

# 專 利 揭 露 書

版本 1 ( 100.07.07 修

訂 )

1.專利名稱	(中文) 整合異質網路之行動定位的系統與方法
	(英文) A Mobile Positioning System and Method Based on Integrated Heterogeneous Networks
2.申請類別	■發明    □新型    □設計
3.發明人資料	官大勝, Ta-Sheng Kuan 林佳宏, Jia-Hong Lin 陳志華, Chi-Hua Chen, E123353769
4.技術摘要	<p>發明/新型摘要:</p> <p>一種整合異質網路之行動定位的系統與方法, 係由一車載行動設備中週期性地擷取複數個異質網路訊號(包含 GSM、UMTS、CDMA、HSPA、LTE、WiMAX、WiFi、RFID、ZigBee、Bluetooth 等), 紀錄時間點和各個網路站台識別碼(例如: Cell ID、BSSID、網卡 ID)及其訊號強度集合, 並將其回傳至一雲端伺服器。當雲端伺服器收到資料後, 每個訊號強度集合進行正規化成向量空間, 再把傳輸距離較短的行動網路之向量值予以加權(例如: WiFi 網路之權重高於細胞網路)。並且, 加入時間序列因子, 考量前複數個時間點的訊號向量集合予以加權, 令時間點越近的權重值越高, 結合複數個時間點的資訊產生新的向量集合。最後, 將此向量集合與一雲端歷史資料庫中的複數個向量集合進行比對, 取得向量集合最相似的複數筆資料及其對應的經緯度座標, 再依其相似度對經緯度座標值進行加權平均, 作為車載行動設備當下的位置估計值。</p>
5.技術特色	<p>發明/新型之特點及功效:</p> <p>(1). 綜合考量細胞網路和 WiFi 網路等異質網路訊號, 來進行行動定位分析。</p> <p>(2). 此方法在市區和郊區都能提供準確的定位資訊。</p> <p>(3). 同時考量訊號強度、時間序列、網路傳輸距離等因子。</p>

## 6.技術內容詳述：

本揭露實施例可提供一種整合異質網路之行動定位的系統與方法。

所揭露的一實施例是關於一種整合異質網路之行動定位的系統。此系統將包含複數個異質網路無線基地台(包含 GSM、UMTS、CDMA、HSPA、LTE、WiMAX、WiFi、RFID、ZigBee、Bluetooth 等)、複數個車載終端設備、一個雲端運算伺服器、以及一個雲端歷史資料庫。車載終端設備得裝設多模網卡模組，同時收集來自不同異質網路的訊號，並紀錄基站識別碼(例如：Cell ID、BSSID、網卡 ID)及其訊號強度集合，再將同一時間點之資料集合回傳至雲端運算伺服器。當雲端運算伺服器收到來自車載終端設備同一時間複數個基站識別碼、訊號強度、時間點之資料集合時，再輸入至行動定位方法中，並結合同一車載終端設備前複數個時間點之資料集合和考慮無線網路傳輸距離進行加權，與雲端歷史資料庫之資料進行比對取出最相似的複數筆資料進行位置加權平均，作為車載終端設備當時的位置。其中，雲端歷史資料庫主要可以儲存歷史行駛軌跡，其中包含有定位點經緯度座標，以及該定位點對應複數筆的基站識別碼、訊號強度等因子的向量空間集合。

所揭露的另一實施例是一種整合異質網路之行動定位方法。此方法主要包含 4 個步驟：

- (1) 收集異質網路之基站資訊與訊號強度：收集來自車載終端設備於道路上的基站識別碼、訊號強度、時間點；
- (2) 分析基站識別碼、訊號強度、時間序列，依時間序列和傳輸距離進行加權，並轉換成向量空間：依基站識別碼、訊號強度、時間點之資料轉換為向量空間。並依時間序列進行加權，令時間越近的資料，權重越高。以及依網路傳輸距離進行加權，例如：WiFi 網路權重高於細胞網路；
- (3) 與歷史資料進行比對，取得最相似的  $k$  筆資料：將車載終端設備當下依基站識別碼、訊號強度、時間點之資料轉換所得的向量空間與歷史資料各個定位點的向量資料進行比對，並取出最相似的  $k$  筆；
- (4) 依每筆資料向量距離進行加權平均，估計目前位置：將取出之最相似的  $k$  筆，依這  $k$  筆資料所對應的經緯度座標進行加權平均，令相似度越高的資料，其權重越高。

