



(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 I457012 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 10 月 11 日

(21)申請案號：100128889

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 08 月 12 日

(51)Int. Cl. : **H04W16/10 (2009.01)****H04W36/00 (2009.01)****H04W4/24 (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：林一平 LIN, YI BING (TW)；皇甫建君 HUANG FU, CHIEN CHUN (TW)

(74)代理人：林火泉

(56)參考文獻：

US 5572221A1

US 6385454B1

US 2004/0087305A1

審查人員：黃冠霖

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：6 共 0 頁

(54)名稱

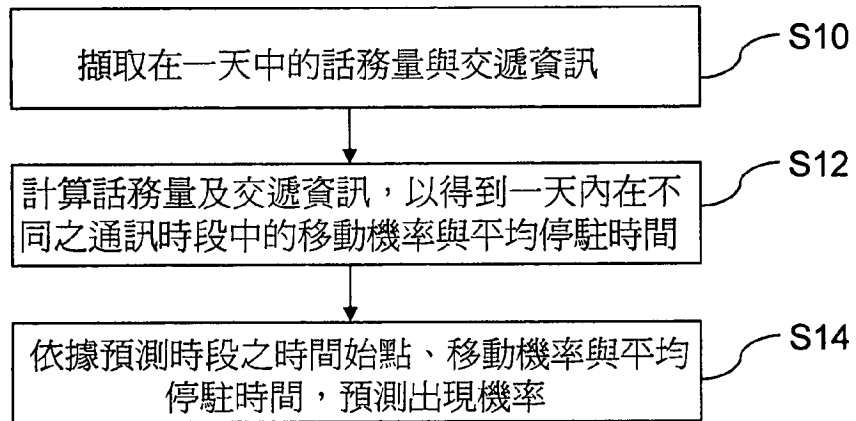
移動預測方法

MOVEMENT PREDICTING METHOD

(57)摘要

本發明係揭露一種移動預測方法，其係利用在複數基地台所涵蓋之複數相鄰之通訊細胞間移動與通訊之至少一通話電話，於一預測時段內，對使用通話電話之人口移動進行預測。首先，擷取在一天中，通話電話於每一通訊細胞產生之一話務量，與通話電話在通訊細胞交遞移動所產生之一交遞資訊。接著，計算話務量及交遞資訊，以得到一天內在不同之時段中，人口在通訊細胞間移動之移動機率，及人口在每一通訊細胞涵蓋之區域之一平均停駐時間。最後，依據求得之資料，預測在預測時段之時間終點時，人口出現在每一區域之一出現機率，進而達到人口移動預測。

A movement predicting method is disclosed. The method utilizes at least one phone communicating and moving between a plurality of neighboring cells for base stations to predict population movement using the phones in a prediction period. Firstly, the traffic volumes in the cells generated by the phone and the handover information generated by the phone moving between the cells in a day are retrieved. Next, the traffic volumes and the handover information are calculated, so as to obtain a movement probability for the population moving between the cells and an average stay time that the population staying in the region of each cell in the different periods of the day. Finally, according to the data obtained, an appearance probability that the population appears in each region at the end point of the prediction period is predicted to finish the population movement prediction.



第 2 圖

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：100/28889

※申請日：

100.8.12

※IPC 分類：H04W 16/10 (2009.01)

H04W 36/00 (2009.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

H04W 4/24 (2009.01)

移動預測方法 / movement predicting method

二、中文發明摘要：

本發明係揭露一種移動預測方法，其係利用在複數基地台所涵蓋之複數相鄰之通訊細胞間移動與通訊之至少一通話，於一預測時段內，對使用通訊電話之人口移動進行預測。首先，擷取在一天中，通訊電話於每一通訊細胞產生之一話務量，與通訊電話在通訊細胞交遞移動所產生之一交遞資訊。接著，計算話務量及交遞資訊，以得到一天內在不同之時段中，人口在通訊細胞間移動之移動機率，及人口在每一通訊細胞涵蓋之區域之一平均停駐時間。最後，依據求得之資料，預測在預測時段之時間終點時，人口出現在每一區域之一出現機率，進而達到人口移動預測。

三、英文發明摘要：

A movement predicting method is disclosed. The method utilizes at least one phone communicating and moving between a plurality of neighboring cells for base stations to predict population movement using the phones in a prediction period. Firstly, the traffic volumes in the cells generated by the phone and the handover information generated by the phone moving between the cells in a day are retrieved. Next, the traffic volumes and the handover information are calculated, so as to obtain a movement probability for the population moving between the cells and an average stay time that the population staying in the region of each cell in the different periods of the day. Finally, according to the data obtained, an appearance probability that the population appears in each region at the end point of the prediction period is predicted to finish the population movement prediction.



