圖書資訊學刊　第22卷第1期　（2024.6）　頁91-132
https://doi.org/10.6182/jlis.202406_22(1).091

知識空間中的資訊路徑

Information Paths in Knowledge Spaces

劉宛育[1]　侯君昊[2]
Wan-Yu Liu[1], June-Hao Hou[2]

摘　要

本研究回顧人類在口語文化、書寫文化和位元文化中（知識分別以口語言說、書面文字和位元訊號的型態呈現）如何穿越知識的密林。如果將資訊的概念加以空間化，將眾多資訊所在之處視為一廣大的空間，「資訊路徑」可視為在資訊空間中「尋找到特定的資訊」所需要的定位和移動的策略。人類在知識文明的長河中發展出不同的方法和工具以因應超量的訊息，協助使用者尋找所需的資訊，而資訊在資訊空間中被組織的方式是否具備可供參照的秩序或結構，在資訊重返的過程中至關重要。本文分別從前述三種文化脈絡下各具代表性的知識管理系統——亦即記憶術、圖書館學和電腦科學的觀點，探討西方文明的知識空間中資訊被組織、儲存和提取的方式。

關鍵字：資訊路徑、空間隱喻、知識組織、資訊重返

Abstract

Throughout history, human beings have developed a variety of strategies to traverse the enormous knowledge space and locate specific information. Taking metaphorical use of space as a means of conceptualizing information, namely where numerous information reside could be regarded as a vast space, and the trail navigating through the space to find information could be seen as an information path. The referenceable order or structure within information space is crucial in the process of information revisiting. From oral culture, written culture to bits culture, the research intends as a review of diverse methods of information organization, storage and retrieval developed in Western civilization. By looking at representative knowledge management systems in the three cultures, the discussion would be approached from the perspectives of mnemotechnics, library science and computer science.

Keywords: Information Path; Spatial Metaphor; Knowledge Organization; Information Revisiting

[1] 國立陽明交通大學土木工程研究所建築組
Department of Civil Engineering, National Yang Ming Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan
[2] 國立陽明交通大學建築研究所
Graduate Institute of Architecture, National Yang Ming Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan
* Corresponding Author: 侯君昊June-Hao Hou, E-mail: jhou@arch.nycu.edu.tw

臺大學術期刊資料庫

Extended Abstract

1. Introduction

Humanity has undergone several information technology revolutions throughout its history. New media and tools have emerged that have advanced knowledge and have also led to the challenge of information overload. Furthermore, new technologies and methods introduced to solve problems have led to new concerns. Humans have developed various strategies for systematically managing knowledge and improving its accessibility. These strategies, each with its own applicability and limitations, are closely related to the form(s) of knowledge prevalent at the time the strategy was proposed. The current study provides a theoretical understanding of these historical developments from a spatial perspective.

Bond (2020) claimed that humans are spatial in mind as well as body; Tversky (2019) suggested that "spatial thinking" is the foundation for all thought. Piper (2012) considered the sense of the "pathway" to be one of the oldest forms of human understanding and our mental thought mirrors how we make our way physically through the world. Because the brain regions activated when humans navigate conceptual knowledge are highly similar to those activated during spatial navigation (Constantinescu et al., 2016), "navigation" has become the most common metaphor for moving through physical and virtual spaces of information (Connor, 2019).

Considering the contexts of oral culture, written culture, and bits culture, this study reviewed the diverse systems or methods of information organization, storage, and retrieval developed by Western civilization in the fields of mnemotechnics, library science, and computer science.

2. In Mnemotechnics

When retrievable information media were scarce or difficult to access, members of oral cultures developed elaborate and sophisticated mnemotechnics or memory systems that enabled them to retain and share ideas. Before the widespread adoption of writing, people relied on the art of memory as a form of inner writing. Things that needed to be remembered were converted into mental images and stored in places in a fixed order. People often walk through places in reality or in their imaginations to recall these stored images when necessary.

Loci-based mnemonics are divided into two main categories. In the first category, information is grounded in real locations, which are either organized linearly or in a network. Examples of this would be the memory palace used by the ancient Greeks; pathways through the landscape,

Note. To cite this article in APA format: Liu, W.-Y., & Hou, J.-H. (2024). Information paths in knowledge spaces. *Journal of Library and Information Studies, 22*(1), 91-132. https://doi.org/10.6182/jlis.202406_22(1).091 [Text in Chinese].
To cite this article in Chicago format: Wan-Yu Liu and June-Hao Hou, "Information paths in knowledge spaces," *Journal of Library and Information Studies* 22, no. 1 (2024): 91-132. https://doi.org/10.6182/jlis.202406_22(1).091 [Text in Chinese].

臺大圖書館期刊資料庫

such as those of Australian songlines or dreaming tracks, Native American trails, and Inca ceques; and the atlas of Inuit trails and place names. The second category involves a fixed number of places in a fixed order that can express two-dimensional or higher-dimensional information space. Examples of this would be the astrological decans of Metrodorus, ars combinatoria of Ramon Llull, Giulio Camillo's memory theatre, and the mnemonic wheel of Giordano Bruno.

According to Manuel Lima (2014/2020), the tree was an obvious graphical choice for representing the art of memory. In the high Middle Ages and thereafter, tree diagrams gradually became a standard for study and memory (Tversky, 2019). The importance of the art of memory dwindled during the Renaissance and witnessed its last outpost in the 17th century (Yates, 1996/2007).

3. In Library Science

The invention of alphabetic writing systems, the widespread availability of affordable paper, and advancements in printing all contributed to a rise in literacy and the first wave of information overload.

Between the Renaissance and the start of the 17th century, the function of commonplace books evolved from memory prompts to containers of information for later retrieval (Yeo, 2007). Several scholars and naturalists dedicated themselves to identifying more flexible ways of accessing, storing, and retrieving information than the bound and structured commonplace books (Charmantier & Müller-Wille, 2014). For example, some used paper slips or loose sheets. Commonplace books and excerpts became searchable because of the addition of headings and page numbers and the use of alphabetical or topic-based sorting (Flanders, 2020). Printed reference books, such as encyclopedias, abridgments, summaries, collections, and compilations, played a crucial role in addressing the problem of knowledge overproduction (Blair, 2010).

As exemplified by the colophons of Mesopotamian tablets and Callimachus' Pínakes for the Great Library of Alexandria, the desire to organize knowledge has consistently been a driver of innovation. Several methods emerged over time for organizing ever-growing collections. Such methods included printed bibliographies, cataloging slips, bound guard-book catalogs, and the card catalog. The development of the Dewey Decimal Classification system revolutionized the manner in which libraries categorize and shelve their books. To accommodate the ever-expanding realm of knowledge, Paul Otlet and Henri La Fontaine proposed the Universal Decimal Classification as an alternative system. Paul Otlet proposed groundbreaking concepts, including the Mundaneum, réseau mondial, and Mondothèque, that profoundly challenged how the world conceptualized and interacted with knowledge.

Historically, libraries relied on bibliographies to guide users to the spatial location of the book of interest. Catalogs and indexes further divided book contents into accessible units. However, Otlet's monographic principle and Luhmann's Zettelkasten materialized the concept of extraction as cards organized through numbering systems. Microfilm-based devices, such as Mondothèque and Memex, led to information retrieval no longer being limited by physical carriers and enabled users to navigate the information space with greater freedom. These technologies paved the way for the digital age.

臺大學術期刊資料庫

4. In Computer Science

The establishment of the Advanced Research Projects Agency and its subordinate Information Processing Techniques Office in the 1960s were pivotal in the development of information technology. These developments prompted people to envision the future of librarianship, or more broadly, to envision a future in which the storage, organization, and retrieval of knowledge would be assisted by computing technology. J. C. R. Licklider's 1965 publication *Libraries of the Future* and Douglas C. Engelbart's 1962 report *Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework* exemplify this.

From knotted strings to books, humanity's efforts to externalize memory have consistently relied on individuals using their innate sensory systems (mainly vision) to directly interpret stored information. However, the invention of electronic word-processing systems marked a paradigm shift. Information storage and display became separate entities. People could no longer directly read data, which were stored on storage media, such as punch cards, magnetic drums, tapes, and disks. This separation necessitated intermediary devices and interfaces for human interaction and comprehension.

In the current era of rapid technological advancements and tool evolution, the storage and organization of information are defined by the characteristics and limitations of the information carrier. Information retrieval in modern systems typically relies on positioning mechanisms involving location codes or identifiers, such as the serial numbers of Engelbart's edge-notched card system, reference codes of magnetic tape Selectric machines, and tumbler addresses of Ted Nelson's docuverse.

Bush's Memex, Luhmann's slip-box system, Douglas Engelbart's dynamic knowledge repositories, and Ted Nelson's Project Xanadu have all profoundly influenced the development of knowledge management tools and platforms that empower modern individuals and organizations. The digitization of information has led establishing relationships between information nodes to become both easy and inevitable, resulting in a network of countless branching paths.

5. Conclusion

As Kevin Kelly (2010/2012) pointed out, science is built to increase the order and organization of knowledge through techniques and methods for manipulating information that enable it to be "tested, compared, recorded, recalled in an orderly fashion, and related to other knowledge." (p. 335) From the sequence of loci constructed using the art of memory; associative trails formed through Memex; to all systems organized in alphabetical order (e.g., excerpt cabinets and card catalogs), numerical order (e.g., decimal classification, call numbers, serial numbers of punch cards, and tumbler addresses), and mixed order (e.g., numbering system of Zettelkasten), how knowledge is organized reflects the prevailing worldview of the time. The establishment of "order" not only enables information to be located, traced, and retrieved but also establishes relationships between units of information.

Because knowledge is fragmented in the social media era, the information landscape for knowledge workers has become incredibly diverse and intricate. Navigating the enormous information space without becoming lost is a crucial challenge. The personal work environment

臺大學術期刊資料庫

has become a battleground for our attention, where the physical world of overflowing books and documents clashes with the digital realm of interfaces. The history of human knowledge organization, storage, and retrieval is also a history of offloading and externalizing memory inventories. Information revisiting strategies established by researchers from different fields and different eras have their applicability, adaptability, and limitations in different situations, and understanding this might benefit contemporary knowledge workers. The "information path through information space" metaphor extends beyond knowledge space, offering a valuable framework for exploring and navigating other types of information spaces in future research.

壹、前言

自中世紀以降，人類經歷了數次資訊技術革命，隨著印刷術、電報、電話、無線電、電腦和網路的問世與盛行，新的資訊傳播媒介與工具促進了知識的成長，資訊超載（information overload）的挑戰也隨之而來。每個時空當下相對「新的」科技和方法，既帶來解決問題的希望，也引發新的質疑：蘇格拉底（Socrates, 470–399 B.C.）擔憂人們仰賴書寫形式而使記憶能力弱化（Plato, 2003）；萊布尼茲（Leibniz, 1646–1716）抱怨不斷增加的書籍終將造成無法克服的混亂（Wiener, 1951）；狄德羅（Diderot, 1713–1784）煩惱無止盡增加的著作使人迷失（Diderot & d'Alembert, 1755）；歷史學家Carl Bridenbaugh（1963）擔心使用資訊處理機器和「可怕的投影掃描設備」（頁322）代替閱讀的學者將不再有時間去細思舊時可靠資料的意義；人文科技學家Lewis Mumford（1970）則對暴增的微縮膠卷提出警告。

乃至於今日，用來回應資訊超載現象的網路搜尋工具本身同樣受到全面的檢視和批判。近年來，科技評論家和學者們從認知神經科學的角度，揭示線上搜尋和數位媒介對深度思考和知識內化造成的負面影響（Carr, 2010; Spitzer, 2012; Wolf, 2018），於是，使心智得以專注、記憶得以固化的深度閱讀行為再次被推崇。遺憾的是，「資訊檢索」（information retrieving）再快，也無法取代個人直接在腦中檢視知識並隨自己的步調進一步聯想相關文獻（Mumford, 1970, p. 182）。從憑藉人腦記憶到將記憶庫存外部化的不同載體（註一），人類在歷史的長河中發展出各種系統性地組織知識、使其可為人所用的策略，各有其限制及有效性，並與當時「知識的型態」密切相關。基於研究者過去在空間領域的背景，本研究期能從空間化的觀點建立對此歷史發展的理論性認識。

心理學家Barbara Tversky（2019）主張「空間思考」（spatial thinking）根植於我們在空間中的感知與行動，是所有抽象思考的基礎和我們存在的核心，畢竟我們一直活在空間裡，在空間中探索基本上就是生存（頁142）。如果說思考的最小單位是兩個概念之間的連結，概念空間中的概念就像現實空間中的地點，我們的心創造出用來記得東西

臺大學術期刊資料庫

相對位置的空間框架，也能用來記得各組概念的關係，概念之間的連結就是連接兩個地點的路線。Piper（2012）認為「路徑感」是人類理解的最古老的形式之一，我們的心智思維反映了我們的身體如何實質地穿越這個世界。

心理學與人類行為研究專家Michael Bond（2020）認為人類在心理與生理上都是空間性動物，人類從一開始就是尋路人，導航與空間意識可說原本就存在我們的遺傳基因裡（頁9）（註二）。根據神經生理學領域的研究，人類海馬迴和內嗅皮質中用來構成定位系統與導航系統的位置細胞（place cells）和網格細胞（grid cells）之間的相互作用可能是大腦得以儲存大量資訊的基礎（Moser et al., 2008），人類在概念性知識中導航時所活化的大腦區域與空間導航過程中活化的那些區域高度雷同（Constantinescu et al., 2016），作為空間認知基礎的網格細胞也被用來記憶資訊、統整不同類型的知識（Bond, 2020）——如今導航（navigation）已經成為在物理或虛擬資訊空間中移動時最常出現的隱喻（Connor, 2019, p. 293）。

如果將資訊的概念加以空間化，亦即將眾多資訊所在之處視為一廣大的空間，「資訊路徑」可視為在資訊空間中「尋找到特定的資訊」所需要的定位和移動的策略及穿越此空間時所形成的軌跡。資訊的重返——亦即重新回到既存資訊的所在之處——涉及知道資訊在哪裡以及如何逐步前往，而資訊在資訊空間中被組織的方式是否具備可供參照的秩序或結構，在此過程中至關重要。

因紐特人（Inuit）為了在無垠的地景中找到攸關生存的資源，透過口語傳承代代相傳的地名和小徑是傳統地理知識庫的一部分，其中描繪的路徑提供了前往鄰近區域、狩獵場域和捕魚場的指引（Aporta, 2009）；在數位環境的使用者介面中，「桌面」和「檔案路徑」等空間隱喻無所不在，為了找到特定的檔案，我們如同因紐特人一樣儘可能記住檔案名稱或層層套疊的檔案目錄結構，以便能在需要的時候前往。

