



(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 I524702 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：103122533

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 06 月 30 日

(51)Int. Cl. : **H04L12/701 (2013.01)**(71)申請人：國立臺灣科技大學(中華民國) NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY (TW)

臺北市大安區基隆路 4 段 43 號

(72)發明人：劉顯仲 LIU, SHENG CHUNG (TW)；管中徽 KUAN, CHUNG HUEI (TW)

(74)代理人：葉璟宗；詹東穎；劉亞君

(56)參考文獻：

TW 201324191A

曾祐強，「磷酸鋰鐵電池發展趨勢—學術論文之主路徑分析」，國立臺灣科技大學科技管理研究所碩士班碩士學位論文，Jul. 15, 2011.

Jonathan C. Ho, Ewe-Chai Saw, Louis Y.Y. Lu, John S. Liu,
「Technological barriers and research trends in fuel cell
technologies: A citation network analysis」, Technological
Forecasting and Social Change, Vol. 82, pp.66-79, Feb. 2014.Clara Calero-Medina, Ed C.M. Noyons, 「Combining mapping and
citation network analysis for a better understanding of the
scientific development: The case of the absorptive capacity
field」, Journal of Informetrics, Vol. 2, Issue 4, pp.272-279, Oct.
2008.

審查人員：李炳昌

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：5 共 30 頁

(54)名稱

引證網路的主路徑追蹤方法

MAIN PATH TRACKING METHOD IN CITATION NETWORK

(57)摘要

一種引證網路的主路徑追蹤方法，包括下列步驟。取得一引證網路，其中引證網路具有多個節點及多個連結，此些節點包括至少一源點以及至少一匯點，各節點分別代表一文件，各連結分別代表兩文件之間的直接引證關係。自每一起始節點搜尋連結至各匯點的路徑，其中起始節點為不包括所述匯點的節點。對於各路徑，計算路徑中的各連結所對應的權重，據以取得各連結對應於引證網路的資訊流量，其中路徑中的各連結所對應的權重隨著連結與路徑的起始節點之間的連結數增加而衰減。根據各連結對應於引證網路的資訊流量，取得引證網路的主路徑。

A main path tracking method in a citation network includes the following steps. A citation network including nodes and links is obtained, where the nodes include at least one source and at least one sink. At least one path linking to the sink is searched from each starting node, where the starting nodes are the nodes excluding the sinks. For each of the at least one path, a weight corresponding to each of the links in the path is calculated, and a traversal count of each of the links corresponding to the citation network is obtained

accordingly, where the weight corresponding to each of the links in the path decays as the number of the links between the link and the starting node of the path increases. A main path of the citation network is obtained according to the traversal counts of the links corresponding to the citation network.

指定代表圖：

符號簡單說明：
S202~S208 . . . 引
證網路的主路徑追蹤
方法之流程

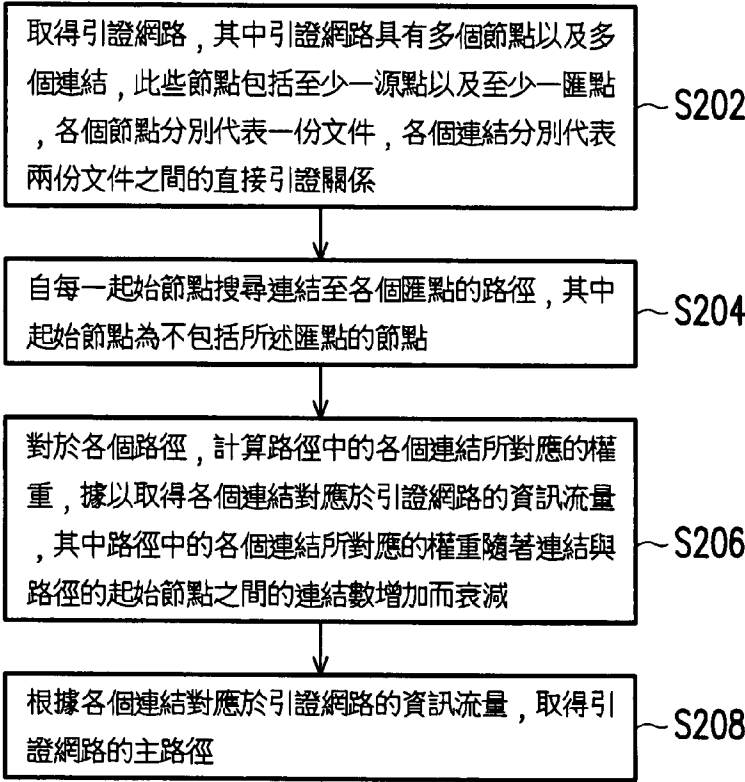
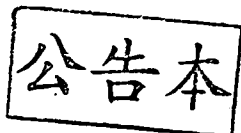


圖 2



發明摘要

※ 申請案號： 103122533

※ 申請日： 103. 6. 30

※IPC 分類： H04L 12/01 (2013.01)

【發明名稱】

引證網路的主路徑追蹤方法

MAIN PATH TRACKING METHOD IN CITATION NETWORK

【中文】

一種引證網路的主路徑追蹤方法，包括下列步驟。取得一引證網路，其中引證網路具有多個節點及多個連結，此些節點包括至少一源點以及至少一匯點，各節點分別代表一文件，各連結分別代表兩文件之間的直接引證關係。自每一起始節點搜尋連結至各匯點的路徑，其中起始節點為不包括所述匯點的節點。對於各路徑，計算路徑中的各連結所對應的權重，據以取得各連結對應於引證網路的資訊流量，其中路徑中的各連結所對應的權重隨著連結與路徑的起始節點之間的連結數增加而衰減。根據各連結對應於引證網路的資訊流量，取得引證網路的主路徑。

【英文】

A main path tracking method in a citation network includes the following steps. A citation network including nodes and links is obtained, where the nodes include at least one source and at least one sink. At least one path linking to the sink is searched from each starting node, where the starting nodes are the nodes excluding the

sinks. For each of the at least one path, a weight corresponding to each of the links in the path is calculated, and a traversal count of each of the links corresponding to the citation network is obtained accordingly, where the weight corresponding to each of the links in the path decays as the number of the links between the link and the starting node of the path increases. A main path of the citation network is obtained according to the traversal counts of the links corresponding to the citation network.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 2。

【本代表圖之符號簡單說明】：

S202～S208：引證網路的主路徑追蹤方法之流程

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

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】

引證網路的主路徑追蹤方法

MAIN PATH TRACKING METHOD IN CITATION NETWORK

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種主路徑追蹤方法，且特別是有關於一種引證網路的主路徑追蹤方法。

【先前技術】

【0002】 智慧財產在產業競爭中所扮演的角色日趨重要，是以專利分析服務本身也逐漸成爲一個產業。傳統的專利分析技術固然能針對某一特定技術領域提供一定的觀點，但是一直未能有繁中化簡或是提示重要專利的方法。近年專利分析技術的發展已延伸至「主路徑分析」，其利用引證關係追蹤特定技術領域之主路徑，亦即專利隨著時間演進的狀況。

【0003】 「主路徑分析」的技術始於 Hummon 與 Doreian 於 1989 年發表於 Social Networks 期刊的學術論文，其爲結合書目計量學 (Bibliometric) 與社會網路分析 (Social Network Analysis) 的一種方法，適於建構科學或技術發展的主要路徑，其可讓學者得以在有如迷宮的引證網路 (citation network) 中找出主要的引證脈絡。引證網路一般可分爲學術引證網路與專利引證網路，其中學

術引證網路係以學術論文為節點（nodes），而論文間之相互引證的關係為連結（links）；專利引證網路則以專利文件為節點，專利間之相互引證關係為連結。

【0004】 引證網路具有方向性，從知識擴散（knowledge diffusion）的觀點而言，知識是由被引用（cited）文件指向引用（citing）文件，因此連結的方向是從被引用文件指向引用文件。然而，一般用於引證網路的主路徑分析方法基於知識的擴散永不衰減的錯誤假設上。也就是說，引證網路不具引證權重（citation weight），而文件中包含的知識在向外擴散時，雖然隔了好幾份文件，但由於所有引證的相關性皆相同，其知識強度仍保持不變，與現實狀況不相符合的假設降低了分析結果的可信度。

