

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0155925

(43) 공개일자 2022년11월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06Q 50/06 (2012.01) G06F 16/28 (2019.01)

G06F 17/18 (2006.01) G06F 17/40 (2006.01)

G06Q 50/26 (2012.01)

(52) CPC특허분류

G06Q 50/06 (2013.01)

G06F 16/285 (2019.01)

(21) 출원번호 10-2022-0060081

(22) 출원일자 2022년05월17일

심사청구일자 2022년05월17일

(30) 우선권주장

1020210063673 2021년05월17일 대한민국(KR)

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

주성관

서울특별시 노원구 노원로18길 19, 211동 404호

정현철

서울특별시 성북구 안암로 93 동인빌딩 601호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김등용

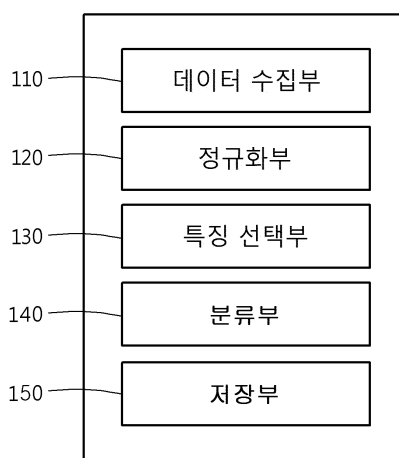
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 전력 사용패턴 분류 장치 및 그 방법

(57) 요약

전력 사용패턴 분류 장치가 개시된다. 상기 전력 사용패턴 분류 장치는 전력 사용자들 각각에 대한 전력 데이터를 수집하는 데이터 수집부, 상기 전력 사용자들 각각에 대한 상기 전력 데이터를 정규화하는 정규화부, 상기 전력 사용자들 각각의 정규화된 전력 데이터를 이용하여 특징을 추출하는 특징 선택부, 및 추출된 특징을 이용하여 상기 전력 사용자들 각각을 그룹화하는 분류부를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06F 17/18 (2013.01)

G06F 17/40 (2020.08)

G06Q 50/26 (2013.01)

Y04S 20/30 (2020.08)

(72) 발명자

장민석

서울특별시 관악구 인현3길 50(봉천동, 백석)

김태곤

서울특별시 성북구 고려대로27길 52-7, 205호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415166758

과제번호 20181210301430

부처명 산업통상자원부

과제관리(전문)기관명 한국에너지기술평가원

연구사업명 스마트그리드핵심기술개발(R&D)

연구과제명 TOU 요금제에 따른 주택용 소비자의 전기사용 패턴 분석 연구

기 여 율 1/1

과제수행기관명 고려대학교산학협력단

연구기간 2021.01.01 ~ 2021.09.30

명세서

청구범위

청구항 1

전력 사용자들 각각에 대한 전력 데이터를 수집하는 데이터 수집부;
 상기 전력 사용자들 각각에 대한 상기 전력 데이터를 정규화하는 정규화부;
 상기 전력 사용자들 각각의 정규화된 전력 데이터를 이용하여 특징을 추출하는 특징 선택부; 및
 추출된 특징을 이용하여 상기 전력 사용자들 각각을 그룹화하는 분류부를 포함하는 전력 사용패턴 분류 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 전력 데이터는 미리 정해진 시간 구간 동안이 각 타임 스텝별 전력 사용량을 포함하는,
 전력 사용패턴 분류 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 정규화부는,
 각 전력 사용자별로, 각 타임 스텝별 전력 사용량에 대한 평균값을 산출하고,
 수학적 식 1을 이용하여 정규화하여 정규화값을 산출하고

상기 수학적 식 1은
$$L_{normal,t} = \frac{L_t - \min(L_{total})}{\max(L_{total}) - \min(L_{total})}$$
 이고,

상기 $L_{normal,t}$ 는 타임 스텝 t에서의 정규화값이고,
 상기 L_{total} 은 모든 타임 스텝들 각각에 대한 평균값을 의미하고,
 상기 L_t 는 타임 스텝 t에서의 평균값을 의미하는,
 전력 사용패턴 분류 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 특징 선택부는, 각 전력 사용자별로 오전 시간대에서의 최대 전력 사용량을 나타내는 제1 극점과 오후 시간대에서의 최소 전력 사용량을 나타내는 제2 극점을 특징으로 추출하는,
 전력 사용패턴 분류 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,
 상기 오전 시간대는 6시부터 12시까지의 시간 구간을 의미하고,
 상기 오후 시간대는 12시부터 18시까지의 시간 구간을 의미하는,
 전력 사용패턴 분류 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 분류부는 각 전력 사용자에게 대응하는 상기 제1 극점과 상기 제2 극점을 기초로 그룹화하는,
전력 사용패턴 분류 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 정규화부는 상기 전력 사용자들 각각에 대한 정규화 결과에 대하여 각 타임 스텝별 평균을 산출하고, 산출 결과를 이용하여 상기 전력 사용자들에 대응하는 제1 극점과 상기 제2 극점을 산출하고,

상기 정규화부는 상기 각 전력 사용자에게 대응하는 제1 극점과 상기 전력 사용자들에 대응하는 제1 극점을 비교하고, 상기 각 전력 사용자에게 대응하는 제2 극점과 상기 전력 사용자들에 대응하는 제2 극점을 비교하여 그룹화하는,

전력 사용패턴 분류 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 분류부는 랜덤 포레스트 분류기(Random Forest Classifier)를 이용하여 각 전력 사용자를 그룹화하는,
전력 사용패턴 분류 장치.

