

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 95101152

※ 申請日期： 95.11.12

※IPC 分類：H04L 12/56, H04L 1/16

一、發明名稱：(中文/英文)

(2006.01)

在無線通訊系統下適應性 RTO 的預測方法

Method for adaptive estimation of Retransmission timeout in Wireless Communication
Systems

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學/National Chiao Tung University

代表人：(中文/英文) 張俊彥/ Chun Yen Chung

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號/No.1001, Da-syue Rd., Hsinchu City 300, Taiwan (R.O.C.)

國 籍：(中文/英文) 中華民國/ROC

三、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

羅文嶽/Wen Yueh Lo

國 籍：(中文/英文)

中華民國/ROC

姓 名：(中文/英文)

程士恆/Cheng Shi Heng

200727630

國 籍：(中文/英文)

中華民國/ROC

姓 名：(中文/英文)

陳欽健/Chan Iam Kin

國 籍：(中文/英文)

中國澳門特別行政區/Macao Special Administrative Region

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項第一款或第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

因為舊有的 TCP 傳輸控制方法直接應用在無線通訊上會產生錯誤，例如一些錯誤的控制數據估測導致誤判為網路壅塞，本發明提出一個為適應性 RTO (Retransmission Time Out) 控制方法來修正。

這個控制方法可以動態改變來回傳輸時間的預測值來適應現在的頻寬狀況。因為正確的 RTO 數值可以藉由新的適應性的來回傳輸時間的預測值來計算出來，所以可以解決由於因頻寬變動造成不正確的 RTO 數值所造成誤判網路狀況和不必要的重新傳輸問題，從而增加 TCP 在無線系統下的效能。

六、英文發明摘要：

The present invention is a method to prevent unnecessary TCP congestion controls in a wireless data communication. An Adaptive RTO control algorithm can dynamically change Round-Trip Time (RTT) estimation values and adapt to current bandwidth conditions. Because the correct Retransmission Time Out (RTO) values will be calculated from a new adaptive RTT estimation value, spurious timeouts problems due to incorrect RTO values caused by bandwidth variations can be resolved and TCP performance over wireless can be improved.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種適應性 RTO，特指一種在無線通訊系統下適應性 RTO 的預測方法。

【先前技術】

傳輸控制協定 (TCP) 為資料網路中最為普遍信賴的傳輸協定，其係為一種連接導向 (connection oriented) 的協定，並且提供流量控制與壅塞控制。而使用三向交握方法，TCP 能夠實行虛擬的連接，並確保連接已被建立，且 TCP 能夠藉由控制發送緩衝器與接收緩衝器來預防傳輸溢位。藉由緩啟動與傳輸逾時控制，TCP 可避免網路壅塞。然而，設計於有線網路的 TCP 協定並不適用在無線系統中，此乃肇因於無線鏈接與有線鏈接係有數種不同的特性。有線鏈接具有低封包錯誤率、低頻寬變動與較小的延遲變動，但在無線鏈接中，則有較大的封包錯誤率，較大的頻寬變動，與較高的延遲變動。肇因於頻寬變動的在無線連接中的封包錯誤與假逾時，會致使擁擠控制的效能變差。

另外，關於已知的先前技術，如美國專利第 US006791945 號名為『Timeout threshold shaping for wireless TCP communications』，該專利案係有關於系統中 RTO 的計算，其採用多重通道，如 SCH 與 DCCH 通道。對於各個通道都有不同的延遲特性。該系統處理器

係僅維持運行整體系統延遲特性之平均值，當一個時間週期中大部分封包被在 DCCH 上以較短的往返（round trip）時間延遲被傳輸後，該習知的處理器接著使用計算逾時的值將高於實際運行平均數，當被傳輸於具有較長往返時間的封包的 SCH 上時實際延遲將高於該逾時之值，此時即使目標節點已正確的收到該封包，可是系統將被認定為逾時。因此，該網路並未良好使用。該發明藉由自動增加運行時間來最低化這種不必要逾時的發生。該處理器亦被程式化為具有一種演算法能夠自動插入較長、較慢的封包。該演算法被特製為不顯著影響系統效能。該演算法對於每個 X 封包於 SCH 頻道上插入較長的封包，該 X 封包係由來源所傳送，且由特定的系統參數來決定。結果，該較長的插入封包增加了運行平均值與逾時值，該發明解決了不同頻道變動的問題，他使用適當的配置使其計算適用於所有的頻道。但是，由於頻寬的單一頻道之延遲特性的變動，則未被加以考量。在本發明中，該演算法能夠被在具有單一頻道的系統上執行。對於多重頻道，該演算法亦能夠被應用到各個頻道上，使得對於各者之適當的 RTO 可被計算出來。

