

(21)申請案號：100142497

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 11 月 21 日

(51)Int. Cl. : G01R21/133 (2006.01)

G01R19/25 (2006.01)

(71)申請人：國立交通大學(中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)

新竹市大學路 1001 號

(72)發明人：曹孝櫟 (TW)；賴易聖 (TW)

(74)代理人：葉建郎

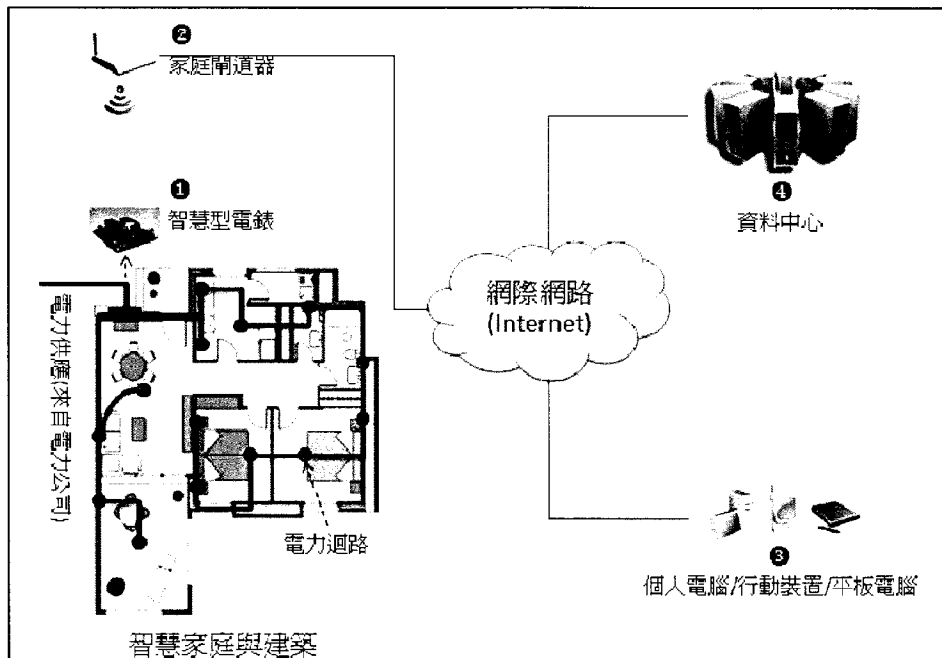
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：5 共 27 頁

(54)名稱

基於使用者回饋資訊之電器偵測方法與系統

(57)摘要

一種基於使用者回饋資訊之電器偵測方法與系統，特別是指一種基於使用者回饋資訊與共同決策搜尋演算法之非侵入式負載偵測方法與系統；包含透過電器的各種負載特徵值，藉使用者輸入或確認電器搜尋結果，產生電器與各種電器耗電特徵值之對應關係，並將回饋資訊記載在智慧型電錶或雲端系統中，再透過數學的分析而計算電器任一特徵值出現的比率，以及各特徵值之鑑別率，隨後透過共同決策方法，自動判別各種電器種類，據以分析出家中電器的使用情形。



發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100 142 491

※申請日：100.11.21

※IPC 分類：

G01R 21/133 (2006.01)

G01R 19/25 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

基於使用者回饋資訊之電器偵測方法與系統

二、中文發明摘要：

一種基於使用者回饋資訊之電器偵測方法與系統，特別是指一種基於使用者回饋資訊與共同決策搜尋演算法之非侵入式負載偵測方法與系統；包含透過電器的各種負載特徵值，藉使用者輸入或確認電器搜尋結果，產生電器與各種電器耗電特徵值之對應關係，並將回饋資訊記載在智慧型電錶或雲端系統中，再透過數學的分析而計算電器任一特徵值出現的比率，以及各特徵值之鑑別率，隨後透過共同決策方法，自動判別各種電器種類，據以分析出家中電器的使用情形。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第五圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1 智慧型電錶

2 家庭閘道器

3 電腦

4 資料中心

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明提供一種基於使用者回饋資訊之電器偵測方法與系統，特別是關於一種基於使用者回饋資訊與共同決策搜尋演算法之非侵入式負載偵測方法，以及實施該方法的智慧型電錶、家庭開道器與資料庫等系統。

【先前技術】

目前，傳統電錶多半只能提供家庭或企業上個月或是一段時間統計後的帳單，智慧型電錶雖然可以顯示家庭或企業即時的耗電，卻無法告知使用者各別電器的耗電資訊，在缺乏細部電器耗電資訊的情形下，智慧型電錶較難有效確認、管理耗電的電器、判讀耗電原因，進行節能規劃與管理。且知，現有相關的技術則考慮在每一個插座上加裝類似智慧型電錶的耗電監測裝置，這樣的設計也將大幅提高建置成本，讓使用者卻步於投資智慧型電錶。

非侵入式電力負載偵測(Nonintrusive Load Monitoring, NILM)的技術則使用單一電錶觀察家庭或企業總電壓與總電流的變化來判斷正在使用的電器以及其狀態，透過這樣的技術可以了解電器的使用情形，過去的做法多半假設電器的負載特徵可以透過事前的蒐集和定義，之後便可以透過一個負載特徵資料庫加以偵測電器的狀態，雖然已有許多研究提出不同的偵測方法以及定義各電器的負載特徵值，但由於電器種類繁多，電器推陳出新，同一種電器在每個家庭中使用也會有些許特徵的不同，這造成電器負載

