

電通所表單閱讀機 FR1000 的系統設計理念 Design Philosophy of FR1000 Form Reading System

連耀南

Yao-Nan Lien

工業技術研究院電腦與通訊工業研究所
Computer and Communication Research Laboratories
Industrial Technology Research Institute
Chutung, Taiwan 31015, R.O.C.

摘要

本文介紹電通所 FR1000 表單閱讀機的設計理念。要設計一個線上實際可用的高速表單閱讀機除了要有高品質的 OCR (Optical Character Recognition) 辨認技術之外，還須做好系統工程的工作徹底瞭解客戶的需求，轉換成適當的工程參數，再加以小心的設計。本系統的設計目標是增加資料登打的整體作業生產力，而具體的工程設計目標則係針對國人的書寫習慣及表單的特性去設計特殊的 OCR 引擎以提高辨認效率，以及融合因人因工程的技术提高更正人員的登打速度。

關鍵詞：表單閱讀機 (Form Reader)，光學字元辨識 (OCR)，人工登打 (Data Entry)，螢幕更正 (Screen Editing)。

Abstract

To design a high performance form reading system to replace manual data entry process requires not only a good OCR engine, but also a good system analysis and engineering work to understand customer's requirements thoroughly and translate them into a set of engineering parameters. Our approaches to achieve the design objective, to improve data entry personnel's productivity by three folds, are to customize our OCR engine based on the property of the data in the form and to maximize typing speed in editing process using human engineering techniques.

1. 引言

電通所在 OCR 的技術上發展了將近十年的時間，累積了許多先進的技術能力，所開發的辨認引擎也已被成功的運用在許多 OCR 產品中，例如力捷公司的丹青中文辨識系統。但是直接把 OCR 技術融入資料輸入的生產線上提高其整體生

產力的經驗，FR1000 表單閱讀機則是國內首創。一般的表單常因字跡潦草以及掃描過程的誤差而無法使用標準的 OCR 產品，因此必須特別針對特定使用環境精心設計專用系統。本文旨在介紹這些理念與大家分享。雖然 FR1000 是針對某一個客戶的某一個實際的表單資料輸入作業而設計的，但是它的設計理念卻是可以為其他的系統所借鏡的。

2. 使用者現況與系統需求

期待中的客戶正雇用大量的資料輸入人員 (登打人員) 每天把大量填有手寫英數字資料的表單上的資料經由特殊終端機輸入電腦。整個作業流程經過精心設計把每一位登打人員的生產力提到最高。每一個人的生產力是每天 2000 張表單而錯誤率在百分之三以下。在如此低的錯誤率之下，我們可以忽略錯誤率而以登打的速度直接衡量其生產力，亦即每秒的 Key Stroke (KSPS)。本例中的人工登打速度約為 4 KSPS。

對於這樣一個無中生有的系統，客戶本身並不能明確的說明其需求。我們在花了很長一段時間的摸索才確定一個非常模糊的使用者期望——在維持一定的整體生產速度 (Throughput) 之下減少登打人員。

3. 為何需要專用系統？

我們的預期客戶會自國外引進一種通用的表單閱讀機試用，但其結果並不理想。經過小心的分析，我們認為無法運用通用的 OCR 技術建造一個適用於不同客戶、不同表單、不同作業環境的通用表單閱讀機而能符合這個特定客戶的要求。我們必須針對客戶的環境專門設計及開發一個專用系統才能符合要求。

影像辨認的主要工作是比较对待辨認影像與已知影像樣本的特徵，待辨認影像的品質理所當然會影響辨認的效果，人工填寫表單既難期工整，機器掃描又可能歪斜，切下來的字元影像品質自然參差不齊，大為影響辨認效果。再者，國外引進之表單閱讀機中的 OCR 引擎係針對外國人的書寫習慣所設計，辨認效果又再打一折扣，整體的辨認效率自然大受影響。

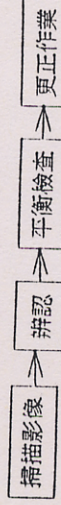
既然 OCR 技術並不能完全辨認所有的手寫字跡，辨認結果必須加以校正，一般通用的表單閱讀機並未針對特定的作業流程設計，因此校正的速度遠遠比不上純粹的人工登打速度。人工校正的比例既高，速度又慢，整體的生產力自然不符理想，甚至比不上原有的人工作业。因此，高效能表單閱讀機必須針對表單的特性設計其辨認引擎，並配以適當的校正作業程序，才能運用在大量資料輸入的作業中。

