



(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 I463844 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：098128954

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 08 月 28 日

(51)Int. Cl. : **H04L27/00 (2006.01)**

(30)優先權：2008/08/29 美國 61/092,936

2008/10/15 美國 12/251,752

(71)申請人：美國博通公司 (美國) BROADCOM CORPORATION (US)

美國

(72)發明人：斯沃茨 法蘭西斯 SWARTS, FRANCIS (US)；肯特 馬克 KENT, MARK (US)

(74)代理人：莊志強

(56)參考文獻：

US 5579338

US 6560270B1

US 2002/0172306A1

US 2006/0233225A1

WO 2004053659A2

WO 2004/086077A1

WO 2005/002314A2

審查人員：李仰璧

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：4 共 23 頁

(54)名稱

處理通信信號的方法和系統

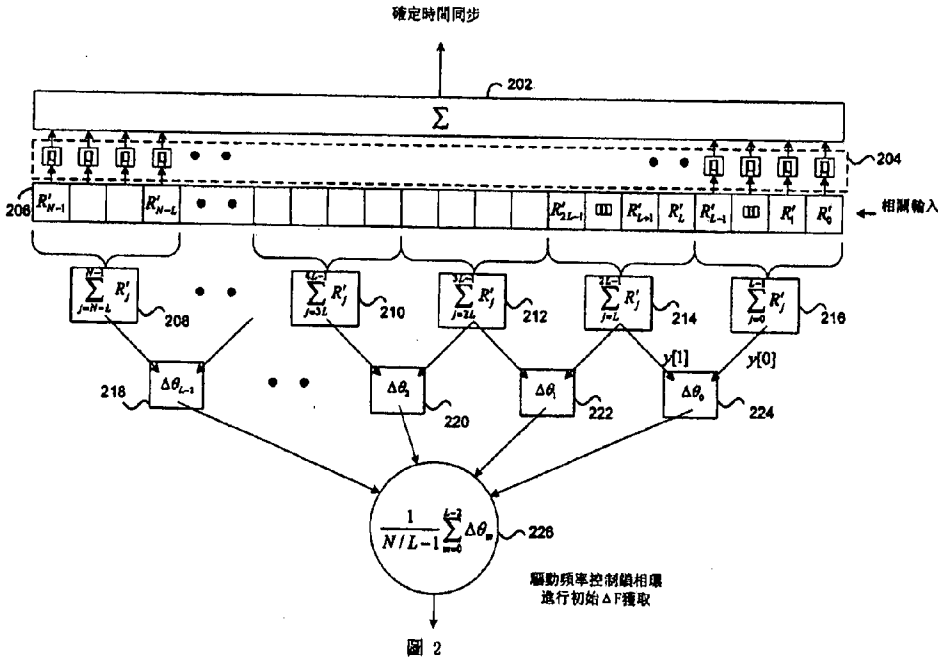
METHOD AND SYSTEM FOR THE EXTENSION OF FREQUENCY OFFSET ESTIMATION RANGE
BASED ON CORRELATION OF COMPLEX SEQUENCES

(57)摘要

本發明涉及一種基於複序列的相關性來擴展頻偏估計範圍的方法和系統，包括將每一已接收的採樣序列和本地採樣序列副本拆分為三個或更多等長的連續採樣子序列；對於每一個所述三個或更多等長的連續採樣子序列，確定所述已拆分的所接收的採樣序列的相應採樣子序列和所述本地採樣序列副本之間的相關係數；基於相鄰的所述確定的相關係數來確定多個相位差；對所述確定的多個相位差求平均值以生成相位增量估計。所述通信系統遵循無線標準，包括 UMTS EUTRA(LTE)、WiMAX(IEEE802.16)、和 WLAN(IEEE802.11)。

Aspects of a method and system for the extension of frequency offset estimation range based on correlation of complex sequences may include partitioning each of a received sample sequence and a local replica sample sequence into three or more similar length contiguous sample sub-sequences. For each of the three or more similar length contiguous sample sub-sequences, a correlation coefficient may be determined between corresponding sample sub-sequence of the partitioned received sample sequence and the local replica sample sequence. A plurality of phase differences may be determined based on adjacent ones of the determined correlation coefficients, and the determined plurality of phase differences may be averaged to generate a phase increment estimate. The communication system may be compliant with a wireless standard, comprising UMTS EUTRA (LTE), WiMAX (IEEE 802.16), and/or WLAN (IEEE 802.11).