#### 7.較佳實施例之說明：

本專利主要將運用異質網路(可為 GSM、UMTS、CDMA、HSPA、LTE、WiMAX、WiFi、RFID、ZigBee、Bluetooth 等網路)資料來進行行動定位，而每條定位點將同時被複數個異質網路無線基地台的傳輸範圍所覆蓋，如圖一呈現一個同時被細胞網路和 WiFi 網路所覆蓋的示意圖。透過圖一可見，車載終端設備 1 同時被 Cell 1、Cell 2、AP 1、AP 2 所覆蓋，並可由車載終端設備收集到同一間點時每個基站的識別碼(例如：Cell 1 和 Cell 2 的 Cell ID、AP 1 和 AP 2 的 BSSID)和訊號強度。並且預期當不同定位點時，其收集到的基站識別碼和訊號強度集合將會不同，例如：車載終端設備 2 同時被 Cell 1、Cell 2、AP 2 所覆蓋。並且由於車載終端設備 2 較車載終端設備 1 更為接近 AP2 位置，故車載終端設備 2 的位置所收集到的 AP2 訊號強度將較車載終端設備 1 的位置所收集到的 AP2 訊號強度來得強；同理，車載終端設備 2 的位置其 Cell 1 訊號將比車載終端設備 1 的位置的 Cell 1 訊號弱、車載終端設備 2 的位置其 Cell 2 訊號將比車載終端設備 1 的位置的 Cell 2 訊號強。然而，雖然透過基站識別碼和訊號強度集合可用來判斷定位資訊，但在無線網路環境中訊號強度可能會因外在因素造成干擾，而使得有些許變異。因此，本專利除結合複數個異質網路同時評估外，亦考量同一車載終端設備前複數個時間點之基站識別碼和訊號強度集合，並加入時間序列因子，令時間越近之集合的訊號強度權重越高。本專利設計一整合異質網路之行動定位的系統與方法，透過分析基站識別碼、訊號強度、時間序列等因子，來進行行動定位。

本專利設計一整合異質網路之行動定位的系統，其系統架構如圖一所示。此系統將包含複數個無線網路基地台、複數個車載終端設備、一個雲端運算伺服器、以及一個雲端歷史資料庫。將先由具備有多模網卡模組的車載終端設備週期性地收集和紀錄異質網路訊號(基站識別碼和訊號強度)、時間點。如圖一所示，車載終端設備 1 將可以同時收集到 Cell 1、Cell 2、AP 1、AP 2 四個基站之識別碼和訊號強度(如表一所示)，並將其紀錄和回傳至雲端運算伺服器，作為行動定位判斷應用。例如：在 2014/02/18 16:10:02 時將回傳 Cell 1 = -70、Cell 2 = -65、AP 1 = -75、以及 AP 2 = -57 之向量集合回雲端伺服器。當雲端運算伺服器收到來自車載終端設備同一時間複數個基站識別碼、訊號強度、時間點之資料集合時，再將此資料集合和同設備前複數個時間點資料集合之向量集合，輸入至行動定位方法中，與雲端歷史資料庫之資料進行比對，進行行動定位。

表一、車載終端設備收集資料

序號	時間	Cell 1	Cell 2	AP 1	AP 2
1	2014/02/18 16:10:00	-70	-75	-60	-65
2	2014/02/18 16:10:01	-75	-70	-70	-60
3	2014/02/18 16:10:02	-70	-65	-75	-57
4	2014/02/18 16:10:03	-70	-70	-65	-60
5	2014/02/18 16:10:04	-75	-65	-70	-60
6	2014/02/18 16:10:05	-75	-63	-70	-57
7	2014/02/18 16:10:06	-80	-60	-80	-55
8	2014/02/18 16:10:07	-75	-65	-75	-60