在專利 US006493316，《用於控制基於封包之連接頻寬的裝置及方法》中，該發明著重於調整視窗大小以增加總通量。藉由修改 TCP 以將其傳送速率限制於某最大值與最小值之間，而不是限制在數值一與該接收器視窗

大小之間。該最小值將保證該連接運行於一個最小速率上，而該最大值防止將所有可用頻寬指派給某一對節點上。此演算法可有選擇地防止在該視窗大小太小而不允許快速重發及恢復時發生逾時。該方法包括若干步驟。

- (1) 計算擁擠視窗 (C-WND)。
- (2) 設定最小頻寬視窗 (MIN-WND) 及最大頻寬視窗 (MAX-WND)。
- (3) 根據擁擠視窗決定調用最小頻寬視窗還是最大頻寬視窗。
- (4) 如果獲得許可，允許一或多個資料封包之傳輸進入該連接。在最小頻寬視窗及最大頻寬視窗上存在兩種操作。第一種操作係擴充視窗。當接收到一重複的 ACK 時，最大頻寬視窗及最小頻寬視窗會以一的數值擴充。當接收到一非重複 ACK 時，最大頻寬視窗及最小頻寬視窗重設為其原始大小 (對最大頻寬視窗，係最大允許頻寬 \times 往返時間 (RTT)，對於最小頻寬視窗，係所保證之最小頻寬 \times 往返時間) 並且移至右邊，如此在視窗中之第一位元組係最先的未確認位元組。即使當一 ACK 丟失時，擴充後的視窗亦確保該連接可發送新的封包。此種操作防止該連接暫停但不增加網路中之封包數。當發送速率在設定的限制值之間時，執行正常的 TCP 演算法。如果發送速率低於最小值時，則調用最小頻寬窗口。如果發送速率低於最大值，則調用最大頻寬視窗。在該發明中利用了一重發計時器週期，其具有一大於超出視窗發送計時器範圍 (在此時間之後，即使 TCP 擁擠視窗之狀態

通常不允許發送封包，亦可發送該封包)及往返時間之值。重發計時器週期確保即使當沒有接收到 ACK 時，仍然發送最小速率之封包以激勵 ACK，最終重新發送而不被 TCP 逾時暫停。因此，增加了總通量。該發明藉由在不同的情況下利用合適之視窗大小增加通量，並且防止一些不必要之逾時。在本發明中，該演算法在不同通道情況下，計算合適的 RTO 以防止不必要之逾時。該發明沒有指定用於無線網路。當無線通道變化顯著且快速時，該發明之演算法將不能很快適應該種情況，並且將產生不必要之逾時。在本發明中，基於每一傳輸之通道情況修改往返時間。此可更快地適應當前情況並且顯著地減少不必要之逾時。

另查美國專利『Enhancement of explicit congestion notification (ECN) for wireless network applications』係揭露使用增進的明顯式壅塞通知 (ECN) 技術，來從低頻寬延遲感度 TCP 連接避免封包的不必要延遲。此錯誤依舊導致系統進入壅塞狀態。而這類的壅塞係由高 BER 而不是缺乏緩衝而發生的。當這些錯誤發生時，TCP 錯誤的假設網路是壅塞的，且大幅度的降低了其之新舊封包的傳輸率。而增進的 ECN 之主要工作，就是從個別封包丟失分辨由於 BER 之壅塞封包丟失，來當 BER 導致丟失封包時，拒絕進入低起始態，並且當偵測到早期壅塞通知時減低其傳送速度，來增加連接的輸質量。

該發明著重於分辨肇因於高 BER 之壅塞的實際壅塞。然而，由於頻寬的單一頻道之延遲特性之變動，則未被列入考慮，頻寬變動導致其他類型的壅塞，而在本發明中，我們致力於分辨從頻寬變動導致而來的壅塞中的真實壅塞。