【發明內容】

【0005】 有鑑於此，本發明提供一種引證網路的主路徑追蹤方法，其考量到知識擴散時所伴隨的強度衰減，可增加主路徑分析的正確性以及實用性，從而找出特定技術領域之技術演進路徑以及重要文件。

【0006】 本發明提出一種引證網路的主路徑追蹤方法，適應於電子裝置，此方法包括下列步驟。首先，取得一引證網路，其中引證網路具有多個節點及多個連結，此些節點包括至少一源點以及至少一匯點，各個節點分別代表一份文件，各個連結分別代表兩份文件之間的直接引證關係。自每一起始節點搜尋連結至各個匯

點的路徑，其中起始節點為不包括所述匯點的節點。對於各個路徑，計算路徑中的各個連結所對應的權重，據以取得各個連結對應於引證網路的資訊流量，其中路徑中的各個連結所對應的權重隨著連結與路徑的起始節點之間的連結數增加而衰減。根據各個連結對應於引證網路的資訊流量，取得引證網路的主路徑。

【0007】 在本發明的一實施例中，上述對於各個路徑，計算路徑中的各個連結所對應的權重，據以取得各個連結對應於引證網路的資訊流量的步驟包括：對於各個路徑，根據衰減模式，計算路徑中的各個連結所對應的權重；以及對於引證網路的各个連結，將此連結於各個路徑所對應的權重進行加總，以取得此連結對應於引證網路的資訊流量。

【0008】 在本發明的一實施例中，上述的衰減模式為等差衰減模式，而上述對於各個路徑，計算路徑中的各個連結所對應的權重，據以取得各個連結對應於引證網路的資訊流量的演算公式包括方程式(1.1)以及方程式(1.2)：

$$s_{i,a}(u,v,f) = \begin{cases} 1 & \text{當 } u \text{ 為路徑 } i \text{ 的起始節點} \\ 1 - n_i f & \text{當 } u \text{ 不為路徑 } i \text{ 的起始節點並且 } 1 - n_i f > 0 \\ 0 & \text{其它} \end{cases} \quad \text{方程式(1.1)}$$

其中 $s_{i,a}$ 為路徑 i 中的連結 (u,v) 所對應的權重， u 以及 v 為連結 (u,v) 的兩個節點， n_i 為路徑 i 的起始節點與節點 u 之間的連結數，以及 f 為衰減因子並且 $0 < f < 1$ ；

$$w_{SPAD}(u,v,f) = \sum_i s_{i,a}(u,v,f) \quad \text{方程式(1.2)}$$

其中 $w_{SPAD}(u,v,f)$ 為連結 (u,v) 對應於引證網路的資訊流量。

【0009】 在本發明的一實施例中，上述的衰減模式為幾何衰減模式，而上述對於各個路徑，計算路徑中的各個連結所對應的權重，據以取得各個連結對應於引證網路的資訊流量的演算公式包括方程式(2.1)以及方程式(2.2)：

$$s_{i,g}(u,v,r) = \begin{cases} 1 & \text{當 } u \text{ 為路徑 } i \text{ 的起始節點} \\ r^{n_i} & \text{當 } u \text{ 不為路徑 } i \text{ 的起始節點} \end{cases} \quad \text{方程式(2.1)}$$

其中 $s_{i,g}$ 為路徑 i 中的連結 (u,v) 所對應的權重， u 以及 v 為連結 (u,v) 的兩個節點， n_i 為路徑 i 的起始節點與節點 u 之間的連結數，以及 r 為衰減率並且 $0 < r < 1$ ；

$$w_{SPGD}(u,v,f) = \sum_i s_{i,g}(u,v,r) \quad \text{方程式(2.2)}$$

其中 $w_{SPGD}(u,v,r)$ 為連結 (u,v) 對應於引證網路的資訊流量。

【0010】 在本發明的一實施例中，上述的衰減模式為調和衰減模式，而上述對於各個路徑，計算路徑中的各個連結所對應的權重，據以取得各個連結對應於引證網路的資訊流量的演算公式包括方程式(3.1)以及方程式(3.2)：

$$s_{i,h}(u,v) = \begin{cases} 1 & \text{當 } u \text{ 為路徑 } i \text{ 的起始節點} \\ 1/n_i & \text{當 } u \text{ 不為路徑 } i \text{ 的起始節點} \end{cases} \quad \text{方程式(3.1)}$$

其中 $s_{i,h}$ 為路徑 i 中的連結 (u,v) 所對應的權重， u 以及 v 為連結 (u,v) 的兩個節點， n_i 為路徑 i 的起始節點與節點 u 之間的連結數；

$$w_{SHGD}(u,v,f) = \sum_i s_{i,h}(u,v,r) \quad \text{方程式(3.2)}$$

其中 $w_{SHGD}(u,v,r)$ 為連結 (u,v) 對應於引證網路的資訊流量。

【0011】 在本發明的一實施例中，上述根據各個連結對應於引證網路的資訊流量，取得引證網路的主路徑的步驟包括：分別取各

所述源點為起點；自各所述起點往外的連結之中取得具有最大資訊流量的最大連結，並且將最大連結加入主路徑；以及重複上一步驟，以對應於最大連結的尾端節點做為起點，繼續取得新的最大連結，並且將新的最大連結加入主路徑，直到各個起點為匯點之一為止。

【0012】 在本發明的一實施例中，上述根據各個連結對應於引證網路的資訊流量，取得引證網路的主路徑的步驟包括：對於各個路徑，將路徑中的各個連結對應於引證網路的資訊流量進行加總，以取得各個路徑的總資訊流量；以及將具有最大總資訊流量的路徑設定為主路徑。

【0013】 基於上述，本發明所提出的引證網路的主路徑追蹤方法，在取得引證網路後，在考量到知識擴散時所伴隨的強度衰減下，可先計算引證網路中每一連結的資訊流量，進而取得引證網路的主路徑，以追蹤引證網路的主要引證脈絡。藉此，本發明去除傳統方法的錯誤假設，可增加主路徑分析的正确性以及實用性，從而找出特定技術領域的技術演進途徑以及重要文獻。

【0014】 為讓本發明的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】

【0015】

圖 1 繪示依據本發明一實施例之一種電子裝置的方塊示意

圖。

圖 2 繪示依據本發明一實施例之引證網路的主路徑追蹤方法流程圖。

圖 3(a)繪示依據本發明一實施例之引證網路的示意圖。

圖 3(b)繪示依據本發明一實施例之基於逐步主路徑演算法取得引證網路的主路徑的示意圖。

圖 3(c)繪示依據本發明一實施例之基於總體主路徑演算法取得引證網路的主路徑的示意圖。

圖 4 繪示依據本發明一實施例之引證網路的示意圖。

圖 5 繪示依據本發明一實施例之引證網路的示意圖。

【實施方式】

【0016】 本發明的部份實施例接下來將會配合附圖來詳細描述，以下的描述所引用的元件符號，當不同附圖出現相同的元件符號將視為相同或相似的元件。這些實施例只是本發明的一部份，並未揭示所有本發明的可實施方式。更確切的說，這些實施例只是本發明的專利申請範圍中的裝置與方法的範例。

【0017】 圖 1 繪示依據本發明一實施例之一種電子裝置的方塊示意圖，但此僅是爲了方便說明，並不用以限制本發明。首先圖 1 先介紹電子裝置的所有構件以及配置關係，詳細功能將配合圖 2 一併揭露。

【0018】 本實施例的電子裝置 100 可針對一引證網路（Citation

Network) 進行主路徑追蹤。電子裝置 100 可以為個人電腦、筆記型電腦、平板電腦、智慧型手機、伺服器等電子裝置，本發明不在此設限。電子裝置 100 包括儲存單元 110 及處理單元 120，其功能分述如下。