四、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。

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種預測方法，特別是關於一種人口移動預測方法。

【先前技術】

人口遷移是一個重要的社會現象。透過人口遷移使人類的活動場所逐漸擴沿到世界各地，擴大了人們的交往範圍，對人類文明的交流和傳播，對各種種族和民族的互相融合和同化創造了條件。此外，人口移動跟傳染性疾病亦有相關。例如，根據巴西研究者的研究結果，人類移動為登革（dengue）病毒流入里約熱內盧（Rio de Janeiro）的關鍵因素。這些結果，基於 2007-2008 年的嚴重流行病資料，促成對巴西第二大城中之登革熱（dengue fever）動力學的新理解。換言之，人口移動具有相當之重要性。

為了預測人口移動，美國專利 US5,572,221 藉由記錄通訊終端裝置（mobile terminal）過去的路徑，和歷史資料相比對後，預測出未來可能移動的位置。但此專利有下列缺點：一者，此技術必須紀錄大量單一使用者的移動軌跡，但此違反隱私權的法律相關規定，不宜使用；二者，無法根據特定時間進行預測，因此無法分別對上班時間和下班時間的人口移動分布進行預測，使用自由度差；三者，此技術無法估計在某地區之停駐時間，因此無法預測指定時間後的位置分布機率。

因此，本發明係在針對上述之困擾，提出一種移動預測方法，以解決習知所產生的問題。

【發明內容】

本發明之主要目的，在於提供一種移動預測方法，其係利用電信網路

中交換機內關於細胞基地台的交遞資訊(handover)及話務量(traffic volumes)，建立人口移動分佈模型，以預先分析傳染性疾病散播，或交通流量之移動趨勢。

為達上述目的，本發明提供一種移動預測方法，其係利用在複數基地台所涵蓋之複數相鄰之通訊細胞間移動與通訊之至少一通訊電話，於一預測時段內，對使用通訊電話之人口進行移動預測。首先，擷取在一天中，通訊電話於每一通訊細胞產生之一話務量，與通訊電話在通訊細胞交遞移動所產生之一交遞資訊。接著，計算話務量及交遞資訊，以得到一天內在不同之通訊時段中，人口從每一通訊細胞移動至其相鄰之通訊細胞之移動機率，及人口在每一通訊細胞涵蓋之區域之一平均停駐時間。最後，依據預測時段之時間始點、移動機率與平均停駐時間，預測在預測時段之時間終點時，人口出現在每一區域之一出現機率。

茲為使 貴審查委員對本發明之結構特徵及所達成之功效更有進一步之瞭解與認識，謹佐以較佳之實施例圖及配合詳細之說明，說明如後：

【實施方式】

請參閱第 1 圖，電信網路包含複數基地台 12 所涵蓋之複數相鄰之通訊細胞，每個通訊細胞透過基地台 12 進行通話及資料傳遞的介接，基地台 12 的後端連接至核心網路的交換機 (Mobile Switching Center ; MSC) 10，基地台 12 會紀錄通訊細胞中所有使用者的話務量，以及交遞 (handover) 資訊在交換機 10 中。

請同時參閱第 2 圖。本發明利用在複數基地台 12 所涵蓋之複數相鄰之通訊細胞間移動與通訊之至少一通訊電話，於一預測時段內，對通訊電話

本身，或使用此通訊電話之人口進行移動預測，以下以對使用此通訊電話之人口進行移動預測為例。首先，如步驟 S10 所示，擷取在一天中，通訊電話於每一通訊細胞產生之一話務量，與通訊電話在通訊細胞交遞移動所產生之一交遞資訊。接著，如步驟 S12 所示，計算話務量及交遞資訊，以得到一天內在相同之通訊時段中，人口從每一通訊細胞移動至其相鄰之通訊細胞之移動機率，及人口在每一通訊細胞涵蓋之區域之一平均停駐時間。最後，如步驟 S14 所示，依據預測時段之時間始點、移動機率與平均停駐時間，預測在預測時段之時間終點時，人口出現在每一區域之一出現機率。