청구항 9

적어도 프로세서를 포함하는 컴퓨팅 장치에 의해 수행되는 전력 사용패턴 분류 방법에 있어서,

전력 사용자들 각각에 대한 전력 데이터를 수집하는 단계;

상기 전력 사용자들 각각에 대한 상기 전력 데이터를 정규화하는 단계;

상기 전력 사용자들 각각의 정규화된 전력 데이터를 이용하여 특징을 추출하는 단계; 및

추출된 특징을 이용하여 상기 전력 사용자들 각각을 그룹화하는 단계를 포함하는 전력 사용패턴 분류 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전력 사용패턴 분류 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 전력 사용자의 전력 사용패턴을 분류하고 분류 결과를 이용하여 고객 맞춤형 정보를 제공하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 지능형 검침 인프라(Advanced Metering Infrastructure, AMI)는 일정 시간 단위, 예컨대 15분 단위로 소비 전력(또는 사용 전력)을 측정하고, 측정된 데이터를 서버에 저장하고 분석하여 고객에게 전력 사용량과 관련된 정보를 제공하는 양방향 원격검침 인프라를 의미한다. 현재, AMI를 통해 전력 데이터가 수집됨에 따라 이를 활용한 월 전력 사용량, 지역별 평균 전력 사용량 등과 같은 정보 제공 서비스가 운영되고 있다. 고객의 전기 요금 및 전력 사용량 절감을 위해서는 전력 사용패턴에 따른 맞춤형 정보 제공 서비스가 필요하다. 고객 맞춤형 정보를 제공하기 위해서는 고객의 전력 사용패턴의 특징에 따라 고객을 분류하는 기술이 필요하다.

[0003] 한편, 고객의 행동 패턴이나 고객의 가구 구성에 따라 다양한 전력 사용패턴이 존재한다. 고객의 전력 사용패턴은 하루 기준으로 96 개의 데이터가 저장된다. 이때, 모든 데이터를 이용하여 고객을 분류하는 경우, 분류 성능이 하락하는 문제점이 발생한다. 따라서, 고객의 전력 사용패턴 분류 성능을 향상시키기 위해서는 96 개의 전력 데이터에서 고객의 전력 사용패턴 분류에 적절한 특징을 선택하는 방법이 필요하다.

[0004] 분류 알고리즘을 통해 데이터를 분류할 때, 목표로 하는 분류 결과와 분류 알고리즘을 통해 분류한 결과를 비교하여 분류 성능을 평가할 수 있다. ARI(Adjusted Rand Index)는 분류 결과를 비교하여 성능을 평가하는 지표로

써, 분류 결과 데이터(X_i)와 목표 결과 데이터(Y_j)사이의 분류 결과가 일치하는 정도를 계산하여 분류 성능을 나타낸다.

[0005] 주택용 계시별 요금제는 계절별(하계, 동계, 춘추계), 시간대별(경부하, 중간부하, 최대부하)로 전기 요금을 차등하게 부과하여 고객이 전기 요금 및 전력 사용량을 절감하여 공급자가 안정적인 전력 수급을 할 수 있도록 하는 요금제이다. 주택용 계시별 요금제는 시간대 길이 및 요금에 따라 일반형과 집중형으로 구분되며, 하기의 표 1과 같다.

[0006] [표 1]

일반형					집중형				
구분		하계	춘추계	동계	구분		하계	춘추계	동계
시간대	최대부하	13~17시	-	9~12시	시간대	최대부하	15~17시	-	9~11시
요금		188원/kwh		159원/kwh	요금		316원/kwh		258원/kwh
시간대	중간부하	9~13시 17~23시	9~23시	12~23시	시간대	중간부하	9~15시 17~23시	9~23시	11~23시
요금		155원/kwh	109원/kwh	138원/kwh	요금		155원/kwh	109원/kwh	138원/kwh
시간대	경부하	23~9시	23~9시	23~9시	시간대	경부하	23~9시	23~9시	23~9시
요금		82원/kwh	82원/kwh	95원/kwh	요금		73원/kwh	73원/kwh	94원/kwh

[0007]

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] - 전력 사용패턴 특징 선택에 따른 분류 성능 향상