本文將以西方文明為主軸，回顧人類在口語文化、書寫文化和位元文化中（知識分別以口語言說、書面文字和位元訊號的型態呈現）如何穿越知識的密林。由於知識型態的特性和限制，人類在口語文化、書寫文化和位元文化中的脈絡下分別發展出不同的方法和工具，以因應超量的訊息。以下將從三種脈絡下各具代表性的知識管理系統——亦即記憶術、圖書館學和電腦科學的觀點，探討知識空間中資訊被組織、儲存和提取的方式。

貳、從記憶術觀點看資訊路徑

安排有序乃是牢固記憶的要件。

——Frances A. Yates（1966／2007，頁14）

對原初社會口語文化的成員而言，因為不存在或難以取得可供查閱的資訊媒材，各種精密而錯綜的記憶術（mnemotechnics）——從澳洲原民的「歌之路」（songlines）到希臘人的「記憶宮殿」

臺大學術期刊資料庫

（memory palace）——被發展出來，用以記住思想並向他人表達重述。

雖然希臘人所改良的字母系統對書寫文化影響至深，對蘇格拉底這樣的雄辯之士和許多與他同時代的希臘人來說，口說是知識和表達最為精細複雜的形式（Trubek, 2016, p. 23）。蘇格拉底認為仰賴書寫的形式來保存知識會使人依賴寫下來的東西而變得健忘，只有透過記憶才能將概念內化並予以深化（註三）。在書寫普及前的古典時期，人們仰賴如同內在書寫行為的記憶藝術記住事物，藉由「影像」（images/imagines）將想要記住的事物寫入準備好的「場所」（places/loci）中。

研究古典記憶術的通則，首先是銘記一系列多樣的場所或位置，接著將欲記住事物的影像——事物本身的具體形像或抽象概念轉換而成的符號——依序放置其上；當需要取用記憶的時候，在腦海中憑想像在空間中走動，依序提取儲存其中的影像。這種與場所緊密相關的記憶方法（method of loci）也被稱為「記憶宮殿」。影像所放置的場所可以是真實世界中的空間，像是自己熟悉的城鎮或曾造訪的教堂；或是出自既成的宇宙觀中層次分明、具空間秩序的場所系統，例如但丁式的天堂、地獄或黃道十二宮；亦或完全建構在個人想像力之上的虛構場所。

記憶術做為修辭學的一部分，是雄辯者用來增進記憶力的技巧。羅馬演說家經常利用場所和影像來鍛鍊記憶，以背下長篇的講稿。《獻給赫倫尼》（*Rhetorica ad Herennium*）是現存唯一古羅馬時代的記憶術專書，每部談論「記憶術」的著述只要涉及「場所、位置」和「影像」的法則、討論了「事物的記憶」和「詞語的記憶」，即是在重述《獻給赫倫尼》的概要和主題（Yates, 1966/2007）。

Frances A. Yates（1966／2007）在其記憶術經典專著《記憶之術》（*The Art of Memory*）中整理了《獻給赫倫尼》中的技巧記憶：

> 技巧記憶是憑藉場所和影像而確立的……場所是指記憶容易掌握的地點，例如房子、柱子與柱子之間的空間、拱門等等都是。影像是指我們想記住的事物的形狀、記號、幻影（頁19）。
>
> 我們如果想記住大量的素材，就必須備有很多場所位置。這些場所必須是連成一串的，必須按次序記住，這樣我們才能從連貫的場所中的任何一點開始，並且從這個點往前走或往後走（頁19）。

可以說，記憶術除了「場所」的建構和「影像」的放置，「回憶」的行為最關鍵的乃是場所和影像的「次序」。如果將腦海中所有的記憶場所視為資訊儲存的空間，場所上的影像為儲存其中、可被搜尋的資訊，技巧記憶的優點在於練就此工夫的人可以「從自己整組場所的任一點開始想，隨意往任何方向去搜尋記憶」（Yates, 1966/2007, p. 55）。記憶場所中的「任一點」即為資訊路

臺大學術期刊資料庫

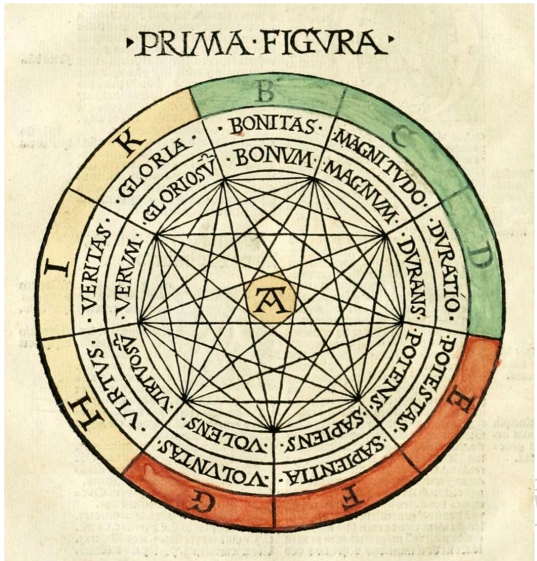
徑的起點，「往任何方向」則為資訊路徑展開的方向。

進入經院哲學時期，隨著知識的增進，記憶之術也大幅發展。天主教修會作為知識保存、複製與傳播的重要據點，中世紀的兩大記憶方法皆與修會有關：一是Albertus Magnus（1200–1280）和Saint Thomas Aquinas（~1225–1274）等道明會修士所繼承並轉型的古典記憶術；一是以方濟各修會的會士Roman Llull（1232–~1315）為名的「盧爾主義」（Lullism）的記憶術。

Llull打破了古典記憶術將知識以眾多影像安排在記憶用的建築物中的靜態設計，提出了可旋轉的同心圓圖形，圓環上標示著以上帝的尊號和屬形（善、宏大、永恆、威能、睿智、意志、德行、真理、榮耀）為基礎的九個字母（BCDEFGHIK），代表九個絕對真理，字母符號的意義依其在「創造之階梯」上的使用階層不同而各異（Yates, 1966/2007）（註四）。當圓環轉動時，便可以讀出B至K字母的組合，產生不同的概念組合及支持基督教教義所需的論據（Lima, 2017）。

在Llull於1305年所著《大藝術》（*Ars Magna*）所附的〈第一張圖〉（prima figura，見圖一）中，內圓周上的九個等距點之間以線段彼此相連，象徵外圓周的九個屬性相互關聯的可能性（Llull, 1517）。作為多重路徑的隱喻，這些線條說明Llull的圓盤是作為一個關係系統而不是靜態的屬性起作用（Fabrizi & Lucarelli, 2021, p. 7）——書頁上的圖形雖是靜態的，但圖形的運作是動態且組合多變的。

圖一　出自《大藝術》（*Ars Magna*）的第一張圖（Prima figura）



註：取自*Ars Magna, Generalis et Vltima* (fo.i.verso), by R. Llull, 1517, Per Jacobum Marechal calcographum.

臺大圖書館藏

相對於Llull使用抽象的幾何圖形和字母符號作為記憶影像，道明會修士Giordano Bruno（1548–1600）將古典記憶術中的影像與玄秘哲學結合，發展出具星辰意象與符咒性質的影像，並將影像放在Llull式圖形的旋轉圓輪上，完成了古典記憶術與Llull之術的融合（Yates, 1966/2007）。Bruno在1582年的著作《論概念的影子》（*De Umbris Idearum*）一書中表列了要被記憶的影像們，每個影像表包含分為30組的150個影像，並以拉丁字母加上希臘字母和希伯來字母等30個字母以及a、e、i、o、u等5個母音標示影像的位置。這些影像被放置在由五個可轉動的輪子構成的同心輪上，可以透過在腦海中轉動圓輪來建構和回憶不同的資訊（Bruno, 1868; Foer, 2011）。

Yates（1966／2007）基於《論概念的影子》書中所列的影像表繪製了Bruno「記憶之輪」的圖像，從中央輪到最外輪共有五圈；影像被劃入以字母標示的30個分隔部分，每個分隔部分又再分為5個以母音標示的次部分。Bruno記憶系統中的五個影像表（每個影像表各有30組共150個影像）所列的影像應該要按Llull的方式轉動。

據傳文藝復興時代的哲學家Giulio Camillo（1480–1544）為法國國王建造了一座以劃分記憶區段為目的的木造圓形劇場，將原本存在腦海中的記憶場所化為真實的建築。Camillo相信世界上存在一套可以系統性地代表全宇宙的符號，人類所能想像到的一切以及我們無法用肉眼所看到的一切事物，透過勤勉的沈思加以蒐集，便可藉由某些有形的符號來表達（Yates, 1966/2007, p. 171），只要記住影像便能理解所有事物之間的潛在關聯（Foer, 2011, p. 150），藉由這種結合了地點和影像的記憶術，得以記住人類所有的思想和全世界所有的事物。

這個劇場圍繞著一系列的影像構建而成，影像之下有著存放大量文件的抽屜和櫥櫃。Yates（1966／2007）根據1550年出版的《劇場要旨》（*Idea del Theatro*）書中的文字描繪，重建了Camillo的「記憶劇場」可能的平面圖：

> 這「劇場」高度上分七階漸進，以象徵七大行星的七條走道劃分開來。……他的七條走道上各有七扇門，門上裝飾著許多影像。……因為卡米羅劇場的功能與一般劇場是相反的，並沒有觀眾坐在場子裡觀看舞台上的演劇，只有一位「觀看者」站在本來該是舞台的位置上，面對本來的觀眾席，看著逐階高升的七層走道上七七四十九扇門呈現的影像（頁176-178）。

在高度上分七階漸進升高的七條走道所構成的記憶劇場中，Camillo以每條走道上的七片門扇作為假想的記憶場所，總共可容納49個記憶影像，並依古代劇場的慣例，最重要的事物安排在最低階的位置上。不同於古典時期記憶宮殿的使用者行走在一條想像空間的路徑上依序讀取其上放置的影像，記憶劇場的觀看者是以全觀的方式同時看到49個

臺大學術期刊資料庫

位置固定的影像，並根據階高和所屬走道予以定位。

如同Camillo在其劇場的第一階使用了七大行星的標誌，Jacobus Publicius（1482）的《修辭藝術梗概》（*Ars Oratoria*. *Ars Epistolandi*. *Ars Memorativa*）和Johannes von Romberch（1533）的《技巧記憶彙編》（*Congestorium Artificiose Memorie*）也使用了天界的自然秩序和宇宙分層作為記憶系統的基礎。占星術的符號經常出現在記憶術的圖像之中——早在西元以前，西亞的Metrodorus of Scepsis（145–70 B.C.）就以黃道十二宮的圖像為記憶場所來確保記憶的順序：

> ……占星者不但劃分黃道十二宮，而且分出三十六個十度距（decan），每個十度距包含十度，每個十度距各有一個對應圖像。麥卓多羅斯很可能在每個十度圖像之下湊集十個自造的背景（場所）。這樣他就有編號從一到三百六十的一系列場所可以操作了。只要花一點計算的工夫，他就能按數字找到任何一個場所（註五），而且因為是按數字順序排的，所以不會有場所流失之虞（Yates, 1966/2007, p. 61）。

西方世界對天界的秩序有既定的想像，正是這種明確且固定的秩序賦予該類型影像輔助記憶的能力。黃道十二宮原本就內含宮位的次序，每個星座包含三個十度距、每個十度距又各有十個可用的場所，共計360個依順序排列的場所位置，可視為一組以360個資訊節點依序連成的資訊路徑。

歐陸之外的原初口語文化，也在歷史文明的長河中各自發展出類似記憶宮殿的記憶技巧。Lynne Kelly（2016／2018）在《記憶密碼》（*The Memory Code*）一書中提出了「記憶空間」的概念，剖析了世界各地的原民文化如何在不使用文字的前提之下建構出百科全書式的知識系統，以地景空間結合口述記憶記下大量與生存相關的知識：

> 無論是澳洲文化的歌之路，或是美洲印第安人的荒野小徑，在世界各地被吟唱的大片土地，作用都一樣，都是一套組織化的歌謠系統，是該文化所有知識的整套目錄標題。歌謠與自然景觀之間做了定位連結後，無論是以實地或想像的方式來到景觀裡，人們都可以回想起那些歌謠。而當原民長老唱誦著他們的地名表時，在記憶中就可以看到那些地方的具體影像，同時聯想起和每個地方相關聯的資訊（頁44）。

澳洲原民長老將所至之處的地形景色與行走各線以風景敘事詩的方式吟詠成歌，透過在真實世界中行走或在虛幻世界中神遊，「歌之路」（songlines）保存了部族的傳說和知識——美洲印第安人的「古道」（trails）和印加人的「塞魁」（ceques）亦是如此。這些路徑以固定順序連接對部落具重要意義的地點，「藉著唱誦地景歌謠，原民可以找到從一個聖地通往下一個地點的方

臺大學術期刊資料庫

向，以及沿路的水窪、落腳處，和取得食物、原料的來源」（Kelly, 2016/2018, p. 37）。

Bond（2020）研究人類的尋路機制，在原民遊牧文化中，每一處土地或水源都有與其地理特色相符的名字，作為尋路的指標，使用地形特徵為地景命名為早期移居者提供了一套地理座標參考系統，讓人們得以在容易迷途的地域中識別方位，一系列的地名構成一連串的方向，只要熟記地名就能夠展開旅程（Bond, 2020, p. 12）。半遊牧原住民因紐特人自古以來就使用地名來描述土地、水和冰的不同特徵，小徑（trails）和地名是因紐特人傳統地理知識庫的一部分，透過口語傳承在因紐特人間代代相傳。人類學家Claudio Aporta（2009）編纂了因紐特人橫跨海洋、冰川與開放水域的小徑與地名的地圖集，藉由人類學和歷史證據證明在時間和空間上，存在一個連接大多數因紐特人定居點和加拿大北極地區重要地點的固定下來的小徑網絡，他認為其中描繪的路徑代表著空間的敘事，既是社交網絡也是旅行的座標系統，建立起因紐特人與鄰近居民、狩獵場域和捕魚場之間的連結（Aporta, 2009; Bond, 2020）。

綜上所述，以場所空間為基礎的記憶術有兩大類：第一大類以真實世界或想像中的真實世界為框架，將想要記住的資訊與該世界中的地點結合，並在地點與地點之間建立彼此關聯的順序，「記憶宮殿」與「歌之路」等原民記憶空間即為此例。其中相連的場所之間的空間關係是線性的，假設每一個場所即是一個資訊節點，資訊路徑從任何一點開始，只有兩個移動的方向：往前或往後；若不同資訊路徑之間有重疊的節點，則可彼此相連成更大的資訊網絡。此種類型的資訊路徑易於延伸新的資訊節點，具時間中的擴展性和變動彈性。