4. 設計目標

由於 OCR 的技術不能百分之百辨認所有的手寫文字，因而必須輔以適當的校正作業，因此我們把設計的方向定為：「電腦輔助資料輸入」。而具體的目標是要用 OCR 提高每位登打人員的平均生產力三至五倍，換句話說，在 OCR 的幫助下，只須五分之一到三分之一的人力就可達到預計的作業能量。經過分析，FR1000 的設計決定朝兩個目標發展：第一目標是要在維持一定的正確率之下降低人工登打與機器辨認字元的比例：key stroke ratio。假如 key stroke ratio 是 0.1，每十個字元影像中，OCR 可以辨認九個，而登打員只須登打一個。如此，人工登打作業量只剩十分之一，如果系統的設計能讓每一位登打員不停的按原有的登打速度作業，那理論上只需十分之一的登打員就可達到預計的作業能量，所以第二目標即是要設法在校正作業中讓每個登打員發揮原有的登打速度：4 KSPS。由於這個速度非常高，這第二個目標對 FR1000 是一個極大的挑戰。

5. FR1000 作業流程

假設系統是以下面這個簡化的流程進行作業：



掃描機負責把表單的影像掃描成數位影像檔並存進檔案系統，辨認模組負責辨認將影像檔轉成資料檔，平衡檢查根據表單的特性作校對工作，更正作業由更正員以人工方式補正資料，其基本動作如下：

1. 到磁碟取出拒認或錯認字之影像及原表單的資料檔
2. 展示字元影像
3. 人工更正
4. 修補資料檔
5. 存檔

理論上，經過校正的表單仍然可能含有錯誤，其可能原因如下：

1. 更正員的更正登打錯誤
2. 影像品質太差導致人工辨認錯誤或無法辨認
3. 平衡檢查失效

因此，更正作業事實上還得加上平衡檢查，如果還有錯誤還須再反覆的更正，由於反覆檢查只能除去第一種錯誤，所以理論上可能會有某些表單是人力無法更正的必須在適當時機放棄辨認，放棄辨認的表單稱為拒認表單，必須剔退，改用人工處理。由於放棄辨認的時機會影響作業效率及錯誤率，也是工程設計的一部份。

在更正作業中，更正員的實際 KSPS 等於更正表單所需的 key stroke 除以作業時間。毫無疑問的，要提高整體的 KSPS 必須提高每個流程的 KSPS。簡而言之，設法減少更正每張表單所需的 key stroke，並加快更正的動作是有效提高 KSPS 的良方。

6. 如何降低 Key Stroke Ratio?

如要降低 key stroke ratio，提高 OCR 辨認率及正確率當然是關鍵之一。除了傳統的影像前處理及辨認引擎的關鍵技術之外我們還可運用表單資料的特性以及針對表單書寫人員的特殊習慣以增加辨認率。一種表單如果是由一般大眾所填寫的，像是所得稅申報單，那書寫習慣的散佈就很廣，如果是專門族群的人所寫的，那散佈的範圍可能就會小很多，例如一般公司的扣繳憑單多半是會計人員填寫的，而國內的會計人員多經過特殊訓練使用一種特別的數字書寫方法，因此我們可以針對這種書寫習慣設計辨認引擎以提高辨認率。另外，有些數字像身份證號碼本身有一些特性：例如第一位數字像只能是 1 或 2，辨認起來就容易多了，而它也有平衡規則可資檢查正確與否。這些資訊都可加以運用以增加辨認率或用以自我檢查辨認的正確與否。

除此之外，另一個重要的關鍵是做好判斷適時決定是否剔退某一張表單而改以專人處理。FR1000 在兩種時機下拒認某一張表單：其一是在經過辨認模組後發覺太多的字元無法辨認或錯誤太多，這種情況下很可能原因是因為字跡太潦草或影像品質

太差以致更正的成本太高反不如直接用人工登打來得快，其決定點是當錯誤率大於更正流程中的平均 KSPS 與人工 KSPS 之比時。第二種剔退時機是在更正流程中發覺反覆的更正仍無法消除錯誤時。由於專人處理表單成本很高，設計更正流程時須注意不要太早放棄，但也不能無限制的反覆耗在一張連更正員也無法判讀的表單上。在本例中經過仔細計算，在反覆更正兩次後仍無法通過平衡檢查的機率已經相當低，把剔退的決定點設為反覆更正兩次最划算。（事實上為了工程上的容錯，FR1000 將採用反覆三次的更正作業流程）。

在預期的使用環境下，由資料錯誤所帶來的人工處理成本非常高，因此 FR1000 對正確率的要求非常高，因而並未盲目的追求最高的辨識率及最低的 key stroke ratio。基本上，辨識率，拒絕率，與正確率之間是互相依存的，必須小心的調配以求得到最佳設計。可惜並未有一定的規則可資依循，設計者必須憑經驗及實際試驗的結果去調配。

7. 運用人工工程技術提高 KSPS

至於加快更正作業的速度，除了加快各軟體模組或硬體設備之外，在流程上也有可以著力之處。其關鍵點是根據人工工程讓更正員快速的看到要看的影像、迅速作判斷、迅速登打。經過仔細分析更正作業的五個步驟，我們發覺更正員只有在第三步中做輸入的動作，（即 workload），而在其他四個步驟中都在等待，（即 overhead）。要提高 KSPS，必須在更正作業中盡量提高 workload 與 overhead 的比例。現針對以下幾種作業方式分析其優缺點：