[0009] 전력 사용패턴은 고객에 따라 다르고 전체 데이터를 이용하여 전력 사용패턴을 분류할 경우 분류 성능이 하락하기 때문에, 전력 데이터 중 전력 사용패턴 분류에 적절한 특징을 선택해야 한다. 주택용 고객의 전력 사용패턴은 일반적으로 새벽과 오후에 사용 전력이 크게 감소하고, 오전과 저녁에는 전력이 크게 증가하는 패턴을 나타낸다. 이와 같은 전력 사용 특징으로 인해 주택용 고객의 전력 사용패턴은 4번의 극점이 나타나게 되고, 각 극점은 고객의 전력 사용량이 적은 시간과 많은 시간을 표현할 수 있다. 따라서, 고객별 전력 데이터에서 4개의 극점을 선택하여 고객을 분류했을 때 분류 성능을 향상시킬 수 있다.

[0010] - 전력 사용패턴에 따른 고객 맞춤형 정보제공

[0011] 기존의 한국전력공사에서 고객에게 제공되는 정보는 월 전력사용량을 기반으로 지역 평균 전력사용량, 1년전 전력사용량 비교 등 단순하고 제한적인 정보를 제공하기 때문에, 고객의 전기요금 및 전력사용량 절감에 큰 영향을 미치지 않는다. 따라서, 고객의 전력 사용패턴을 분류하고 분류한 결과에 따라 고객의 전력 사용패턴에 적합한 요금제 추천, 에너지 절감 방안을 제공함으로써 고객의 전기요금을 절감할 수 있고 공급자 입장에서 전력 사용량이 절감됨에 따라 전력 수급의 안정화에 기여할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 전력 사용패턴 분류 장치는 전력 사용자들 각각에 대한 전력 데이터를 수집하는 데이터 수집부, 상기 전력 사용자들 각각에 대한 상기 전력 데이터를 정규화하는 정규화부, 상기 전력 사용자들 각각의 정규화된 전력 데이터를 이용하여 특징을 추출하는 특징 선택부, 및 추출된 특징을 이용하여 상기 전력 사용자들 각각을 그룹화하는 분류부를 포함한다.

[0013] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전력 사용패턴 분류 방법은 적어도 프로세서를 포함하는 컴퓨팅 장치에 의해 수행되고, 전력 사용자들 각각에 대한 전력 데이터를 수집하는 단계, 상기 전력 사용자들 각각에 대한 상기 전력 데이터를 정규화하는 단계, 상기 전력 사용자들 각각의 정규화된 전력 데이터를 이용하여 특징을 추출하는 단계, 및 추출된 특징을 이용하여 상기 전력 사용자들 각각을 그룹화하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0014] 극점을 이용한 전력 사용패턴 특징 선택은 일반적인 전력 사용패턴을 대표적으로 나타내어 분류 성능을 향상시킬 수 있다. 그리고, 극점은 전력 데이터 중 전기요금 및 전력 사용패턴 변화에 영향을 크게 미칠 수 있는 시간

대별 새벽, 오전, 오후, 저녁을 나타내기 때문에 극점을 이용한 고객 분류 결과를 활용하여 시간대와 고객의 전력 사용패턴에 맞추어 전기요금 및 전기사용량 절감 방안을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015]

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

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전력 사용패턴 분류 장치의 기능 블록도이다.

도 2는 전체 전력 사용자들 각각의 정규화 결과의 평균을 나타내는 그래프를 도시한다.

도 3은 분류부에 의한 분류 결과를 나타내는 그래프를 도시한다.

도 4는 도 1에 도시된 전력 사용패턴 분류 장치에 의해 수행되는 전력 사용패턴 분류 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016]

본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태들로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.

[0017]

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

[0018]

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.

[0019]

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.

[0020]

본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 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.

[0021]

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.

[0022]

이하, 본 명세서에 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0023]

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전력 사용패턴 분류 장치의 기능 블록도이다.

[0024]

도 1을 참조하면, 분류 장치, 정보제공 장치 등으로 명명될 수도 있는 전력 사용패턴 분류 장치(10)는 데이터

수집부(110), 정규화부(120), 특징 선택부(130), 분류부(140), 및 저장부(150) 중 적어도 하나 이상을 포함할 수 있다. 또한, 전력 사용패턴 분류 장치(10)는 적어도 프로세서(processor) 및/또는 메모리(memory)를 포함하는 컴퓨팅 장치(computing device)로 구현될 수 있다. 컴퓨팅 장치는 서버, PC(Personal Computer), 태블릿 PC 등을 포함할 수 있다.

[0025] 데이터 수집부(110)는 전력 사용자들 각각에 대한 전력 데이터를 수집할 수 있다. 전력 데이터는 소정의 유무선 통신망을 이용하여 별도의 서버로부터 수신되거나, 지능형 검침 인프라(AMI, Advanced Metering Infrastructure)로부터 수신될 수 있다. 실시예에 따라, 전력 데이터는 USB 저장 장치와 같은 저장 장치로부터 소정의 입력 인터페이스를 통해 수신될 수도 있다. 또 다른 실시예로, 전력 데이터는 전력 사용패턴 분류 장치(10)에 포함되는 저장부(150)에 미리 저장되어 있을 수도 있고, 이 경우 데이터 수집부(110)는 전력 사용패턴 분류 장치(10)에 포함되지 않을 수도 있다.

