

漢字辨識理論模型中的部件表徵

陳奕全 葉素玲⁽¹⁾

台灣大學心理學系

漢字對照於歐美研究主體的英文，可用以檢驗通用閱讀理論的適切性，其中尤以漢字「字中有字」的巢套式結構為字詞辨識理論的重要挑戰。本文旨在探討漢字辨識歷程中部件所扮演的角色，回顧並評論下列重要議題：整字與部件孰為漢字辨識的基本單元、部件表徵是否攜帶位置與表義或表音的功能、以及聲旁如何影響整字的讀音等。文末並提出部件是否必然介入漢字辨識歷程的單路徑與雙路徑模型，用以整合目前的研究證據並提供未來研究的方向。

關鍵詞：部首、聲旁、形聲字、部件位置、漢字辨識模型

漢字是現存文字中，與拼音文字形成鮮明對比的獨特符號系統，因此可藉其檢驗閱讀乃至語言認知理論的普同性。漢字不若拼音文字具有形素與音素的對應規則(grapheme-phoneme correspondence rule)，且在造字四法(象形、指事、會意、形聲)中即考慮了意義的成分，因此漢字一般被認為是一種義符(logograph)或表義(ideograph)文字系統。

漢字在字形的組成上，可以分為三個層次：筆劃、部件、與整字。筆劃是基本的運筆，如橫、豎、點、撇等。書法習字中所稱的「永字八法」即是練習字形中常見的八種筆劃。部件是由筆劃組合而成，且此筆劃組合會重複出現在不同的字中(Chen, Allport, & Marshall, 1996; Taft & Zhu, 1997)。例如「眼」的右半部「艮」是由六種筆劃所組成，且出現在「跟」、「根」等不同字中。以此為定義，諸多部件本身即可獨立成字，本身便具有聲音及意義，例如「楓」的「木」及「風」；另有一些部件不可單獨出現，必須與其他部件組合成字，例如「滴」的「氵」及「商」。舒華等人將前者稱為 independent component，後者稱為 bound component (Shu, Chen, Anderson, Wu, & Xuan, 2003)。同一部件可出現在字中的不同位置，例如「其」在「期」中為左部件、在「棋」中為右部件。部件亦可能傳達整字的音義，例如字典中的部首具有

歸類的功能，形聲字的聲旁具有提示字音的功能。

在整字的層次上，漢字不論其筆畫及部件數目多寡，在字形上一字一方塊，在語音上一字一音節，在語意結構上一字一詞素。基於這些字形、字音、與字義的特性，有些學者認為漢字本身可因其知覺完形與音義完整性而作為基本的辨識單元。支持整字作為辨識單元的證據，包括在真字中比在假字與非字中更容易找到包含目標部件的刺激字，顯示整字的辨識可以幫助其組成部件的辨識(鄭昭明，1981)；部件需在長時間觀看一個漢字後，才會解離出來(鄭昭明與吳淑杰，1994)。另一方面，欲在閱讀文章時圈出目標部件，則此目標部件在真字中比在假字中容易被忽略、且在高頻字中比在低頻字中容易被忽略(陳烜之，1984)。此結果被解釋成在閱讀時，讀者一旦認出某字，就立即開始進行下一個字的辨識工作；因此整字辨識在先，有餘裕時才會拆解成部件。此外，唸部件比唸整字需要較長的時間，則被認為是在認出整字後即可唸出整字的字音，但必須進一步把整字拆解後才能唸出部件的音(喻柏林、馮玲、曹河圻、及李文玲，1990)。

然而漢字具有一些不可忽視的內在結構，使得部件先於整字的處理方式在理論上是可行的。一是許多部件本身可單獨成字，具有讀音與字義(如「楓」中的「木」與「風」)。二是在習字的階段多先以形體簡單且具象的獨體字(如「木」)做為入門練習直到精熟，之後被教導與其他部件組合成不同的字(如「木」可以組成「村、材、松、枝、柏、核、楓」等，其組字數(combinability)逾百)，此簡單、熟悉且常見等特性使得部件可能是更基本的辨識單元。上述兩點都指向漢字具有「字中有字」的巢套式組織架構，也因此對英文的字詞辨識理論—若欲建構具跨語言普同性的理論—形成重要的挑戰。

近年來有漸增的證據支持部件先被處理的觀點。例如 Fang 與 Wu(1989)發現部件的錯覺組合現象：快速呈現的三個刺激字(如「核、討、該」)其部件會被錯誤地結合，如誤以為有「村」字出現，顯示這些字的部件表徵先被激發，但由於注意力來不及介入以致未能正確組合為完整的字。Taft 與 Zhu(1997)以及 Feldman 與 Siok(1997)採用字彙判斷作業(判斷字或非字，lexical decision task, LDT)，控制刺激字的字頻相當，但部件的組字數不同，結果發現對具有高組字數部件的字反應較快。Yeh 與 Li(2004)發現當參與者被要求寫下快速呈現的整字時，重複的部件會被忽略(如「院」、「除」會寫成「院」、「余」)，且這種重複視盲(repetition blindness, Kanwisher, 1987)的現象，重複的部件在時

序上早於重複的整字，顯示部件的處理先於整字。

以上整字或部件孰先處理的分歧證據，至少部分來自於不同實驗派典所反映出的內在機制。支持整字為辨識單元的研究，作業上大多要求受試者對部件反應，例如長時間觀看整字以解離(鄭昭明與吳淑杰，1994)、部件偵測作業(陳烜之，1984)、或是部件唸名作業(喻柏林等，1990)，對部件而言都是屬於顯式(explicit)的作業。相對地，支持部件為辨識單元的研究，作業上大多要求受試者對整字反應，例如字彙判斷作業(Taft & Zhu, 1997; Feldman & Siok, 1997)、或是快速辨識整字的作業(Fang & Wu, 1989; Yeh & Li, 2004)，對部件而言都是屬於隱式(implicit)的作業。顯式作業對應的是意識層次的處理，隱式作業對應的是無意識的處理，而意識與無意識處理二者可能是完全不同的歷程。

以 Hochstein 與 Ahissar(2002)所提出的逆向階層理論(Reverse Hierarchical Theory)為例，一個視覺刺激在無意識的處理歷程是快速、由簡而繁、由下而上(bottom-up)的，例如由線條構成基本形狀、再加以組合而成完整的物件，而完整物件的表徵則是達到意識層級的第一站。相對地，意識的處理歷程是耗時、由繁而簡，由上而下(top-down)的，例如由完整的物件表徵逐漸拆解出其組成成分。根據此逆向階層理論，上述整字處理與部件處理的證據，可視為漢字處理的兩面：隱式作業反映的是無意識層次、由下而上的處理歷程，而顯式作業反映的是意識層次、由上而下的處理歷程(圖 1)。以唸部件的作業為例，在處理上必須經過圖一右邊的隱式歷程，再經由左邊的整字回到部件的顯式歷程，導致反應時間比唸整字長。

我們認為，當探討漢字的辨識是否包含部件層次的表徵時，指的應是無意識、由下而上的處理歷程。基於此，在研究方法上應採對部件而言為隱式的作業、短暫呈現、以及依賴觸接字彙表徵的實驗派典。常用的方法包括字彙判斷作業、整字唸名作業、意義歸類作業、辨識作業、字義或字音同異判斷作業等。這些作業要求受試者對整字進行判斷，判斷必須兼顧快速及正確；同時這些作業的判斷必須基於整字的字形、字音、或字義，對漢字的處理應確實已達到其字彙表徵。以下根據這樣的原則來審視部件對整字處理影響的相關研究證據，依序討論文獻中部件的位置與功能效果；並藉由目前已提出的漢字處理模型，來探討部件在漢字處理中是否必然介入、以及其介入的方式。

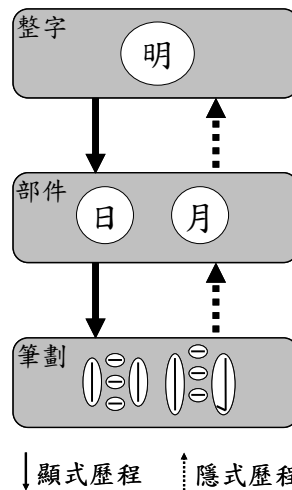


圖 1 漢字的顯式與隱式處理歷程

部件位置的效果

Taft 與 Zhu(1997)操弄部件的位置(左或右)及組字數(高或低),發現具有高組字數的部件其字彙判斷需時較短,但限於以右邊為典型位置的部件。他們認為看字時會由左向右逐一處理各部件,因此處理的瓶頸在右邊,且對於出現在典型位置的部件可以辨認得特別快,進而縮短整字辨識的時間。Taft、Zhu、及 Peng(1999)接著發現在字彙判斷及唸名作業中,可換位字與不可換位字所需要的反應時間相同:「可換位字」指的是具相同部件、但部件位置不同的字(如「呆」和「杏」)。他們認為「呆」的「口」在登錄時就標示在上半部,「木」在下半部,此組合方式就只能激發「呆」字,而不因另有激發「杏」字的可能性而延緩反應;這與「今」在上、「心」在下,只能激發「念」這個「不可換位字」的歷程相同,因此顯示部件在登錄時即攜帶了位置訊息。Ding、Peng、及 Taft (2004)利用促發派典(priming paradigm)的實驗發現,若促發字與目標字有同形體且同位置的部件(如促發字「驅」與目標字「樞」的右部件「區」),則可加快對目標字的反應;但若同形體的部件換了位置(如促發字為「歐」而目標字為「樞」),則促發字對目標字的辨識便沒有影響。由部件的錯覺組合現象也發現部件位置的影響,例如 Saito、Masuda、及 Kawakami(1998)在實驗中先呈現兩個來源字(如「帳、福」),再呈現一個目標