本專利設計一整合異質網路之行動定位的方法，其方法流程如圖二所示。本專利將以同時考量細胞網路和 WiFi 網路為例進行方法說明。此方法主要將包含 4 個步驟：(1) 收集異質網路之基站資訊與訊號強度；(2) 分析基站識別碼、訊號強度、時間序列，依時間序列和傳輸距離進行加權，並轉換成向量空間；(3)與歷史資料進行比對，取得最相似的  $k$  筆資料；(4) 依每筆資料向量距離進行加權平均，估計目前位置，分述如下。

##### (1) 收集異質網路之基站資訊與訊號強度

將由車載終端設備收集位置所偵測到的異質網路訊號，包含有複數個基站識別碼、訊號強度，並紀錄其時間點後，回傳至雲端運算伺服器，並由雲端伺服器進行行動定位方法的運算。

(2) 分析基站識別碼、訊號強度、時間序列，依時間序列和傳輸距離進行加權，並轉換成向量空間。當雲端伺服器收到來自車載終端設備的基站識別碼、訊號強度集合後，並假設在環境中(包含歷史資料)所有的細胞基地台數共有  $n_c$  個、WiFi 熱點數共有  $n_w$  個後，將依基站識別碼、訊號強度、時間序列、網路傳輸距離等因子分別轉換成向量空間，作法如下。

(a). 訊號強度向量集合

將收集到之訊號強度集合表示為向量集合，並將未偵測到訊號的基站訊號強度設為極小值，如公式(1)所示。其中， $r_{c,1}$  代表為細胞網路 Cell 1 之訊號強度、 $r_{c,2}$  代表為細胞網路 Cell 2 之訊號強度，而  $r_{w,1}$  代表為 WiFi 網路 AP 1 之訊號強度、 $r_{w,2}$  代表為 WiFi 網路 AP 2 之訊號強度，依此類推。假設環境中 Cell 數共有 4 個，WiFi 熱點數共有 5 個，並以 2014/02/18 16:10:02 時將回傳 Cell 1 = -70、Cell 2 = -65、AP 1 = -75、以及 AP 2 = -57 之向量集合為例，並將未偵測到訊號強度的基站強度設為一極小值-999，可將此資料表示公式(2)。依此類推，表一中序號 1~3 筆將可以表示為表二所示之訊號強度向量集合。

$$R = \{r_{c,1}, r_{c,2}, \dots, r_{c,n_c}, r_{w,1}, r_{w,2}, \dots, r_{w,n_w}\} \quad (1)$$

$$R = \{-70, -65, \dots, -999, -75, -57, \dots, -999\} \quad (2)$$

表二、訊號強度向量集合示意表

Cell 1	Cell 2	Cell 3	Cell 4	AP 1	A 2	AP 3	AP 4	AP 5
-70	-75	-999	-999	-60	-65	-999	-999	-999
-75	-70	-999	-999	-70	-60	-999	-999	-999
-70	-65	-999	-999	-75	-57	-999	-999	-999

(b). 訊號強度正規化

由於每種網路收集到的訊號強度最大值和最小值的區間並不相同，因此在本專利中將以公式(3)，依據訊號強度最大值  $u$  和最小值  $l$ ，為原始的網路訊號強度值  $r$  進行正規化為  $s$ ，令正規化後的訊號強度值  $s$  介於 0~1 之間。其中，假設細胞網路之訊號強度最大值為  $u_c$ ，而最小值為  $l_c$ ，以及 WiFi 網路之訊號強度最大值為  $u_w$ ，而最小值為  $l_w$ ；將可運用公式(4)和(5)分別為細胞網路和 WiFi 網路之訊號強度進行正規化，正規化後的向量集合表示為  $S$ ，如公式(6)所示。