- 202 . . . 加法器
- 204 . . . 加權模組
- 206 . . . 記憶體
- 208~216 . . . 加法器
- 218~224 . . . 相位識別模組
- 226 . . . 求均值模組



發明摘要公告本

※ 申請案號：98128954

※ 申請日：98.8.28

※ IPC 分類：H04L 28/00 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

處理通信信號的方法和系統

METHOD AND SYSTEM FOR THE EXTENSION OF
FREQUENCY OFFSET ESTIMATION RANGE BASED ON
CORRELATION OF COMPLEX SEQUENCES

【中文】

本發明涉及一種基於複序列的相關性來擴展頻偏估計範圍的方法和系統，包括將每一已接收的採樣序列和本地採樣序列副本拆分為三個或更多等長的連續採樣子序列；對於每一個所述三個或更多等長的連續採樣子序列，確定所述已拆分的所接收的採樣序列的相應採樣子序列和所述本地採樣序列副本之間的相關係數；基於相鄰的所述確定的相關係數來確定多個相位差；對所述確定的多個相位差求平均值以生成相位增量估計。所述通信系統遵循無線標準，包括 UMTS EUTRA(LTE)、WiMAX(IEEE802.16)、和 WLAN(IEEE802.11)。

【英文】

Aspects of a method and system for the extension of frequency offset estimation range based on correlation of complex sequences may include partitioning each of a received sample sequence and a local replica sample sequence into three or more similar length contiguous sample sub-sequences. For each of the three or more similar length contiguous sample sub-sequences, a correlation coefficient may be determined between corresponding sample sub-sequence of the partitioned received sample sequence and the

local replica sample sequence. A plurality of phase differences may be determined based on adjacent ones of the determined correlation coefficients, and the determined plurality of phase differences may be averaged to generate a phase increment estimate. The communication system may be compliant with a wireless standard, comprising UMTS EUTRA (LTE), WiMAX (IEEE 802.16), and/or WLAN (IEEE 802.11).

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 2。

【本代表圖之符號簡單說明】：

202	加法器
204	加權模組
206	記憶體
208~216	加法器
218~224	相位識別模組
226	求均值模組

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

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)

處理通信信號的方法和系統

METHOD AND SYSTEM FOR THE EXTENSION OF
FREQUENCY OFFSET ESTIMATION RANGE BASED ON
CORRELATION OF COMPLEX SEQUENCES

【技術領域】

本發明涉及無線通信系統領域，更具體地說，涉及一種基於複序列的相關性（correlation of complex sequence）來擴展頻偏估計範圍的方法和系統。

【先前技術】

移動通信改變了人們的通信方式，移動電話已從奢侈品轉變為日常生活必不可少的部分。當今，移動電話的使用由社會狀況控制，而不受地域或技術的牽制。語音連接滿足了通信的基本需求，而移動語音連接將會更深入的滲透到日常生活中。移動網路已成為日常資訊的普遍來源，也就理所當然的採用簡單、通用的移動接入技術來接入這些資訊。

第三代（3G）和第四代（4G）蜂窩網專門設計用於滿足將來的移動網路需求。隨著這些服務的普及和使用，諸如網路容量和服務質量（QoS）的成本效益優化等因素對蜂窩運營商來說將變得比現在更為重要。這些因素可以通過精心的網路規劃和運營、傳輸方式的改進、接收技術水平的提高來實現。最後，載波需要那些能夠增強其下行鏈路能力的技術。

比較本發明後續將要結合附圖介紹的系統，現有技術的其他缺陷和弊端對於本領域的技術人員來說是顯而易見的。

【發明內容】

一種基於複序列的相關性來擴展頻偏估計範圍的方法和系統

將結合至少一幅附圖來充分展示和說明，並且將在權利要求中進行完整的闡述。

根據本發明的一方面，本發明提出一種處理通信信號的方法，包括：

將每一已接收的採樣序列和本地採樣序列副本（**replica sample sequence**）拆分為三個或更多長度相似的連續採樣子序列；

對於所述三個或更多長度相似的連續採樣子序列之中的每一個，確定所述已拆分的所接收的採樣序列的相應採樣子序列和所述本地採樣序列副本之間的相關係數；

基於所述確定的相關係數之中相鄰的（**adjacent**）相關係數來確定多個相位差；以及

對所述確定的多個相位差求平均值以生成頻偏估計。

作為優選，所述通信系統遵循無線標準。

作為優選，所述無線標準包括 UMTS EUTRA（LTE）、WiMAX（IEEE802.16）、和 WLAN（IEEE802.11）。

作為優選，所述子序列是等長的。

作為優選，所述方法進一步包括通過計算兩數（**two sums**）的相位差來計算所述多個相位差，所述兩數中的任一個均來自於所述確定的相關係數的一連續集（**contiguous set**），且所述兩個連續集是相互排斥的。

