

實務專題計畫摘要報告

METAFONT 向量字體

專題編號：109-CSIE-S009

執行期限：108 年第 1 學期至 109 年第 1 學期

指導教授：謝東儒

專題參與人員：學號 106590029 姓名 劉聿彤

一、摘要

將 METAFONT 程式語言以視覺化方式呈現，方便使用者以 UI 介面進行開發設計。

古代書法家的字體經過多年的折舊，現今得到的碑拓都有嚴重失真，使用 METAFONT 將書法家掃描過後的點陣圖以向量圖的方式進行轉換，雖然已經有許多演算法能實現點陣圖轉向量圖，但是大部分演算法會將細微的毛邊直接修飾為平滑線條，而我將保留毛筆渲染在紙張上細微的變化，進行字體數位典藏。

字之所以龍飛鳳舞，原因是字的整體結構端正，利用分析書法家字體的結構，捨棄毛筆字的抑揚頓挫，僅保留該作者對於字體的描述，重新詮釋成新的字體。

關鍵詞：METAFONT、UI 介面、向量字體、數位典藏。

二、緣由與目的

METAFONT 是美國計算機科學博士高德納於 1984 年開發的字型軟體，可是從來沒有受到廣泛的運用，就是因為同一時期有 PostScript 這種視覺化設計的軟體產生，較難理解的程式設計使人卻步，這不代表 METAFONT 不如 PostScript，兩種字型設計採用完全不同的概念，此專題之目的是要將 METAFONT 這套程式語言，以視覺化方式呈現，希望在設計字體上能更有效率。

三、架構流程

(一) UI 介面的開發步驟：

1、開啟範例圖檔：

使用者能夠將參考的圖檔當背景，依照背景的輪廓進行設計。

2、新增筆劃（起始點）：

一筆劃是從下筆開始到提筆結束稱為一筆劃，開始新筆劃時要先「新增筆劃」，在筆劃的起點加入新的點，不同的筆劃的點會用不同顏色進行區分。

3、延伸筆劃（點）：

新增筆劃是新增一個筆劃的起始點，而一筆劃通常是很長的一條線所組成，「延伸點」進行筆劃的延伸。

4、點的屬性：

點的形狀、長寬等等屬性相當於一支筆的筆尖，不同粗細的筆所呈現出來的線條就會有所不同，形狀上分為：圓形和矩形，並且可以調整點的長度、寬度以及旋轉角度。

(二) 字體數位典藏開發步驟：

1、使用 NumPy 分析點陣圖：

使用 NumPy 將書法家掃描過後的點陣圖，轉換為 0 和 1 的矩陣。

- 2、矩陣轉換成 METAFONT：
矩陣中所有為 1 的點以相對位置的方式轉換為(x,y)座標，並以 METAFONT 語言進行敘述。
- 3、編譯後得到向量圖檔：
使用 TeX 以及 dvisvgm 進行編譯，即可得到向量圖檔。

四、工具說明

(一) MiKTeX：

MiKTeX 包含了 TeX 及其相關程式。

(二) LaTeX：

LaTeX 是一種基於 TeX 的排版系統，Metafont 程式語言會利用 Latex 的語法進行編譯。

(三) dvisvgm：

Metafont 程式編譯完是點陣圖，需要利用 TeX 底下 dvisvgm 這套軟體轉檔成 svg 格式。

(四) METAFONT：

METAFONT 由高德納發明，與他發明的 TeX 排版軟體相輔相成。METAFONT 的特點是描述字體的筆畫，而非描述字體外框的貝茲曲線，因此所需參數少，且都能了解每一參數的意義。

五、實驗結果

UI 介面最主要的目的就是降低開發時間，為了驗證此介面是否真的更有效率，請來了 8 位碩士生進行測試，測試的結果如圖 1。

	英文字(L)	
	寫程式	UI介面
108598105	1440	240
108598054	697	328
108598008	900	180
108598100	1320	120
108598004	600	240
108598070	600	60
108598067	1200	180
108598051	1260	360
時間：單位(秒)		

圖 1.測試結果

將測試的結果使用 ANOVA(單因子變異數分析)進行分析，得到的結果如圖 2。

單因子變異數分析						
摘要						
組	個數	總和	平均	變異數		
寫程式	8	8017	1002.125	117910.4		
UI介面	8	1708	213.5	10075.14		
ANOVA						
變源	SS	自由度	MS	F	P-值	臨界值
組間	2487718	1	2487718	38.87497	2.18E-05	4.60011
組內	895898.9	14	63992.78			

圖 2.ANOVA 分析結果

從 ANOVA 分析可以得到，P-值小於 0.05，並且 $F > F_{臨界值}$ ，代表使用 UI 介面非常有效的降低開發時間。

六、結論

在不使用 UI 介面的情況下，需要注意程式中很多小細節，在測試的過程中很多人都遇到一些 BUG，往往都是人為上的小缺失，而 METAFONT 並沒有 DEBUG 的程式協助，只能依靠自己一行行尋找，會帶給初學者很大的困擾，藉由這套 UI 介面的開發，可以讓使用者專注於設計，帶來更好的體驗。

參考文獻

- [1] The METAFONT Tutorial Page
<http://metafont.tutorial.free.fr/>
- [2] Metafont examples
<https://www.win.tue.nl/~aeb/tex/mf/metafont.html>
- [3] MiKTeX
<https://miktex.org/>
- [4] MetaPost on the Web
<http://www.tug.org/metapost.html>
- [5] Hsin-I Chen, Tse-Ju Lin, Xiao-Feng Jian, I-Chao Shen, Bing-Yu Chen, Data-Driven Handwriting Synthesis in a Conjoined Manner, 2015