



RRPE89050003 ( 7 . P )

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告  
 電腦科學文獻老化研究：兼論同時法與歷時法之比較  
 Obsolescence of computer science and the characteristics  
 between synchronous and diachronous methods

計畫編號：NSC 89-2413-H-032-003

執行期限：88年8月1日至89年1月31日

主持人：蔡明月 淡江大學資圖系

計劃參與人員：黃惠美 淡江大學資圖系  
 陳精芬 淡江大學資圖系  
 劉玉玫 淡江大學資圖系

### 一、中文摘要

本研究分別採用同時法及歷時法兩種文獻老化研究方法，分析電腦科學文獻領域下電腦作業系統及電腦網路技術兩種主題文獻老化現象。主要目的在分析比較電腦科學領域下電腦作業系統及電腦網路技術兩種不同主題文獻老化的現象及差異性；同時分析比較在同一主題及時間範圍下，同時法與歷時法所測得之文獻衰退分佈情形以及差異性。

同時法主要經由分析目前一段時間出版的一群固定文獻之引用參考文獻，來瞭解某一主題範圍文獻的老化現象。本研究分別自 INSPEC 資料庫檢索 1998 年電腦作業系統及電腦網路技術相關文獻做為同時法研究樣本。在電腦作業系統主題下，實際分析了 98 篇文獻中的 2,268 篇引用參考文獻，年代分佈於 1943 年至 1998 年之間；在電腦網路技術主題下，實際分析了 98 篇文獻中的 1,969 篇引用參考文獻，年代分佈在 1963 年至 1998 年之間。

歷時法主要是針對一群過去時間所發表的固定文獻，觀察其連續被引用的情況。本研究分別自 INSPEC 資料庫檢索 1989 年電腦作業系統及電腦網路技術相關文獻做為歷時法研究樣本，並利用 SCI 資料庫查檢每一篇文獻自出版後逐年被引情況。在電腦作業系統主題下，386 篇文獻在 SCI 資料庫中有被引用的記錄，1989 年至 1998 年間共被引用 2,299 次；在電腦網路技術主題下，421 篇文獻在 SCI 資料庫中有被引用的記錄，1989 年至 1998 年間共被引用 2,581 次。

本研究利用二個獨立樣本的 T 檢定來比較同一種老化研究方法當中，二個不同主題文獻平均引用年齡中數或半衰期的差異。利用柯史二樣本檢定來比較同一個時間範圍內，同一個主題文獻，文獻老化同時法及歷時法所呈現之文獻衰退的分佈情況是否一致。

在同時法研究結果方面，電腦作業系統及電腦網路技術兩種主題文獻的平均引用年齡中數分別為 6.79 年及 5.46 年，統計 T 檢定結果，顯示兩者有顯著差異。在兩種主題文獻的引用參考文獻數量百分比逐年(1998 年至 1978 年以前)的累積速度方面，電腦網路技術文獻快於電腦作業系統文獻。從兩者引用年齡中數及數量百分比累積速度來看，此兩種主題有不同的老化速度，且電腦作業系統老化速度較慢。

在歷時法研究結果方面，電腦作業系統及電腦網路技術文獻分別在出版後第三年及第六年被引用次達到最高峰，在被引高峰期後，被引次數在觀察 10 年間並無明顯下降趨勢。而在歷時法觀察的 10 年中，兩種主題平均半衰期分別為 4.31 年及 4.52 年，統計 T 檢定結果顯示兩者無顯著差異，亦表示在歷時法觀察的 10 年間，電腦作業系統及電腦網路技術兩主題文獻老化速度並無不同。

在同時法與歷時法老化現象的比較方面，在同一主題範圍及時間範圍(1989-1998 年)下，統計 K-S 檢定的結果顯示，使用同時法與歷時法所得到的文獻衰退分佈是不一致的，亦說明了同時法無法替代歷時法來做文獻老化研究。

關鍵詞：電腦科學文獻、作業系統、電腦網路、文獻老化、同時法、歷時法、半衰期

## Abstract

In this study, two methods of measuring obsolescence - synchronous and diachronous - were employed to analyze two themes, computer operation systems and computer networks technology, in the field of computer science. The main purpose was to investigate the decay rate and differences between computer operation systems and computer networks technology, but also to analyze and compare distribution of decay rate of literature and its differences, examined by synchronous and diachronous method, under the two themes in the same time period.