字(如「幅」)。結果發現當部件位置沒有改變時(如上例)，受試者誤認目標字為來源字的機率較高。

部件位置的重要性在漢字處理的電腦模擬研究中亦得到支持。Perfetti 與 Tan(1998)以促發唸名(primed naming)作業來探討漢字字形、字音、及字義三者激發的先後時序，結果發現在促發字出現 43 毫秒後即可得到字形的正向促發效果；字音的正向促發效果約在促發字出現 57 毫秒後顯現，同時字形轉變為負向促發效果；意義的促發效果則必需在促發字出現 85 毫秒後始觀察到⁽²⁾(見 Perfetti, Liu, & Tan, 2005)。Perfetti 等(2005)以其字彙成分模型(lexical constituency model)模擬出上述實驗的結果，而模擬中的輸入單元採用部件的形體以及部件的空間配置訊息，例如「楓」的輸入單元便為部件「木」、「風」、以及「左-右」的位置關係。此輸入單元上傳至字形層次後，再進一步激發字音層次及意義層次。這樣的結果顯示，只須輸入部件的形體及位置關係，便可完成後續的字形、字音、及字義的處理。Perfetti 等(2005)的字彙成分模型與下文所述的多階層交互激發模型為目前漢字辨識理論的兩個重要的理論模型，在本文的討論中具重要的角色。

多階層交互激發模型與字彙成分模型中的部件位置表徵

Taft 等人提出多階層交互激發模型(Multi-Level Interactive-Activation Model, Ding, Taft, & Zhu, 2000; Taft, 2006; Taft et al., 1999; Taft & Zhu, 1997; Taft, Zhu, & Ding, 2000)來解釋漢字的辨識歷程。他們認為，漢字的字形辨識需經特徵、部件、與整字三個層次的處理。特徵層次包含了各種筆劃以及位置標籤(他們以「<」、「>」代表字的邊界)。部件層次則是將筆劃組成部件的形體表徵，在此模型中是字形處理必經的歷程。部件不論成字與否，都有其內在相對應的表徵(Taft et al., 2000)。部件表徵可分為兩個階段：先是單純的形體表徵，稱為「無位置」(position-free)的部件表徵；加上位置標籤後，方成為「位置敏感」(position-sensitive)的部件表徵。位在不同位置的同形部件，例如「歐」與「樞」的部件「區」，其表徵在前者為「<區」、在後者為「區>」，兩者為不同的位置敏感表徵，彼此是相互抑制的關係(Ding et al., 2004)。整字層次則是將位置敏感的部件表徵組合成整字，例如「駝」字是由「<鳥」和「它>」組合而成。整字表徵有其相對應的概念表徵(稱為 Lemma)，藉由

此概念表徵得以觸接意義及字音。

值得注意的是，前述 Perfetti 等(2005)的字彙成分模型中，以兩個輸入位元代表部件的空間配置關係，其實與 Taft 等人的多階層交互激發模型中的位置表徵不同。字彙成分模型中包括了上下、左右、全包、和非全包等四種不同部件位置的相對關係，後兩者如全包的「國」字與非全包的「同」字，就未曾在 Taft 等人的研究中被列入考量，且其多階層交互激發模型也缺乏對包圍類部件位置的適當表徵方式。部件的空間配置可稱為字形的結構（例如水平字與垂直字為兩種不同的結構），字彙成分模型中的位置表徵即為此類；在相同結構下，特定部件可位於不同的位置（例如部件「區」位於水平結構字「歐」、「樞」的不同位置），Taft 等人的多階層交互激發模型中的位置表徵則為此類。目前僅有這兩種理論模型將部件位置列入部件層次內考量，但其差異卻已反映出「位置」訊息的複雜性，在理論建構上宜仔細釐清。

葉素玲等(葉素玲、李金鈴、及陳一平，1997；Yeh, Li, & Chen, 1999)發現漢字使用者在依字形相似性進行分類時會依據部件的組合方式，將漢字區分出五種字形結構：水平字(如「印」)、垂直字(如「念」)、P 型字(如「眉」)、L 型字(如「這」)、和包圍字(如「固」與「同」)。這五種結構的十種配對組合可由視覺搜尋作業的效率(以反應時間對刺激數目作圖的斜率值表示)量化出不同結構字之間的相似程度(Yeh, 2000)。更重要的是，操弄結構與部件的同異，發現兩者都會影響視覺搜尋的效率，特定部件位於相同結構中的相同位置會使兩字的相似性最高，而位於不同結構中的不同位置會使兩字的相似性最低(Yeh & Li, 2002)。

不同於英文僅以水平方式排列，字形結構是漢字所具有的獨特性質(Yeh & Li, 2002; Yeh, Li, Takeuchi, Sun, & Liu, 2003)。Taft 與 Zhu(1997)認為看字時「先左部件後右部件」處理，而未提出其他字形結構的處理(例如包圍字)，即忽略了漢字的這種獨特性，而將之與英文由左而右處理一般對待。另一方面，Perfetti 等(2005)在其輸入單元的四種可能的字形結構中，全包(例如「困」字)與非全包(例如「同」字)就佔了兩種，除了忽略了實徵研究中熟練的中文讀者是將之歸為同一類(葉素玲等，1997；Yeh et al., 1999)外，還有 P 型和 L 型兩類未被考慮在內。這些都顯示了雖然已有不少研究證實部件的位置在漢字辨識中扮演了重要的角色，但部件位置表徵如何才能完備地解釋現有的資料，以及結構間與結構內的位置差異該如何充分地表徵等議題，仍有待澄清。

部件表徵是否為漢字處理的必經路徑？

至此所回顧的兩個漢字辨識理論中，部件表徵都是觸接整字前的必經歷程。然而，在實徵研究上若使用反應時間為依變項，則部件影響整字的結果往往僅限於低頻字，而不能推論至高頻字。例如在字彙判斷作業中，Zhu 與 Taft(1994)和 Ding 等(2004)發現高頻部件只會加快低頻字的處理，而不影響高頻字；在本文接著回顧部件功能的研究中也可觀察到類似的結果。這樣的證據顯示，高頻字也許可以直接認出，而不需要透過部件的組合階段。

在英文的字詞辨識理論中，有兩類分屬「符號」(symbolic)與「非符號」(non-symbolic)系統的主流理論，第一類強調有內在字彙庫的存在，第二類則不假設有內在字彙庫。第一類以雙路徑處理模型(dual route model)為代表，可區分為「形到義」與「形到音」的兩種雙路徑模型(Coltheart, 2000)。Coltheart(1978)提出「字義」的雙路徑模型，例如閱讀時以文字輸入開始，一為由字形字彙庫直接得義(direct route)，另一為藉由字音字彙庫而得義(indirect, phonology-mediated route)。Coltheart、Curtis、Atkins、及 Haller(1993)另提出「字音」的雙路徑模型，將文字到語音的路徑分成兩條，不規則發音的字(如 pint)需由字形字彙庫獲得字音表徵，此為整字間對應的直接路徑(lexical route)；非字(如 slike)需用到形素－音素對應原則的間接路徑(non-lexical route)，規則字(如 hat)則兩者皆可，視字頻等其他因素而定。

部件對高頻字與低頻字的差異效果，可採類比於「字音」的雙路徑模式來理解：當一個字呈現時，會同時激發部件和整字的內在表徵；辨識漢字時可先認出部件再組成整字，也可直接認出整字。至於使用哪種方式，則依據何者較快觸接到字彙庫而定(Huang & Wang, 1992)。高頻字的整字表徵可以快速地觸接心理字彙，因此不需要藉由部件來辨識，也就觀察不到部件的影響；低頻字的整字表徵觸接的速度較慢，藉由部件是較快的路徑，所以部件的特性會影響整字的辨識。

第二類的英文字詞辨識理論以平行分散處理(parallel distributed processing model, PDP)或交互激發(interactive activation)模型為代表。這類模型認為字彙辨識只有單一機制(McClelland & Rumelhart, 1981; Seidenberg & McClelland, 1989)，其基本成分包括形、音、義三者，三者間都有隱藏單元作