本專利實施例之車載終端設備採用 Android 平台實作，在 UMTS 網路之訊號強度最大值為-51 dBm，最小值為-113 dBm，故針對，而在 WiFi 網路之訊號強度最大值為-55 dBm，最小值為-100 dBm，故可將表二中的資料分別運用公式(4)和(5)進行正規化成表三。

$$s = N(r, u, l) = \begin{cases} 1, & \text{if } r \geq u \\ 0, & \text{if } r \leq l \\ \frac{r-l}{u-l}, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

$$s_{c,i} = N(r_{c,i}, u_c, l_c) = N(r_{c,i}, -51, -113) \quad (4)$$

$$s_{w,i} = N(r_{w,i}, u_w, l_w) = N(r_{w,i}, -55, -100) \quad (5)$$

$$S = \{s_{c,1}, s_{c,2}, \dots, s_{c,n_c}, s_{w,1}, s_{w,2}, \dots, s_{w,n_w}\} \quad (6)$$

表三、正規化後訊號強度向量集合示意表

Cell 1	Cell 2	Cell 3	Cell 4	AP 1	AP 2	AP 3	AP 4	AP 5
0.694	0.613	0	0	0.889	0.778	0	0	0
0.613	0.694	0	0	0.667	0.889	0	0	0
0.694	0.774	0	0	0.556	0.956	0	0	0

(c). 時間序列加權

有鑑於無線網路可能因訊號干擾或其他環境因素，而造成訊號強度的波動，故只取單一時間點之訊號強度集合來進行定位，將可能產生較大的定位誤差。本專利考量複數筆訊號強度集合，取得同一車載終端設備當下和前複數個訊號強度集合，並依時間序列進行加權。令時間點越近的資料，權重越高，即當下的訊號強度集合權重最高，但亦考量前複數個訊號強度集合。假設總共考量前  $n_t$  個時間點之訊號強度集合，並為每一個時間點之訊號強度集合設定一權重值，其權重集合可表示為  $W_t$ ，如公式(7)所示。例如：當下時間點之權重為  $w_{t,0}$ 、前 1 個時間點之權重為  $w_{t,1}$ 、前 2 個時間點之權重為  $w_{t,2}$ ，依此類推。而當下時間點和前  $n_t$  個時間點之訊號強度集合的集合可表示為  $Z$ ，如公式(8)所示。其中，當下時間點之正規化後訊號強度集合為  $S_0$ 、前 1 個時間點之正規化後訊號強度集合為  $S_1$ 、前 2 個時間點之正規化後訊號強度集合為  $S_2$ ，依此類推。最後，再將訊號強度集合依時間權重進行加權平均，依時間序列加權後集合可表示為  $T$ ，如公式(9)所示。

$$W_t = \{w_{t,0}, w_{t,1}, w_{t,2}, \dots, w_{t,n_t}\}, \forall \sum_{i=0}^{n_t} w_{t,i} = 1, w_{t,0} \geq w_{t,1} \geq \dots \geq w_{t,n_t} \quad (7)$$

$$Z = \{S_0, S_1, S_2, \dots, S_{t,n_t}\} \quad (8)$$

$$T = \sum_{i=0}^{n_t} S_i \times w_i = \{t_{c,1}, t_{c,2}, \dots, t_{c,n_c}, t_{w,1}, t_{w,2}, \dots, t_{w,n_w}\} \quad (9)$$

