



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0058113
(43) 공개일자 2018년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 21/133 (2006.01) G01R 23/165 (2006.01)
G05B 15/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G01R 21/133 (2013.01)
G01R 23/165 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0156814
(22) 출원일자 2016년11월23일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
부산대학교 산학협력단
부산광역시 금정구 부산대학로63번길 2 (장전동, 부산대학교)

(72) 발명자
김호원
부산광역시 사하구 다대낙조2길 100, 218동 1603호 (다대동, 롯데캐슬물운대아파트)

김지현
부산광역시 해운대구 해운대로161번길 12, 102동 2002호 (재송동, 센텀동부센트레빌아파트)
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
오위환, 나성곤, 정기택

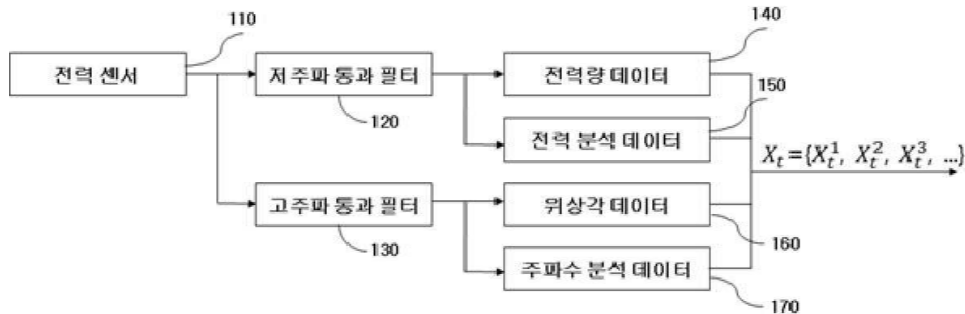
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 가전기기 고유값 추출을 이용한 가전기기 분류 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명은 가전기기 분류 시스템에 관한 것으로, 구체적으로 수용가에서 수집되는 전력 데이터를 분석하여 사용 중인 가전기기를 분류하는 방법인 NILM(Non-Intrusive Load Monitoring)에 머신러닝과 최신 기술인 딥러닝(Deep Learning)을 적용하기 전에 필터를 이용하여 전력의 임피던스 성분을 추출하여 가전기기를 분류하는 가전기기 고유값 추출을 이용한 가전기기 분류 시스템 및 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G05B 15/02 (2013.01)

Y04S 20/30 (2013.01)

(72) 발명자

김해용

울산광역시 남구 문수로423번길 4-23, 401호 (신정동, 늘봄빌라트)

김재현

부산광역시 동구 초량중로77번길 13 (초량동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711026808(H8501-15-1017)

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 대학ICT연구센터육성지원사업

연구과제명 에너지 효율화를 위한 사물인터넷 플랫폼 개발 및 창의적 인재 양성

기여율 1/2

주관기관 부산대학교 산학협력단

연구기간 2015.01.01 ~ 2016.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711042433

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 Grand ICT연구센터 지원사업

연구과제명 IoT 및 지능정보기반 동남권 제조 IT 기술 혁신 및 인재양성

기여율 1/2

주관기관 부산대학교

연구기간 2016.06.01 ~ 2016.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

소비 전력 데이터를 출력하는 전력센서;

전력센서에서 소비 전력 데이터를 스트림으로 입력받아 저주파 성분을 추출하는 저주파 통과 필터 및 전력센서에서 소비 전력 데이터를 스트림으로 입력받아 고주파 성분을 추출하는 고주파 통과 필터;

저주파 통과 필터의 저주파 성분으로부터 전력량 데이터를 출력하는 전력량 데이터 출력부; 및 저주파 성분으로부터 해당 데이터의 추이를 이용한 전력 분석 데이터를 출력하는 전력 분석 데이터 출력부;

고주파 통과 필터의 고주파 성분으로부터 위상각 데이터를 출력하는 위상각 데이터 출력부 및 고주파 성분으로부터 주파수 분석 데이터를 출력하는 주파수 분석 데이터 출력부;를 포함하고,