為中介，彼此間有交互作用。PDP 模型採用非符號系統的神經網路模型，字彙的形、音、義來自於單一計算程序；確認輸入與輸出的關係之後，讓類神經網路去學習、改變中間層級單元之間的連結強度。此模式不需有內建的字彙庫，容易用電腦模擬計算；且由於採用單一計算法則，具有簡約且可能較符合神經系統的運作方式的優點。McClelland 與 Rumelhart(1981)的階層式處理模式將特徵、字母、與字分在不同層次處理，同一層間為相互抑制，不同層間則為相互促進。由於 Seidenberg 與 McClelland(1989)無法模擬出非字的唸名表現，以致無法反駁非字與例外字由不同路徑處理的爭議。在後來的模型中，對此放入連三字母串的限制(例如 LOG 為 _LO, LOG, OG_)，便可由單一計算法則成功地模擬非字的唸名(Plaut, McClelland, Seidenberg, & Patterson, 1996)。對於字義的觸接，雖然也同樣假設有「由形到義」及「形經由音得義」兩種方式，但這兩種方式仍奠基於同一神經機制，只是處理的訊息內容不同；此外，這兩種方式並非獨立處理，故與「字義」的雙路徑模型不同(Harm & Seidenberg, 2004)。

以此模式解釋字頻對部件效果的影響，在於字頻高低即為練習次數多寡。高頻字因為經常出現，可藉由練習加強辨識此字的所有連結，久而久之使得速度加快，因此觀察不到中間層級單元的影響。此模式的優點為可避免受試者的策略或注意力等高階控制系統作為決定採用何種路徑的選擇因素，且只需假設單一計算法則(但輸出的時間有別)，便可解釋漢字部件對高、低頻字的效果差異。此外，只要累積夠多的練習次數，理論上所有的文字系統應都可觀察到像是高頻字一般直接觸接字彙的效果(Seidenberg & McClelland, 1989)。

然而無論是援引英文的雙路徑或單一交互激發機制於漢字的研究中，都缺少可對應至漢字部件表徵的層次，使得部件表徵在這兩類模型中都不會是必然的中介歷程。但若考慮目前的漢字辨識模型，例如 Taft 等人與 Perfetti 等人援引其多年的系列研究所提出的兩類模型中，部件表徵皆為必然的途徑，雖說其模型未必能完整解釋目前所有的資料，但也提供一個可檢證且有諸多證據支持的理論架構。若部件表徵是由下而上的隱式歷程中的中介階層(如圖 1 右邊所示)，則以反應時間為依變項的實驗方法或有限制而無法展現出此一層次的作用，例如 Zhu 與 Taft(1994)及 Ding 等(2004)便認為高頻字不受部件影響的結果是因為高頻字的處理速度過快，使得部件表徵的處理無法被顯現出

來。因此若欲顯現出部件的效果，必須改以更敏感的方法加以研究，例如以限時(time-limited)呈現、正確率為依變項的實驗派典較適合用以檢驗早期的處理歷程(Norman & Bobrow, 1975; Santee & Egeth, 1982)。Yeh 與 Li (2004)採用的重複視盲派典便是一例。

漢字中的形聲字其部首和聲旁分別位於一字中的不同位置，且可能攜帶表音與表義的不同訊息；而若真要能達表義或表音的功能，至少在邏輯上部件應該要能先於整字被處理。因此，探討部首與聲旁的功能，對部件表徵是否以及如何介入漢字辨識的議題可以提供理論的實徵基礎。下文將進一步討論部首、聲旁的表義、表音兩方面的研究。

部首與聲旁的表徵

在 Taft 等人的多階層相互激發模型中，由於整字的字形、字音、及意義三個表徵需透過 Lemma 方能相互連結，而非直接對應⁽³⁾，因此部件並沒有提供意義或字音的功能；意即在 Taft 等人的理論模型中，部首和聲旁的功能區分並不存在於漢字的由下而上的處理歷程中。也因此在他們的研究中多以「左部件」、「右部件」的具體方式來稱呼部件，若當這樣的命名有實際上的困難時，為避免部件的名稱有功能的意涵，「部首」僅代表字典中的界定，另一部件則稱為「非部首」(Taft et al., 2000)。

Taft 等(2000)認為，在整字辨識之前要將部件區分為部首和聲旁、並攜帶相對應的表義或表音功能，會有以下的問題：雖然由同部首的字可以歸納出該部首具有特定的類別意義，例如由「鋁、銀、銅、鐵、鋼」可歸納出「以金為部首的字與金屬有關」，因此金部或許可以形成 Lemma 似的概念表徵。但若考量「月」出現在左邊時(如「肺」、「肝」、「膊」、「腿」)可歸納出「與人體有關」的概念；但是出現在右邊時(如「朗」、「期」、「明」)就不屬於這個概念。因此部首若是具有表義功能，必須建立在部件形成「位置敏感」表徵後才能連結其類別意義。再者，部首與聲旁不能單依賴形體來區分，如「馬」可以當部首(如「騎」)，也可以當聲旁(如「媽」)；亦不能依賴部件的位置來決定，如「時」、「晨」、「昏」、「旭」都是「日」部的字，但部首「日」在此四字中出現的位置皆不同。由於形體和位置這兩種具體的特性都無法完全決定部件的功能，因此部首與聲旁也許是由整字的音、義回饋後所決定(由上而

下的歷程)：與整字字義有關的部件為「部首」，與整字字音有關的部件為「聲旁」。例如，看到「騎」的時候，想到「騎馬」才知「馬」是部首；唸了「 \angle 」之後，才知「奇」是聲旁。

若部件的功能區分如 Taft 等(2000)所言，必須藉由整字訊息回饋後的一致性決定，則部件勢必也要有音、義表徵的激發，方能與整字音義做比對。在 Taft 等人的模型中，可成字部件在「無位置」表徵階段便連結至 Lemma，可藉此觸接其音義(例如「馬」在「無位置」表徵階段便連結至 Lemma 代表 horse 的概念)，因此這也是獨體字的表徵；「無位置」表徵也可再加上左或右的位置標籤，進一步形成「駛」或「媽」等字，並分別連結到 drive 與 mother 等不同的 Lemma。注意在此歷程中，部件表徵和整字表徵已經混在同一層次，而很難再以原有的「先部件後整字」的階層式表示，這正反映了漢字辨識模型的難題。不成字部件因其無對應的 Lemma 而無音義表徵，原有嚴格的階層式表徵還可適用。

在 Taft 等人的多階層相互激發模型中，部件表徵僅有形體與位置、以及成字與否的差別，卻無功能上表音或表義的區別。同樣地，在 Perfetti 等人的字彙成分模型中，以部件形體與空間配置兩者作為輸入單元，必須到達整字的字形表徵之後才能觸接到音與義的表徵，部件本身並沒有表音或表義的功能表徵。目前的漢字理論中，這兩個模型僅在部件形體外加入位置表徵，但皆不考慮部件的表義或表音功能

然而文獻中諸多證據顯示部首與聲旁可影響漢字的辨識。例如 Feldamn 與 Siok(1997)認為 Taft 與 Zhu(1997)檢驗部件位置的實驗混淆了部件的功能此一變項。在形聲字中部首多在左而聲旁在右，Taft 與 Zhu(1997)選用的字也大多是左部首、右聲旁的字，此時部件的位置與功能是共變的，故其效果的來源可能是部首與聲旁、而非部件位置左與右的區別。不同於 Taft 與 Zhu(1997)計算部件組字數時僅考慮形體與位置，Feldamn 與 Siok(1997)依功能分別計算部首與聲旁的組字數高低，結果發現具高部首組字數的字彙判斷反應時間較短；再把同一筆資料依其聲旁組字數分析，結果發現具有高聲旁組字數的字其反應時間較短，因此他們推論部件分類的方式應該是依其功能，而非依其位置。此外，Chen 與 Allport(1995)也發現部首和聲旁會分別影響整字的義和音，而部件位置無法解釋此效果：當要求參與者對同時呈現的兩字進行「同異判斷」，在「同義與否」的判斷中，相同部首但意義不同的兩字，需時較長，

但不受聲旁相同與否的影響；在「同音與否」的判斷中，相同聲旁但發音不同的兩字，需時較長，但不受部首相同與否的影響。

部首與聲旁的區分亦可在其他面向觀察到，例如 Yeh 與 Li(2002)發現同一部首在不同結構中(如「納」與「素」的部首「糸」)，比起在相同結構中，會降低兩字的相似性，但聲旁則無此差異。此結果暗示，「部首」與結構有關，而聲旁可獨立於結構。

部首影響整字辨識的證據

Leck、Weekes、及 Chen(1995)要求受試者進行意義歸類作業，畫面上先呈現一個類別(如「是不是動物？」)，再呈現一個目標字讓受試者判斷(如「狐」)。結果顯示部首影響反應時間的程度大於聲旁，例如「猜」與「呱」都和「狐」有一個相同的部件，但拒絕「猜」比拒絕「呱」字屬於動物需要更長的時間。單純由部件形體無法解釋部首和聲旁所造成的差異(上例中都有相同形體的部件)，因此部首在觸接整字意義上應具有較聲旁重要的角色。Li 與 Chen(1999)採用字彙判斷作業、Chen 與 Weekes(2004)採用類別判斷作業，都發現具可穿透字義(semantic transparent)部首的字(例如「狗」)，所需要的反應時間短於具不可穿透部首的字(例如「猜」)。

