(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0137635
(43) 공개일자 2018년12월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/06 (2012.01) *G06F 17/18* (2006.01)
G06Q 10/06 (2012.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/06 (2013.01)
G06F 17/18 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0076646
(22) 출원일자 2017년06월16일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
주성관
서울특별시 노원구 노원로18길 19, 211동 404호(하계동, 하계2차현대아파트)
고세현
서울특별시 서초구 잠원로8길 35, 107동 2602호(잠원동)
고락경
서울특별시 동대문구 회기동 베라체 캠퍼스 1401호
(74) 대리인
김등용, 김홍석

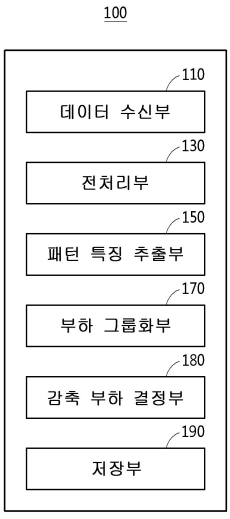
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **수요 반응을 위한 철도 역사 내 부하 그룹화 장치 및 방법**

(57) 요 약

부하 그룹화 장치가 개시된다. 상기 부하 그룹화 장치는 역사 내 설치된 복수의 부하들 각각의 전력 사용량 데이터를 수신하는 데이터 수신부, 상기 복수의 부하들 각각의 전력 사용량 데이터를 전처리하는 전처리부, 상기 전력 사용량 데이터 또는 전처리된 전력 사용량 데이터로부터 상기 복수의 부하들 각각의 전력 수요 패턴을 추출하는 패턴 특징 추출부, 및 상기 패턴 특징 추출부에 의해 추출된 전력 수요 패턴을 K-평균 알고리즘(K-means algorithm)의 입력 데이터로 이용하여 상기 복수의 부하들을 그룹화하는 부하 그룹화부를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06Q 10/0631 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 16RTRPB07076404000000
부처명 국토교통부
연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원
연구사업명 철도기술연구사업
연구과제명 도시철도 역사 복합에너지 통합해석 스케줄링 최적화 기술개발
기 여 율 1/1
주관기관 한국철도기술연구원
연구기간 2016.06.27 ~ 2017.06.26

명 세 서

청구범위

청구항 1

역사 내 설치된 복수의 부하들 각각의 전력 사용량 데이터를 수신하는 데이터 수신부;

상기 복수의 부하들 각각의 전력 사용량 데이터를 전처리하는 전처리부;

상기 전력 사용량 데이터 또는 전처리된 전력 사용량 데이터로부터 상기 복수의 부하들 각각의 전력 수요 패턴을 추출하는 패턴 특징 추출부; 및

상기 패턴 특징 추출부에 의해 추출된 전력 수요 패턴을 K-평균 알고리즘(K-means algorithm)의 입력 데이터로 이용하여 상기 복수의 부하들을 그룹화하는 부하 그룹화부를 포함하는 부하 그룹화 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전력 사용량 데이터는 미리 정해진 기간 동안 각각의 부하의 매 주기별 전력 사용량에 관한 정보를 포함하고,

상기 전처리부는 상기 복수의 부하들 각각의 전력 사용량을 정규화하여 정규화된 전력 사용량을 생성하는,

부하 그룹화 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 전력 수요 패턴은 전력 사용량의 최댓값과 최솟값의 비율인 최대/최소 수요 비율, 주중의 전력 사용량 최댓값과 토요일의 전력 사용량 최댓값의 비율인 주중/토요일 수요 비율, 주중의 전력 사용량 최댓값과 일요일의 전력 사용량 최댓값의 비율인 주중/일요일 수요 비율, 제1 시간 구간 동안의 전력 사용량의 정규화된 값의 평균과 기준 시간 구간 동안의 전력 사용량의 정규화된 값의 평균의 비율인 제1 영향력, 제2 시간 구간 동안의 전력 사용량의 정규화된 값의 평균과 상기 기준 시간 구간 동안의 전력 사용량의 정규화된 값의 평균의 비율인 제2 영향력, 제3 시간 구간 동안의 전력 사용량의 정규화된 값의 평균과 상기 기준 시간 구간 동안의 전력 사용량의 정규화된 값의 평균의 비율인 제3 영향력, 및 제4 시간 구간 동안의 전력 사용량의 정규화된 값의 평균과 상기 기준 시간 구간 동안의 전력 사용량의 정규화된 값의 평균의 비율인 제4 영향력을 포함하는,

부하 그룹화 장치.