作為優選，所述兩個聯合的連續集包括所述確定的相關係數的一連續集。

作為優選，所述方法進一步包括對於所述求平均值，由所述確定的相位差得到採樣均值。

作為優選，所述方法進一步包括通過增加多個連續採樣序列來增大一可操控的頻偏估計範圍。

作為優選，所述接收的採用序列和所述本地採樣序列副本取自於偽隨機序列。

作為優選，所述方法進一步包括通過逐次逼近法（approximation）來確定所述相位差。

根據本發明的再一方面，本發明提出了一種處理通信信號的系統，包括：

一個或多個電路，所述一個或多個電路用於：

將每一已接收的採樣序列和本地採樣序列副本拆分為三個或更多長度相似的連續採樣子序列；

對於所述三個或更多長度相似的連續採樣子序列之中的每一個，確定所述已拆分的所接收的採樣序列的相應採樣子序列和所述本地採樣序列副本之間的相關係數；

基於所述確定的相關係數之中相鄰的相關係數來確定多個相位差；以及

對所述確定的多個相位差求平均值以生成頻偏估計。

作為優選，所述通信系統遵循無線標準。

作為優選，所述無線標準包括 UMTS EUTRA (LTE)、WiMAX (IEEE802.16)、和 WLAN (IEEE802.11)。

作為優選，所述子序列是等長的。

作為優選，所述一個或多個電路通過計算兩數（two sums）的相位差來計算所述多個相位差，所述兩數中的任一個均來自於所述確定的相關係數的一連續集（contiguous set），且所述兩個連續集是相互排斥的。

作為優選，所述兩個聯合的連續集包括所述確定的相關係數的一連續集。

作為優選，所述一個或多個電路對於所述求平均值，由所述確定的相位差得到採樣均值。

作為優選，所述一個或多個電路通過增加多個連續採樣序列來增大一可操控的頻偏估計範圍。

作為優選，所述接收的採用序列和所述本地採樣序列副本取

自於偽隨機序列。

作為優選，所述一個或多個電路通過逐次逼近法（approximation）來確定所述相位差。

下文將結合附圖對具體實施例進行詳細描述，使得本發明的各種優點、各個方面和創新特徵顯而易見。

【圖式簡單說明】

圖 1 是依據本發明一實施例的優選無線通信系統示意圖；

圖 2 是依據本發明一實施例的用於頻偏估計的優選相關器示意圖；

圖 3 是依據本發明一實施例的在不同的 SNR 條件下的優選 EUTRA 頻率獲取特性波特圖；

圖 4 是依據本發明一實施例的優選頻偏估計協定流程圖。

【實施方式】

本發明提供了一種基於複序列的相關性來擴展頻偏估計範圍的方法和系統。基於複序列的相關性來擴展頻偏估計範圍的方法和系統的各個方面包括將每一已接收的採樣序列和本地採樣序列副本拆分為三個或更多長度相似的連續採樣子序列。對於所述三個或更多長度相似的連續採樣子序列之中的每一個，確定已拆分的所接收的採樣序列的相應採樣子序列和本地採樣序列副本之間的相關係數。基於相鄰的已確定的相關係數來確定多個相位差；以及對所述確定的多個相位差求平均值以生成頻偏估計。

該通信系統遵循無線標準，包括：UMTS EUTRA（通用移動通信標準，Universal Mobile Telecommunication System；進化的通用陸地無線接入，Enhanced Universal Terrestrial Radio Access）（LTE，長期演進，long-term evolution）、WiMAX（微波存取全球互通，Worldwide Interoperability for Microwave Access）（IEEE802.16）、和 WLAN（無線局域網，Wireless Local Area Network）（IEEE802.11）。該子序列是等長的。通過計算兩數（two

sums) 的相位差來計算所述多個相位差，所述兩數中的任一個均來自於所述確定的相關係數的一連續集 (contiguous set)，且所述兩個連續集是相互排斥的。所述兩個連續集的聯合(union)包括所述確定的相關係數的一連續集。所述求平均值通過從所述確定的相位差得到採樣均值來實現。通過增加多個連續採樣序列來增大一可操控的頻偏估計範圍。所接收的採用序列和本地採樣序列副本取自於偽隨機序列。在一些情況下，偽隨機序列包括複序列元素。通過線性逼近技術來確定相位差。

圖 1 是依據本發明一實施例的優選無線通信系統示意圖。參考圖 1，示出了接入點 112b、電腦 110a、路由器 130、互聯網 132 和網頁伺服器 134。電腦或主機設備 110a 包括無線收發器 111a、主處理器 111c、主記憶體 111d。還示出了無線收發器 111a 和接入點 112b 之間的無線連接。

接入點 112b 包括用於使用例如無線收發器 111a 發射和接收射頻 (RF) 信號進行資料通信的適當邏輯、電路和代碼。接入點 112b 還用於通過有線網路例如與路由器 130 進行通信。無線收發器 111a 還包括能夠在射頻波 (radio frequency wave) 上與一個或多個其他無線通信設備進行通信的適當邏輯、電路和代碼。無線收發器 111a 和接入點 112b 遵循一個或多個通信標準，例如，GSM、UMTS EUTRA (LTE)、CDMA2000、藍牙、WiMAX (IEEE802.16)、和 IEEE802.11 無線 LAN。

主處理器 111c 包括用於生成和處理資料的適當邏輯、電路和代碼。主記憶體 111d 包括用於為各種系統元件和電腦 110a 的功能存儲和取回資料的適當邏輯、電路和代碼。

路由器 130 包括用於與通信設備進行通信的適當邏輯、電路和代碼。該通信設備與路由器 130 通信連接，例如通過接入點 112b 和一個或多個連接於互聯網 132 的通信設備。