在上述步驟 S12 中，更包括下列步驟，其如第 3 圖所示。首先，如步驟 S16 所示，將話務量及交遞資訊以單位時間 Δt 切割，並分別進行統計，以得到在不同之通訊時段 τ 中，通訊細胞 i 所包含之一子話務量 $\rho_i(\tau)$ ，與從通訊細胞 i 交遞移動至相鄰之通訊細胞 j 之一子交遞資訊 $\lambda_{i,j}(\tau)$ 。接著，如步驟 S18 所示，依據子交遞資訊 $\lambda_{i,j}(\tau)$ ，得到在不同之通訊時段 τ 中，人口從通訊細胞 i 移動至相鄰之通訊細胞 j 的移動機率 $p_{i,j}(\tau)$ ，與移動進入通訊細胞 i 之一子移進交遞資訊 $\lambda_{i,in}(\tau)$ ，更者，還可同時得到移動進出該通訊細胞 i 之一子移出交遞資訊 $\lambda_{i,out}(\tau)$ 。其中移動機率 $p_{i,j}(\tau)$ 、子移進交遞資訊 $\lambda_{i,in}(\tau)$ 與子移出交遞資訊 $\lambda_{i,out}(\tau)$ 分別如式 (1)、式 (2) 與式 (3) 所示。

$$p_{i,j}(\tau) = \frac{\lambda_{i,j}(\tau)}{\sum_{j,j \neq i} \lambda_{i,j}(\tau)} \quad (1)$$

$$\lambda_{i,in}(\tau) = \sum_{j,j \neq i} \lambda_{j,i}(\tau) \quad (2)$$

$$\lambda_{i,out}(\tau) = \sum_{j,j \neq i} \lambda_{i,j}(\tau) \quad (3)$$

依據里特定律 (Little's Law) $N=\lambda R$ ，其中 N 為單位時間內在通訊細胞中的平均人數； λ 為單位時間內移動進入通訊細胞 i 的交遞資訊數量；單位時間內在該通訊細胞中的平均停留時間，假設平均通話時間為 t_c ，平均通話間隔時間為 t_a ，則每個人的通話機率為 t_c/t_a ，因此可以得到式 (4) 與式 (5)：

$$\rho_i(\tau) = N\left(\frac{1}{t_a}\right)t_c \Rightarrow N = \rho_i(\tau)\left(\frac{t_a}{t_c}\right) \quad (4)$$

$$\lambda_{i,in}(\tau) = \frac{t_c}{t_a} \lambda \Rightarrow \lambda = \lambda_{i,in}(\tau) \frac{t_a}{t_c} \quad (5)$$

結合式(4)、式(5)與里特定律，可得到式(6)表示平均停駐時間 $R_i(\tau)$ ：

$$R_i(\tau) = R = \frac{\left(\frac{t_a}{t_c}\right)\rho_i(\tau)}{\left(\frac{t_a}{t_c}\right)\lambda_{i,in}(\tau)} = \frac{\rho_i(\tau)}{\lambda_{i,in}(\tau)} \quad (6)$$

換言之，在步驟 S18 之後，便可進行步驟 S20，即根據子話務量 $\rho_i(\tau)$ 與子移進交遞資訊 $\lambda_{i,in}(\tau)$ 以式 (6) 計算，以得到平均停駐時間 $R_i(\tau)$ 。此外，若單位時間很小或是平均通話時間很短時，或者，欲得到更精準之平均停駐時間 $R_i(\tau)$ ，可同時將子移出交遞資訊 $\lambda_{i,out}(\tau)$ 考慮之，並同樣依據里特定律，將 $R_i(\tau)$ 以式 (7) 表示：

$$R_i(\tau) = \frac{2\rho_i(\tau)}{\lambda_{i,in}(\tau) + \lambda_{i,out}(\tau)} \quad (7)$$

請繼續參閱第 2 圖與第 4 圖，步驟 S14 更包含下列步驟。首先，如步驟 S22 所示，在時間始點時，找出人口所位於之通訊細胞之區域，並以此對應之通訊細胞作為一始點通訊細胞。接著，如步驟 S24 所示，根據平均停駐時間，並利用與始點通訊細胞相鄰之通訊細胞，在預測時段內，建立人口之複數移動路徑，且每一移動路徑對應之移動機率彼此相乘，以分別得到一路徑機率。最後，如步驟 S26 所示，將移動路徑在時間終點對應之每一通訊細胞作為一終點通訊細胞，並將每一終點通訊細胞對應之移動路徑之路徑機率彼此相加，以得到人口出現在對應於自身之區域的出現機率。