在此實施例中，將同時考量前 2 個時間點之訊號強度集合，即  $n_t$  設為 2。並分別設定當下時間點之權重為 0.6，前 1 個時間點之權重為 0.3，前 2 個時間點之權重為 0.1，如公式(10)所示。對 2014/02/18 16:10:02 時間點資料(即表三中的第 3 筆資料)而言，將可參考其前 2 個時間點之訊號強度集合(即表三中的前 2 筆資料)，依權重進行時間序列加權，加權後結果如表四所示。

$$W_t = \{w_{t,0}, w_{t,1}, w_{t,2}\} = \{0.6, 0.3, 0.1\} \quad (10)$$

表四、時間序列加權後向量集合示意表

Cell 1	Cell 2	Cell 3	Cell 4	AP 1	AP 2	AP 3	AP 4	AP 5
0.669	0.734	0	0	0.622	0.918	0	0	0

(d). 網路傳輸距離加權

有鑑於傳輸距離短的無線網路作為定位時，其定位精確度可以較高，故在本專利中亦考量網路傳輸距離，並予以加權，令傳輸距離短的網路，權重越高。在此實施例中，主要將考量細胞網路和 WiFi 網路，並由於 WiFi 網路傳輸距離較細胞網路短，故設定 WiFi 網路權重較細胞網路大。例如：細胞網路設定權重值為 0.5，WiFi 網路權重值為 1。可將表四之向量集合加權為表五之向量集合。

$$D = \{d_{c,1}, d_{c,2}, \dots, d_{c,n_c}, d_{w,1}, d_{w,2}, \dots, d_{w,n_w}\} \quad (11)$$

表五、網路傳輸距離加權後向量集合示意表

Cell 1	Cell 2	Cell 3	Cell 4	AP 1	AP 2	AP 3	AP 4	AP 5
0.335	0.367	0	0	0.622	0.918	0	0	0

(3)與歷史資料進行比對，取得最相似的  $k$  筆資料

本專利之雲端歷史資料庫中已儲存  $m$  筆資料，涵蓋各個定位點其經緯度座標(在此經度表示為  $x$ ，緯度表示為  $y$ )，以及其所對應的加權後訊號強度向量集合  $H$ ，如公式(12)和(13)所示。可將由車載終端設備所回報之新資料  $D$  跟歷史資料集合進行相似度比對，計算與每一筆資料的相似度，如公式(14)所示。再從歷史資料中取出最相似的  $k$  筆資料。

$$H = \{h_1, h_2, \dots, h_m\} \quad (12)$$

$$h_a = \{x_{h_a}, y_{h_a}, D_{h_a}\} = \{x_{h_a}, y_{h_a}, d_{c,1,h_a}, d_{c,2,h_a}, \dots, d_{c,n_c,h_a}, d_{w,1,h_a}, d_{w,2,h_a}, \dots, d_{w,n_w,h_a}\} \quad (13)$$

$$f(D, D_{h_a}) = \frac{\left[ \sum_{i=1}^{n_c} (d_{c,i} \times d_{c,i,h_a}) \right] + \left[ \sum_{i=1}^{n_w} (d_{w,i} \times d_{w,i,h_a}) \right]}{\sqrt{\left[ \sum_{i=1}^{n_c} (d_{c,i})^2 \right] + \left[ \sum_{i=1}^{n_w} (d_{w,i})^2 \right]} \times \sqrt{\left[ \sum_{i=1}^{n_c} (d_{c,i,h_a})^2 \right] + \left[ \sum_{i=1}^{n_w} (d_{w,i,h_a})^2 \right]}} \quad (14)$$

在此實施例中，雲端歷史資料庫共儲存 5 筆資料(即  $m = 5$ )，如表六所示。將表五之加權後向量集合  $D$  與歷史資料中的每一筆資料進行相似度計算，可得相似度分別為 0.9993、0.9984、0.9986、0.9966、0.9981。

