



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201227619 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：099145067

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 12 月 21 日

(51)Int. Cl. : **G07B15/00 (2011.01)**

(71)申請人：財團法人工業技術研究院 (中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路 4 段 195 號

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：徐國晃 HSU, KUO HUANG (TW)；簡榮宏 JAN, RONG HONG (TW)；陳健 CHEN, CHIEN (TW)；林良叡 LIN, LIANG RUI (TW)

(74)代理人：祁明輝；林素華；涂綺玲

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：17 項 圖式數：5 共 30 頁

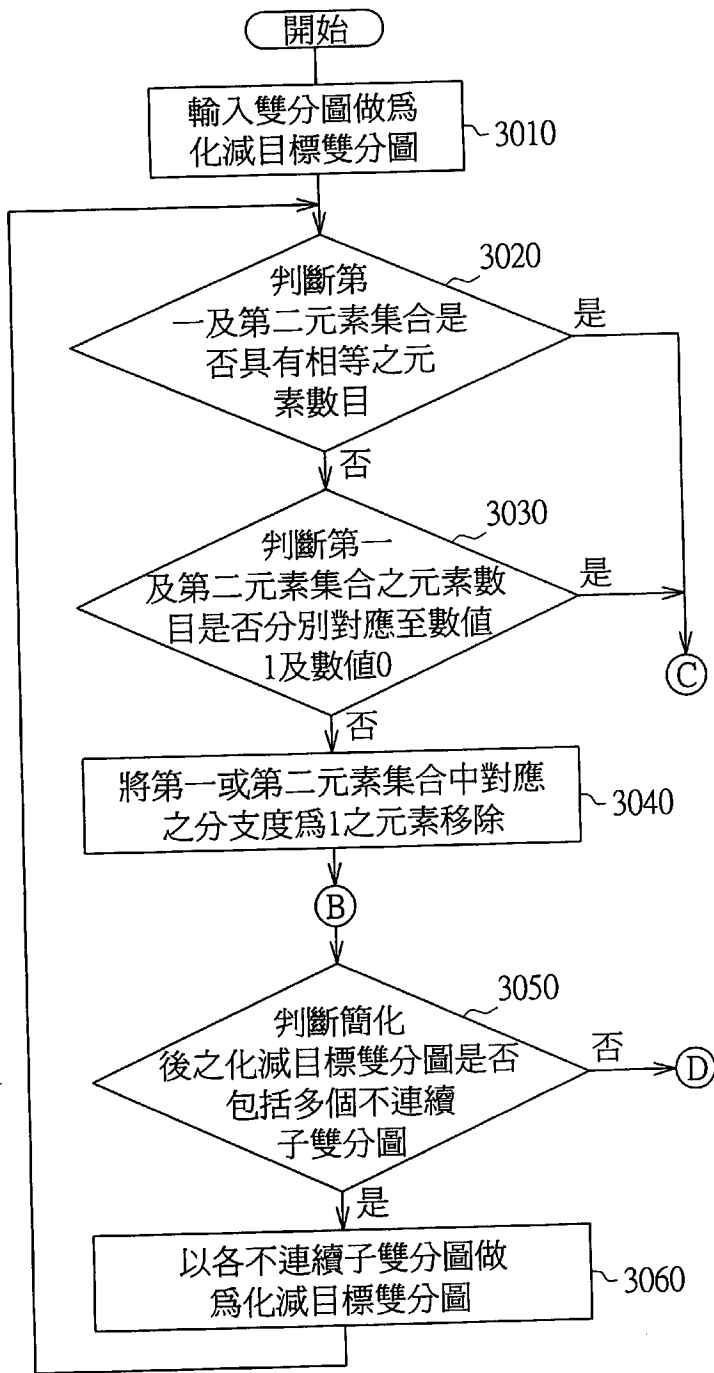
(54)名稱

雙分圖之化簡方法與應用其之電子收費系統及電子收費操作方法

SIMPLIFICATION METHOD FOR BIPARTITE GRAPH AND ELECTRONIC TOLL COLLECTION SYSTEM AND OPEARTION METHOD USING THE SAME

(57)摘要

一種雙分圖化簡方法，包括下列步驟。首先接收目標雙分圖，其包括第一及第二元素集合。接著判斷第一及第二元素集合是否具有相等之元素數目；若否，判斷第一及第二元素集合之元素數目是否分別對應至數值 1 及數值 0。若否，將第一或第二元素集合中分支度為 1 之元素移除。接著判斷簡化後之目標雙分圖是否包括多個子雙分圖；若是，以各子雙分圖做為目標雙分圖重複前述操作步驟；若否，判斷目標雙分圖是否為空集合。若否，針對目標雙分圖進行元素辨識，並經由辨識結果來找出至少一孤立元素。



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：

99145069

※ 申請日：

99.12.21

※IPC 分類：

G07B 15/00 2011.01 -

一、發明名稱：(中文/英文)

雙分圖之化簡方法與應用其之電子收費系統及電子收費操作方法/
SIMPLIFICATION METHOD FOR BIPARTITE GRAPH AND
ELECTRONIC TOLL COLLECTION SYSTEM AND OPEARTION
METHOD USING THE SAME

二、中文發明摘要：

一種雙分圖化簡方法，包括下列步驟。首先接收目標雙分圖，其包括第一及第二元素集合。接著判斷第一及第二元素集合是否具有相等之元素數目；若否，判斷第一及第二元素集合之元素數目是否分別對應至數值 1 及數值 0。若否，將第一或第二元素集合中分支度為 1 之元素移除。接著判斷簡化後之目標雙分圖是否包括多個子雙分圖；若是，以各子雙分圖做為目標雙分圖重複前述操作步驟；若否，判斷目標雙分圖是否為空集合。若否，針對目標雙分圖進行元素辨識，並經由辨識結果來找出至少一孤立元素。

三、英文發明摘要：

A simplification method for bipartite graphs includes the following steps. Firstly, a target bipartite graph, including first element set and second element set, is selected. Next, whether the first and the second element sets include a same

number of element is determined; if not, whether the first and the second element sets respectively include one element and no element. If not, elements, with degree of 1, of the first or the second element sets are removed. Then whether the target bipartite graph after the element removal operation includes multiple sub-bipartite graphs is determined; if so, each of the sub-bipartite graphs is assigned as the target bipartite graph and the above mentioned steps are repeated. If not, whether the target bipartite graph is an empty set; if not, element identification operation is applied on the target bipartite graph to obtain at least an isolated element within the target bipartite graph.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (3A) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

(3010)-(3060)：操作步驟

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本揭露是有關於一種可經由化簡機制來降低雙分圖分析複雜度之雙分圖化簡方法及應用其之 ETC 系統與操作方法。