가전기기 분류 모델에 사용될 에너지 데이터 셋을 추출하는 것을 특징으로 하는 가전기기 고유값 추출을 이용한 가전기기 분류 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 전류량의 변화와 위상각의 변화를 기준으로 2차 추출하는 임피던스 분석부 및 이를 이용한 가전 기기 분류부를 포함하는 임피던스 모델링부를 더 포함하고,

전력량 데이터, 전력 분석 데이터, 위상각 데이터, 주파수 분석 데이터의 전체 혹은 일부의 조합을 NILM 시스템의 학습 및 분류 데이터로 이용하는 것을 특징으로 하는 가전기기 고유값 추출을 이용한 가전기기 분류 시스템.

청구항 3

전력센서로부터 소비 전력 데이터를 스트림으로 입력받아 저주파 성분 및 고주파 성분을 구분하여 추출하는 단계;

저주파 성분으로부터 전력량 데이터를 출력하고, 저주파 성분으로부터 해당 데이터의 추이를 이용한 전력 분석 데이터를 출력하는 단계;

고주파 성분으로부터 위상각 데이터를 출력하고, 고주파 성분으로부터 주파수 분석 데이터를 출력하는 단계;

전력량 데이터, 전력 분석 데이터, 위상각 데이터, 주파수 분석 데이터의 전체 혹은 일부의 조합을 이용하여 NILM 시스템의 학습 및 분류 데이터로 이용하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 가전기기 고유값 추출을 이용한 가전기기 분류 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 가전기기 분류 시스템에 관한 것으로, 구체적으로 수용가에서 수집되는 전력 데이터를 분석하여 전력의 임피던스 성분을 추출하여 가전기기를 분류하는 가전기기 고유값 추출을 이용한 가전기기 분류 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 화석연료의 고갈로 전 세계적으로 에너지의 효율적인 사용에 대한 관심이 높아지고 있다. 이에 따라, 미국, 유럽 등 선진국을 중심으로 전력망에 ICT기술을 접목한 스마트 그리드 기술이 실현되고 있다.

[0003] 각 수용가의 소비전력을 측정하여 전송하는 스마트 미터가 설치되어 소비전력을 이용한 모니터링 및 전력 예측이 가능해지고 있다.

