



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I484850 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 05 月 11 日

(21) 申請案號：102141422

(22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 11 月 14 日

(51) Int. Cl. : H04W74/04 (2009.01)

H04W52/02 (2009.01)

(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：林盈達 LIN, YING DAR (TW) ; 郭昱賢 KUO, YU HSIEN (TW) ; 童莉萍 TUNG, LI PING (TW) ; 賴源正 LAI, YUAN CHENG (TW)

(74) 代理人：陳昭誠

(56) 參考文獻：

TW 201019774A

TW 201019775A

CN 101730152A

CN 101730219A

CN 102196540A

CN 102210109A

EP 2661138A1

EP 2663113A1

US 2012/0207069A1

審查人員：賴恩賞

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：6 共 31 頁

(54) 名稱

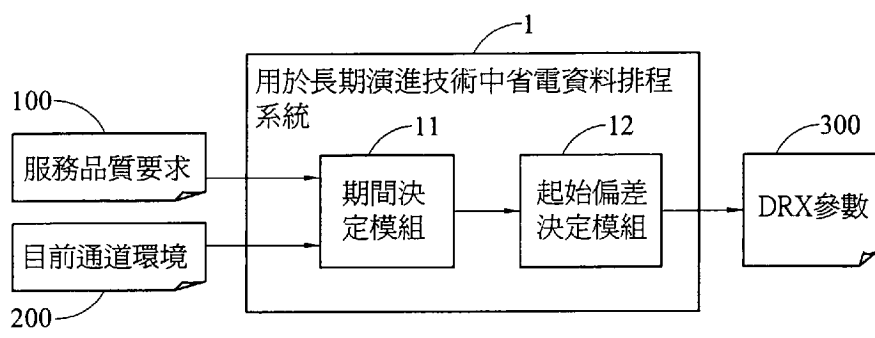
用於長期演進技術中省電資料排程系統及其方法

POWER-SAVING DATA SCHEDULING SYSTEM IN LTE AND METHOD THEREOF

(57) 摘要

一種用於長期演進技術中省電資料排程系統及其方法，包括：期間決定模組用於考量服務品質要求及目前通道環境以決定出最佳的非連續接收週期，起始偏差決定模組可藉此分散各使用者的電路開啟時段，使其能完整利用 LTE 頻寬來傳輸資料並減少電路開啟時段的時間達到省電效果，此外，非連續接收週期感知排程模組考量非連續接收參數及系統負載量，以判斷是否延長電路開啟時段。透過本發明設定之最佳化非連續接收參數及非連續接收感知排程，可解決現有非連續接收參數未考量通道環境、流量及服務品質要求、無法彈性更改使用者的非連續接收參數以及不必要耗電等問題。

A power-saving data scheduling system in LTE and a method thereof is provided. It includes: a period decision module for deciding the optimal DRX cycle by considering quality of service (QoS) constraints and channel condition, and then interlaces the time of the circuit turn-on duration of each user for power saving. In addition, a DRX-aware scheduling module is provided for determining whether to extend the circuit turn-on duration by considering DRX parameters and system loading. This invention uses the optimal DRX parameters and DRX-aware scheduling to resolve existing issues of not taking the channel condition, system load, and QoS into consideration when determining the DRX parameters. In addition, this invention can dynamically change the DRX parameters of one user without updating all others' parameters and avoid the unnecessary power consumption.



第1圖

- 1 . . . 用於長期演進技術中省電資料排程系統
- 11 . . . 期間決定模組
- 12 . . . 起始偏差決定模組
- 100 . . . 服務品質要求
- 200 . . . 目前通道環境
- 300 . . . DRX 參數

發明摘要

※ 申請案號：102141422

※ 申請日：102. 11. 14

※ I P C 分類：

H04W 74/04 (2009.01)

H04W 52/02 (2009.01)

【發明名稱】(中文/英文)

用於長期演進技術中省電資料排程系統及其方法

POWER-SAVING DATA SCHEDULING SYSTEM IN LTE
AND METHOD THEREOF

【中文】

一種用於長期演進技術中省電資料排程系統及其方法，包括：期間決定模組用於考量服務品質要求及目前通道環境以決定出最佳的非連續接收週期，起始偏差決定模組可藉此分散各使用者的電路開啓時段，使其能完整利用LTE頻寬來傳輸資料並減少電路開啓時段的時間達到省電效果，此外，非連續接收週期感知排程模組考量非連續接收參數及系統負載量，以判斷是否延長電路開啓時段。透過本發明設定之最佳化非連續接收參數及非連續接收感知排程，可解決現有非連續接收參數未考量通道環境、流量及服務品質要求、無法彈性更改使用者的非連續接收參數以及不必要耗電等問題。

【英文】

A power-saving data scheduling system in LTE and a method thereof is provided. It includes: a period decision module for deciding the optimal DRX cycle by considering quality of service (QoS) constraints and channel condition, and then interlaces the time of the circuit turn-on duration of each user for power saving. In addition, a DRX-aware scheduling module is provided for determining whether to extend the circuit turn-on duration by considering DRX parameters and system loading. This invention uses the optimal DRX parameters and DRX-aware scheduling to resolve existing issues of not taking the channel condition, system load, and QoS into consideration when determining the DRX parameters. In addition, this invention can dynamically change the DRX parameters of one user without updating all others' parameters and avoid the unnecessary power consumption.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 1 用於長期演進技術中省電資料排程系統
- 11 期間決定模組
- 12 起始偏差決定模組
- 100 服務品質要求
- 200 目前通道環境
- 300 DRX參數

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

本案無化學式。

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

用於長期演進技術中省電資料排程系統及其方法

POWER-SAVING DATA SCHEDULING SYSTEM IN LTE
AND METHOD THEREOF

【技術領域】

本發明係關於一種無線通訊中非連續接收機制的省電技術，詳而言之，係關於一種滿足服務品質且能最小化耗電之資料排程系統及其方法。

【先前技術】

長期演進技術 (Long Term Evolution, LTE) 已成為新一代的通訊技術，其擁有高傳輸率及廣涵蓋率，但也因此產生高耗電的問題，為此 LTE 制定了非連續接收 (Discontinuous Reception, DRX) 省電機制，其原理為周期性的關閉射頻電路以達到省電效果，然而關閉期間是無法接收封包，也影響了服務品質。

由於無線網路通道環境是變動的，因而不同通道環境下是需要不同的 DRX 參數，藉以得到較佳的傳輸效率，然而目前設定 DRX 參數的方式並無考量使用者的通道環境，因而透過動態調整參數來解決通道適應性需要的；此外，目前設定 DRX 參數的方式亦未考量到使用者執行的所有服務所需的流量及服務品質 (QoS) 要求，舉例來說，單一使用者可能同時執行多種網路服務，且各種網路服務

均有其封包傳輸的特性與服務品質需求，因而在滿足所有服務的服務品質下找出一組最佳 DRX 參數對於無線網路的傳輸是重要的。

再者，若各使用者的射頻電路開啓時間未做均勻的分散，可能導致大家同時開啓電路，使得資源競爭無法傳輸或接收資料而增加耗電，因此，找出適當的 DRX 起始偏差 (start offset) 值，以使各使用者的射頻電路開啓時間能均勻的分散，對於提升傳輸效率和省電也是相當重要。目前在決定 DRX start offset 參數時，每增加一名使用者，就需要重新決定所有使用者的 DRX start offset 參數，並無法彈性地僅更改單一使用者的參數，如此會造成控制信號增加的系統負擔。此外，目前對於尚有封包未傳完但即將關閉無線傳輸電路的使用者，會暫時增加該使用者的排程優先權，使其能至少排程到一個封包，得以重置不活動計時器 (inactivity timer) 來延長無線傳輸電路開啓時間，然而在多使用者環境下，原先排程優先權低的使用者經延長後會回復到原本的低優先權，反而可能因為仍無法獲得傳輸資源，而造成額外的耗電。