【先前技術】

在科技發展日新月異的現今時代中，電子收費 (Electronic Toll Collection, ETC) 系統係已被開發出來，帶來諸如收費站無需收費廣場、節省收費站的占地面積、節省能源消耗、減少停車時的廢氣排放和對城市環境的汙染、降低車輛零件損耗、減少收費人員、降低收費管理單位的管理成本等優點，提升了人們生活的便利性。

一般來說，ETC 系統中包括配置於車輛上之電子收費車載單元 (On Board Unit, OBU)、配置於電子收費閘門上的路側單元 (Road-side Unit, RSU) 及影像執法系統。當車輛行車經過電子收費閘門上的 RSU 所定義好的收費區域時，OBU 與 RSU 以無線通訊的方式通報後端帳務系統，以進行相關之從事先登錄的車型種類及扣款帳戶扣除通行費用的程序。當車輛行經過收費區域的同時，影像執法系統對所有通過收費區域的車輛予以取像並做車牌影像辨識。若任一車輛發生未搭載 OBU、未開啟 OBU 或發生 OBU 扣款失敗情況時，則後端僅僅收到執法影像資料沒有收到扣款資料，此時會將此車輛判定為未付費車輛，而需進行相關之後續通行費追繳事宜。

然而，傳統針對所有通過電子收費站的車輛均進行影像辨識的解決方案會造成極大量的運算能力耗損。再者，在實際情形中，影像辨識的環境條件(諸如天氣、車牌污損、車牌歪斜、車牌偏置、車速等)的變異性極大，使得車牌影像辨識往往難以產生精確的辨識結果，導致無可避免的需要額外藉助人力來針對辨識結果的資料重新校正、匹配。這樣一來，將傳統 ETC 系統資料運算量較大且人事成本較高。

【發明內容】

本揭露係關於一種雙分圖(Bipartite Graph)之化簡方法與應用其之電子收費(Electronic Toll Collection, ETC)系統及操作方法，相較於傳統 ETC 系統，本揭露相關之雙分圖之化簡方法及應用其之 ETC 系統及操作方法可降低處理系統運算量與人事成本。

根據本揭露之第一方面提出一種雙分圖之化簡方法，用以對輸入雙分圖進行化簡，並判斷其中是否包括任何孤立元素，化簡方法包括下列步驟。接收並以輸入雙分圖做為化簡目標雙分圖，化簡目標雙分圖包括第一及第二元素集合，其透過複數條邊(Edge)相連接。判斷第一及第二元素集合是否具有相等之元素數目；若否，判斷第一及第二元素集合之元素數目是否分別對應至數值 1 及數值 0。若否，將第一或第二元素集合中對應之分支度為 1 之元素移除，以簡化化簡目標雙分圖。判斷簡化後之化簡目標雙分圖是否包括多個子雙分圖；若是，以各子雙分圖做

為化簡目標雙分圖，並重複前述操作步驟；若否，判斷化簡目標雙分圖是否為空集合。若否，針對化簡目標雙分圖進行元素辨識，並經由辨識結果來找出至少一孤立元素。

根據本揭露之第二方面提出一種電子收費 (Electronic Toll Collection, ETC) 系統，應用於電子收費站中，其中包括配置於車輛上之車載單元 (On Board Unit, OBU)、路測單元 (Road-side Unit, RSU)、影像執法單元及後端處理裝置。RSU 決定收費區域，當 OBU 進入收費區域時，RSU 係與 OBU 進行無線通訊以接收 OBU 提供之 ETC 扣款資料，各扣款資料包括電子扣款資訊及扣款時間資訊。影像執法單元針對通過收費區域之車輛擷取車牌影像資料，各車牌影像資料包括車牌影像資訊及站內期間資訊。後端處理裝置包括儲存程式碼之電腦可讀取媒體及處理器，處理器回應於程式碼執行下列操作。接收車牌影像資料及扣款資料，用以建立化簡目標雙分圖，其中包括車牌影像資料集合 P 及 ETC 扣款資料集合 T 。判斷車牌影像資料集合 P 及 ETC 扣款資料集合 T 是否具有相等之元素數目；若否，判斷車牌影像資料集合 P 及 ETC 扣款資料集合 T 之元素數目是否分別對應至數值 1 及數值 0。若否，將 ETC 扣款資料集合 T 中對應之分支度為 1 之元素移除，以簡化化簡目標雙分圖。判斷簡化後之化簡目標雙分圖是否包括多個子雙分圖；若是，以各子雙分圖做為化簡目標雙分圖，並重複前述操作步驟。若否，判斷化簡目標雙分圖是否為空集合；若否，針對化簡目標雙分圖中的車牌影像資料集合 P 進行元素辨識，並經由辨識結果來找出至少

一孤立元素。各車牌影像資料 P 包括車牌影像資訊及站內期間資訊，各扣款資料 T 包括電子扣款資訊及扣款時間資訊，車牌影像資料 P 及扣款資料 T 係經由站內期間資訊及扣款時間資訊間之對應關係來形成多條邊相互連結，藉此形成化簡目標雙分圖。

根據本揭露之第三方面提出一種 ETC 操作方法，應用於電子收費站中，ETC 操作方法包括下列步驟。根據車牌影像資料集合 P 及 ETC 扣款資料集合 T 建立化簡目標雙分圖。判斷車牌影像資料集合 P 及 ETC 扣款資料集合 T 是否具有相等之元素數目；若否，判斷車牌影像資料集合 P 及 ETC 扣款資料集合 T 之元素數目是否分別對應至數值 1 及數值 0。若否，將 ETC 扣款資料集合 T 中對應之分支度為 1 之元素移除，以簡化化簡目標雙分圖。判斷簡化後之化簡目標雙分圖是否包括多個子雙分圖；若是，以各子雙分圖做為化簡目標雙分圖，並重複前述操作步驟。若否，判斷化簡目標雙分圖是否為空集合；若否，針對化簡目標雙分圖中的車牌影像資料集合 P 進行元素辨識，並經由辨識結果來找出至少一孤立元素。各車牌影像資料 P 包括車牌影像資訊及站內期間資訊，各扣款資料 T 包括電子扣款資訊及扣款時間資訊，車牌影像資料及扣款資料 T 係經由站內期間資訊及扣款時間資訊間之對應關係來形成多條邊相互連結，藉此形成化簡目標雙分圖。