綜合上述，當頻寬變動發生在 TCP 傳輸時，原來的 RTO 測量法無法有效工作，該 RTI 估算係被新的 RTT 測量法更新，且在一個長的穩定傳輸之後，將趨近於 RTT 值。該 RTT 於傳輸率上改變基底 (base)。當傳輸率從高變為低的時候，該 RTT 可能超出 RTO 逾時臨界並因而激發再傳輸。此再傳輸為一假性的傳輸，因為其並非由未經傳遞的封包所激發，而是由 RTO 的變動所激發。該假性的傳輸導致資料的不必要傳輸，而該資料並非丟失。該相關的擁擠視窗降至一最大的節區大小 (MSS)，且該慢起始臨界將被目前視窗尺寸的一半所切割。結果，該頻道未被有效使用。

【發明內容】

本案發明人等有鑑於習知技術上述之缺失，特別提出一種在無線通訊系統下適應性 RTO 的預測方法，其中一適應性的以計時器為基礎的控制演算法能增進 TCP 執行效能，該演算法動態性的改變往返時間 (RTT) 評估值與適應目前頻寬狀態。由於更正的重傳逾時 (RTO) 值會被重新的適應性 RTT 預估值計算出來，使得頻寬變

動造成的不正確 RTO 值之假性逾時問題能夠藉此被解決，並且也提升了在無線傳輸上的 TCP 執行效能。

【最佳實施例之實施方式】

在原本的壅塞控制流中，TCP 係藉由下列步驟來偵測壅塞：

第一，基地台傳輸一封包，並計算該 RTO。

第二，假使該封包之往返時間 (RTT) 大於 RTO，該 TCP 會認為產生壅塞，並進入 (緩) 慢啓動狀態。

在無線網路中，時強時弱的頻道導致頻寬變動。假使頻寬突然變得比先前還要小，則具有較小頻寬的頻道將會需要更多的時間來傳輸這些封包，也就是說，這些封包的 RTT 將會變得很長。當介於 TCP 封包之傳輸與 TCP 封包之認知間的時間大於 RTO 時，將會發生壅塞。這種類型的壅塞係不同於有線網路的。其係導致源頻寬之震盪。假使我們能避免這種類型的壅塞，我們即能避免壅塞視窗進入緩啓動狀態 (SLOW START PHASE)。

適應性 RTO 演算法系被提出來通知 TCP 有關將導致不必要的 TCP 封包逾時並進入緩起動 (狀) 態的頻寬變動。此演算法的主要目地為偵測頻寬變動並計算新的 RTO。其將發送一個新的 RTO 回 TCP，來避免 RTO 之錯誤估算。

原來的 RTT 與 RTO 估算值係被提出用於有線環境，而有線環境並不被認為會具有不穩定的傳輸速率 (尤其

是源於頻寬變動的不穩定)。該計算係如下所示：

$$R = \frac{7}{8} \times R + \frac{1}{8} \times RTT$$

$$D = \frac{3}{4} \times D + \frac{1}{4} \times \text{abs}(R - RTT)$$

$$RTO = R + 4 \times D$$

其中：RTT 為封包往返時間的測量

P 為用於封包傳輸率的評估

D 為 RTT 之偏差評估器 (estimator)

RTO 為往返時間

首先，這三個公式的常數係被微調以用於有線網路。然而，其可能不適用於無線網路，再者，由於頻寬震盪可能導致錯誤評估，我們需要增加一個或更多個因子與頻寬進入公式中，去修該這些公式。

頻寬變動可以是正的也可以是負的，且 RTO 將會基於頻寬的變動而改變，對於各個基地台控制器之 RTO 之計算公式如下：

$$RTT_esti = (RTT_esti - pro.delay) * \left(\frac{previous_bw}{present_bw} \right) + pro.delay \quad (1)$$

$$RTO = RTT_esti + Deviation_index \times Deviation \quad (2)$$

$$\text{其中 } pro.delay = propagation_delay = RTT - \left(\frac{MTU}{BW} \right) \quad (3)$$

並且 $\frac{MTU}{BW}$ 為有線網路上之資料傳輸延遲

在方程式 (3) 中，RTT 減去傳輸延遲係等於全部的傳輸延遲 (包含無線延遲與有線延遲)，由於有線之傳輸延遲很小，我們可以忽略他。將兩個因子 previous_bw 與 present_bw 加進方程式 (1) 中，則可得到 RTT 之較佳的評估，來計算新的 RTO。假使頻寬 (present_bw)