特徵蒐集以及電器特徵搜尋上的困難，因此整合非侵入式電力負載偵測技術到智慧型電錶的設計目前仍有些挑戰。

【發明內容】

本發明之目的旨在提出一種基於使用者回饋資訊與共同決策搜尋演算法之非侵入式負載偵測方法與系統，係透過結合非侵入式電力負載偵測 (Nonintrusive Load Monitoring, NILM) 技術與智慧型電錶，並經由單一電錶來偵測家庭或企業個別電器使用情形和耗電資訊，尤其是基於使用者回饋資訊來進行動態電器特徵資料庫的建立與維護，並基於這樣的資料庫以及共同決策搜尋演算法來進行個別電器狀態搜尋與耗電的評估，而提供使用者了解家中或是企業細部的耗電資訊，以克服上述先前技術中，對於電器種類繁多、電器推陳出新與同一種電器在每個家庭中使用會有些許特徵不同等問題。

達成上述目的，本發明提供一種基於使用者回饋資訊之電器偵測方法，包含：

取得使用者對一電器的回饋資訊，係透過該電器於開關和轉換狀態時在交流電壓與電流產生細微變化的各種負載特徵值，該回饋資訊藉使用者輸入或確認電器搜尋結果，而產生電器與各種電器耗電特徵值之對應關係；

透過數學的分析而計算已知電器之各特徵值在使用者回饋資訊中出現次數或比率分布，藉此當偵測到一未知電器之特徵值時，可由比對該特徵值與已知電器特徵值出現次數或比率分布資料，了解該未知電器為一已知電器的可能性，所述電器任一特徵值出現的比率係定義為信心參

數。同時計算各特徵值之一鑑別率，所述各特徵值之鑑別率係定義為特徵權重值，用以表示各特徵值對於正確辨識電器之重要性；及

透過共同決策方法，自動判別各種電器種類，並分析出家中電器的使用情形。

藉由上述，本發明之各電器、各特徵值之信心參數，各種負載特徵之鑑別率(即負載特徵之權重值)，是基於使用者回饋資訊所計算出來，而所謂的使用者回饋資訊則是指維修人員或家庭/企業使用者在裝設或使用智慧型電錶時，輸入之正確電器資訊或正確電器狀態資訊，或是確認智慧型電錶之搜尋結果，由此回饋資訊幫助系統調教與計算出各電器於各特徵值之信心參數分布情形，進而計算出各種負載特徵之鑑別率。

以下進一步說明本發明之電器偵測方法的具體實施方式：

該回饋資訊包含回饋自動判斷電器正確與不正確，或是尚未回饋正確與否。該回饋資訊以下列方法表示：

$$v^k = \begin{cases} v^c, & \text{回饋電器搜尋結果正確} \\ v^n, & \text{回饋電器搜尋結果錯誤} \\ v^w, & \text{尚未回饋搜尋結果是否正確} \end{cases}$$

更加包含將使用者的回饋資訊記載在一智慧型電錶、一資料中心或一雲端系統中。

所述使用者的回饋資訊透過一離散化函數而將所述電器之各特徵值轉換到離散的數值區間上，以利後續的統計計算，該離散化函數可以下列函數表示：

$$\bar{x}_{i,j,k} = \left\lfloor \frac{x_{i,j,k}}{U_j} \right\rfloor \times U_j$$

(式中：具有相異的電器 I 個，各電器 i 各有 J 個負載特徵值，且電器 i 有 K 筆資料分別來自於不同使用者的回饋資訊， $x_{i,j,k}$ 是電器 i 在第 k 個回饋資訊中的負載特徵值 j 的數值，而 $\bar{x}_{i,j,k}$ 是經離散化數值處理後的結果)。

上述公式的主要目的是將連續實數空間的 $x_{i,j,k}$ 值，轉換到一個離散的實數空間中，有利於數值的比對與檢查。例如有一個電器 A ，有三位使用者提供其家中電器 A 的特徵值分別為 1.12，1.31 和 1.28。假設 $U_j = 0.1$ ，則經過離散化處理，結果分別為 $\bar{x}_{A,1,1} = 1.2$ ， $\bar{x}_{A,1,2} = 1.3$ ， $\bar{x}_{A,1,3} = 1.3$ 。

得到了離散化的負載特徵值後，可以計算各個電器在每個數值區間上出現的次數，我們定義了 $g_{i,j}(x)$ 函數，記錄一個負載特徵值在特徵值為 x 時出現的次數，換言之，就是在過去使用者所貢獻的電器案例中，有多少相同型號電器其負載特徵值也呈現 x 的狀態。在上述案例中，電器 A 的 $g_{i,j}(x)$ 函數為：

$$g_{A,1}(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } x = 1.1 \\ 2, & \text{if } x = 1.3 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

在落於相同離散區間內的回饋資訊予以加總，獲得所述使用者回饋資訊在各負載特徵值間之分佈，其中加總函數為：

$$g_{i,j}(x) = g_{i,j}(x) + v^k, \text{ if } \bar{x}_{i,j,k} = x$$

(式中：所述電器 i 的負載特徵值 j 第 k 次的回饋資訊 ($\bar{x}_{i,j,k}$) 座落於一離散區間中的 x 區間，則 $g_{i,j}(x)$ 增加 v^k)。

基於出現的次數，可以定義信心參數，所述信心參數是根據使用者對該電器回饋資訊，計算一負載特徵值出現在一離散區間時，相對於所有該電器回饋資訊中之比率，且所述信心參數是由 $g_{i,j}(x)$ 推導出之比率情形。例如當一個未知電器呈現特徵值為 x 值時，另一已知電器在該特徵值為 x 值的比率很高，則未知電器是已知電器的可能性就很高。電器 i 特徵值 j 之信心參數定義為一個特徵值在 x 區間出現的次數與出現次數最多的區間的比率關係，所述使用者對該電器回饋之信心比率情形，以下列函數表示：

