

통합검침데이터 기반 수용가 내 사람의 활동 및 비활동 감지 방법 연구

김지현*, 김선익*, 김해순*, 주용재*
한국전력공사 전력연구원*

Research for human activity/inactivity detection method based on integrated metering data in house

Ji-Hyun Kim*, Sun-Ic Kim*, Hae-Soon Kim*, Yong-Jae Joo*
KEPCO Research Institute*

Abstract - 본 논문에서는 통합자동원격검침시스템(전력량계, 가스계량기, 수도계량기)으로부터 주기적으로 취득된 전기, 가스, 수도 사용량 데이터를 분석하여 수용가 내 사람의 활동 및 비활동을 감지하는 방법, 수용가 내 사람의 활동 및 비활동 판단 임계치(Base Line, Base Level) 산출방법에 대해 연구하였다.

1. 서 론

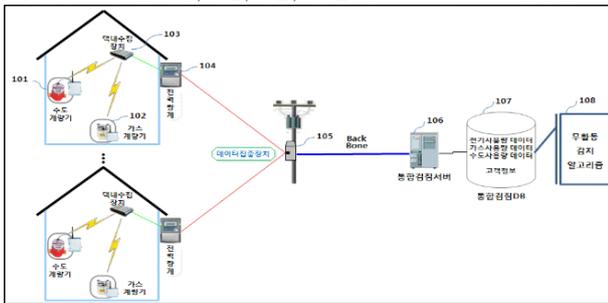
기존에는 사람의 활동/비활동 감지 및 고독사 예방 등의 안전 서비스를 제공하기 위하여 수용가 내에 활동감지센서, 긴급호출 버튼 등과 같은 센서를 설치하였다. 하지만 이러한 방법은 센서 설치, 센서 고장 및 오동작, 센서 내장 배터리 교환 등의 비용발생과 유지보수의 어려움이 존재한다.

본 논문에서는 수용가의 전력량계, 가스계량기, 수도계량기로부터 주기적으로 취득된 전기, 가스, 수도 사용량 데이터를 분석하여 수용가 내 사람의 활동/비활동을 감지하는 방법을 제시함으로써 기존의 문제점인 센서 관련 비용발생과 유지보수의 어려움을 해결할 수 있다. 또한 수용가의 입장에서 수용가 내에 센서가 부착됨으로 인한 불편이나 사생활 침해를 방지할 수 있다.

2. 본 론

2.1 통합검침시스템

<그림 1>에서는 전기, 가스, 수도 사용량을 원격으로 자동검침하는 통합검침시스템의 구성도를 나타낸다. 검침주기는 통합검침서버(106)에서 실시간, 1분, 5분, 15분 등으로 임의로 설정한다.



<그림 1> 통합자동원격검침시스템 구성도

수도계량기(101)는 수도사용량을 계량하며 검침서버에서 설정한 주기로 수도사용량 데이터를 맥내 수집 장치로 전송하며 RF, PLC 등 다양한 통신방법을 사용할 수 있다.

가스계량기(102)는 가스사용량을 계량하며 검침서버에서 설정한 주기로 가스사용량 데이터를 맥내 수집 장치로 전송하며 RF, PLC 등 다양한 통신방법을 사용할 수 있다.

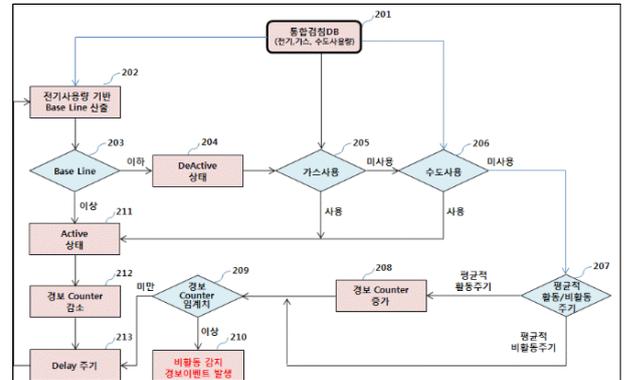
맥내 수집 장치(103)는 가스 및 수도계량기로부터 사용량 데이터를 수집 및 저장하고 검침서버에서 설정한 주기로 전력량계로 전송한다. RF, PLC 등 다양한 통신방법을 사용할 수 있다.