- [0004] 그러나 단순히 수용가의 총 소비전력을 수집하는 것만으로 정확한 에너지 사용예측이 어렵다. 보다 정확한 예측을 위해서는 수용가에서 사용하는 가전기기 단계에서의 소비전력 정보수집이 필요하다.
- [0005] 이를 실현하기 위한 기술로 NILM(Non-intrusive Load Monitoring)이 있다.
- [0006] NILM은 수용가의 전력 데이터를 분석하여 어떠한 가전기기가 사용되고 있는지 알아내는 기술이다. 따라서 NILM을 이용하여 수용가의 가전기기 단계에서의 소비전력 정보 수집이 가능해진다.
- [0007] 하지만, 지금까지 연구되고 상용화되었던 가전기기 분류 모델들은 실제로 상용화하기에 정확도가 충분하지 못하다.
- [0008] 가전기기별로 전기 에너지를 관리하기 위해서는, 서비스 제공자가 일정기간 동안 라벨링된 데이터를 확보해야 한다.
- [0009] 이를 위해서 가전기기마다 센서를 부착하여 데이터를 수집하거나 사용자가 가전기기를 사용할 때마다 서비스 제공자에게 가전기기 사용정보를 제공해야 하기 때문에 현실적으로 불가능하다.
- [0010] 다른 방법으로, 사용자가 최초 서비스 실행 시 가전기기의 목록과 기기별 소비전력 정보를 서비스 제공자에게 보내어, 추측을 통하여 모델을 생성하는 방법이 있지만, 이는 사용자의 불편함뿐만 아니라 생성된 모델도 정확하지 않다.
- [0011] 특히 일반적인 스마트 미터의 경우 전력센서를 통해 입력된 Raw 데이터를 저주파 통과 필터를 이용하여, 신호 잡음과 위상변화 등의 고주파 성분을 제거하고, 이를 이용한 보정 및 계산을 통해 소비 전류량을 측정한다.
- [0012] 이러한 측정법은 하나의 센서를 통해 하나의 데이터 스트림을 얻을 수 있는 한계를 가지게 되며, 이러한 데이터를 이용한 분류 모델의 경우 모델링의 정확도에 태생적인 제약을 가지게 된다.
- [0013] 특히 유사한 소비전력을 가지는 기기 혹은 multi-state 기기의 모델링에서 정확도 하락을 가져옴에 따라, 추가적인 인지 센서 장착 혹은 다수의 전류측정센서를 이용한 그룹별 측정을 통해 이를 보완하는 방안이 이용되고 있다.
- [0014] 따라서, 종래 기술의 가전기기 분류 모델의 문제점을 해결하여 정확도를 높일 수 있는 새로운 가전기기 분류 방법의 개발이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0015] (특허문헌 0001) 한국공개특허번호 10-2014-0066819호
(특허문헌 0002) 한국공개특허번호 10-2012-0018854호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0016] 본 발명은 이와 같은 종래 기술의 가전기기 분류 방법의 문제를 해결하기 위한 것으로, 수용가에서 수집되는 전력 데이터를 분석하여 전력의 임피던스 성분을 추출하여 가전기기를 분류하는 가전기기 고유값 추출을 이용한 가전기기 분류 시스템 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0017] 본 발명은 수용가에서 수집되는 전력 데이터를 분석하여 사용 중인 가전기기를 분류하는 방법인 NILM(Non-Intrusive Load Monitoring)에 머신러닝과 최신 기술인 딥러닝(Deep Learning)을 적용하기 전에 필터를 이용하여 전력의 임피던스 성분을 추출하여 가전기기를 분류하는 가전기기 고유값 추출을 이용한 가전기기 분류 시스템 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0018] 본 발명은 스마트 모니터에서 사용되는 단순 전류 값 측정방식이 아닌, 전류 센서에서 측정된 고주파수 성분과 주기 내 Peak값을 이용한 주파수 분석을 통해 가전기기의 임피던스를 모델링 하고, 이를 학습 및 분류 모델의 입력데이터로 활용하는 가전기기 고유값 추출을 이용한 가전기기 분류 시스템 및 방법을 제공하는데 그 목적이

있다.

[0019] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0020] 이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 가전기기 고유값 추출을 이용한 가전기기 분류 시스템은 소비 전력 데이터를 출력하는 전력센서; 전력센서에서 소비 전력 데이터를 스트림으로 입력받아 저주파 성분을 추출하는 저주파 통과 필터 및 전력센서에서 소비 전력 데이터를 스트림으로 입력받아 고주파 성분을 추출하는 고주파 통과 필터; 저주파 통과 필터의 저주파 성분으로부터 전력량 데이터를 출력하는 전력량 데이터 출력부; 및 저주파 성분으로부터 해당 데이터의 추이를 이용한 전력 분석 데이터를 출력하는 전력 분석 데이터 출력부; 고주파 통과 필터의 고주파 성분으로부터 위상각 데이터를 출력하는 위상각 데이터 출력부 및 고주파 성분으로부터 주파수 분석 데이터를 출력하는 주파수 분석 데이터 출력부;를 포함하고, 가전기기 분류 모델에 사용될 에너지 데이터 셋을 추출하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 여기서, 전류량의 변화와 위상각의 변화를 기준으로 2차 추출하는 임피던스 분석부 및 이를 이용한 가전 기기 분류부를 포함하는 임피던스 모델링부를 더 포함하고, 전력량 데이터, 전력 분석 데이터, 위상각 데이터, 주파수 분석 데이터의 전체 혹은 일부의 조합을 NILM 시스템의 학습 및 분류 데이터로 이용하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 가전기기 고유값 추출을 이용한 가전기기 분류 방법은 전력센서로부터 소비 전력 데이터를 스트림으로 입력받아 저주파 성분 및 고주파 성분을 구분하여 추출하는 단계; 저주파 성분으로부터 전력량 데이터를 출력하고, 저주파 성분으로부터 해당 데이터의 추이를 이용한 전력 분석 데이터를 출력하는 단계; 고주파 성분으로부터 위상각 데이터를 출력하고, 고주파 성분으로부터 주파수 분석 데이터를 출력하는 단계; 전력량 데이터, 전력 분석 데이터, 위상각 데이터, 주파수 분석 데이터의 전체 혹은 일부의 조합을 이용하여 NILM 시스템의 학습 및 분류 데이터로 이용하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0023] 이와 같은 본 발명에 따른 가전기기 고유값 추출을 이용한 가전기기 분류 시스템 및 방법은 다음과 같은 효과를 갖는다.