$$f_{i,j}(x) = \frac{g_{i,j}(x)}{\text{MAX}(g_{i,j}(x), \forall x)}$$

(式中：具有相異的電器 I 個，各電器 i 各有 J 個負載特徵值)。

在上面的範例中，電器 A 之信心參數可計算為， $f_{A,1}(1.1) = 0.5$ ， $f_{A,1}(1.3) = 1$ 以及 $f_{A,1}(x) = 0$ if $x \neq 1.1$ 或 1.3 。基於信心參數，一種簡單的電器辨識法例如獲得一未知電器的若干特徵值，藉由特徵值計算對已知電器的信心參數，再將所有的信心參數加總，以總和最高的已知電器來判定該未知電器。然而如果僅靠電器各特徵值的信心參數做為判斷電器的唯一依據，則可能會出現辨識結果被一出現比率很高但不重要的特徵值所影響。每一個特徵值的重要性不同，若出現許多的已知電器在一特徵值上的信心參數都很高的現象，則上述辨識方法的辨識率就會下降。因此本發明進一步定義一個負載特徵鑑別率，做為各特徵信心參數的權重值，用來影響各個負載特徵信心參數的重要

性。本發明中，信心參數與負載特徵鑑別率(亦即權重值)將隨著使用者回饋而動態改變，其中負載特徵鑑別率還可以因著相異種類的電器而給予不同的權重值。負載特徵鑑別率定義如下。首先由各電器之間的負載特徵值 j 的重疊率來決定負載特徵鑑別率，如一特徵值在 x 值時，有多個電器在 x 皆呈現較高的信心參數，此時負載特徵重疊較多，該負載特徵用以鑑別電器的能力較差，因此我們定義重疊比率計算函數 $h_{i,j}(x)$ ，評估負載特徵重疊的情形。

$$h_{i,j}(x) = \begin{cases} \theta\left(\frac{f_{i,j}(x)}{\sum_{m \neq i} f_{m,j}(x)}\right), & \text{if } \sum_{m \neq i} f_{m,j}(x) \neq 0 \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\theta(\alpha) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha}}$$

(式中：具有相異的電器 I 個，各電器 i 各有 J 個負載特徵值)。

其中 $\theta(\alpha)$ 是一個加權函數，可以定義為 $\theta(\alpha) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha}}$ 使 $h_{i,j}(x)$ 計算出的數值落在 0.5 與 1 之間。計算出各特徵值在各電器間的重疊比率後，可以更進一步獲得一個特徵值在所有電器，或是一種類型電器中的鑑別率，也就是該特徵值在該類型電器或所有電器中的在辨識上重要性。所述權重值定義為：

$$w_j = \sum_{i \in Z} h_{i,j}(x) \times \delta$$

(式中： w_j 代表電器 i 的負載特徵值 j 的重要程度，亦即

w_j 越大時負載特徵值 j 對電器 i 分辨率越高，相反的則是越低，其中 δ 代表一加權函數，將的計算結果分布到一個實數區間以便獲得一個適當的比對空間， Z 是一個集合，可以表示全部電器或是一部分同一類型的電器)；

所述權重值函式以各電器之間的負載特徵值 j 的重疊率來動態調整，再以重疊率函式總合計算出平均重疊率。

基於上述的設計，則可透過各種電器特徵值信心參數和電器特徵值之鑑別率(權重值)，來計算未知電器與一已知電器之相似度，如以下列公式：

$$\sum_{j=1}^J w_j \times f_{i,j}(x)$$

(式中：具有相異的電器 I 個，各電器 i 各有 J 個負載特徵值)。

經計算複數個電器特徵信心參數與其權重值，以共同決策方法決定數值最大最相似之電器；該權重值根據分析與統計結果，賦予相異種類電器相異特徵值，以及相異特徵值之權重值，用相異參數進行電器相似度之比對與電器搜尋；在獲得一未知電器之一組特徵值時，可比較經過權重加值計算已知電器信心參數總合，數值越高者越可能為該已知電器。

此外，本發明並提供一種基於使用者回饋資訊之電器偵測系統，包含：

一智慧型電錶，用以擷取與運算該電器於開關或轉換狀態時之交流電電壓與電流產生細微變化的一負載特徵值；

一家庭開道器，儲存家中所述電器的各負載特徵值，以便搜尋，並且記錄家中所述電器的使用情形，供給透過手機或電腦連結與查詢耗電情形；及

一資料中心，儲存所述家中電器資訊，於家庭開道器尋找不到所述電器之負載特徵值時，將負載特徵值傳到該資料中心搜尋。

其中，該家庭開道器透過所述手機或電腦提供省電建議及電器診斷。

相較於先前技術，本發明基於一個動態使用者回饋資料庫與共同決策搜尋演算法來進行非侵入式電力負載偵測之電器個別狀態偵測與耗電分析，能夠更精確的方法決定所述特徵值的搭配方式與權重值，透過使用者的回饋機制線上自動調教系統，將有效的提升電器搜尋的準確度，並能夠有效提升非侵入式負載偵測之電器狀態偵測率，以克服在非侵入式負載偵測技術中面臨電器種類繁多、電器推陳出新與同一種電器在每個家庭中使用時之特徵些許不同的問題。

對於使用者因為不注意所造成的電力浪費，能夠透過本發明來了解家中或企業用電情形，將可以節省約25%~30%的電力能源與電費，大幅降低人類對電力的需求；此外，本發明會計算不同類型電器(舉如電阻型、電容型與電感型)之電器特徵權重，於搜尋不同種類的電器時會依據不同鑑別率，選用不同的負載特徵組合用於共同決策方法中。

然而，為能明確且充分揭露本發明，併予列舉較佳實

施之圖例，以詳細說明其實施方式如後述：

【實施方式】

請參閱第一圖，揭示出本發明基於使用者回饋資訊之電器偵測方法的流程圖，說明本發明方法包含下列實施步驟：

S01：首先透過電器於開關和轉換狀態時在交流電壓與電流產生細微變化的各種負載特徵值(Load Signature)，而取得使用者對一電器的回饋資訊；所述負載特徵值包括：穩態有效功率(Active Power)與無效功率(Reactive Power)、諧波(Harmonics)、暫態有效功率(Transient Active power)和暫態無效功率(Transient Reactive power)、暫態持續時間(Transient State Interval)...等。