然而，上述證據僅能確認部首的表徵是攜帶意義的，卻未必能顯示部首在辨識漢字的歷程當中的確有「協助表義」。部首要能影響整字的意義，其方式可能有三種：第一種方式是在組成整字的歷程中，即幫助整字觸接其意義表徵。這樣的方式是在部件層次發生的，比較近似所謂「部首表義」的功能，影響的是正在形成漢字辨識的歷程。第二種方式是部首與整字的意義表徵位在相同的階段，亦即部首與整字平行地進行由形到義的觸接；由於二者都激發其意義表徵，故在過程中可能會相互影響。此時部首的處理就如同獨體字(如 Zhou & Marslen-Wilson, 1999a)，因此可視為字與字處理時的作用。第三種方式是由整字訊息由上而下地回饋，進而決定哪一個部件是部首(如 Taft 等，2000)；當部首意義與整字意義不相符時即需要將部首抑制，以完成對整字的反應。此時部首與整字都已完成字彙表徵，故影響的是字彙觸接之後的階段。欲區分這三種可能性，關鍵在於精細地測量部首與整字在時序上的互動歷程。

Feldman 與 Siok(1999a, 1999b)以促發字彙判斷作業(primed LDT)探討部

首穿透性與整字字義在時序上的關係。促發字與目標字(後者為部首可穿透字)有四種關係：相同部首且意義相關，如「評」與「論」；相同部首但意義無關，如「諸」與「論」；不同部首但意義相關，如「述」與「論」；不同部首且意義無關，如「竿」與「論」。他們的結果顯示，促發字呈現 43 毫秒後，相同部首及意義相關其一皆可對目標字造成正向的促發效果，且兩個效果是線性加成的關係；但他們也發現在此時間點下，相同部首但意義無關組(如「諸」與「論」)與形似部首組(如「秘」與「根」，「禾」與「木」只差一筆劃)的促發效果相同。這樣的結果暗示在漢字處理 43 毫秒時，部首和整字意義的效果是獨立的，據此 Feldman 與 Siok(1999b)推論此時部首只有字形的表徵，部首之義尚未激發。當促發字的呈現時間延長為 72 毫秒及 243 毫秒，則只有意義相關的配對(「評」與「論」、「述」與「論」)有正向促發的效果，相同部首但意義無關的配對(「諸」與「論」)則變成抑制的效果。Feldman 與 Siok(1999a)對此抑制效果的解釋是，由於促發字的部首與其整字意義不相符(不可穿透性)，故必須抑制部首才能完成辨識；此抑制的效果會持續至目標字出現，使目標字的處理受到阻礙，因此反應時間較長。若將作業改為單純的字彙判斷作業(每一嘗試沒有先前的促發字出現)，發現即使相同部首且意義相關的兩字之間(「評」與「論」)相間隔 10 個嘗試，仍然可發現跨嘗試間的促發效果；但單純的意義相關配對(「述」與「論」)卻已無促發效果，顯示部首和整字意義相符時，部首與整字互動出來的促發效果是可以維持相當長的時間，然而單純整字意義間的促發效果卻無法持續這麼長的時間。

Feldman 與 Siok(1999a, 1999b)的實驗顯示，漢字呈現 43 毫秒後，部首僅有字形表徵，故部首的穿透性在此時不影響。部首之義可能要在 72 毫秒之後才會激發，進而與整字的意義互相影響，若二者相符，則部首可幫助辨識整字；若二者不符，則必須將部首抑制，以避免干擾整字的辨識。由於部首之義的激發比整字意義的激發來得慢，可能介入影響整字辨識的時間較晚，依據前面的推論，部首的穿透性效果較可能是來自於整字訊息回饋後所得(第三種方式)。然而第二種方式也無法排除。在第二種方式中，由於部首的字形表徵必須往上送到整字階段，同時又必須觸接到其本身的意義，兩者可能會依其意義的明確度而有處理時間上的差異(Perfetti & Tan, 1998)，若刺激項目中存有需時較久的部首意義觸接，則平均而言可能會觀察到比整字意義處理較慢的結果。目前的實徵研究結果，尚未有清楚的證據顯示部首可在部件層次

達到表義。

Perfetti 與 Tan(1999)提出的成分互動模型(Interactive Constituency Model)中，提出部首達成第一種表義功能的方式。較先前理論(Perfetti & Tan, 1998)不同之處為在字形、字音、與意義三個主要的子系統之外，再加上一個更小的子系統：非字部件的字形系統。在辨識漢字時，不論是部件或整字，可單獨成字者就進入一般的字形系統，接著由此字形系統觸接字音及意義表徵，亦即成字部首可形成上述第二種或第三種表義方式。對於不能成字的部件，就進入非字部件的字形系統；由於不成字部首沒有音的訊息，因此只能夠連結至意義系統。Perfetti 與 Tan(1999)認為，部首大部分是非字，所以進入非字部件的字形系統後，便能直接激發相關的意義表徵、進而影響整字，形成上述第一種方式，亦即在部件層次就對整字字義造成影響。然而根據我們的統計，繁體字中不成字部首只佔 27%(簡體字比例亦同，見 Shu et al., 2003)，將不成字部件直接視為部首除了會排除成字的常見部首，並可能錯誤地包括了不成字的聲旁。若根據 Perfetti 與 Tan(1999)的區分，會將非字部件直接定義成部首，產生上述定義上的困境。此外這個模型的另一個問題是：若尚未觸接音義，如何決定「成字」與否？為避免邏輯上的問題，勢必需引進一個心理字彙庫(mental lexicon)作為比對並決定成字與否，而且此字彙庫的提取比對理應在區分為整字字形系統及非字字形系統之前。上述分析使得以「成字與否」為條件決定部首在字彙觸接前表義(第一種方式)幾乎是不可能的。

聲旁表音的規則性與一致性效果

聲旁的表音特性分為規則性和一致性兩種。規則性指的是「聲旁音與整字音是否相同」，若相同(通常不考慮四聲)為「規則」，否則為「不規則」。一致性指的是「聲旁是否提示整字發音」。具有相同聲旁的字，若多數發音相同則一致性高，例如以「采」為聲旁的字共有七個，其中「彩、採、蹊、綵、睬、菜」六個字發音相同(表音一致率為 6/7, Fang, Horng, & Tzeng, 1986)；而以「甘」為聲旁的字有「某、柑、坩、酣、蚶、鉗、拑」等七個字，最多只有兩個字同音，為低一致性。

證據顯示聲旁具有規則性效果：當聲旁與整字同音時，可較快唸出字音。Seidenberg(1985)發現在唸名作業中，規則形聲字比無聲旁字所需的反應時間

較短。Hue(1992)控制唸名作業中不同字音的發音嘴型難易度之後，仍顯示有聲旁的規則性效果，即規則字比不規則字所需的反應時間較短。Liu、Wu、及 Chou (1996)亦驗證聲旁的規則性效果。Flores d' Arcais、Saito、及 Kawakami(1995)先呈現目標字的部首或聲旁(例如呈現「木」或「風」)，間隔 60 或 180 毫秒之後，再呈現整字給受試者唸名(如「楓」)，結果發現只有規則聲旁可以幫助唸名。

聲旁的一致性效果也得到諸多研究的支持。Fang 等 (1986)操弄聲旁與整字的關係：規則且一致(如「錶」)、規則但不一致(如「碑」)、以及不規則(如「扮」)。唸名作業的結果發現，規則且一致組(「錶」)的唸名時間最短，規則但不一致組以及不規則組(「碑」與「扮」)的唸名時間則沒有顯著差異，顯示一致性效果才是影響唸名的重要因素。Tzeng、Lin、Hung、及 Lee(1995)要求三年級和六年級的小學生唸假字，結果顯示三年級生便可掌握字中的聲旁可提供發音，並顯現出一致性效果(而非完全按照「有邊念邊」的規則性效果)，此外還會受到共享相同聲旁的鄰項字(neighbor)字頻的影響。Liu、Chen、及 Sue(2003)、Lee 等(2004)和 Lee、Tsai、Su、Tzeng、及 Hung(2005)都發現隨著聲旁的表音一致性升高，包含該聲旁字的唸名時間就縮短，顯示聲旁若愈能穩定提示字音，就愈能幫助整字發音。眼動研究也發現具聲旁高一一致性的字可在周邊視野協助閱讀(Tsai, Lee, Tzeng, Hung, & Yen, 2004)。

聲旁如何影響整字的讀音？

Liu 等(2003)認為聲旁的規則性與一致性效果所影響的是不同的階段。一致性效果影響唸名的反應時間長短(高一一致字的唸名時間較低一致字快)，反映的是處理歷程所花的時間；規則性效果則影響唸名的正確率(規則字的正確率高於不規則字)，反映的是回憶字音的正確與否。