第二種類型的場所空間是定序且定量的。Camilo的「記憶劇場」有49個存放影像的場所，資訊路徑是二維的，使用者可以往左或右移動到另一條走道、或往上或下移動到另一層階高，每個資訊節點有四個移動的方向。Llull的圓盤加上旋轉組合的動作，視其同心環的數量，可以表達更高維度的資訊空間，場所的數量由圓盤的刻度而定。Bruno（1868）的「記憶之輪」和Metrodorus的占星術十度距（Yates, 1966/2007）各有750個和360個可用的場所，每個影像的位置能以二維或更高維度的座標系統去標示，但受限時當時記憶圖像表達的方式，在實際取用影像上並不會同時進行多個維度的移動，而是依場所層級由上而下逐一定位（前者的環次／三十個分隔部分／五個次分隔，後者的宮位／十度距／十個場所），運用上其實比較接近樹狀圖向下分枝的概念。

研究知識發展視覺史的學者Manuel Lima（2014／2020）主張對記憶術的研究有助於理解中世紀的圖像：記憶術的基本原則主要強調「視覺感受與空間定向的提升、圖像排序與位置的重要性，以及最終結合詞彙與價值觀產生聯想的能力」（頁29），由於樹木以成長和分裂為特徵的自然秩序、易於

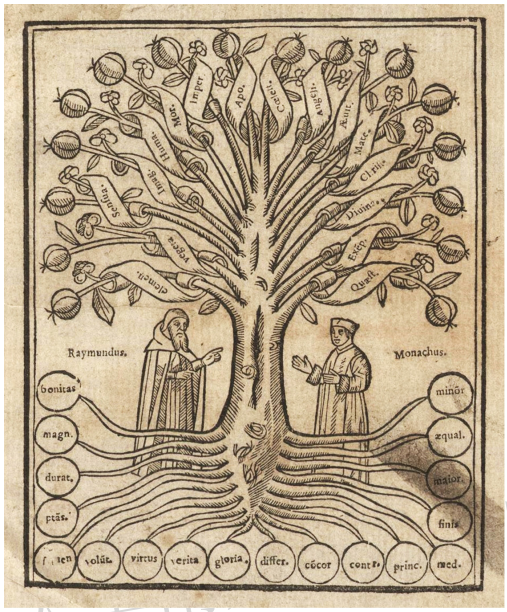
臺大學術期刊資料庫

理解的樹枝樹葉與果實的結構及所具備的多重寓意聯想，樹狀圖成為以圖像方式表現記憶術時的最佳選項（註六）。

Gontier（2011）認為從歷史發展來看，樹狀圖本身可以歸入更宏大的圖表類別，用於描繪世界上的自然和／或神聖秩序（頁515）。Lima（2014／2020）將知識論樹狀模型的起源回溯到亞里斯多德（Aristotle, 384–332 B.C.）對知識和自然界的分類；波菲利（Porphyry of Tyre, ~234–~305）引介亞里斯多德的《範疇篇》（*Categories*），以樹的型態展現知識層級，並以階層區分思想結構，可說是啟蒙運動中各種分類系統的基礎（Drucker, 2014）。Llull多數的作品都附有樹狀圖（如圖二），而作為想像知識系統關鍵隱喻的樹狀圖到中世紀中期以後逐漸成為學習和記憶的標準配備（Burke, 2000; Tversky, 2019）。

歷經古典時期、中世紀和文藝復興時代的發展，作為知識儲存與提取之用的記憶術到了文藝復興時代「在純粹的人文主義思想中式微了，卻在赫米斯知識傳統中大放異彩」（Yates, 1966/2007, p. 459），異教色彩愈發濃厚（註七）。Yates（1966／2007）認為17世紀已來到記憶術的最後一個哨站，記憶術從過去「記憶百科知識與映照整個世界的一套方法」（頁460）轉變成以發現新知識為目的、探索百科知識與宇宙的方法；到了《百科全書》（*Encyclopédie*）的時期「知識樹已經過修剪」（Burke, 2000, p. 115），知識的主題也經歷了多次的重組、分裂和重新分類。

圖二　《科學之樹》（Arbor Scientiae）中的樹狀圖



註：取自*Arbor Scientiae* (p. i), by R. Llull, 1515, Opera Gilberti de Villiers.

臺大圖書館藏

參、從圖書館學觀點看資訊路徑

> 每個座標上都有一本書，每本書都有一個座標。正如旅行者所見，一個景致開啟了許多可以看到更多景致的新地點；圖書館的一個座標引發許多後續相關的座標。一位將開始尋找書籍的圖書館員以按次序的跳躍方式穿越空間；路徑就是一連串的選擇。
>
> ——Kevin Kelly（1994／2018，頁410）

因應經濟規模成長所衍生的簿記需求、政權擴張所需的貿易及行政管理和日益複雜的知識體系，口語文化和口述傳統逐漸讓位給以文字為本的書寫文化，記載在泥板、竹簡木片、紙莎草到羊皮紙等耐久性表面上的文字自其他承載人類思想和儲存訊息的形態（像是繩結記事、符記棒、算石等記憶輔助物）中脫穎而出，成為知識記載與傳遞的主要格式。

書寫的發明使識字的人得以擴展訊息交流的時間和空間（Standage, 2013, p. 8），有很長的時間，人們透過反覆抄寫的行為交換情報、發表作品、傳遞思想。文字書寫和閱讀的能力最初僅掌握於社會少數精英階層手中，例如埃及王國的祭司或羅馬政治家的抄寫員。中世紀修道院裡的僧侶在繕寫室裡抄錄經文並製作宗教書籍，但只有皇宮貴族能夠負擔得起購書的費用；13世紀初之後，修道院不再是各式書籍的唯一生產者（Febvre & Martin, 1958），因應對非宗教性書籍的需求，其抄錄和生產的中心移往11世紀晚期興起的大學機構。

字母系統的發明減輕了學習寫字的難度，破壞了對書寫的壟斷；平價紙張的出現和古騰堡對印刷術的改良則破壞了中世紀修士以羊皮紙為基礎的智識壟斷（Briggs & Burke, 2002），書籍製作的成本大幅削減，降低了一般人擁有書籍的門檻，促進識字率的提高，知識的權力從教會僧侶和上層階級手中解放出來。

隨著新世界的發現、古代文本的重新發現以及印刷書籍的激增（Blair, 2010），人類整體的知識量有了爆炸性的成長；由於越來越多人學會讀寫，各式手寫文件也開始大量流傳（註八）。其中一種是名為摘記簿（commonplace books）的筆記本，使用者透過抄錄下詩文、語錄、講稿和其他各種有用的訊息加強對所抄寫內容的記憶，也當作自己的知識儲藏，在適當的時候再次取出使用，以應對超量的資訊。

在文藝復興時期，Erasmus（1466–1536）等人文主義學者把摘記簿當作訓練記憶的方式、是記憶的提示而非替代品；到了17世紀，摘記簿則已被視為儲存資訊以供日後檢索的容器（Yeo, 2007）——透過為摘記簿的內容添加標題（headings）、將標題依主題或字母分類並標出頁碼，使其「可被搜索」（searchable）（Blair, 2010; Flanders, 2020）。有些學者和博物學家致力於尋找比裝訂的、結構化的摘記簿更靈活的存取、儲存和檢索資訊的方法（Charmantier

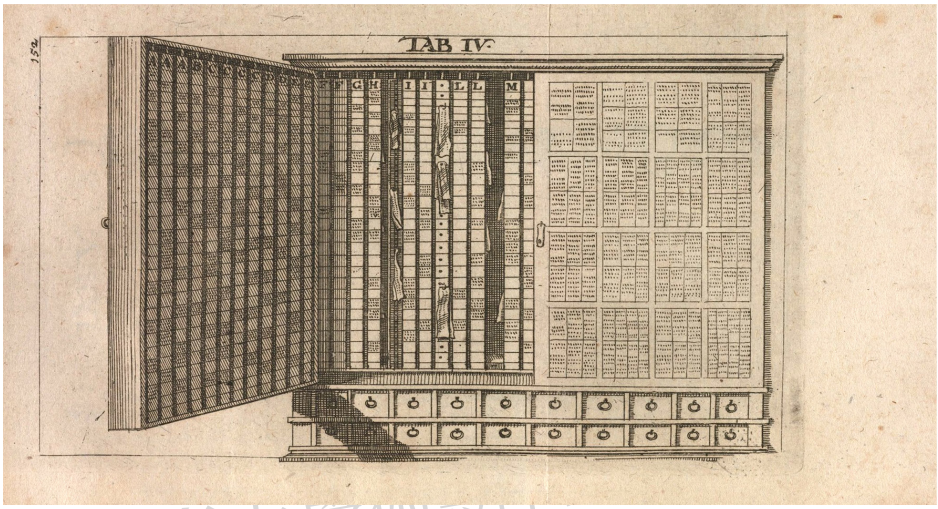
臺大學術期刊資料庫

& Müller-Wille, 2014），像是將手寫筆記切成紙條；甚至設計出專門用來歸檔、儲存和檢索摘錄內容的傢俱。漢堡學者Vincentus Placcius（1689）的著作《書摘藝術》（*De Arte Excerpendi*）就收錄了一張書摘櫃的插圖（圖三），可依對應字母順序的木桿和刻有關鍵詞的金屬板找到相關的摘錄內容。

13世紀知名學者Robert Grosseteste（1175–1253）曾開發一套用來整理自己龐雜的閱讀資料的系統，他製作了一份被稱作*Tabula*的表格，記錄下自己從天主教文獻或異教文獻中讀到的概念，並將相似的概念整合後標示存放位置方便日後查閱，透過分類歸納建立起知識的秩序；Duncan（2022）認為這即是現在所謂的「主題索引」，相對於精確的「語彙索引」（concordance）（註九），具備概念定義的模糊性及個人詮釋的主觀性。

16到18世紀的人文學者主要透過對古代文獻的研究來生產知識，對於無法取得完整文獻或親自遍覽群書的人來說，書籍節略、摘錄、選集、彙編等早期印刷工具書附帶的檢索方法讓讀者可以從中選擇自己感興趣的項目，進行查詢式閱讀（Blair, 2010）。百科全書類的工具書更進一步管理過剩的知識，確立該體裁概念標準的《百科全書》由Diderot和d'Alembert所編，是一本系統性定義科學、藝術和工藝術語的通用字典，其條目按字母排序，目的在於彙集分散於世界各地的知識（Diderot & d'Alembert, 1755, p. 635），作為一本百科全書，它必須盡可能地揭示人類知識的秩序和順序（Diderot & d'Alembert, 1751, p. i）。「Encyclopédie」一詞意指知識鏈（chain of knowledge），Diderot強調條目間相互參照的實用性，《百科全書》含括主條目、副條目和圖版圖

圖三　《書摘藝術》（*De Arte Excerpendi*）中收錄的書摘櫃插圖



註：取自*De Arte Excerpendi* (p. 152), by V. Placcius, 1689, Gottfried Liebezeit.

臺大圖書館

例等七萬多筆文本物件，透過數量可觀的交叉參照（renvois）系統建立起分散在不同條目下的知識類別間的互連關係，讀者透過交叉參照可以從一個出發點開始建立起許多聯繫（Blair, 2010, p. 171）。

德國學者Hermann von Helmholtz（1873／1881）認為目錄、詞典、名錄、索引、文摘及科學和文學年鑑等「應用工具」（appliances）的改善使得無法在記憶中攜帶的知識變得唾手可得（頁12）。不同於著重內容順序的目錄，經文辨析（distinctio）和索引等閱讀工具都是被設計來簡化閱讀過程，並提升書籍使用的效率，提供給讀者的不是各種路徑，而是非線性穿越文獻、瞬間移動到目的地的蟲洞（Duncan, 2022, p. 61）。

就在個人以各種精巧的方法努力組織自己的資訊庫存時，公眾圖書館的規模也隨著倍增的書籍而擴大，要在書架上找到特定的書變得比過去更加困難，對「目錄」的需求與日俱增。美索不達米亞的圖書館藏書目錄以泥板書的第一個句子區分內容並記錄下一塊泥板的第一個單字，同一部作品的不同泥板則編列順序號碼（Carr, 2010; Strout, 1956; Vallejo, 2019）；在亞歷山大圖書館工作的Callimachus（~305–240 B.C.）編纂的名為《表冊》（*Pínakes*）的館藏目錄也記錄了卷軸的第一個句子，並利用字母順序為作者及其著作排序（Vallejo, 2019）；後來的圖書館也出現依主題編目的做法。不論是易過時的印刷書目、可擴增的剪貼簿式目錄或撲克牌卡片目錄（Campbell, 2013），不同的圖書館員使用各自的方式組織藏書，讀者只能透過圖書館員取得所需書籍。

直到19世紀下半葉，圖書館的藏書管理才發展出標準化的通用系統。美國圖書館學家Melvil Dewey（1851–1931）提出的「杜威十進分類法」（Dewey Decimal Classification, DDC）創造出空間配置上的分類法，使用卡片索引加快了書籍被找到的速度。Dewey（1932）提倡所有的圖書館採用通用標準的分類方式及編號邏輯，讓數以千計的目錄和索引其中的相同編號都具有相同的意義，除了省去圖書館員自行分類的勞力，也讓讀者能夠在沒有圖書館員的協助下自行找到需要的書籍。

Dewey（1876）將人類知識領域分為十大類，以0～9的數字編碼；每大類之下再次分為十個子類別，數字後綴，依此類推。分類編碼達三位數後，後續的次分類則以小數點後的數字表示（註十）。Dewey（1899）進一步在分類系統中納入了助記法（mnemonics）的原則，有時候會調整編號的邏輯，以便於在沒有索引的時候查找書籍——例如義大利經常與數字5連結，在「歐洲歷史」（940）分類下佔據第五個區塊945（Italy），在「現代哲學」（190）分類下一樣是第五個區塊，亦即195（Italian Philosophers）；其他按語言或國家劃分的部分也是如此，像是語言類的450（Italian）和文學類的850（Italian Literature）（註十一）。

臺大學術期刊資料庫

藉由將知識進行通用的分類並賦予對應分類的編號，書本作為知識儲存的載體，在圖書館的空間中也有了明確的歸屬：書架上相鄰的書籍隸屬於同一個細分的子分類，同一座書架上的書籍之間的關聯性必然高於座落在其他書架上的書籍。原本抽象的知識架構和資訊關係得以在實體世界空間化，並濃縮在井然有序的卡片目錄中——卡片目錄由一系列尺寸完全相同的卡片構成，每張卡片對應圖書館中的一本藏書（註十二），可以按作者、題名或主題的字母排序，或是依索書號或日期進行歸檔。使全世界圖書館員將卡片目錄視為圖書館最偉大發明的一個重要特點是，它易於保持與時俱進和完美的秩序（Library Bureau, 1890, p. 13）。

Dewey的分類法繼承了「波菲利之樹」以樹狀結構表達知識架構的傳統，然而分枝型的分類法卻無法應付更龐雜多元的知識類型（像是運輸工具史或劇場心理學等複合性知識）的歸類。19世紀末，比利時圖書館學者暨資訊科學先驅Paul Otlet（1868–1944）與律師及社會學家Henri La Fontaine（1854–1943）合作，在「杜威十進分類法」的基礎上發展出具有組合性和多面性的「國際十進分類法」（Universal Decimal Classification, UDC，也稱為布魯塞爾分類法），用以進行各種多樣化的知識類型的編目。