該回饋資訊係定義為 v^k ，該回饋資訊 v^k 可包含回饋電器搜尋結果正確與不正確，或是尚未回饋搜尋結果是否正確；實際上可如下列定義：

(1) 藉使用者輸入：舉如維修人員、家庭和企業使用者在裝設或使用一智慧型電錶 1(Smart Meter) (如第五圖所示) 時，所輸入之正確電器資訊或正確電器狀態資訊，係定義為搜尋電器結果正確 v^c ；或者，

(2) 確認該智慧型電錶 1 之電器搜尋結果：確認搜尋電器結果正確為 v^c ，確認搜尋電器結果錯誤為 v^n ，未提供電器資訊或未確認電器搜尋結果為 v^w 。

$$v^k = \begin{cases} v^c, \text{回饋電器搜尋結果正確} \\ v^n, \text{回饋電器搜尋結果錯誤} \\ v^w, \text{尚未回饋搜尋結果是否正確} \end{cases}$$

因此，使用者回饋資訊的方式可分為：

(a) 維修人員於裝設或操作時所提供之回饋資訊。

(b) 家庭或企業使用者於使用、裝設或操作時所提供之回饋資訊。

(c) 未來智慧型家電可能可以自動回報電器狀態，比對電器狀態與電器之一耗電特徵亦可作為使用者回饋資訊的項目之一。

如此，所述使用者的回饋資訊可提供正確的電器狀態，以及各個電器狀態的耗電特徵的對應關係，使用者只需要提供正確之電器或是確認電器搜尋結果的正確性，該智慧型電錶 1 即可將其偵測到的各種電器負載特徵值和正確或搜尋錯誤的電器名稱做一個對應，而產生電器與各種電器的耗電特徵值之對應關係，因此使用者無須了解或輸入各種電器負載特徵值。

S02：將所述使用者回饋資訊記載在該智慧型電錶 1 或一雲端系統中；同時，所述電器狀態和各個電器狀態的耗電特徵也可以記錄於一電器特徵資料中心 4 (Datacenter) 中。

該電器特徵資料中心 4 實際上為一資料庫，會因為使用者不斷的使用與回饋，而逐漸增加電器特徵資料中心 4 的資料數量，並修正各種參數值，以提高搜尋精準度；期間，該電器特徵資料中心 4 也能夠用來進行後續的電器偵測與搜尋。

S03：藉由智慧型電錶 1 或雲端透過數學的分析而運算各種負載特徵，進而計算該電器任一特徵值出現的比率，以及各特徵值之一鑑別率；如此，透過分析各種負載特徵

是否方便判讀各種電器的鑑別率，作為一負載特徵之權重值。

所述電器任一特徵值出現的比率係定義為信心參數 (Confidence factor)，且所述各特徵值之鑑別率係定義為特徵權重值 (Weighted Value)。其中，

所述使用者回饋資訊計算出各種負載特徵之信心參數與特徵權重值，且所述回饋資訊幫助系統調教與計算出各電器於各特徵值之分布情形，進而計算出各種負載特徵之信心參數與權重值。

將該電器特徵資料中心 4 中各個使用者的回饋資訊透過一離散化函數而將所述電器之各特徵值轉換成離散的數值，該離散函數以函數(1)或其他已知函數表示：

$$\bar{x}_{i,j,k} = \left[\frac{x_{i,j,k}}{U_j} \right] \times U_j \dots \dots (1)$$

(式中：假設該電器特徵資料中心中有相異的電器 I 個，各電器 i 各有 J 個負載特徵值，且電器 i 有 K 筆資料各別來自於不同使用者的回饋資訊)。

因此，將電器 i 的負載特徵值 j 表示如函數(1)的離散分佈方式；其中， $x_{i,j,k}$ 代表的是電器 i 在第 k 個回饋資訊中的負載特徵值 j 的數值，而 $\bar{x}_{i,j,k}$ 是經離散化數值處理後的結果。所述電器特徵值分布情形，將有助於判別使用者回饋資訊是否正確，或告知使用者電器老化情形與自動判別新電器之作用。

在落於相同離散區間內的回饋資訊予以加總，獲得所述使用者回饋資訊在各負載特徵值間之分佈；所述函數(2)

代表的是電器 i 的負載特徵值 j 第 k 次的回饋資訊(表示為 $\bar{x}_{i,j,k}$)座落於一離散區間中的 x 區間。

$$g_{i,j}(x) = g_{i,j}(x) + v^k, \text{if } \bar{x}_{i,j,k} = x \dots \dots \dots (2)$$

(式中：所述電器 i 的負載特徵值 j 第 k 次的回饋資訊 ($\bar{x}_{i,j,k}$)座落於一離散區間中的 x 區間，則 $g_{i,j}(x)$ 增加 v^k)。

$g_{i,j}(x)$ 函數記錄一個負載特徵值在特徵值為 x 時出現的次數，換句話說，就是在過去使用者所貢獻的電器案例中，有多少相同型號電器其負載特徵值也呈現 x 的狀態。

請參閱第二圖，說明前述電風扇各負載特徵值的信心參數分佈；其中，橫軸為負載特徵值的離散分佈，縱軸為使用者回饋資訊的多寡比率，以一函數計算此比率，稱此為信心參數。所述信心參數是根據使用者對該電器回饋資訊，計算一負載特徵值出現在一離散區間時，相對於所有該電器回饋資訊中之比率。

信心參數以函式(3)表示，計算出使用者對此電器回饋之信心比率情形，信心參數將落於 0 和 1 之間。

$$f_{i,j}(x) = \frac{g_{i,j}(x)}{\text{MAX}(g_{i,j}(x), \forall x)} \dots \dots \dots (3)$$