是小的，我們就可得到較大的 RTT_esti ，反之亦然。假使僅增加 RTO 值，則可避免壅塞逾時。然而，一旦發生網路壅塞，TCP 必須花費更多的時間來等待重傳。因此，適應性 TCP 演算法在此議題中被考慮。此外， RTO 計算使用了原來的方程式，來確保新的 RTO 對於原來的有線網路係恰當的。

方程式 (2) 之型態係近似於原始的 TCP，但是我們以常數 4 來取代 $Deviation_index$ 。該常數 4 為具有穩定傳輸率之有線網路的微調值。在無線網路中，我們會面臨因為頻寬變動導致的時強時弱的頻道特色，所以其不能為一個常數，而是一個頻寬的函數。對於該偏差方面的方程式，將使用和有線伺服器相同的值。

為了更理解本發明，請參閱第 1 圖，如圖所示，該適應性 RTO 演算法具有比原始的 TCP 協定更佳的輸出，並且在速率改變的短週期中更具增效。原始的 TCP 協定具有壅塞逾時問題，另一方面，適應性的 RTO 演算法具有幾乎相同的執行效能，其乃該演算法消除了來自於頻寬變動的壅塞逾時。

接著再比較兩個不同的頻寬模型，該有限的突發傳輸 (burst) 模型具有比均勻 (uniform) 分配模型更好的改良。這是因為有限的突發傳輸模型之逾時事件比在均勻分配模型中多的緣故。在有限的突發傳輸模型中，壅塞逾時在當頻寬從高變至低時發生 (約 50%)。但在均

勻分配模型中壅塞逾時僅在頻寬下降至 9.6Kbps 或 19.6Kbps（少於 20%）時發生。該適應性的 RTO 演算法能夠消除大部分的在突發傳輸模型中的逾時，且輸出效能更被提升。

接著請參閱第 2 圖，如圖所示，該適應性的 RTO 演算法能夠消除壅塞逾時且維持通常逾時時間於所有情況中。原始的 TCP 協定在不同的情況中具有不同的逾時時間。在不同的頻寬模型裏，有限的突發傳輸模型比均勻分配模型具有更多的逾時，此乃因為在有限的突發傳輸模型中存有壅塞逾時之較高的可能性，在不同速率改變的週期中，當週期較大時，就有比較少的逾時的次數。

本發明提出的演算法能有效的解決非壅塞產生的逾時問題，其於無線系統中具有顯著的影響。在無線資料傳輸中，該系統具有較高的頻寬變動，當頻寬從高掉至低時，則將發生壅塞逾時。但採用了本發明之適應性 RTO 演算法之後，系統可以動態性的改變 RTT 評估值，來適應目前的頻寬狀態，對應的 RTO 值將因而被計算。因此，本發明所提出之適應性的 RTO 演算法能夠消除因為頻寬變動所導致的壅塞逾時，並增進輸出效能。