為了提升編目的精確度和包容性，除了分類用的數字編碼，國際十進分類法也納入了一系列的連結符（註十三），例如：以加號（+）表達並列的概念，像是622 + 669代表「採礦及冶金」（Mining and Metallurgy）；以冒號（:）表達關係，像是17：7代表「與藝術有關的倫理」（Ethics in relation to art）等（Otlet, 1934）。在繪於1920年的國際十進分類法圖說中，Otlet以編號7：8 (44)《17》<04> = 5 的索引卡片為例，說明了對索引格式的構想。

Materials : Relation (Location)《Time》
<Form> = Language
主素材：關係符（地域符）《時間符》
<書類符> = 語言符

Otlet認為大多數的圖書館員過於著重在引導讀者找到書架上特定的作者或題名，而非實際含括在書籍中的內容，他主張資訊應該從書籍的物理限制解放出來（Wright, 2014）。對Otlet來說，書本是相對沒有效率的知識載體，適合被拆分為更有價值的資訊片段以方便抽取，甚至被更實用的圖形、圖表等圖像化的資訊所取代（Laaff, 2011）。Otlet意識到知識不只來自書本，也含括期刊、報紙、手稿、照片、地圖、小冊子、評論、專利、統計數據等其他媒材，以及紙本形態以外的影音素材（Otlet, 1934）。

故Otlet的分類法並不是以書籍為主要分類對象，而是以含括在書籍及其他各種媒材中的知識內容為處理單位。人類的所有知識不論其來源，最終可以根據「專題原則」（monographic principle）被分解成四類元素：事實、對事實的詮釋、統計資料和資料來源（Wright, 2014）。知識被零碎化、想法和事實從實體媒材中獨立出來，組織成更容易被搜尋、分析、提取及再格式化的通用

臺大學術期刊資料庫

系統（Rayward, 1990）——亦即3乘5英吋的索引卡片，每張索引卡片都有自己的國際十進分類編號。

在Otlet（1903／1990）理想中，資訊將被記錄在單獨的紙片或卡片上，而不受限於書冊中；藉由將這些紙片收集在一起，並根據可靠、精確和詳細分類的標題對它們進行分類和組織，我們將能創造知識的「通用之書」（universal book），一本永遠不會完成也不會停止生長的書（頁84）。Otlet認為新的「書」應該更易於查閱和處理，從而更有效率且更快速地提供資訊——換而言之，更加地「documentary」（Otlet, 1903/1990）。

Otlet一方面尋找所謂「書」的新形式，另一方面也探索將其他媒材和新興科技，例如膠卷、無線電和電視，應用在資訊檢索、組織及解析的可能性（van den Heuvel, 2008）。Otlet與比利時工程師Robert Goldschmidt（1877–1935）共同開發的標準化微縮膠卷，可用於複製書籍、期刊、報紙的內容，並以更節省空間的方式儲存（Goldschmidt & Otlet, 1906/1990）。Otlet希望使用標準尺寸的微縮膠卷製作龐大目錄的擴充版，將微縮膠卷文件與其附帶的卡片目錄條目並置，使用者可以細讀目錄、查閱索引卡並透過微縮膠卷當場調出所需的文件，而不必從圖書館的書架上取下實體紙本，目錄本身同時是參考書目也是資料源頭，可視為整合式的資料儲存及檢索系統（Wright, 2014, p. 101）。

Jeffrey Pomerantz（2015）引述Alfred Korzybski（1879–1950）「地圖非疆域」（The map is not the territory）的概念，主張圖書館利用比喻式的地圖，亦即目錄，作為圖書館藏書的簡化代表，目錄所提供的索書號對應資訊空間在圖書館中的位置，以便使用者從紀錄移往紀錄所描述的實際物件（頁13）。如果說過去的圖書館目錄提供的是從書籍的邏輯空間移往真實圖書館空間中特定位置的指示，索書號的分類與編號邏輯可預期對應到書架的排列關係與人們穿梭其間取書時的移動方式（註十四）；Otlet的系統則將代表資訊的目錄空間與資訊本身的內容空間合而為一。

於1910年啟用、座落於比利時首都布魯塞爾的「Mundaneum」即是資料儲存系統同時也是檢索系統的實例：Mundaneum的核心為一千兩百萬張依「國際十進分類法」分類的索引卡片，被整齊地收納在成排的木製抽屜櫃中。以提供全球知識檢索為其願景，Otlet創造出一種紙張加墨水的新工具，是今日可遠距查詢線上世界的前身（Thompson, 2013, p. 122），館藏的內容可根據主題、地區或關鍵字交互參照，任何人都可以透過信件或電報申請付費查詢。

位於布魯塞爾的Mundaneum只是Otlet龐大野心的其中一個節點，他真正的理想是將全球的知識統合為一，連結全球的圖書館、博物館、檔案館、大學和學術機構，建立一個跳脫國界和空間限制、可以無限制分享及傳播知識的網絡化知識中心，並採用

臺大學術期刊資料庫

通用的技術標準（亦即國際十進分類法）支援其運作。從地方書店到「世界城市」（Cité Mondiale）（註十五），由各種尺度和形態的Mundaneum節點所構成的「網絡」（réseau mondial）宛如安放著所有書籍與資訊的宏偉大廈（註十六），個人可透過名為Mondothèque的桌式工作站搜索儲存其中數百萬則相互連結的文件、影像和影音檔案（Wright, 2014）。

Otlet所描述的個人工作型態及個人與龐大資訊互動的方式，非常接近日後的發展：工作空間不再亂塞著各種類型的書，取而代之的是連結到電話的螢幕，待讀的頁面會出現在螢幕上，如果有好幾份文本與檔案必須同時查閱，螢幕會被分成兩半、四塊甚至十份（Otlet, 1934, p. 428）。作為個人的文件中心及知識生產的工具，Mondothèque配備著縮微膠卷閱讀器及電話、電視、收音機、留聲機和麥克風等可用於遠距存取資訊的電子儀器，透過機械式的索引和檢索工具，能夠精確定位儲存在縮微膠卷上的文件中的特定段落或個別事實，「透過明確的連結顯示文件之間的關係，並為管理這些連結的分類系統提供支援」（Wright, 2014, p. 238）。

使用個人工作站為複數文件建立連結並以多重螢幕並列顯示的構想，也出現在二十多年後Vannevar Bush（1890–1974）所設想的「記憶延伸機」（Memex，由memory和extender兩個單字組成），是圍繞著微縮膠卷閱讀器而設計的虛構個人資訊系統（Buckland, 1992）：

> 試著想像一種供個人使用的未來裝置，有點類似機械化的私人檔案櫃或圖書館。它需要一個名字，我索性稱之為「記憶延伸機」。記憶延伸機可讓使用者儲存他所有的書籍、記錄和通訊，並且完全機械化，因此能夠以超常的速度和靈活性存取。它相當於是使用者腦中記憶的擴大補充（Bush, 1945, pp. 106-107）。

作為個人記憶的擴充，Memex大部分的內容來自現成的可插入式膠卷，包括各種書籍、圖片、當前期刊和報紙；使用者的手寫筆記、照片、備忘錄和其他物件也可以拍攝到膠卷中儲存。存取的方式可透過常見的索引查詢：使用鍵盤輸入書本代碼，將標題頁投影到指定的螢幕位置上，並以控制桿調整翻頁的方向和速度；按下一個特殊的按鈕可以立即回到索引的首頁，調閱出另外一則資料並投影到其他的投影位置上，添加頁緣註釋和評論。

索引查詢的前提是使用者必須熟悉索引系統中資料定位的規則，亦即在哪個儲存路徑可以找到某一筆資料。Memex最具開創性的想法在於「關聯索引」（associative indexing）——也是Bush認為較接近人類思維運作的方式——即是藉由大腦「聯想」的機制建立知識的關聯性：將兩則資料並置顯示時，只要點擊一個鍵就能在一則資料下方的代碼空間存入另一個資料點，將兩則資料連結在一起；未來需要取用時，只要輕觸代

臺大學術期刊資料庫

碼空間下方的按鈕，即可調出先前儲存的關聯資料（Bush, 1945）。此一運作模式兼具了人類大腦聯想速度的靈活性，和機械式記憶儲存的精確性和持久性。

更進一步，當許多資料點彼此互連，會形成一條或多條資料的「小徑」（trail）；大量的關聯小徑將組成「全新型態的百科全書」（Bush, 1945, p. 108），不同領域的知識工作者可透過路徑關聯性快速搜尋和調閱所需的資料。在穿越資料迷宮的漫遊過程中，使用者可以加入自己的評論或筆記，或依自己的興趣從主要路徑岔出旁道。資料瀏覽的軌跡可以儲存起來並分享給其他使用Memex的人進行探索或再擴增（Bush, 1945）；在這個層面上，「記憶延伸機」不只是個人記憶的延伸，更往知識互連的想像邁進了一步。在通用的知識編目架構下，新的資訊組織工具或技巧使得個人化知識庫的建立成為可能。

著作等身的德國社會學家和系統理論家Niklas Luhmann（1927–1998）設計用來記錄和整理知識的「卡片盒系統」（Zettelkasten），反映了現代知識和理論複雜的程度，已經不足以用線性的結構方式表達。卡片盒系統的構成元件為單張的紙製卡片，每一張索引卡或紙片（zettel）都記載著一則經過理解後寫下的簡短資訊、標記其出處，並在角落加上編號：

> 所有的卡片都有一個固定的編號，但並沒有系統性的排列順序，換句話說，卡片盒中的卡片並不是以系統性的方式來予以排列的。而且，在這些個別的編號數字之後，還有一些副編號，例如a、b、c、a1、a2、a3等等，有時候可以編列到多達十二個位數。我因此可以從每一個編號數字出發，來參照卡片盒中的任何一個其他位數的字。換句話說，這裡並沒有任何的線性關聯可言，而是一個不管從哪裡都可以出發的、類似蜘蛛網形式的系統（Berghaus, 2011/2016, p. 30）。

當一張卡片有更多細節需要補充，則新增一張卡片，其編號接續原本卡片的編號往後編碼（例如22的下一張會是23，13a的下一張會是13b）；若該編號已被使用，則以初始卡片的編號後綴小寫字母或數字為其編號（例如22後綴得22a）（註十七）。編號只是為了便於長期辨識，本身沒有什麼特別的意義，也與卡片內容無關。除了作為入口點（entry point）的卡片，每一張卡片都是其他卡片的擴充和延伸，分枝出來的卡片能以局部共享的編號字串加以辨識；當欲關聯的資訊已有既存的卡片，則將該卡片的編號謄寫下——可視為手動建立連結，方便未來檢索。

Luhmann（1987）在卡片盒中使用了不只一種參照系統：索引卡片記錄特定主題的關鍵字，並將作為入口點的卡片（通常一至兩張）其編號數字放在索引的關鍵字旁；接著是作為思路起點的入口點卡片，是對某個主題的概括性理解，至多容納25個參見其他

臺大學術期刊資料庫

卡片的連結，這些可陸續添加的連結呈現了主題研究的發展過程；最常見也更重要的參照形式則是單純發生在卡片與卡片之間的連結，表明兩則卡片之間的關聯性（Ahrens, 2017）。

從杜威十進分類法以樹狀結構組織知識，到國際十進分類法以關係符表達複合概念的知識分類，再到Memex和Zettelkasten以更接近人腦運作模式的方式——藉由聯想而不只是索引的方式進行跳躍式思維——建立起知識點之間的連結，「資訊路徑」不再只存在於分類表、目錄或索引表上的特定位置，亦可視任一筆既存的資料為起點，進行關聯資料的探索與漫遊。

在手抄本時期和印刷史的初期，曾經存在多種標記書本構成部件的索引系統，是書的文字內容與實體結構之間的連接點（Sawyer, 2019, p. 148），讓製書和閱讀變得比較容易，包括今日已不常見的帖號（signature）和檢索關鍵字（catchword）（註十八），以及葉碼（foliation）和留存至今的頁碼（pagination）（註十九）。隨著印刷術的普及和書籍生產的機械化，書本的可預測性提高（印刷書籍在同一版的每一冊印本中，可以預期同樣的文字段落會出現在相同的頁面、相同的位置上），所標記的文本單位最為精細的頁碼成為讀者來回參照時最實用的索引形式（Sawyer, 2019）。

過去的圖書館以實體文本（泥板、卷軸或翻頁書）為其檢索單位（註廿），透過書目所載資訊指向文本所在的空間位置，將作品結構依序呈現的「目錄」及建立在任意性（arbitrariness）機制上的「索引」，進一步將文本內容切割為可抽取的知識單位，使用序號或頁碼等定位編號指向文本中某個位置或區塊的特定內容（Duncan, 2019, 2022）；Otlet和Luhmann將抽取的概念實體化為以編號系統組織的卡片，創造了全新的知識單位；以微縮膠卷為儲存媒介的Mondothèque和Memex則讓資訊的檢索與定位跳脫了紙本載體的限制，以更高的自由度穿越資訊空間（註廿一）——電腦科學的出現和發展將檢索的行為從「將知識單位以某種秩序加以組織」的必要前提中解放出來，進一步為知識的管理帶來新的變革。上述提及之資訊空間、資訊單位、檢索媒介與定位方式整理於表一。

肆、從電腦科學觀點看資訊路徑

> 在印刷的書籍中，句子、段落、頁碼章節的順序不止由作者決定，也由書籍本身的序列結構所決定。儘管你可以任意翻閱一本書，你的視線可以隨心所欲地駐足於書中的任何一部分，但是書籍本身仍然永遠受限於物理的三度空間。在數位世界裡，就全然不是如此。資訊空間完全不受三度空間的限制，要表達一個構想或一連串想法，方法包括運用指標（pointer，可說明其他資料儲存在記憶體中的位置）的多維網路，

臺大學術期刊資料庫

表一　不同尺度的資訊空間中資訊被組織的單位、檢索的媒介及定位的方式

資訊空間	資訊單位	檢索媒介	定位方式
美索不達米亞亞述帝國圖書館	泥板	藏書目錄	系列泥板的順序編號／首句內容
亞歷山大圖書館	卷軸	書冊總錄*Pínakes*（依文類和作者字母排序）	卷軸櫃上的牌匾／卷軸末端標明作者、題名和主題的標籤
60年代以前的現代圖書館	書籍	索書卡卡片目錄（依作者、題名或主題的字母排序或依索書號或日期進行歸檔）	索書號：指向書籍所在書架編號／書架上的位置
翻頁書	書籍內容（章節／主題）	目錄／索引	葉碼／頁碼：指向內容在書中的位置
Mundaneum	依專題原則分解的知識3x5索引卡片	卡片目錄（依作者、題名或主題的字母排序或依索書號或日期進行歸檔）／微縮攝影書	UDC編號：指向卡片在卡片櫃中的位置 索引卡：原始資料在圖書館中的位置／對應的微縮膠卷
Memex	資料點	代碼本／資料下方的代碼空間（關聯索引）	書籍代碼／資料索引號：指向在膠卷中的儲存位置
Zettelkasten	卡片（Zettel）	索引卡片／入口點卡片／參照卡片	卡片編號：指向卡片在卡片盒中的位置