互聯網 132 包括用於為多個通信設備提供互聯以及交換資料

的適當邏輯、電路和代碼。網頁伺服器 134 包括用於與通信設備進行通信的適當邏輯、電路和代碼，該通信設備通過例如互聯網 132 與網頁伺服器 134 通信連接。

各種電腦和通信設備包括可使用一個或多個無線通信標準和協定進行通信的硬體和軟體。例如，電腦或主機設備 110a 的用戶訪問互聯網 132，從而能夠消費（consume）來自網頁伺服器 134 的資料流程內容（streaming content）。因此，用戶要在電腦 110a 和接入點 112b 之間建立無線連接。該連接一旦建立，便通過路由器 130、接入點 112b 和無線連接接收來自網頁伺服器 134 的資料流程內容，並供電腦或主機設備 110a 消費。

在許多通信系統中，期望能夠實現例如無線收發器 111a 的接收器和接入點 112b 之間的同步。可通過將已知的資料序列從發射器發射到接收器來實現同步。這些資料序列可看作導航信號（pilot signal）、同步信號和參考信號。通過對導航信號、同步信號和參考信號的時序接收和頻偏的度量（例如通過本地信號副本的相關性）來獲取時序資訊和頻率偏移資訊。期望使用低複雜度的同步協定來達到一個大的動態頻偏範圍。依據本發明的多個實施例，本地信號副本的子序列與所接收的信號子序列相關。基於相鄰的子序列對（sub-sequence pair）從多對相關係數中計算多個相位延遲（lag）。基於對例如多個相位延遲求均值來確定頻偏，多個相位延遲位於相關處理過程中的一個或多個時序延遲的位置上，此處會出現相關處理的幅度峰值。

圖 2 是依據本發明一實施例的用於頻偏估計的優選相關器示意圖。參考圖 2，示出了多個加法器 202、208、210、212、214、216、加權模組（weighting block）204、記憶體 206、多個相位識別（discrimination）模組 218、220、222 和 224、以及求均值模組 226。還示出了相關性輸入（correlation input）、加法器 202 的輸出（例如，時間同步）、傳至頻率控制鎖相環的求均值模組 226 的

輸出。

加法器 202 包括用於生成輸出信號的適當邏輯、電路和代碼。該輸出信號與多個輸入信號的總和是成比例的。加法器 208、210、212、214、216 與加法器 202 完全類似。

加權模組 204 包括用於生成多個權重 (weighted) 輸出信號的適當邏輯、電路和代碼。有關這一點，每一輸出信號包括多個權重輸出信號的其中一個。因此，加權模組 204 用於輸入信號。

記憶體 206 包括用於接收和存儲多個相關係數 (例如 N 相關係數) 的適當邏輯、電路和代碼。相關係數例如無線收發器 111a 處接收，該無線收發器 111a 包括多個子序列相關器。多個子序列相關器用於提供子相關性結果 (sub-correlation result)。例如，對於完整長度的參考或相關序列 (full length reference or correlation sequence)，該結果被設置為連續的。

相位識別模組 218 包括用於生成包括相位差的輸出信號的適當邏輯、電路和代碼，該相位差例如與同步信號 (通過無線收發器鏈結來接收) 和本地參考信號副本之間的頻偏成比例。相位識別模組 220、222、224 與相位識別模組 218 完全類似。

求平均模組 226 包括用於生成輸出信號的適當邏輯、電路和代碼，該輸出信號與多個輸入信號的採樣均值成比例。

複隨機序列和導航信號用於協助通信系統的同步獲取。這些複序列還用於估計例如基站的 (例如接入點 112b) 傳輸載波頻率和移動終端 (例如主機 110a) 的接收器本地振盪頻率之間的頻偏。由於晶體振盪器、製造公差 (manufacturing tolerance)、和其他因素導致的不準確，移動終端接收器振盪頻率會偏離 (offset) 基站發射器的傳輸載波頻率。在時間和頻率同步過程中執行振盪器頻率同步，似然 (likelihood) 接收器成功完成與同步相關的初始操作的可能性就會增大。另外，早在信號獲取過程中的頻率同步獲取能力使得能夠在困難條件下 (例如，當信噪比 (signal-to-noise)

降低時) 成功實現同步。

例如，複同步序列包括 M 複值部分 (complex valued element)。複序列可拆分爲例如兩個部分序列 (two partial sequences)。爲了能夠基於部分序列的自相關性獲取初始頻偏估計，參考序列的兩個均分部分 (two halves) 與兩個部分序列相關。根據每一個所述兩個序列部分的所述兩個部分相關性結果，通過計算兩個部分相關性結果之間的複角增量 (complex angular increment) 來估計頻偏。

依據本發明多個實施例，在一可操控的頻率範圍可成功的獲取頻率偏移和頻率同步，所述頻率範圍可通過執行多個部分複序列的部分相關性來進行擴展。那麼，複序列段/部分的數量將會增加，使得能夠在更少數量的序列元素中執行更多的部分相關性，以及確定連續合成的部分相關性結果 (successive resultant partial correlation results) 之間的角度增量。依據本發明的多個實施例，該方法可擴展頻偏範圍，從而獲取時間同步。

