러한 요일별 단위 시간당 평균 이용 승객수는 같은 요일의 같은 단위 시간에 탑승 누적 인원을 반복적으로 파악하여, 파악된 값들의 평균값을 요일별 단위 시간당 평균 이용 승객수로 할 수 있다.
- [0085] 그 후, 도 8의 가중치 테이블에서 상기 설정된 요일별 단위 시간당 평균 이용 승객수가 속하는 누적 인원 그룹에 할당된 요일별 단위 시간당 운행 가중치를 추출하는 과정을 가진다(S232). 예를 들어, 월요일 오전 8시부터 8시 20분 사이는 출근 시간으로서 20분 동안 35명이 엘리베이터를 이용한 경우, 월요일 8시~8시20분의 평균 이용 승객수는 35명으로서 도 8의 가중치 테이블에서 누적 인원 제4그룹(30명~40명)에 속하게 되고, 이에 할당된 요일별 단위 시간당 가중치 '3'이 추출된다.
- [0086] 만약, 월요일 오전 8시부터 8시 20분 사이에 평균적으로 9명 정도만 이용하고 있다고 파악된 경우에는, 월요일 8시~8시20분의 평균 이용 승객수는 9명으로서 도 8의 가중치 테이블에서 누적 인원 제1그룹(0명~10명)에 속하게 되고, 이에 할당된 요일별 단위 시간당 가중치 '0'이 추출된다.
- [0087] 한편, 상기와 같이, 요일별 단위 시간별로 퍼지 로직 운행 대수와 요일별 단위 시간당 운행 가중치를 합산한 요일별 단위 시간당 퍼지 로직 운행 대수를 산출한다(S240). 그리고, 요일별 단위 시간별로 요일별 단위 시간당 퍼지 로직 운행 대수의 엘리베이터만을 운행하며 나머지 엘리베이터들의 대기 전력을 차단한다(S250).
- [0088] 예를 들어, 상기의 [식 6]에 의하여 산출한 퍼지 로직 운행 대수(Z_0)가 '3'이고, 도 8의 운행 가중치 테이블을 이용하여 산출한 월요일 오전 8시부터 8시 20분 사이의 운행 가중치가 '3'인 경우, 월요일 오전 8시부터 8시 20분 사이의 퍼지 로직 운행 대수는 $3+3=6$ 대가 된다. 따라서 전체 엘리베이터가 9대인 경우, 월요일 오전 8시부터 8시 20분 사이에는 9대의 엘리베이터 중에서 6대만 운행하고 나머지 3대의 엘리베이터의 대기전력을 차단한다.
- [0089] 만약, 상기의 [식 6]에 의하여 산출한 퍼지 로직 운행 대수(Z_0)가 '3'이고, 도 8의 운행 가중치 테이블을 이용하여 산출한 월요일 오전 8시부터 8시 20분 사이의 운행 가중치가 '0'인 경우, 월요일 오전 8시부터 8시 20분 사이의 퍼지 로직 운행 대수는 $3+0=3$ 대가 된다. 따라서 전체 엘리베이터가 9대인 경우, 월요일 오전 8시부터 8시 20분 사이에는 9대의 엘리베이터 중에서 3대만 운행하고 나머지 6대의 엘리베이터의 대기전력을 차단한다.
- [0090] 결국, 퍼지 로직에 의해 적정 운행 대수를 산출하고, 이에 더하여 요일별 혼잡도를 예측 반영함으로써, 대기 전력 낭비가 없는 효율적인 엘리베이터 운행이 가능하게 되는 것이다.
- [0091] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 엘리베이터의 대기 전력 저감 장치를 도시한 블록도이다.
- [0092] 본 발명의 엘리베이터의 대기 전력 저감 장치는, 퍼지 연산부, 메모리, 운행 가중치 추출부, 제어부를 포함한다.
- [0093] 퍼지 연산부는 전체의 엘리베이터(910)에서의 전체 평균 호출 대기 시간과 전체 평균 탑승 하중을 퍼지 로직에 적용하여 퍼지 로직 운행 대수를 연산하여 산출한다.