為了對本實施例之上述及其他方面有更佳的瞭解，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

【實施方式】

本實施例之雙分圖(Bipartite Graph)之化簡方法用以針對一個輸入雙分圖進行化簡，並判斷其中是否包括任何孤立元素。舉例來說，輸入雙分圖可以表示為 $G(P \cup T, E)$ ，其中包括元素集合 P 及元素集合 T ，元素集合 P 及 T 係透過多條邊(Edge) E 相連接，如第1圖所示。

更進一步的說，元素集合 P 及 T 中分別包括 n 個元素 P_1, P_2, \dots, P_n 及 m 個元素 T_1, T_2, \dots, T_m ，其中 m 及 n 為自然數。元素集合 P 中之各個元素 P_1-P_n 係經由一條或一條以上之邊 E 來與元素集合 T 中之一個或一個以上之元素 T_1-T_m 相連接，用以表示元素集合 P 中各元素 P_1-P_n 與元素集合 T 中各元素 T_1-T_m 可能的對應關係。其中，各個元素 T_1-T_m 包括對應資訊，根據此對應資訊，各元素 T_1-T_m 可於元素集合 P 中找出一個對應之元素。

請參照第2圖，其繪示應用本實施例之雙分圖之化簡方法的公路及收費站的示意圖。舉一個操作實例來說，元素集合 T 為公路 R 上收費站 B 之電子收費(Electronic Toll Collection, ETC)系統擷取到之扣款資料集合，其中各個元素 T_1-T_m 為對應至 m 台車次之ETC扣款資料；元素集合 P 為ETC系統之車牌影像資料集合，其中各個元素 P_1-P_n 為對應至 n 台通過收費站 B 之車次的車牌影像資料。舉例來說，各筆車牌影像資料包括對應車輛的影像資料及其進入收費區域 A 的時間區間資訊；各筆ETC扣款資料包括對應車輛之車牌號碼及扣款操作時間資訊。

在這個操作實例中，各台進入公路 R 之收費站 B 之車

輛僅會對應地產生一筆 ETC 扣款資料及一筆車牌影像資料，即是元素集合 T 中之各個元素 $T1-T_m$ (即是各筆 ETC 扣款資料) 最多僅能於元素集合 P 找到一個對應之元素。在理想情況中，元素集合 T 中之各個元素 $T1-T_m$ 係與元素集合 P 中之各個元素 $P1-P_n$ 具有一對一之關係，換言之， m 等於 n 。然而在實際情形中，通過收費站 B 之車輛往往容易因為未配置或未啟動相關 ETC 裝置等情形發生扣款失敗的情形，使得元素集合 T 中之元素數量 m 小於或等於元素集合 P 之元素數目 n 。

在這個操作實例中，本實施例之雙分圖之化簡方法係被應用來化簡輸入雙分圖為 $G(P \cup T, E)$ 之複雜度，藉此簡化從元素集合 P 中為數眾多之元素中找出孤立元素 (即是未與元素集合 T 中之任何元素對應之元素)，以對應找出發生扣款失敗車輛的操作。

請參照第 3A 及 3B 圖，其繪示依照本實施例之雙分圖之化簡方法的流程圖。本實施例之雙分圖之化簡方法至少包括下列之步驟。如步驟 3010，接收並以輸入雙分圖 $G(P \cup T, E)$ 做為化簡目標雙分圖。如步驟 3020，判斷元素集合 P 及 T 是否具有相等之元素數目，換言之，即是判斷數值 n 及 m 是否相等。若是，表示元素集合 P 及 T 具有數目相同之元素，而化簡目標雙分圖中並未包括任何孤立元素。以收費站 B 的 ETC 系統之操作實例來說，即是通過收費站 B 之車輛均未發生扣款失敗情形。據此，本實施例之雙分圖之化簡方法係終止而不再進行化簡操作。

若否，表示元素集合 P 中包括一個或一個以上之孤立

元素(即是未與元素集合 T 中之任何元素對應之元素)。據此，當元素集合 P 及 T 之元素數目 n 及 m 不相等時執行步驟 3030，判斷元素集合 P 及 T 之元素數目 n 及 m 是否分別對應至數值 1 及數值 0；若是，表示元素集合 P 及 T 分別僅包括 1 個及 0 個元素，換言之，元素集合 P 中之此元素即為唯一的孤立元素。以收費站 B 的 ETC 系統之操作實例來說，即是僅有一台車輛通過收費站 B ，而其係發生扣款失敗情形。由於已經找出化簡目標雙分圖中唯一的孤立元素，本實施例之雙分圖之化簡方法係終止而不再進行化簡操作。

當元素集合 P 之元素數目 n 不等於 1 或元素集合 T 之元素數目 m 不等於 0 時執行步驟 3040，將元素集合 T 中對應之分支度為 1 之元素分類為非孤立元素，並將其自化簡目標雙分圖中移除，以將元素 T_1-T_m 中與元素集合 P_1-P_n 其中之一具有一對一關係之元素(確定為非孤立元素)移除，以簡化化簡目標雙分圖。在步驟 3040 之簡化操作中，移除元素集合 P 及 T 中之元素時，亦對應地移除與其連接之邊 E 。

在步驟 3040 之簡化操作後，化簡目標雙分圖可能因為移除部份元素及邊而分裂形成多個子雙分圖。據此於步驟 3404 之後係執行步驟 3050，判斷簡化後之化簡目標雙分圖是否包括多個子雙分圖；若是，係執行步驟 3060，以將化簡目標雙分圖中之各個子雙分圖做為化簡目標雙分圖，並重複前述步驟 3020-3050 之操作。舉例來說，前述將各子雙分圖重新做為化簡目標雙分圖的操作可以遞迴

(Recursive)語法來實現。

當化簡目標雙分圖為連通時，執行步驟 3070，以判斷化簡目標雙分圖是否為空集合；若否，表示目前之化簡目標雙分圖已無法在不針對元素 $P1-Pn$ 及 $T1-Tn$ 進行複雜元素分析操作的情況下繼續對化簡目標雙分圖進行化簡。據此，當化簡目標雙分圖不為空集合時係執行步驟 3080，針對化簡目標雙分圖進行元素辨識，並經由辨識結果來找出其中之孤立元素。

請參照第 4 圖，其繪示乃第 3 圖之雙分圖之化簡方法的部份流程圖。步驟 3080 包括下列之子步驟。如步驟 3081，對元素集合 P 中之待辨識元素進行元素辨識操作，以找出其之元素對應資訊，其中此待辨識元素為元素集合 P 中元素 $P1-Pn$ 內的其中之一。在一個操作實例中，此待辨識元素 Px 係為元素 $P1-Pn$ 中對應至中間數值的元素，例如是次序為 $(1+n)/2$ (若 n 為奇數) 或 $n/2$ (若 n 為偶數) 之元素。以收費站 B 的 ETC 系統之操作實例來說，步驟 3081 為針對一台待辨識車輛的車牌影像資料進行影像辨識之操作，而此元素對應資訊則為影像辨識操作後得到之車牌號碼資訊。

