

# 关于汉字识别加工单位的研究<sup>1)</sup>\*

张武田 冯 玲

中国科学院心理所, 北京, 100012

## 摘 要

以眼动为指标的研究发现, 汉字识别是以笔画为单位进行加工的。而词识别单位化模型则认为对熟悉词的识别与组成词的字母加工无关。本研究利用汉字具有笔画多少不同及组成部件不等的差别, 以独体字或少笔画字为对照, 通过三个实验探讨了高频和低频汉字识别的加工单位问题。实验结果表明, 高频字笔画数和部件数分别对字识别产生显著影响, 低频字似乎只有当笔画数和部件数两种成分都具有一定差异时才表现出识别速度的显著差别。此结果不支持前述的两种模型。提出汉字识别是由多种成分综合作用的结果似更合理。

**关键词:** 汉字, 识别, 单位, 呼名

书面文字的知觉编码以什么为加工单位一直存在争议。以西方拼音文字为研究材料, 发现对词的识别主要有以字母为编码单位和以整词为编码单位的观点分歧。Gough (1972)<sup>[1]</sup>曾提出字母综合模型(letter-intergration models)。此模型假定在词识别之前有一个字母识别阶段, 此后, 字母信息以某种方式综合成词的信息。尽管这种模型对词的识别现象不能完善地作出解释, 但是近年来以眼动为指标的研究却进一步支持以字母为单位的词识别观点。Just and Carpenter(1987)<sup>[2]</sup>发现识别词时, 眼睛对词的注视时间, 随词的长度而增加。平均每增加一个字母, 对词的注视时间增加 30 毫秒, 这被称作以字母为中介的加工过程。以词为编码单位的观点, 较有代表性的是 Smith(1971)<sup>[3]</sup>的整词模型。按照此模型, 对词的识别是以词的整体特征为基础的, 即词的整体形状或轮廓, 如词的长度及组成词的字母高低排列等是识别词的重要依据。80 年代前后, 由于词劣效应(word inferior effect)的发现而提出词加工的单位化模型(unitization model)<sup>[4, 5]</sup>。它假定一个大的单位(如词)一旦被识别, 对组成字母的加工就停止, 即使字母尚未被识别。例如在划消实验中, 对熟悉词中的目标字母容易漏掉。这意味着对熟悉词的加工是以整个词为单位识别的。以中文字词为材料的研究尚不多见。Just 等(1983)用眼动为指标记录中文材料阅读时, 眼睛对每个字的注视时间。他们发现, 随字的笔画增多, 注视时间也加长。例如笔画从 1 画增加到 24 画, 其注视时间增加 106 毫秒, 平均每增一画多用 4.6 毫秒<sup>[6]</sup>。在我们的一项汉字词识读与短时记忆容量关系的实验研究中曾发现, 笔画多少与呼名反应时成正相关, 即笔画多的字反应时间长, 笔画少的字反应时间短, 我们曾认为这种现象

1) 本文于 1991 年 11 月 4 日收到。

\* 国家自然科学基金及 863 高科技资助项目。

表明,对汉字词的识别,可能是以笔画或笔画组为单位进行编码的<sup>[7]</sup>。这种看法显然与以词为单位进行加工的观点不完全一致。按照单位化观点,词的使用频率越高,其组成字母越易被忽视。如果事实确实如此,那么高频汉字词应比低频字词更容易单位化(或组块化)。就是说,在高频条件下,汉字的组成成分(笔画数或部件数)的多少不应造成对字认读速度上的差别。低频字却可能出现显著差别。而按照 Just 等人以笔画为中介的汉字识别模型则不论所用字是高频或低频,其识别反应时都应随笔画数增加而增加。本研究以三个实验来检验汉字识别单位的问题,第一个实验验证两种笔画数不等的汉字,在高频和低频条件下识别反应时的差异。后两个实验分别探讨部件及笔画数在汉字识别中的作用。