因此，在長期演進技術 (LTE) 中，如何於非連續接收機制下找出一種最佳 DRX 參數設定方法，以提供滿足各使用者的服務品質及減少耗電的最佳資料排程，同時，考量多位使用者之間電路開啓的排程並且降低系統負載，實已成目前亟欲解決的課題。

【發明內容】

鑒於上述習知技術之缺點，本發明之目的係提出一種依據服務品質要求和目前通道環境來產生最佳的非連續接收(DRX)參數，藉由動態調整參數以解決通道適應性問題。

本發明之另一目的係提出一種均勻分散各使用者傳輸電路的開啓期間，藉此能在滿足服務品質要求下同時可最小化耗電，並且可依據系統負載量來判斷是否延長傳輸電路的開啓期間。

為達成前述目的及其他目的，本發明提出一種用於長期演進技術中省電資料排程系統，係包括：期間決定模組以及起始偏差決定模組。該期間決定模組係用於由各使用者其所有網路服務之服務品質要求中選擇延遲要求最短者以作為各該使用者之非連續接收週期，且依據目前通道環境取得目前通道傳輸速率，以透過該目前通道傳輸速率得到各該使用者之非連續接收週期中的電路開啓時段，而該起始偏差決定模組係透過各該使用者之非連續接收週期以計算出每一時間點中各該非連續接收週期為該電路開啓時段的總數，並以該總數為最少者之時間點作為新加入之使用者的起始偏差之時間點。

於一實施例中，該起始偏差決定模組係將每一時間點中各該非連續接收週期為該電路開啓時段之數量透過加權方式以產生加權值，並將該非連續接收週期分成數個區段，疊加各該區段相同位置之加權值，以作為各該區段相對時間點為該電路開啓時段的總數。

於另一實施例中，該用於長期演進技術中省電資料排

程系統更包括感知排程模組，其用於當該使用者之用戶設備之緩衝區有需傳送之封包且下一個時間點該電路開啓時段將結束時，該感知排程模組係依據系統負載量以判斷該使用者可否取得無線資源，並於可取得該無線資源下延長該電路開啓時段。

本發明還提出一種用於長期演進技術中省電資料排程方法，係包括：由各使用者其所有網路服務之服務品質要求中選擇延遲要求最短者以作為各該使用者之非連續接收週期；依據目前通道環境取得目前通道傳輸速率，以透過該目前通道傳輸速率得到各該使用者之非連續接收週期中的電路開啓時段；透過各該使用者之非連續接收週期以計算出每一時間點中各該非連續接收週期為該電路開啓時段的總數；以及以該總數為最少者之時間點作為新加入之使用者的起始偏差之時間點。

於又一實施例中，該用於長期演進技術中省電資料排程方法，更包括於該使用者之用戶設備之緩衝區有需傳送之封包且下一個時間點該電路開啓時段將結束時，依據系統負載量以判斷該使用者可否取得無線資源，並於可取得該無線資源下延長該電路開啓時段。

相較於先前技術，本發明所提出之用於長期演進技術中省電資料排程系統及其方法，其透過服務品質請求(QoS)與目前通道環境動態決定一組 DRX 參數，使得 DRX 週期能在滿足 QoS 的情況下最小化耗電，並且根據系統中所有使用者的 DRX 週期，選擇最少使用者開啓電路的時間點，

做爲新使用者之電路開啓時段的時間點，以達到分散使用者之目的。此外，本發明亦透過以系統負載量來判斷是否可以服務更多使用者，需要時，透過排程機制來延長無線傳輸電路的開啓時間以滿足 QoS 要求，亦即暫時增加使用者排程優先權以延長電路開啓時間。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係說明本發明之用於長期演進技術中省電資料排程系統之系統架構圖；

第 2 圖係說明本發明之用於長期演進技術中省電資料排程系統中 DRX 參數關係圖；

第 3A 至 3D 圖係說明本發明之用於長期演進技術中省電資料排程系統計算起始偏差之示意圖；

第 4 圖係說明本發明之用於長期演進技術中省電資料排程系統另一實施例之系統架構圖；

第 5 圖係說明本發明之用於長期演進技術中省電資料排程系統中延長電路開啓時段之示意圖；以及

第 6 圖係說明本發明之用於長期演進技術中省電資料排程方法之步驟圖。

【實施方式】

以下係藉由特定的實施例說明本發明之實施方式，熟悉此技術之人士可由本說明書所揭示之內容輕易地瞭解本發明之其他特點與功效。本發明亦可藉由其他不同的具體實施例加以施行或應用。

參閱第 1 圖，其說明本發明之用於長期演進技術中省

電資料排程系統之系統架構圖。如第 1 圖所示，用於長期演進技術中省電資料排程系統 1 主要用於決定出最佳 DRX 週期的 DRX 參數 300，藉此分散各使用者的開啓時間，以使各使用者在射頻電路開啓時能完整利用 LTE 頻寬來快速傳輸資料，同時避免無謂開啓射頻電路（以下簡稱電路）而達到省電效果，其中，該用於長期演進技術中省電資料排程系統 1 係包括：期間決定模組 11 以及起始偏差決定模組 12。

● 期間決定模組 11 係用於由各使用者其所有網路服務之服務品質要求 100 中選擇延遲要求最短者以作為各該使用者之非連續接收（DRX）週期，且依據目前通道環境 200 取得目前通道傳輸速率，以透過該目前通道傳輸速率得到各該使用者之非連續接收週期中的電路開啓時段。詳言之，每位使用者的非連續接收週期的決定過程需視每位使用者對於其全部網路服務之服務品質要求 100，因為每種網路服務所要求的服務品質是不同的，舉例來說，像是電話服務，為避免電路開啓等待時間過久而導致通話品質不連續情況，該網路服務可忍受電路開啓等待時間當然越小越好，同樣情況也出現在網路視訊或影片之傳輸，反觀，如 FTP，雙方的傳輸僅考量有無收到就好，因而電路開啓等待較長是可被接受的。

● 因此，期間決定模組 11 將考量每位使用者其需要的所有服務品質要求，找出其選擇延遲要求最短者，亦即可接收等待時間最短者為一個單位週期，如此即可滿足所有網

路服務的服務品質要求，因此，非連續接收週期即表示該使用者其電路開啓與否的時序依據。

另外，期間決定模組 11 還依據目前通道環境 200 以取得目前通道傳輸速率，並藉由該目前通道傳輸速率以得到每位使用者其非連續接收週期中的電路開啓時段。換言之，期間決定模組 11 先根據目前通道環境 200 推得目前的通道傳輸速率，藉此知悉目前通道傳輸能力為何來進一步定義出電路可開啓的期間，亦即可在通道傳輸能力較佳時開啓射頻電路，藉此可在較佳傳輸環境下縮短傳輸時間，以避免僅開啓但無法傳輸所導致的電力耗損。

因此，透過依據目前通道環境 200 進而定義出在非連續接收週期中電路開啓時段，如第 2 圖所示，一個非連續接收週期是包括一個電路開啓時段以及一個電路無開啓期間，因而，定義出電路開啓時段將可使使用者之用戶設備得知其射頻電路需要何時開啓及何時關閉。

更具體而言，電路開啓時段與非連續接收週期之比例係為所有網路服務所要求之傳輸速率總和與該目前通道傳輸速率之比例，亦即，電路開啓時段在非連續接收週期中所佔比例，可由該使用者所有網路服務所要求之傳輸速率總和與目前通道傳輸速率的比例以計算出，因而如前所述，電路開啓時段需視目前通道環境（即傳輸速度）而定。