【0019】 儲存單元 110 例如是任意型式的固定式或可移動式隨機存取記憶體 (Random Access Memory, RAM)、唯讀記憶體 (Read-Only Memory, ROM)、快閃記憶體 (Flash memory)、硬碟或其他類似裝置或這些裝置的組合，而用以記錄可由處理單元 120 執行的多個模組，這些模組可載入處理單元 120 以追蹤引證網路的主路徑。

【0020】 處理單元 120 例如是中央處理單元 (Central Processing Unit, CPU)，或是其他可程式化之一般用途或特殊用途的微處理器 (Microprocessor)、數位訊號處理器 (Digital Signal Processor, DSP)、可程式化控制器、特殊應用積體電路 (Application Specific Integrated Circuits, ASIC)、可程式化邏輯裝置 (Programmable Logic Device, PLD) 或其他類似裝置或這些裝置的組合。處理單元 120 耦接至儲存單元 110，其可存取並執行記錄在儲存單元 110 中的模組。

【0021】 上述模組包括引證網路擷取模組 112、路徑搜尋模組 114、資訊流量計算模組 116 以及主路徑擷取模組 118。這些模組例如是電腦程式，其可載入處理單元 120，從而執行引證網路的主路徑追蹤功能。以下即列舉實施例說明電子裝置 100 執行引證網

路的主路徑追蹤的詳細步驟。

【0022】 圖 2 繪示依據本發明一實施例之引證網路的主路徑追蹤方法流程圖。本實施例的方法適用於圖 1 的電子裝置 100，以下即搭配電子裝置 100 中的各項元件說明本發明之引證網路的主路徑追蹤方法之詳細步驟。在執行此方法前，假設特定技術領域之引證網路已建構完成。

【0023】 首先，電子裝置 100 的引證網路擷取模組 112 取得引證網路（步驟 S202）。在此的引證網路具有多個節點（nodes）以及連接每兩個節點之間的多個連結（links），而此些節點包括至少一個源點（source）以及至少一個匯點（sink）。各個節點分別代表一份文件，各個連結代表兩份文件之間的直接引證關係。

【0024】 具體來說，圖 3 為本發明一實施例之引證網路的示意圖。請參照圖 3，引證網路 300 中的 A~N 為節點，其中 A 以及 B 為源點，K、L 以及 N 為匯點。節點 A~N 分別為一份文件，各個連結為兩個節點之間的單向傳遞關係。舉例來說，連結 (F,H) 表示節點 F 沿著連結 (F,H) 傳遞知識至節點 H。換言之，節點 H 為引用文件（citing document），而節點 F 則為被引用文件（cited document）。

【0025】 在引證網路中，假設一位虛擬信差沿著連結傳遞知識。由於引證網路的結構，若此虛擬信差將所有可能的路徑都走過一次，特定連結被經過的次數即為該連結的資訊流量（traversal counts），其可以視為該連結的重要性指標。據此，請再參照圖 2，引證網路擷取模組 112 在取得引證網路後，路徑搜尋模組 114 自

每一起始節點搜尋連結至各個匯點的路徑（步驟 S204），在此的起始節點為不包括匯點的節點。

【0026】以圖 3 為例，路徑搜尋模組 114 可先例如是以節點 A 做為起始節點，並且搜尋連結至匯點 K、L、N 的所有路徑後，可得到兩條連結至匯點 K 的路徑 A-C-E-G-H-K 以及 A-C-H-K。在此實施例中，節點 A 並沒有連結至匯點 L 以及匯點 N 的路徑。類似地，路徑搜尋模組 114 可再例如是以節點 B 做為起始節點，並且搜尋連結至匯點 K、L、N 的所有路徑；路徑搜尋模組 114 可再例如是以節點 C 做為起始節點，並且搜尋連結至匯點 K、L、N 的所有路徑，以此類推。在此，本發明將不限制路徑搜尋模組 114 搜尋所有路徑的順序。

【0027】路徑搜尋模組 114 在搜尋到引證網路的所有路徑後，資訊流量計算模組 116 將會對於各個路徑，計算路徑中的各個連結所對應的權重，據以取得各個連結對應於引證網路的資訊流量，其中路徑中的各個連結所對應的權重隨著連結與路徑的起始節點之間的連結數增加而衰減（步驟 S206）。詳言之，路徑搜尋模組 114 在步驟 S204 取得引證網路中的所有路徑後，資訊流量計算模組 116 先會計算單一路徑中每個連結的資訊流量。在計算單一路徑中的資訊流量時，將考量到知識傳遞時其強度的衰減，因此資訊流量計算模組 116 會將知識傳遞的路徑所經過的連結賦予一個權重（weight），其中權重的大小將依據其與此路徑的起始節點之間的距離（亦即，連結數）而定。換言之，與此路徑的起始節點

距離越遠的連結所被賦予的權重會因知識傳遞時的衰減而越小。之後，資訊流量計算模組 116 將會對於引證網路中的各個連結對應於不同路徑的所有權重進行加總，以取得各個連結所對應的資訊流量。以下將提出三種計算權重以及資訊流量的方式。然而此三個例子僅是用以說明的實施例，並非用以限定本發明。

【0028】 在一實施例中，知識強度的衰減模式為等差衰減 (arithmetic decay)。具體來說，資訊流量計算模組 116 先根據方程式(1.1)計算每一個路徑中各個連結的權重：

$$s_{i,a}(u,v,f) = \begin{cases} 1 & \text{當 } u \text{ 為路徑 } i \text{ 的起始節點} \\ 1 - n_i f & \text{當 } u \text{ 不為路徑 } i \text{ 的起始節點並且 } 1 - n_i f > 0 \\ 0 & \text{其它} \end{cases} \quad \text{方程式(1.1)}$$

其中 $s_{i,a}$ 為路徑 i 中的連結 (u,v) 所對應的權重， u 以及 v 為連結 (u,v) 的兩個節點， n_i 為路徑 i 的起始節點與節點 u 之間的連結數，以及 f 為衰減因子 (arithmetic decay factor) 並且 $0 < f < 1$ 。接著，處理單元 120 將會根據方程式(1.2)計算各個連結對應於引證網路的資訊流量：

$$w_{SPAD}(u,v,f) = \sum_i s_{i,a}(u,v,f) \quad \text{方程式(1.2)}$$

其中 $w_{SPAD}(u,v,f)$ 為連結 (u,v) 對應於引證網路的資訊流量。

【0029】 以圖 3(a)所繪示的引證網路 300 來說，引證網路 300 的知識強度即呈現等差衰減。假設等差衰減的衰減因子為 0.3，亦即每當知識傳遞至下一個節點時，知識強度將會衰減 30%。以連結 (F,H) 為例，節點 F 的先驅文件為節點 B 、節點 D 以及節點 F 。以另一觀點而言，行經連結 (F,H) 的所有路徑分別為以節點 B 、節點

D 以及節點 F 做為起始節點，並且以節點 K 做為匯點的路徑 B-D-F-H-K、路徑 D-F-H-K 以及路徑 F-H-K。若以節點 B 做為起始節點，則連結 (F,H) 所對應的權重 $s_{B \rightarrow K,a}(F,H,0.3)$ 為 0.4；若以節點 D 做為起始節點，則連結 (F,H) 所對應的權重 $s_{D \rightarrow K,a}(F,H,0.3)$ 為 0.7；若以節點 F 做為起始節點，則連結 (F,H) 所對應的權重 $s_{F \rightarrow K,a}(F,H,0.3)$ 為 1。因此，連結 (F,H) 對應於引證網路 300 的資訊流量為 $w_{SPAD}(u,v,f) = 0.4 + 0.7 + 1 = 2.1$ 。其它連結對應於引證網路 300 的資訊流量可依同樣的方式取得，於此不再贅述。

【0030】在另一實施例中，知識強度的衰減模式為幾何衰減 (geometric decay)。具體來說，資訊流量計算模組 116 先根據方程式(2.1)計算每一個路徑中各個連結的權重：

$$s_{i,g}(u,v,r) = \begin{cases} 1 & \text{當 } u \text{ 為路徑 } i \text{ 的起始節點} \\ r^{n_i} & \text{當 } u \text{ 不為路徑 } i \text{ 的起始節點} \end{cases} \quad \text{方程式(2.1)}$$