## 实验一

### 方法

**被试** 农机大学二年级和四年级学生共 14 名

**材料** 由“现代汉语频率词典”表 7“汉字频率表”<sup>[8]</sup>选出多画字及少画字各 60 个。多画字由 12 到 23 画组成,平均为 16.09 画。少画字为 1—5 画,平均为 3.44 画。它们又各平分为高使用频率(在 0.00785—0.26248 之间),及低使用频率(在 0.00006—0.00442 之间)字各 30 个,都是被试能读出的(看附录)。多画字与少画字的使用频率一一对应。

**仪器及程序** 上述材料用中华学习机控制视屏显示。被试反应所用话筒与主机相连,呼名反应时间由计算机自动记录,反应错误由主试通过连接主机的按键记录,上述刺激字混合随机呈现。实验时先呈现预备信号 1.5 秒,接着呈现刺激字 1.5 秒,随后间隔 2 秒呈现下一个刺激字。要求被试在刺激出现后尽可能快而又准确地读出该字。同时记录被试的反应潜伏期及错误数。

### 实验结果和讨论

在本实验条件下,被试反应错误率很低(在 0.05 以下),且各条件间无明显差异故不做进一步分析讨论。实验结果表明不论笔画数多少,高频字比低频字反应时间显著短;在相同频率条件下,笔画少的字都比笔画多的字呼名用时短。它们的结果如表 1 所示。对它们做变异数分析,高频字与低频字相比较  $F(1,13) = 126.76, P < 0.01$ ;多画字与少画字相比较  $F(1,13) = 47.51, P < 0.01$ 。两种因素的交互作用  $F(1,13) = 0.29$ ,未显出明显差异。对多画及少画字进行成对考验。在高频条件下  $F(1,13) = 18.27, P < 0.01$ ;低频下  $F(1,13) = 14.70, P < 0.01$ ,这个结果似乎与前面关于词识别单位化的观点不一致。因为结果表明,高频字虽然比低频字更熟悉,但并不因此而消除笔画多少的效应。相反的,高频字像低频字一样表现出少画字比多画字反应显著快。造成这种现象的原因可能有两种。一是多画字虽然不是以整字为加工单位,但却可能以组成字的部件(或小于字的组块)为加工单位,因为多画字往往可以分成更小的熟悉部件(部件,在这里是指组成合体字的部首或字)。本实验中所用多画字平均是由 2.5 个部件组成,少画字平均是由 1.3 个部件组成。这种组成字的部件数多少不同的差别是否可能是造成上述多少画字之间反应显著不同的原因呢?后面的实验将进一步讨论这一推论的可靠性。但是另一个更直观的可能性是笔画数本身造成实验中的显著差异,进一步检查笔画与反应时的关系时,所得结果似乎支持 Just 等关于

表1 汉字平均正确反应时 (ms)

使用频率	少 画	多 画
高 频	586.86(55.53)*	637.07(66.03)
低 频	717.71(89.69)	780.36(94.81)

\* 标准差在括号内

表2 汉字反应时间差与眼动反应时比较

字频	平均笔画数	反应时间差	眼动时间差
高频	多画字	50.21	53.68
	少画字		
低频	多画字	62.65	62.7
	少画字		

笔画作为汉字识别单位的看法。将本实验所用高频和低频条件下的多画字与少画字的笔画数相减得到的差数与眼动参数(即每增加一画注视时间增加 4.6ms)相乘得到在两种频率条件下,多画字比少画字多用的时间量。将此推算的时间与本实验在两种频率条件下对多笔画与少笔画字反应时间的实际差额相比较,列如表 2。从表上可以看到在相同频率下,两种测量方法所得结果非常近似。但是否由此就可以肯定的认为汉字识别是以笔画为单位呢? 实际情况似乎并不支持这种结论。首先 Just 等的实验是阅读一篇短文,同时记录眼睛对字的注视时间,而本实验是对单个字的呼名反应,二者所用材料及方法是不同的。前者,语义对字反应时间的影响显然应大于后者。其次,眼动过程与呼名反应毕竟包括不同的加工阶段。后者似乎还应包括发音活动的组织和执行过程,在理论上应花更多时间;再者 Just 用了多种笔画字测得的眼动平均结果,本实验只用了两种笔画,因此所得结果是否适用于其他笔画字尚有待验证。