如步驟 3082，將待辨識元素對應之資訊與其在元素集合 T 中所有可能對應的各元素之內容資訊進行比對，以判斷元素集合 T 中是否包括與待辨識元素對應之元素。以收費站 B 的 ETC 系統之操作實例來說，步驟 3082 根據步驟 3081 所得之車牌號碼資訊與其在 ETC 扣款資料中所有可能對應的各車輛之車牌號碼進行比對之操作，以判斷此待辨

識車輛是否與任何一筆 ETC 扣款資料對應，藉此判斷此待辨識車輛是否發生扣款失敗情形。

當元素集合 T 中不包括與待辨識元素對應之元素時，表示待辨識元素為孤立元素。據此，本實施例之雙分圖之化簡方法係執行步驟 3083，將待辨識元素分類為孤立元素，並將其自化簡目標雙分圖中移除。以收費站 B 的 ETC 系統之操作實例來說，步驟 3083 係對應地判斷待辨識車輛發生扣款失敗情形。

● 執行實質上與步驟 3020 相同之步驟 3084，以判斷移除待辨識元素後之化簡目標雙分圖內之元素集合 P 及 T 是否具有相等之元素數目；若是，表示元素集合 P 及 T 具有數目相同之元素，而化簡目標雙分圖中並未包括任何孤立元素。以收費站 B 的 ETC 系統之操作實例來說，即是通過收費站 B 之車輛均未發生扣款失敗情形。據此，本實施例之雙分圖之化簡方法係終止而不再進行化簡操作。

● 若否，表示元素集合 P 中包括一個或一個以上之孤立元素(即是未與元素集合 T 中之任何元素對應之元素)。據此，當元素集合 P 及 T 之元素數目 n 及 m 不相等時執行步驟 3085，將元素集合 T 中對應之分支度為 1 之元素移除，換言之，將元素 T₁-T_m 中與元素集合 P₁-P_n 其中之一具有一對一關係之元素(確定非為孤立元素)移除，以簡化化簡目標雙分圖。於步驟 3085 之後係回到步驟 3050。

其中於步驟 3082 之後，當元素集合 T 中包括與待辨識元素對應之元素時，表示待辨識元素不是孤立元素。據此，於步驟 3082 之後執行步驟 3086，將待辨識元素與其

在集合 T 中對應之元素自化簡目標雙分圖中移除，之後係重複步驟 3085。

據此，經由前述步驟 3081-3086 之執行，本實施例之雙分圖之化簡方法在無法不進行運算複雜度較高之元素辨識操作的條件下，繼續對化簡目標雙分圖繼續進行化簡操作時選擇性地針對元素集合 P 其中一者進行元素辨識操作，並經由相關之步驟 3082-3086，來辨識操作後針對化簡目標雙分圖進行化簡操作。

請參照第 5 圖，其繪示依照本揭露實施例之電子收費系統的方塊圖。舉例來說，本實施例之收費站 B 應用之 ETC 系統 1 包括電子收費車載單元(On Board Unit, OBU)10、路側單元(Road-side Unit, RSU)12、影像執法單元 14 及後端處理裝置 16。OBU 10 配置於車輛上，RSU 12，用以決定收費區域 A，並於 OBU 10 進入收費區域 A 時，與 OBU 10 進行無線通訊，以接收 OBU 10 提供之 ETC 扣款資料。影像執法單元 14 用以針對通過收費區域 A 之車輛擷取對應之車牌影像資料。

後端處理裝置 16 包括電腦可讀取媒體 16a 及處理器 16b。電腦可讀取媒體 16a 儲存程式碼，處理器 16b 執行程式碼來根據 RSU 12 及影像執法單元 14 接收到之 ETC 扣款資料及車牌影像資料產生雙分圖，並執行本實施例之雙分圖之化簡方法的各操作步驟，來對此雙分圖進行相關化簡操作。

在本實施例中，雖僅以雙分圖之化簡方法應用於 ETC 系統及其操作方法中的情形為例作說明，然，本實施例之

雙分圖之化簡方法並不侷限於此，而更可應用於其他雙分圖應用領域中。

本實施例之雙分圖之化簡方法與應用其之 ETC 系統及操作方法係在未進行運算複雜度較高之元素辨識操作前，先經由判斷化簡目標雙分圖中之兩個元素集合是否具有相同之元素數目、判斷其中兩個元素集合之元素數目是否分別對應至 1 及 0 及進行移除元素集合中分支度為 1 之元素等操作，來對化簡目標雙分圖進行前置化簡操作。據此，相較於傳統 ETC 系統，本實施例相關之雙分圖之化簡方法及應用其之 ETC 系統及操作方法具有可降低處理系統運算量及人事成本之優點。

綜上所述，雖然本案專利說明書已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本揭露。本揭露所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本揭露之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾。因此，本揭露之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

第 1 圖繪示依照本實施例之輸入雙分圖的示意圖。

第 2 圖繪示應用本實施例之雙分圖之化簡方法的公路及收費站的示意圖。

第 3A 及 3B 圖繪示依照本實施例之雙分圖之化簡方法的流程圖。

第 4 圖繪示依照本實施例之雙分圖之化簡方法的部份流程圖。

第 5 圖繪示依照本揭露實施例之電子收費系統的方塊圖。

【主要元件符號說明】

P1-Pn、T1-Tm：元素

A：收費區域

R：公路

B：收費站

1：電子收費系統

10：收費車載單元

12：路側單元

14：影像執法單元

16：後端處理裝置

16a：電腦可讀取媒體

16b：處理器

七、申請專利範圍：

1. 一種雙分圖(Bipartite Graph)之化簡方法，用以對一輸入雙分圖進行化簡，並判斷其中是否包括任何孤立元素，該化簡方法包括：

接收並以該輸入雙分圖做為一化簡目標雙分圖，其中該化簡目標雙分圖包括一第一元素集合及一第二元素集合，該第一及該第二元素集合係透過複數條邊(Edge)相連接；

判斷該第一及該第二元素集合是否具有相等之元素數目；

當該第一及該第二元素集合之元素數目不相等時，判斷該第一及該第二元素集合之元素數目是否分別對應至數值 1 及數值 0，以對應地簡化該化簡目標雙分圖；

判斷簡化後之該化簡目標雙分圖是否包括複數個子雙分圖；

當該化簡目標雙分圖包括該些子雙分圖時，以各該些子雙分圖做為該化簡目標雙分圖，並重複執行該化減方法中之前述步驟，以針對各該些子雙分圖進行進一步的化減操作；

當該化簡目標雙分圖為連通時，判斷該化簡目標雙分圖是否為空集合；以及

當該化簡目標雙分圖不為空集合時，針對該化簡目標雙分圖進行元素辨識，並經由辨識結果來找出該至少一孤立元素。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之雙分圖化簡方法，其中於判斷該第一及該第二元素集合是否具有相等之元素數目的步驟之後更包括：