[0026] 전력 사용자는 한국전력공사와 같은 전력 공급 기관으로부터 전력을 공급받는 고객을 의미한다. 특히, 전력 사용자는 주택용 전력을 공급받는 고객을 의미할 수 있으나, 본 발명의 권리범위가 이에 제한되는 것은 아니다.

[0027] 전력 데이터는 전력 사용자들 각각이 사용하는 전력에 대한 정보(전력 사용량)를 포함한다. 또한, 전력 데이터는 미리 정해진 시간 구간 동안 사용하는 전력에 대한 정보(전력 사용량)를 의미할 수도 있다. 예시적인 미리 정해진 시간 구간은 1일(24 시간), 1주일, 2주일, 1개월, 3개월, 4개월, 6개월, 1년 등일 수 있으나, 본 발명의 권리범위가 이에 제한되는 것은 아니고, 미리 정해진 시간 구간은 실시예에 따라 상이하게 변경될 수도 있다.

[0028] 또한, 전력 데이터는 미리 정해진 시간 주기 동안 사용된 전력에 대한 정보(전력 사용량)를 포함할 수 있다. 예시적으로, 지능형 검침 인프라가 15분 단위로 사용 전력을 측정하는 경우, 24시간 동안 총 96개의 전력 데이터(즉, 96개의타임 스텝에 대한 전력 사용량 데이터)가 존재할 수 있다.

[0029] 데이터 수집부(110)에 의해 수집된 전력 데이터는 저장부(150)에 저장될 수 있다.

[0030] 정규화부(120)는 전력 사용자들 각각에 대한 전력 데이터를 정규화할 수 있다. 이를 위해, 정규화부(120)는 각 타임 스텝에서의 전력 사용량에 대한 평균을 산출할 수 있다. 이때, 전력 데이터가 24시간 동안의 전력 데이터인 경우, 평균을 산출하는 과정은 생략될 수 있다. 예시적으로, 미리 정해진 시간 주기가 15분인 경우(즉, 타임 스텝 간의 시간 간격은 15분인 경우), 15분을 간격으로 하는 96 개의 타임 스텝들 각각에 대응하는 96개의 평균이 산출될 수 있다.

[0031] 또한, 정규화부(120)는 하기 수학적 식 1을 이용하여 전력 사용자의 전력 데이터를 정규화할 수 있다.

[0032] [수학적 식 1]

$$L_{normal,t} = \frac{L_t - \min(L_{total})}{\max(L_{total}) - \min(L_{total})}$$

[0034] 수학적 식 1에서, $L_{normal,t}$ 는 타임 스텝 t에서 전력 사용자의 전력 사용량을 정규화한 결과(정규화값)를 나타낸다. L_{total} 은 전력 사용자의 전체 전력 데이터로써, 산출된 타임 스텝별 평균값들을 의미하거나, 평균 산출 전의 전체 전력 데이터를 의미할 수도 있다. 따라서, $\max(L_{total})$ 은 타임 스텝들 각각에 대응하는 평균값들 중 가장 큰 값을 의미하거나, 수집된 전체 전력 데이터 중 가장 큰 값을 의미할 수 있다. $\min(L_{total})$ 은 타임 스텝들 각각에 대응하는 평균값들 중 가장 작은 값을 의미하거나, 수집된 전체 전력 데이터 중 가장 작은 값을 의미할 수 있다. L_t 는 전력 사용자에게 대한 타임 스텝 t에서의 전력 데이터(전력 사용량)로써, 타임 스텝 t에서의 평균 전력 사용량을 의미할 수 있다.

[0035] 실시예에 따라, 정규화부(120)는 전력 사용자들 각각의 정규화 결과에 대한 평균을 산출함으로써 정규화된 전체 전력 사용자들의 평균 전력 사용량을 산출할 수 있다(도 2 참조). 이때, 정규화된 전체 전력 사용자들의 평균 전력 사용량은 각 타임 스텝별 평균값을 포함할 수 있다.

[0036] 정규화부(120)에 의해 산출된 평균값 및/또는 정규화값은 저장부(150)에 저장될 수 있다.

[0037] 특징 선택부(130)는 정규화부(120)에 의한 정규화 결과를 이용하여 각 전력 사용자의 전력 데이터에 대한 적어도 하나의 특징을 선택(또는 추출)할 수 있다.