> 來進一步引申或辯證，你可以選擇叫出你想要進一步了解的內容，也可以完全忽視它。
>
> ——Nicholas Negroponte（1995，頁88-89）

人類社會整體的資訊量在第二次世界大戰前後有了爆炸性的成長，大量儲存在微縮膠卷中的資料——從戰爭期間的軍事情報搜集，到戰後以工業、醫療、軍事等科技發展為主的文獻紀錄（Rayward, 2014）——之檢索，仰賴「速選器」（rapid selector）一類的文獻搜尋技術。每卷膠卷可儲存約莫十萬幀影格，在膠卷的邊緣打上對應影格編碼（code）的孔洞，便可使用搜尋卡片（search card）檢索經編碼過的縮影資料，並加以複製或列印。

二戰期間美國政府贊助成立的實驗室推動了電腦在美國的發展，形成了軍事工業複合體的根基（Turner, 2006）。1957年蘇聯發射的第一顆人造衛星Sputnik 1促成了美國高等研究計劃署（Advanced Research Projects Agency, ARPA）的成立（Weinberger, 2017），其下的資訊處理處（Information Processing Techniques Office, IPTO）對資訊科技的探索在60年代取得了突破性的發展，

臺大學術期刊資料庫

並促使人們開始設想圖書館學——或者更廣義來說，知識的儲存、組織和提取——在運算技術支援下可能的未來。

電腦學家J. C. R. Licklider（1915–1990）於1961年啟動了一個關於未來圖書館的研究計畫，探討人與「被記錄下來的知識」（recorded knowledge）之間互動的關係，及電腦在圖書館中可能的應用，並於1965年出版了最終報告《未來圖書館》（*Libraries of the Future*）。Licklider（1965）評論了現有圖書館的三個構成層級——元件層級的頁面、次系統層級的書本和系統層級的圖書館。紙頁作為展示資訊的媒材，雖然有著輕薄可攜且易於剪貼及再製等優點，但並不適合儲存、組織和檢索；裝訂成冊之後又過於笨重，無論是在圖書館書架上茫茫書海中尋找特定書中的特定資訊、或是轉移資訊，都相當困難且沒有效率。

報告中提到多數的資訊儲存、組織與提取的系統乃是基於集合和子集。資訊檢索的目的，在於根據提取者所需，將特定項目（items，被儲存的文件或事實等事物）自其他眾多項目中分離出來。Licklider（1965）檢視了各種基於上述架構而衍生出的檢索方案及其使用限制，並在最後一章提到了將數位電腦技術應用在資料組織與搜尋的一些研究及其可能性，諸如：Mario Grignetti（1963）的「檔案反轉器」（File Inverter）程式，能將「以項目為構成單位、每個項目有數個關聯的詞語（terms）」與「以詞語為構成單位、每個詞語有數個關聯的項目」這兩種檔案互相轉換（註廿二）；基於檔案反轉器的「自動化卡片編目」（Automated Card Catalogue）程式，檢索時輸入以布林函式形式表達的數個詞語，即可搜尋出符合所設定詞語條件的卡片檔案，並可儲存搜尋結果供日後再次使用；文件研究系統「共生體」（symbiont）允許使用者指定文件中的部分文字片段（passage），並將該文字片段與數個標籤（labels）建立關聯、或附加引用文獻，藉由輸入由三個詞語構成的字集，便能搜尋出想要的文字片段；Lewis Clapp（1962）的檢索程式以「關聯式鏈結」（associative chaining）為基礎，透過判讀兩個資訊單元之間彼此關聯的連結數量及各連結的階層，辨識出資訊元件之間的關聯程度作為程式檢索的依據（註廿三）。

1962年，史丹佛研究院增益研究中心（Augmentation Research Center, ARC）負責人Douglas C. Engelbart（1925–2013）在一份提交給空軍的結論報告《人類智識增益理論之概念架構》（*Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework*）中回顧了Bush於1945年提出的記憶延伸機構想，討論了從非常巨大的文件量中快速地選擇單位記錄（unit records）的可能發展（Engelbart, 1962, p. 50），特別是其中關於「關聯選擇」（selection by association）的部分，「提供了在更複雜的索引系統中作業的強大能力」（頁56）。

Engelbart（1962）進一步以自身的筆記工具為例，提出了以相對簡易的設備在

臺大學術期刊資料庫

既存的文件系統中建構關聯式連結的可能性：記錄的單位是邊緣可打孔的卡片（尺寸同IBM打孔卡片），以打字或手寫上用來表示資料、想法、事實、思慮、概念、見解等資訊核心（kernel）的文字。針對不同特定問題領域的卡片會分開存放在不同的卡片疊（notedeck），每疊卡片各自附有一張記有該分類之描述符（descriptor）的主卡片（master card）。透過在卡片的特定位置打上代表分類的描述符，或參考文件序號的對應孔洞，日後便可使用細針快速地篩選出符合搜尋條件的卡片。

如果想要在兩張卡片之間建立連結，便將一張卡片的序號打在另一張卡片的感應區上。輔以從大量卡片中選取出特定序號卡片的孔洞感應機制，以及在新的卡片上接序編碼的自動打孔機制，藉由抽取出依序排列的筆記卡片，曾經記錄下的思路便能以類似Bush（1945）為Memex設想之關聯軌跡（trails of association）的方式被重現（Engelbart, 1962）。

隨著想法的發展，卡片內容將持續擴充成長，局部複製卡片上的文字資料和移動資料位置的需求也相應出現。Engelbart（1962）認為重複地將卡片中的局部片段抽取出來、重新安排、編輯並重新打字或謄寫到其他卡片上的乏味作業，將突顯某種「能將特定的文字字串從一張卡片轉移到另一張，從而自現有的語句片段組成新的語句」（頁61）之複製裝置的價值。

快速地進行「選擇性的複製」及「資料轉移」的功能直到70年代才在（未來泛稱為電腦的）電子式計算機上被普及（註廿四），早期的文字處理裝置由於儲存媒材的限制，編輯功能相當有限。第一台真正的文字處理器是國際商業機器公司（International Business Machines Corporation, IBM）於1964年發佈的磁帶電動打字機（Magnetic Tape Selectric Typewriter, MT/ST），由結合鍵盤和記錄元件的打字機及磁帶控制檯構成，具有儲存、回放、編修和重製文字段落的功能。相較於FlexoWriter以字符（character）為操作基礎，MT/ST納入了單字、行和段落的概念。同年推出的磁卡打字機（Magnetic Card Selectric Typewriter, MC/ST）直接在處理流程中納入了「頁面」的概念，用一張磁卡儲存一頁的資訊（Eisenberg, 1992）。

在「檔案名稱」的概念於70年代問世以前，文字處理器中尚未存在以檔案名稱指向特定文件的搜尋方式。MT/ST使用的磁帶每捲有24,000個字元容量，操作員以所謂的「參照碼」（reference code）標記指定的文字區塊在磁帶中的位置，日後需要尋找該段文字的時候，便可直接定位參照碼的位置標記，不必回放整捲磁帶（IBM, 1968; Pieslak, 1974）。例如，若想要定位一段資訊的起點，便在輸入該段訊息前鍵入參照碼；若想定位一段資訊的末端，便在訊息輸入完成後再鍵入參照碼。

參照碼除了用來搜尋磁帶中特定的資訊區塊，亦可進一步透過轉錄的功能將數個

臺大學術期刊資料庫

文字區塊重新組合成新的輸出文件。1966年推出的磁帶電動排字機（Magnetic Tape Selectric Composer, MT/SC）結合了文書打字作業的文字輸入、排版和列印輸出的功能，資訊片段（文字區塊）在資訊空間中所在的位置，在真正的儲存媒介（磁帶）和輸出文件（紙本）間來回流動。

舉例來說，操作員在打字時使用參照碼對應每個輸出頁面的起始位置，以紅字的x作為參照碼在實體紙本空間中的標記（註廿五）；該參照碼獨一無二的編號則被儲存在磁帶中。接著在記錄紙本上手動寫下參照碼的編號及頁碼（或使用已預先編碼的紙張），日後便可檢索紙本上的編號，搜尋磁帶中的某些文字段落，加以組合並錄製在新的磁帶上；錄製好的磁帶可以再次編輯，或作為最終完成文件的輸出來源。

現代電腦架構之父John von Neumann（1958／2021）在談論存取裝置的限制時提到：

> 任何記憶體階層的最後一層一定都是外部世界，或者說對機器來說的外部世界，也就是能夠與機器直接通訊的部分。換句話說就是機器的輸入與輸出部位。這些通常是打孔紙帶或卡片，當然在輸出端還有列印紙。有時磁帶是機器最終的輸入輸出系統，而將其轉譯到人類可直接使用的媒介（也就是打孔紙或列印紙）的過程是在機器外部進行（頁118-119）。

人類試圖將腦中的記憶外部化的努力，從結繩記事到紙本書籍，都是仰賴提取記憶者與生俱來的感官系統（主要是視覺）便可直接讀取的。直到電動式／電子式的文字處理系統問世，資訊的儲存媒介和可視媒介分離，資訊被儲存在打孔紙帶、磁鼓、磁帶、磁碟片等記憶體中，使用者必須透過機械裝置寫入記憶，並藉由螢幕或列印紙等媒介，將儲存在記憶體中的資訊輸出成人類可以快速理解和閱讀的形式。

在史丹佛研究院工作的前兩年，Engelbart撰寫了幾篇論文草稿探討他日後所謂「人機介面」（man-machine interface）的概念，著重在機器與使用者間的互動，他認為我們目前看到的是預先小心排程的大型電腦，但很快就會出現新形態的電腦應用，使用者透過持續的操作指揮資訊搬移和更動，以達成工作目的（Markoff, 2005, p. 43）。Engelbart（1962）認為理想的介面應該是修改控制機制來適應人的需求，以更好的方式連接人腦與電腦，例如直接用光筆點擊螢幕，指揮電腦移動字串並插入到指定的位置。

Engelbart（1982）將人機介面視為人們與知識、其他人、工具，和他所謂的「人類系統」（human system）互動之更大的生態系統的一環。為了優化人類的知識工作流程，從Otlet的Mondothèque到Bush的Memex再到Engelbart的工作站，各種理想中的電腦化設備和工作平台被描繪出來。Engelbart（1962）認為J. C. R. Licklider鑄造的「人機共生」（man-computer symbiosis）一詞指涉

臺大學術期刊資料庫

了人類與電腦互利合作的密切互動關係，明確傳達現代電腦的重要性。

「在不久的將來，人類的大腦將與運算機器緊密地結合在一起，由此而生的合作關係將產生人腦從未有過的思維，處理資料的方式也是當今我們所知的資訊處理裝置都無法比擬的。」（Licklider, 1960, p. 2）Licklider於1960年發表的論文〈人與電腦的共生關係〉（Man-Computer Symbiosis）探討了人與電腦之間的共生關係要實現的先決條件，包括了電腦的分時共享、記憶元件、記憶組織、程式語言和輸入及輸出設備等發展——雖然當時「在普遍可用的電腦中，幾乎沒有比電動打字機更有效直接的人機通訊介面」（Licklider, 1960, p. 12）（註廿六）。

Licklider於數年後與電腦人因設計專家Robert Taylor（1932–2017）合作發表的論文〈作為通訊設備的電腦〉（The Computer As a Communication Device）曾預言道：

> 我們相信我們正在進入一個技術上的新時代，我們即將能夠與各種豐富的即時資訊互動——不僅僅是像我們慣常的那樣消極地從書籍和圖書館中獲取資訊，而是積極地投身於一個持續的過程；不只是簡單地透過連結接收訊息，還可透過與之互動帶來新的內容（Licklider & Taylor, 1968, p. 21）。

人與資訊互動的關係，除了公共型知識（例如圖書館中固著在書本紙頁上的訊息）的單向查詢和提取、個人化知識（像是Engelbart和Luhmann的筆記系統）的內容產生和再製，也包括了不完全公共亦不全然個人的共享式知識——Memex的使用者可以將自己瀏覽的資料軌跡儲存起來，並分享給其他的使用者進行擴增；NLS聯機系統能讓身處不同地點的多位使用者同時在同一份文件上工作，並循環平衡系統中其他工作者的知識（Turner, 2006, p. 108）。

Engelbart將所有的組織視為「相互作用的知識領域」的集合，他的研究重點在於為這些知識領域內部和跨領域之「知識收集與完善」設計支持系統。理想的情況下，每一個知識領域（組織節點）都能使用相同的基本過程來吸收、分析、整合、消化及再利用它所創造的知識，並利用電腦、通訊及軟體來支持並增強這個過程（Seybold, 1992）。為了提昇知識領域之間的互通性，Engelbart（1990）與其同僚構思了名為「開放式超文件系統」（Open Hyperdocument System, OHS）的線上協作式電腦架構，用來連結數以千計的知識工作者。

受到Bush的Memex和Engelbart的啟發（註廿七），鑄造了超文本（hypertext）一辭的Ted Nelson也有一套自己的關於人類知識繼承和傳播的理論。超文本這個詞是指以如此複雜的方式相互關聯、以至於無法合宜地以紙本呈現或再現的書面或圖片材料（Nelson, 1965a, p. 96），它可能包含了文本的摘要、內容的地圖及其相互關係，或來自其他學者的批注、補充或注

臺大學術期刊資料庫

腳。Nelson非常重視想法的捕捉及想法的互連（interconnections），而紙本型態的知識載體和傳統的索引系統並不利於連結的建立，電腦支持的寫作系統則允許岔出（branching）和鍵結，並擁有版本回溯的能力及幾近無限的記憶容量等優勢（Barnet, 2013）。

不同於後來成為主流的全球資訊網所詮釋的超文本（註廿八），Nelson所設想的超文本是可以雙向超連結（bi-directional link）、建立相關資料的參照和索引的大型分散式文檔，其特徵包括非線性、關聯式和多路徑（Jack, 2019），讀者閱讀超文本時可以在其間穿越，可以翻過正文去看注腳和注腳的注腳，可以細讀和「主要正文」一樣長、一樣複雜的附加說明的想法，任何一個文檔都可以連接到另一個文檔並成為其中的一部分（Kelly, 1994/2018, p. 697）。異於資訊檢索（information retrieval）的概念，Nelson（1965b）認為超文本可以建立在現有著作的基礎上進行個人化的組裝，就像選集一樣包含來自不同原始來源、相互關聯的文本和資訊，是使用者可以自由移動的非定序文本（Zuegel, 2021）。