1. 第一種作法是把原表單的影像展示在螢幕上並標出拒絕及認錯的地方，由更正作業員看著原影像補正或改正錯誤。
2. 第二種作法是只把須更正的字元的影像展示在螢幕上，由更正作業員看著原影像補正或改正錯誤。在一個更正流程內只辨認一張表單，每一張待更表單需要經過一個完整的更正流程去更正。
3. 第三種作法也是只把待更字元的影像展示在螢幕上，但是把好幾張表單的待更字元影像集中起來一起展示於螢幕上一起更正，更正員不須知道某影像是屬於那一張表單，系統會自動把登打的字元補到正確的資料檔去。

第一種方式缺點遠多於優點，它的好處主要在辨認不工整字跡或影像品質不良時，更正員可根據

待辨認字元的週遭資訊，例如前後文，以幫助辨認，但是一則擷取及展示影像費時太長，二則看影像不但花時間而且要花更長的時間找到標示點，因此更正員的有效 KSPS 相當低。其實當影像清晰而且字跡工整時，更正員並不須看到整張表單影像而只須看到字元影像即可辨認，後兩種作業方式即僅僅展示字元影像，而非整張表單影像，因而 workload 與 overhead 之比可提高許多。雖然如此，當一張表單的待更字元不多時，第二種更正作業方式中每一更正流程的 workload 並不高，更正員的有效 KSPS 還是不能提高。第三種方式則可以盡量提高每一更正流程的 workload，使得整體的 KSPS 提到最高。由於每一次流程中，更正員可以用全速做較多的 key stroke，而且展示影像的步驟所需的時間 (overhead) 佔全部流程時間的比例降低了很多，因此有效的 KSPS 可以大幅提高，目前 FR1000 採用第三種作業方式做兩次更正，將來將改為反覆三次的更正流程，而在而在第三次更正時採用第一種方式，主要的考慮是因為經過兩次更正仍無法通過平衡檢查的表單很可能是品質不良以致不容易辨認，請更正員看整張表單比較容易辨認，請參考[1]。

8. 更正作業的人因工程

為了讓更正員能迅速看到影像，畫面的設計特須考慮人因工程的影響，以下是幾個考慮的因素：

1. 字元影像大小
2. 排列方式
3. 畫面更動方式
4. 畫面清爽度與資訊量的調配

在一個畫面中展示越多的影像，登打員每次的 key stroke 越多，而 workload 與 overhead 的比例則越高。但是繁複的畫面看起來較為吃力，反而會降低生產力，因此必須小心調配畫面的清爽度與展示的資訊量。

在把好幾張表單的字元影像放在同一畫面上時，由於不同表單上的字跡大小與墨跡灰度不同，因而並非排在一起展示時參差不齊的畫面會影響登打員判讀的速度，有必要依其大小及明暗度排列以增加判讀的速度。

在畫面上也可另外加上一些資訊以加速判讀速度。例如，身份證上第一個數字碼只有 1 與 2 兩種數字，更正員如果知道某一個影像是身份證上的第一個數字碼，那他就很容易分辨一個像 7 的 1 了。（當然辨識引擎也可用此資訊以增加其辨識率，此地只是舉例說明而已）。

再者，登打的機械動作也有可以著力的地方，比方說我們可以針對登打員所習慣的鍵盤改變系統的鍵盤配置，例如 FR1000 數字鍵盤 0-9 是配置在 MJKLUIO789 的位置的。

9. 整體生產力的提昇

理論上，如果我們能讓每一個更正員的有效 KSPS 接近他原有的 KSPS，而我們即可自 key stroke ratio 計算所增加的生產力。例如，key stroke ratio 是 0.1，那我們就可估計生產力增為十倍。但是再加上為了機器的操作及其他為了自動化所需的額外人力，真正增加的生產力就要打一個折扣。從一堆掃描過的表單中要抽出需要專人處理的表單也是挺麻煩的。如果表單閱讀機能很迅速的判別一張低品質的表單而盡早在掃描機內部就自動挑出來的話，那可節省的人力就更為可觀了。可惜目前並沒有這樣的影像處理技術可供使用。

10. 結語

要設計一個線上實際可用的高速表單閱讀機除了要有高品質的 OCR 辨認技術之外，還須做好系統工程的工作以徹底瞭解客戶的需求，轉換成適當的工程參數，再加以小心的設計。否則，徒然擁有高超的 OCR 技術而不知對客戶的實際需要作整體的設計就像是捧著金飯碗的乞丐，無法發揮。我們藉著 FR1000 的設計摸索出一些設計原則，也許可以用在別的系統中，謹藉本文與大家分享。

計畫相關資訊

本計劃承電通所工服計劃 41B550Z 提供人力與經費支援，經濟部分散式電腦科專計劃 35N7100 提供 OCR 技術支援，特此致謝。

參考文獻

- [1] 徐英士等，"FR1000 Form Reading System", CCL Technical Journal, pp.62-70, Dec., 1994.