以下以第 5 圖之四個通訊細胞作為說明，通訊細胞 3 (Cell 3) 相鄰通訊細胞 1 (Cell 1) 與通訊細胞 4 (Cell 4)，且通訊細胞 2 (Cell 2) 相鄰通訊細胞 1 (Cell 1) 與通訊細胞 4 (Cell 4)。假設將時間以 15 分鐘為一單位時間，從 0:00 開始進行數據統計，可以得到 0:00~0:15、0:15~0:30...23:45~24:00，共 96 個單位時間內的移動機率 $p_{i,j}(\tau)$ 以及平均停駐時間 $R_i(\tau)$ 。假設一個人在 0:01 時進入到細胞 1，此為始點通訊細胞，那麼先查詢 0:00~0:15 單位時間中細胞 1 的停駐時間 $R_1(0:01)$ ，假設此為 20 分鐘，20 分鐘後時間來到 0:21。由於此時可往通訊細胞 2 與通訊細胞 3 移動，因此查詢 0:15~0:30 單位時間中通訊細胞 1 分別往通訊細胞 2 與通訊細胞 3 之移動機率 $p_{1,2}(0:21)$ 、 $p_{1,3}(0:21)$ ，分別為 1/3 與 2/3。接著查詢 0:15~0:30 單位時間在通訊細胞 2 與通訊細胞 3 的停駐時間 $R_2(0:21)$ 與 $R_3(0:21)$ ，假設皆為 20 分鐘。因此，再經過 20 分鐘，時間來到 0:41。此時位在通訊細胞 2 的人可往通訊細胞 1 或通訊細胞 4 移動，因此查詢 0:30~0:45 單位時間中通訊細胞 2 分別往通訊細胞 1 與通訊細胞 4 之移動機率 $p_{2,1}(0:41)$ 、

$p_{2,4}(0:41)$ ，分別為 $1/3$ 與 $2/3$ 。另位在通訊細胞 3 的人可往通訊細胞 1 或通訊細胞 4 移動，因此查詢 0:30~0:45 單位時間中通訊細胞 3 分別往通訊細胞 1 與通訊細胞 4 之移動機率 $p_{3,1}(0:41)$ 、 $p_{3,4}(0:41)$ ，分別為 $1/3$ 與 $2/3$ 。由上述可知，當人在 0:01 進入通訊細胞 1，且經過 40 分鐘後，可能作為終點通訊細胞為通訊細胞 1 與通訊細胞 4。通訊細胞 1 對應之移動路徑有兩條，其一為 $1 \rightarrow 2 \rightarrow 1$ ，另一為 $1 \rightarrow 3 \rightarrow 1$ ；通訊細胞 4 對應之移動路徑亦有兩條，其一為 $1 \rightarrow 2 \rightarrow 4$ ，另一為 $1 \rightarrow 3 \rightarrow 4$ 。所以，通訊細胞 1 之在 40 分鐘後的出現機率為 $p_{1,2}(0:21) \times p_{2,1}(0:41) + p_{1,3}(0:21) \times p_{3,1}(0:41) = 1/3 \times 1/3 + 2/3 \times 1/3 = 1/3$ ；通訊細胞 4 之在 40 分鐘後的出現機率為 $p_{1,2}(0:21) \times p_{2,4}(0:41) + p_{1,3}(0:21) \times p_{3,4}(0:41) = 1/3 \times 2/3 + 2/3 \times 2/3 = 2/3$ 。

根據上述，本發明可建立人口移動分佈模型，以預先分析跟人口移動有關之傳染性疾病散播，或交通流量之移動趨勢。以應用在重要幹道之交通狀況為例，例如平均車速之偵測。第 6 圖為高速公路部份路段示意圖，高速公路周邊之基地台多為沿高速公路而架設，假設在這路段由通訊細胞 1 (Cell 1)、通訊細胞 2 (Cell 2) 及通訊細胞 3 (Cell 3) 所涵蓋。由地圖資訊和基地台的佈建資料得出高速公路在某個通訊細胞內的涵蓋之距離 D_i ，該項距離亦可透過實際道路量測取得。由本發明所提出之方法，可以得到每一個單位時間中使用者人口停留在各通訊細胞的平均停駐時間 $R_i(\tau)$ ，由此便可以立即算出人口在不同之通訊時段 τ ，於每一通訊細胞 i 中的移動速率為 V_i ，以作為平均車速，其係以式 (8) 表示。

$$V_i = \frac{D_i}{R_i(\tau)} \quad (8)$$

綜上所述，本發明利用交換機內關於細胞基地台的交遞資訊及話務量，建立人口移動分佈模型，來預先分析各種有關人口移動之趨勢。

以上所述者，僅為本發明一較佳實施例而已，並非用來限定本發明實施之範圍，故舉凡依本發明申請專利範圍所述之形狀、構造、特徵及精神所為之均等變化與修飾，均應包括於本發明之申請專利範圍內。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為本發明之電信網路架構示意圖。