人们对熟悉的材料以组块为单位进行加工,这是认知过程的基本现象。上述实验结果不排除人们以大于笔画的部件为单位进行加工,为验证此可能性,用笔画数相同而部件数不等的字为材料,如果笔画数是重要的,则部件数不等的字反应时间应相近,反之则应有显著差别。下述实验将验证这一推测。

## 实验二

### 方法

**被试** 14 名被试,与实验一同一来源

**材料** 与实验一同一来源。选独体字及可分为两个熟悉的组成部件的字各 60 个(前者如米、束;后者如张、昌)。它们的笔画数分别为 3—10 画(平均为 5.98 画)和 4—9 画(平均为 6.30 画)。它们又各平分为高频字(在 0.01278—0.39002 之间)和低频字(在 0.00017—0.00415 之间)。在两类字之间,字频一一对应。

**仪器和程序** 同实验一。

### 实验结果和讨论

独体字和双部件字的实验结果列如表 3。同样得到高频字比低频字反应时短。而两部件组成的字比独体字呼名反应时间长。对它们做变异数分析得到高、低频字之间 F

(1,13) = 162.84,  $P < 0.01$ ; 独体字与双部件字之间  $F(1,13) = 6.40$ ,  $P < 0.05$ ; 交互作用  $F(1,13) = 5.87$ ,  $P < 0.05$ 。此结果表明, 尽管两种材料中, 字的笔画数相近(独体字与双部件字的平均笔画数差为 0.32 画), 仍表现出呼名反应时的显著差别。这种差别显然可能是由于组成部件数的不同引起的。但由表 3 看到独体字与双部件字之间的反应时差别在低

表 3 独体字和双部件字的平均正确反应时(ms)

频率	独体字	双部件字
高频	569.29(62.01)*	598.14(65.36)
低频	726.14(82.08)	733.57(87.09)

• 标准差在括号内。

频条件下, 明显小于高频条件。对相同频率下两种结构的字的反应时做成对考验得到, 高频条件下, 独体与双部件相比  $F(1,13) = 16.11$ ,  $P < 0.01$ ; 低频条件下二者相比  $F(1,13) = 0.61$ ,  $P > 0.05$ 。这表明在高频范围内独体字呼名反应时比双部件字显著快, 而在低频时二者无显著差别。此结果似乎提示, 加工材料的熟悉程度在呼名反应的时候, 对以什么为加工单位有直接影响。高频字似乎是以部件为单位, 因为部件多所以反应时间长; 而低频字则是以笔画为单位, 此时尽管所用材料的部件数不同, 但笔画数相近, 故呼名反应无显著差别。此结果部分地否定了实验一以笔画为加工单位的推测, 但低频条件又似乎支持这一推测。这是否意味着实验一中, 笔画多少在反应时的差别, 在高频时实际上是以部件为单位, 而在低频时是以笔画为单位进行加工。如果此推测是可靠的, 那么笔画多少对识别的影响只是在低频条件下才表现出来, 在高频条件下是部件(组块)起作用。下个实验探讨此推测的可靠性。

## 实验三

### 方法

**被试** 13 名心理研究所工作人员, 皆为大专以上文化水平。

**材料** 与前面实验同样来源。选用由两个部件组成的字 120 个。构成字的部件包括常用部首或可发音的字。当组成字的部件是可发音的字时, 其所发之音与该组成字非同音(如计、信; 叶、短)。这些两部件字又分为多画(9—18 画, 平均 12.4 画)和少画字(4—7 画, 平均 5.5 画)各 60 个。它们分别由相等数量的高频及低频字组成。高频字范围在 0.01349—0.07129 之间, 低频字在 0.00006—0.00111 之间, 多画及少画字的频率一一对应。