[0038] 도 2에는 전체 전력 사용자들 각각의 정규화 결과의 평균을 나타내는 그래프를 도시한다. 도 2를 참조하면, (주

택용) 전력 사용자의 전력 사용패턴은 새벽 시간대와 오후 시간대에는 전력 사용량이 크게 감소하고, 오전 시간대와 저녁 시간대에는 크게 증가하는 패턴을 가짐을 알 수 있다. 이와 같은 전력 사용패턴을 각 전력 사용자에게서도 유사하게 나타나며, 이를 이용하면 시간대별 극점(특징)을 선택할 수 있다. 극점(EP_{time})은 전력 사용패턴에서 총 4회 나타나며, 각 극점은 전력 사용자의 전력 사용량이 적은 시간과 많은 시간을 표현한다.

[0039] 구체적으로, 제1 극점은 새벽 시간대의 전력 사용량 중 가장 작은 전력 사용량을 의미할 수 있다. 또한, 새벽 시간대는 제1 시간대로 불릴 수도 있으며, 제1 시간대는 미리 정해진 시간 구간, 예컨대 0시부터 6시까지의 시간 구간을 의미할 수 있다. 다시 말하면, 제1 극점은 제1 시간대에서의 전력 사용량 중 최소값을 의미할 수 있다.

[0040] 제2 극점은 오전 시간대의 전력 사용량 중 가장 큰 전력 사용량을 의미할 수 있다. 또한, 오전 시간대는 제2 시간대로 불릴 수도 있으며, 제2 시간대는 미리 정해진 시간 구간, 예컨대 6시부터 12시까지의 시간 구간을 의미할 수 있다. 다시 말하면, 제2 극점은 제2 시간대에서의 전력 사용량 중 최대값을 의미할 수 있다.

[0041] 제3 극점은 오후 시간대의 전력 사용량 중 가장 작은 전력 사용량을 의미할 수 있다. 또한, 오후 시간대는 제3 시간대로 불릴 수도 있으며, 제3 시간대는 미리 정해진 시간 구간, 예컨대 12시부터 18시까지의 시간 구간을 의미할 수 있다. 다시 말하면, 제3 극점은 제3 시간대에서의 전력 사용량 중 최소값을 의미할 수 있다.

[0042] 제4 극점은 저녁 시간대의 전력 사용량 중 가장 큰 전력 사용량을 의미할 수 있다. 또한, 저녁 시간대는 제4 시간대로 불릴 수도 있으며, 제4 시간대는 미리 정해진 시간 구간, 예컨대 18시부터 24시까지의 시간 구간을 의미할 수 있다. 다시 말하면, 제4 극점은 제4 시간대에서의 전력 사용량 중 최대값을 의미할 수 있다.

[0043] 상술한 바와 같이, 각 전력 사용자의 전력 데이터에 대한 특징은 제1 극점 내지 제4 극점을 포함하는 총 4개의 특징이 존재할 수 있다. 다만, 특징 선택부(130)는 제1 내지 제4 극점 중 분류 과정에 필요한 적어도 하나의 극점만(예컨대, 제2 극점과 제3 극점)을 선택(또는 추출)할 있다.

[0044] 다시 도 1을 참조하면, 분류부(140)는 전력 사용자들 각각을(또는 전력 사용자들 각각의 전력 데이터를) 그룹화할 수 있다. 이를 위해, 분류부(140)는 전력 사용패턴 분류를 위한 분류 목표 결과를 설정할 수 있다. 전력 사용패턴 분류 목표는 정보 제공의 목적에 따라 다양하게 설정 가능하며, 전기 요금이나 에너지 절감을 목표로 하는 경우는 전기를 사용하는 시간을 쉽게 변경할 수 있고 계시별 요금제의 시간 구조상 요금이 가장 낮은 시간과 높은 시간인 오전과 오후의 전력 사용량을 기준으로 목표 분류 결과를 표 2와 같이 설정할 수 있다.

[0045] [표 2]

구분	$EP_{오후} \leq EP_{오후,mean}$	$EP_{오후} > EP_{오후,mean}$
$EP_{오전} > EP_{오전,mean}$	목표 1	목표 3
$EP_{오전} \leq EP_{오전,mean}$	목표 2	목표 4

[0046]

[0047] 표 2에서, $EP_{오후,mean}$ 은 전체 전력 사용자들의 정규화값의 결과(도 2 참조)에서 오후 시간대의 최소값, 즉 제3 극점을 의미하고, $EP_{오전,mean}$ 은 전체 전력 사용자들의 정규화값의 결과에서 오전 시간대의 최대값, 즉 제2 극점을 의미한다. 따라서, 제2 극점과 제3 극점을 기준으로 전체 전력 사용자들의 전력 사용패턴을 총 4개의 그룹으로 분류할 수 있다.

[0048] 전력 사용패턴 분류는 앙상블 학습(Ensemble Learning) 중 랜덤 포레스트 분류기(Random Forest Classifier)를 이용하여 전력 사용자 분류를 수행할 수 있다. 랜덤 포레스트(Random Forest)는 무작위로 추출한 데이터를 이용하여 다수의 의사결정 트리를 생성하여 트리별로 학습을 수행한 후 최종적으로 모든 분류기(Classifier)의 결과를 보팅(Voting)하여 데이터를 분류하는 알고리즘이다.