[0024] 첫째, 수용가에서 수집되는 전력 데이터를 분석하여 전력의 임피던스 성분을 추출하여 가전기기를 분류하여 정확도를 높일 수 있다.

[0025] 둘째, NILM(Non-Intrusive Load Monitoring)에 머신러닝과 최신 기술인 딥러닝(Deep Learning)을 적용하기 전에 필터를 이용하여 전력의 임피던스 성분을 추출하여 높은 정확도와 효율을 갖도록 한다.

[0026] 셋째, 스마트 모니터에서 사용되는 단순 전류 값 측정방식이 아닌, 전류 센서에서 측정된 고주파수 성분과 주기 내 Peak값을 이용한 주파수 분석을 통해 가전기기의 임피던스를 모델링 하고, 이를 학습 및 분류 모델의 입력데이터로 활용하여 가전기기 분류 정확도를 높일 수 있다.

[0027] 넷째, 임피던스 벡터 분석방법을 머신러닝 및 딥러닝을 이용한 분류기법에 추가로 적용할 시 기존의 전류량만을 이용한 분석방법 대비 높은 정확도와 효율을 갖도록 한다.

[0028] 다섯째, 유사 전력 사용량을 가지는 기기간의 구분 또는 multi-state인 가전기기의 모델링이 가능해짐에 따라, 장비의 상태 감지 및 다중장비 분류에 이점을 가지게 된다.

[0029] 여섯째, NILM 모델들의 정확도, 분류 속도, 사용자의 불편함에 대한 문제를 해결함과 동시에 가전기기 분류 정확도를 높여 실용성을 높일 수 있다.

[0030] 또한, 이를 이용해 소비전력에 관한 정보뿐만 아니라 가전기기 분류 정보를 얻어 다른 시스템이나 서비스에 사용할 수 있다.

[0031] 일곱째, 제한된 환경의 임베디드 장비에서 가전기기 분류를 가능하게 하며, 기존의 다양한 딥러닝 및 머신러닝을 이용한 분류 기법에서도 추가적인 변수로 활용 가능해 시스템에 정확도 향상에 기여할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 단일 전류센서를 이용한 다중 분석 데이터를 생성을 위한 가전기기 분류 시스템의 구성도
 도 2는 생성된 데이터를 이용하여 가전기기의 임피던스를 모델링 하는 과정을 나타낸 구성도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하, 본 발명에 따른 가전기기 고유값 추출을 이용한 가전기기 분류 시스템 및 방법의 바람직한 실시 예에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0034] 본 발명에 따른 가전기기 고유값 추출을 이용한 가전기기 분류 시스템 및 방법의 특징 및 이점들은 이하에서의 각 실시 예에 대한 상세한 설명을 통해 명백해질 것이다.

[0035] 도 1은 단일 전류센서를 이용한 다중 분석 데이터를 생성을 위한 가전기기 분류 시스템의 구성도이고, 도 2는 생성된 데이터를 이용하여 가전기기의 임피던스를 모델링 하는 과정을 나타낸 구성도이다.

[0036] 본 발명은 수용가에서 수집되는 전력 데이터를 분석하여 사용 중인 가전기기를 분류하는 방법인 NILM(Non-Intrusive Load Monitoring)에 머신러닝과 최신 기술인 딥러닝(Deep Learning)을 적용하기 전에 필터를 이용하여 전력의 임피던스 성분을 추출하여 가전기기를 분류하는 것이다.