作為人類知識的大型文獻庫，Nelson（1965b）的超文本系統納入了新類型的圖像材料（可動式或助記式圖像）、新的顯示關係的方法（索引、注腳、頁緣索引），甚至是瀏覽和閱讀的方式。文檔可由多位作者共同書寫或一位作者獨立編輯，別人可以按照許多不同指示並沿著多種途徑來閱讀該文檔（Kelly, 1994/2018, p. 697）（註廿九）；以Xanadu為名的儲存系統保存的不是個別文件，而是在公開文件或私人文件皆可重覆利用的模組化文檔及連結（Barnet, 2013）。

Nelson將超文本的文檔結構（document structure）和連結結構（linking structure）分開處理（Barnet, 2013），以他所謂的「位元跨度」（virtual spans或vspans，文檔中一連串的位元）而非內嵌式的URL地理位置儲存知識單元。文檔宇宙（docuverse）中所有元件的定址（tumbler address）以一連串的數字和點符表示，依序是：文檔儲存的伺服器節點（Server Node）編號、使用者帳號（User Account）的編號、文檔（Document）的編號、文檔的版本（Version）、內容元件（Element）的類型代碼（byte為1，link為2）和元件在文檔中的序位，用以指向這個持續擴充的文本空間中獨一無二的位置（Nelson, 1987）。

Nelson（1987）所設計的編號系統保留了其他類型元件擴充的可能性，像是三維圖像和音樂，甚至納入了物件、人物和地點等資訊類型；現行全球資訊網所使用的資源描述架構（Resource Description Framework）是以結構化的方式來描述任何類型資源的資料模型，鏈結資料（Linked Data）技術進一步以全球規模來分享結構化資料，透過在不同資料庫的記錄之間建立連結，從而連結這些資料庫形成一個全球性的資訊空間（Heath & Bizer, 2011; Pomerantz, 2015）。

臺大學術期刊資料庫

Vannevar Bush的Memex、Niklas Luhmann的卡片盒系統、Douglas Engelbart的動態知識庫（dynamic knowledge repositories）和Ted Nelson的Project Xanadu，皆影響了當代知識管理工具的設計：以各種類型的blocks、pages及databases為構成基礎的筆記軟體Notion在開發日誌中提到「同步區塊」（Synced Blocks，複製後可雙向同步更新的模組化文塊）的靈感來自Ted Nelson的「嵌入」（transclusion）概念（Lu, 2021），被嵌入的部分有一條返回原出處的路徑，可以跟隨該路徑查看其原始脈絡（Zuegel, 2021）；卡片式筆記工具Heptabase的開發者則回顧了Engelbart和Nelson等先驅的想法並引為願景，企圖重新設計一個通用的開放超文本系統（Chan, 2021），其嵌套（embed）功能具有「顯示來源」或「定位」的能力，能指向該段資料在出處網頁或來源文件中的位置，再現了Nelson「含括其他文檔的局部」的「嵌入」概念；Heptabase用來組織卡片及其他非卡片元件的作業白板，和Obsidian的圖形檢視模式及畫布，皆詮釋了Nelson所認為未來人類的文件系統應具備的「頁面之間的可見連結」，並以分割畫面及作業區連動功能實現Mondothèque、Memex和Nelson的超文本系統都曾提及的「多個文本交叉比對」。

「個人知識管理」（Personal Knowledge Management, PKM）的需求於圖書館開始連上網路的1990年代浮現，因應不斷增加且突然可及的大量資訊，要清理出一條有意義的、穿越資訊叢林的路徑變得愈來愈困難（Frand & Hixon, 1998）。PKM是一個用來組織和整合個人認為重要到足以納入個人知識庫的資訊的概念框架，於建立、組織、儲存和檢索個人記憶（無論是人腦或電腦）的過程中使用；而數位筆記應用程式則是「唯一為個人知識管理而設計的軟體」（Forte, 2022, p. 40）。Oh（2019）的研究表明，能夠促進或簡化檔案識別、暫時分類、資料結構瀏覽及適應變更的工具和應用程式，將使個人資訊組織更有效率。

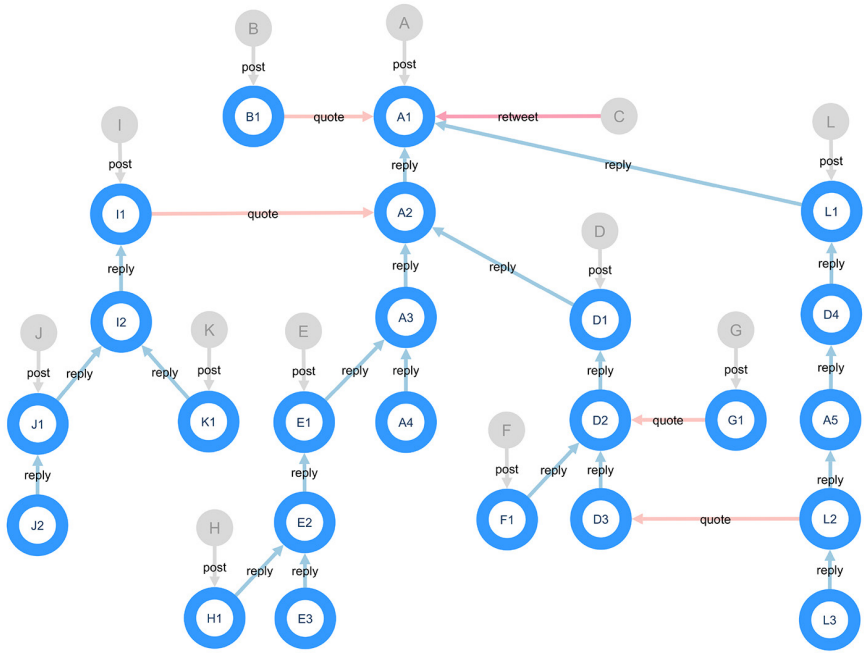
根據Barreau與Nardi（1995）的研究，在個人工作空間中尋找文件有兩種基本策略，基於位置（location-based）或基於邏輯，而使用者更偏好前者，即逐一瀏覽檔案系統中的資訊，使用者記住或猜測文件可能所在的目錄或資料夾，前往該處，按日期、名稱或其他屬性查看目標位置中的文件，以便從正在掃視的列表中辨識出想要的文件。「邏輯尋找」即是今日所謂的搜尋，以關鍵字或文件名稱進行基於文本的搜索，用以定位文件。在數位筆記的工作空間中，位置可以是雲端硬碟中的資料夾，或具分類概念的筆記本或標籤，使用者前往該檔案列表（或以筆記列表／頁面資料庫／卡片庫的形式呈現）並根據時間或檔名等內嵌屬性將列表重新排序以加速瀏覽和檢索；「搜尋語法」（search syntax）和AI輔助工具的問世，讓搜尋不再只是基於檔名或關鍵字，得以設定更精細的過濾條件或自動化搜尋流程。

臺大學術期刊資料庫

綜前所述，在科技與工具快速迭替的時代，資訊的儲存和組織方式取決於資訊載體的特性和限制，資訊的提取通常不直接指向資訊本身，而是藉由代表資訊的「定位碼」及載體特有的定位機制進行指向：Engelbart的打孔筆記卡片使用代表卡片的文件序號進行卡片的重新排序和篩選；磁帶電動打字機使用參照碼標記文字區塊在磁帶和參照紙本上的位置，並以此為文字區塊重新組合的基礎；Nelson的元檔宇宙使用元件定址指向元件在文檔中的序位，並以可重覆利用的模組化文檔構成文件；數位筆記工具不論其資訊單位的名稱是筆記、卡片、檔案或區塊，皆內嵌可互相指向的「連結」。

資訊的位元化使得在資訊間節點「建立關聯」變得容易且必然（註卅），資訊路徑不再是單一或線性的。從學術出版品將知識連回原出處的引用文獻，到個人知識管理工具對嵌入概念的詮釋，再到社群平台具溯源性質的文本轉發或引用，藉由建立與其他文

圖四　資訊節點的網絡化關聯



註：以社群媒體平台Twitter（註卅一）上的發推、回覆、轉推和引推等行為為例，描繪當代知識藉由建立關聯邁向網絡化的現象。學術文獻的發表、評論、分享和引用，也具備此種網絡化關聯。

臺大學術期刊資料庫

本的關聯，文本的創造者可以在原本線性堆疊的思路中岔出或引入促使資訊整體得以邁向網絡化的節點——無數分岔的小徑終成網絡（如圖四）。

伍、結語

> 統一的知識由複製、印刷、郵政網路、圖書館、索引、目錄、引用、標籤、交叉參照、書目、關鍵字搜尋、注釋、同儕評論和超連結等科技機制構成。每一項和知識有關的發明都擴展網路上可以驗證的事實，把一小段知識連結到另一段。知識因此變成網路現象，每項事實都是一個節點。我們說知識增加時，不僅是事實的數目增加，也因為事實之間的關係數目和強度增加了，第二個原因尤其重要。相關性為知識帶來力量。
>
> ——Kevin Kelly（2010／2012，頁348-349）

Kevin Kelly（2010／2012）曾在《科技想要什麼》（*What Technology Wants*）一書中談到，人類建構科學並產生和世界相關的知識，並不是為了增加資訊的真實性或總量，而是為了提高知識的次序和組織，科學創造出「工具」，包括用來操縱資訊的技巧和方法，以便能「測試、比較、記錄、有次序地回想資訊，並和其他知識建立關聯」（頁347）。Piper（2012）強調「路徑感」的重要性，不論我們對分佈式認知有多著迷，我們始終需要順序（sequence）（頁54）。

在人類組織知識的歷史中，不論是記憶術中的場所次序，或使用Memex建立的資料小徑，以及所有運用字母排序（書摘櫃、卡片目錄）、數字排序（十進分類法、索書號、打孔卡片的序號、文檔宇宙中的元件定址）或其混合排序（卡片盒系統的編號）的系統，「次序」的建立讓資訊得以被定位、回溯、提取並辨識關聯。

對次序的想像反映了時代的世界觀，其變化顯示了人類在知識領域從追求由上而下的統一秩序，轉向尊重個體思維差異的趨勢：中世紀以前的人們相信自然界存在著完美的宇宙秩序，知識可以是系統性地代表這個宇宙的符號，井然有序地儲存在與其對應的秩序空間中；19世紀發展出來的圖書分類法追求「通用標準」的建立，所有人皆使用相同的分類邏輯和編號方式，突顯了將全球知識統合為一的野心。相對於Engelbart（1962）在60年代所描繪的知識工作者協作平台主張協作者皆使用共同的工作結構，當代工具更側重知識工作者的個人獨立性，資訊在個人工作空間中如何被組織、儲存和檢索主要取決於資訊的使用方式，「資訊並不是根據關鍵字系統或精心構建的邏輯格式被歸檔，而是根據使用者手上變幻無常的工作類型和所處理的資訊類型」（Barreau & Nardi, 1995, p. 42）。

思維架構的差異性不只發生在個人知識管理的層級，公眾領域的集體知識也面臨

臺大學術期刊資料庫

資訊處理差異對資料共享所造成的挑戰。資訊科技評論家David Weinberger（2011）主張在網路化的世界，知識不只存在圖書館、博物館、學術期刊和每個人的頭腦裡，更是存在於把所有的人和想法連結起來的網路本身；當代網路化的科學正在學習如何與差異共存，而非一味地認為差異可以完全排除掉。Weinberger認為隨著人類對「知識」定義的持續變化和浮動，不只是「維基百科」（Wikipedia）這一類開放群眾共同編輯的資料庫，即使在傳統上認為相對根基穩固的學術領域，共識的取得也不再容易；「名稱空間」（namespaces）即是一種既維持又跨越差異的作法，創建和共享資訊的人們不再需要事先取得同意和共識，宇宙不再只有一種可知的組織方式，能夠分享資料比起使用一致的方法對資料進行分類、組織和命名來得更加重要（Weinberger, 2011, p. 148）。

在知識碎片化的社群媒體時代，當代知識工作者所接收的資訊類型之多樣與龐雜的程度史無前例，如何穿越資訊空間而不至於迷航更顯其重要性。大腦建立關聯索引的效率依舊無可取代，系統性組織知識的圖書館藏仍是掌握知識架構的重要憑藉，個人化組織靈感的卡片盒筆記法未見式微——今日的個人工作環境由我們的大腦、充斥房間的書本和文件，以及位元空間中的工作介面所組成；前人所建立的資料組織、儲存和提取的策略，因應不同的情境有其適用性和有效性。

記憶術被比作內在的書寫行為，知識隨著載體的變遷被寫入書頁和電腦的記憶體之中，人類知識存取的歷史可以說是一部為了減輕認知負擔而將記憶庫存卸載到外部空間的歷史：無論是將記憶影像存放在空間場所中，或外部化到個人筆記和書本等書寫媒體，或儲存在資訊處理機器裡，或位於雲端的網路空間中。綜觀來自不同領域和不同年代的資訊重返策略，本研究從空間化的觀點——亦即更符合我們心智思維的運作模式——建立起統一理解這些方法的視角，期能拓展當代知識工作者的策略庫，對個人知識宇宙秩序的建立有所裨益；而「穿越資訊空間的資訊路徑」此一隱喻不僅適用於知識空間的定位與導航，未來也能應用在其他類型的資訊空間（註卅二）的討論與後續研究。

註釋

註一：修辭學教科書《獻給赫倫尼》（*Rhetorica ad Herennium*）使用「inventio」來形容使用圖像來記憶的狀態（Connor, 2019），其衍生出的單字「庫存」（inventory）指的是許多不同材料的儲存，且不是隨機的儲存——庫存必須要有秩序（order）——庫存中的材料被計數並放置在整體結構內的位置，以便將來能夠立即在特定的位置被找到（Carruthers, 1998）。

註二：遠距離導航的能力賦予智人（*Homo sapiens*）其他人種所沒有的優勢，讓我們的祖先得以探訪居住在遠方的其他同類並保持聯繫，建立並維持廣

臺大學術期刊資料庫

泛的社交網絡有助分享地域資訊，例如食物和水源的所在地及如何前往的路線、或掠食者的動靜，以確保生存（Bond, 2020; Burke, 2012）。

註三：柏拉圖《對話錄》（*Dialogues*）〈斐德羅篇〉（Phaedrus）中，蘇格拉底說了一則關於埃及神托特（Theuth）發明了字母去見埃及王撒姆斯（Thamus）的故事。故事中提到學習文字書寫會造成遺忘，「這項發明（書寫）會將健忘植入他們的靈魂：他們會停止運用記憶力，因為他們依賴外在字母構成的書寫，妨礙他們使用自己內在的記憶……而且它不是真正的智慧」（Plato, 2003, p. 65）。