當該第一及該第二元素集合之元素數目相等時，判斷該簡化目標雙分圖中不具有任何孤立元素。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之雙分圖化簡方法，其中於判斷該第一及該第二元素集合之元素數目是否分別對應至數值 1 及數值 0 的步驟之後更包括：

當該第一及該第二元素集合之元素數目分別對應至數值 1 及 0 時，判斷該第一元素集合中之元素為該至少一孤立元素。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之雙分圖化簡方法，其中針對該化簡目標雙分圖進行元素辨識，並經由辨識結果來找出該至少一孤立元素的步驟包括：

對該第一元素集合中之一第一元素進行元素辨識操作，以找出第一元素對應資訊；

將該元素對應資訊與其在該第二元素集合中所有可能對應的各元素之內容資訊進行比對，以判斷該第二元素集合是否包括與該第一元素對應之一第二元素；及

當該第二元素集合中不包括與該第一元素對應之該第二元素時，判斷該第一元素為該至少一孤立元素。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之雙分圖化簡方法，其

中針對該化簡目標雙分圖進行元素辨識，並經由辨識結果來找出該至少一孤立元素的步驟更包括：

判斷移除該第一元素後之該化簡目標雙分圖內之該第一及該第二元素集合是否具有相等之元素數目；及

其中，當該第一及該第二元素集合之元素數目相等時，判斷移除該第一元素後之該簡化目標雙分圖中不具有任何孤立元素。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之雙分圖化簡方法，其中針對該化簡目標雙分圖進行元素辨識，並經由辨識結果來找出該至少一孤立元素的步驟更包括：

當該第一及該第二元素集合之元素數目不相等時，將該第一或該第二元素集合中對應之分支度為 1 之元素移除，以對應地簡化該化簡目標雙分圖，並重複執行判斷簡化後之該化簡目標雙分圖是否包括複數個子雙分圖的步驟。

7. 如申請專利範圍第 5 項所述之雙分圖化簡方法，其中針對該化簡目標雙分圖進行元素辨識，並經由辨識結果來找出該至少一孤立元素的步驟更包括：

當該第二元素集合中包括與該第一元素對應之該第二元素時，判斷該第一元素非為該至少一孤立元素，並將該第一元素與該第二元素自該化簡目標雙分圖中移除；

其中，於判斷該第一元素非為該至少一孤立元素，並將該第一元素與該第二元素自該化簡目標雙分圖中移除

的步驟之後係重複將該第一或該第二元素集合中對應之分支度為 1 之元素移除，以對應地簡化該化簡目標雙分圖的步驟。

8. 一種電子收費(Electronic Toll Collection, ETC)系統，包括：

複數個車載單元(On Board Unit, OBU)，分別配置於複數台車輛上；

一路側單元(Road-side Unit, RSU)，用以決定一收費區域，當該些 OBU 進入該收費區域時，該 RSU 係與該些 OBU 進行無線通訊以接收該些 OBU 提供之複數筆 ETC 扣款資料，各該些扣款資料包括一電子扣款資訊及一扣款時間資訊；

一影像執法單元，用以針對通過該收費區域之車輛擷取複數筆車牌影像資料，各該些車牌影像資料包括一車牌影像資訊及一站內期間資訊；以及

一後端處理裝置，包括：

一電腦可讀取媒體，用以儲存一程式碼；及

一處理器，回應於該程式碼執行下列操作：

接收該些車牌影像資料及該些扣款資料，並根據該些資料建立一化簡目標雙分圖(Bipartite Graph)，其中包括一車牌影像資料集合 P 及一 ETC 扣款資料集合 T。

9. 一種電子收費(Electronic Toll Collection, ETC) 5

操作方法，其中該 ETC 操作方法包括：

根據一車牌影像資料集合 P 及一 ETC 扣款資料集合 T 建立一化簡目標雙分圖(Bipartite Graph)；

判斷該車牌影像資料集合 P 及該 ETC 扣款資料集合 T 是否具有相等之元素數目；

當該車牌影像資料集合 P 及該 ETC 扣款資料集合 T 之元素數目不相等時，判斷該車牌影像資料集合 P 及該 ETC 扣款資料集合 T 之元素數目是否分別對應至數值 1 及數值 0；

當該車牌影像資料集合 P 之元素數目不與數值 1 對應或該 ETC 扣款資料集合 T 之元素數目不與數值 0 對應時，將該 ETC 扣款資料集合 T 中對應之分支度為 1 之元素移除，以簡化該化簡目標雙分圖；

判斷簡化後之該化簡目標雙分圖是否包括複數個子雙分圖；

當該化簡目標雙分圖包括該些子雙分圖時，以各該些子雙分圖做為該化簡目標雙分圖，並重複執行該化減方法中之前述步驟，以針對各該些子雙分圖進行進一步的化減操作；

當該化簡目標雙分圖為連通時，判斷該化簡目標雙分圖是否為空集合；以及

當該化簡目標雙分圖不為空集合時，針對該化簡目標雙分圖進行元素辨識，並經由辨識結果來找出該至少一孤立元素；

其中，各該些車牌影像資料 P 包括一車牌影像資訊及

一站內期間資訊，各該些扣款資料 T 包括一電子扣款資訊及一扣款時間資訊，該些車牌影像資料及該些扣款資料 T 係經由該站內期間資訊及該扣款時間資訊間之對應關係來形成複數條邊(Edge)相互連結，藉此形成該化簡目標雙分圖。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之雙分圖化簡方法，其中於判斷該第一及該第二元素集合是否具有相等之元素數目的步驟之後更包括：