其中 $s_{i,g}$ 為路徑 i 中的連結 (u,v) 所對應的權重， u 以及 v 為連結 (u,v) 的兩個節點， n_i 為路徑 i 的起始節點與節點 u 之間的連結數，以及 r 為衰減率 (geometric decay factor) 並且 $0 < r < 1$ 。接著，資訊流量計算模組 116 將會根據方程式(2.2)計算各個連結對應於引證網路的資訊流量：

$$w_{SPGD}(u,v,f) = \sum_i s_{i,g}(u,v,f) \quad \text{方程式(2.2)}$$

其中 $w_{SPGD}(u,v,f)$ 為連結 (u,v) 對應於引證網路的資訊流量。

【0031】舉例來說，圖 4 繪示依據本發明一實施例之引證網路的示意圖。請參照圖 4，在本實施例中的引證網路 400 的知識強度呈

現幾何衰減。假設幾何衰減的衰減率為 0.5，亦即每當知識傳遞至下一個節點時，知識強度將會衰減為原來的一半。若以節點 B 做為起始節點，則連結 (F,H) 所對應的權重 $s_{B \rightarrow K,g}(F,H,0.5)$ 為 0.25；若以節點 D 做為起始節點，則連結 (F,H) 所對應的權重 $s_{D \rightarrow K,g}(F,H,0.5)$ 為 0.5；若以節點 F 做為起始節點，則連結 (F,H) 所對應的權重 $s_{F \rightarrow K,g}(F,H,0.5)$ 為 1。因此，連結 (F,H) 對應於引證網路 400 的資訊流量為 $w_{SPGD}(u,v,f) = 0.25 + 0.5 + 1 = 1.75$ 。其它連結對應於引證網路 400 的資訊流量可依同樣的方式取得，於此不再贅述。

【0032】在又另一實施例中，知識強度的衰減模式為調和衰減 (harmonic decay)。具體來說，資訊流量計算模組 116 先根據方程式(3.1)計算每一個路徑中各個連結的權重：

$$s_{i,h}(u,v) = \begin{cases} 1 & \text{當 } u \text{ 為路徑 } i \text{ 的起始節點} \\ 1/n_i & \text{當 } u \text{ 不為路徑 } i \text{ 的起始節點} \end{cases} \quad \text{方程式(3.1)}$$

其中 $s_{i,h}$ 為路徑 i 中的連結 (u,v) 所對應的權重， u 以及 v 為連結 (u,v) 的兩個節點， n_i 為路徑 i 的起始節點與節點 u 之間的連結數。接著，資訊流量計算模組 116 將會根據方程式(3.2) 計算各個連結對應於引證網路的資訊流量：

$$w_{SPHD}(u,v,f) = \sum_i s_{i,h}(u,v,f) \quad \text{方程式(3.2)}$$

其中 $w_{SPHD}(u,v,f)$ 為連結 (u,v) 對應於引證網路的資訊流量。

【0033】舉例來說，圖 5 繪示依據本發明一實施例之引證網路的示意圖。請參照圖 5，在本實施例中的引證網路 500 的知識強度呈現調和衰減。若以節點 B 做為起始節點，則連結 (F,H) 所對應的權

重 $s_{B \rightarrow K.g}(F, H, 0.5)$ 為 $1/3$ ；若以節點 D 做為起始節點，則連結 (F, H) 所對應的權重 $s_{D \rightarrow K.g}(F, H, 0.5)$ 為 $1/2$ ；若以節點 F 做為起始節點，則連結 (F, H) 所對應的權重 $s_{F \rightarrow K.g}(F, H, 0.5)$ 為 1 。因此，連結 (F, H) 對應於引證網路 500 的資訊流量為 $w_{SPGD}(u, v, f) = 1/3 + 1/2 + 1 = 1.83$ 。其它連結對應於引證網路 500 的資訊流量可依同樣的方式取得，於此不再贅述。

【0034】 綜合以上方程式(1.1)~(1.2)、方程式(2.1)~(2.2)以及方程式(3.1)~(3.2)，以虛擬信差的觀點來看，其任務是將知識從節點 u 的先驅文件（包括節點 u ）送到所有的匯點。連結 (u, v) 的資訊流量即為知識自所有節點 u 的先驅文件（包括節點 u ）傳遞至所有匯點可能組合的加總。值得一提的是，在等差衰減模式中，當知識強度為零時，虛擬信差將停止傳遞。因此，當衰減因子越大，虛擬信差所有可能行經的路徑將會大幅地減少。另一方面，在幾何衰減模式以及調和衰減模式中，由於知識強度不會為零，虛擬信差所有可能行經的路徑並不會有所改變。

【0035】 除此之外，在等差衰減模式中，當衰減因子越大，資訊流量 $w_{SPAD}(u, v, f)$ 將會越小。在幾何衰減模式中，當衰減率越大，資訊流量 $w_{SPGD}(u, v, f)$ 將會越大。換言之，當知識傳遞伴隨著極大的衰減時，資訊流量 $w_{SPAD}(u, v, f)$ 以及資訊流量皆隨之變小。附帶一提的是，當衰減因子為 0 或是衰減率等於 1 時，則是代表知識的強度永不衰減。另一方面，當衰減因子為 1 時 $w_{SPGD}(u, v, f)$ ，知識在引證網路中只能往下傳遞一次至其它節點。

【0036】 一般主路徑分析在操作時分為兩個步驟，首先在知識傳

遞時，依據各連結線被經過的次數建立各個連結的資訊流量，然後從特定的起始點沿著資訊流量最大的連結找出主要的引證脈絡，此主要引證脈絡即為主路徑。圖 2 中的步驟 S202～步驟 S206 即為計算每一連結對應於引證網路的資訊流量。之後，主路徑擷取模組 118 將根據各個連結對應於引證網路的資訊流量，取得引證網路的主路徑（步驟 S208）。決定主路徑的方式可視使用情境而定，一般可以分為逐步主路徑（local main path）以及總體主路徑（global main path）兩種，其從不同的角度觀察技術的主要發展路徑。逐步主路徑的優勢在於可自引證網路中尋找關鍵的變遷點，並且依此追蹤最重要的引用連結。總體主路徑則是從整體的角度觀察引證脈絡。

【0037】以逐步主路徑而言，資訊流量計算模組 116 在計算引證網路的所有連結之資訊流量後，主路徑擷取模組 118 可先取引證網路的各個源點做為起點，並且檢視從這些起點往外的所有連結中的資訊流量最大者（在此定義為「最大連結」），並且再將此最大連結加入主路徑中。值得注意的是，倘若有超過一個連結具有最大資訊流量，則必須全部列入考量。之後，主路徑擷取模組 118 將以構成最大連結的尾端節點做為新的起點，以繼續取得一個新的最大連結，並且將新的最大連結加入主路徑。當所有的起點為匯點時，主路徑擷取模組 118 將取得主路徑。簡言之，主路徑擷取模組 118 從源點沿著資訊流量最大的連結找出引證網路中主要的引證脈絡。

【0038】 舉例來說，圖 3(b)繪示依據本發明一實施例之基於逐步主路徑演算法取得主路徑的示意圖。請參照圖 3(b)，主路徑擷取模組 118 將以源點 A 以及源點 B 做為起點，並且檢視其往外的所有連結後，會將具有最大資訊流量的連結 (B,D)加入主路徑。接著，主路徑擷取模組 118 以節點 D 做為起點，將連結 (D,F)加入主路徑，再以節點 F 做為起點，將連結 (F,I)加入主路徑。之後，主路徑擷取模組 118 以節點 I 做為起點，由於連結 (I,L)以及連結 (I,M)同時具有最大資訊流量，因此主路徑擷取模組 118 會以節點 I 做為分歧點，以分出兩條不同的主路徑，並且將連結 (I,L)以及連結 (I,M)分別加入不同的主路徑。接著，主路徑擷取模組 118 將分別以節點 L 以及節點 M 做為起點。由於節點 L 為匯點，因此其中一條主路徑將於節點 L 終止。另一方面，主路徑擷取模組 118 將連結 (M,N)加入另一條主路徑，並且將節點 N 做為起點。此時，由於節點 N 亦為匯點，主路徑擷取模組 118 將會停止主路徑的追蹤。基於逐步主路徑演算法所得引證網路 300 的主路徑則為路徑 B-D-F-I-L 以及路徑 B-D-F-I-M-N。