전력량계(104)는 전기사용량을 계량 및 저장한다. 또한 맥내 수집 장치로부터 수집한 가스, 수도 사용량 데이터를 저장하고 전기, 가스, 수도 사용량 데이터를 검침서버에서 설정한 주기로 데이터 집중장치로 전송한다. RF, PLC 등 다양한 통신방법을 사용할 수 있다.

데이터집중장치(105)는 1개 수용가의 전력량계 또는 다수 수용가의 전력량계로부터 전기, 가스, 수도 사용량 데이터를 수집 및 저장하며 검침서버에서 설정한 주기로 통합검침서버로 전송한다.

2.2 수용가 내 사람의 활동 및 비활동 감지 방법

<그림 2>는 통합자동원격검침시스템<그림 1>에 의해 취득되어 저장된 통합검침DB(201)의 전기, 가스, 수도 사용량 데이터를 기반으로 특정 수용가 내 사람의 활동 및 비활동을 감지하는 방법을 나타낸다. 전기, 가스, 수도 사용량 데이터를 기반으로 수용가 내 사람의 비활동을 감지하는 방법은 1차는 전기사용량으로, 2차는 가스사용량으로, 3차는 수도사용량으로, 4차는 평균적 활동/비활동 주기로, 5차(최종)는 누적된 정보 Counter수를 바탕으로 산출한 정보 Counter 임계치를 사용함으로써 비활동 상태 감지 정확도를 높였다.



<그림 2> 수용가 내 사람의 활동 및 비활동 감지 방법

BaseLine(활동과 비활동을 구분하는 기준값) 산출 단계(202)에서는 Curve Fitting(Peak Detection)에 의한 임계치 산출 방법 <그림 3> 또는 Fourier Analysis에 의한 상시(기본)전력 사용량 추출 방법<그림 4>에 의해 Base Line 값을 산출한다.

BaseLine 이상/이하 판정 단계(203)에서는 현재의 전기사용량 값이 BaseLine값 이상일 경우에는 수용가 내 사람이 활동하고 있는 Active상태로 판정하고, 이하일 경우에는 수용가 내 사람이 활동하고 있지 않는 DeActive상태로 판정한다.

수용가가 Active상태로 판정될 경우는 Active상태 설정 단계(211)로 이동하여 수용가가 활동상태임을 나타내는 정보를 저장한다. 또한 정보 Counter 감소 단계(212)로 이동하여 정보 Counter를 감소시킨다. 정보 Counter가 증가할수록 수용가 내 사람이 비활동 상태일 확률이 높음을 의미하며, 감소할수록 수용가 내 사람이 활동상태일 확률이 높음을 의미한다. 그리고 Delay 주기 단계(213)로 이동하여 설정한 주기가 경과하면 BaseLine 산출단계(202)로 이동한다. Delay 주기는 수용가의 활동/비활동을 판단하는 주기이다.

수용가가 DeActive상태로 추정될 경우는 DeActive상태 단계(204)로 이동하여 수용가가 비활동 상태로 추정됨을 나타내는 정보를 저장하고, 가스 사용/미사용 판단 단계(205)로 이동하여 이전 가스사용량 값과 현재 사용량 값을 비교하여 값이 증가하면 Active상태로 판단하고 Active상태 설정 단계(211)로 이동하여 수용가가 활동상태임을 나타내는 정보를 저장한다. 증가하지 않으면 DeActive상태로 추정하고, 수도 사용/미사용 판단 단계(206) 단계로 이동하여 이전 수도사용량 값과 현재 사용량 값을 비교하여 값이 증가하면 Active상태로 판단하고 Active상태 설정 단계(211)로 이동하여 수용가가 활동상태임을 나타내는 정보를 저장한다. 증가하지 않으면 DeActive상태로 추정하고, 평균적 활동/비활동 주기 판단 단계(207)로 이동하여 평균적 활동주기가 되면 정보 Counter 증가 단계(208)로 이동하여 정보 Counter를 증

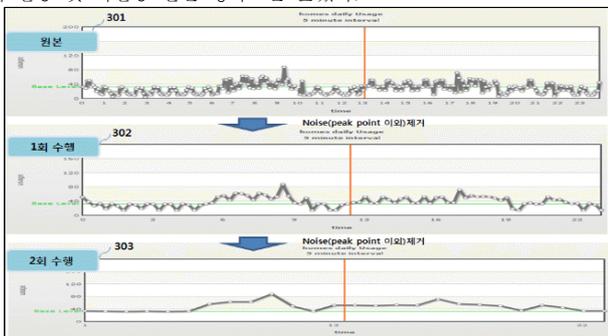
가시진다. 평균적 활동주기는 점심식사, 저녁식사 시간 등 사람이 통상적으로 활동하는 시간대를 고려하여 산출한 활동 주기이다. 평균적 비활동 주기로 판단되면 정보 Counter 임계치 이상/이하 판단 단계(209)로 이동한다.