本發明所提出之方法確實解決了存在於先前技術當中的瓶頸，且具新穎性與進步性及產業利用性，敬請核准專利，實感德便。

【圖式簡單說明】

- 第 1 圖為本發明之傳輸率與頻寬改變週期之比較圖。
- 第 2 圖為本發明之逾時次數與速率改變週期之比較圖。

【主要元件符號說明】

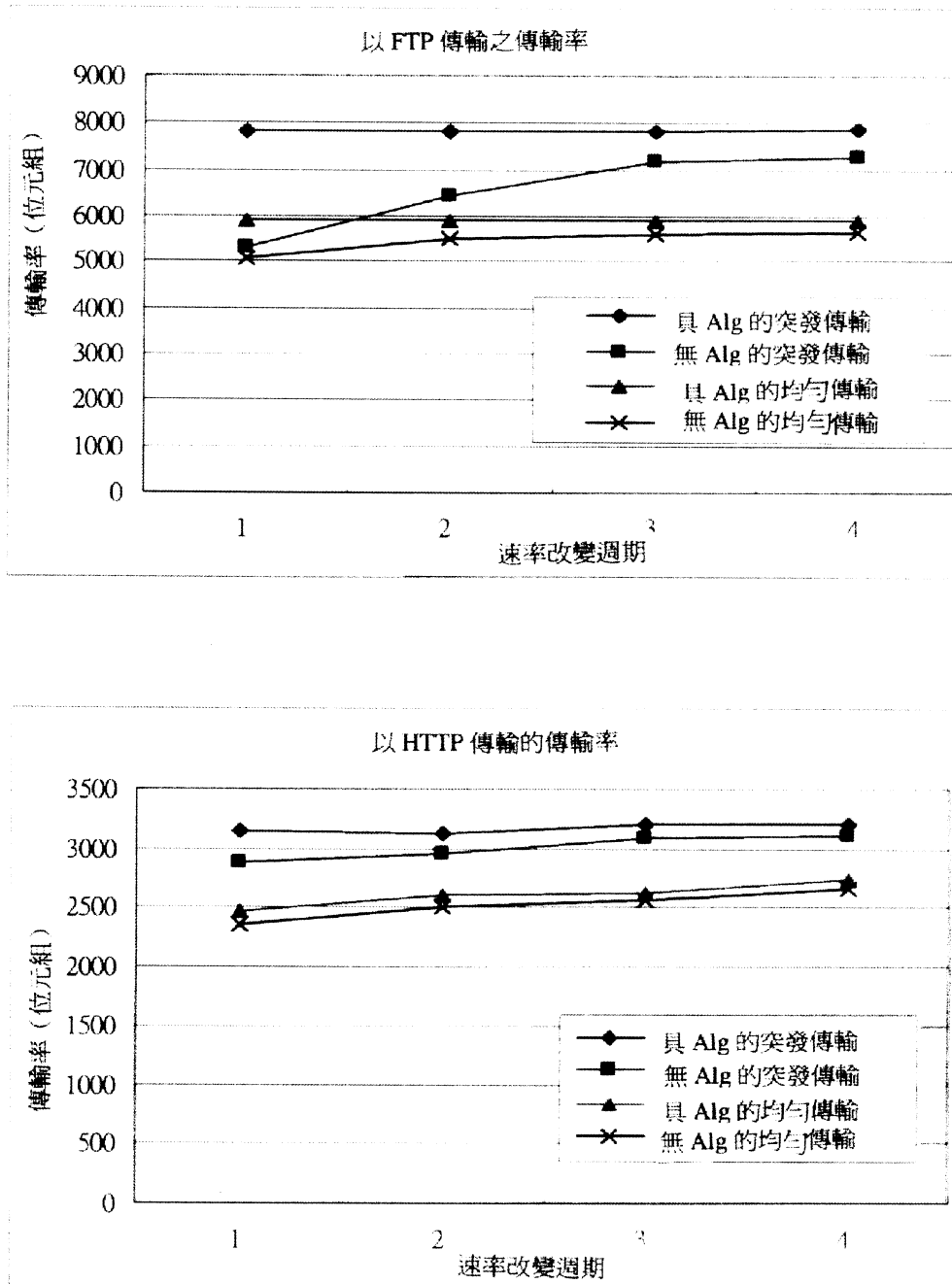
無

十、申請專利範圍：

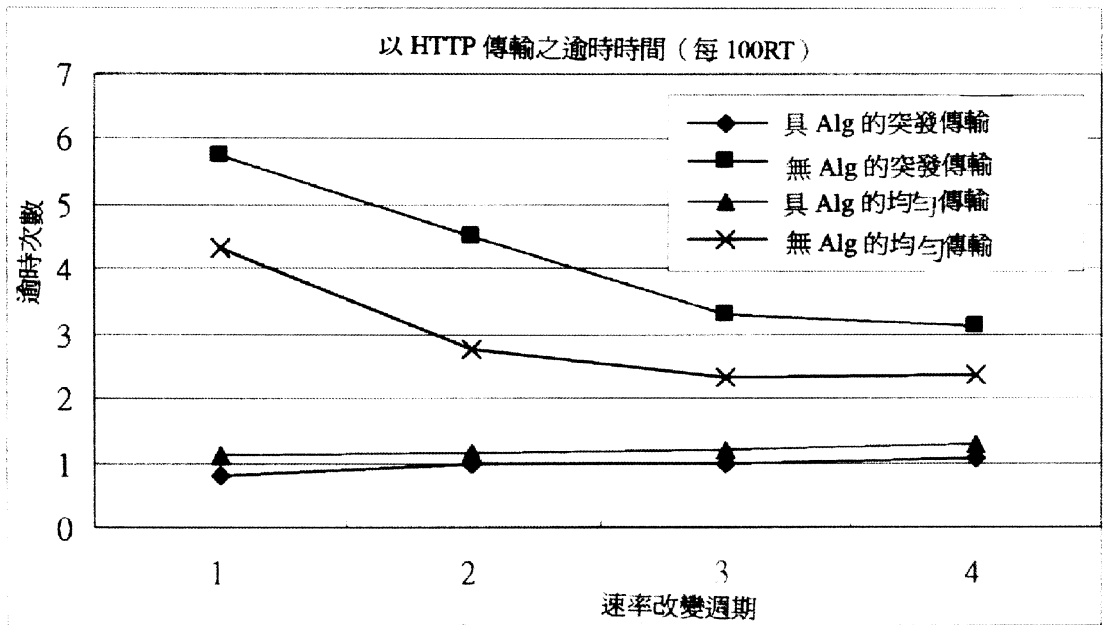
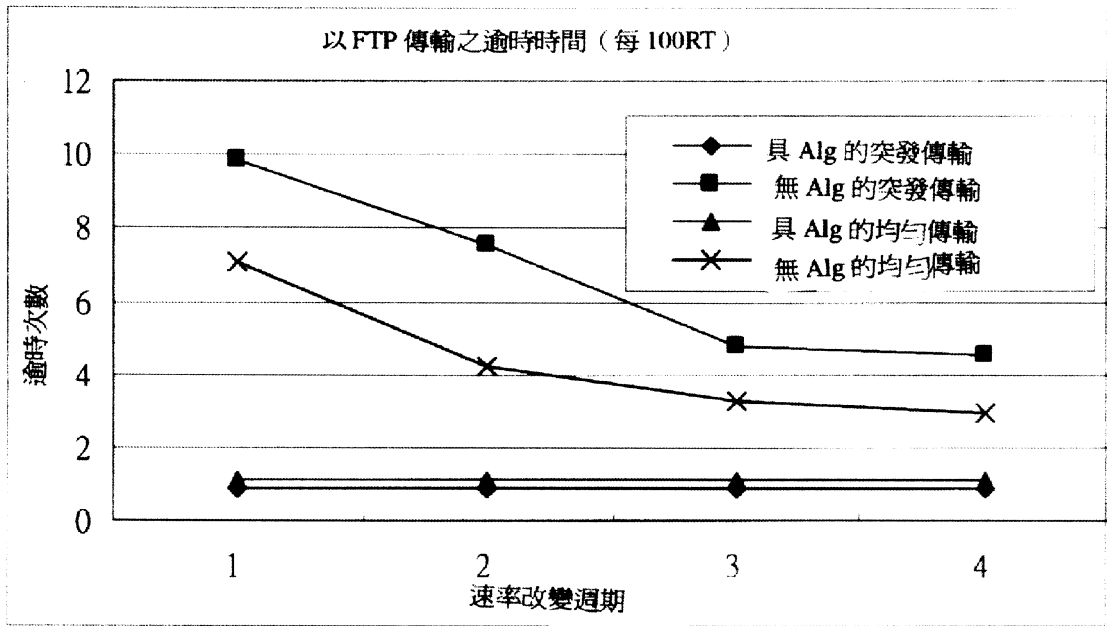
1. 一種在無線通訊系統下適應性 RTO 的預測方法，其係用於避免不必要的壅塞控制，其特徵在於：使用適應性回授來評估壅塞計數器，以增進無線通訊系統之通量。
2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該適應性的回授係被執行於該通訊系統之一部份，且其已具備有必要的回授資料。
3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中結合間接的 TCP 的技術，且該間接的 TCP 係與被從基地台控制器提供的回授資料一起使用。
4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該計時器之估算係可根據傳輸頻道之狀況來修改。
5. 如申請專利範圍第 4 項之方法，其中該頻道之狀況，係經由可得的傳輸頻寬來預測。
6. 如申請專利範圍第 4 項之方法，其中更具有一新 RTO 之計算 (calculation)，其亦可應用於原始的有線網路中。
7. 如申請專利範圍第 4 項之方法，其中更具有一用來計算該 RTO 之 Deviation_index 值，該值係被調整以用於不同的傳輸環境，或被設定為回授資料之函數，以反應頻道之狀態。
8. 如申請專利範圍第 5 項之方法，其中該新 RTO 之計算係使用可用的頻寬來當做參數。

9. 如申請專利範圍第 8 項之方法，其中爲了不同的傳輸環境，該用於計算的公式係更被最佳化。
10. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其係可適用於多重不同通道上。

十一、圖式：



第 1 圖



第 2 圖