規則性效果可視為：當聲旁作為字形表徵的輸入單元後，就會觸接其本身的音，在整字字音表徵提取後，若聲旁與整字音相同(規則)，則可幫助整字反應；若不相同(不規則)，則會干擾整字反應。由於此促進或干擾效果需要將整字與部件訊息相互比對，因此應該是發生在整字訊息回饋之後，如同前述部首影響整字的第三種方式。另一方面，也僅有成字聲旁具規則性效果，這是因為不成字聲旁缺少音、義的連結，故不會有規則與否的問題。

相對地，成字與不成字聲旁都可能藉由表音一致性影響整字的發音。一致性效果也可能是以類似第三種的方式涉入。當激發整字表徵時，同時會激發鄰項字，例如看到「情」會激發「晴、猜」等字，這些字接下來也會觸接其字音。在這些鄰項字中，同音者可以幫助發音，不同音字則會妨礙發音，因此一致性的高低會影響整字唸名的結果。由於這些促進或干擾是發生在整字層次的效果，故影響整字激發強弱或快慢的因素(例如字頻)應該也會影響一致性效果。研究也的確顯示字頻與一致性的交互作用(Lee et al., 2004)，以及字頻加權後的聲旁表音一致性效果(Liu et al., 2003; Lee et al., 2005)。但在此假設下，一致性效果是在整字的層次產生，聲旁僅作為整字字形的輸入。

但由於假字並不具有整字的字形表徵，若是字音只能經由整字的字形表徵予以觸接，則無法解釋漢字使用者何以能唸出假字，故推論聲旁的一致性亦可能以第一種方式涉入。習字的學童與成人，會在念假字時考慮由特定聲旁所激發的所有字群組(Fang et al., 1986; Tzeng et al., 1995)，因此聲旁的一致性效果有可能是來自於「聲旁」作為部件表徵的表音功能。以事件關連腦電波(event-related potentials, ERP)記錄當參與者判斷前後出現的兩字是否同音時，的確發現與字形知覺以及形音對應等早期處理有關的 N170 與 P200 指標有一致性效果，顯示聲旁表音一致性在早期處理階段即已介入(Lee et al., 2007)。

至於聲旁如何能在部件層次達成表音的功能？Saito、Masuda、及 Kawakami(1998)提出的伴隨激發模型(Companion-Activation Model)部分回答了這個問題。這個模型的特色是，字形表徵由部件、整字、詞等階層組成，並且在每一階層都有一個平行的字音表徵，最後兩種表徵都會觸接到意義。與其他模型最大的不同，在於每一個表徵都會激發其所有相關的表徵；與作業目標有關的表徵就可以提昇至「前景」，其他與目標無關的表徵就放在次要的「背景」。利用此模型中前景和背景的關係，或許可以解釋聲旁表音的一致性。例如以「柑」為目標字，當聲旁「甘」被激發時，字形表徵部分會伴隨著「柑」激發其他具有此聲旁的整字(如「柑、酣、蚶、鉗、柑、某」)；但因為「柑」是目標字，所以在前景；其他的字則在背景。字音表徵的部分，聲旁的音「ㄍㄢ」會被激發並放在前景；其他以「甘」為聲旁字的字音如「ㄉㄢ」、「ㄍㄣ」、「ㄍㄢ」也會激發放在背景。這些位在背景的字音不是聲旁本身的音，而是作為聲旁時所有字的字音，可供後續處理至整字階段時

使用。另一個例子如聲旁「喬（ㄑㄧㄠˋ）」本身的音會在前景，但同時也激發了「ㄑㄩㄣˊ」的音以提供整字階段的「橘」字形以觸接字音。

然而若要以此模型來解釋聲旁一致性與假字唸名的結果，必須增加一些額外的假設。例如當特定聲旁激發背景音時，必須依據此聲旁的一致性而給予不同程度的激發：高一致性的聲旁所激發的背景音是少而強的，低一致性的聲旁背景音是多而弱的。至於不成字聲旁則因其沒有前景音的激發，但是仍有背景音的激發，故仍舊可以有表音的功能。

伴隨激發模型最大的問題在於沒有提出如何決定何者為前景何者為背景的機制。前景與背景的區分通常涉及注意力，注意力焦點所在者為前景，其他為背景，故作業相關的目標應是注意力所在。然而若依圖 1 的逆向階層模型來看，注意力的介入需要時間，故應作用在「由上而下」的意識輸出層次，而非「由下而上」的輸入處理層次(Hochstein & Ahissar, 2002)。其次，閱讀與注意力的關係目前仍是爭議，例如史助普效應(Stroop, 1935)中字義會自動地影響唸色名的反應時間，便顯示辨識字詞以達字義的階段可以不需注意力便達成。若不採納注意力作用機制，應思考是否有其他機制可達成前景及背景的區分。

習字過程中部首與聲旁的覺知

部件的表音或表義功能是抽象的概念，因此如何界定部首與聲旁是研究上必須先釐清的一點。前文已提過部件的形體及位置都無法完全決定其功能，但是在形體、位置、及功能三者之間，仍然具有一些統計特性可當線索。例如，Perfetti 與 Tan(1999)統計出 75%的形聲字部首在左、聲旁在右。此外，不成字的部首僅出現在固定位置；成字部首雖然出現的位置較自由，但也有其典型的位置可當成有效的線索。例如我們依教育部國語小字典(2000)所做的統計，以「木」為部首的字，有 73%的機率出現在左邊，13%出現在下半部，因此結合部件形體和位置的訊息，仍可視為區分部首與聲旁的有效線索。

部件的功能角色實際上隱含著相當複雜的歷程。一部份的原因是，成字部件的處理就如同獨體字的字彙表徵(Zhou & Marslen-Wilson, 1999a ; 1999b)，因此部首的義及聲旁的音在相符時促進、不相符時干擾整字的辨識，應是發生在整字對整字的層次，而非部件對整字的層次，亦即並非所謂的「部

首表義」和「聲旁表音」。這些效果可發生在兩字觸接音義的過程中相互促發或競爭，也可發生在不相容訊息對於選擇性反應的影響：在進行整字的作業判斷時，若部件訊息與整字訊息相容，則可直接做出反應；但若二者不相容，就必須選擇其一做反應。部首表義的穿透性及聲旁表音的規則性應屬此類。

但除此之外，在部件的層次仍可能具有「部首表義」和「聲旁表音」的功能；此功能並不是「提供」「正確的」意義和字音，而僅是「提示」「可能的」意義和字音：部首本身僅能提示此字所屬的概念類別，聲旁僅能提示此字可能的發音。部首的一致性效果(定義為共享同一部首的透明字與此部首組字數的比值，Chen & Weekes, 2004)、以及聲旁表音的一致性應屬此類。這樣的訊息並非完全無用的，至少可以在整字觸接到其真正的意義或字音前，就預先提升這些相關音義表徵的激發量；整字字形表徵輸入後，此字真正的音義表徵便能較快速地達到辨識或反應的閾值。然而欲能達到這類「提示」可能字音或字義的覺知，勢必要在習字的過程中逐漸獲得這類知識。Shu 等(2003)分析小學教科書中所列的生字，顯示隨年級上升，教科書中的形聲字數目增多，且字頻下降。由於形聲字字頻愈低、部首愈具穿透性及聲旁愈具規則性，因此在學習生字的過程中，理應採用部件的音義訊息來幫助形聲字的辨識。

Shu、Anderson、及 Wu(2000)比較小學二、四、六年級學生判斷漢字發音的結果，發現他們會因過度使用聲旁規則性及一致性，而造成發音錯誤，顯示小學生確實開始掌握到聲旁表音的特性。對於聲旁的規則性，自小學二年級起便開始可以掌握，至四年級與六年級更善於使用(Shu et al., 2000)。對於聲旁的一致性，大約在小學四年級開始可以掌握，接下來比較小六、國二、乃至大學生的資料，發現隨著年級增長而逐漸增強(舒華、周曉林、及武寧寧，2000)。若再進一步比較發音錯誤的類型，發現過度使用規則性的錯誤在小二出現、小四與小六持平；過度使用一致性的錯誤在小四時出現、持續增加至小六(Shu & Wu, 2006)。這些證據顯示，對聲旁規則性的發展早於一致性，但規則性很早就停止了，而一致性則繼續發展至大學階段。此結果與漢字使用者對假字唸名時，依賴的是聲旁的一致性，而較少依賴規則性的結果相符(Fang et al., 1986)。

由這些資料看來，最早開始習字時須先建立直接的形音義對應，小學低年級學習的仍多是獨體字，可為後續的合體字的學習奠定基礎。接下來，開

始學習形聲字時，可能會先利用聲旁本身的音來發音(即「有邊讀邊」)，因此開始顯現出利用聲旁的規則性效果。最後，隨著學習到的字愈多，發現規則性並不完全適切，同時開始歸納相同聲旁字發音的統計特性，才逐漸學會利用聲旁的一致性來發音。在此觀點下，聲旁與部首的一致性效果的建立其實是一個動態歷程。看到一個字時，其部首或聲旁會激發分別共享此二部件的鄰項字，並將這些鄰項字的字頻列入考慮，修正部首及聲旁的內在表徵。如此一來，讀者內在所具有的部件組字數與鄰項字頻等都會影響一致性效果；而隨著所學的字愈多，對部件統計特性的內在知識也必然隨之改變，也就因而改變部件在處理歷程中上傳至整字時所提供或提示的訊息。