청구항 4

제4항에 있어서, 상기 부하 그룹화부는,

그룹의 개수(k)를 증가시켜 그룹화 동작을 반복 수행하되,

그룹의 전력 사용량의 평균값과 그룹에 속하는 부하들의 전력 사용량의 편차의 합을 계산하여 모든 그룹에 속하는 부하들의 편차의 합인 합산 편차를 계산하고, 합산 편차의 감소율이 미리 정해진 비율 이하를 만족시키는 그룹의 개수를 최적의 그룹 개수로 결정하는,

부하 그룹화 장치.

청구항 5

역사 내 설치된 복수의 부하들 각각의 전력 사용량 데이터를 수신하는 단계;

상기 복수의 부하들 각각의 전력 사용량 데이터를 전처리하는 단계;

상기 전력 사용량 데이터 또는 전처리된 전력 사용량 데이터로부터 상기 복수의 부하들 각각의 전력 수요 패턴을 추출하는 단계; 및

추출된 전력 수요 패턴을 K-평균 알고리즘의 입력 데이터로 이용하여 상기 복수의 부하들을 그룹화하는 단계를 포함하는 부하 그룹화 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 전력 사용량 데이터는 미리 정해진 기간 동안 각각의 부하의 매 주기별 전력 사용량에 관한 정보를 포함하고,

상기 전처리하는 단계는 상기 복수의 부하들 각각의 전력 사용량을 정규화하여 정규화된 전력 사용량을 생성하는,

부하 그룹화 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 전력 수요 패턴은 전력 사용량의 최댓값과 최솟값의 비율인 최대/최소 수요 비율, 주중의 전력 사용량 최댓값과 토요일의 전력 사용량 최댓값의 비율인 주중/토요일 수요 비율, 주중의 전력 사용량 최댓값과 일요일의 전력 사용량 최댓값의 비율인 주중/일요일 수요 비율, 제1 시간 구간 동안의 전력 사용량의 정규화된 값의 평균과 기준 시간 구간 동안의 전력 사용량의 정규화된 값의 평균의 비율인 제1 영향력, 제2 시간 구간 동안의 전력 사용량의 정규화된 값의 평균과 상기 기준 시간 구간 동안의 전력 사용량의 정규화된 값의 평균의 비율인 제2 영향력, 제3 시간 구간 동안의 전력 사용량의 정규화된 값의 평균과 상기 기준 시간 구간 동안의 전력 사용량의 정규화된 값의 평균의 비율인 제3 영향력, 및 제4 시간 구간 동안의 전력 사용량의 정규화된 값의 평균과 상기 기준 시간 구간 동안의 전력 사용량의 정규화된 값의 평균의 비율인 제4 영향력을 포함하는,

부하 그룹화 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 그룹화하는 단계는,

그룹의 개수(k)를 증가시켜 그룹화 동작을 반복 수행하되,

그룹의 전력 사용량의 평균값과 그룹에 속하는 부하들의 전력 사용량의 편차의 합을 계산하여 모든 그룹에 속하는 부하들의 편차의 합인 합산 편차를 계산하고, 합산 편차의 감소율이 미리 정해진 비율 이하를 만족시키는 그룹의 개수를 최적의 그룹 개수로 결정하는,

부하 그룹화 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 철도 역사 내에서의 수요 반응(Demand Response)을 효율적으로 수행하기 위해 철도 역사 내에 존재하는 부하들을 여러 개의 그룹으로 분류하는 방법에 관한 것으로, 특히 복수의 부하들 각각의 패턴 특징을 기초로

그룹화하는 부하 그룹화 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 전기 에너지는 쉽게 저장될 수 없으므로 전력 인프라의 신뢰성과 최적화를 위해서는 수요와 공급의 일치가 매우 주요하다. 전통적으로 공급이 많을 시에는 발전소의 생산 속도를 늦추고, 수요가 많을 시에는 공급량을 늘려 수요와 공급의 균형을 맞춰왔다. 하지만, 공급을 조절하여 수요와 공급의 균형을 제어하는 방법에는 한계가 있다. 일 예로, 일부 발전 장치는 최대 출력에 도달하기까지 오랜 시간이 걸릴 수 있고, 또 일부 장치는 작동하기에 비용이 많이 들 수 있으며, 모든 발전기의 용량보다 수요가 커질 수 있기 때문이다. 수요 반응은 이와 같은 문제를 해결하기 위해 공급을 조정하는 대신 전력 수요를 조정하여 수요와 공급의 균형을 맞추는 기술이다. 수요 반응은 요금 기반 수요 반응과 인센티브 기반 수요 반응으로 나뉜다. 요금 기반 수요 반응은 시간에 따라 변화하는 전기 요금에 대한 응답으로 고객의 전기 사용량이 평소의 사용량 패턴에서 변화하는 것이고, 인센티브 기반 수요 반응은 전력 도매 시장에서 가격이 높거나 계통 안정성이 위태로울 대 전력 사용량을 낮추도록 고안된 인센티브의 지급을 의미한다. 인센티브 기반의 수요 반응에서는 제어 장비가 설치되어 특정 시간에 특정 전기 제품을 제어하여 전기 사용량을 줄일 수 있게 된다.