註四：「藝術」在每個創造層次都能作用。以代表「善」的字母B（Bonitas）為例，在不同的階次會對應不同的對象：在上帝的階次，B為上帝的尊號；在天使的階次，B為天使之善；在星辰的階次，B為黃道十二宮星座及行星之善；在人類的階次，B為人之善；在想像的階次，B為想像之中的善；在感覺的階次，B為動物之善；在植物的階次，B為植物之善；在元素的階次，B為四元素之善；在工具的階次，B為德行、藝能、科學之善。

註五：將編號除以30（每個宮位內含的三個十度距乘以每個十度距下的十個影像）所得商數（若餘數不為0則加1）、前式所得餘數再除以10所得商數（若餘數不為0則加1）和餘數，即可對應到所屬宮位、該宮位內的十度距和該十度距之中的場所位置。以編號147的場所為例，147除以30的商數為4，宮位即為4+1=5，餘數27再除以10的商數和餘數分別為2和7，即為該宮內第三個十度距的第七個影像。

註六：除了樹木以外，中世紀僧侶經常使用的記憶圖像還包括天梯、花園、六翼天使的翅膀羽毛、諾亞方舟和其他《聖經》中會出現的神聖結構，像是猶太會幕、聖殿和天國之城等（Carruthers & Ziolkowski, 2002; Kreiner, 2023）。

註七：Culianu（1987）對於記憶術的重要性從16世紀到20世紀間持續下降所提出的解釋是，記憶術在宗教改革和反宗教改革期間受到壓制，新教徒和天主教徒保守份子都致力於消除異教的影響，和文藝復興時期豐富的視覺圖像。

註八：造紙術的發展是西方活字印刷術得以廣泛擴展的先決條件，印刷術的普及又進一步提高了對紙張的需求，紙張的大量生產使得價格降低，一般人也更容易取得日常書寫用的紙張；在羊皮紙時代相當費力且昂貴的手工抄錄，到了印刷時代反而變得普

臺大學術期刊資料庫

遍（Febvre & Martin, 1958; Standage, 2013）。

註九：13世紀前半葉，道明會St. Jacques修道院在Hugh of Saint-Cher（1200–1263）的領導下製作了世界上最早的聖經語彙索引（Bible concordance），為方便羅列和檢索各條目的出處，該語彙索引將聖經的篇章進一步切割為更小的單位，每章分為7小節並以字母a至g標記之（Duncan, 2022）。

註十：以Yates出版於1966年的記憶術著作*The Art of Memory*一書為例，該書依「杜威十進分類法」被分類在「哲學與心理學」（Philosophy and Psychology, 1）其下的「心理學」（Psychology, 15）其下的「認知與記憶」（Cognition and Memory, 153）其下的「學習、記憶與動機」（Learning, Memory, and Motivation, 153.1）其下的「記憶改善」（Memory Improvement, 153.14）類別。現行的《中文圖書分類法》以「杜威十進分類法」為基礎，但分類上略有不同。Yates著作的中譯本《記憶之術》，分類位置依序為：1哲學類→17心理學→176心理學各論→176.3注意；記憶；學習→176.33記憶。

註十一：由於人類的知識領域和世界觀一直在變化，杜威十進圖書分類法的編號方式持續地修訂中，此處舉例所列分類編號為1899年的版本中所載，與現行的版本略有差異。

註十二：若該藏書於館藏中有複本，則複本會著錄於同一張卡片；或為叢書或套書時，可能會有多本藏書共用一張卡片的情況。

註十三：印度圖書館學家Shiyali Ramamrita Ranganathan一樣有感於當時的分類法難以容納新浮現的知識主題及表達具多種主題的資料，於1933年以分合原理（analytico-synthetic principle）所發展出來的分類系統藉由使用「分面」（personality、matter、energy、space和time等五大分面，簡稱為「PMEST」）和「組合」的方法來表達複雜的分類。該分類法以冒號（：）作為分類標記的連結符，也被稱為冒號分類法（Colon Classification）。

註十四：在系統性的索書號問世之前，藏書目錄則是寫下書籍所對應的書架編號或保管的位置。圖書館的空間配置可說是知識分類的具現化實例，書籍在書架上相對位置的遠近，反映了他們在圖書分類系統上的相近程度；依十進分類法層層往下分類的編號邏輯，可逐步縮小在書架空間中探索的範圍，鎖定欲找尋的書籍。

註十五：「世界城市」（World City，原文Cité Mondiale）是Otlet設想的烏托

臺大學術期刊資料庫

邦願景，匯集了世界上所有重要的知識機構，用以向全球人類傳播知識並促進合作與和平。Otlet曾與包括柯比意（Le Corbusier, 1887–1965）在內的數組建築師合作發展該「世界城市」的空間設計。

註十六：圖書館資訊學者Gregory J. Downey（2001）稱之為「類比的資訊互聯網」（頁211）。Otlet出版《文獻論著》（*Traité de documentation: Le livre sur le livre, théorie et pratique*）的1934年，還不存在網際網路和個人工作站的概念。網路始祖ARPANET和個人電腦要到60年代才會出現。

註十七：若原本末碼為數字則後綴字母a，若原本末碼為字母則後綴數字1，兩者交替使用。例如從卡片21/3d7a6延伸出的卡片編號為21/3d7a7，但若該編號已被使用，則改編號為21/3d7a6a。

註十八：為了讓製書人可以依照順序存放書葉和書帖，並預設日後的裝訂順序、輔助裝訂者正確地排列待裝訂部件，而採用了帖號和檢索關鍵字。隨著裝訂的責任由書主身上轉移到製書者身上，輔助裝訂順序的帖號和檢索關鍵字逐漸消失（Sawyer, 2019）。

註十九：葉碼和頁碼雖然出現得早，但直至晚近才成為標準做法，是由於抄書匠的字體大小不一、不同手抄本的空間配置亦不同，要在不同抄本間使用完全一致的葉碼和頁碼有其難度。歷史上曾經發展出將文本章節分段並以字母編號的做法，直接連結文本內容而非葉碼和頁碼所標記的抄本結構（Sawyer, 2019）。

註廿：相對於紙張連續成卷故不易瀏覽的長條卷軸，「將書頁疊好，以書脊裝訂」（Duncan, 2022, p. 1）的翻頁書（codex）具備了可快速前後翻閱，以切換內容位置的書本結構。

註廿一：雖然儲存在微縮膠卷上的資訊比起印刷在紙本書上的資訊更容易被檢索和定位，但讀取微縮膠卷上的資訊時，膠卷的播放仍會依序通過所有儲存在膠卷上的影格。膠卷作為實體的儲存媒介，資訊的輸入（寫入）和輸出（讀取）有順序固定的限制。

註廿二：舉例來說，假設原本的檔案內容為「項目1，關聯詞語為A、B；項目2，關聯詞語為A、C、D；項目3，關聯詞語為B、D」，經過「檔案反轉器」後將轉換為「詞語A，關聯項目為1、2；詞語B，關聯項目為1、3；詞語C，關聯項目為2；詞語D，關聯項目為2、3」。根據Grignetti（1963）的設計，檔案反轉器的程式中包含了一個將條目（entry）依字母順序排列的子程

臺大學術期刊資料庫

式，如果項目是由文獻引用的書目構成、詞語是書目題名的關鍵字，該子程式可以將書目依字母排序，結合反轉功能建立反向文件，則可建立所有書目的關鍵字索引表。

註廿三：以「句子」的資訊元件層級為例，如果兩個句子（像是「The dog is black.」和「Black is a color.」）共有一個以上的單字（black），可視為彼此直接關聯，「當兩個項目之間的關係是直接的，可以說他們以第一階層的鏈結（first-order chain）相連接」；當兩個（原本不直接關聯的）項目彼此之間的關係是透過第三個項目而建立的，則可以說他們以第二階層的鏈結相連接，依此類推。

註廿四：今日電腦介面中最基本的剪下、複製和貼上的功能，在Engelbart提交這份報告時尚未發明。1974年，Larry Tesler與他在全錄研究中心（Xerox Corporation Palo Alto Research Center, PARC）的同事在數款文字編輯工具中應用了剪下、複製和貼上的指令。

註廿五：如果使用預先格式化的紙張，每頁可輸入30行，頁面上已有每一行的起始位置標記；操作員在新頁面起始處（第一行的行首）按下打字機鍵盤上的Prefix鍵並鍵入x，將在紙本上列印出一個紅色的「x」字母（IBM, 1968）。這裡的紙本是指記錄用的副本（record copy），在最終的輸出副本（output copy）上不會列印出參照碼的標記。

註廿六：在J. C. R. Licklider於1960年寫下〈人與電腦的共生關係〉之時，滑鼠尚未發明。我們今日所熟悉的人機互動組合型態，亦即由滑鼠、QWERTY鍵盤與CRT螢幕所組成的個人電腦介面，要到1968年12月9日於舊金山舉辦的「電腦學會聯合電腦秋季大會」（Computer Society's Fall Joint Computer Conference）才會面世。

註廿七：Nelson在1965年的論文A File Structure for the Complex, the Changing, and the Indeterminate中回溯Vannevar Bush對Memex的構想，並以此延伸出對自動化個人檔案系統的討論（Nelson, 1965a）；並將87.1版的《文學機器》（*Literary Machine*）「獻給Douglas C. Engelbart」，獻詞中提到Engelbart是「文本連結」（text link）的發明人（Nelson, 1987）。

註廿八：Nelson設想的超文本的連結是雙向可見（bivisible）且雙向可追隨的（bifollowable），亦即每個文本除了可以看到指向其他文本的連結，也能看到指向自己的連結並前往；目前主流的超文本則是單向的，可

臺大學術期刊資料庫

以指向其他文本，但看不到也無法前往其他指向自己的連結。由於Web的連結標記是內嵌式的，文本以URL對應到特定的儲存位置，一旦位置改變，所有指向此文本的連結都會失效（Barnet, 2013）。

註廿九：Apple公司於1987年推出的程式HyperCard提供了一個易於使用的平台，資訊儲存在一系列排列成「卡片疊」（stacks）的「卡片」（cards）中，除了文字也支援表格、圖像、音檔和影片，並可透過內建的HyperTalk程式語言執行指令。人們可以像使用紙質索引卡片一樣「瀏覽、排序、做筆記、繪圖、打字和交叉參照卡片」（Willis & Koppe, 1991, p. 1500），卡片之間就像網路上的超文本一樣可以互相鏈結，使用者可以非線性、非單一的序列組合這些卡片以構建作品（Drucker, 2014）。Kevin Kelly曾使用HyperCard編寫《全球型錄》（*Whole Earth Catalog*）的電子版本，使用者可以在這個迷你網路中「沿著從一個想法到另一個想法的連結進行衝浪（surf）」（Kelly, 2021）。不同於網際網路上的超連結，HyperCard的這些連結僅限於電腦之中。HyperCard的開發者Bill Atkinson認為自己錯失了該系統真正的發展潛力，如果他意識到單獨的卡片和卡片疊可以透過網路連結到不同人的機器上而不只是特定機器上的卡片和卡片疊，就會創造出第一個網路瀏覽器（Kahney, 2002）。

註卅：以圖書館的書目資訊為例：國際圖書館協會聯盟（The International Federation of Library Associations and Institutions, IFLA）提出的「書目紀錄功能需求」（Functional Requirements for Bibliographic Records, FRBR）是一個書目宇宙的概念模型，採用實體（entities）、屬性（attributes）及關係（relationships）這三層架構來分析書目著錄的對象，特別著重書目層次和書目關係，將焦點從看似孤立的個別書目記錄轉移到整體目錄與其導航（Riva, 2007），旨在成為不同類型的使用者查找、辨識、選擇與獲取所需資源之工具；「圖書館參考模型」（Library Reference Model, LRM）進一步納入了探索的概念，利用資源之間的關係來發現資源，該模型承認偶然性在資訊尋找中的重要性，資訊系統透過提供脈絡化的資訊和導航功能來促進探索（Riva et al., 2017）。

註卅一：Twitter已於2023年7月重新命名為X。

臺大學術期刊資料庫

註卅二：舉例來說，「形式」也是一種可以被空間化表達的資訊。如何在幾近無限大的「形式空間」（所有可能的形式所存在的空間）中找到特定的形式，其挑戰可類比於在無垠的書海中找到一本特定的書。

參考文獻References

Berghaus, M.（2016）。*魯曼一點通：系統理論導引*（張錦惠譯）。暖暖書屋。（原作2011年出版）【Berghaus, M. (2016). *Luhmann leicht gemacht: Eine einführung in die systemtheorie* ([Jin-Hui Zhang], Trans.). Sunny & Warm. (Original work published 2011; in Chinese)】

Kelly, K.（2012）。*科技想要什麼*（嚴麗娟譯）。貓頭鷹。（原作2010年出版）【Kelly, K. (2012). *What technology wants* ([Li-Juan Yan], Trans.). Owl. (Original work published 2010; in Chinese)】

Kelly, K.（2018）。*釋控：從中央思想到群體思維，看懂科技的生物趨勢*（何宜紋譯）。貓頭鷹。（原作1994年出版）【Kelly, K. (2018). *Out of control: The new biology of machines, social systems, & the economic world* ([Yi-Wen He], Trans.). Owl. (Original work published 1994; in Chinese)】

Kelly, L.（2018）。*記憶密碼：世界原民遺址隱藏千年的秘密*（張馨方、唐岱蘭譯）。好優文化。（原作2016年出版）【Kelly, L. (2018). *The memory code: The traditional aboriginal memory technique that unlocks the secrets of stonehenge, Easter Island and ancient monuments the world over* ([Xin-Fang Zhang] & [Dai-Lan Tang], Trans.). [Hao You Wen Hua]. (Original work published 2016; in Chinese)】

Lima, M.（2020）。*樹之書：知識發展的樹狀視覺史*（林潔盈譯）。大塊文化。（原作2014年出版）【Lima, M. (2020). *The book of trees: Visualizing branches of knowledge* ([Jie-Ying Lin], Trans.). Locus. (Original work published 2014; in Chinese)】

Negroponte, N.（1995）。*數位革命：01101110010111011 1...的奧妙*（齊若蘭譯）。天下文化。（原作1995年出版）【Negroponte, N. (1995). *Being digital* ([Ruo-Lan Qi], Trans.). Commonwealth. (Original work published 1995; in Chinese)】

von Neumann, J.（2021）。*電腦與人腦：現代電腦架構之父馮紐曼的腦科學講義*（廖晨堯譯）。貓頭鷹。（原作1958年出版）【von Neumann, J. (2021). *The computer and the brain* ([Chen-Yao Liao], Trans.). Owl. (Original work published 1958; in Chinese)】

Yates, F. A.（2007）。*記憶之術*（薛絢譯）。大塊文化。（原作1966年出版）【Yates, F. A. (2007). *The art of memory* ([Xuan Xue], Trans.). Locus. (Original work published 1966; in Chinese)】

Ahrens, S. (2017). *How to take smart notes: One simple technique to boost writing, learning and thinking – for students, academics and nonfiction book writers*. Createspace Independent Publishing Platform.