**仪器及程序** 同实验二。

### 实验结果和讨论

笔画数不同的等部件字的反应时和错误率列表 4。由表 4 可见, 高频字比低频字反应快且错误低。同时, 少画字比多画字反应快且错误少。反应时的变异数分析, 频率主效应  $F(1,12) = 138.28$ ,  $P < 0.01$ ; 笔画数主效应  $F(1,12) = 4.82$ ,  $P < 0.05$ ; 频率和笔画的交互作用  $F(1,12) = 2.05$ ,  $P > 0.05$ 。进一步对笔画多少两组材料做成对  $F$  检验, 高频条件下  $F(1,12) = 11.07$ ,  $P < 0.05$ ; 低频下  $F(1,12) = 0.11$ ,  $P > 0.05$ 。

错误率的变异数分析同样得到高频、低频之间  $F(1,12) = 49.70$ ,  $P < 0.01$ ; 多少画的错

表 4 笔画数不同的等部件字的平均正确反应时和错误率\*

字频率	少画双部件字	多画双部件字
高频	491.77(0.26)	519.77(1.55)
低频	690.92(6.15)	695.31(7.18)

\* 错误率在括号内

误之间  $F(1,12) = 11.87, P < 0.01$ 。进一步检验高频条件下多少画之间  $F(1,12) = 6.47, P < 0.05$ ; 低频条件下  $F(1,12) = 1.53, P > 0.05$ 。此结果与反应时结果完全一致。都表明组成部件相同而笔画数不同的字之间, 随频率不同而有不同的影响。在高频下, 少画字比多画字反应显著快且错误低; 在低频下, 此差别消失。此结果表明对字的识别过程, 笔画数起一定作用, 起码在高频条件下是如此。这个结果与实验二提出的推测不一致。即在高频条件下并不因部件数相同, 而表现出相等的反应时, 在低频时也不因笔画数不等而表现出反应时的显著差别。造成这种不一致的原因可能是由于实验中突出的因素不同引起的。如实验二是保持笔画数恒定, 而突出部件数的差别; 实验三是保持部件数恒定, 观察笔画数的影响。从而前者在高频条件显示了部件的显著影响, 后者则表现出笔画多少的效果。这表面看好像人为映因素造成的实验结果的差别, 却可能正好反应了人们识别汉字的实际情况。就是说在此过程中, 笔画和部件可能都在起作用, 只不过在高频条件下, 其中一种因素的不同就可能在反应时上表现出明显差异, 而在低频时则需要两种因素同时具备才能显出明显差别, 这也许正是前述三个实验在低频条件下所表明的。

## 一般讨论和结论

本实验利用汉字笔画多少的差别和组字部件数量的不同, 探讨了汉字识别的加工单位问题。实验结果既不完全支持以字母(笔画)为中介的观点也与词识别的单位化模型不完全一致。实验中显示出了笔画数多少对识别汉字反应速度的影响, 但它决非是唯一的中介单位。因为按照 Just 等的看法<sup>[6]</sup>, 以笔画为中介的加工单位将不因字频不同而受影响。低频字像高频字一样, 当笔画数增加, 眼睛对字的注视时间亦线性增加。但在本实验三中, 低频条件下, 两组材料笔画数相差一倍多而反应时间却未表现出显著差别。实验一的结果也表明, 反应时间与笔画的增加并不成线性关系。例如单个笔画的反应时间, 高频多画平均为 42.27 毫秒, 少画为 172.6 毫秒, 多画字每增一画显然比少画字少的多。这表明对汉字再认所需时间不太可能是随笔画数的增加而线性增加。因为随学习的熟练性增加, 对汉字的再认就不仅是笔画数在起作用而且大于笔画的部件可能作为加工单位而起作用。