[0004] 인센티브 기반의 수요 반응을 효과적으로 수행하기 위해서는 전력 사용량이 높은 피크 시간대에서 감축할 부하를 선정하는 것이 중요하다. 부하 형태 기반의 부하 그룹화는 피크 시간대에서 어떠한 부하를 감축할 것인지에 대한 결정 과정에서 부하 포트폴리오를 구축함으로써 도움을 줄 수 있다. 일반적으로 감축을 통해 수요 반응의 효과를 최대로 이끌어내기 위한 부하의 종류는 피크 시간대에서 상대적으로 사용량이 크고 변동성이 없는 부하이다. 본 발명에서는 전력 사용량의 감축을 위해 철도 역사 내에 존재하는 부하들을 복수 개의 그룹으로 분류하는 방법을 제안하고자 한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제1662809호 (2016.10.06.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적인 과제는 지하철 역사가 수요 반응에 참여할 시에 효과적인 수요 감축을 수행하기 위한 부하별 그룹화 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 실시 예에 따른 부하 그룹화 장치는 역사 내 설치된 복수의 부하들 각각의 전력 사용량 데이터를 수신하는 데이터 수신부, 상기 복수의 부하들 각각의 전력 사용량 데이터를 전처리하는 전처리부, 상기 전력 사용량 데이터 또는 전처리된 전력 사용량 데이터로부터 상기 복수의 부하들 각각의 전력 수요 패턴을 추출하는 패턴 특징 추출부, 및 상기 패턴 특징 추출부에 의해 추출된 전력 수요 패턴을 K-평균 알고리즘(K-means algorithm)의 입력 데이터로 이용하여 상기 복수의 부하들을 그룹화하는 부하 그룹화부를 포함한다.

[0010] 본 발명의 실시 예에 따른 부하 그룹화 방법은 역사 내 설치된 복수의 부하들 각각의 전력 사용량 데이터를 수신하는 단계, 상기 복수의 부하들 각각의 전력 사용량 데이터를 전처리하는 단계, 상기 전력 사용량 데이터 또는 전처리된 전력 사용량 데이터로부터 상기 복수의 부하들 각각의 전력 수요 패턴을 추출하는 단계, 및 추출된 전력 수요 패턴을 K-평균 알고리즘의 입력 데이터로 이용하여 상기 복수의 부하들을 그룹화하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 실시 예에 따른 철도 역사 내 부하 그룹화 방법에 의할 경우, 지하철 역사 내 부하를 최대/최소 수요 비율, 주중/주말 수요 비율, 시간대에 따른 영향력에 따라 분류함으로써 특정 요일과 시간대에서 수요 반응시에 어떤 부하를 감축해야 할지에 대한방안을 제시할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 본 발명의 상세한 설명에서 인용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여 각 도면의 상세한 설명이 제공된다.

도 1은 본 발명의 일 실시 예에 의한 부하 그룹화 장치를 도시한다.

도 2는 도 1에 도시된 부하 그룹화부에 의한 그룹화 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 의한 부하 그룹화 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시 예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시 예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 형태들로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시 예들에 한정되지 않는다.

[0016] 본 발명의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시 예들을 도면에 예시하고 본 명세서에서 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시 예들을 특정한 개시 형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0017] 제1 또는 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만, 예컨대 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 벗어나지 않은 채, 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고 유사하게 제2 구성 요소는 제1 구성 요소로도 명명될 수 있다.

[0018] 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는 중간에 다른 구성 요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성 요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0019] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 본 명세서에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0020] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0021] 이하, 본 명세서에 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 상세히 설명한다.

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 부하 그룹화 장치의 기능 블럭도이다.

[0024] 도 1을 참조하면, 부하 그룹화 장치(100)는 데이터 수신부(110), 전처리부(130), 패턴 특징 추출부(150), 부하 그룹화부(170), 감축 부하 결정부(180) 및 저장부(190) 중 적어도 하나 이상을 포함할 수 있다. 부하 그룹화 장치(100)는 소정의 장소, 예컨대 철도 역사 또는 지하철 역사 내에 설치된 복수의 부하들 각각의 전력 사용량에 기초하여 상기 복수의 부하들을 복수의 그룹으로 분류함으로써, 감축 부하를 결정하거나 감축 부하를 결정하는 데 이용되는 데이터를 제공할 수 있다.