對漢字的其他面向，同樣也可以觀察到需要長時間學習的現象。例如 Yeh 與 Li 等(2003)發現，幼稚園孩童、及沒有習字經驗的老人，未能抽取出字形結構此一抽象特徵，故他們對於漢字字形的分類顯著地與大學生不同，此結果顯示學習經驗對字形結構知覺的重要性。小學一、三、五年級學生的字形結構知覺，則有逐漸傾向大學生分類法的趨勢，但五年級生與大學生仍有差異(葉素玲、林怡慧、及李金鈴，2004)。由於部首與結構有關，尤其是 L、P、與包圍型的結構其影響整體結構的關鍵部件即為部首，因此部首表義在漢字處理歷程中如何建立的議題，應也可利用此研究取向來探討。例如新近的一篇研究(Tan, Spinks, Eden, Perfetti, & Siok, 2005)顯示最能預測日後中文閱讀表現的是書寫能力，而不是語音分析能力。這可能是由於漢字的結構特性，使得孩童可以在模仿筆畫的習字書寫歷程中，學習到漢字的部首表義與組字結構之間的關係。

漢字辨識的單路徑與雙路徑模型

漢字的處理不僅在字彙判斷作業會因字頻高低而受部件影響有所不同(Zhu & Taft, 1994; Ding et al., 2004)，在部首表義的穿透性及聲旁表音的規則性、一致性上也觀察到此現象。Li 與 Chen(1999)使用字彙判斷作業，發現部首表義的穿透性只會影響低頻字，而不影響高頻字。在唸名作業中，聲旁的影響也僅限於影響低頻字，而不影響高頻字(Hue, 1992; Liu et al., 1996; Seidenberg, 1985; Zhou 與 Marslen-Wilson, 1999b)。這些證據都顯示，在高頻字中觀察不到部件的效果，因此高頻字也許可以直接認出或唸出，而不需要

透過部件的組合階段。

部件能夠影響整字處理的途徑與程度，必須要能反映在最終建立的漢字辨識模型上。綜合以上評論，我們歸納出部件介入與否的兩種模型。若所有字頻的字都須經過部件處理，則僅需一條路徑即可解釋。加上部件可能具有提示音與義的功能，可以將之畫成一個三角錐狀的模型：視覺刺激由筆劃輸入、組成部件後，部件繼續組成整字、並激發音與義，此主要的歷程以實線表示；至於部首觸接意義、聲旁觸接字音的功能，由於目前尚缺乏證據說明其為必然的媒介，因此以虛線表示(圖 2 A)。但若高頻字為整字處理、低頻字為部件處理，則模型就應該具有這兩條路徑，因此在上述的部件處理路徑之外，理應增加另一條整字處理的路徑：由筆劃直接組成整字、並觸接音與義；這條路徑就不應受任何部件特性的影響(圖 2 B)。

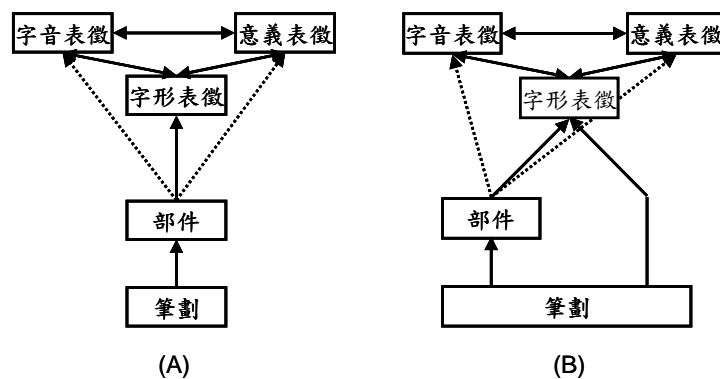


圖 2 漢字處理的單路徑模型(A)與雙路徑模型(B)

目前唯一的漢字的模擬研究(Perfetti et al., 2005)，直接以部件為輸入單元，這樣的處理在單路徑及雙路徑模型中是相同的歷程(在圖二中，由部件出發在兩種模型中為同一路徑)，故此模擬研究無法區分單路徑與雙路徑模型。已有些許實徵證據顯示，聲旁表音的規則性或一致性的確也對高頻字的唸名作業造成影響(Fang et al., 1986; Saito et al., 1999; Lee et al., 2005)，可作為單一路徑的佐證，而諸多證據似乎也顯示部件介入整字辨識的必然性。未來研究應針對組字數、部首表義等議題繼續探究，是否真的有單路徑的可能性。

英文字詞辨識理論對漢字的適用性

在前文中所介紹「形到音」及「形到義」的雙路徑模型(Coltheart, 2000)是以英文為對象所建立，因此經常被討論這兩種雙路徑處理模式在漢字處理上的適用性。例如漢字是否直接由形到義，抑或有一條由字音做為媒介的「字義」路徑(phonology-mediated route of meaning)。Tan 與 Perfetti(1997)認為雖然漢字的字音在處理時必然激發(Perfetti & Zhang, 1991)、且激發時間早於字義(Perfetti & Tan, 1998)，但是字義是否藉由字音為媒介則必須考量同音字的數量(他們稱之為「同音字密度」)：同音字密度低者可藉由音觸接義，但這對同音字密度高者是不利的方式，故採由形直接到義的路徑。這樣的推論實際上已考量到漢字同音字數量高於英文的特性，顯示「形到義」的雙路徑模型在套用於漢字處理上必須加以修正。Zhou 與 Marslen-Wilson(1999c)更進一步顯示漢字藉由音觸接義的路徑實際上仍相當依賴字形，特別是共享相同聲旁的同音字間(例如「杜」與「肚」)才會觀察到由音觸接義的效果。是故在漢字觸接字義的理論上，顯然字形的角色有別於英文辨識理論的歷程。

若是探討「字音」的雙路徑模型，漢字與英文兩種語言系統具有根本上的差異。拼音文字的特性即在於藉由形素－音素對應規則，便可在未觸接字彙的情況下(non-lexical)得音，因此可以存在字彙路徑與非字彙路徑兩種方式。漢字是否僅能由字彙觸接後得音，或是有一條「拼音式」的非字彙發音路徑，甚或有一條由形藉由義觸接字音的第三種路徑？Han、Bi、Shu、及 Weekes(2005)報告一個病例，當他被要求看漢字說出其意義和唸名時，若能理解字義，則可唸出，若否，則一致字的發音錯誤較不一致字來得少(但無規則性效果)。這樣的資料顯示字義可以幫助發音，提供漢字有字形藉由字義觸接字音路徑的可能性。

由於中文普遍被認為不具有形素音素的對應(例如無法由筆畫「拼」出整字的讀音)，至少得在完成聲旁的處理後才有可能藉聲旁得音，故漢字的非字彙發音路徑勢必得尋找別種方式取代。Tzeng 等 (1995)另提出字形－語音對應規則(orthography-phonology correspondence rule)，提供在未觸接字彙前，藉由鄰項字的字音統計特性中學會具此聲旁字該有的發音。Chua(1999)曾提出另一種在認出字之前得音的雙路徑模型：他認為字音訊息可由低空間頻率而來，字形訊息由高空間頻率達成，二者互相獨立；而由於低空間頻率處理的

速度快於高空間頻率，因此字音的消息可以藉由低空間頻率所提供的整體字形輪廓率先取得，待高空間頻率消息到達時方完成字形的辨認。但 Yeh、Chang、Chen、及 Lee(2003)將目標字刪除低空間頻率之後，卻並不會使音的效果消失，因此反駁 Chua 的觀點。綜合上文的討論也可知，漢字的聲旁或許可提供一個由部件層次得音的提示。Yeh 等(2003)也發現當刺激字的低空間頻率與高空間頻率皆過濾掉，僅剩一中間頻段，而此中間頻段是辨識整字關鍵頻段的兩倍時，音的效果最強。由於以物件為基礎的視覺影像，兩倍的整字關鍵頻段可提高佔字約一半比例的部件的清晰度，顯示形聲字得音的來源可能是聲旁。

相對於雙路徑模型，僅有單一路徑的平行分散處理模型(Seidenberg and McClelland, 1989)以字母為輸入單元，加上三連字母串的限制，便可讓模型學會英文字的唸名且觸接意義。這樣簡單的輸入方式顯然無法套用在漢字上，因漢字字形的複雜度及組合方式(結構)遠高於英文。Perfetti 等 (2005)的模擬研究便直接以部件及空間配置關係、而非以筆劃加上組合限制的方式作為輸入單元；同時此模擬中漢字的字形表徵是以字彙庫方式、而非分散式的表徵模擬，足可顯見單是漢字字形的處理便無法直接而不經修改地引用英文的理論。但由於單一交互激發機制的方式較具彈性，僅需藉由訓練便可模擬英文中形到義的直接與間接兩種方式(Harm & Seidenberg, 2004)；或許將網絡連結的權重依漢字的特性經由訓練加以調整，亦能模擬出漢字形音義三者間的複雜互動關係，例如上述提到字形在觸接意義上的重要角色(Zhou & Marslen-Wilson, 1999c)，以及藉由義觸接字音的可能性(Han et al., 2005)。