當該第一及該第二元素集合之元素數目相等時，判斷該簡化目標雙分圖中不具有任何孤立元素。

11. 如申請專利範圍第 9 項所述之雙分圖化簡方法，其中於判斷該第一及該第二元素集合之元素數目是否分別對應至數值 1 及數值 0 的步驟之後更包括：

當該第一及該第二元素集合之元素數目分別對應至數值 1 及 0 時，判斷該第一元素集合中之元素為該至少一孤立元素。

12. 如申請專利範圍第 9 項所述之雙分圖化簡方法，其中針對該化簡目標雙分圖進行元素辨識，並經由辨識結果來找出該至少一孤立元素的步驟包括：

對該第一元素集合中之一第一元素進行元素辨識操作，以找出第一元素對應資訊；

將該元素對應資訊與其在該第二元素集合中所有可

能對應的各元素之內容資訊進行比對，以判斷該第二元素集合是否包括與該第一元素對應之一第二元素；及

當該第二元素集合中不包括與該第一元素對應之該第二元素時，判斷該第一元素為該至少一孤立元素，並將該第一元素自該化簡目標雙分圖中移除。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之雙分圖化簡方法，其中針對該化簡目標雙分圖進行元素辨識，並經由辨識結果來找出該至少一孤立元素的步驟更包括：

判斷移除該第一元素後之該化簡目標雙分圖內之該第一及該第二元素集合是否具有相等之元素數目；及

其中，當該第一及該第二元素集合之元素數目相等時，判斷移除該第一元素後之該簡化目標雙分圖中不具有任何孤立元素。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述之雙分圖化簡方法，其中針對該化簡目標雙分圖進行元素辨識，並經由辨識結果來找出該至少一孤立元素的步驟更包括：

當該第一及該第二元素集合之元素數目不相等時，將該第一或該第二元素集合中對應之分支度為 1 之元素移除，以對應地簡化該化簡目標雙分圖，並重複執行判斷簡化後之該化簡目標雙分圖是否包括複數個子雙分圖的步驟。

15. 如申請專利範圍第 13 項所述之雙分圖化簡方

法，其中針對該化簡目標雙分圖進行元素辨識，並經由辨識結果來找出該至少一孤立元素的步驟更包括：

當該第二元素集合中包括與該第一元素對應之該第二元素時，判斷該第一元素非為該至少一孤立元素，並將該第一元素與該第二元素自該化簡目標雙分圖中移除；

其中，於判斷該第一元素非為該至少一孤立元素，並將該第一元素與該第二元素自該化簡目標雙分圖中移除的步驟之後係重複將該第一或該第二元素集合中對應之分支度為 1 之元素移除，以對應地簡化該化簡目標雙分圖的步驟。

16. 如申請專利範圍第 8 項所述之電子收費(Electronic Toll Collection, ETC)系統，其中該處理器，回應於該程式碼執行下列操作，進一步包括：

判斷該車牌影像資料集合 P 及該 ETC 扣款資料集合 T 是否具有相等之元素數目；

當該車牌影像資料集合 P 及該 ETC 扣款資料集合 T 之元素數目不相等時，判斷該車牌影像資料集合 P 及該 ETC 扣款資料集合 T 之元素數目是否分別對應至數值 1 及數值 0；

當該車牌影像資料集合 P 之元素數目不與數值 1 對應或該 ETC 扣款資料集合 T 之元素數目不與數值 0 對應時，將該 ETC 扣款資料集合 T 中對應之分支度為 1 之元素移除，以簡化該化簡目標雙分圖；

判斷簡化後之該化簡目標雙分圖是否包括複數個子

雙分圖；

當該化簡目標雙分圖包括該些子雙分圖時，以各該些子雙分圖做為該化簡目標雙分圖，並重複執行該化減方法中之前述步驟，以針對各該些子雙分圖進行進一步的化減操作；

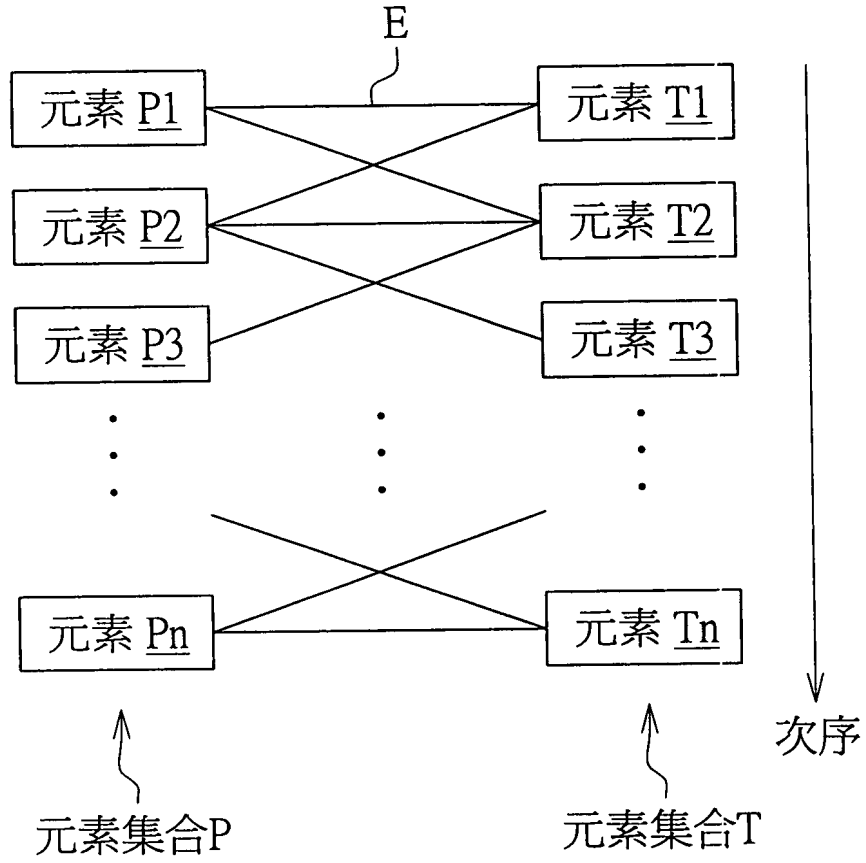
當該化簡目標雙分圖為連通時，判斷該化簡目標雙分圖是否為空集合；以及

當該化簡目標雙分圖不為空集合時，針對該化簡目標雙分圖進行元素辨識，並經由辨識結果來找出至少一孤立元素；

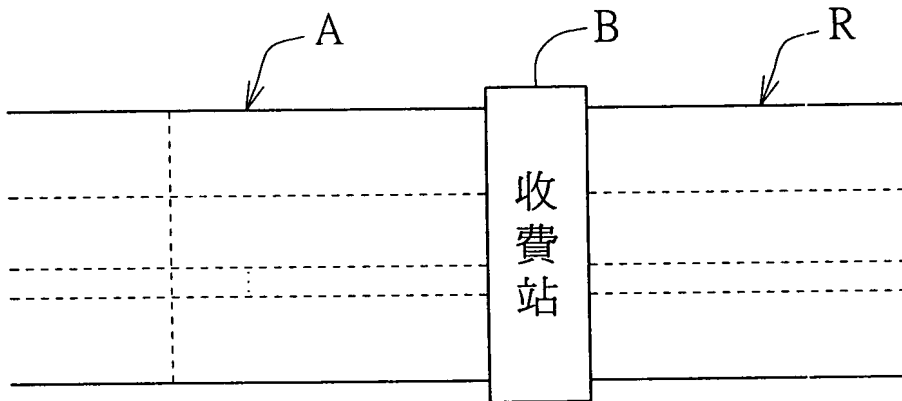
其中，各該些車牌影像資料 P 包括一車牌影像資訊及一站內期間資訊，各該些扣款資料 T 包括一電子扣款資訊及一扣款時間資訊，該些車牌影像資料及該些扣款資料 T 係經由該站內期間資訊及該扣款時間資訊間之對應關係來形成複數條邊(Edge)相互連結，藉此形成該化簡目標雙分圖。