在考慮完單一位使用者針對其所需要的服務品質要求 100 及目前通道環境 200 可得到該使用者其電路開啓與否的非連續接收週期，接著，將進一步考量多位使用者下，

如何分散各使用者的需求，以在維持良好服務品質下同時減少耗電。

起始偏差決定模組 12 即根據所有使用者的非連續接收週期來找出最少使用者開啓電路的時間點以作為週期起始偏差，亦即係透過各該使用者之非連續接收週期以計算出每一時間點中各該非連續接收週期為該電路開啓時段的總數，並以該總數為最少者之時間點作為新加入之使用者的起始偏差之時間點。

實施時，起始偏差決定模組 12 可將每一時間點中各該非連續接收週期為該電路開啓時段之數量透過加權方式產生一個加權值，例如以平方進行加權，並將該非連續接收週期分成數個區段，疊加各該區段相同位置之加權值，以作為各該區段相對時間點為該電路開啓時段的總數。

透過上述方式，考量各使用者之非連續接收週期不僅可以將各使用者的電路開啓時段錯開，如此是有助於傳輸效率和最小化耗電。另外，對於新加入的使用者而言，由於找出同一時間點下使用者之非連續接收週期的電路開啓時段最少者的時間點作為新加入之使用者的電路開啓時段，如此將無需改變目前現有使用者之非連續接收週期，即可替新加入的使用者找出適當的起始偏差，故用於長期演進技術中省電資料排程系統 1 無需重新規劃所有使用者的非連續接收週期，可降低系統負擔。

參閱第 3A 至 3D 圖，其係說明本發明之用於長期演進技術中省電資料排程系統計算起始偏差之示意圖，亦即起

始偏差決定模組 12 如何決定各該區段相對時間點為該電路開啓時段的總數。

於本實施例中，整個網路環境中已包含多個使用者 (UEs)，且已決定出每位使用者各自的非連續接收週期 (DRX cycle)，接著就是要決定如何找出週期起始偏差 (cycle start offset)。

如第 3A 圖所示，待決定週期起始偏差之使用者的非連續接收週期 CLD_x 為 100ms， TOD_x 為該使用者之非連續接收週期中的電路開啓時段， TOD_x 為 50ms，亦即該使用者之非連續接收週期中有一半時間為電路開啓時段。

首先，計算出所有使用者非連續接收週期的最小公倍數 (CLCM) 301，CLCM 為 100ms，亦即 CLCM 301 是由三段 CLD_x 所組成。接著，定義 NA 為甦醒使用者 (這裡所謂的甦醒使用者即表示電路開啓中者) 數量的集合， $NA = \{NA_j, 1 \leq j \leq CLCM\}$ ，其中 NA_j 302 代表時間點 j 甦醒的使用者數量。

如圖所示，CLCM 301 是分成三個 CLD_x 區段，每一個區段包含 100 個時間點 (亦即 1ms 為一個時間點)，由左至右分別為 2100...00、00...0011、00...00 (未特別標出數值者皆為 0，舉例來說，中間區段為第九十九和第一百者為 1，前面第一至第九十八皆為 0)，其表示該時間點上甦醒的使用者數量，例如，最左邊區段為兩個使用者開啓電路，接著一個使用者，接著九十八個時間點無使用者開啓電路，如此完成一個使用者的非連續接收週期。

接著，如 $NS = \{NS_j | NS_j = (NA_j)^2, 1 \leq j \leq CLCM\}$ 公式所示，其目的是為了讓之後運算能保留使用者甦醒時間的分散程度資訊。因此，於此對各時間點的 NA_j 以平方的方式進行加權，形成 NS 集合 303。

如第 3B 圖所示，針對每一個時間點以平方加權後（平方僅是加權的一實施例），由左至右分別產生 4100...00、00...0011、00...00 的結果，此目的主要欲凸顯該時間點已有使用者開啓電路，加權後的值將降低其他使用者也在同一時間點設定開啓電路。

之後，如第 3C 圖所示，為了減少挑選使用者 UE_x 最佳的週期起始偏差的運算次數，可使用以下公式將運算範圍縮小成 $1 \sim CLD_x$ 。

$$NRP_{x,k} = \sum_{\forall j, ((j-1) \bmod CLD_x) + 1 = k} NS_j, 1 \leq j \leq CLCM, 1 \leq k \leq CLD_x$$

其中， CLD_x 表示使用者 UE_x 的非連續接收週期，如前所述，對於 UE_x 的非連續接收週期，可將 NS 集合 303 分成數個區段，並且將各個區段相同位置的加權值加總，以形成 NRP_{304} ， NRP_{304} 的目的是在於統計以使用者 UE_x 的非連續接收週期為單位週期下，每一個週期相對時間點的甦醒使用者的總數，如圖所示，三個區段 4100...00、00...0011、00...00 疊加結果為 4100...0011，此表示每個區段的第一時間點的傳輸負載最大。因此， NRP_{304} 可由 $NRP_x = \{NRP_{x,k}, 1 \leq k \leq CLD_x\}$ 公式得到。

最後，如第 3D 圖所示，用以下公式挑選其他使用者

(例如 UE_x) 最佳的週期起始偏差。

$$CSO_x = \arg \min_{1 \leq k \leq CLD_x} \left\{ \sum_{j=k}^{k+TOD_x-1} NRP_{x,((j-1) \bmod CLD_x + 1)} \right\}$$

其中， CSO_x 305 是表示使用者 UE_x 的週期起始偏差，其決定方式是，由使用者 UE_x 的非連續接收週期之範圍 $1 \sim CLD_x$ 中挑選出一個 k 值，使得使用者 UE_x 甦醒期間 $k \sim (k + TOD_x - 1)$ 所對應到的 $NRP_{x,k}$ 加總值為最小，其中， TOD_x 為使用者 UE_x 的電路開啓時段，取其引數 k 做為 CSO_x 305，即表示使用者 UE_x 的週期起始偏差設定為 k ，可使得使用者 UE_x 的甦醒時間與其他使用者的甦醒時間重疊的最少。

如第 3D 圖所示，第一區段的第一個時間點的總和為 4，其他第二時間與第九十九到第一百時間的個別總和皆為 1，因此，使用者 UE_x 不將其電路開啓時段設於第一和第二個時間點，因為該時間點已有其他使用者電路開啓，因此，是以週期起始偏差 k 值 ($k=3$) 的時間點來作為該使用者電路開啓時段，如圖所示，若 $CSO_x = 1$ ，則電路開啓時段會與第一和第二時間點的使用者搶資源，因而將 k 值取 3，則可避開第一和第二個時間點以利於取得服務。

參閱第 4 圖，其係說明本發明之用於長期演進技術中省電資料排程系統另一實施例之系統架構圖。如圖所示，用於長期演進技術中省電資料排程系統 1 內除了期間決定模組 11 和起始偏差決定模組 12 外，還包括可根據目前的系統負載量 400 來判斷是否延長電路開啓時間以增加服務品質要求 (QoS) 100 滿足率的感知排程模組 13。

期間決定模組 11 和起始偏差決定模組 12 在接收服務品質要求 100 和目前通道環境 200 後，可對各使用者提供適當的 DRX 參數，然而，當開啓期間將結束時，但仍有封包未傳送結束，此時該如何才能有效率又避免不必要的耗電。此時，本實施例提出感知排程模組 13 來判斷是否延長電路開啓時間。