Synchronous studies are made on record of use or bibliographic references made at one point in time and compare the use against the age distribution of the material used or cited. The samples of synchronous method in this study were computer operation systems and computer networks technology literature published in 1998 from INSPEC database. Under computer operation systems literature, 2,268 references in 98 articles were examined, published from 1943 to 1998; under computer network technology literature, 1,969 references in 98 articles were studied, published from 1963 to 1998.

Diachronous studies follow the use of particular items through successive observations at different dates. The samples of diachronous method in this study were computer operation systems and computer networks technology literature published in 1989 from INSPEC database. To obtain the frequency of these articles were cited from 1989 to 1998, SCI database was retrieved. In the theme of computer operation systems, 386 articles in SCI were quoted 2,299 times during 1989 to 1998. In the theme of computer networks technology, 421 articles in SCI were cited 2,581 times during 1989 to 1998.

The T-test was used to test the difference of the computer operation systems

literature median citation age or half-life and the computer networks technology literature median citation age or half-life. The distribution comparison of synchronous obsolescence and diachronous obsolescence distributions was examined by using Kolmogorov-Smirnov goodness of fit tests.

The statistical results of synchronous studies, the median citation age of computer operation systems literature is 6.79, and computer networks technology literature is 5.46. There is a significant difference in median citation age between these two themes examined by T-test. The speed of accumulative percentage amount of citations year by year (1998 back to 1978), computer operation systems is faster than computer networks technology. These two results indicated the decay rate are different in the two different themes, and the computer operation systems literature is more slowly than computer networks technology.

About the results of synchronous studies, frequency of citations of computer operation systems literature reached its peak three years after publication; frequency of citations of computer networks technology literature reached its peak six years after publication. During the ten years of observation frequencies of citation didn't significantly show a declined tendency, and the half-life of computer operations systems is 4.31, computer networks technology is 4.52. There is no significant difference in these two themes examined by T-test.

The result, compared the distribution of decay rate between synchronous and diachronous methods under the two themes in the same time period, showed significantly difference examined by K-S two sample statistical test. The result indicated synchronous obsolescence is different from diachronous obsolescence.

Keywords: Computer science literature ,  
Operating system , Computer  
network , Document  
obsolescence , Synchronous  
method , Diachronous method ,  
Half-life

## 二、緣由與目的

從“有用的知識量比文獻的總出版量少”的現象中可以推測並瞭解知識或資訊會因時間的轉移而失去原有的效用；然而要研究知識或資訊失去效用的實際況則需從‘文獻’著手。自1970年代普賴斯(D. J. Price)對科學文獻做老化速度的相關調查之後，利用研究文獻的老化來瞭解知識的效用期限已變得相當普遍；同時也使得文獻，尤其是科學文獻隨著時間推移而使用次數逐漸減少的現象被稱為「文獻老化」(Obsolescence)。

從過去到現在關於文獻老化的研究大多集中於物理學及自然科學等領域，但其中關於電腦科學這個領域的文獻老化研究卻很少見。電腦科學在目前一般大眾的觀念裏是發展快速且對於老舊計算方法及技術淘汰相當快的一門學科，就此觀點來看，電腦科學應屬於具高度老化率的文獻，然而實際的統計分析結果是否能得到與一般觀念相符的答案呢？此外，電腦科學是涵蓋範圍相當廣的學科，包括電腦理論基礎、數學計算、軟硬體、網路、管理等主題，根據過去文獻老化相關研究瞭解，不同學科或不同主題的文獻之間有不同的老化情形，而電腦科學所涵蓋的各主題文獻的老化率是否有明顯的差異呢？這些疑問的事實究竟如何呢？透過實際的書目計量學的研究分析才能得到最可靠的結論。

在文獻老化的研究方法上，萊恩以及桑迪森於1974年合著的文獻老化評論的文章中將歷年來關於文獻老化的測量方法歸納成二種，一種是同時法(Synchronous)；一種是歷時法(Diachronous)。同時法是比較常見的文獻老化研究方法，主要在分析一群特定文章其引用參考文獻的出版年代；歷時法則是利用引用文獻索引工具直接觀察一群文獻出版後至今被引用的情形。有許多文獻企圖檢驗同時法及歷時法二者在研究結果上是否有很大的差異，有些研究認為二者並無差異，有些則認為二者並不相等。而究竟同時法與歷時法是否相等？本研究將同時採用二種研究方法。