[0102]

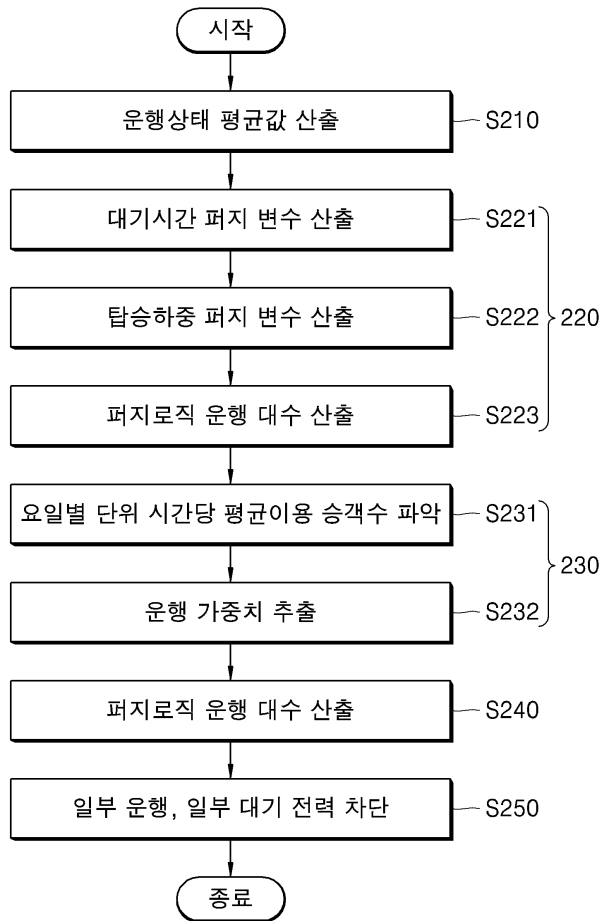
920:퍼지 연산부	930:메모리
940:운행 가중치 추출부	950:제어부