【0039】 以總體主路徑而言，其是從整體角度觀察，也就是引證網路的所有可能路徑中具有資訊流量最大者。因此，資訊流量計算模組 116 在計算引證網路的所有連結之資訊流量後，主路徑擷取模組 118 可先對於所有可能路徑中的各個連結對應於引證網路的資訊流量進行加總，以取得各個可能路徑的總資訊流量，再將具有最大總資訊流量所對應的路徑設定為主路徑。

【0040】舉例來說，圖 3(c)繪示依據本發明一實施例之基於總體主路徑演算法取得主路徑的示意圖。請參照圖 3(c)，基於總體主路徑演算法所得到引證網路 300 的主路徑則為路徑 B-D-F-I-M-N。

【0041】綜上所述，本發明所提出的引證網路的主路徑追蹤方法，在取得引證網路後，在考量到知識擴散時所伴隨的強度衰減下，可先計算引證網路中每一連結的資訊流量，進而取得引證網路的主路徑，以追蹤引證網路的主要引證脈絡。藉此，本發明去除傳統方法的錯誤假設，可增加主路徑分析的正確性以及實用性，從而找出特定技術領域的技術演進途徑以及重要文獻。

【0042】雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0043】

100：電子裝置

110：儲存單元

120：處理單元

112：引證網路擷取模組

114：路徑搜尋模組

116：資訊流量計算模組

118：主路徑擷取模組

S202～S208：引證網路的主路徑追蹤方法之流程

300、400、500：引證網路

A～N：節點

申請專利範圍

1. 一種引證網路的主路徑追蹤方法，適用於一電子裝置，該電子裝置包含一儲存單元、以及一處理單元，該方法包括下列步驟：

該處理單元自該儲存單元取得一引證網路，其中該引證網路具有多個節點以及多個連結，所述多個節點包括至少一源點以及至少一匯點，各所述多個節點分別代表一文件，各所述多個連結分別代表所述多個文件中的兩文件之間的一直接引證關係；

該處理單元自每一起始節點搜尋連結至所述至少一匯點的至少一路徑，其中所述每一起始節點為不包括所述至少一匯點的節點；

對於各所述多個路徑，該處理單元計算該路徑中的各所述多個連結所對應的一權重，據以取得各所述多個連結對應於該引證網路的一資訊流量，其中該路徑中的各所述多個連結所對應的該權重隨著該連結與該路徑的該起始節點之間的連結數增加而衰減；以及

該處理單元根據各所述多個連結對應於該引證網路的該資訊流量，取得該引證網路的一主路徑。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中對於各所述多個路徑，該處理單元計算該路徑中的各所述多個連結所對應的該權重，據以取得各所述多個連結對應於該引證網路的該資訊流量的步驟包括：

對於各所述多個路徑，該處理單元根據一衰減模式，計算該路徑中的各所述多個連結所對應的該權重；以及

對於該引證網路的各所述多個連結，該處理單元將該連結於各所述多個路徑所對應的該權重進行加總，以取得該連結對應於該引證網路的該資訊流量。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述的方法，其中該衰減模式為一等差衰減模式，而對於各所述多個路徑，該處理單元計算該路徑中的各所述多個連結所對應的該權重，據以取得各所述多個連結對應於該引證網路的該資訊流量的演算公式包括方程式(1.1)以及方程式(1.2)：

$$s_{i,a}(u,v,f) = \begin{cases} 1 & \text{當 } u \text{ 為路徑 } i \text{ 的起始節點} \\ 1 - n_i f & \text{當 } u \text{ 不為路徑 } i \text{ 的起始節點並且 } 1 - n_i f > 0 \\ 0 & \text{其它} \end{cases} \quad \text{方程式(1.1)}$$

其中 $s_{i,a}$ 為連結 (u,v) 對應於路徑 i 的權重， u 以及 v 為連結 (u,v) 的兩個節點， n_i 為路徑 i 的起始節點與節點 u 之間的連結數，以及 f 為一衰減因子並且 $0 < f < 1$ ；

$$w_{SPAD}(u,v,f) = \sum_i s_{i,a}(u,v,f) \quad \text{方程式(1.2)}$$

其中 $w_{SPAD}(u,v,f)$ 為連結 (u,v) 對應於該引證網路的資訊流量。

4. 如申請專利範圍第 2 項所述的方法，其中該衰減模式為一幾何衰減模式，而對於各所述多個路徑，該處理單元計算該路徑中的各所述多個連結所對應的該權重，據以取得各所述多個連結對應於該引證網路的該資訊流量的演算公式包括方程式(2.1)以及方程式(2.2)：

104-12-16

$$s_{i,g}(u,v,r) = \begin{cases} 1 & \text{當 } u \text{ 為路徑 } i \text{ 的起始節點} \\ r^{n_i} & \text{當 } u \text{ 不為路徑 } i \text{ 的起始節點} \end{cases} \quad \text{方程式(2.1)}$$

其中 $s_{i,g}$ 為連結 (u,v) 對應於路徑 i 的權重， u 以及 v 為連結 (u,v) 的兩個節點， n_i 為路徑 i 的起始節點與節點 u 之間的連結數，以及 r 為一衰減率並且 $0 < r < 1$ ；

$$w_{SPGD}(u,v,f) = \sum_i s_{i,g}(u,v,r) \quad \text{方程式(2.2)}$$

其中 $w_{SPGD}(u,v,r)$ 為連結 (u,v) 對應於該引證網路的資訊流量。

5. 如申請專利範圍第 2 項所述的方法，其中該衰減模式為一調和衰減模式，而對於各所述多個路徑，該處理單元計算該路徑中的各所述多個連結所對應的該權重，據以取得各所述多個連結對應於該引證網路的該資訊流量的演算公式包括方程式(3.1)以及方程式(3.2)：

$$s_{i,h}(u,v) = \begin{cases} 1 & \text{當 } u \text{ 為路徑 } i \text{ 的起始節點} \\ 1/n_i & \text{當 } u \text{ 不為路徑 } i \text{ 的起始節點} \end{cases} \quad \text{方程式(3.1)}$$

其中 $s_{i,h}$ 為連結 (u,v) 對應於路徑 i 的權重， u 以及 v 為連結 (u,v) 的兩個節點， n_i 為路徑 i 的起始節點與節點 u 之間的連結數；

$$w_{SHGD}(u,v,f) = \sum_i s_{i,h}(u,v,r) \quad \text{方程式(3.2)}$$

其中 $w_{SHGD}(u,v,r)$ 為連結 (u,v) 對應於該引證網路的資訊流量。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中根據各所述多個連結對應於該引證網路的該資訊流量，該處理單元取得該引證網路的該主路徑的步驟包括：

該處理單元分別取各所述至少一源點為一起點；

該處理單元自各所述至少一起點與其至少一連接節點之間的

104-12-16

所述多個連結之中取得具有最大資訊流量的一最大連結，並且加入該最大連結於一主路徑；以及

重複上一步驟，以對應於該最大連結的該連接節點做為該起點，該處理單元繼續取得一新的最大連結，並且加入該新的最大連結於該主路徑，直到各所述至少一起點為所述至少一匯點之一為止。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中根據各所述多個連結對應於該引證網路的該資訊流量，該處理單元取得該引證網路的該主路徑的步驟包括：