基於上列陳述，本研究旨在探討電腦科學文獻老化的實際情況，並從電腦科學文獻老化的分析中，實際比較同時法與歷時法的差異，以提供圖書館之資訊服務、圖書館學及資訊科學研究者、資料庫製作者以及電腦科學專家參考。而由於電腦科學領域下包涵了許多主題，受限於人力及時間，本研究僅選擇此領域下電腦作業系統及電腦網路技術兩種主題為研究對象，因此本研究之具體目的如下：

(一)分別以二種文獻老化測度方法分析電腦科學文獻老化現象，以瞭解下列問題：

1. 在電腦科學領域中，電腦作業系統及電腦網路技術二種不同主題文獻之同時法老化現象。
2. 在電腦科學領域中，電腦作業系統及電腦網路技術二種不同主題文獻，同時法老化現象之差異，以及利用同時法所測得之「引用文獻中數」之差異。
3. 在電腦科學領域中，電腦作業系統及電腦網路技術二種不同主題文獻之歷時法老化現象。
4. 在電腦科學領域中，電腦作業系統及電腦網路技術二種不同主題文獻，歷時法老化現象之差異，以及利用歷時法所測得之「半衰期」之差異。
5. 在電腦作業系統主題下，分別利用同時法及歷時法所測得之文獻老化情形之差異。
6. 在電腦作業系統主題下，分別利用兩種文獻老化測度方法所得之文獻衰退分佈之一致性。
7. 在電腦網路技術主題下，分別利用同時法及歷時法所測得之文獻老化情形之差異。
8. 在電腦網路技術主題下，分別利用兩種文獻老化測度方法所得之文獻衰退分佈之一致性。

(二)根據研究結論，針對相關單位及人員提出建議，建議對象及事項如下所述：

1. 對圖書館及資訊中心提出對相關主題文獻管理之建議；

2. 對圖書館及資訊中心提出對相關主題資料淘汰工作之建議；
3. 對資訊研究者提出建議；
4. 對相關主題資料庫製作者提出建議；
5. 對讀者之建議；
6. 對文獻老化之有效研究方法提出建議。

### 三、研究結果

本研究對電腦科學領域文獻所測得的老化現象包括：在同時法研究結果中，電腦作業系統文獻引用年齡中數低於電腦網路技術文獻，且兩種主題文獻平均引用年齡中數有顯著差異；在歷時法研究結果中，電腦作業系統的平均半衰期略低於電腦網路技術，且兩種主題文獻平均半衰期並無顯著差異。而在同時法及歷時法的比較結果下，在電腦作業系統及電腦網路技術兩種主題文獻下，同時法及歷時法老化現象皆不一致，因此在電腦科學領域下，同時法與歷時法是不相同的。

就同時法研究結果討論，在本研究中，電腦作業系統文獻引用之參考文獻年代分佈在 1943 年至 1998 年之間，電腦網路技術文獻引用之參考文獻年代則分佈在 1963 年至 1998 年之間；而從電腦作業系統及電腦網路技術的演進來看，在 1940 年代進入作業系統的第零代，1960 年代計算機開始以即時與分時系統為主流後，網路技術漸漸被世人所重視。上述關於引用參考文獻年代的分佈及兩種技術的發展演進，說明了二種主題文獻所引用的文章事實上是涵蓋了電腦作業系統及電腦網路技術整個發展期間(1940-1998 及 1960-1998)，只是年代較久遠的文章被引用的機率較低，新穎度較高的文章被引用機率較高。就整體引用參考文獻年代來看，電腦作業系統及電腦網路技術重視具新穎性的資訊，但有一些文章卻是青春永駐，雖然發表年代距今已久遠，仍具被使用或引用的效用。從這一點可以推測文獻的衰老與否，應與文獻所研討的主題有著十分密切的關係。

就電腦作業系統及電腦網路技術兩種主題文獻引用參考文獻年代的分佈曲線來

看，兩者引用參考文獻數量最多的年代分別出現在 1996 年及 1995 年，也就是距樣本文獻出版年代第三年至第四年的文獻。根據布魯克斯及其他學者的早期的研究結果顯示，在同時法研究結果中，通常被引用頻次最多的參考文獻是距樣本文獻出版年代前二年（第三年）的文獻 (Brookes, 1973, p.29)。本研究中以同時法所測得之文獻老化結果與先前的研究結果頗為接近。