[0026] 데이터 수신부(110)는 소정의 입력 인터페이스를 통하여 복수의 부하들 각각의 전력 사용량에 관한 정보(또는 전력 수요 데이터)를 수신할 수 있다. 상기 복수의 부하들 각각의 전력 사용량은 소정의 측정 장치, 예컨대 전력량계 또는 스마트 미터 등을 통하여 측정될 수 있다. 또한, 상기 전력 사용량은 제1 시간 구간 동안(예컨대, 24시간) 제1 주기(예컨대, 1시간)로 제2 시간 구간(예컨대, 1년)에 걸쳐 측정된 각 부하 별 전력 사용량에 관한 정보를 포함할 수 있다. 데이터 수신부(110)에 의해 수신된 데이터 또는 정보는 저장부(190)에 저장될 수 있다.

[0028] 전처리부(130)는 데이터 수신부(100)에 의해 수신된 전력 사용량 정보 또는 저장부(190)에 저장된 전력 사용량 정보에 대한 전처리 동작을 수행할 수 있다. 복수의 부하들을 그룹화하기 위해서는 먼저 전력 수요 패턴 특징의 추출을 위한 전력 수요 데이터의 전처리 작업이 필요하다.

[0029] 우선, 전처리부(130)는 데이터의 누락이나 부정확한 데이터의 선별 및 데이터의 보정을 수행할 수 있다. 일 예로, 전처리부(130)는 1일 이상의 데이터 누락이 없는 복수의 주(week)를 선택하고, 선택된 주(week)에서 시간 단위의 데이터 누락이 있는 경우 내삽법(interpolation)을 이용하여 데이터를 보정할 수 있다. 또한, 전처리부(130)는 선택된 주에 특수일(주중, 즉 월요일부터 금요일 중 공휴일에 해당하는 날)이 포함되는 경우 특수일의 데이터를 인근 날짜의 데이터(선택된 주의 다른 주중 데이터)로 대체할 수 있다.

[0030] 다음으로, 전처리부(130)는 보정된 데이터를 정규화하는 정규화 작업을 수행할 수 있다. 최대 전력 수요 데이터를 이용하여 정규화된 데이터는 전력 수요 패턴을 비교하기 위해 사용될 수 있다.

[0032] 패턴 특징 추출부(150)는 소정의 부하 분류 알고리즘(예컨대, K-평균 알고리즘)의 입력(또는 입력 벡터)으로 사용하기 위한 각 부하 별 전력 수요 패턴을 나타내는 특징을 추출할 수 있다. 즉, 패턴 특징 추출부(150)는 부하 별 전력 수요 패턴 특징(최대/최소 수요 비율(최대 전력 사용량과 최소 전력 사용량의 비율), 주말/주중 수요 비율(주말의 전력 사용량과 주중의 전력 사용량의 비율)) 및 부하 형태 인덱스(Load Shape Indexes, 하루 중 소정 시간대 동안의 전력 사용량의 비율 또는 영향력)을 추출할 수 있다. 이하에서는, 패턴 특징 추출부(150)가 추출하는 각 패턴 특징에 대해 상세히 설명한다.

[0034] 최대/최소 수요 비율은 일간 전력 수요 변동치를 나타내기 위한 지표이다. 각 요일 별 최대/최소 수요 비율을 구하기 위해서는 실제 전력 사용량이 필요하므로 정규화전 데이터가 사용될 수 있고, 각 요일의 전력 사용량 최댓값과 최솟값을 찾는다. 그리고, 전력 사용량 최댓값을 최솟값으로 나누어 최대/최소 수요 비율을 구하여 하나의 벡터를 도출한다. 즉, 패턴 특징 추출부(150)는 각 부하 별로 전력 사용량 최댓값을 최솟값으로 나누어 최대/최소 수요 비율을 산출할 수 있다. 최대/최소 수요 비율을 산정하기 위한 데이터의 구간은 미리 정해질 수 있다. 일 예로, 패턴 특징 추출부(150)는 부하 그룹화를 수행하는 시점의 1년 전에 해당하는 일(day)이 속하는 달(month)의 요일(부하 그룹화를 수행하는 시점이 속하는 요일을 의미할 수 있음) 별 전력 사용량 정보를 이용하여 임의의 부하에 대한 최대/최소 수요 비율을 산출할 수 있다.