경보 Counter 임계치 이상/이하 판단 단계(209)에서 임계치 미만이면 Delay 주기 단계(213)로 이동한다. 임계치 이상일 경우에는 비활동 감지 이벤트 발생 단계(210)로 이동하여 비활동 감지 이벤트를 발생 시킨다

2.3 Peak Detection 기반 활동 및 비활동 판단 임계치 산출방법

<그림 3>은 Peak Detection 방법에 의한 전기사용량 데이터 기반 수용가 내 사람의 활동 및 비활동 판단 임계치(Base Line, Base Level) 산출방법을 나타낸다. <그림 3>에서 기술하는 임계치는 활동(Active)과 비활동(DeActive)을 구분하는 기준선(Base Line, Base Level)을 의미하며, Peak는 상승에서 하강으로 변화는 점으로 수용가 내에서 전등 등 가전기기를 추가로 on시킨 점을 의미하며, MAX는 Peak 시 Usage 값을 의미한다.

과거부터 현재까지 상시 전기사용량의 파형으로부터 수용가 내 활동을 의미하는 Peak Point 이외의 점들을 Noise로 보고 이를 제거해 나감으로써 결국 수용가 내에 활동을 의미하는 점들만을 남게되며 이때 최저값을 수용가 내 사람의 활동 및 비활동을 판단하는 임계치로 함으로써 활동 및 비활동 판단 정확도를 높였다.



<그림 3> Peak Detection 기반 활동/비활동 판단 임계치 산출방법

<그림 3>의 301은 통합검침DB(<그림 2>의 201)로부터 현재시점으로부터 과거 일정기간(예 : 4주)의 전기사용량 데이터(1분 단위, 5분 단위, 15분 단위 등)를 읽어 들여 시간대에 따른 전기사용량을 그래프로 나타내는 상시 사용량 파형 도출 단계이다.

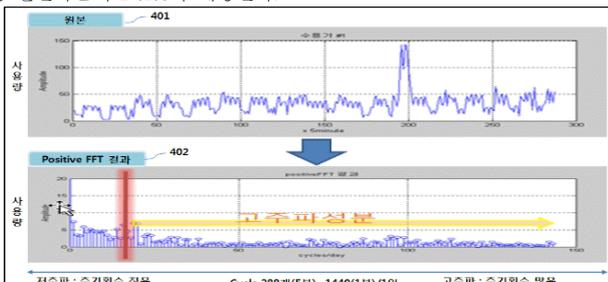
<그림 3>의 302는 상시 사용량 파형 도출 단계(301)로부터 도출된 파형에서 Noise(Peak Point 이외)를 제거한 후, MIN(Usage)을 Base Level로 정하는 1차 Base Level 도출 단계이다.

<그림 3>의 303은 1차 Base Level 도출 단계(302)로부터 도출된 파형에서 2차 Noise(Peak Point 이외)를 제거한 후, MIN(Usage)을 Base Level로 정하는 2차 Base Level 도출 단계이다.

2.4 상시(기본)전력사용량 기반 임계치 산출법

<그림 4>는 수용가 내의 가전 등에 의해 주기적으로 일정하게 사용되는 전력량인 상시(기본) 전력사용량(활동과 비활동을 판단하는데 Noise에 해당)을 분리하여 이를 기반으로 임계치(Base Line, Base Level)를 산출하는 방법을 나타낸다. <그림 4>에서 보면 FFT의 Input으로 하나의 수용가에서 사용한 전력소비량의 샘플들(discrete한 값)이 들어간다.

수용가 내의 냉장고, 환풍기, 냉난방 기기의 경우 각각 고유의 일정한 주기로 전력을 소비한다. 따라서 수용가 내의 가전 등에 의해 주기적으로 일정하게 사용되는 전력량인 상시(기본) 전력사용량은 활동과 비활동을 판단하는데 Noise에 해당된다.