感知排程模組 13 係用於當使用者之用戶設備 2 之緩衝區有需傳送之封包且下一個時間點該電路開啓時段將結束時，感知排程模組 13 可依據系統負載量 400 來判斷此使用者是否可取得無線資源，並於可取得該無線資源下延長其電路開啓時段。具體來說，感知排程模組 13 是透過排程方式來延長電路開啓時間，當預定關閉電路前，若還有封包要傳送，則會根據目前系統負載量 400 來判斷是否延長其電路開啓時段以增加服務品質要求的滿足率，因此，用於長期演進技術中省電資料排程系統 1 可產生符合系統負載量 400 的 DRX 參數 300'，並通知用戶設備 2 是否延長其電路開啓的時間。

舉例來說，當系統負載量低時，則可透過延長電路開啓時段來增加服務品質要求的滿足率，反之，當系統負載量高，若持續開啓電路，除了無法取得資源（傳送封包）外，還會有多餘的耗電產生，因此，若系統負載量過高時，則遵循原有 DRX 參數設定，關閉電路以降低耗電。

具體實施時，延長電路開啓時段可透過先取得優先權高於有封包未傳送但電路開啓時段將結束之使用者的其他

使用者所需的負載量，且於此負載量所需之時間小於該使用者關閉電路時所釋放之時間時，調高該使用者其排程的優先權並重置不活動計時器，藉此延長電路開啓時段，其中，不活動計時器是紀錄將電路關閉時間的計時器。

接著，下面將以具體實例來說明如何判斷是否延長電路開啓時段的方式。

首先，當用戶設備 2 內的緩衝區中尚有封包未被傳完，但在下一個時間點時無線傳輸的電路將被關閉，則可根據系統負載量去判斷此使用者是否有機會獲得無線傳輸的資源，並且於有機會獲得資源分配下才會做延長的動作。

延長電路開啓時段的方式，即是在尚未關閉電路之前，將此使用者排程的優先權暫時調高，以讓此使用者至少可以配置到無線傳輸的資源，同時將不活動計時器重置，以延長電路開啓時間。如第 5 圖所示，若確定該使用者可得到傳輸資源，則可將電路開啓時段延長，如圖中左邊第一個箭頭，必要時可再繼續延長(如圖中另一個箭頭)，至於每次延長多久則可視資源量多寡而定。

關於優先權高低的計算可透過下列公式得到：

$$P_x(t) = \begin{cases} P_x^*(t) + \alpha, & TOD_x \leq 1 \text{ and } TIA_x \leq 1 \text{ and } loading_x < off_ratio_x \\ P_x^*(t), & otherwise \end{cases}$$

其中， $P_x(t)$ 是表示非連續接收感知排程的優先權， $P_x^*(t)$ 是表示系統原先使用的排程機制所計算的優先權， TOD_x 是表示該使用者的目前的電路開啓時段計時器的值， TIA_x 是表示目前的不活動計時器的值。

當 $TOD_x \leq 1$ and $TIA_x \leq 1$ 成立時，即表示下一個時間點無線傳輸電路即被關閉，此時，系統會根據那些優先權比此使用者高的其他使用者所需的負載量 $loading_x$ 與關閉電路時間佔非連續接收週期的比例 off_ratio_x ，來判斷是否延長此使用者的開啓時間。

因此，若高優先權使用者的負載量小於關閉電路的時間比，也就是 $loading_x < off_ratio_x$ ，則表示目前關閉電路所釋放的時間超過高優先權使用者所需的傳輸時間，亦即尚有傳輸資源可供該使用者傳輸，故會對 $P_x^*(t)$ 增加一個 α 值，此 α 值的設定將大於所有 $P_x^*(t)$ 的可能值，亦即利用暫時提高此使用者之優先權的方式來延長其無線傳輸電路的開啓時間，反之，若無傳輸資源可供其傳輸，則不做延長無線傳輸電路的開啓時間。

另外，優先權比該使用者高的其他使用者所需的負載量 $loading_x$ 的計算可透過下列公式得到：

$$loading_x = \sum_{\forall i, p_i^*(t) > p_x^*(t)} \frac{R_i(t)}{r_i(t)}$$

其中， $R_i(t)$ 是表示使用者 UE_i 的平均傳輸速率， $r_i(t)$ 是表示目前若將所有無線傳輸資源分配給使用者 UE_i 的傳輸速率，此速率可根據目前通道環境推得，而 $loading_x$ 僅是計算優先權比該使用者高的其他使用者。

此外， off_ratio_x 計算方式如下：

$$off_ratio_x = \frac{TOP_x}{CLD_x}$$

其中， TOP_x 是表示目前關閉電路到下次開啓電路的時間長度， off_ratio_x 則是表示使用者 UE_x 的關閉時間佔其 DRX 週期的比例。

參閱第 6 圖，其係說明本發明之用於長期演進技術中省電資料排程方法之步驟圖。如圖所示，於步驟 S601 中，係由各使用者其所有網路服務之服務品質要求中選擇延遲要求最短者以作為各該使用者之非連續接收週期。也就是，每位使用者透過其所有網路服務所要求之服務品質要求中，找其延遲要求最小者，來做為該使用者之非連續接收週期，如此以此週期來開啓或關閉電路即可滿足所有網路服務的最低要求。接著至步驟 S602。

於步驟 S602 中，係依據目前通道環境取得目前通道傳輸速率，以透過該目前通道傳輸速率得到各該使用者之非連續接收週期中的電路開啓時段。於此步驟中，係依據目前通道環境來設定該使用者之非連續接收週期中的電路開啓時段為何，其原因在於，需知悉目前通道環境狀態以得到通道傳輸速率，藉由通道傳輸速率以定義出電路開啓時段如何設定才能提供較佳傳輸效率。

具體而言，該電路開啓時段與該非連續接收週期之比例係為該所有網路服務所要求之傳輸速率總和與該目前通道傳輸速率之比例，亦即透過該使用者所需要的傳輸速率總和與目前通道傳輸速率的比例，來訂定電路開啓時段與該非連續接收週期的比例。接著至步驟 S603。

於步驟 S603 中，係透過各該使用者之非連續接收週期

以計算出每一時間點中各該非連續接收週期為該電路開啓時段的總數。於此步驟中，係依據每位使用者其非連續接收週期，來計算在同一時間點下所有使用者之非連續接收週期為電路開啓時段的總數，如此即可知道任一時間點下，有多少使用者其傳輸電路是開啓的，此將有助於分散所有使用者的電路開啓時段的分配，以及有利於其他新進使用者的電路開啓時段的設定。

具體來說，計算每一時間點中為該電路開啓時段的總數是透過將每一時間點中各該非連續接收週期為該電路開啓時段之數量透過平方方式進行加權以產生加權值，並將該非連續接收週期分成數個區段，疊加各該區段相同位置之加權值，以作為各該區段相對時間點為該電路開啓時段的總數。其中，以平方方式加權是加強該時間點已有使用者開啓電路，而疊加各該區段相同位置是因為每一個非連續接收週期可能包含重複述個區段，因而疊加後找其疊加後值最小者為首選，即搶用傳輸資源的情況降到最低，因此，即用簡化方式取得起始偏差。接著至步驟 S604。

於步驟 S604 中，係以該總數為最少者之時間點作為新加入之使用者的起始偏差之時間點。在步驟 S603 中可找出疊加後總和最小者的時間點，因而於此步驟中，將可以此時間點作為新加入之使用者的起始偏差的時間點，簡言之，找出較佳的起始偏差，則新的使用者可直接將其電路開啓時段設定於此，如此，無需改變現有使用者的設定，也降低了系統分析重整的負擔。