表六、歷史資料與新資料的向量集合

資料代數	$x$	$y$	Cell 1	Cell 2	Cell 3	Cell 4	AP 1	AP 2	AP 3	AP 4	AP 5
$h_1$	120.12301	23.12301	0.600	0.700	0.010	0.000	0.600	0.900	0.010	0.020	0.000
$h_2$	120.12302	23.12301	0.700	0.750	0.020	0.010	0.590	0.850	0.020	0.010	0.000
$h_3$	120.12302	23.12302	0.650	0.650	0.020	0.020	0.640	0.870	0.010	0.000	0.000
$h_4$	120.12303	23.12302	0.750	0.770	0.010	0.000	0.550	0.880	0.020	0.010	0.000
$h_5$	120.12302	23.12303	0.550	0.680	0.000	0.020	0.620	0.850	0.000	0.010	0.000
$D$	?	?	0.669	0.734	0.000	0.000	0.622	0.918	0.000	0.000	0.000

#### (4) 依每筆資料向量距離進行加權平均

取出之最相似的  $k$  筆，依這  $k$  筆資料所對應的經緯度座標進行加權平均，令相似度越高的資料，其權重越高。在此實施例中將設定  $k$  為 3，即取出最相似的 3 筆資料。並設定其相似度即為其權重，並對經緯度座標進行加權平均。依表六可得最相似的資料為  $h_1$ 、 $h_3$ 、 $h_2$ ，其相似度分別為 0.9993、0.9986、0.9984，再依此相似度對  $x$  和  $y$  分別進行加權平均後，可得估計車載終端設備位處於經度  $x'$  和緯度  $y'$ ，如公式(15)和(16)所示。

$$x' = \frac{120.12301 \times 0.9993 + 120.12302 \times 0.9986 + 120.12302 \times 0.9984}{0.9993 + 0.9986 + 0.9984} = 120.1230167 \quad (15)$$

$$y' = \frac{23.12301 \times 0.9993 + 23.12301 \times 0.9986 + 23.12302 \times 0.9984}{0.9993 + 0.9986 + 0.9984} = 23.12301333 \quad (16)$$

綜上所述，本揭露實施例提供一種整合異質網路之行動定位的系統與方法。其技術透過事先建立的行動定位系統，由車載終端設備回報異質網路(可為 GSM、UMTS、CDMA、HSPA、LTE、WiMAX、WiFi、RFID、ZigBee、Bluetooth 等網路)其基站識別碼、訊號強度、時間點至雲端運算伺服器進行行動定位。再由雲端運算伺服器運用行動定位方法，分析基站識別碼、訊號強度、時間序列、網路傳輸距離等因子，並轉換成向量空間，再與雲端歷史資料庫中的資料進行比對。取出最相似的  $k$  筆及其對應的經緯度座標後，以相似度為經緯度座標進行加權平均作為車載終端設備估計位置。