17. 如申請專利範圍第 1 項所述之雙分圖化簡方法，其中簡化該化簡目標雙分圖步驟更包括：

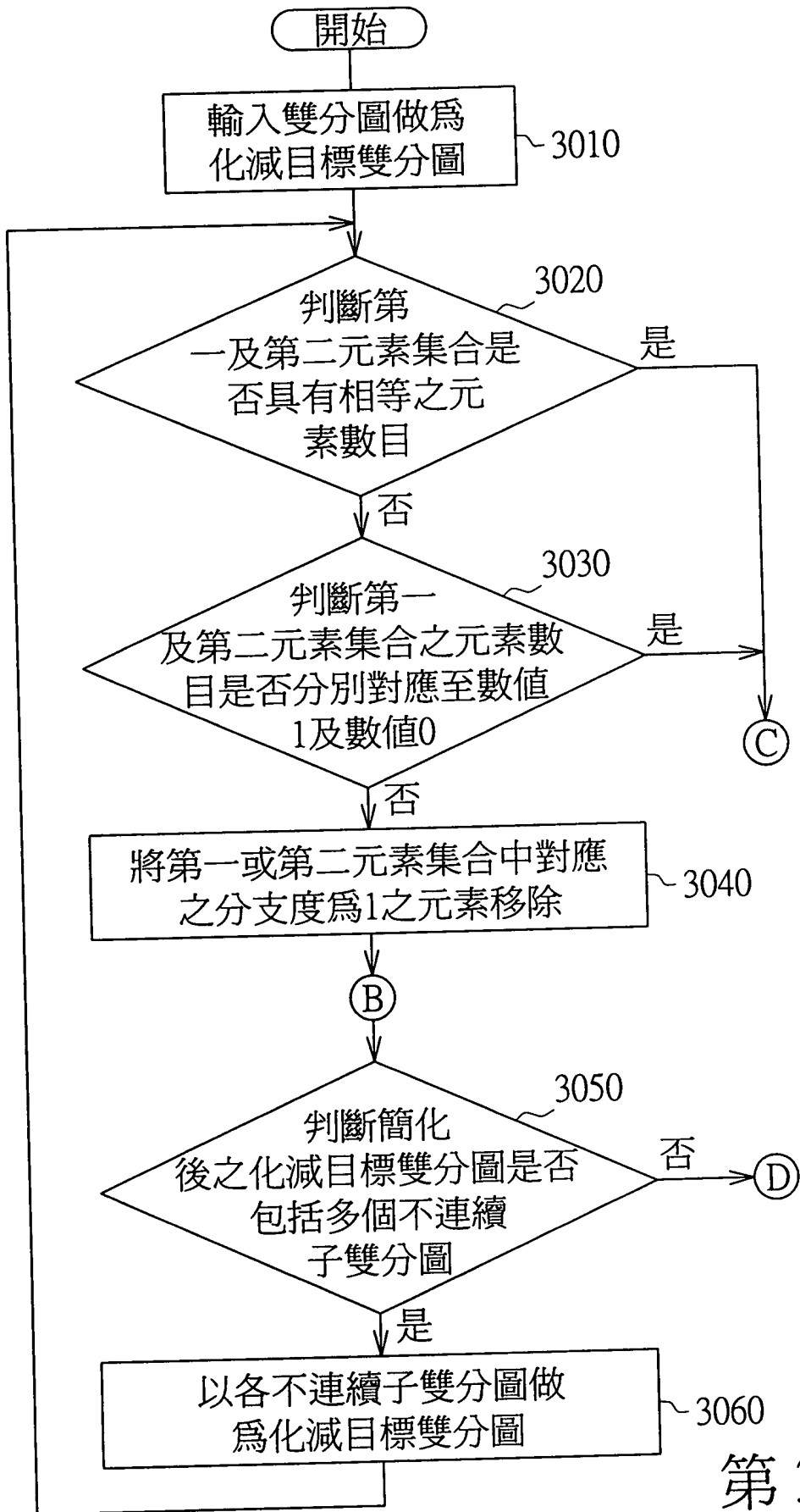
當該第一元素集合之元素數目不與數值 1 對應或該第二元素集合之元素數目不與數值 0 對應時，將該第一或該第二元素集合中對應之分支度為 1 之元素移除，以對應地簡化該化簡目標雙分圖。