此外，本發明之用於長期演進技術中省電資料排程方法更可進至步驟 S605，於步驟 S605 中，係於該使用者之用戶設備之緩衝區有需傳送之封包且下一個時間點該電路開啓時段將結束時，可依據系統負載量來判斷該使用者可否取得無線資源，並於可取得該無線資源下延長該電路開啓時段。上述係對於傳輸電路將被關閉時，若還有封包尚未傳送的處理方式，簡言之，若判斷該使用者延長其電路開啓時段後所提供的資源，除了可滿足其他使用者所需資源外，還可以處理該使用者自己本身的傳輸下，才要求該使用者延長其電路開啓時段，否則，若該使用者延長後無法取得資源，如此還是無法解決封包未傳送的問題，如此可能會耗電又無傳輸效率的情況產生。

更具體來說，延長電路開啓時段可透過取得優先權高於該使用者之其他使用者所需的負載量，同時在其他使用者所需負載量的所需時間小於該使用者關閉其電路後所釋放出的時間下，才調高該使用者排程的優先權以延長電路開啓時段。此外，延長電路開啓時段的同時也會重置不活動計時器，以重新計數何時應該關閉電路。

綜上所述，本發明所提出之用於長期演進技術中省電資料排程系統及其方法，主要利用服務品質請求與目前通道環境動態來決定 DRX 參數，且使 DRX 參數所構成 DRX 週期可在滿足服務品質請求下還可最小化耗電，其包括根據系統中所有使用者的 DRX 週期，選擇最少使用者已開啓傳輸電路的時間點來新使用者之電路開啓時段的時間點，

藉此分散使用者的傳輸電路開啓時間點。另外，還可依據系統負載量來判斷是否可延長電路開啓時間以服務其他電路開啓之使用者，亦即透過排程機制來延長無線傳輸電路的開啓時間，以滿足多位使用者的服務品質請求，同時也可供本身傳輸之用。

上述實施例僅例示性說明本發明之原理及其功效，而非用於限制本發明。任何熟習此項技藝之人士均可在不違背本發明之精神及範疇下，對上述實施例進行修飾與改變。因此，本發明之權利保護範圍，應如後述之申請專利範圍所列。

【符號說明】

1	用於長期演進技術中省電資料排程系統
11	期間決定模組
12	起始偏差決定模組
13	感知排程模組
2	用戶設備
100	服務品質要求
200	目前通道環境
300、300'	DRX 參數
301	非連續接收週期的最小公倍數
302	NA_j
303	NS 集合
304	NRP
305	CSO_x

400 系統負載量

S601~S605 步驟

申請專利範圍

1. 一種用於長期演進技術中省電資料排程系統，係包括：
期間決定模組，係由各使用者之所有網路服務之服務品質要求中選擇延遲要求最短者以作為各該使用者之非連續接收週期，且依據目前通道環境取得目前通道傳輸速率，以透過該目前通道傳輸速率得到各該使用者之非連續接收週期中的電路開啓時段；以及
起始偏差決定模組，係透過各該使用者之非連續接收週期以計算出每一時間點中各該非連續接收週期為該電路開啓時段的總數，並以該總數為最少者之時間點作為新加入之使用者的起始偏差之時間點。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之用於長期演進技術中省電資料排程系統，其中，該電路開啓時段與該非連續接收週期之比例係為該所有網路服務所要求之傳輸速率總和與該目前通道傳輸速率之比例。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之用於長期演進技術中省電資料排程系統，其中，該起始偏差決定模組係將每一時間點中各該非連續接收週期為該電路開啓時段之數量透過加權方式以產生加權值，並將該非連續接收週期分成數個區段，疊加各該區段相同位置之加權值，以作為各該區段相對時間點為該電路開啓時段的總數。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之用於長期演進技術中省電資料排程系統，更包括感知排程模組，其用於當該

使用者之用戶設備之緩衝區有需傳送之封包且下一個時間點該電路開啓時段將結束時，該感知排程模組係依據系統負載量以判斷該使用者可否取得無線資源，並於可取得該無線資源下延長該電路開啓時段。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之用於長期演進技術中省電資料排程系統，其中，延長該電路開啓時段係包括取得優先權高於該使用者之其他使用者所需的負載量，且於該負載量所需之時間小於關閉電路時所釋放之時間下，調高該使用者其排程的優先權並重置不活動計時器，以延長該電路開啓時段。

6. 一種用於長期演進技術中省電資料排程方法，係包括：

由各使用者其所有網路服務之服務品質要求中選擇延遲要求最短者以作為各該使用者之非連續接收週期；

依據目前通道環境取得目前通道傳輸速率，以透過該目前通道傳輸速率得到各該使用者之非連續接收週期中的電路開啓時段；

透過各該使用者之非連續接收週期以計算出每一時間點中各該非連續接收週期為該電路開啓時段的總數；以及

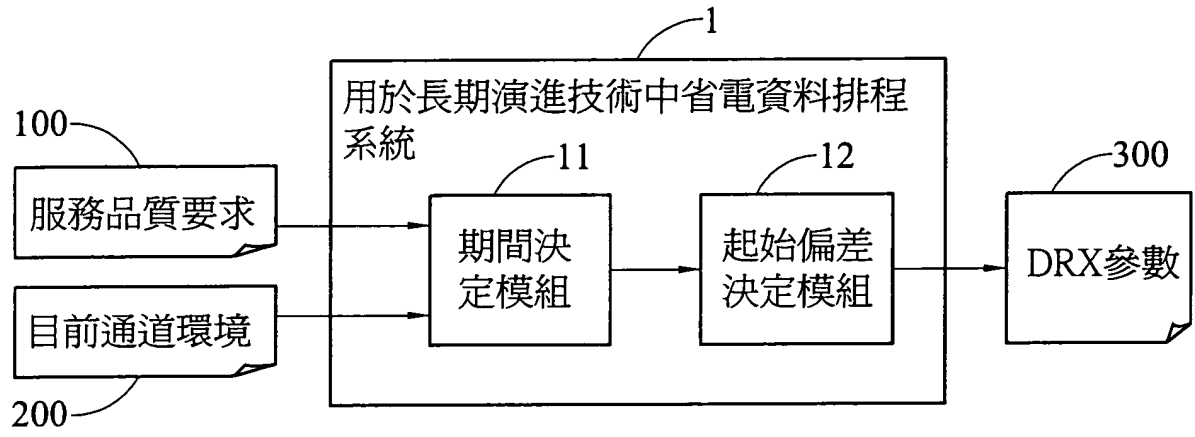
以該總數為最少者之時間點作為新加入之使用者的起始偏差之時間點。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之用於長期演進技術中省電資料排程方法，其中，該電路開啓時段與該非連續

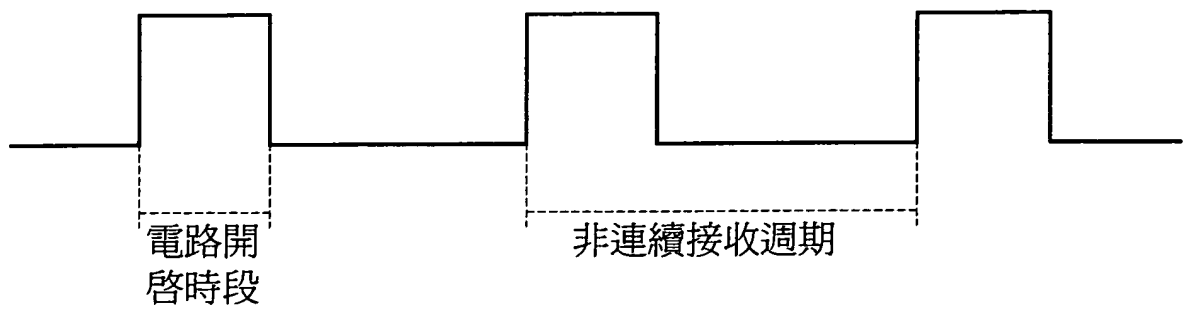
接收週期之比例係為該所有網路服務所要求之傳輸速率總和與該目前通道傳輸速率之比例。