臺大學術期刊資料庫

Aporta, C. (2009). The trail as home: Inuit and their Pan-Arctic network of routes. *Human Ecology, 37*, 131-146. https://doi.org/10.1007/s10745-009-9213-x

Barnet, B. (2013). *Memory machines: The evolution of hypertext*. Anthem Press.

Barreau, D., & Nardi, B. A. (1995). Finding and reminding: File organization from the desktop. *ACM SIGCHI Bulletin, 27*(3), 39-43. https://doi.org/10.1145/221296.221307

Blair, A. (2010). *Too much to know: Managing scholarly information before the modern age*. Yale University Press.

Bond, M. (2020). *Wayfinding: The art and science of how we find and lose our way*. Picador.

Bridenbaugh, C. (1963). The great mutation. *The American Historical Review, 68*(2), 315-331. https://doi.org/10.2307/1904534

Briggs, A., & Burke, P. (2002). *A social history of the media: From Gutenberg to the Internet*. Polity.

Bruno, G. (1868). *De umbris idearum*. APUD E. S. Mittlerum & Filium.

Buckland, M. K. (1992). Emanuel Goldberg, electronic document retrieval, and Vannevar Bush's Memex. *Journal of the American Society for Information Science, 43*(4), 284-294. https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4571(199205)43:4<284::AID-ASI3>3.0.CO;2-0

Burke, A. (2012). Spatial abilities, cognition and the pattern of Neanderthal and modern human dispersals. *Quaternary International, 247*(9), 230-235. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.10.029

Burke, P. (2000). *A social history of knowledge: From Gutenberg to Diderot*. Polity.

Bush, V. (1945). As we may think. *The Atlantic Monthly, 176*(1), 101-108.

Campbell, J. (2013). *The library: A world history*. University of Chicago Press.

Carr, N. (2010). *The shallows: What the Internet is doing to our brains*. WW Norton & Company.

Carruthers, M. (1998). *The craft of thought: Meditation, rhetoric, and the making of images, 400–1200*. Cambridge University Press.

Carruthers, M., & Ziolkowski, J. M. (Eds.). (2002). *The medieval craft of memory: An anthology of texts and pictures*. University of Pennsylvania Press.

Chan, A. (2021, April 26). *My vision: A forgotten history*. Medium. https://medium.com/heptabase/my-vision-a-forgotten-history-67ee77e969da

Charmantier, I., & Müller-Wille, S. (2014). Carl Linnaeus's botanical paper slips (1767–1773). *Intellectual History Review, 24*(2), 215-238. https://doi.org/10.1080/17496977.2014.914643

Clapp, L. C. (1962). The chaining technique for associative sentence retrieval. In *Proceedings of the 1962 ACM national conference* (pp. 114-115). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/800198.806140

Connor, S. (2019). *The madness of knowledge: On wisdom, ignorance and fantasies of knowing*. Reaktion Books.

臺大學術期刊資料庫

Constantinescu, A. O., O'Reilly, J. X., & Behrens, T. E. J. (2016). Organizing conceptual knowledge in humans with a gridlike code. *Science, 352*(6292), 1464-1468. https://doi.org/10.1126/science.aaf0941

Culianu, I. P. (1987). *Eros and magic in the Renaissance*. University of Chicago Press.

Dewey, M. (1876). *A classification and subject index for cataloguing and arranging the books and pamphlets of a library*. Project Gutenberg.

Dewey, M. (1899). *Decimal classification and relative index* (6th ed.). Library Bureau.

Dewey, M. (1932). *Decimal classification and relative index* (13th ed.). Library Bureau.

Diderot, D., & d'Alembert, J. L. R. (1751). *Encyclopédie, ou, Dictionnaire raisonne´* des sciences, des arts et des *métiers* (Vol. 1). Briasson.

Diderot, D., & d'Alembert, J. L. R. (1755). *Encyclopédie, ou, Dictionnaire raisonne´* des sciences, des arts et des *métiers* (Vol. 5). Briasson.

Downey, G. (2001). Virtual webs, physical technologies, and hidden workers: The spaces of labor in information internetworks. *Technology & Culture, 42*(2), 209-235. https://doi.org/10.1353/tech.2001.0058

Drucker, J. (2014). *Graphesis: Visual forms of knowledge production*. Harvard University Press.

Duncan, D. (2019). Indexes. In D. Duncan & A. Smyth (Eds.), *Book parts* (pp. 263-274). Oxford University Press.

Duncan, D. (2022). *Index, a history of the: A bookish adventure from medieval manuscripts to the digital age*. W. W. Norton & Company.

Eisenberg, D. (1992). History of word processing. In A. Kent & H. Lancour (Eds.), *Encyclopedia of library and information science, 49* (pp. 268-278). Dekker.

Engelbart, D. C. (1962). *Augmenting human intellect: A conceptual framework*. Stanford Research Institute.

Engelbart, D. C. (1982). Toward high-performance knowledge workers. In *OAC '82 digest, proceedings of the AFIPS office automation conference* (pp. 279-290). https://dougengelbart.org/content/view/144/

Engelbart, D. C. (1990). Knowledge-domain interoperability and an open hyperdocument system. In *Proceedings of the 1990 ACM conference on computer-supported cooperative work* (pp. 143-156). https://doi.org/10.1145/99332.99351

Fabrizi, M., & Lucarelli, F. (2021). *Database, network, interface: The architecture of information*. Caryatide.

Febvre, L., & Martin, H. (1958). *L' Apparition du livre*. Albin Michel.

Flanders, J. (2020). *A place for everything: The curious history of alphabetical order*. Picador.

Foer, J. (2011). *Moonwalking with Einstein: The art and science of remembering everything*. Penguin Books.

Forte, T. (2022). *Building a second brain: A proven method to organize your digital life*

臺大學術期刊資料庫

and unlock your creative potential. Simon & Schuster.

Frand, J., & Hixon, C. (1998, October 15). Personal knowledge management: Who, what, why, when, where, how? [PowerPoint slides]. *Former USF St. Petersburg campus Scholars, 246*. Scholar Commons. https://scholarcommons.usf.edu/former-pub/246

Goldschmidt, R. B., & Otlet, P. (1990). On a new form of the book: The microphotographic book (W. B. Rayward, Trans.). In W. B. Rayward (Ed.), *International organization and dissemination of knowledge: Selected essays of Paul Otlet* (pp. 87-95). Elsevier. (Original work published 1906)

Gontier, N. (2011). Depicting the tree of life: The philosophical and historical roots of evolutionary tree diagrams. *Evolution: Education & Outreach, 4*(3), 515-538. https://doi.org/10.1007/s12052-011-0355-0

Grignetti, M. (1963). Computer aids to literature searches. *Report 1074*. Bolt Beranek & Newman.

Heath, T., & Bizer, C. (2011). *Linked data: Evolving the Web into a global data space*. Morgan & Claypool.

International Business Machines Corporation. (1968). *IBM magnetic tape selectric composer record unit training guide MT/ST Models II and IV*. IBM Office Products Division.

Jack, B. E. (2019). *Reading: A very short introduction*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/actrade/9780198820581.001.0001

Kahney, L. (2002, August 14). *HyperCard: What could have been*. Wired. https://www.wired.com/2002/08/hypercard-what-could-have-been/

Kelly, K. (2021, December 2). *The tiny web*. The Technium. https://kk.org/thetechnium/the-tiny-web/

Kreiner, J. (2023). *The wandering mind: What medieval monks tell us about distraction*. Liveright Publishing.

Laaff, V. M. (2011, July 22). *Internet visionary Paul Otlet: Networked knowledge, decades before Google*. SPIEGEL International. https://pse.is/5zh46t

Library Bureau. (1890). *Classified illustrated catalog of the Library Bureau*. Library Bureau.

Licklider, J. C. R. (1960). Man-computer symbiosis. *IRE Transactions on Human Factors in Electronics, HFE-1*(1), 4-11. https://doi.org/10.1109/THFE2.1960.4503259

Licklider, J. C. R. (1965). *Libraries of the future*. MIT Press.

Licklider, J. C. R., & Taylor, R. W. (1968). The computer as a communication device. *Science & Technology, 76*(2), 21-38.

Lima, M. (2017). *The book of circles: Visualizing spheres of knowledge*. Princeton Architectural Press.

Llull, R. (1515). *Arbor scientiae*. Opera Gilberti de Villiers.

臺大學術期刊資料庫

Llull, R. (1517). *Ars magna, generalis et vltima*. Per Jacobum Marechal calcographum.

Lu, R. (2021, June 28). *Designing synced blocks*. Notion. https://www.notion.so/blog/designing-synced-blocks

Luhmann, N. (1987). *Archimedes und wir: Interviews*. Merve Verlag.

Markoff, J. (2005). *What the dormouse said: How the sixties counterculture shaped the personal computer industry*. Penguin.

Moser, E. I., Kropff, E., & Moser, M. B. (2008). Place cells, grid cells, and the brain's spatial representation system. *Annual Review of Neuroscience, 31*, 69-89. https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.31.061307.090723

Mumford, L. (1970). *The myth of the machine*. Harcourt Brace Jovanovich.

Nelson, T. H. (1965a). A file structure for the complex, the changing, and the indeterminate. *ACM 20th National Conference Proceedings, 10*, 84-100. https://doi.org/10.1145/800197.806036

Nelson, T. H. (1965b). The hypertext. *Proceedings of the World Documentation Federation, 2*, 395-410.

Nelson, T. H. (1987). *Literary machines* (87.1 edition). Theodor H. Nelson.

Oh, K. E. (2019). Personal information organization in everyday life: Modeling the process. *Journal of Documentation, 75*(3), 667-691. https://doi.org/10.1108/JD-05-2018-0080

Otlet, P. (1934). *Traité de documentation: Le livre sur le livre, théorie et pratique*. Mundaneum.

Otlet, P. (1990). The science of bibliography and documentation (W. B. Rayward, Trans.). In W. B. Rayward (Ed.), *International organisation and dissemination of knowledge: Selected essays of Paul Otlet* (pp. 71-86). Elsevier. (Original work published 1903)

Pieslak, R. F. (1974). *Magnetic tape selectric typewriter*. Vocational-Technical Curriculum Laboratory, Rutgers-The State University.

Piper, A. (2012). *Book was there: Reading in electronic times*. University of Chicago Press.

Placcius, V. (1689). *De arte excerpendi*. Gottfried Liebezeit.

Plato. (2003). *Plato's Phaedrus* (S. Scully, Trans.). Focus.

Pomerantz, J. (2015). *Metadata*. MIT Press.

Publicius, J. (1482). *Ars Oratoria. Ars Epistolandi. Ars Memorativa*. Erhard Ratdolt.

Rayward, W. B. (1990). Introduction. In W. B. Rayward (Ed.), *International organization and dissemination of knowledge: Selected essays of Paul Otlet* (pp. 1-10). Elsevier.

Rayward, W. B. (2014). Information revolutions, the information society, and the future of the history of information science. *Library Trends, 62*(3), 681-713. https://doi.org/10.1353/lib.2014.0001

Riva, P. (2007). Functional requirements for bibliographic records: Introducing the Functional Requirements for Bibliographic Records and related IFLA developments. *Bulletin of the American Society for Information Science & Technology,*

臺大學術期刊資料庫

33(6), 7-11. https://doi.org/10.1002/bult.2007.1720330604

Riva, P., Le Bœuf, P., & Žumer, M. (2017). *IFLA Library Reference Model: A conceptual model for bibliographic information*. IFLA International Federation of Library Associations and Institutions.

Sawyer, D. (2019). Page numbers, signatures, and catchwords. In D. Duncan & A. Smyth (Eds.), *Book parts* (pp. 137-150). Oxford University Press.

Seybold, P. B. (1992). Doug Engelbart's design for knowledge-based organizations, part 1: Required technology: Open hyperdocument systems. *Paradigm Shift: Guide to the Information Revolution, 3*(8), 1-9. https://doi.org/10.1571/gu02-12-92ocg

Spitzer, M. (2012). *Digitale demenz: Wie wir uns und unsere iinder um den verstand bringen*. Droemer HC.

Standage, T. (2013). *Writing on the wall: Social media – the first 2,000 years*. Bloomsbury.

Strout, R. F. (1956). The development of the catalog and cataloging codes. *Library Quarterly, 26*(4), 254-275. https://doi.org/10.1086/618341

Thompson, C. (2013). *Smarter than you think: How technology is changing our minds for the better.* Penguin.

Trubek, A. (2016). *The history and uncertain future of handwriting*. Bloomsbury.

Turner, F. (2006). *From counterculture to cyberculture: Stewart Brand, the whole earth network, and the rise of digital utopianism*. University of Chicago Press. https://doi.org/10.7208/chicago/9780226817439.001.0001

Tversky, B. (2019). *Mind in motion: How action shapes thought*. Basic Books.

Vallejo, I. (2019). *El infinito en un junco: La invención de los libros en el Mundo Antiguo*. Siruela.

van den Heuvel, C. (2008). Building society, constructing knowledge, weaving the web: Otlet's visualizations of a global information society and his concept of a universal civilization. In W. B. Rayward (Ed.), *European modernism and the information society: Informing the present, understanding the past* (pp. 127-153). Ashgate. https://doi.org/10.4324/9781315580951-8

von Helmholtz, H. (1881). *Popular lectures on scientific subjects* (E. Atkinson, Trans.). D. Appleton & Company. https://doi.org/10.5962/bhl.title.29497 (Original work published 1873)

von Romberch, J. H. (1533). *Congestorium artificiose memorie*. Melchiorre Sessa.

Weinberger, D. (2011). *Too big to know: Rethinking knowledge now that the facts aren't the facts, experts are everywhere, and the smartest person in the room is the room*. Basic Books.

Weinberger, S. (2017). *The imagineers of war: The untold story of DARPA, the Pentagon Agency that changed the world*. Knopf Doubleday.

Wiener, P. P. (Ed.). (1951). *Leibniz selections*. Scribner's.

臺大學術期刊資料庫

Willis, W. D., & Koppe, J. A. (1991). Brain browser: Hypercard application for the Macintosh. *Science, 251*(5000), 1500-1502. https://doi.org/10.1126/science.2006425

Wolf, M. (2018). *Reader, come home: The reading brain in a digital world*. Harper.

Wright, A. (2014). *Cataloging the world: Paul Otlet and the birth of the information age*. Oxford University Press.

Yeo, R. (2007). Before Memex: Robert Hooke, John Locke, and Vannevar Bush on external memory. *Science in Context, 20*(1), 21-47. https://doi.org/10.1017/s0269889706001128

Zuegel, D. (2021, February 25). *Ted Nelson explores what computers could've become*. Notion. https://www.notion.so/blog/ted-nelson

（投稿日期Received: 2023/11/10　接受日期Accepted: 2024/5/13）

臺大學術期刊資料庫