[0037] 먼저, 전력 데이터를 분석하기 위해 필터를 이용한 데이터 가공과 가공된 데이터를 딥러닝 및 머신러닝을 통해 분석하는 방법을 설명하면 다음과 같다.

[0038] 딥러닝은 최근 딥 마인드의 알파고로 국내뿐만 아니라 전 세계적으로 이슈가 되고 있는 기술로, 사람의 뇌를 구성하는 뉴런이 동작하는 방식을 모방한 접근 방식이다.

[0039] 학습 데이터를 제공하면 컴퓨터가 스스로 학습하여 판단하거나 분류하는 것이 가능해진다.

[0040] 딥러닝은 크게 RNN(Recurrent Neural Network)와 CNN(Convolutional Neural Network)으로 나눌 수 있다.

[0041] RNN은 딥러닝 알고리즘 중 하나로 순차적으로 입력되는 데이터를 분석하여 학습하는 알고리즘이다. 특정 시간 동안의 입/출력 데이터 셋을 제공하면, 해당 시간 동안의 연속적인 데이터들의 관계를 학습하여 가전기기 분류 모델을 생성할 수 있다.

[0042] 또한, CNN은 영상처리, 얼굴 인식 등 다양한 분야에서 사용되는데, 시간에 따른 전력의 변화를 그래프로 그린 후 학습 데이터로 사용하는 것이 가능하다.

[0043] 이러한 머신러닝 및 딥러닝에 이용하는 대표적인 데이터는 전력 데이터가 있다.

[0044] 교류회로에서 전력 사용량을 표기하는 대표적인 방법은 피상전력(Apparent Power)과 유효전력(Effective Power)이 있다.

[0045] 피상전력은 교류회로에서 역률을 고려하지 않고 순수 저항성분만 있다는 가정하에 계산된 값이다. 교류회로에서 임피던스는 실수 성분을 가지는 저항과 복소 성분을 가지는 커패시터와 인덕터의 조합인데, 피상전력은 이러한 복소 성분을 고려하지 않음에 따라 전류측정만을 통해 쉽게 계산이 가능하다.

[0046] 반면 유효전력은 교류회로에서 나타나는 전압과 전류의 위상 차이를 고려하여 계산된 값으로, 실제 가전기기가 사용하는 전력량을 나타내게 된다. 유효전력을 측정하기 위해서는 전류 값뿐 아니라, 전압과 전류의 위상 차이를 전력분석기와 같은 정밀 장비를 이용하여 측정하여야 한다.

[0047] 본 발명은 수용가의 소비전력을 분석하여 현재 사용 중인 가전기기를 알아내는 NILM 기술의 분류 정확도 및 다양한 머신러닝 기법에 활용 가능한 전력 데이터추출방법을 포함한다.

[0048] 이하, 첨부된 도면을 참고하여 본 발명에 대한 구체적인 설명은 다음과 같다.

[0049] 도 1은 단일 전력센서를 이용하여 가전기기 분류 모델에 사용될 에너지 데이터 셋을 추출하는 구성을 나타낸 것이다.

[0050] 소비 전력 데이터를 출력하는 전력센서(110)와, 전력센서(110)에서 소비 전력 데이터를 스트림으로 입력받아 저주파 성분을 추출하는 저주파 통과 필터(120) 및 전력센서(110)에서 소비 전력 데이터를 스트림으로 입력받아 고주파 성분을 추출하는 고주파 통과 필터(130)와, 저주파 통과 필터(120)의 저주파 성분으로부터 전력량 데이터를 출력하는 전력량 데이터 출력부(140)와, 저주파 통과 필터(120)의 저주파 성분으로부터 해당 데이터의 추이를 이용한 전력 분석 데이터를 출력하는 전력 분석 데이터 출력부(150)와, 고주파 통과 필터(130)의 고주파

성분으로부터 위상각 데이터를 출력하는 위상각 데이터 출력부(160)와, 고주파 통과 필터(130)의 고주파 성분으로부터 주파수 분석 데이터를 출력하는 주파수 분석 데이터 출력부(170)를 포함한다.