以上所述者僅為本揭露實施例，當不能依此限定本揭露實施之範圍。即大凡本發明申請專利範圍所作之均等變化與修飾，皆應仍屬本發明專利涵蓋之範圍。

## 8.所欲保護的專利範圍(Claims):

### ■ 物之發明/新型

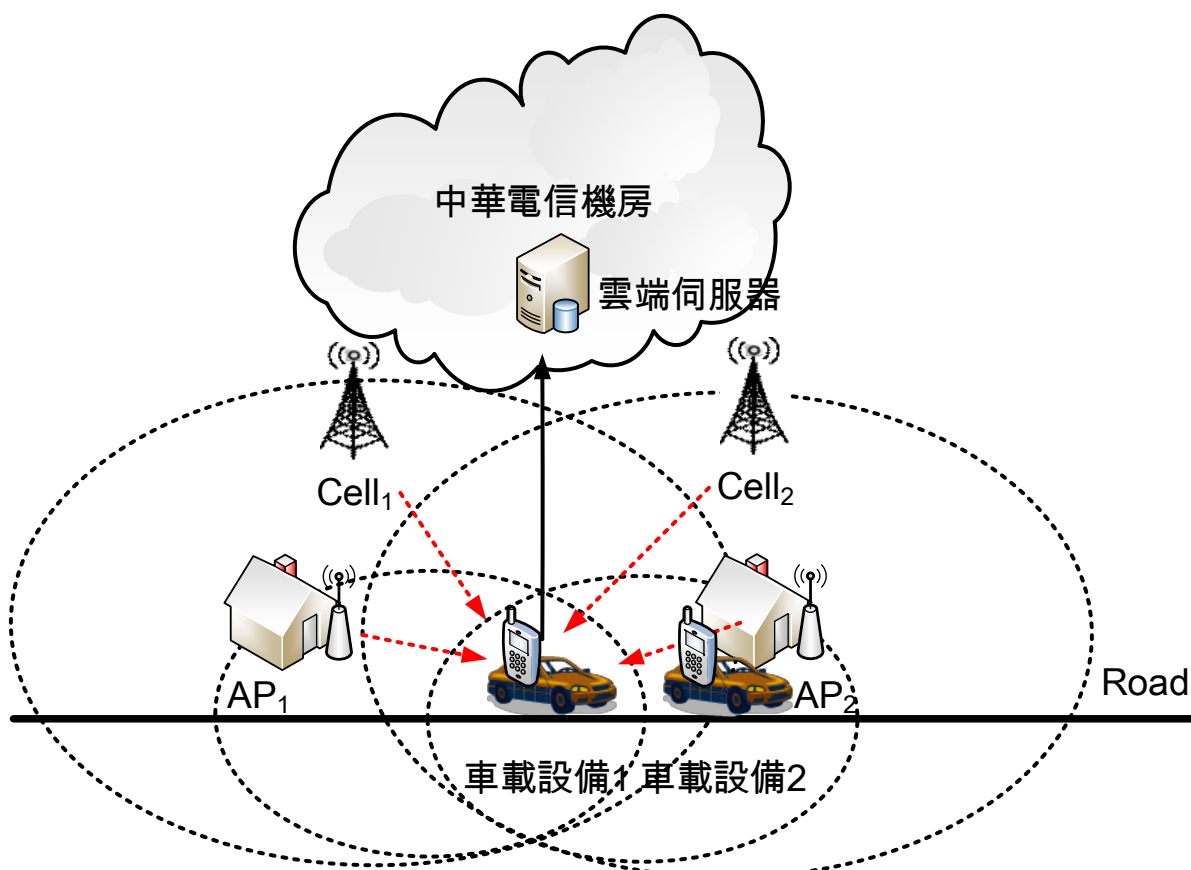
物包括之元（構、組）件	特徵
(1) 行動定位系統	此系統主要將可以為車載終端設備進行行動定位，其中主要包含複數個無線網路基地台、複數個車載終端設備、一個雲端運算伺服器、以及一個雲端歷史資料庫。
(2) 無線網路基地台	本專利中的無線網路基地台可為 GSM、UMTS、CDMA、HSPA、LTE、WiMAX、WiFi、RFID、ZigBee、Bluetooth 等異質網路之組合，每個基站包含一個唯一的識別碼，並且車載終端設備在連線時可由車載終端設備擷取該識別碼和當下的訊號強度，作為後續分析應用。
(3) 車載終端設備	此設備具備有多模網卡模組，可以同時收集不同網路的訊號，主要可以收集和紀錄基站識別碼(例如：Cell ID、BSSID、網卡 ID)及其訊號強度集合，再將同一時間點之資料集合回傳至雲端運算伺服器。
(4) 雲端運算伺服器	此伺服器主要可以收集和分析來自車載終端設備同一時間複數個基站識別碼、訊號強度、時間點之資料集合，再將此資料集合和同設備前複數個時間點資料集合之向量集合，輸入至行動定位方法中，與雲端歷史資料庫之資料進行比對，進行行動定位。
(5) 雲端歷史資料庫	此資料庫主要可以儲存歷史行駛軌跡，其中包含有定位點經緯度座標，以及該定位點對應複數筆的基站識別碼、訊號強度等因子的向量空間集合。