就歷時法研究結果討論，在歷時法的研究結果中，有三個矛盾現象值得討論：先就電腦作業系統及電腦網路技術兩主題文獻逐年被引用數量的分佈曲線來看，兩者皆是在引用次數達最高點後開始下降，但事實上十年的觀察時間中，尚未十分明顯地看出文獻衰退的情況。既然在觀察的十年中並無明顯的文獻衰退現象，表示兩主題文獻老化速度並不快；但從兩主題文獻的平均半衰期來看，兩者卻都不超過五年，根據此數據又顯示兩者的文獻老化速度相當快。

第二個矛盾現象則是在同一主題下，1989 年至 1998 年十年的觀察時間範圍中發現，以同時法測得的文獻老化速度快於以歷時法所測得的文獻老化速度；但兩種主題同時法的平均引用年齡中數皆數大於歷時法的平均半衰期，又顯示以歷時法所測得的文獻老化速度快於同時法。

此外，在同時法中，電腦作業系統的引用年齡中數大於電腦網路技術，在歷時法中卻正好相反，且兩種主題文獻平均半衰期的 T 檢定結果並無顯著差異，這是第三個研究結果上的矛盾現象。

造成上述三種矛盾現象的可能原因即是對歷時法樣本文獻被引用的觀察時間不足，而無法得到明確的文獻老化現象。歷時法研究中所分析的樣本文獻只涵蓋了十年的範圍，因此半衰期會較短，並且低於同時法所測得的引用年齡中數是必然的現象。在歷時法研究中，兩種主題文獻被引的觀察時間僅十年是不足夠的，若能延長觀時間，平均半衰期應會再延長，兩主題文獻老化的差異也會顯現。

就同時法與歷時法老化現象結果比較討論，在同時法與歷時法老化現象差異的

討論中，第二章文獻探討曾提到，1978年法羅茲巴伯對文獻老化同時法及歷時法，提出以下的觀念：同一學科、相同時間範圍的文獻老化研究，以同時法研究所得之老化率會較歷時法快速。本研究在比較同時法與歷時法老化現象之後得到相似的結果，雖然從引用年齡中數及半衰期的比較上來看，二種主題文獻的半衰期皆低於引用年齡中數，但造成這個結果的原因是因為同時法中分析的引用參考文獻涵蓋的年代可回溯至30年(電腦網路技術主題)甚至50年(電腦作業系統主題)前，但本研究歷時法所分析的樣本文獻卻只涵蓋了十年的範圍，因此，半衰期會低於引用年齡中數是必然的現象。但若只比較同時法與歷時法在1989年至1998年之間文獻衰退的情況，則顯示同一學科、相同時間範圍的文獻老化研究，歷時法文獻衰退率較同時法慢。

此外，同時法中電腦網路技術主題文獻的引用年齡中數低於電腦作業系統；但在歷時法中，電腦網路技術主題文獻的半衰期卻略高於電腦作業系統。同時法中，電腦網路技術文獻老化速度較快；而歷時法中，電腦網路技術文獻老化速度卻較慢。造成這個現象的可能原因如下：歷時法所測得平均半衰期可能因觀察時間太短而不夠準確，且半衰期4.31年與4.52年之間幾乎可以說是沒有差距，也許在延長觀察時間後，兩者之間的差距會更明顯，進而呈現電腦網路技術文獻平均半衰期低於電腦作業系統的情形。

至於同時法與歷時法兩者所測得的老化現象是否一致，本研究因為統計檢定結果發現同時法與歷時法兩者有差異，因此認為同時法無法完全取代歷時法來研究文獻老化現象。

從文獻老化研究過程來看，歷時法的整個研究過程完全依照文獻老化定義來進行，即是觀察一群特定及固定的文獻隨時間推移被引用或使用的衰退情形，對於研究者而言，分析的對象即是這一群固定的文獻，從頭至尾沒有改變過，整個研究過程與文獻老化定義吻合；而同時法則是以目前出版的文獻來分析其引用過去文獻的情形，這種方法雖被認為較容易執行，但