離散複值序列 $s[n]$ ，長度爲 M，可作爲時間參考序列來發射。在接收器端，例如移動終端，期望與發射器建立同步，接收信號 $r[n]$ 的 M 個採樣與參考同步序列 $s[n]$ 相關 (correlated against)。相關性輸出可由下式給出：

$$R_{\tau} = \sum_{j=0}^{M-1} r[j+\tau] s^*[j]$$

其中， R_{τ} 代表在偏移 τ 處的相關係數，* 代表複共軛 (complex conjugate)。爲建立時間參考 (例如接收的序列 $r[n]$ 和參考序列 $s[n]$ 之間的時間偏移)，期望能夠找到 $\max(|R_{\tau}|), \tau \geq 0$ 。當接收器頻偏爲 f_0 時，接收的信號可用下式描述：

$$r'[n] = r[n] e^{j2\pi f_0 n T}$$

其中， $r'[n]$ 代表被授予頻偏的 $r[n]$ 信號。

在有頻偏的情況下，當與理想的無頻偏的相關係數比較時，相關係數 R_τ 就會失真。那麼，當與無頻偏的情況下的相應最大值比較時，相關幅度的最大值就會出現在不同位置。當此情況發生時，就會確定不正確的同步時間，而當使用此不正確的同步時間來估計頻偏時，就會得到不理想的頻率偏移估計。

依據本發明多個實施例，期望建立正確的時間同步，特別在有頻率偏移的情況下。為了增加相關性過程的最大幅度與正確的頭部時間一致的可能性，總相關性過程會被分解為幾個短的相關性過程，再將最終的幅度合成。

例如，複值離散序列 $s[n]=\{s[0],s[1],\dots,s[M-1]\}$ 可作為時間參考來發射。時間同步可提供相關性來建立。在本實施例中，替代了先前描述的對 M 個採樣的相干執行，接收的序列和本地生成的參考序列副本的相關性可被分為 N 段，每一段包括 p 個元素，也即 $N=M/p$ 。本地副本採樣子序列與所接收的採樣子序列相關，以生成相關係數序列 R'_k 。序列 $R'_k(k=0,1,\dots,N-1)$ 存儲在記憶體 206 中以用在多個加法器 208-216 的處理中。相關幅度由例如依據以下式子給出：

$$|R_\tau| = \sum_{k=0}^{N-1} \underbrace{\left| \sum_{j=kp}^{(k+1)p-1} r[j+\tau] s^*[j] \right|}_{R'_k}$$

L 個相鄰的相關係數 R'_k 由加法器 208-216 相加以生成例如 $y[n]$ 。例如，如圖 2 所示，加法器 216 生成 $y[0]$ ，加法器 214 生成 $y[1]$ 。

本發明的多個實施例中， N/L 個相干建立 (coherently established) 的相關結果 $y[k]$ 確定貫穿於完整的相關長度 (M) 的 $N/L-1$ 個相位增量。然而，依賴於需要的頻偏範圍， N/L 個相關子

段意味著採樣頻率與期望的偏移範圍強相關。這就導致了小的角度增量估計（反過來又影響了頻率控制鎖相環的動態（dynamics））。

如圖 2 所示，兩個連續相關結果之間的角度差（例如 $y[n]$ 和 $y[n+1]$ 之間）由下式來估計，如優選相位識別模組 218、220、222、224 所示：

$$\Delta\theta_n = \arctan(\text{Im}(y[n+1]y^*[n])/\text{Re}(y[n+1]y^*[n])), \quad n=0,1,\dots,N/L-1.$$

在一些情況下， $y[n]$ 和 $y[n+1]$ 之間的相位差可通過線性逼近反正切函數（ $\arctan$ ）來進行逼近。

平均角度增量 $\Delta\hat{\theta}$ 可由 N/L 個估計通過下式來進行估計：

$$\Delta\hat{\theta} = \frac{1}{N/L-1} \sum_{m=0}^{N-1} \Delta\theta_m$$

其中 N/L 個相位增量可由求均值模組 226 進行求平均處理，以產生一個平均的角度增量。

依據本發明多個實施例，期望短相干相關段的幅度總和能夠建立正確的時間，由於角度增量的估計來自更長的相干相關段，因此期望有更長的相干相關段。這就允許了有效的頻率控制動態，導致了大的頻率控制範圍。為克服這些潛在的衝突標準（conflict criteria），二者需要一起實現。所接收的信號包括偽隨機序列。

圖 3 是依據本發明一實施例的在不同的 SNR 條件下的優選 EUTRA 頻率獲取特性波特圖，示出了 SNR 10dB 波特圖 302、SNR 0dB 波特圖 304、SNR-10dB 波特圖 306。橫坐標代表時隙的數量，縱坐標代表頻偏。

依據本發明一優選實施例，主同步信號（PSS，primary synchronization signal）在 E-UTRA(LTE)標準中進行了定義。復信號序列可具體為 Zadoff-Chu 序列、例如長度為 63，鑿孔序列的