(式中：具有相異的電器 I 個，各電器 i 各有 J 個負載特徵值)。

以上透過統計不同使用者針對同一個電器所回饋的資訊的主要目的，在於建立每一個電器以及每一個電器的每一個耗電特徵值的信心參數，該信心參數的意義在於判斷一個電器在一個耗電特徵值上出現的比率。

換言之，如果有一個未知電器 X ，其耗電特徵值為 Y ，

而另一個已知電器 Z 的同一耗電特徵值 Y 出現的比率很低，我們就認為此未知電器 X 為已知電器 Z 的可能性較低。

經過以上步驟計算後，各電器間的同一負載特徵值之信心參數分布可能會有重疊的部分。

請參閱第三圖，說明各電器間負載特徵值之信心參數密度重疊的例子；其中，電器 1、電器 2、電器 3 各代表不同電器的相同負載特徵值 i 及負載特徵值 j，三種電器在負載特徵值 i 與 j 時皆有重疊，而負載特徵值 i 重疊較少，相反的負載特徵值 j 重疊較多；因此，可從第三圖中信心參數的分佈情形看出特徵值 i 較特徵值 j 容易分辨各電器為何。

換言之，負載特徵值 i 比負載特徵值 j 更具備電器判斷的鑑別率；因此，需要計算出各負載特徵值的鑑別率，用以當成該負載特徵值的權重值。

所述負載特徵的權重值會隨著使用者回饋而動態改變，也會因為相異種類電器而有不同的權重值；計算各權重值的方法以函式(4)或其他計算權重值方法表示：

$$w_j = \sum_{i \in Z} h_{i,j}(x) \times \delta \dots \dots (4)$$

(式中： w_j 代表電器 i 的負載特徵值 j 的重要程度，亦即 w_j 越大時負載特徵值 j 對電器 i 分辨率越高，相反的則是越低，其中 δ 代表一加權函數，將的計算結果分布到一個時數區間以便獲得一個適當的比對空間，Z 是一個集合，可以表示全部電器或是一部分同一類型的電器)。

所述權重值函式以各電器之間的負載特徵值 j 的重疊率來動態調整，再以重疊率函式總合計算出平均重疊率；

其中函式(4)是基於電器之間的負載特徵值 j 的重疊率來計算，所述重疊率函式 $h_{i,j}(x)$ ，以函式(5)表示，主要在於計算出相對的重疊比率，同時可以用 $\theta(\alpha)$ 的加權函數，例如 $\theta(\alpha) = \frac{1}{1+e^{-\alpha}}$ ，使 $h_{i,j}(x)$ 計算出的數值在 0.5 與 1 之間。

$$h_{i,j}(x) = \begin{cases} \theta\left(\frac{f_{i,j}(x)}{\sum_{m \neq i} f_{m,j}(x)}\right), & \text{if } \sum_{m \neq i} f_{m,j}(x) \neq 0 \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases} \dots\dots\dots (5)$$

(式中：具有相異的電器 I 個，各電器 i 各有 J 個負載特徵值， $\theta(\alpha)$ 是一個加權函數)。

如此，經由各個負載特徵值及負載特徵之重要性，加以計算評估電器間之相似程度。

S04：透過共同決策方法，自動判別各種電器種類甚至於其品牌和型號，分析出家中電器的使用情形；

請參閱第四圖，說明利用負載特徵值之信心參數密度計算可能的電器各特徵值分佈情形，搜尋電器的方式將以多個負載特徵值共同決策的方式進行。

如果有一個未知電器的電器特徵值分別為 $(x'_1, x'_2, x'_3, \dots, x'_j)$ ，比對現有已知電器之相對應負載特徵值的信心參數，並將信心參數相加獲得未知電器與一已知電器之相似度，則可以判斷該未知電器與電風扇最相近。

然而，每一個特徵值並非一樣重要，我們則進一步可以透過各種電器特徵值之電器鑑別率所計算出之權重值來計算未知電器與一已知電器之相似度，以公式(6)表示：

$$\sum_{j=1}^J w_j \times f_{i,j}(x) \dots\dots\dots (6)$$

(式中：具有相異的電器 I 個，各電器 i 各有 J 個負載特

徵值)。

經計算複數個電器特徵信心參數與其權重值，以共同決策方法決定數值最大最相似之電器；該權重值根據分析與統計結果，賦予相異種類電器相異特徵值，以及相異特徵值之權重值，用相異參數進行電器相似度之比對與電器搜尋。

在第四圖中，說明各負載特徵值之權重值，除了各負載特徵值之權重值可能不一樣外，各種不同分類的電器，其負載特徵值也可以不同。舉如將電器依照負載特徵值分為電阻類、電容類與電感類等三大類；當智慧型電錶 1 收到判別電器的要求時，會先分析此電器特徵值屬於哪一類，然後透過上述之使用者回饋資訊之電器偵測方法，判別此電器屬於此類的何者電器。

請參閱第五圖，揭示出本發明基於使用者回饋資訊之電器偵測系統的配置架構示意圖，說明本發明基於非侵入式負載偵測技術(Nonintrusive Load Monitoring, NILM)，提出之電器偵測系統包含一智慧型電錶 1、一家庭閘道器 2(Home Gateway)及一資料中心 4，其中：

該智慧型電錶 1 用以擷取與運算該電器於開關或轉換狀態時之交流電電壓與電流產生細微變化的一負載特徵值。

該家庭閘道器 2 負責提供家中網路、數位電視訊號與電話訊號，且儲存所述家中電器的各負載特徵值，以便搜尋，並且記錄所述家中電器的使用情形，供使用者透過手機或電腦 3 連結與查詢耗電情形，同時透過手機或電腦 3