就其分析的對象來看，在同一個時間點上分析不同年代出版的引用參考文獻的數量分佈情形，這樣的分析對象並不能算是一群固定的文獻。而是以一群在不同年代出版的文獻來代替一群固定文獻，並且將引用參考文獻數量按年代分佈曲線的衰減變化替代固定文獻被引衰退的現象。因此在解釋同時法老化現象時，經常會將分析對象混淆，事實上，這樣的研究過程容易造成研究者的困擾。

本研究認為同時法與歷時法兩者有差異，同時法並不能取代歷時法來解釋一種老化現象。本研究因此傾向認同丁學東之理論，認為歷時法與同時法解釋的是不同的老化現象。利用歷時法可以確知一群固定文獻自出版後被使用或引用的時效性，也可以藉此瞭解某一種知識的效用或被使用情形的改變；至於半衰期則是文獻何時老化的一個指標，同時可以提供文獻管理者推測文獻在出版後經過幾年其被引用率將大幅降低，並做為對文獻保留期限或淘汰時機的參考。而同時法從另一個角度的所描述解釋的文獻老化現象，可以提供一些補充或修正圖書館館藏的訊息，例如用於瞭解作者較常引用的參考文獻之年代及引用參考文獻年代分佈之情形以提供圖書館或資訊中心檢查館藏年代是否能滿足研究者的需求，以及針對研究者的需求，補充被引用或使用次數較頻繁年代的文獻；至於文獻的引用年齡中數則可以提供圖書館及資訊中心做為館藏典藏年代的參考。

#### 四、參考文獻

##### 西文書目

- Bottle, R. T, Gong, Y. T. "A bibliometric study on the ageing and content typology relationship of the biochemical literature." Journal of Information Science 13(1987): 59-63.
- Brookes, B. C. "Numerical methods of bibliographic analysis." Library Trends 22(1973): 18-43.
- Budd, John. "A Citation Study of American Literature: implications for collection management." Collection Management

- 8(2)(1986) : 49-62.
- Burton, R. E. and Kebler, R.W. "The 'Half-life' of Some Scientific and Technical literatures." *American Documentation* 11(1960):18-22.
- Culnan, Mary J. "An analysis of the information usage patterns of academics and practitioners in the computer field : a citation analysis of a national conference proceedings." *Information processing & management* 14(6)(1978) : 395-404.
- Cunningham, Sally Jo and Bocock, D. "Obsolescence of Computing Literature." *Scientometrics* 34(2)(1995) : 255-262.
- Diodato, Virgil and Smith, Fran. "Obsolescence of music literature." *Journal of the American society for information science.*" 44(2)(1993) : 101-112.
- Egghe, L. "The influence of Growth on Obsolescence," *Scientometrics* 27(1993) : 195-214.
- Emerson, William L. "Adequacy of Engineering Resources for Doctoral Research in a University Library." *College and Research Libraries* 18(Nov. 1957) : 455-504.
- Gapen, D. Kaye and Milner, Sigrid P. "Obsolescence." *Library Trend* 30(1981) : 121-122.
- Garfield, E. "Citation analysis as a tool in journal evaluation." *Science* 178(1972) : 471-479.
- Gosnell, Charles F. "Obsolescence of Books in College Libraries." *Collection Management* (2)(1978) : 167-182.
- Griffith, Belver C. et al. "The Aging of Scientific Literature : a citation analysis," *Journal of Documentation* 35(1979) : 179-197.
- Griscom, Richard. "Periodical Use in a University Music Library : a citation study of theses and dissertations submitted to the Indiana university school of music from 1975-1980." *The Serials Librarian* 7(3)(1983) : 35-52.
- Hertzfel, Dorothy Hoffstetter. "Bibliometrics, History of the Development of Idea in : Statistical bibliography, or bibliometrics." in *Encyclopedia of library and information science v.42* (New York : Marcel Dekker, 1987).
- Institution of Electrical Engineers. *INSPEC Presentation Workbook* (Stevenage Herts : IEE, 1998).
- Kent, Allen, et al. *Use of Library Materials : the university of Pittsburgh study v.9* (New York : Marcel Dekker, 1979) .
- Lawani, S. W. "Obsolescence of American and French Agronomic Literatures." *Journal of Librarianship* 7(Jan. 1975) : 12-30.
- Line, Maurice B. "Changes in the use of literature with time : obsolescence revisited." *Library Trends* 41(Spring, 1993) : 665-83.
- Line, Maurice B. and Sandison, Alexander. " 'Obsolescence' and Changes in the Use of Literature with Time." *Journal of Documentation* 30(1974) : 283-350.
- Motylev, V. M. "The Main Problems of Studying Literature Aging." *Scientometrics* 15 (1989) : 97-109.
- Musib, S. K. "Age of Literature Studies in Phycology." *IASLIC Bulletin* 33 (1988) : 15-18.
- Orr, R. H., et al. "Development of Methodologic Tools for Planning and managing library services II : Measuring a Library's Capability for Providing Documents." *Bulletin of the Medical Library Association* 56(1969) : 241-267.
- Peritz, B. C. and Sor, Dina. "The Use of Libraries by Graduate Students in Psychology as Indicated by Citations." *Collection Management* 12(3/4)(1990) : 12-15.
- Price, D. J. de Solla. "Citation measures of hard science, soft science, technology and nonscience." In *Communication among scientists and engineers*, eds. C. E. Nelson and D. K. Pollack. Lexington, Massachusetts : D. C. Heath, 1970 : 1-22.
- Riordan, Paul J. and Gjerdet, Nils Reer. "The Use of Periodical Literature in a Norwegin Dental Library." *Bulletin of Medical Library Association* 69(Oct.