(puncturing) 最中間一個點。這些序列再被映射到例如 DC 任一邊的 32 個子載波。在信號的基礎速率 (fundamental rate)，這與長度為 63 的時域序列一致。然而，為了能夠為主同步的獲取得到期望的採樣特性 (例如，頻率偏移估計和頻率偏移範圍擴展) 或為了檢測第二同步信號 (SSS) 進行通道估計，信號的時域表現 (representation) 為過採樣。一優選的過採樣因數為 2，可以生成主同步信號的 128 個採樣副本，也就是說，主同步所執行的參考信號包括 128 個複分量。例如，在 E-UTRA 規定的參數 (numerology) 中，這就意味著基礎 (fundamental) 採樣速率為 1.92MHz。

依據本發明其中一個實施例，對於例如 2GHz 載波頻率，當頻偏達到±15ppm 或更大時仍能成功獲取 PSS，上述的同步策略的優選參數如下表所示。

M	128
N	16
P	8
L	4

通過合理的選擇上述參數可改變所能達到的頻偏獲取範圍，但需要單獨對成本/收益、降低/增強主同步、高/低 SNR (信噪比) 進行折衷，

依據本發明多個實施例，SNR10dB 波特圖 302 示出了快速收斂 (convergence) 至 0 頻偏的情況。SNR 0dB 波特圖 304 示出了需要較多間隙才能達到 0 頻偏的較慢收斂情況。相應地，SNR -10dB 波特圖 306 示出了波特圖 302、SNR 波特圖 304、SNR 波特圖 306 三者之中的最慢收斂。這樣，SNR 越高，頻偏獲取就越快。

圖 4 是依據本發明一實施例的優選頻偏估計協定流程圖。在初始化步驟 402 之後，步驟 404 生成相關係數 R'_k (如圖 2 所示，

從所接收的信號中生成)。在步驟 406 中，相關係數 R'_k 被拆分爲 N/L 組，每組有 p 個元素。對於每一組，處理相關係數 R'_k 以生成例如加法器 208-216 的輸出信號集 $\{y[n]\}$ 。步驟 408 中，處理加法器的輸出信號以生成 $N/L-1$ 個相位變化參量 (term) $\{\Delta\theta_n\}$ ，如圖 2 所示。在步驟 410 中，對相位變化參量求平均值以生成角度增量估計 $\Delta\hat{\theta}$ 。

依據本發明多個實施例，在一些情況下，導致輸出 $\{y[n]\}$ 的子序列是任意長度的，該長度爲每一輸出獨立地確定。在一些情況下，計算相位變化參量包括非線性功能。在那些情況下，需要對相位變化進行線性逼近，例如一次逼近。對於小相位變化參量來說這種需要會更加明顯。

依據本發明多個實施例，基於複序列的相關性來擴展頻偏估計範圍的方法和系統包括將每一已接收的採樣序列 $r[n]$ 和本地採樣序列副本 $s^*[n]$ 拆分爲三個或更多長度相似的連續採樣子序列，如圖 2 所示。對於每一個所述三個或更多長度相似的連續採樣子序列，確定所述已拆分的所接收的採樣序列的相應採樣子序列和所述本地採樣序列副本之間的相關係數 $y[n]$ 。基於所述確定的相關係數之中相鄰的相關係數來確定多個相位差，例如 $\Delta\theta_i$ ，對所述確定的多個相位差求平均值以生成頻偏估計 $\Delta\hat{\theta}$ ，如圖 2 所示。

通信系統遵循無線標準，包括 UMTS EUTRA (LTE)、WiMAX (IEEE802.16)、和 WLAN (IEEE802.11)。子序列爲例如等長的。通過計算兩數 (two sums) 的相位差來計算所述相位差，所述兩數中的任一個均來自於所述確定的相關係數的一連續集 (contiguous set)，且所述兩個連續集是相互排斥的。例如，兩數

爲 $\sum_{j=0}^{L-1} R'_j$ 和 $\sum_{j=L}^{2L-1} R'_j$ ，並生成以相位差 $\Delta\theta_0$ ，如圖 2 所示。所述兩個聯合的連續集包括所述確定的相關係數的一連續集，例如 $\{R'_0, \dots, R'_{2L-1}\}$ 。

對於求平均值，例如求均值模組 226，由所述確定的相位差 $\Delta \theta_i$ 得到採樣均值。

通過增加多個連續採樣序列來增大一可操控的頻偏估計範圍，如圖 2 所示。所述接收的採用序列和本地採樣序列副本取自於偽隨機序列。在一些實施例中，偽隨機序列包括複序列元素。通過線性逼近技術來確定所述相位差，如圖 2 和圖 4 所示。

本發明另一個實施例提供機器和電腦可讀記憶體和 媒介，其上存儲有 包括由機器和電腦執行的至少一段代碼的機器代碼和電腦程式，使得機器和電腦完成文中所描述的用於基於複序列的相關性來擴展頻偏估計範圍的方法和系統的步驟。