### ■ 方法發明

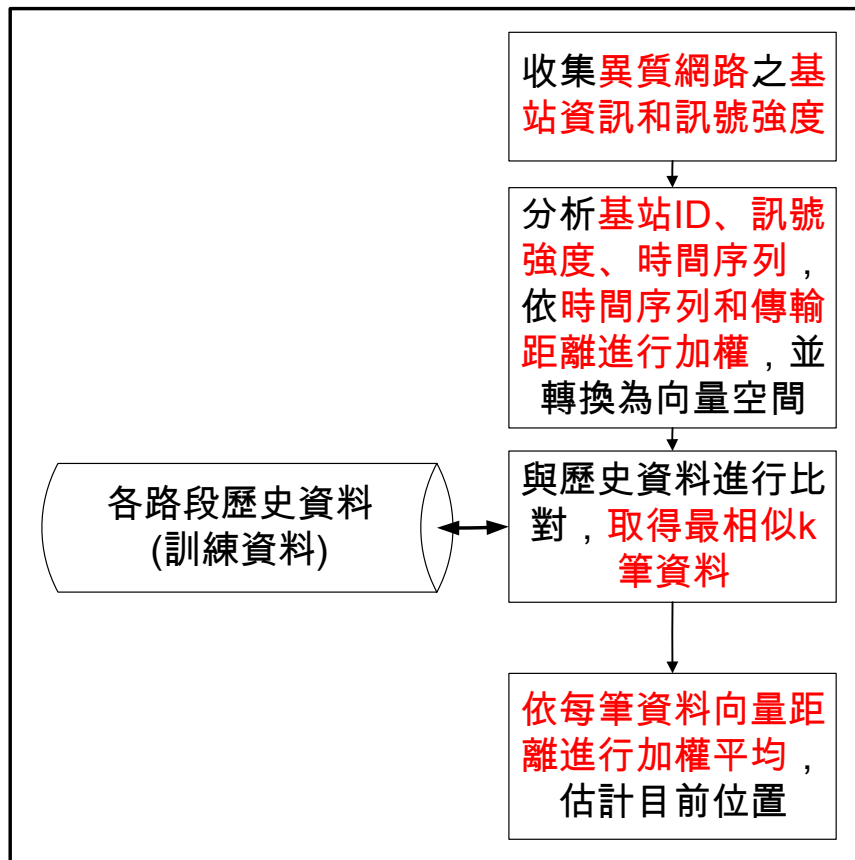
方法包括之步驟	特徵
(1) 行動定位方法	此方法主要將包含 4 個步驟 (1) 收集異質網路之基站資訊與訊號強度；(2) 分析基站識別碼、訊號強度、時間序列，依時間序列和傳輸距離進行加權，並轉換成向量空間；(3)與歷史資料進行比對，取得最相似的 $k$ 筆資料；(4) 依每筆資料向量距離進行加權平均，估計目前位置。
(2) 收集異質網路之基站資訊與訊號強度	將可收集來自車載終端設備於道路上的複數個異質網路基站識別碼、訊號強度、時間點之資料集合。
(3) 分析基站識別碼、訊號強度、時間序列，依時間序列和傳輸距離進行加權，並轉換成向量空間	依基站識別碼、訊號強度、時間點之資料轉換為向量空間。並依時間序列進行加權，令時間越近的資料，權重越高。以及依網路傳輸距離進行加權，例如：WiFi 網路權重高於細胞網路。
(4) 與歷史資料進行比對，取得最相似的 $k$ 筆資料	將車載終端設備當下依基站識別碼、訊號強度、時間點之資料轉換所得的向量空間與歷史資料各個定位點的向量資料進行比對，並取出最相似的 $k$ 筆。
(5) 依每筆資料向量距離進行加權平均，估計目前位置	將取出之最相似的 $k$ 筆，依這 $k$ 筆資料所對應的經緯度座標進行加權平均，令相似度越高的資料，其權重越高。

☐ 其他（如用途發明...等，請依照上列格式自行加頁撰寫）

9.圖式：



圖一、整合異質網路之行動定位系統之系統架構圖



圖二、整合異質網路之行動定位方法的方法流程圖