[0036] 주중/주말 수요 비율은 주중(월요일부터 금요일까지)과 주말(토요일과 일요일) 사이의 전력 수요 편차를 나타내기 위한 지표이다. 주중/주말 수요 비율은 주중/토요일 비율로 도출되는 벡터와 주중/일요일 비율로 도출되는 벡터 총 2 개의 벡터가 존재한다. 주중/주말 수요 비율을 구하기 위해서는 실제 전력 사용량이 필요하므로 정규화전 데이터가 사용될 수 있고, 주중의 전력 사용량 최댓값이 나타난 요일의 최대 전력 사용량(즉, 주중의 최대 전력 사용량)과 토요일의 전력 사용량의 최댓값, 일요일의 전력 사용량 최댓값을 찾는다. 그리고, 주중의 전력

사용량 최댓값을 각각 토요일의 전력 사용량 최댓값과 일요일의 전력 사용량 최댓값으로 나누어 주중/토요일 비율(또는 주중/토요일 수요 비율), 주중/일요일 비율(또는 주중/일요일 수요 비율) 2 개의 벡터를 도출한다. 즉, 패턴 특징 추출부(150)는 각 부하 별로 주중 전력 사용량의 최댓값을 주말(토요일 또는 일요일) 전력 사용량 최댓값으로 나누어 주중/주말 수요 비율을 산출할 수 있다. 주중/주말 수요 비율을 산정하기 위한 데이터의 구간은 미리 정해질 수 있다. 일 예로, 패턴 특징 추출부(150)는 부하 그룹화를 수행하는 시점으로부터 1년 전에 해당하는 일이 속하는 주(week)의 전력 사용량 정보를 이용하여 주중/주말 수요 비율을 산출할 수 있다.

[0038] 부하 형태 인덱스(Load Shape Indexes)를 이용하여 확장된 전력 수요 패턴 특징을 생성할 수 있다. 부하 형태 인덱스는 일일 부하 평균과 해당 시간(미리 정해진 시간 구간)의 부하 평균의 비율로 정의되며, 복수의 영향력을 포함할 수 있다. 상기 복수의 영향력은 제1 영향력(또는 새벽 영향력), 제2 영향력(오전 영향력), 제3 영향력(오후 영향력) 및 제4 영향력(저녁 영향력) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 제1 영향력은 제1 시간 구간(예컨대, 1시부터 7시까지의 시간 7시간 동안)을 표현한 새벽의 부하 요인이고, 제2 영향력은 제2 시간 구간(예컨대, 8시부터 12시까지 5시간 동안)을 표현한 오전의 부하 요인이고, 제3 영향력은 제3 시간 구간(예컨대, 13시부터 19시가지 7시간 동안)을 표현한 오후의 부하 요인이고, 제4 영향력은 제4 시간 구간(예컨대, 20시부터 24시까지 5시간 동안)을 표현한 저녁의 부하 요인이다.

[0039] 상술한 바와 같이, 부하별 전력 수요를 대표할 수 있는 요인으로 부하 별 전력 수요 패턴의 특징을 추출하여도 부하 형태를 모두 표현하기에는 한계점이 존재하기 때문에 본 발명에서는 부하 형태 인덱스를 추가적으로 고려할 수 있다. 최대/최소 수요 비율, 주중/주말 수요 비율이 모두 유사하더라도 수요 패턴이 다를 수 있기 때문이다.

[0040] 제1 영향력(새벽 영향력)은 1시부터 7시까지 7시간 동안을 표현한 새벽의 부하 요인이다. 제1 영향력을 산출하기 위해서는 각 부하 별 정규화된 전력 사용량 데이터를 사용한다. 각 요일 별로 1시부터 7시까지 사용한 전력 사용량의 정규화된 값의 평균을 해당 요일 정규화된 부하의 평균으로 나누어 준다. 제1 영향력을 산출하기 위한 식은 수학식 1에 표현되어 있다.

수학식 1

[0041]
$$\text{새벽 영향력} = \frac{mean(\text{정규화된 전력사용량}_{1\text{시}-7\text{시}})}{mean(\text{정규화된 전력사용량}_{1\text{시}-24\text{시}})}$$

[0042] 이때, 제1 영향력을 산출하기 위한 데이터는 부하 그룹화 수행 시점으로부터 1년 전 시점이 속하는 주(week)의 해당 요일의 데이터가 사용될 수 있다.

[0043] 제2 영향혁(오전 영향력)은 8시부터 12시까지 5시간 동안을 표현한 오전의 부하 요인이다. 제2 영향력을 구하기 위해서는 각 부하 별 정규화된 전력 사용량 데이터를 사용한다. 각 요일 별로 8시부터 12시까지 사용한 전력 사용량의 정규화된 값의 평균을 해당 요일 정규화된 부하의 평균으로 나누어 준다. 제2 영향력을 산출하기 위한 식은 수학식 2에 표현되어 있다.