第 2 圖為本發明之預測方法流程圖。

第 3 圖為本發明之計算話務量與交遞資訊之流程圖。

第 4 圖為本發明之預測出現機率之流程圖。

第 5 圖為本發明之人口於四通訊細胞間移動示意圖。

第 6 圖為本發明之高速公路部份路段示意圖。

【主要元件符號說明】

10 交換機

12. 基地台

七、申請專利範圍：

1. 一種移動預測方法，其係利用在複數基地台所涵蓋之複數相鄰之通訊細胞間移動與通訊之至少一通訊電話，於一預測時段內，對使用該通訊電話之人口進行移動預測，該移動預測方法包括下列步驟：

擷取在一天中，該通訊電話於每一該通訊細胞產生之一話務量，與該通訊電話在該些通訊細胞交遞移動所產生之一交遞資訊；

計算該話務量及該交遞資訊，以得到一天內在相同之通訊時段中，該人口從每一該通訊細胞移動至其相鄰之該通訊細胞之移動機率，及該人口在每一該通訊細胞涵蓋之區域之一平均停駐時間；以及

依據該預測時段之時間始點、該移動機率與該平均停駐時間，預測在該預測時段之時間終點時，該人口出現在每一該區域之一出現機率。

2. 如請求項 1 所述之移動預測方法，其中在計算該話務量及該交遞資訊，以得到該移動機率與該平均停駐時間之步驟，更包括下列步驟：

將該話務量及該交遞資訊以單位時間切割，並分別進行統計，以得到在該不同之該通訊時段 τ 中，該通訊細胞 i 所包含之一子話務量 $\rho_i(\tau)$ ，與從該通訊細胞 i 交遞移動至相鄰之該通訊細胞 j 的一子交遞資訊 $\lambda_{i,j}(\tau)$ ；

依據該子交遞資訊 $\lambda_{i,j}(\tau)$ ，得到在該不同之該通訊時段 τ 中，該人口從該通訊細胞 i 移動至相鄰之該通訊細胞 j 的該移動機率

$$p_{i,j}(\tau) = \frac{\lambda_{i,j}(\tau)}{\sum_{j,j \neq i} \lambda_{i,j}(\tau)}, \text{ 與移動進入該通訊細胞 } i \text{ 的一子移進交遞資訊}$$

$$\lambda_{i,in}(\tau) = \sum_{j,j \neq i} \lambda_{j,i}(\tau); \text{ 以及}$$

根據該子話務量 $\rho_i(\tau)$ 與該子移進交遞資訊 $\lambda_{i,in}(\tau)$ 計算，以得到該平均停駐時間。

3. 如請求項 2 所述之移動預測方法，其中該平均停駐時間 $R_i(\tau) = \frac{\rho_i(\tau)}{\lambda_{i,in}(\tau)}$ 。

4. 如請求項 2 所述之移動預測方法，其中在依據該子交遞資訊，得到在該不同之該通訊時段 τ 中，從該通訊細胞 i 移動至相鄰之該通訊細胞 j 的該移動機率，與移動進入該通訊細胞 i 的該子移進交遞資訊之步驟中，係依據該子交遞資訊，更得到在該不同之該通訊時段 τ 中，從該通訊細胞 i 移動至相鄰之該通訊細胞 j 的該移動機率、移動進入該通訊細胞 i 的該子移進交遞資訊與移動進出該通訊細胞 i 的一子移出交遞資訊

$$\lambda_{i,out}(\tau) = \sum_{j,j \neq i} \lambda_{i,j}(\tau)。$$

5. 如請求項 4 所述之移動預測方法，其中該平均停駐時間，係根據該子話務量 $\rho_i(\tau)$ 、該子移進交遞資訊 $\lambda_{i,in}(\tau)$ 與該子移出交遞資訊 $\lambda_{i,out}(\tau)$ 計算而得到。

6. 如請求項 5 所述之移動預測方法，其中該平均停駐時間

$$R_i(\tau) = \frac{2\rho_i(\tau)}{\lambda_{i,in}(\tau) + \lambda_{i,out}(\tau)}。$$