目前單路徑與雙路徑模型的發展皆以英文為主，並考量了英文的特殊性，因此無法直接移植至中文的研究。但即便只是單純就概念上做「單一」或「雙重」機制的區分，仍可思考中英文之間的類比，例如在上述三連字母串的表徵，是否可以類比於漢字的部件，以此作為辨識或發音的中介單元。單路徑與雙路徑理論的主要差異在於內在機制是單一分散連結或雙重路徑，而非是否採計算模擬的方式⁽⁴⁾，因此理論的可預測性與可檢證，佐以清楚穩定的實徵證據，應是區分理論優劣的重要依據。

結語

由於漢字「字中有字」的特性，使得部件表徵與整字表徵在理論上難以完全區分。而具挑戰性的議題如部件是否必然介入，以及提示字音與提示字義的兩種部件同時並列在一個整字中，是否以及如何(在整字之前、同時、或之後)影響整字音義的處理，仍有待後續研究予以釐清。建立完備的漢字處理模型，不僅對中文閱讀有所助益，同時亦可與拼音文字的研究相互參照比較。一個理論模型要能同時解釋拼音文字與中文的閱讀行為，方有可能成為具普同性的理論。

註釋

- (1) 本文為國科會追求卓越計畫(NSC95-2752-H-002-008-PAE)補助作者的部分研究成果。
- (2) 吳瑞屯與陳欣進(2000)以及 Chen 與 Shu(2001)無法複驗這樣的結果。
- (3) Taft(2006) 討論 Lemma 層次的必要性，對不成單字詞的字尤其重要。概念清楚的單字詞，如「鳥」，本身即有一個 Lemma 與之對應；但是對於必需與他字結合才成詞的字，如「駝」，就必須達到雙字詞的層次才有 Lemma 與之對應；連綿詞(如「葡萄」)則完全是兩字合用時才有 Lemma 與之對應。
- (4) 英文的雙路徑理論電腦模擬可參考 Coltheart、Curtis、Atkins、及 Haller(1993)，其中亦討論英文中單路徑與雙路徑模型檢驗適合度的幾個要點。由於單路徑與雙路徑模型皆可初步模擬閱讀英文的行為，故何者愈能貼近人類的表現，就是適合度愈高的模型。

參考文獻

- 吳瑞屯、陳欣進(2000)。中文辨識與念字作業中字音字義促發效果的比較分析。《中華心理學刊》，42，65-86 頁。
- 陳烜之(1984)。閱讀中文時對部件偵測的歷程。《中華心理學刊》，26，29-34 頁。
- 教育部(2000)。《國語小字典》。http://140.111.1.43/start/start.html。參考日期：10/27/2001。

- 喻柏林、馮玲、曹河圻、李文玲(1990)。漢字的視知覺-知覺任務效應和漢字屬性效應。《心理學報》(大陸), 22, 141-147 頁。
- 舒華、周曉林、武寧寧(2000)。兒童漢字讀音聲旁一致性意識的發展。《心理學報》, 32, 164-169 頁。
- 葉素玲、李金鈴、陳一平(1997)。中文的字形分類系統。《中華心理學刊》, 39, 47-74 頁。
- 葉素玲、林怡慧、李金鈴(2004)。中文字形結構在國小學生字形相似性判斷所扮演的角色。《教育心理研究》, 27, 93-115 頁。
- 鄭昭明(1981)。漢字認知的歷程。《中華心理學刊》, 23, 137-153 頁。
- 鄭昭明、吳淑杰(1994)。文字刺激的屢足與解體。In H.-W. Chang, J.-T. Huang, C.-W. Hue, & O. J. L. Tzeng (Eds.), *Advances in the study of Chinese language processing*, Vol. 1. (pp. 1-29). Taipei: Department of Psychology, National Taiwan University .
- Chen, H. C., & Shu, H. (2001). Lexical activation during the recognition of Chinese characters: Evidence against early phonological activation. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8, 511-518.
- Chen, M. J., & Weekes, B. S. (2004). Effects of semantic radicals on Chinese character categorization and character decision. *Chinese Journal of Psychology*, 46, 181-196.
- Chen, Y. P., & Allport, D. A. (1995). Attention and Lexical Decomposition in Chinese Word Recognition: Conjunctions of Form and Position Guide Selective Attention. *Visual Cognition*, 2, 235-268.
- Chen, Y. P., Allport, D. A., & Marshall, J. C. (1996). What are the functional orthographic units in Chinese word recognition? The stroke or stroke pattern? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology(A)*, 49, 1024-1043.
- Chua, F. K. (1999). Phonological recoding in Chinese logograph recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25, 876-891.
- Coltheart, M. (1978). Lexical access in simple reading task. In G. Underwood (Ed.), *Strategies of information processing* (pp. 151-216). San Diego, CA: Academic Press.
- Coltheart, M. (2000). Dual routes from print to speech and dual routes from print to meaning: Some theoretical issues. In A. Kennedy, R. Radach, D. Heller, & J. Pynte (Eds.), *Reading as a perceptual process* (pp. 475-490). Amsterdam: Elsevier.
- Coltheart, M., Curtis, B., Atkins, P., & Haller, M. (1993). Models of reading aloud:

- Dual-route and parallel-distributed-processing approaches. *Psychological Review*, 100, 589-608.
- Ding, G., Peng, D., & Taft, M. (2004). The nature of the mental representation of radicals in Chinese: A priming study. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30, 530-539.
- Ding, G., Taft, M., & Zhu, X. (2000). The representation of radicals that can be used as characters. *Acta Psychologica Sinica*, 32(supplement), 21-26.
- Fang, S. P., & Wu, P. (1989). Illusory conjunction in the perception of Chinese characters. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 434-447.
- Fang, S. P., Horng, R. Y., & Tzeng, O. (1986). Consistency effects in Chinese character and pseudo-character naming tasks. In H. S. R. Kao & R. H. Hoosain, (Eds.), *Linguistics, psychology and the Chinese language* (pp. 11-21). Hong Kong: University of Hong Kong Press.
- Feldman, L. B., & Siok, W. W. T. (1997). The Role of Component Function in Visual Recognition of Chinese Character. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 23, 776-781.
- Feldman, L. B., & Siok, W. W. T. (1999a). Semantic Radicals Contribute to the Visual Identification of Chinese Characters. *Journal of Memory and Language*, 40, 559-576.
- Feldman, L. B., & Siok, W. W. T. (1999b). Semantic radicals in phonetic compounds: Implications for visual character recognition in Chinese. In J. Wang, A. W. Inhoff, & H. C. Chen (Eds.), *Reading Chinese script: A cognitive analysis* (pp. 19-33). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Flores d'Arcais, G. B., Saito, H., & Kawakami, M. (1995). Phonological and semantic activation in reading Kanji characters. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 21, 34-42.
- Han, Z., Bi, Y., Shu, H., & Weekes, B. S. (2005). The interaction between semantic and sublexical routes in reading: Converging evidence from Chinese. *Brain & Language*, 95, 235-236.
- Harm, M. W., & Seidenberg, M. S. (2004). Computing the meanings of words in reading: Cooperative division of labor between visual and phonological processes. *Psychological Review*, 111, 662-720.
- Hochstein, S., & Ahissar, M. (2002). View from the top: Hierarchies and reverse hierarchies in the visual system. *Neuron*, 36, 791-804.