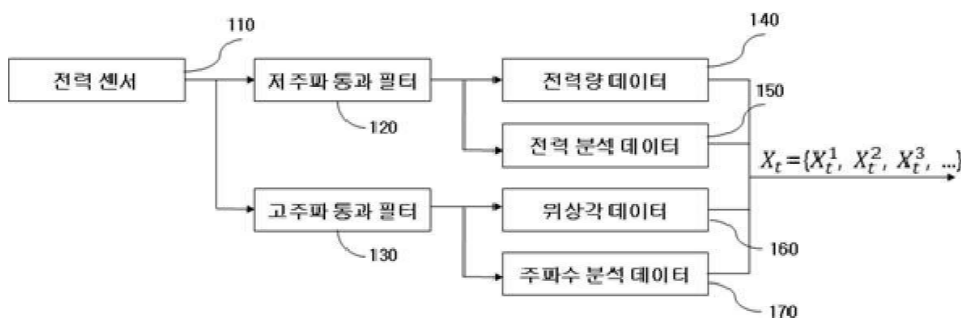
- [0051] 이와 같이 생성 변환된 에너지 데이터 셋(전력량 데이터, 전력 분석 데이터, 위상각 데이터, 주파수 분석 데이터)의 전체 혹은 일부의 조합을 이용하여 NILM시스템의 학습 및 분류 데이터로 이용한다.
- [0052] 도 2는 도 1의 변환 기법을 통해 추출된 데이터의 시간 변화를 이용하여 새로운 기기의 추가와, multi-state의 기기의 상태 감지에 활용 가능한 임피던스를 모델링 하는 구성을 나타낸 것이다.
- [0053] 임피던스 모델링부는 소비전류, 전력의 전체량이 아닌 전류량의 변화와 위상각의 변화를 기준으로 2차 추출하는 임피던스 분석부 및 이를 이용한 가전 기기 분류부를 포함한다.
- [0054] 소비전류, 전력의 전체량이 아닌 전류량의 변화와 위상각의 변화를 기준으로 2차 추출한 임피던스 모델은 단일 변수로 SVM과 같은 간단한 머신러닝 기법뿐 아니라 딥러닝을 활용한 복잡한 분류기법에서의 추가 입력 변수로 활용 가능하여 기기분류의 정확도를 높일 수 있다.
- [0055] 본 발명에 따른 가전기기 고유값 추출을 이용한 가전기기 분류 방법은 전력센서로부터 소비 전력 데이터를 스트림으로 입력받아 저주파 성분 및 고주파 성분을 구분하여 추출하는 단계와, 저주파 성분으로부터 전력량 데이터를 출력하고, 저주파 성분으로부터 해당 데이터의 주이를 이용한 전력 분석 데이터를 출력하는 단계와, 고주파 성분으로부터 위상각 데이터를 출력하고, 고주파 성분으로부터 주파수 분석 데이터를 출력하는 단계와, 전력량 데이터, 전력 분석 데이터, 위상각 데이터, 주파수 분석 데이터의 전체 혹은 일부의 조합을 이용하여 NILM 시스템의 학습 및 분류 데이터로 이용하는 단계를 포함한다.
- [0056] 이와 같은 가전기기 고유값 추출을 이용한 가전기기 분류 시스템 및 방법은 수용가에서 수집되는 전력 데이터를 분석하여 사용 중인 가전기기를 분류하는 방법인 NILM(Non-Intrusive Load Monitoring)에 머신러닝과 최신 기술인 딥러닝(Deep Learning)을 적용하기 전에 필터를 이용하여 전력의 임피던스 성분을 추출하여 가전기기를 분류하는 것이다.
- [0057] 이상에서의 설명에서와 같이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 본 발명이 구현되어 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [0058] 그러므로 명시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 하고, 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구 범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

- [0059] 110. 전력 센서
- 120. 저주파 통과 필터
- 130. 고주파 통과 필터
- 140. 전력량 데이터 출력부
- 150. 전력 분석 데이터 출력부
- 160. 위상각 데이터 출력부
- 170. 주파수 분석 데이터 출력부

도면

도면1



도면2