對於各所述多個路徑，該處理單元加總該路徑中的各所述多個連結對應於該引證網路的該資訊流量，以取得一總資訊流量；以及

該處理單元設定具有最大總資訊流量的路徑為該主路徑。

圖式

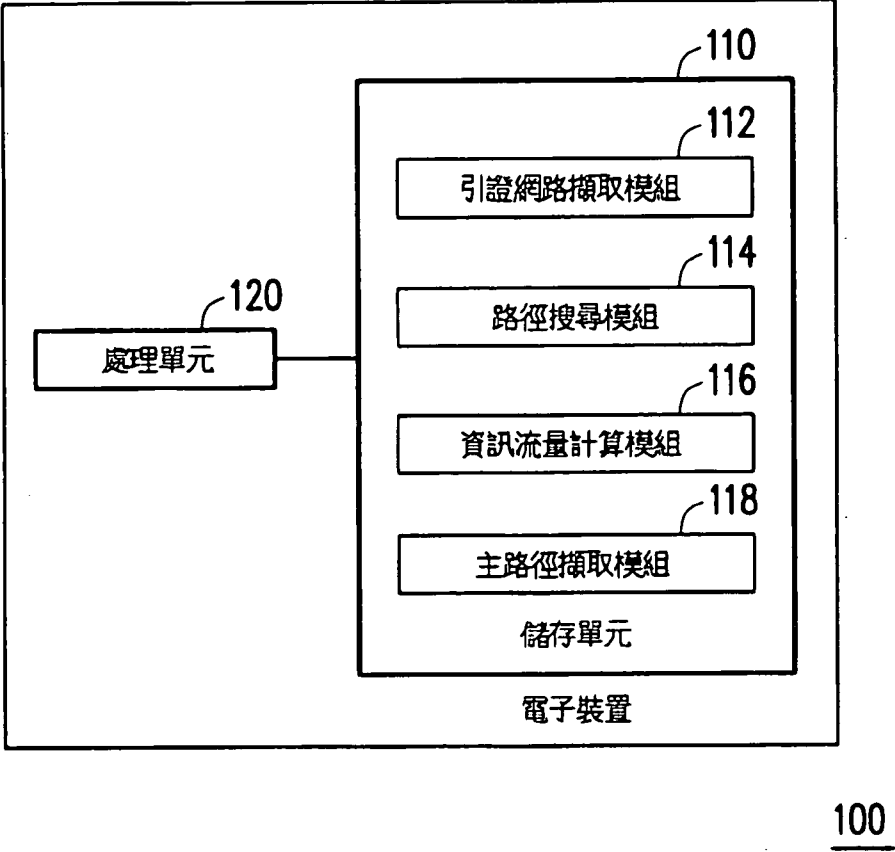


圖 1

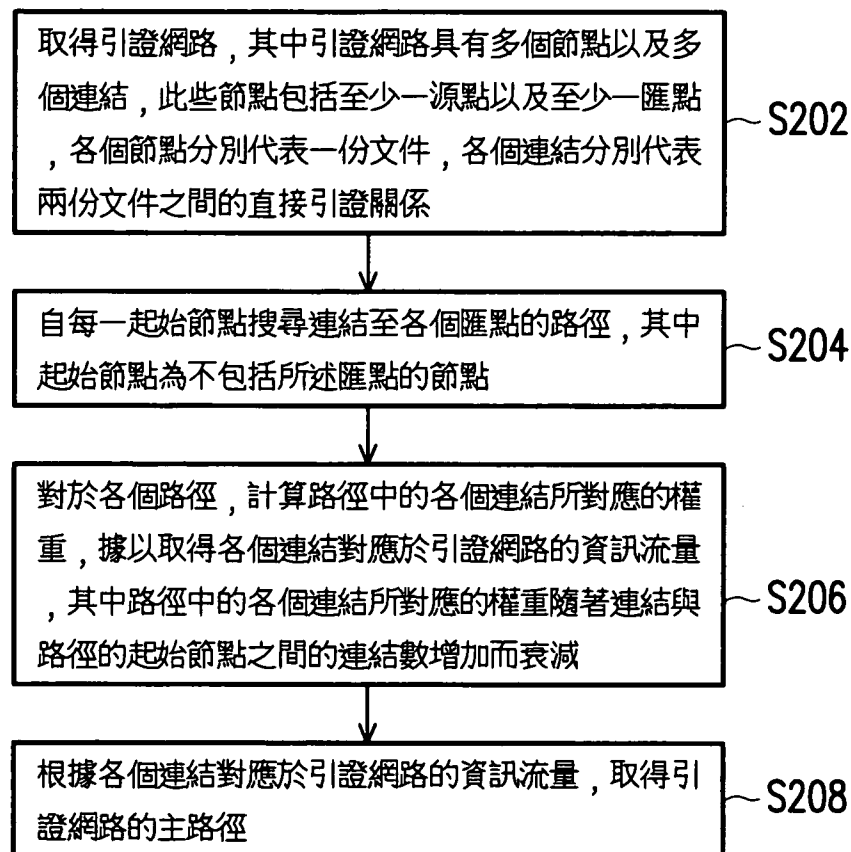


圖 2

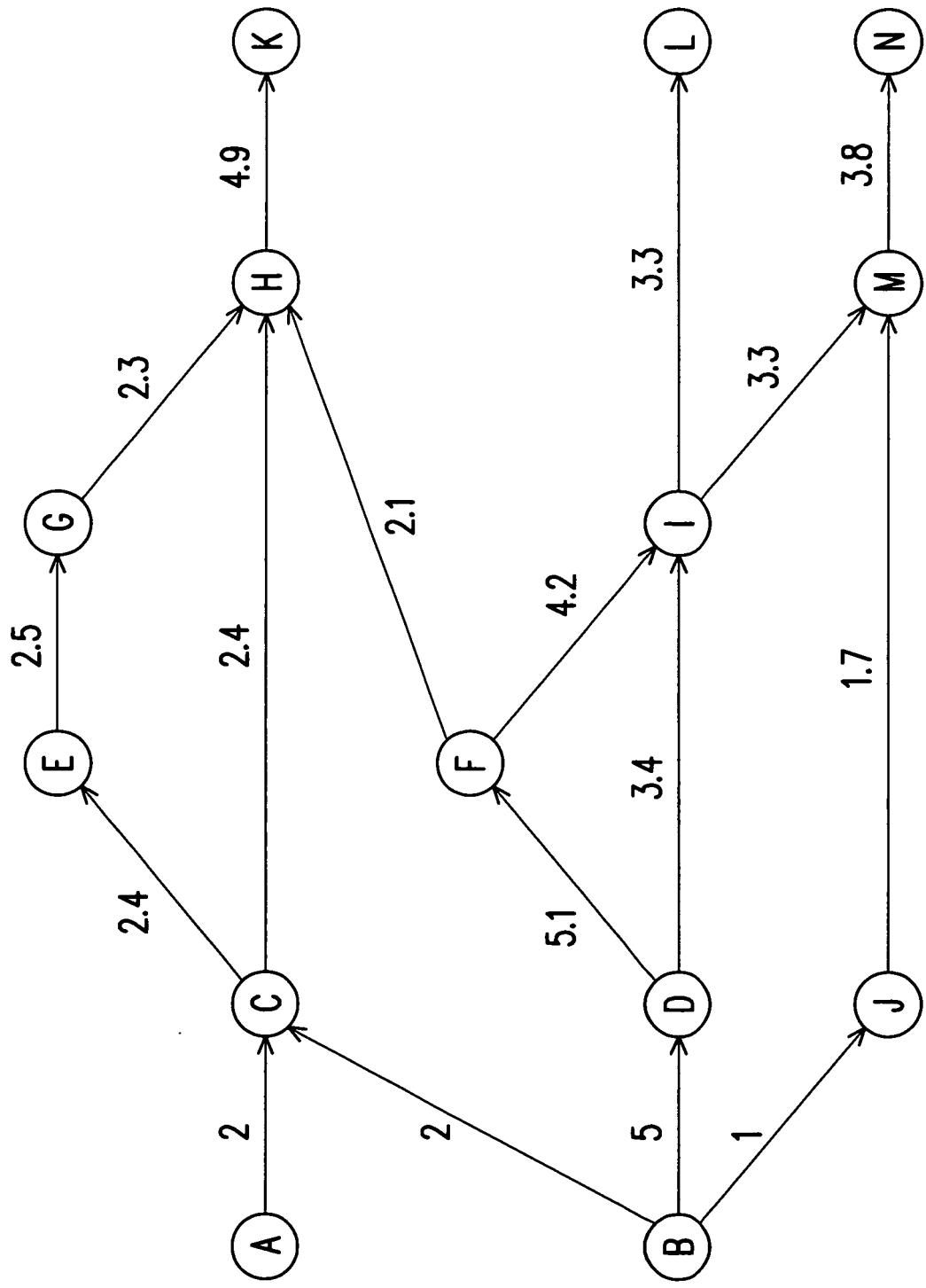


圖 3 (a)