提供省電建議及電器診斷等功能。

該資料中心 4 (Datacenter) 儲存所述使用者家中的電器資訊，於該家庭閘道器 2 尋找不到所述電器之負載特徵值時，會將負載特徵值傳到資料中心搜尋。

藉由上述，可供據以實施上述基於使用者回饋資訊之電器偵測方法。

相較於先前技術，本發明基於一個動態使用者回饋資料庫與共同決策搜尋演算法來進行非侵入式電力負載偵測之電器個別狀態偵測與耗電分析，能夠更精確的方法決定所述特徵值的搭配方式與權重值，透過使用者的回饋機制線上自動調教系統，將有效的提升電器搜尋的準確度，並能夠有效提升非侵入式負載偵測之電器狀態偵測率，以克服在非侵入式負載偵測技術中面臨電器種類繁多、電器推陳出新與同一種電器在每個家庭中使用時之特徵些許不同的問題。對於使用者因為不注意所造成的電力浪費，能夠透過本發明來了解家中或企業用電情形，將可以節省約 25%~30% 的電力能源與電費，大幅降低人類對電力的需求；此外，本發明會計算不同類型電器(舉如電阻型、電容型與電感型)之電器特徵權重，於搜尋不同種類的電器時會依據不同鑑別率，選用不同的負載特徵組合於共同決策方法中。

綜上所陳，僅為本發明之較佳實施例而已，並非用以限定本發明；凡其他未脫離本發明所揭示之精神下而完成的等效修飾或置換，均應包含於後述申請專利範圍內。

【圖式簡單說明】

第一圖是本發明之電器偵測方法的流程圖；

第二圖是電風扇各負載特徵值的信心參數密度分佈的直條圖；

第三圖是各電器間負載特徵值之信心參數重疊情形的直條圖；

第四圖是利用負載特徵值之信心參數與各負載特徵值之權重值計算可能電器的直條圖；

第五圖是本發明之電器偵測系統的配置架構示意圖。

【主要元件符號說明】

- 1 智慧型電錶
- 2 家庭開道器
- 3 電腦
- 4 資料中心

七、申請專利範圍：

1. 一種基於使用者回饋資訊之電器偵測方法，包含：

取得使用者對一電器的回饋資訊，係透過該電器於開關和轉換狀態時在交流電壓與電流產生細微變化的各種負載特徵值，該回饋資訊藉使用者輸入或確認電器搜尋結果，而產生電器與各種電器的一耗電特徵值之對應關係；

透過數學的分析而計算該電器任一特徵值出現的比率，以及各特徵值之一鑑別率，所述電器任一特徵值出現的比率係定義為信心參數，所述各特徵值之鑑別率係定義為特徵權重值；及

透過共同決策方法，自動判別各種電器種類，並分析出家中電器的使用情形。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述基於使用者回饋資訊之電器偵測方法，其中該回饋資訊包含回饋自動判斷電器正確與不正確，或是尚未回饋正確與否，該回饋資訊以下列方法表示：

$$v^k = \begin{cases} v^c, \text{回饋電器搜尋結果正確} \\ v^n, \text{回饋電器搜尋結果錯誤} \\ v^w, \text{尚未回饋搜尋結果是否正確} \end{cases}$$

3. 如申請專利範圍第 1 項所述基於使用者回饋資訊之電器偵測方法，更加包含將使用者的回饋資訊記載在一智慧型電錶、一資料中心或一雲端系統中。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述基於使用者回饋資訊之電器偵測方法，其中所述使用者的回饋資訊透過一離散函

數，將所述電器之各特徵值轉換成離散數值，該離散函數以下列函數表示：

$$\bar{x}_{i,j,k} = \left[\frac{x_{i,j,k}}{U_j} \right] \times U_j$$

(式中：具有相異的電器 I 個，各電器 i 各有 J 個負載特徵值，且電器 i 有 K 筆資料各別來自於不同使用者的回饋資訊， $x_{i,j,k}$ 是電器 i 在第 k 個回饋資訊中的負載特徵值 j 的數值，而 $\bar{x}_{i,j,k}$ 是經離散化數值處理後的結果)。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述基於使用者回饋資訊之電器偵測方法，其中在落於相同離散區間內的回饋資訊予以加總，獲得所述使用者回饋資訊在各負載特徵值間之分佈，其中加總函數為：

$$g_{i,j}(x) = g_{i,j}(x) + v^k, \text{ if } \bar{x}_{i,j,k} = x$$

(式中：所述電器 i 的負載特徵值 j 第 k 次的回饋資訊 ($\bar{x}_{i,j,k}$) 座落於一離散區間中的 x 區間，則 $g_{i,j}(x)$ 增加 v^k)。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述基於使用者回饋資訊之電器偵測方法，其中所述信心參數是根據使用者對該電器回饋資訊，計算一負載特徵值出現在一離散區間時，相對於所有該電器回饋資訊中之比率，所述使用者對該電器回饋之信心比率情形，以下列函數表示：

$$f_{i,j}(x) = \frac{g_{i,j}(x)}{\text{MAX}(g_{i,j}(x), \forall x)}$$

(式中：具有相異的電器 I 個，各電器 i 各有 J 個負載特徵值)。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述基於使用者回饋資訊之

電器偵測方法，其中所述負載特徵的權重值隨著使用者回饋而動態改變，且因為相異種類的電器而有不同的權重值。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述基於使用者回饋資訊之電器偵測方法，其中所述權重值以下列函式表示：

$$w_j = \sum_{i \in Z} h_{i,j}(x) \times \delta$$

(式中： w_j 代表電器 i 的負載特徵值 j 的重要程度，亦即 w_j 越大時負載特徵值 j 對電器 i 分辨率越高，相反的則是越低，其中 δ 代表一加權函數，將的計算結果分布到一個實數區間以便獲得一個適當的比對空間， Z 是一個集合，可以表示全部電器或是一部分同一類型的電器)；