[0049] 상술한 실시예와는 달리, 분류부(140)는 각 전력 사용자의 제2 극점을 $EP_{오전,mean}$ 과 비교하고 제3 극점을 $EP_{오후,mean}$ 과 비교하여 분류 동작을 수행할 수도 있다. 예컨대, 전력 사용자의 제2 극점이 $EP_{오전,mean}$ 보다 작고 전력 사용자의 제3 극점이 $EP_{오후,mean}$ 보다 작거나 같으면 목표 1에 대응하는 그룹(제1 그룹)으로 분류될 수 있다.

[0050] 분류의 성능은 전체 데이터와 극점을 이용하여 분류했을 경우를 비교하여 성능을 확인할 수 있는 ARI(Adjusted

Rand Index)를 이용하여 비교하였다. ARI는 분류 알고리즘을 통해 분류한 결과 데이터와 목표 결과 데이터 사이의 일치하는 정도인 일치도를 나타내는 지수로써 분류 결과 데이터 X_i 와 타겟 데이터 Y_j 사이의 ARI는 수학적식 2에 따라 계산된다.

[수학적식 2]

$$ARI = \frac{\sum_{i,j} \binom{z_{ij}}{2} - \left[\sum_i \binom{z_{i.}}{2} \times \sum_j \binom{z_{.j}}{2} \right] / \binom{z}{2}}{\frac{1}{2} \left[\sum_i \binom{z_{i.}}{2} + \sum_j \binom{z_{.j}}{2} \right] - \left[\sum_i \binom{z_{i.}}{2} \times \sum_j \binom{z_{.j}}{2} \right] / \binom{z}{2}}$$

수학적식 2에서, z_{ij} 는 X_i 와 Y_j 사이의 일치하는 데이터 수, $z_{i.}$ 는 X_i 에 해당하는 데이터 수, $z_{.j}$ 는 Y_j 에 해당하는 데이터 수, z 는 전체 데이터 수이고, 각 변수는 다음 표 3과 같이 정의된다.

[표 3]

	Y_1	Y_2	...	Y_j	Sum
X_1	z_{11}	z_{12}	...	z_{1j}	$z_{1.}$
X_2	z_{21}	z_{22}	...	z_{2j}	$z_{2.}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$	$\vdots$
X_i	z_{i1}	z_{i2}	...	z_{ij}	$z_{i.}$
Sum	$z_{.1}$	$z_{.2}$	...	$z_{.j}$	z

ARI를 이용한 분류 결과 평가는 $ARI \geq 0.9$ 는 Excellent, $0.8 \leq ARI < 0.9$ 는 Good, $0.65 \leq ARI < 0.8$ 는 Moderate, $ARI < 0.65$ 는 Poor로 평가된다. 전체 전력 데이터를 이용하여 전력 사용패턴을 분류한 결과와 극점을 이용하여 분류한 결과를 비교하면, 전체 데이터를 사용하면 분류 성능이 낮지만 극점을 이용할 경우 성능이 매우 크게 향상된다. 분류 결과에 따른 성능은 다음 표 4와 같이 나타난다.

[표 4]

구분	전체 데이터를 이용한 분류 결과					구분	극점을 이용한 분류 결과				
	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Sum		Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Sum
X_1	14	2	2	11	29	X_1	27	0	2	0	29
X_2	0	17	17	1	22	X_2	0	22	0	0	22
X_3	0	17	17	1	22	X_3	0	0	27	0	27
X_4	2	8	8	1	27	X_4	0	0	0	22	22
Sum	16	33	22	29	100	Sum	27	22	29	22	100
ARI	0.2753(=Poor)					ARI	0.9412(=Excellent)				

도 4는 분류부에 의한 분류 결과를 나타내는 그래프를 도시한다.

도 4를 참조하면, 분류 결과 Y_1 은 오전에는 상대적으로 전력 사용량이 크고 오후에는 전력 사용량이 작고, Y_2 는 오전에는 전력 사용량이 작고 오후에는 전력 사용량이 크게 나타난다. 그리고 Y_3 은 Y_1 과 비교했을 때 오전의 전력 사용량은 유사하지만 오후의 전력 사용량이 상대적으로 크고 Y_4 는 Y_1 과 비교했을 때 오후의 전력 사용량은 유사하지만 오전의 전력 사용량이 상대적으로 작게 나타남을 확인할 수 있다.

다시 도 1을 참조하면, 분류부(140)는 전력 사용패턴 분류 결과에 따른 소비자 맞춤형 정보제공 서비스 방안으로 계시별 요금제(일반형, 집중형)와 누진 요금제를 비교하여 요금제 추천 정보를 제공할 수 있다. 분류 결과에 따라 누진 전기 요금제와 계시별 요금제별 요금 차이(Rate_{diff})를 계산하여 그룹별 요금 차이를 표 5와 같이 분석하여 요금제 추천 및 에너지 절감 방안을 제안할 수 있다. 각 그룹별 요금 차이는 수학적식 3을 이용하여 계산될 수 있다.