- 1981) : 387-391.
- Rouse, Sandra H. and Rouse, William B.  
 "Analysis of Monograph Obsolescence at Two Levels of an Interlibrary Loan Network." *Information Processing and Management* 15(1979) : 219-225.
- Smith, Linda C. "Citation Analysis." *Library Trends* 30(1)(1981):83-106.
- Stinson, E. Ray. Diachronous VS. synchronous study of obsolescence. Ph.D. dissertation, University of Illinois at Urbana-Champaign, 1981.
- Stinson, E. Ray and Lancaster, F. W.  
 "Synchronous versus diachronous methods in the measurement of obsolescence by citation studies." *Journal of information science* 13(2)(1987) : 65-74.
- Tsay, Ming-Yueh, The Relationship Between Journal Use in a Medical Library and Citation Use. Ph.D. dissertation, University of Illinois at Urbana-Champaign, 1996.
- Wallace, Danny P. "The relationship between journal productivity and obsolescence." *Journal of the American Society for Information Science* 37(3) (1986) : 136-145.
- Weinstock, M. "Citation indexes." In *Encyclopedia of Library and Information Science* vol.5, p.16-40. New York : Marcel Dekker, 1971.
- Weiss, P. *The Growth of Knowledge : readings on organization and retrieval of information*, New York : John Wiley, 1967.
- 中文書目
- 丁學東，*文獻計量學基礎*(北京：北京大學出版社，1993)。
- 王崇德，*文獻計量學教程*(天津：南開大學出版社，1990)。
- 何光國，*文獻計量學導論*(臺北市：三民，民83年)。
- 吳明德，*我國公立大學圖書館支援研究所學術研究之探討* (行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告 NSC 76-0301-H002-13，民76年)。
- 林子慰，*作業系統概論* (臺北市：中央圖書，民75年)。
- 周曉雯，*我國臺灣地區化學期刊引用文獻老化之研究* (臺北市：漢美，民83年)。
- 洪丁賀，*計算機網路與資料通訊* (臺北市：松崗，民76年)。
- 俞培果，「文獻老化現象研究的歷史評總」，*中國圖書館學報* 4 (1997) : 頁44-47。
- 張兆旭，*電腦網路入門與 ISDN 多目的界面* (臺北市：松崗，民82)。
- 張紹勳，林秀娟，*SPSS For Window 統計分析：初等統計與高等統計*(臺北市：松崗，民84)。
- 張無忌，*天啊！Excel 97* (臺北市：松崗，民86)。
- 趙坤茂，*作業系統導論* (臺北市：松崗，民80年)。
- 傅雅秀，「以文獻引用分析評估海洋學期刊」，*教育資料與圖書館學* 27(Spring 1990)，頁311-322。
- 歐陽少華，「中文生物學期刊文獻老化的分析」，*情報科學* 8 (1987)，頁32-35。