- Huang, J.-T., & Wang, M.-Y. (1992). From unit to Gestalt: Perceptual dynamics in recognizing Chinese characters. In H.-C. Chen & O. J. L. Tzeng (Eds.), *Language processing in Chinese* (pp. 3-33). Amsterdam: North-Holland.
- Hue, C. W. (1992). Recognition processes in character naming. In H.-C. Chen & O. J. L. Tzeng (Eds.), *Language processing in Chinese* (pp. 93-107). Amsterdam: North-Holland.
- Kanwisher, N. (1987). Repetition blindness: type recognition without token individuation. *Cognition*, 27, 117-143.
- Leck, K. J., Weekes, B. S., & Chen, M. J. (1995). Visual and phonological pathways to the lexicon: Evidence from Chinese readers. *Memory and Cognition*, 23, 468-476.
- Lee, C.-Y., Tsai, J.-L., Chan, W.-H., Hsu, C.-H., Hung, D. L., & Tzeng, O. J. L. (2007). Temporal dynamics of the consistency effect in reading Chinese: an event-related potentials study. *NeuroReport*, 18, 147-151.
- Lee, C.-Y., Tsai, J.-L., Kuo, W.-J., Yeh, Z.-C., Wu, Y.-T., Ho, L.-T., Hung, D. L., Tzeng, O. J. L., & Hsieh (2004). Neuronal correlates of consistency and frequency effects on Chinese character naming: an event-related fMRI study. *NeuroImage*, 23, 1235-1245.
- Lee, C.-Y., Tsai, J.-L., Su, E. C.-I, Tzeng, O. J. L., & Hung, D. L. (2005). Consistency, regularity, and frequency effects in naming Chinese characters. *Language and Linguistics*, 6, 75-107.
- Li, H., & Chen, H.-C. (1999). Radical processing in Chinese character recognition: evidence from lexical decision. *Psychologia*, 42, 199-208.
- Liu, I. M., Chen, S. C., & Sue, I. R. (2003). Regularity and consistency effects in Chinese character naming. *Chinese Journal of Psychology*, 45, 29-46.
- Liu, I. M., Wu, J. T., & Chou, T. L. (1996). Encoding operation and transcoding as the major loci of the frequency effect. *Cognition*, 59, 149-168.
- McClelland, J. L., & Rumelhart, D. E. (1981). An interactive activation model of context effect in letter perception: Part 1. an account of basic findings. *Psychological Review*, 88, 375-407.
- Norman, D. A., & Bobrow, D. G. (1975). On data-limited and resource-limited processes. *Cognitive Psychology*, 7, 44-64.
- Perfetti, C. A., & Tan, L. H. (1998). The time course of graphic, phonological, and semantic activation in Chinese character identification. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 24, 101-118.
- Perfetti, C. A., & Tan, L. H. (1999). The constituency model of Chinese word

- identification. In J. Wang, A.W. Inhoff, & H.C. Chen (Eds.), *Reading Chinese script: A cognitive analysis* (pp. 115-134). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Perfetti, C. A., & Zhang, S. (1991). Phonological processes in reading Chinese characters. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 17, 633-643.
- Perfetti, C. A., Liu, Y., & Tan, L. H. (2005). The lexical constituency model: Some implications of research on Chinese for general theories of reading. *Psychological Review*, 112, 43-59.
- Plaut, D. C., McClelland, J. L., Seidenberg, M. S., & Patterson, K. (1996). Understanding normal and impaired word reading: computational principles in quasi-regular domains. *Psychological Review*, 103, 56-115.
- Saito, H., Masuda, H., & Kawakami, M. (1998). Form and sound similarity effects in kanji recognition. *Reading and Writing: An interdisciplinary Journal*, 10, 323-357.
- Saito, H., Masuda, H., & Kawakami, M. (1999). Subword activation in reading Japanese single Kanji Chinese words. *Brain & Language*, 68, 75-81.
- Santee, J. L., & Egeth, H. E. (1982). Do reaction time and accuracy measure the same aspects of letter recognition? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 489-501.
- Seidenberg, M. S. (1985). The time course of phonological code activation in two writing systems. *Cognition*, 19, 1-30.
- Seidenberg, M. S., & McClelland, J. L., (1989). A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, 96, 523-568.
- Shu, H., & Wu, N. (2006). Growth of orthography-phonology knowledge in the Chinese writing system. In P. Li, L. H. Tan, E. Bates, & O. J. L. Tzeng (Eds.), *The handbook of east asian psycholinguistics, Vol. 1: Chinese* (pp. 103-113). Cambridge: Cambridge University Press.
- Shu, H., Anderson, R. C., & Wu, N. (2000). Phonetic awareness: Knowledge of orthography-phonology relationships in the character acquisition of Chinese children. *Journal of Educational Psychology*, 92, 56-62.
- Shu, H., Chen, X., Anderson, R. C., Wu, N., & Xuan, Y. (2003). Properties of school Chinese: Implications for learning to read. *Child Development*, 74, 27-47.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-622.

- Taft, M. & Zhu, X. (1997). Submorphemic Processing in Chinese. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 23, 761-775.
- Taft, M. (2006). Processing of characters by native Chinese reader. In P. Li, L. H. Tan, E. Bates, & O. J. L. Tzeng (Eds.), *The handbook of East Asian psycholinguistics, Vol. 1: Chinese* (pp. 237-249). Cambridge: Cambridge University Press.
- Taft, M., Zhu, X., & Ding, G. (2000). The relationship between character and radical representation in Chinese. *Acta Psychologica Sinica*, 32(supplement), 3-12.
- Taft, M., Zhu, X., & Peng, D. (1999). Positional Specificity of Radicals in Chinese Character Recognition. *Journal of Memory and Language*, 40, 498-519.
- Tan, L. H., & Perfetti, C. A. (1997). Visual Chinese character recognition: Does phonological information mediate access to meaning? *Journal of Memory and Language*, 37, 41-57.
- Tan, L. H., Spinks, J. A., Eden, G., Perfetti, C. A., & Siok, W. T. (2005). Reading depends on writing in Chinese. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102, 8781-8785.
- Tsai, J.-L., Lee, C.-Y., Tzeng, O. J. L., Hung, D. L., & Yen N. S. (2004). Use of phonological codes for Chinese characters: Evidence from processing of parafoveal preview when reading sentences. *Brain & Language*, 91, 235-244.
- Tzeng, O. J. L., Lin, Z. H., Hung, D. L., & Lee, W. L. (1995). Learning to be a conspirator: A tale of becoming a good Chinese reader. In B. de Gelder & J. Morais (Eds.), *Speech and reading: A comparative approach* (pp. 227-246). Erlbaum: Taylor & Francis.
- Yeh, S. L. (2000). Structure detection of Chinese characters: visual search slope as an index of similarity between different-structured characters. *Chinese Journal of Psychology*, 42, 191-216.
- Yeh, S. L., & Li, J. L. (2002). The role of structure and component in judgments of visual similarity of Chinese characters. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28, 933-947.
- Yeh, S. L., & Li, J. L. (2004). Sublexical processing in visual recognition of Chinese characters: Evidence from repetition blindness for subcharacter components. *Brain & Language*, 88, 47-53.
- Yeh, S. L., Chang, H. C., Chen, I. P., & Lee C. Y. (2003). Prelexical phonology by low spatial frequency channels? *Chinese Journal of Psychology*, 45, 11-27.
- Yeh, S. L., Li, J. L. & Chen, K. M. (1999). Classification of the shapes of Chinese

- characters: verification by different pre-designated categories and varied sample sizes. *Chinese Journal of Psychology*, 41, 65-85.
- Yeh, S. L., Li, J. L., Takeuchi, T., Sun, V. C., & Liu, W. R. (2003). The role of leaning experience on the perceptual organization of Chinese characters. *Visual Cognition*, 10, 729-764.
- Zhou, X., & Marslen-Wilson, W. (1999a). The nature of sublexical processing in reading Chinese characters. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 25, 819-837.
- Zhou, X., & Marslen-Wilson, W. (1999b). Sublexical processing in reading Chinese. In J. Wang, A.W. Inhoff, & H.C. Chen (Eds.). *Reading Chinese script: A cognitive analysis* (pp. 37-63). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Zhou, X., & Marslen-Wilson, W. (1999c). Phonology, orthography, and semantic activation in reading Chinese. *Journal of Memory and Language*, 41, 579-606.
- Zhu, X., & Taft, M. (1994). The influence of perceptual experience on Chinese character processing. In H.-W. Chang, J.-T. Huang, C.-W. Hue, & O. J. L. Tzeng (Eds.), *Advances in the study of Chinese language processing, Vol. 1.* (pp. 85-99). Taipei: Department of Psychology, National Taiwan University.

初稿收件：2007 年 09 月 03 日

二稿收件：2008 年 03 月 16 日

審查通過：2008 年 07 月 01 日

責任編輯：朱毓婷

作者簡介

陳奕全

台灣大學心理學系博士班生

通訊處：(106)台北市羅斯福路四段 1 號 台灣大學心理學系

電話：(02)33663955

E-mail：d93227103@ntu.edu.tw

葉素玲

美國加州大學柏克萊分校心理學博士(認知心理學)

台灣大學心理學系教授

通訊處：(106)台北市羅斯福路四段 1 號 台灣大學心理學系

電話：(02)33663097

E-mail：suling@ntu.edu.tw

Radical Representation in Models of Chinese Character Recognition

Yi-Chuan Chen Su-Ling Yeh

*Department of Psychology
National Taiwan University*

Compared to English that are largely used as stimulus materials in developing word recognition models, Chinese characters provide the best contrast to test the adequacy of general models of word recognition. In this article, critical reviews on the role of radicals in Chinese character recognition and several important models are provided. The following issues are discussed: whether characters or radicals are the basic recognition units, what information (i.e., position or function) is carried by radicals during character recognition, and the role of phonetic radical in the pronunciation of character. In the end, a single-route model and a dual-route model as to whether radical representation is necessary for models of Chinese character recognition are proposed to serve as a theoretical framework for the evidence provided so far.

Keywords: semantic, phonetic, compound, component position,
Chinese character recognition model