수학식 2

[0044]
$$\text{오전 영향력} = \frac{mean(\text{정규화된 전력사용량}_{8\text{시}-12\text{시}})}{mean(\text{정규화된 전력사용량}_{1\text{시}-24\text{시}})}$$

[0045] 이때, 제2 영향력을 산출하기 위한 데이터는 부하 그룹화 수행 시점으로부터 1년 전 시점이 속하는 주(week)의 해당 요일의 데이터가 사용될 수 있다.

[0046] 제3 영향력(오후 영향력)은 13시부터 19시까지 7시간 동안을 표현한 오후의 부하 요인이다. 제3 영향력을 구하기 위해서는 각 부하 별 정규화된 전력 사용량 데이터를 사용한다. 각 요일별로 13시부터 19시까지 사용한 전력 사용량의 정규화된 값의 평균을 해당 요일 정규화된 부하의 평균으로 나누어 준다. 제3 영향력을 산출하기 위한

식은 수학식 3에 표현되어 있다.

수학식 3

[0047]
$$\text{오후 영향력} = \frac{mean(\text{정규화된 전력사용량}_{13\text{시}-19\text{시}})}{mean(\text{정규화된 전력사용량}_{1\text{시}-24\text{시}})}$$

[0048] 이때, 제3 영향력을 산출하기 위한 데이터는 부하 그룹화 수행 시점으로부터 1년 전 시점이 속하는 주(week)의 해당 요일의 데이터가 사용될 수 있다.

[0049] 제4 영향력은 20시부터 24시까지 7시간 동안을 표현한 저녁의 부하 요인이다. 제4 영향력을 산출하기 위해서는 각 부하 별 정규화된 전력 사용량 데이터를 사용한다. 각 요일 별로 20시부터 24시까지 사용한 전력 사용량의 정규화된 값의 평균을 해당 요일 정규화된 부하의 평균으로 나누어 준다. 제4 영향력을 산출하기 위한 식은 수학식 4에 표현되어 있다.

수학식 4

[0050]
$$\text{저녁 영향력} = \frac{mean(\text{정규화된 전력사용량}_{20\text{시}-24\text{시}})}{mean(\text{정규화된 전력사용량}_{1\text{시}-24\text{시}})}$$

[0051] 이때, 제4 영향력을 산출하기 위한 데이터는 부하 그룹화 수행 시점으로부터 1년 전 시점이 속하는 주(week)의 해당 요일의 데이터가 사용될 수 있다.

[0053] 부하 그룹화부(170)는 소정의 알고리즘(예컨대, K-평균 알고리즘(K-means algorithm))을 이용하여 복수의 부하들을 복수의 그룹으로 그룹화할 수 있다. 이때, 부하 그룹화부(170)는 패턴 특징 추출부(150)에 의해 추출된 패턴 특징, 즉 최대/최소 수요 비율, 주중/토요일 수요 비율, 주중/일요일 수요 비율, 새벽 영향력, 오전 영향력, 오후 영향력 및 저녁 영향력 중 적어도 하나 이상을 K-평균 알고리즘의 입력 데이터로 이용할 수 있다. 예시적인 입력 데이터는 표 1과 같다.

표 1

[0054]

	최대/최소 수요 비율	주중/토요일 수요 비율	주중/일요일 수요 비율	새벽 영향력	오전 영향력	오후 영향력	저녁 영향력
부하 1	0.82	0.15	0.22	0.64	0.33	0.22	0.74
부하 2	0.45	0.55	0.47	0.31	0.26	0.67	0.63
부하 3	0.91	0.11	0.58	0.15	0.78	0.59	0.21
…	…	…	…	…	…	…	…
부하 N	0.86	0.79	0.39	0.23	0.54	0.77	0.45

[0055] 구체적으로, 부하 그룹화부(170)는 최적의 그룹 개수(k)를 찾기 위해 k를 2부터 m(예컨대, m은 20)까지 증가시키면서 그룹화 동작을 반복 수행할 수 있다.

[0056] 예를 들어, 도 2와 같이 복수의 부하들을 2개의 그룹으로 분류한다면(k=2), 하나의 그룹 내에는 여러 개의 부하 종류가 존재할 것이다. 그룹의 평균점(예컨대, 그룹화 시점으로부터 1년 전 시점이 포함되는 주(week)의 해당 요일에서 그룹에 포함되는 부하들의 평균 전력량)을 K-평균 알고리즘을 통해 계산하여 그 그룹의 대표 전력 수요로 설정한다. 그룹 내 모든 부하에 대해서 그룹 대표 전력 수요와 부하 전력 수요와의 편차를 계산하고, MAE(Mean Absolute Error)를 계산한 후 합산한다. 그 다음 해당 그룹 개수일 때 생성된 모든 그룹의 합산 편차를 계산한다. 그리고 이전 그룹 수에서 다음 그룹 수 사이의 편차 감소가 1% 이하가 되는 지점을 최적 그룹 수(k)로 결정한다. 최종적으로 얻어진 최적 그룹 수(k)에 해당하는 그룹화 결과를 생성할 수 있다.