總之，本發明可用硬體、軟體、固件或其中的組合來實現。本發明可以在至少一個電腦系統中以集成的方式實現，或將不同的元件置於多個相互相連的電腦系統中以分立的方式實現。任何電腦系統或其他適於執行本發明所描述方法的裝置都是適用的。典型的硬體、軟體和固件的組合為帶有電腦程式的專用電腦系統，當該程式被裝載和執行，就會控制電腦系統使其執行本發明所描述的方法。

本發明還可嵌入電腦程式產品中，包含能夠確保本發明所描述方法執行的所有特徵。一旦裝載於電腦系統中，該產品就能夠執行這些方法。本發明中的電腦程式可為任何形式、任何語言、代碼或符號，具有一組指令使得系統具有直接或按以下一種或兩種方式執行特定功能的資訊處理能力：a) 轉換為另一種語言、代碼或符號；b) 以不同的物質方式再現。然而，本領域的技術人員所能夠理解的其他電腦程式的方式也在本發明的考慮範圍。

本發明是通過一些實施例進行描述的，本領域技術人員知悉，在不脫離本發明的精神和範圍的情況下，可以對這些特徵和實施例進行各種改變或等同替換。另外，在本發明的教導下，可以對這些特徵和實施例進行修改以適應具體的情況及材料而不會

脫離本發明的精神和範圍。因此，本發明不受此處所公開的具體實施例的限制，所有落入本申請的權利要求範圍內的實施例都屬於本發明的保護範圍。

【符號說明】

110a	電腦
111a	無線收發器
111c	主處理器
111d	主記憶體
112b	接入點
130	路由器
132	互聯網
134	網頁伺服器
202、208、210、212、214、216	加法器
204	加權模組(weighting block)
206	記憶體
218、220、222、224	相位識別 (discrimination) 模組
226	求均值模組
302	SNR 10dB 波特圖
304	SNR 0dB 波特圖
306	SNR-10dB 波特圖

申請專利範圍

1.一種處理通信信號的方法，其特徵在於，包括：

於一無線通信裝置中：

將每一已接收的採樣序列和本地採樣序列副本拆分爲三個或更多長度相似的連續採樣子序列；

對於所述三個或更多長度相似的連續採樣子序列之中的每一個，確定所述已拆分的所接收的採樣序列的相應採樣子序列和所述本地採樣序列副本之間的相關係數；

於所述確定的相關係數之中相鄰的連續集之間來確定多個相位差，其中，所述確定的相關係數中之每一個所述連續集係利用所述確定的相關係數之中連續的相關係數被相干建立(coherently established)；以及

對所述確定的多個相位差求平均值以生成頻偏估計。

2.如申請專利範圍第 1 項所述的處理通信信號的方法，其中，所述通信系統遵循無線標準。

3.如申請專利範圍第 2 項所述的處理通信信號的方法，其中，所述無線標準包括 UMTS EUTRA (LTE)、WiMAX (IEEE802.16)、和 WLAN (IEEE802.11)。

4.如申請專利範圍第 1 項所述的處理通信信號的方法，其中，所述三個或更多長度相似的連續採樣子序列是等長的。

5.如申請專利範圍第 1 項所述的處理通信信號的方法，其中，進一步包括通過計算兩數的相位差來計算所述多個相位差，所述兩數中的任一個均來自於所述確定的相關係數的一連續集，且所述兩個連續集是相互排斥的。

6.如申請專利範圍第 5 項所述的處理通信信號的方法，其中，所述兩個連續集的聯合(union)包括所述確定的相關係數的一連續集。

7.一種處理通信信號的系統，其特徵在於，包括：

一個或多個電路，所述一個或多個電路用於：

將每一已接收的採樣序列和本地採樣序列副本拆分為三個或更多長度相似的連續採樣子序列；

對於所述三個或更多長度相似的連續採樣子序列之中的每一個，確定所述已拆分的所接收的採樣序列的相應採樣子序列和所述本地採樣序列副本之間的相關係數；

於所述確定的相關係數之中相鄰的連續集之間來確定多個相位差，其中，所述確定的相關係數中之每一個所述連續集係利用所述確定的相關係數之中連續的相關係數被相干建立；以及

對所述確定的多個相位差求平均值以生成頻偏估計。

8.如申請專利範圍第 7 項所述的處理通信信號的系統，其中，所述通信系統遵循無線標準。

9.如申請專利範圍第 8 項所述的處理通信信號的系統，其中，所述無線標準包括 UMTS EUTRA (LTE)、WiMAX (IEEE802.16)、和 WLAN (IEEE802.11)。