所述權重值函式以各電器之間的負載特徵值 j 的重疊率來動態調整，再以重疊率函式總合計算出平均重疊率，重疊率函式為：

$$h_{i,j}(x) = \begin{cases} \theta \left(\frac{f_{i,j}(x)}{\sum_{m \neq i} f_{m,j}(x)} \right), & \text{if } \sum_{m \neq i} f_{m,j}(x) \neq 0 \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases}$$

(式中：具有相異的電器 I 個，各電器 i 各有 J 個負載特徵值， $\theta(\alpha)$ 是一個加權函數)。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述基於使用者回饋資訊之電器偵測方法，更加包含透過各種電器特徵值之信心參數，各電器各特徵值之鑑別率(權重值)，來計算未知電器與一已知電器之相似度，所述未知電器與一已知電器之相似度，以下列公式表示：

$$\sum_{j=1}^J w_j \times f_{i,j}(x)$$

(式中：具有相異的電器 I 個，各電器 i 各有 J 個負載特徵值)；

經計算複數個電器特徵信心參數與其權重值，以共同決策方法決定數值最大最相似之電器

，該權重值根據分析與統計結果，賦予相異種類電器相異特徵值，以及相異特徵值之權重值，用相異參數進行電器相似度之比對與電器搜尋。

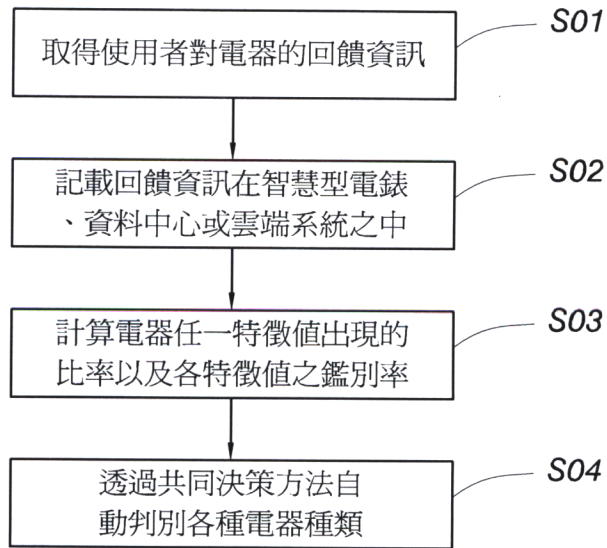
10. 一種基於使用者回饋資訊之電器偵測系統，包含：

一智慧型電錶，用以擷取與運算該電器於開關或轉換狀態時之交流電電壓與電流產生細微變化的一負載特徵值；

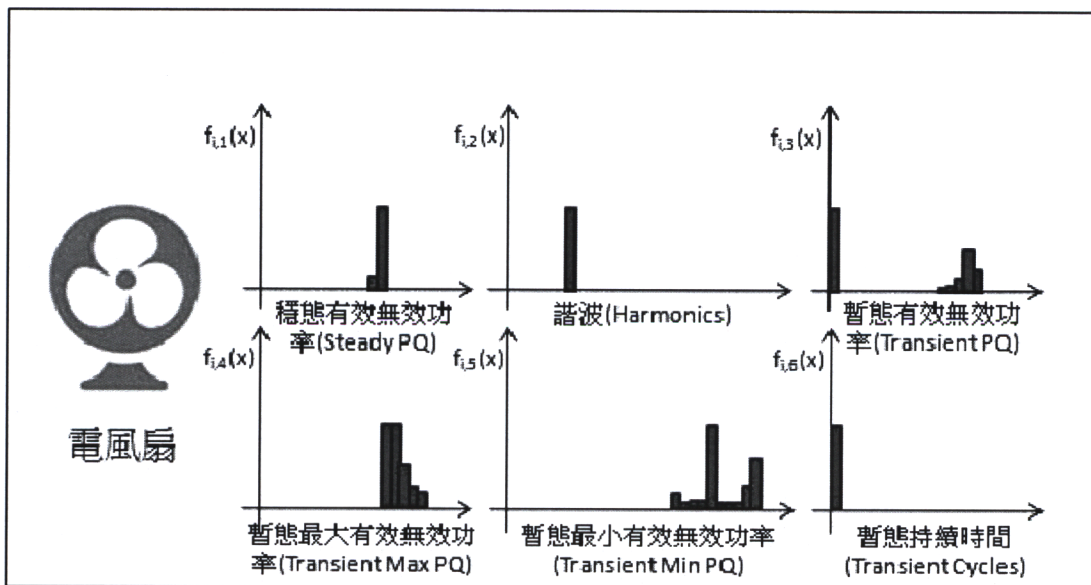
一家庭閘道器，儲存家中所述電器的各負載特徵值，以便搜尋，並且記錄家中所述電器的使用情形，供給透過手機或電腦連結與查詢耗電情形；及