도면

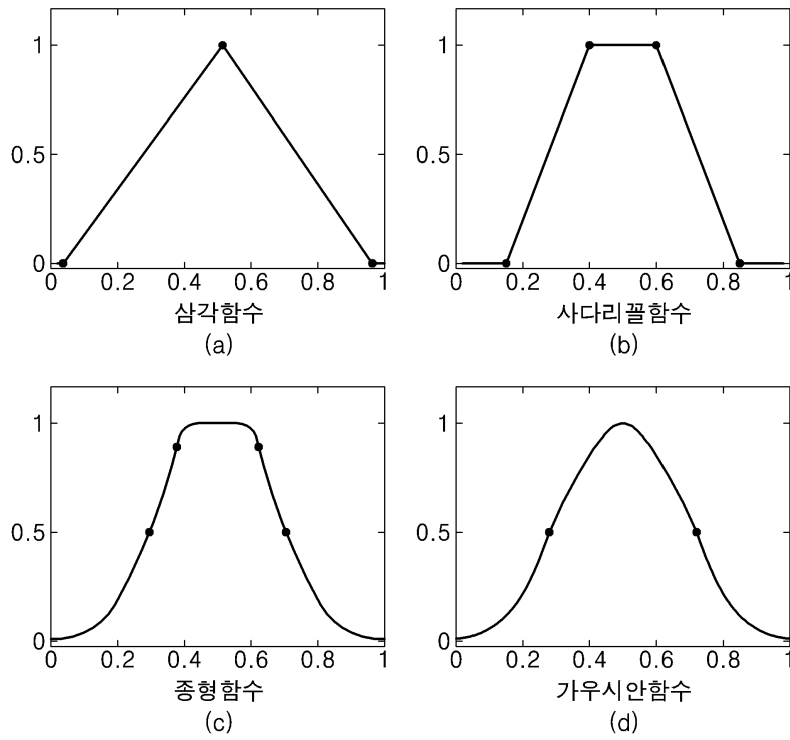
도면1



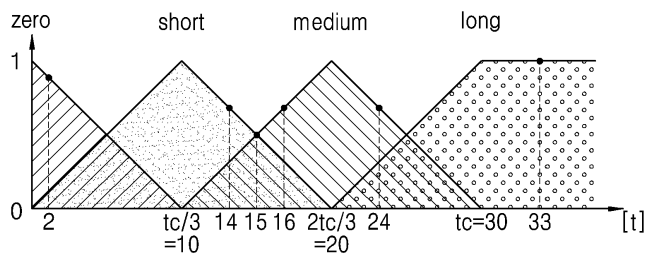
도면2



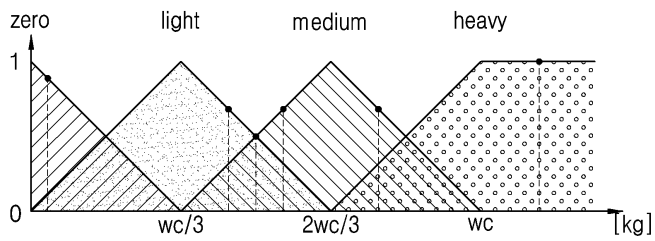
도면3



도면4



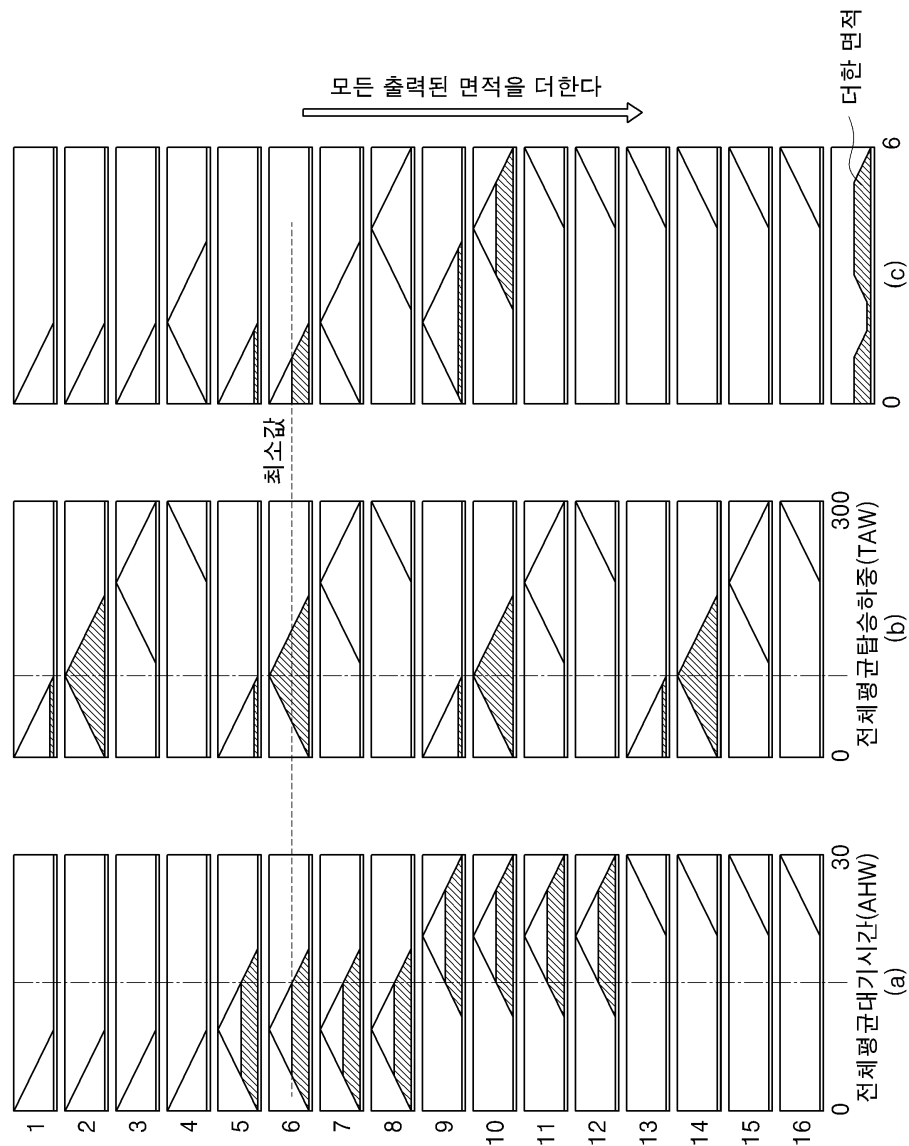
도면5



도면6

<로직 추론 테이블>		전체 평균 대기시간(AHW)			
		Zero	Short	Medium	Long
전체 평균 탑승 하중 (TAW)	Zero	1) Zero	5) Zero	9) Few	13) Total
	Light	2) Zero	6) Zero	10) Medium	14) Total
	Medium	3) Zero	7) Few	11) Total	15) Total
	Heavy	4) Few	8) Medium	12) Total	16) Total

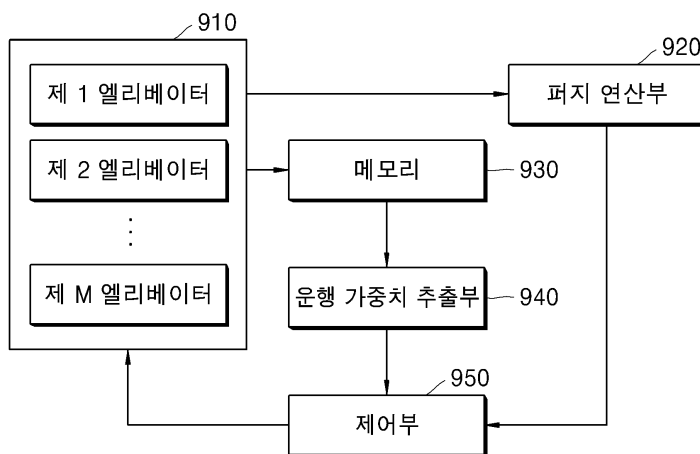
도면7



도면8

	요일별 단위 시간당(20분) 누적 인원 그룹	운행 가중치
⋮	⋮	⋮
월요일 오전 8:00~ 오전 8:20	$0 \leq \text{누적인원 제 1 그룹} \leq 10$	0
	$10 \leq \text{누적인원 제 2 그룹} \leq 20$	1
	$20 \leq \text{누적인원 제 3 그룹} \leq 30$	2
	$30 \leq \text{누적인원 제 4 그룹} \leq 40$	3
	⋮	⋮
월요일 오전 8:20~ 오전 8:40	$0 \leq \text{누적인원 제 1 그룹} \leq 10$	1
	$10 \leq \text{누적인원 제 2 그룹} \leq 20$	3
	$20 \leq \text{누적인원 제 3 그룹} \leq 30$	4
	$30 \leq \text{누적인원 제 4 그룹} \leq 40$	6
	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮

도면9



도면10

(a)

실험 환경	설정값
엘리베이터 대수	3대
이동 층수	15층
층간 간격	4m
정격 하중	780kg (12인승)
문 열림 대기시간	4초
정격 속도	2m/sec
에너지 효율등급	A

(b)

	일반	퍼지
평균 대기시간(s)	34.5	36.1
최대 대기시간(s)	48	47
총 이동거리(m)	1132	1162
총 차단시간(s)	0	431