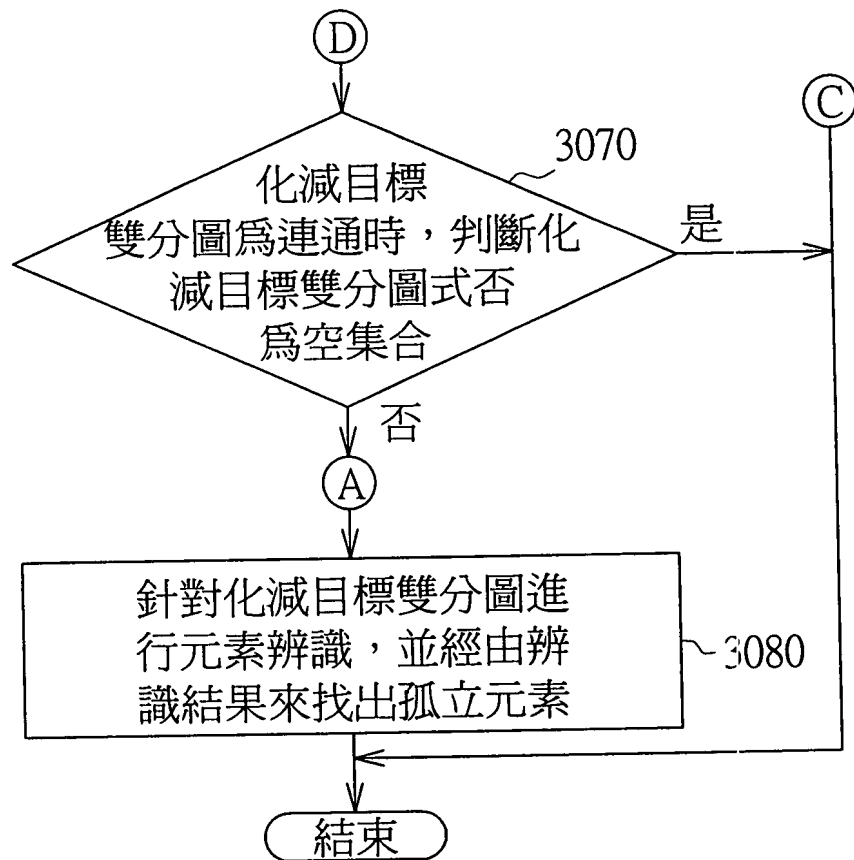
第 1 圖



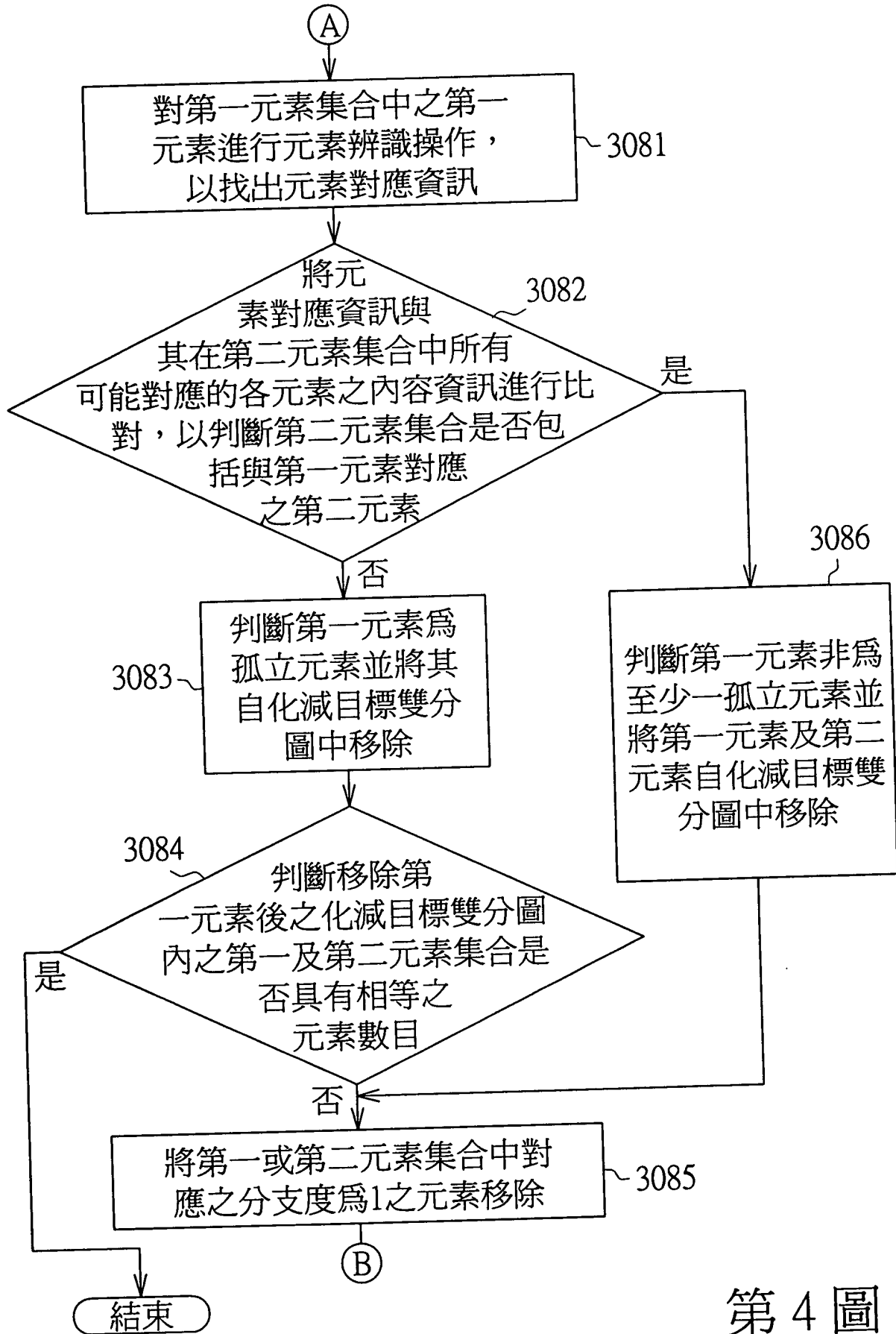
第 2 圖



第 3A 圖

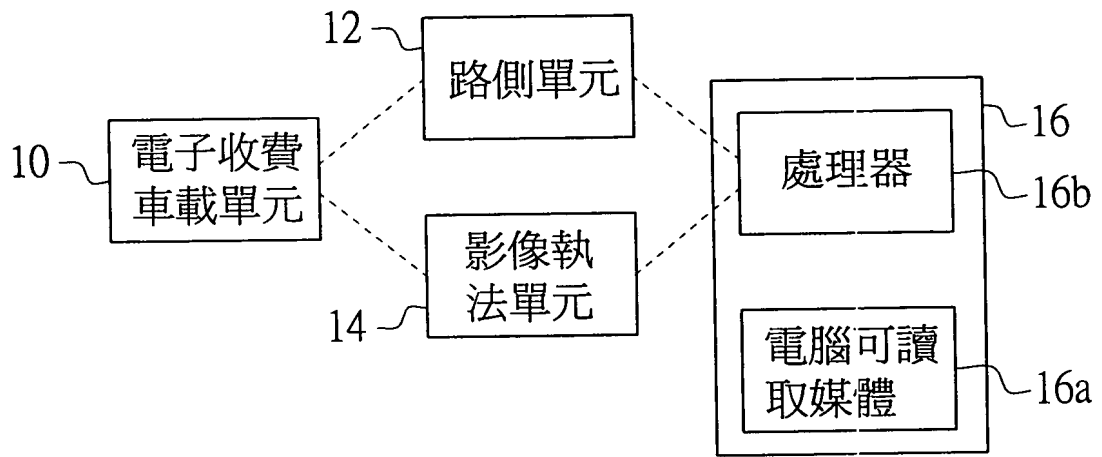


第 3B 圖



第 4 圖

1



第 5 圖