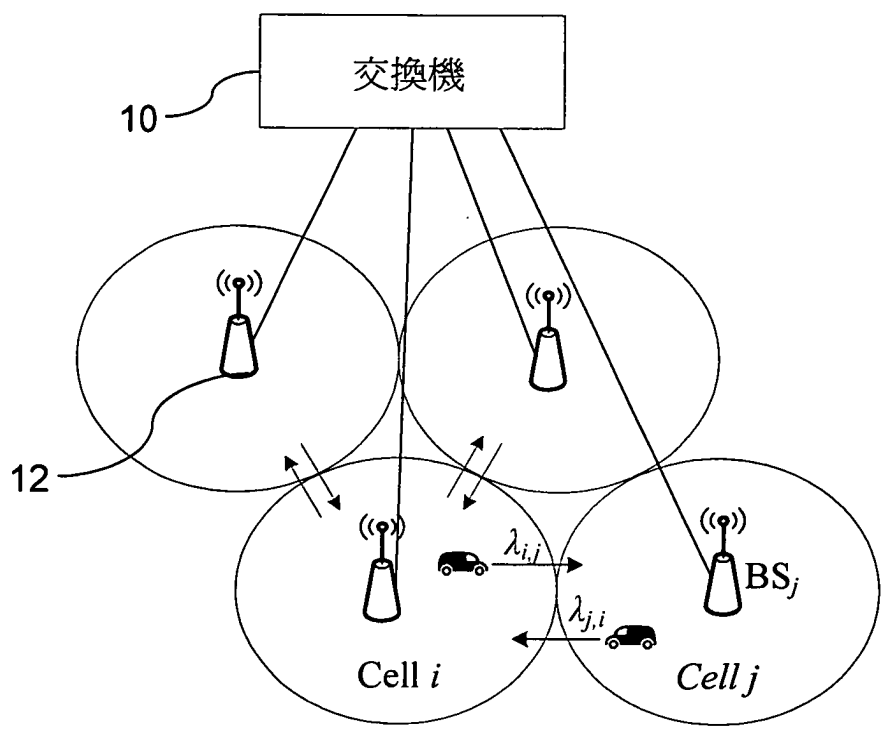
7. 如請求項 1 所述之移動預測方法，其中依據該時間始點、該移動機率與該平均停駐時間，預測在該時間終點時之該出現機率之步驟，更包括下列步驟：

在該時間始點時，找出該人口所位於之該區域，並以此對應之該通訊細胞作為一始點通訊細胞；

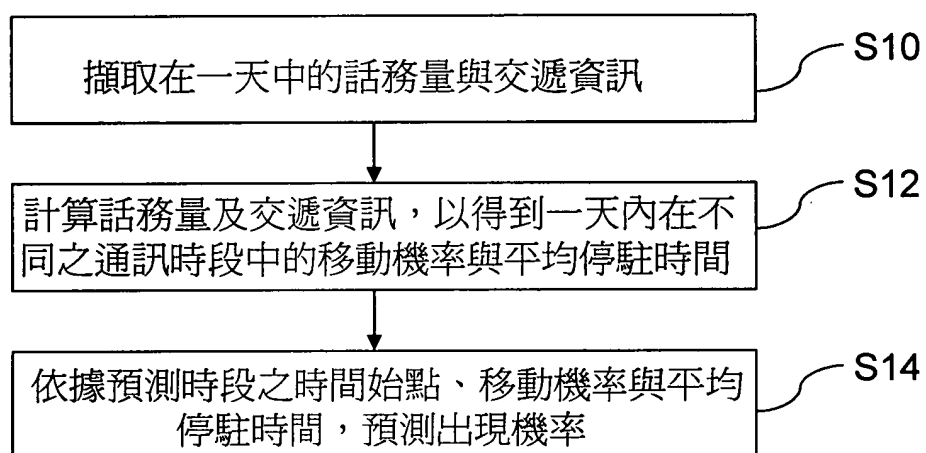
根據該平均停駐時間，並利用與該始點通訊細胞相鄰之該通訊細胞，在該預測時段內，建立該人口之複數移動路徑，且每一該移動路徑對應之該移動機率彼此相乘，以分別得到一路徑機率；以及將該些移動路徑在時間終點對應之每一該通訊細胞作為一終點通訊細胞，並將每一該終點通訊細胞對應之該移動路徑之該路徑機率彼此相加，以得到該人口出現在對應於自身之該區域的該出現機率。

8. 如請求項 1 所述之移動預測方法，其中該人口在該不同之該通訊時段 τ ，於每一該通訊細胞 i 中的移動速率為 $\frac{D_i}{R_i(\tau)}$ ， D_i 為每一該通訊細胞 i 所涵蓋之距離， $R_i(\tau)$ 為該人口於該通訊細胞 i 之該平均停駐時間。