[0062] [수학식 3]

$$Rate_{diff} = Rate_{\text{계시별}} - Rate_{\text{누진}}$$

[0064] 수학식 3에서 $Rate_{\text{계시별}}$ 은 계시별 요금제에 따른 요금을 나타내고, $Rate_{\text{누진}}$ 은 누진 전기 요금제에 따른 요금을 나타낸다.

[0065] [표 5]

구분	요금 차이[원]	
	A안	B안
Y1	-7,700	-7,800
Y2	-7,000	-6,700
Y3	-6,800	-6,600
Y4	-2,400	-2,200

[0066]

[0067] 여기서 요금의 차이는 각 그룹의 각 시간대별(또는 타임 스텝별) 평균 전력 사용량에 기초하여 산출될 수 있다. 이를 이해, 저장부(150)에는 누진 전기 요금제와 계시별 요금제에 대한 정보가 저장되어 있을 수 있다.

[0068] 즉, 분류부(140)는 각 사용자가 해당하는 그룹에 해당하는 요금 차이에 대한 정보를 산출하고 사용자에게 제공할 수 있다.

[0069] 저장부(150)에는 전력 사용패턴 분류 장치를 동작하기 위한 운영체제, 전력 사용패턴 분류 동작을 수행하기 위한 프로그램, 소스코드 등이 저장되어 있을 수 있다. 또한, 저장부(150)에는 데이터 수집부(110)에 의해 수집된 전력 데이터, 정규화부(120)에 의해 산출된 평균 전력 사용량 및/또는 정규화값, 특징 선택부(130)에 의해 추출(또는 선택)된 각 전력 사용자에게 대응하는 특징, 분류부(140)에 의한 분류 결과와 제공되는 정보 등이 저장될 수 있다.

[0070] 도 4는 도 1에 도시된 전력 사용패턴 분류 장치에 의해 수행되는 전력 사용패턴 분류 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. 이하에서, 전력 사용패턴 분류 방법을 설명함에 있어 앞선 기재와 중복되는 내용에 관하여는 그 상세한 기재를 생략하기로 한다.

[0071] 도 4를 참조하면, 전력 사용패턴 분류 방법은 전력 사용패턴 분류 장치(10)에 의해 수행되는 방법으로써, 적어도 일부의 단계는 전력 사용패턴 분류 장치에 포함되는 프로세서에 의한 동작으로 이해될 수도 있다.

[0072] 우선, 전력 사용패턴 분류 장치(10)의 데이터 수집부(110)는 전력 사용자들 각각에 대한 전력 데이터는 수집할 수 있다(S110). 전력 데이터는 전력 사용자들 각각이 사용하는 전력에 대한 정보(전력 사용량)를 포함한다. 또한, 전력 데이터는 미리 정해진 시간 구간 동안 사용하는 전력에 대한 정보(전력 사용량)를 의미할 수도 있다. 또한, 전력 데이터는 미리 정해진 시간 주기 동안 사용된 전력에 대한 정보(전력 사용량)를 포함할 수 있다. 예시적으로, 지능형 검침 인프라가 15분 단위로 사용 전력을 측정하는 경우, 24시간 동안 총 96개의 전력 데이터(전력 사용량)가 존재할 수 있다.

[0073] 다음으로, 전력 사용패턴 분류 장치(10)의 정규화부(120)는 전력 사용자들 각각에 대한 전력 데이터를 정규화할 수 있다(S130). 이를 위해, 정규화부(120)는 각 시간에서의 전력 사용량에 대한 평균을 산출할 수 있다.

[0074] 이후, 전력 사용패턴 분류 장치(10)의 특징 선택부(130)는 정규화부(120)에 의한 정규화 결과를 이용하여 각 전력 사용자의 전력 데이터에 대한 적어도 하나의 특징을 선택(또는 추출)할 수 있다(S150). 각 전력 사용자의 전력 데이터에 대한 특징은 제1 극점 내지 제4 극점을 포함하는 총 4개의 특징이 존재할 수 있다. 다만, 특징 선택부(130)는 제1 내지 제4 극점 중 분류 과정에 필요한 적어도 하나의 극점만(예컨대, 제2 극점과 제3 극점)을 선택(또는 추출)할 있다.

[0075] 다음으로, 전력 사용패턴 분류 장치(10)의 분류부(140)는 전력 사용자들 각각을(또는 전력 사용자들 각각의 전력 데이터를) 그룹화할 수 있다(S170). 추가적으로, 분류부(140)는 전력 사용패턴 분류 결과에 따른 소비자 맞춤형 정보제공 서비스 방안으로 계시별 요금제(일반형, 집중형)와 누진 요금제를 비교하여 요금제 추천 정보를 생성할 수 있다.