[0058] 감축 부하 결정부(180)는 부하 그룹화의 결과로 도출된 부하 그룹 중 피크 시간대에서 상대적으로 사용량이 크고 변동성이 없는 부하 그룹을 선택할 수 있다. 철도 또는 지하철 역사 내에서는 철도나 지하철을 구동하게 하는 전력과 같이 감축이 불가능한 부하가 있을 수 있다. 하지만 공조기(HVAC), 조명과 같은 부하들은 충분히 감축이 가능하므로 부하 그룹화를 통해 수요 반응시 이 중 어떤 부하를 감축시켜야 하는지 판단이 가능해질 수 있다. 셧다운(shutdown)이 불가능한 부하를 제외하고 부하 그룹화의 결과로 도출된 부하 그룹 중 피크 시간대에서 상대적으로 사용량이 크고 변동성이 없는 부하 그룹을 선택하여 감축할 수 있다.

[0060] 저장부(190)에는 부하 그룹화 장치(100)의 구성들 각각이 생성(또는 수신)하는 데이터가 저장될 수 있다.

[0062] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 의한 부하 그룹화 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. 부하 그룹화 방법을 설명함에 있어 이미 기술된 내용과 중복되는 내용에 관하여는 구체적인 설명을 생략하기로 한다.

[0063] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 부하 그룹화 장치(100)의 데이터 수신부(110)는 역사 내에 설치된 복수의 부하들 각각에 대한 전력 수요 데이터를 수신하고, 수신된 데이터를 저장부(190)에 저장할 수 있다(S110).

[0064] 이후, 부하 그룹화 장치(100)의 전처리부(130)는 데이터 수신부(110)에 의해 수신된 데이터 또는 저장부(190)에 저장되어 있는 데이터에 대한 보정 및/또는 정규화 동작을 수행한다(S120). 이때, 전처리부(130)에 의해 보정된 데이터 및/또는 정규화된 데이터는 저장부(190)에 저장될 수 있다.

[0065] 부하 그룹화 장치(100)의 패턴 특징 추출부(150)는 저장부(190)에 저장된 데이터 및/또는 전처리부(130)에 의해 전처리된 데이터로부터 부하들 각각의 패턴 특징을 추출할 수 있다(S150).

[0066] 부하 그룹화 장치(100)의 부하 그룹화부(170)는 패턴 특징 추출부(150)에 의해 추출된 특징을 K-평균 알고리즘의 입력 데이터로 활용하여 복수의 부하들을 복수의 부하 그룹으로 분류할 수 있다(S170).

[0067] 또한, 부하 그룹화 방법은 감축 부하 결정부(180)에 의해 수행되는 감축 부하 그룹을 결정하는 단계를 더 포함할 수도 있다.