8. 如申請專利範圍第 6 項所述之用於長期演進技術中省電資料排程方法，其中，計算每一時間點中為該電路開啓時段的總數係包括將每一時間點中各該非連續接收週期為該電路開啓時段之數量透過加權方式以產生加權值，並將該非連續接收週期分成數個區段，疊加各該區段相同位置之加權值，以作為各該區段相對時間點為該電路開啓時段的總數。
9. 如申請專利範圍第 6 項所述之用於長期演進技術中省電資料排程方法，更包括於該使用者之用戶設備之緩衝區有需傳送之封包且下一個時間點該電路開啓時段將結束時，依據系統負載量以判斷該使用者可否取得無線資源，並於可取得該無線資源下延長該電路開啓時段。
10. 如申請專利範圍第 9 項所述之用於長期演進技術中省電資料排程方法，其中，延長該電路開啓時段係包括取得優先權高於該使用者之其他使用者所需的負載量，且於該負載量所需之時間小於關閉電路時所釋放之時間下，調高該使用者其排程之優先權並重置不活動計時器，以延長該電路開啓時段。

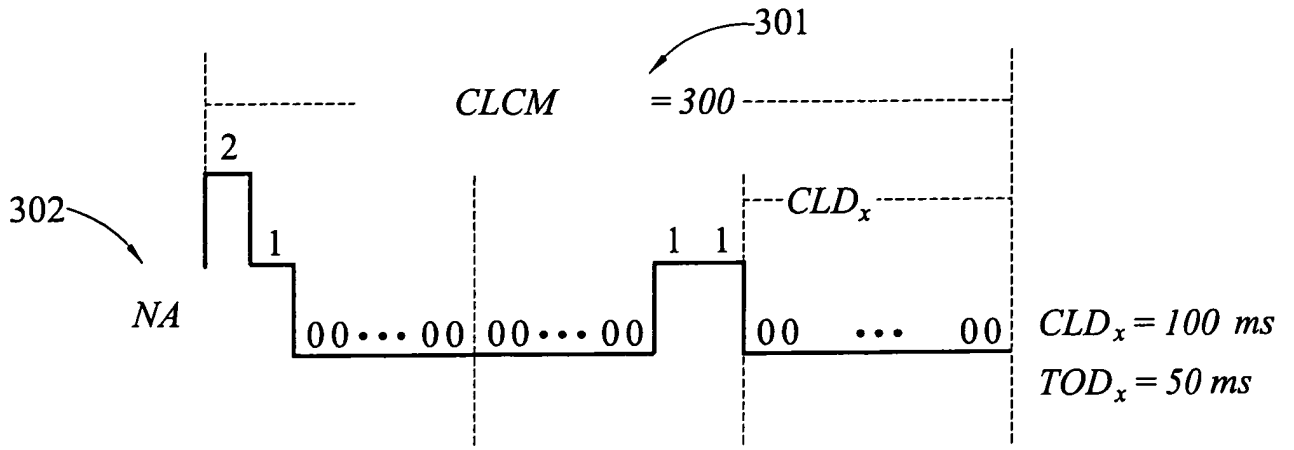
圖式



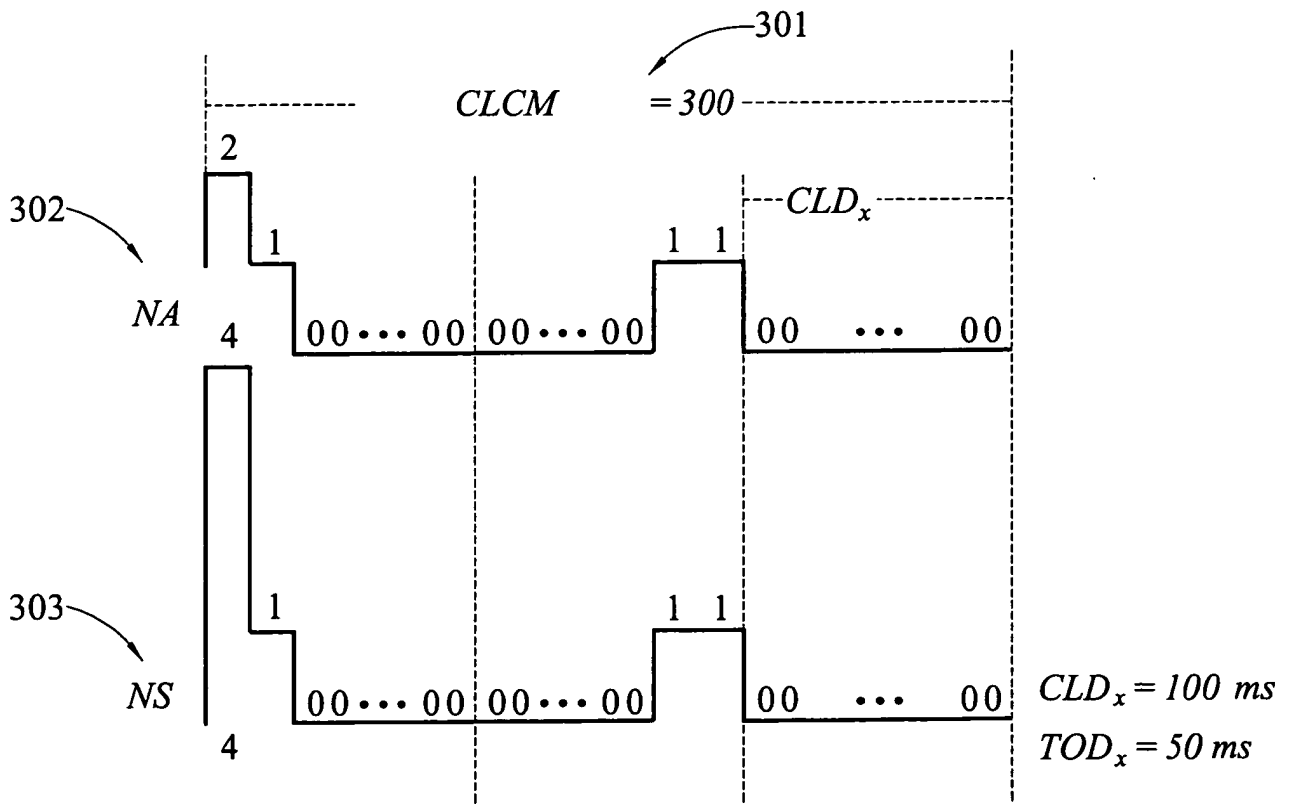
第1圖