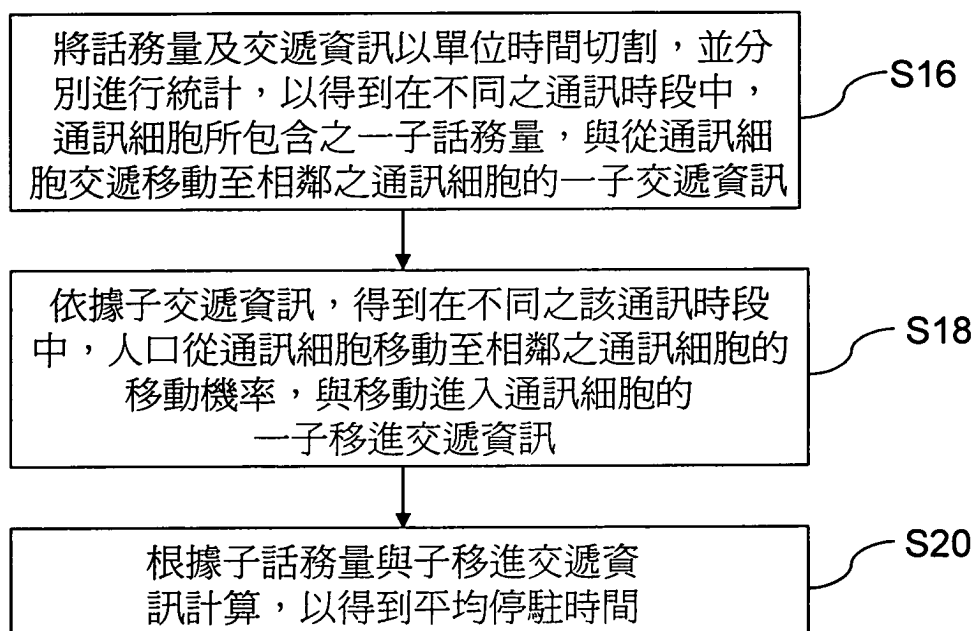
八、圖式：



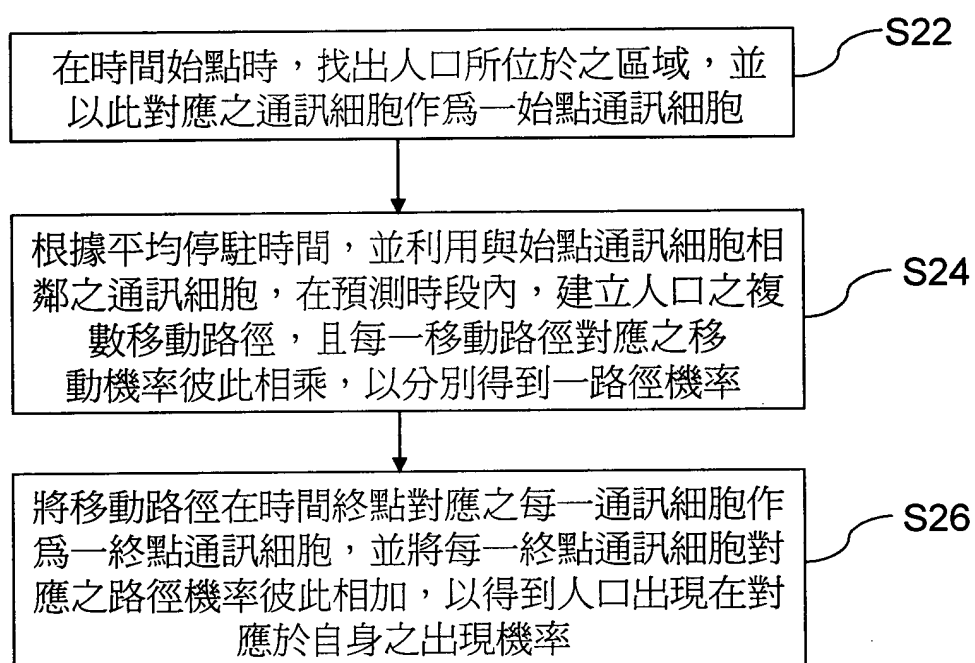
第 1 圖



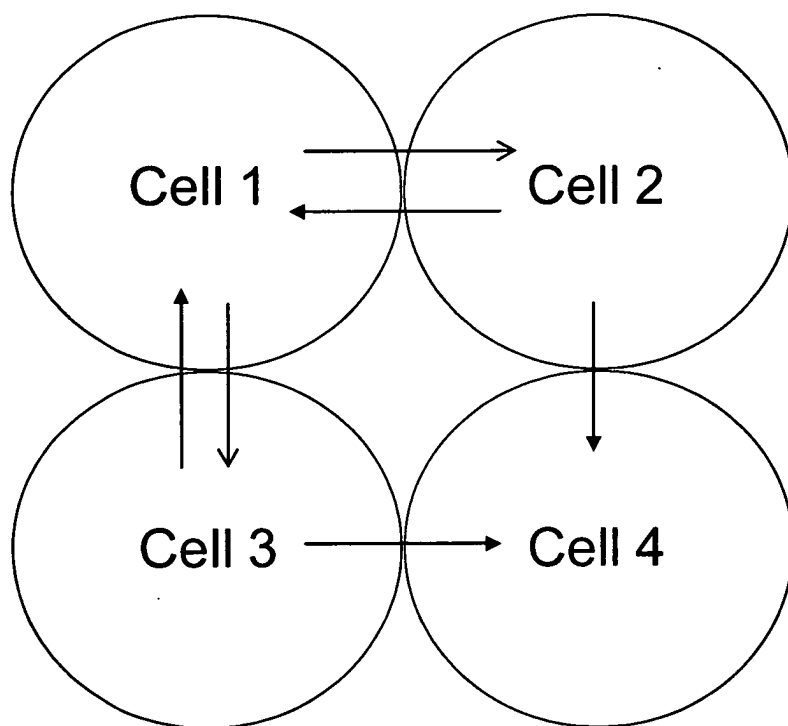