<그림 4> 전력기기 기본 전력사용량 기반 활동/비활동 판단 임계치 산출방법

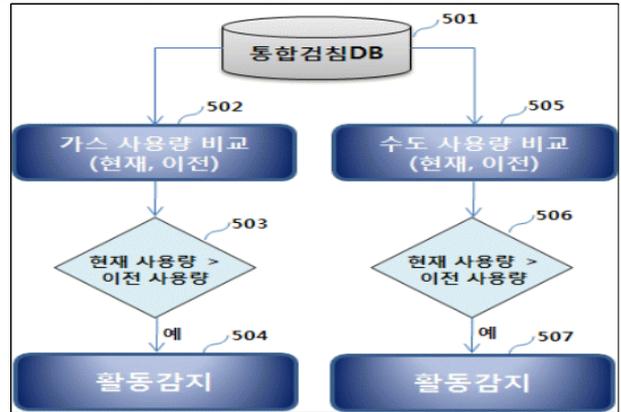
<그림 4>의 401은 통합검침DB(Fig.2의 201)로부터 현재시점으로부터 과거 일정기간(예 : 4주)의 전기사용량 데이터(1분 단위, 5분 단위, 15분

단위 등)를 읽어 들여 시간대에 따른 전기사용량을 그래프로 나타내는 상시 사용량 파형 도출 단계이다.

<그림 4>의 402는 상시 사용량 파형 도출 단계(401)에서 도출된 파형에 Positive FFT(Fourier Analysis 방법) 적용하여 임의의 사이클(빨간 선)을 기준으로 오른쪽으로는 고주파성분, 왼쪽으로는 저주파 성분으로 분리시킨다. 고주파성분은 기본전력 사용분에 해당하며, 왼쪽의 성분을 제거하면 기본전력 사용량만이 나타나게 된다. 임계 사이클을 결정하고 그 이상의 값을 상시(기본) 전력 사용성분이라고 규정한다. 위상(Phase)과 크기를 이용하여 합성 후, 즉 임계 사이클 이하의 크기성분을 0으로 바꾸고 푸리에 역변환 하여 Max값을 Base Level로 정하는 단계이다.

2.5 수용가 내 사람의 활동 감지를 판정하는 방법

<그림 5>는 통합자동원격검침시스템<그림 1>에 의해 취득되어 저장된 통합검침DB(201)의 가스, 수도 사용량 데이터를 기반으로 특정 수용가 내 사람의 활동 감지를 판정하는 방법을 나타낸다.



<그림 5> 가스, 수도 사용량 데이터 기반 활동 감지 방법

통합검침DB(501, <그림 2>의 201)는 통합자동원격검침시스템<그림 1>에 의해 취득된 전기, 가스, 수도 사용량 데이터가 저장된 Data Base이며, 통합검침서버(<그림 1>의 106)의 검침주기에 따라 실시간, 1분, 5분, 15분 단위 등으로 저장된다.

가스사용량을 기반으로 활동을 감지하는 방법은 가스사용량(현재, 이전)을 비교하여 현재 사용량이 이전 사용량보다 클 경우에는 가장 최근에 수용가 내에서 사람이 가스를 사용했다고 추정할 수 있다. 따라서 활동 감지로 판정한다.

수도사용량을 기반으로 활동을 감지하는 방법은 수도사용량(현재, 이전)을 비교하여 현재 사용량이 이전 사용량보다 클 경우에는 가장 최근에 수용가 내에서 사람이 수도를 사용했다고 추정할 수 있다. 따라서 활동 감지로 판정한다.

3. 결 론

국내의 독거노인은 2009년 98만호, 2010년 104만호로 지속적으로 증가하고 있다. 따라서 독거사 예방 등의 안전서비스에 대한 필요성의 증가가 예상된다. 종래의 방법은 센서를 사용하여 안전서비스를 제공하고 있으나, 센서를 이용하는 방법은 센서 설치, 센서 고장 및 오동작, 센서 내장 배터리 교환 등으로 인한 비용발생과 유지보수의 어려움, 사생활 침해 문제 등이 발생한다.

본 논문은 통합자동원격검침시스템에 의하여 취득된 수용가의 전기, 가스, 수도 사용량 데이터를 분석하여 안전서비스를 제공할 수 있는 새로운 방법(알고리즘, algorithm)에 대한 연구이다. S/W를 이용하는 방법으로 기존 H/W 측면의 문제점을 해결할 수 있으며, 독거사(독거노인) 예방과 같은 안전서비스를 효율적이고 경제성 있게 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

[참 고 문 헌]

- [1] In Hyeob Yu, Jae Ju Song, Jong Min Ko and Young Il Kim, "A Survey of Customer Responses for Developing Value-Added Services", International Conference on Control, Automation and System 2010