[0069] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0071] 100 : 부하 그룹화 장치

110 : 데이터 수신부

130 : 전처리부

150 : 패턴 특징 추출부

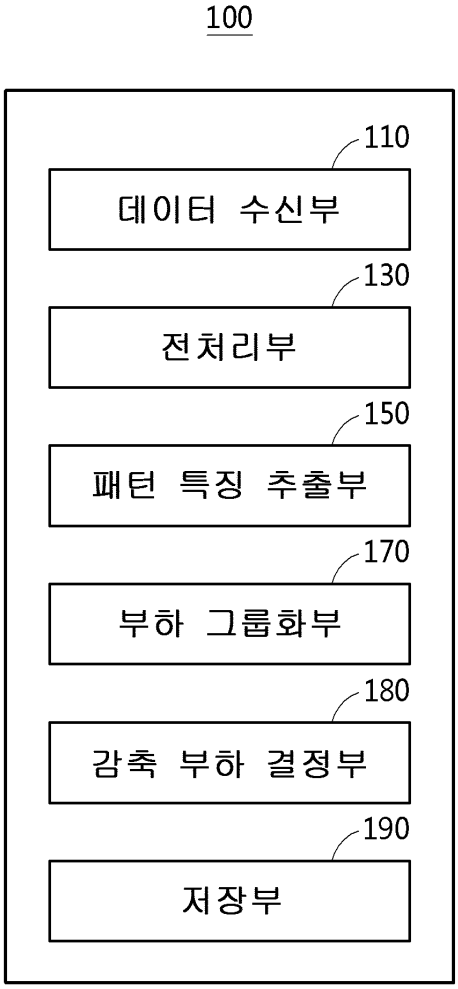
170 : 부하 그룹화부

180 : 감축 부하 결정부

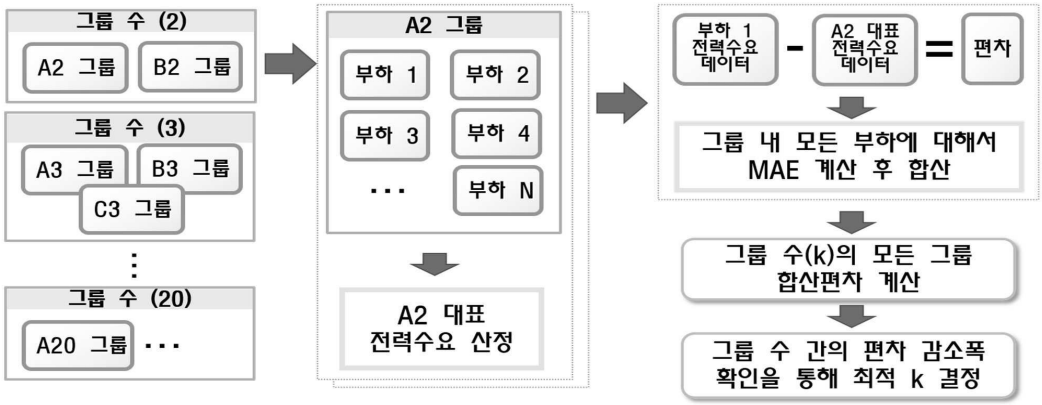
190 : 저장부

도면

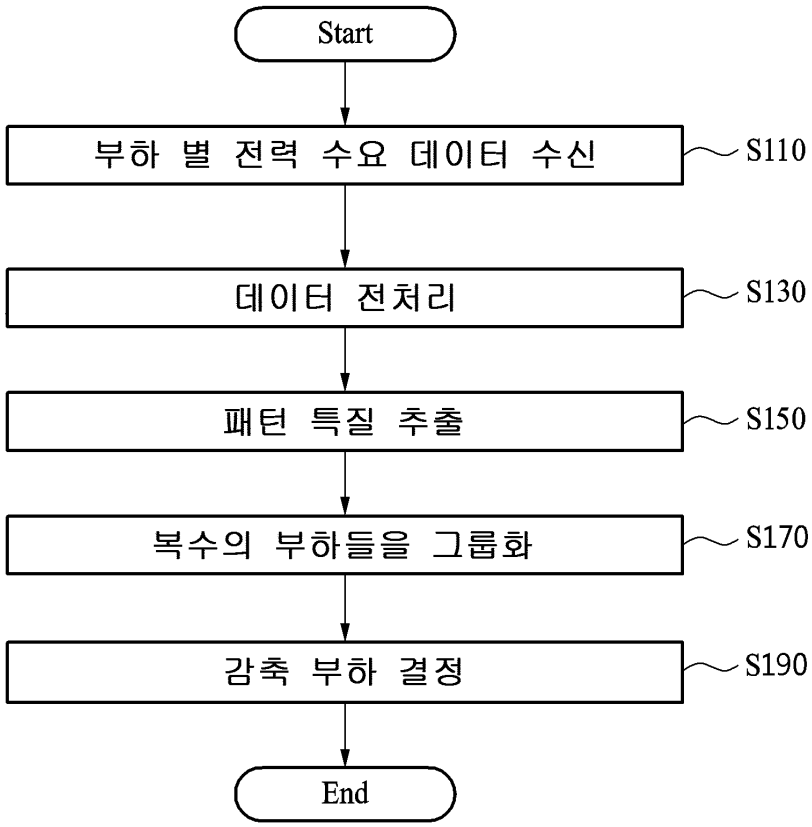
도면1


100
110
데이터 수신부
130
전처리부
150
패턴 특징 추출부
170
부하 그룹화부
180
감축 부하 결정부
190
저장부

도면2


그룹 수 (2)
A2 그룹
B2 그룹
그룹 수 (3)
A3 그룹
B3 그룹
C3 그룹
그룹 수 (20)
A20 그룹
A2 그룹
부하 1
부하 2
부하 3
부하 4
부하 N
A2 대표 전력수요 산정
부하 1 전력수요 데이터
A2 대표 전력수요 데이터
편차
그룹 내 모든 부하에 대해서 MAE 계산 후 합산
그룹 수(k)의 모든 그룹 합산편차 계산
그룹 수 간의 편차 감소폭 확인을 통해 최적 k 결정

도면3


Start
부하 별 전력 수요 데이터 수신
S110
데이터 전처리
S130
패턴 특질 추출
S150
복수의 부하들을 그룹화
S170
감축 부하 결정
S190
End