第 2 圖



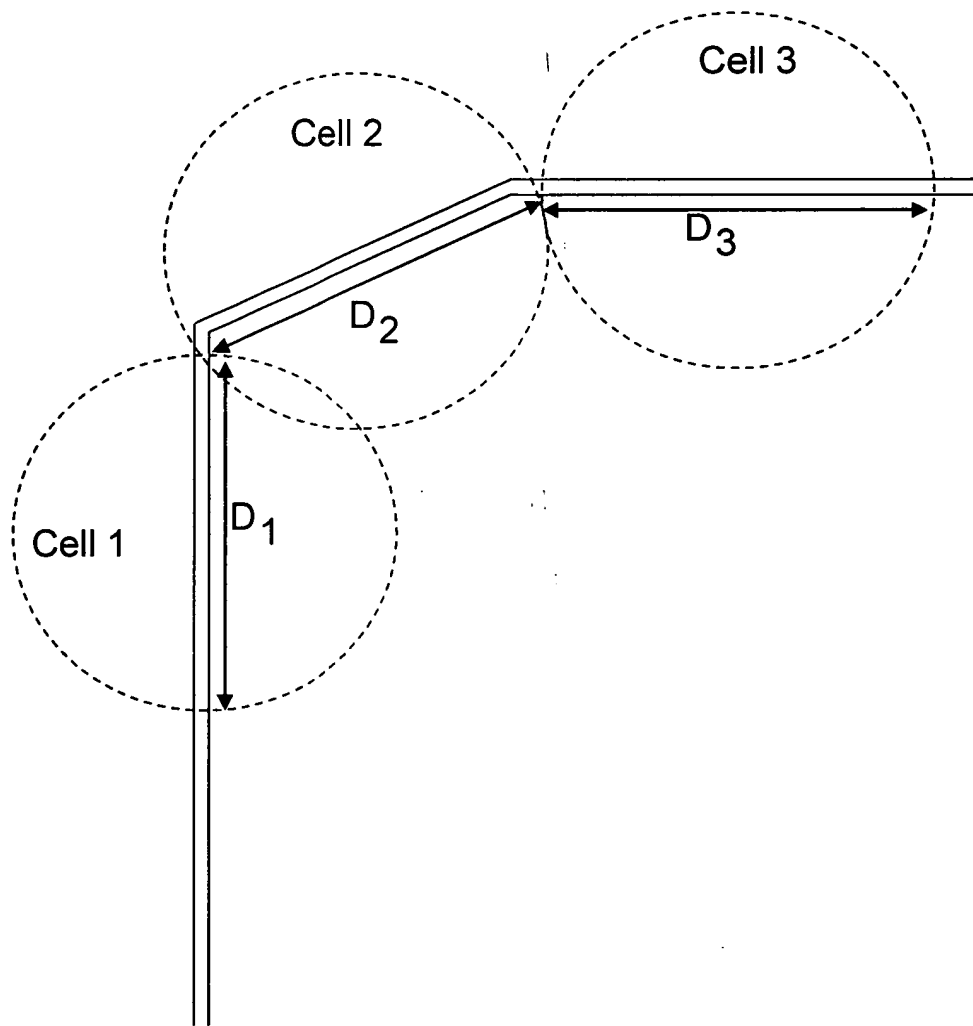
第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