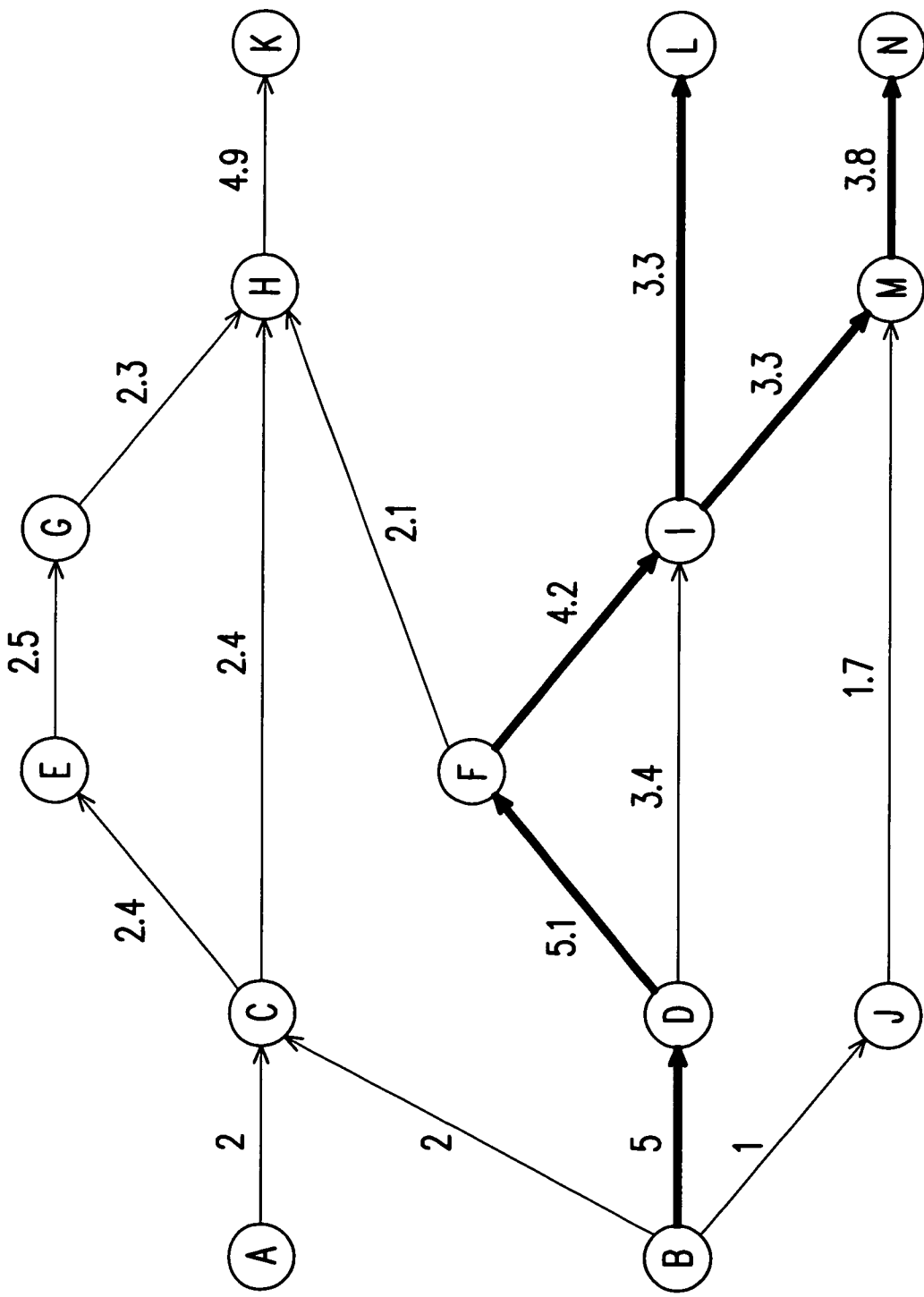


圖 3 (b)

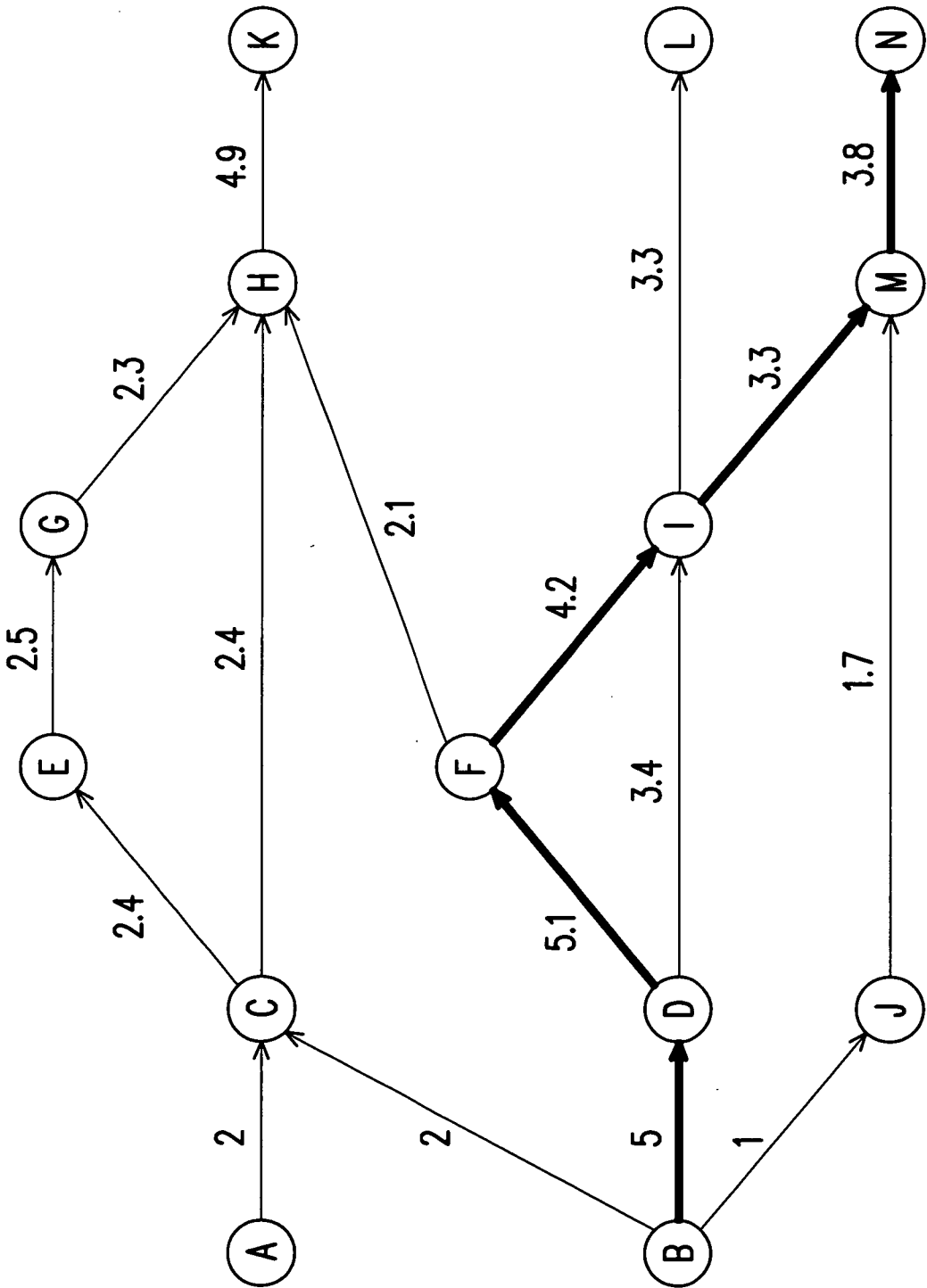


圖 3 (c)