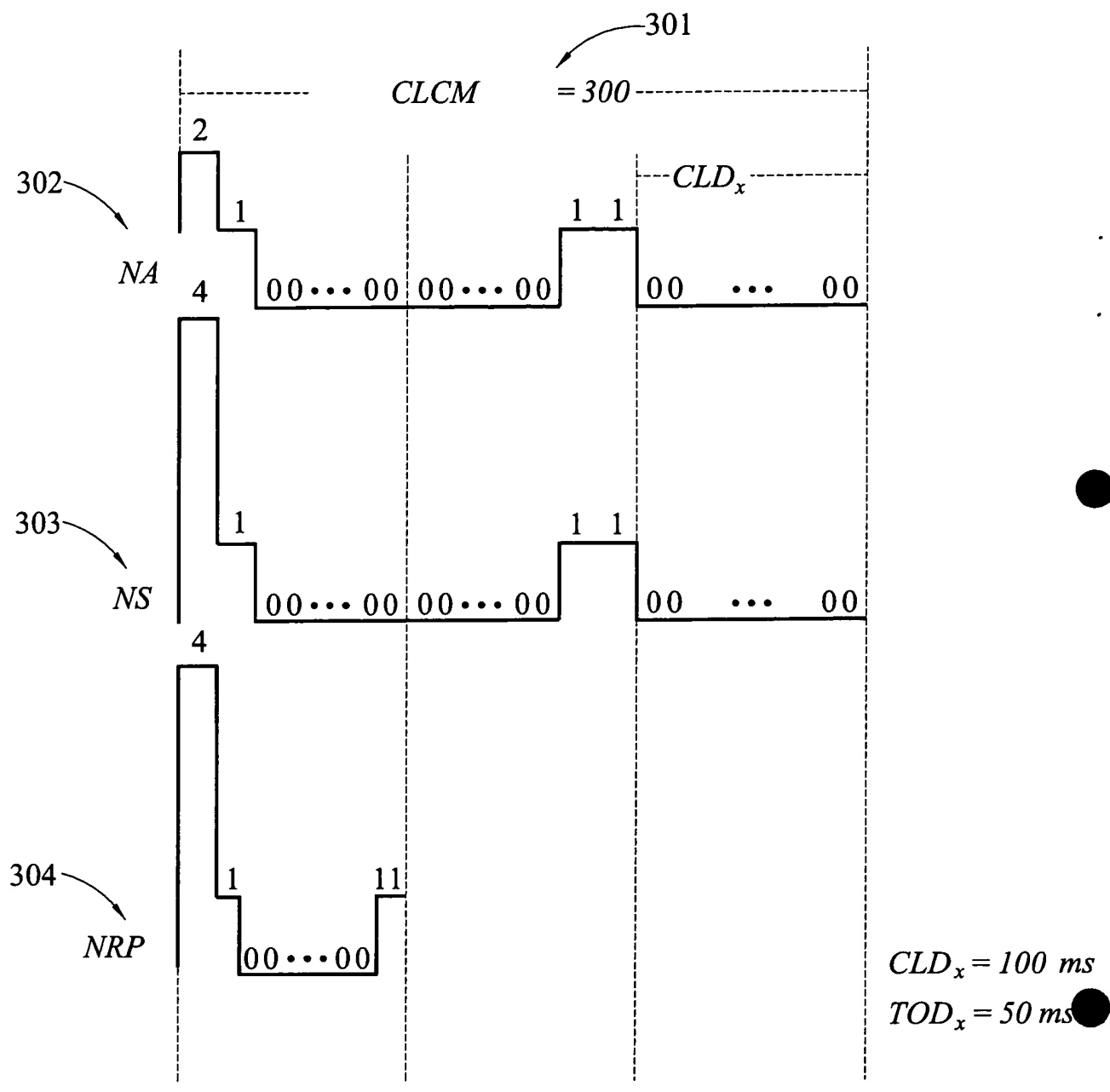
第2圖



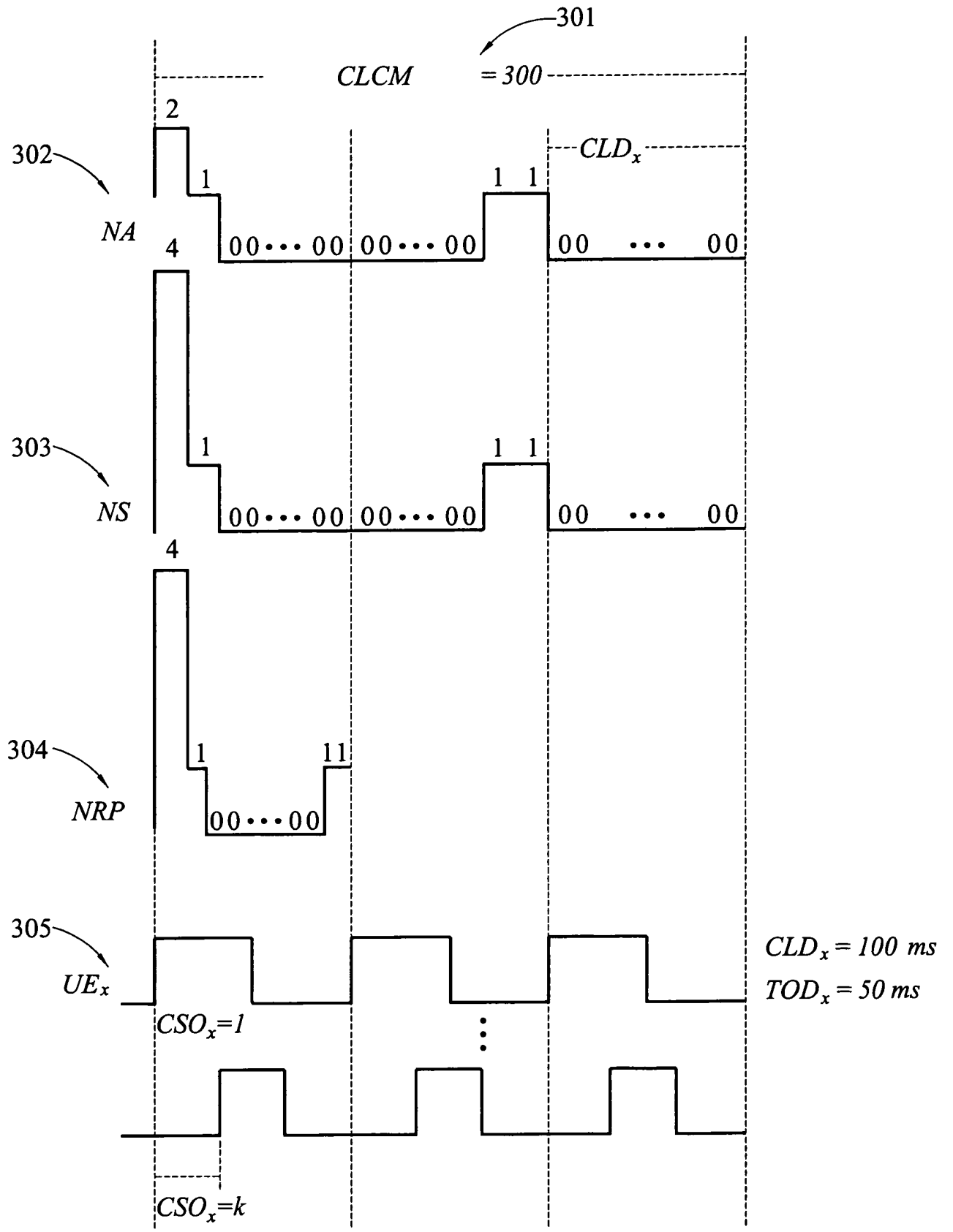
第3A圖



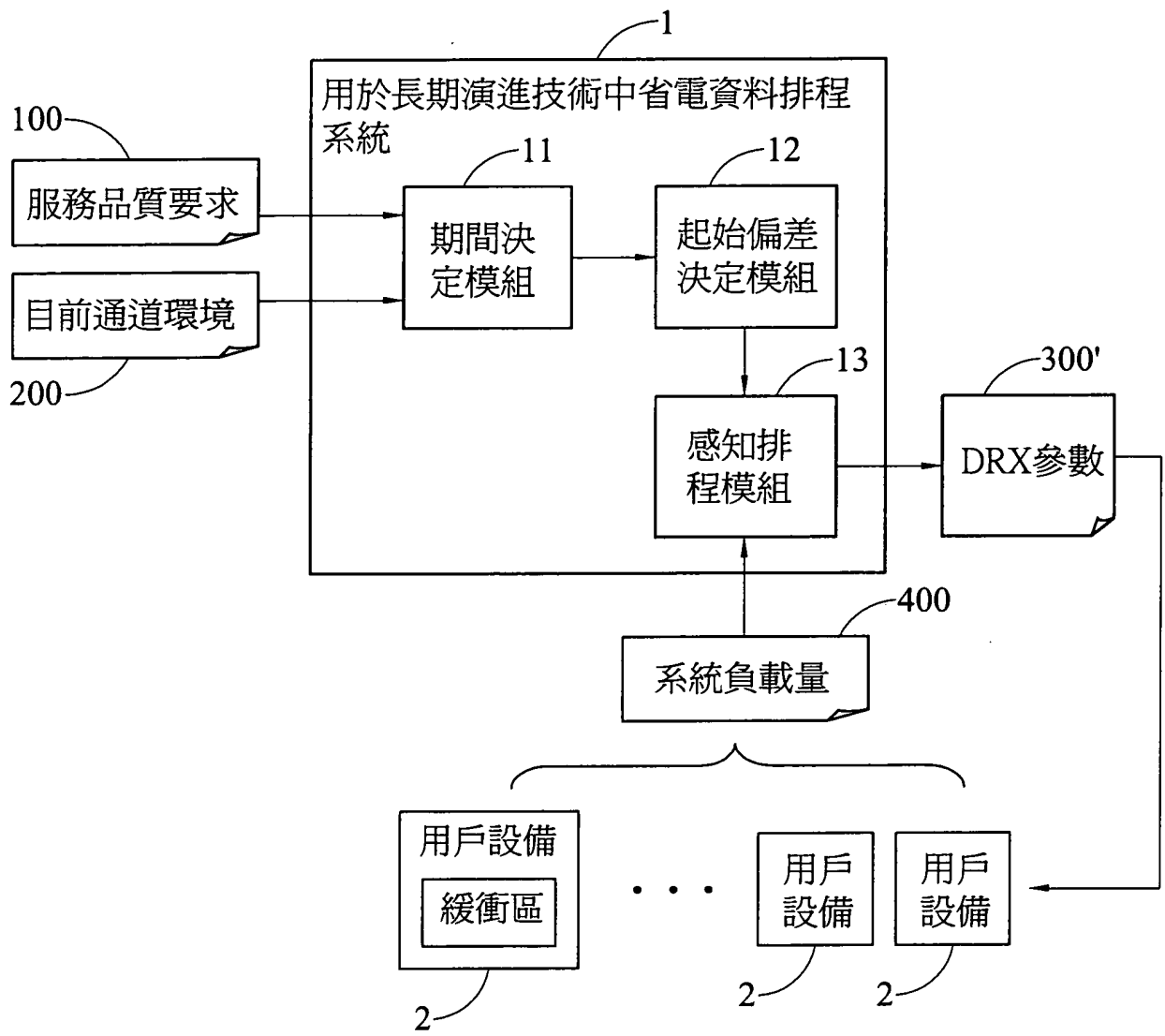
第3B圖



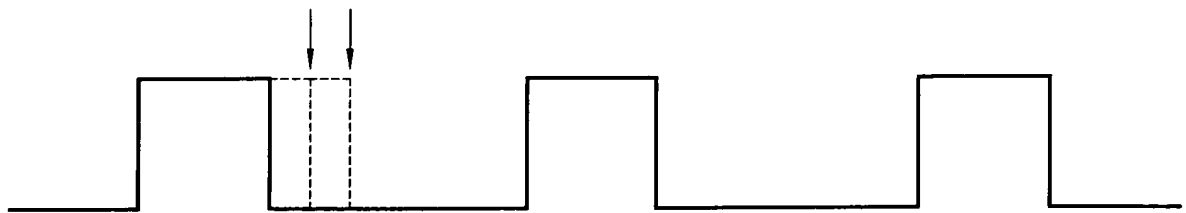
第3C圖



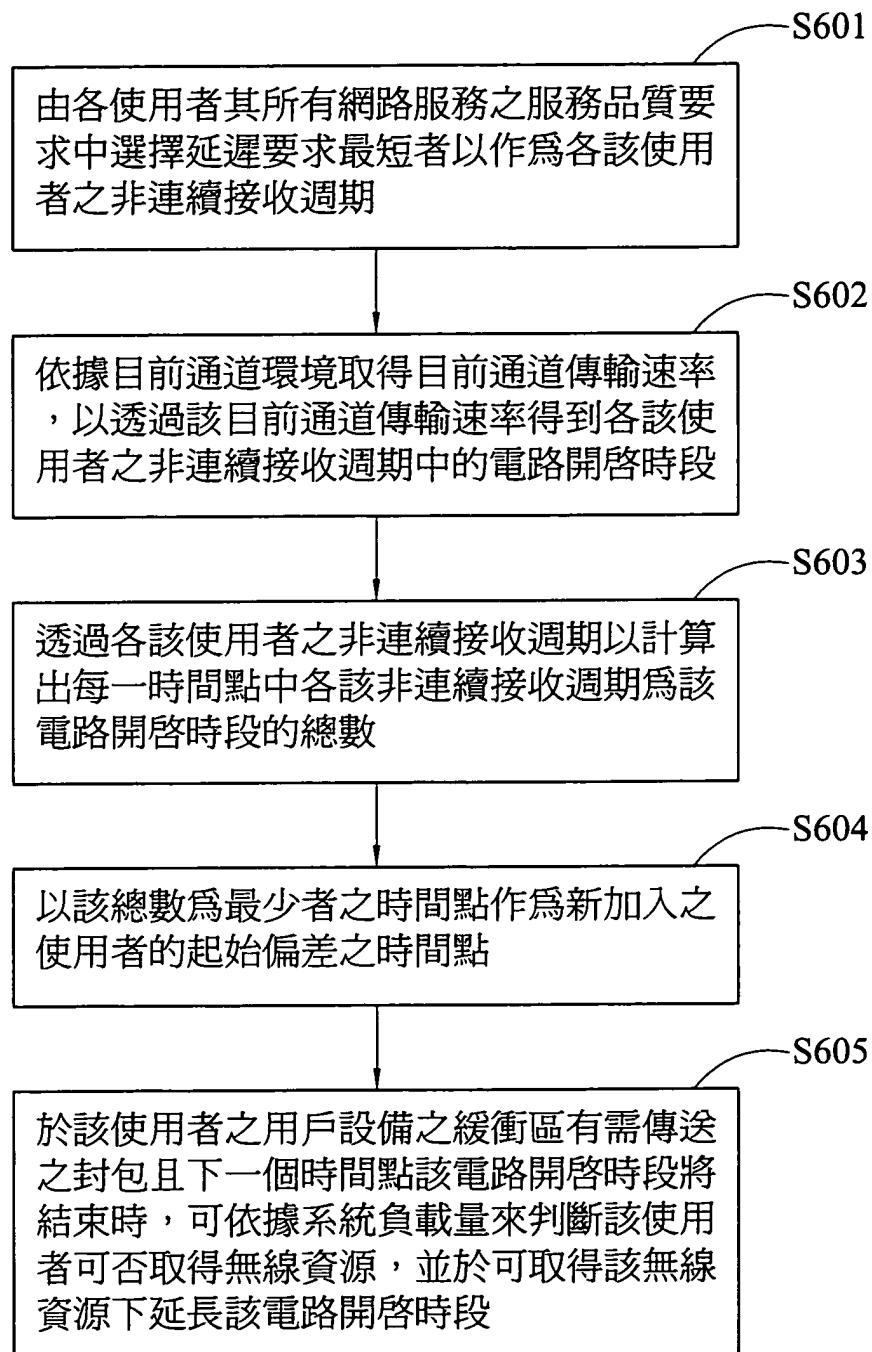
第3D圖



第4圖



第5圖



第6圖