10.如申請專利範圍第 7 項所述的處理通信信號的系統，其中，所述三個或更多長度相似的連續採樣子序列是等長的。

圖式

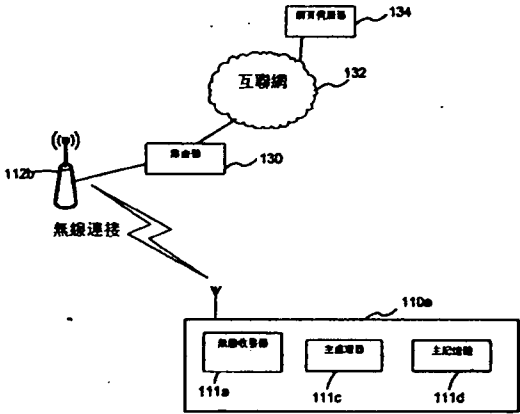
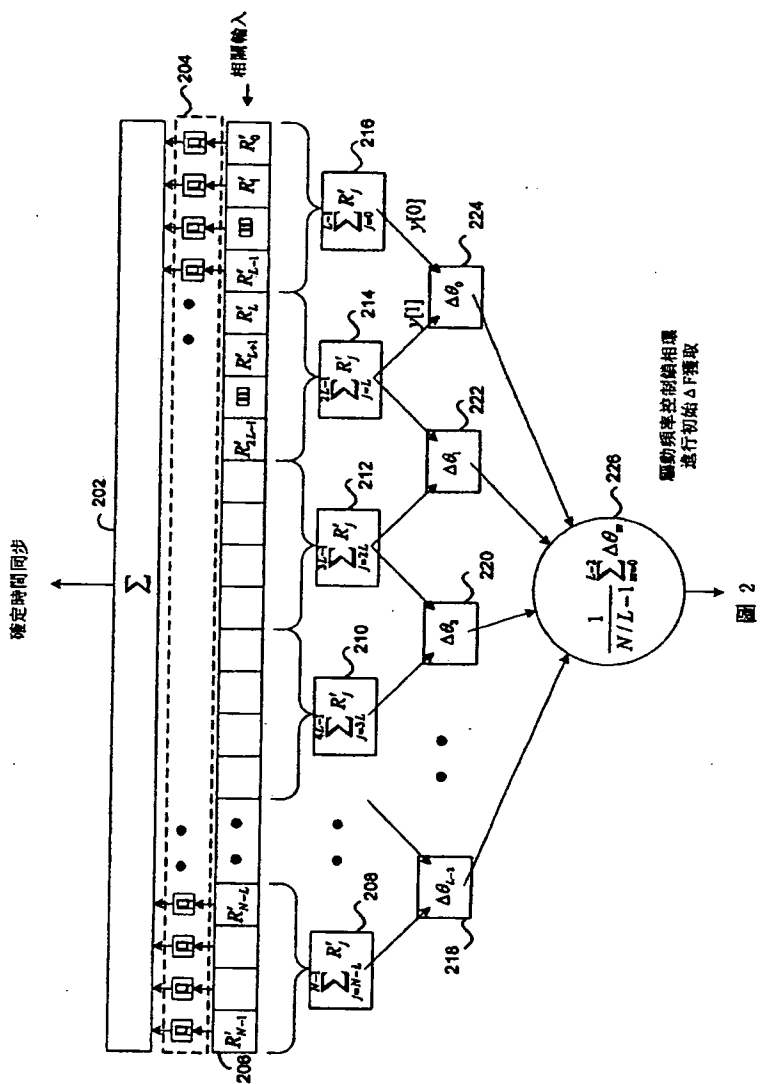


圖 1



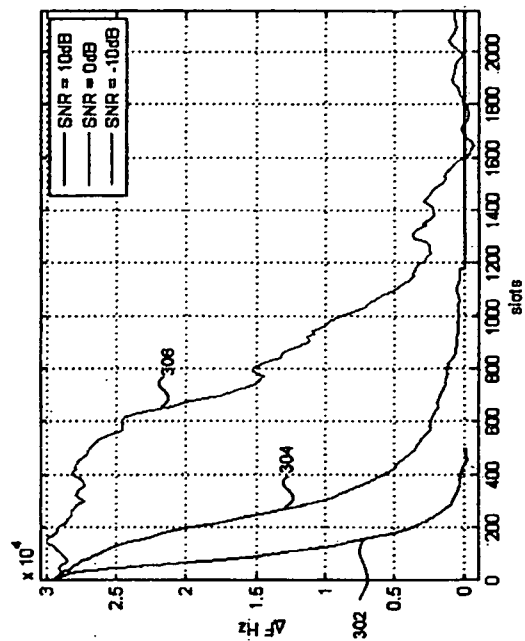


圖 3

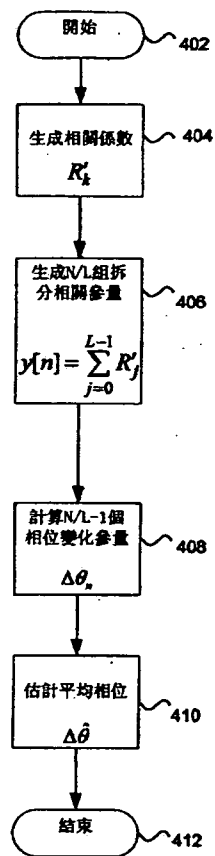


圖 4