一資料中心，儲存所述家中電器資訊，於家庭閘道器尋找不到所述電器之負載特徵值時，將負載特徵值傳到該資料中心搜尋。

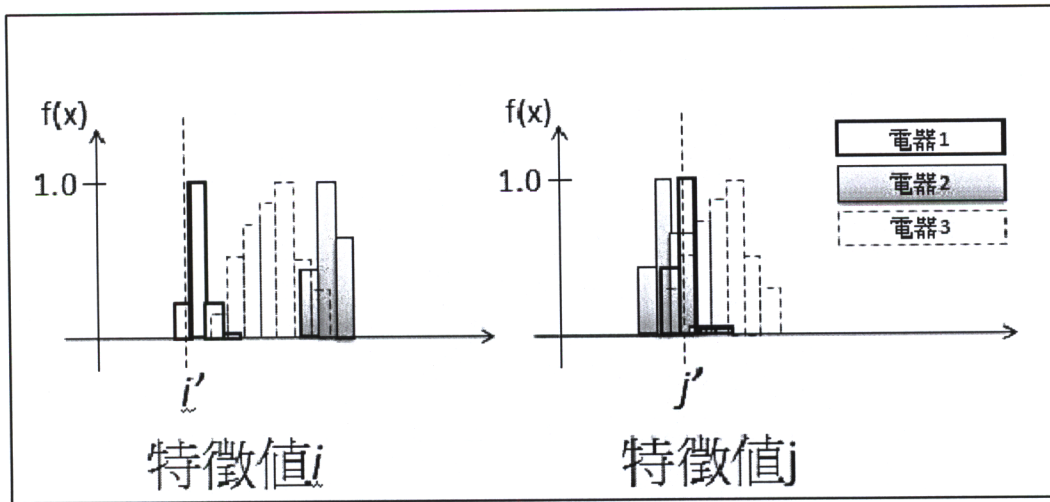
八、圖式：



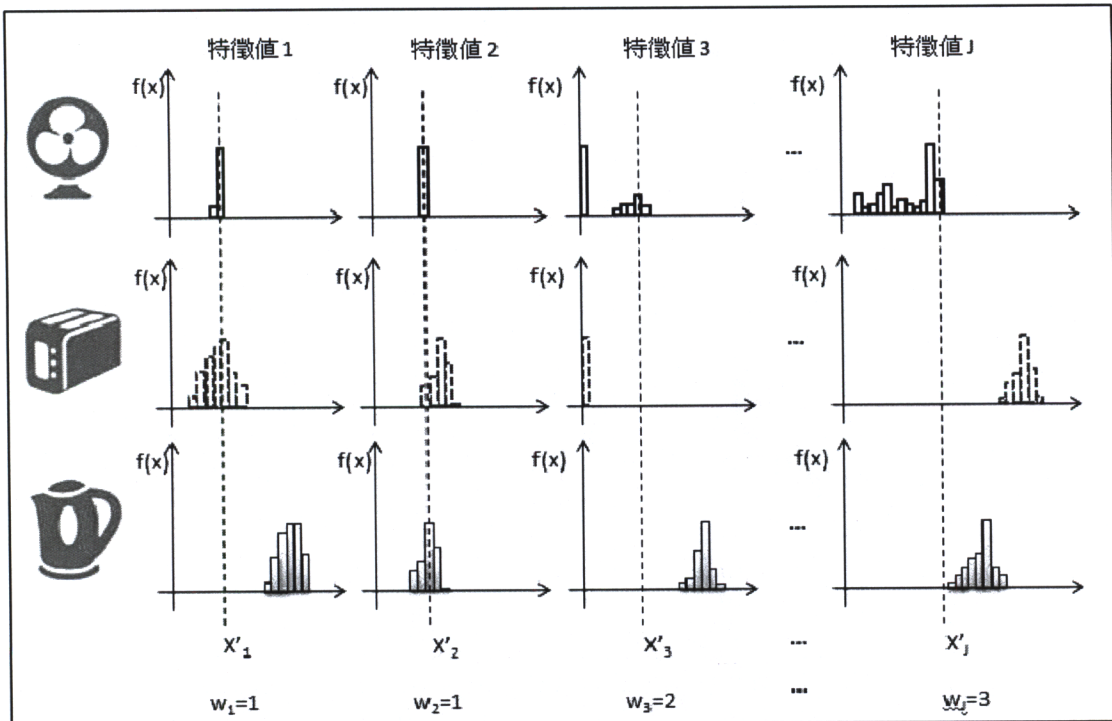
第一圖



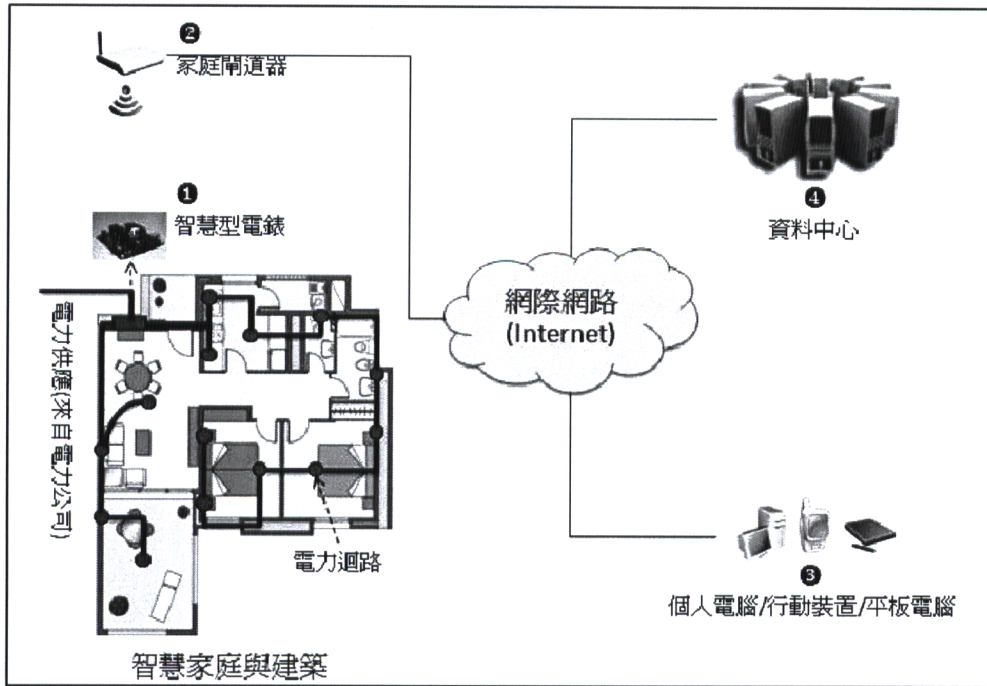
第二圖



第三圖



第四圖



第五圖