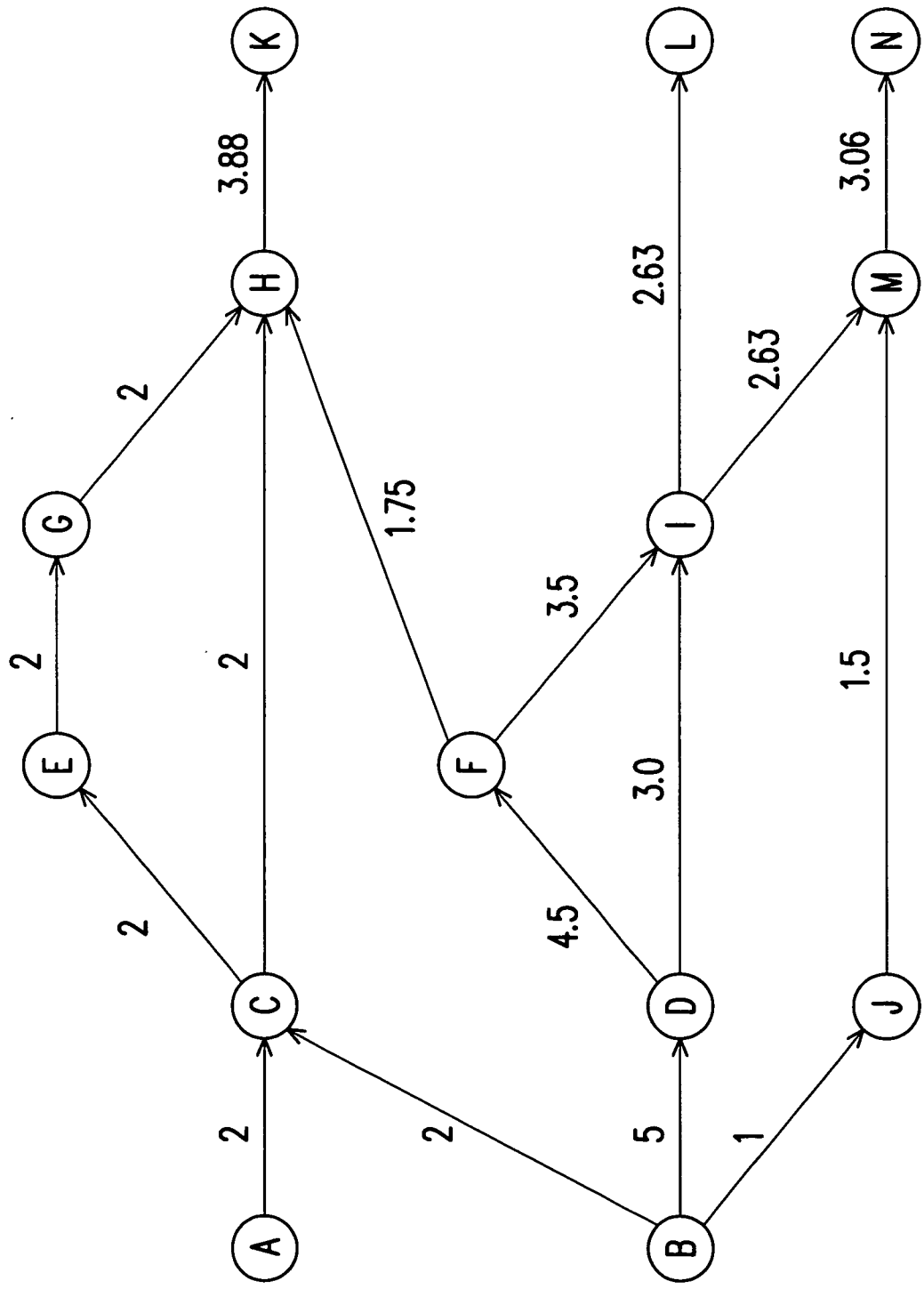


圖 4

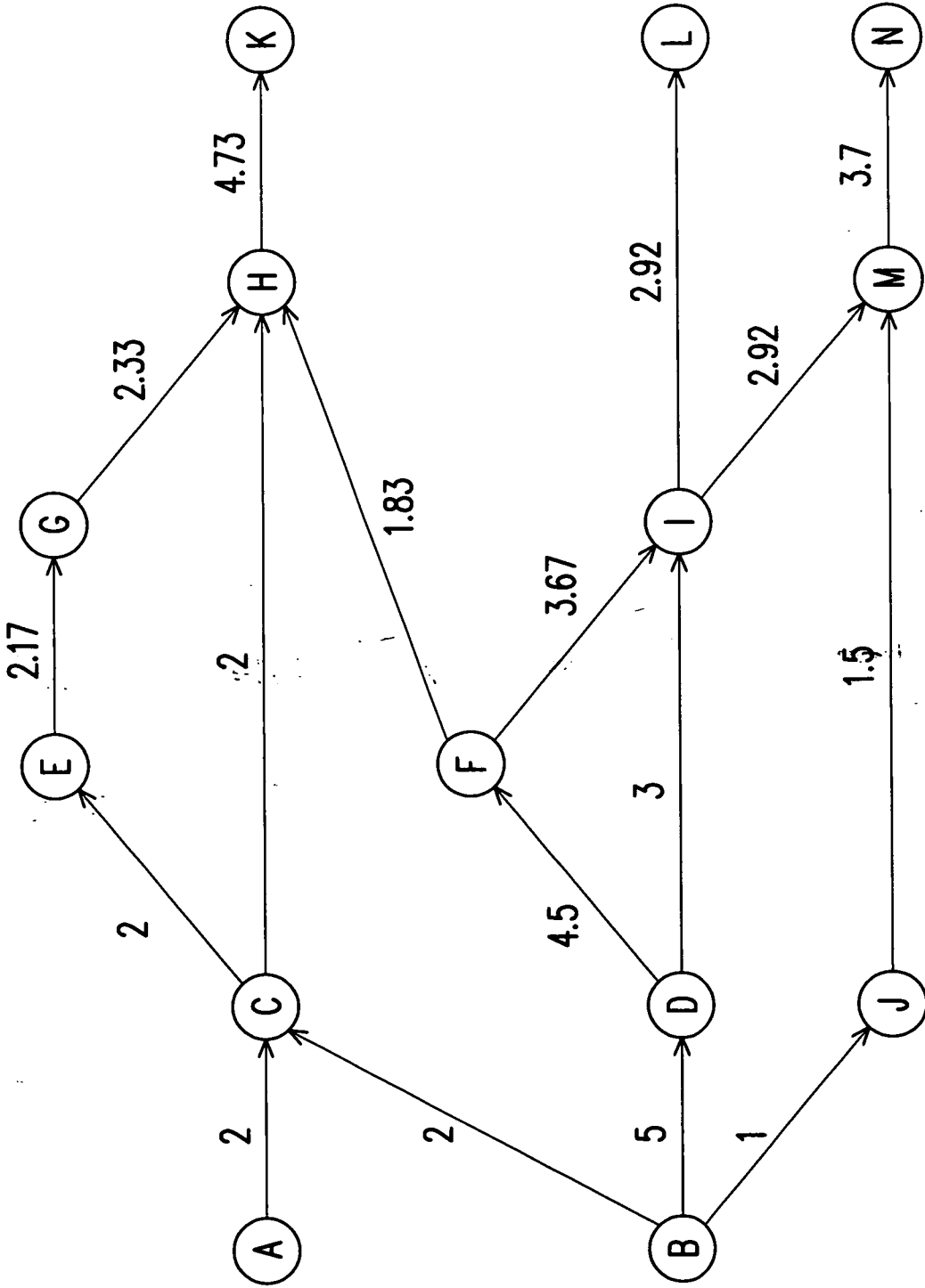


圖5