[0076] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성 요소, 소프트웨어 구성 요소, 및/또는 하드웨어 구성 요소 및 소프트웨어 구성 요소의 집합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성 요소는, 예를 들어,

프로세서, 컨트롤러, ALU(Arithmetic Logic Unit), 디지털 신호 프로세서(Digital Signal Processor), 마이크로컴퓨터, FPA(Field Programmable array), PLU(Programmable Logic Unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(Operation System, OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(Processing Element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(Parallel Processor)와 같은, 다른 처리 구성(Processing Configuration)도 가능하다.

[0077] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(Computer Program), 코드(Code), 명령(Instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(Collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성 요소(Component), 물리적 장치, 가상 장치(Virtual Equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(Signal Wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(Embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0078] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(Magnetic Media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(Optical Media), 플롭티컬 디스크(Floptical Disk)와 같은 자기-광 매체(Magneto-optical Media), 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

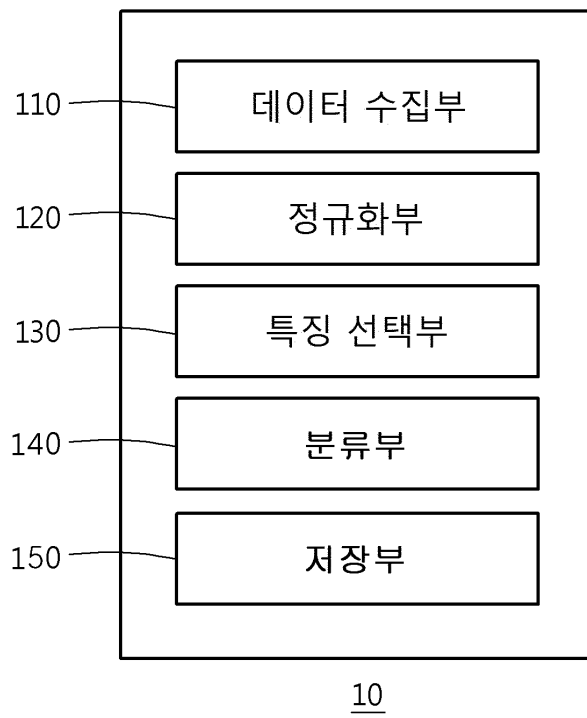
[0079] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성 요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성 요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

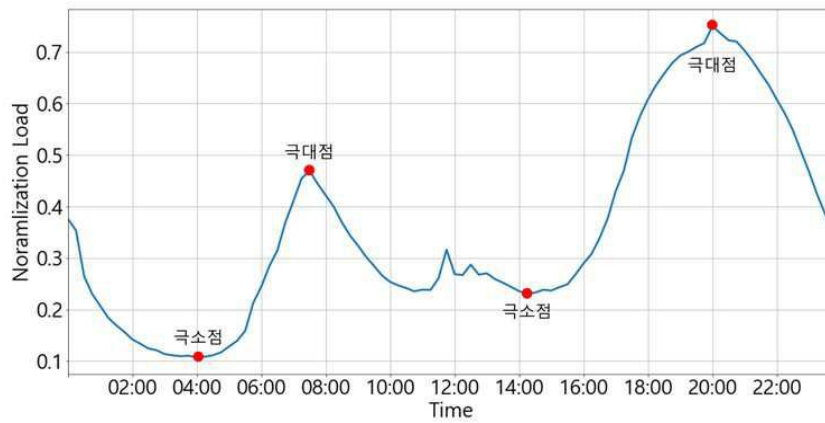
[0080] 10 : 전력 사용패턴 분류 장치
110 : 데이터 수집부
120 : 정규화부
130 : 특징 선택부
140 : 분류부
150 : 저장부

도면

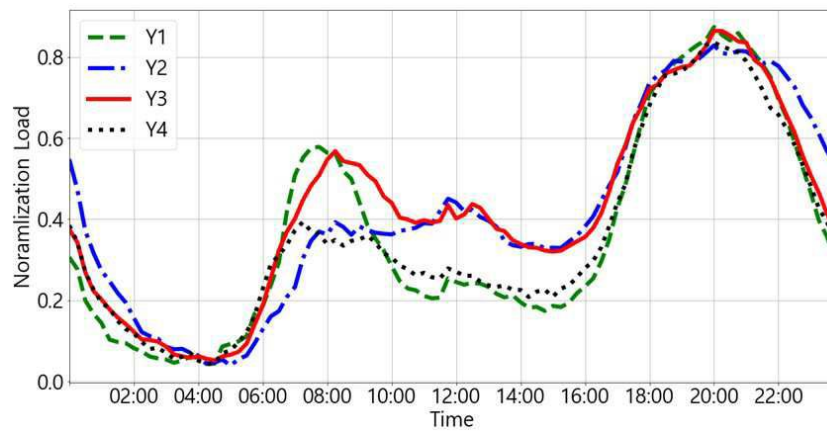
도면1



도면2



도면3



도면4