本实验结果还表明尽管高频字可以是以大于笔画成分的组块为加工单位, 但并不因字的使用频率高而必然以整个字为加工单位, 这是前面三个实验所得到的一致结果。此结果似乎并不能否定以整个字为单位进行加工的可能。因为本实验都是以一组字为对照刺激(如实验一、三中的少画字, 实验二中的独体字), 对这类字的认读是否是以整个字为单位, 实验并未能对此作出直接回答。但可以推想, 如果认读中能以较多笔画组成的部件为单位, 那么对于高频少画字(或独体字)也可能是以整个字为识别对象。由以上分析可以认为对汉字的再认似乎是由多种构字成分综合起作用。因此不支持笔画中介模型和单位

化模型。实验一的低频字实验结果似乎更直观地表现出来这一看法。该实验所用两组低频字,在笔画数和部件数两方面的差别都大于另外两个实验的低频材料中两组字之间的差别,因而表现出对识别字的显著影响。这就是说对组成成分较为复杂的低频字识别时,两种成分的综合作用可以更明显的表现出来。那么为什么另外两组低频材料未表现出这种综合作用呢。

从呼名反应过程分析或许可回答上述问题,此过程大体可分为两阶段。首先是对一个字的识别加工阶段,接着是对该字的语音提取和发音执行阶段,本实验以呼名反应时为指标,因此它所表现的应是这两个加工阶段所用时间之和。当考察两组字之间呼名反应时的差异时,不仅要考虑识别加工阶段可能产生的不同,还要考虑语音提取和执行阶段的可能差异;同时还应考虑前后两阶段所用时间之比。按此想法回头考察三个实验中高频字条件下的实验结果。由于对高频字发音用时短,因此相对于短的发音时间,引起识别加工阶段些微变化的实验材料的差异(仅有笔画数或部件数一种成分的不同)都会造成呼名反应时的显著差别。这正是三个实验中高频材料的结果所表明的。此种解释也适用于低频材料。只是低频材料相对高频材料其发音用时显著长(Balota et al. 1989)<sup>[9]</sup>。相对于此发音用时长阶段,其识别阶段的用时也必须足够长才能在反应时上表现出显著差别。实验一的两组低频材料在笔画数和部件数两方面都存在差异,故其识别阶段所用时间可以满足上述要求。而另外两个实验的低频组材料却不然。由于其材料的差别只限于一种成分,因而其识别加工阶段用时与实验一的相应阶段相比用时要少,\* 与其发音所用时间相比不足以造成呼名反应时间上的显著差异。这正是实验二、三低频材料所表明的。但是并不能由此断言,识别汉字的多种成分综合作用对这类字不适用,而很可能是由于呼名反应时这一方法对它们不够灵敏所致。

本文重点探讨了识别汉字的加工单位问题。实验表明笔画和部件都可能作为加工单位而起作用。但是在识别过程中,这两种成分是先后被利用,还是同时进行的,抑或是先同时后先后被加工的,这是有待进一步探讨的问题。

由前述实验我们可以得到结论:

1. 对汉字的识别,与少笔画字和独体字相比,高频多画字和多部件字识别用时显著长,表明对汉字识别至少是以笔画和部件两种组字成分为加工单位。

2. 高频汉字的笔画或部件任一种成分存在着数量上的差异都可能造成识别反应时的显著差别,而低频字则需要两种成分同时存在差别才能表现出呼名反应时的显著不同。

### 参 考 文 献

- [1] Gough, P. B. (1972). One second of reading. In J. P. Kavanagh and I. C. Matting (Eds.), *Language by eye and by ear*. Cambridge, MA: MIT Press.
- [2] Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1987). *The psychology of reading and language comprehension*. Allyn and Bacon, Inc.
- [3] Smith, F. (1971). *Understanding reading*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- [4] Healy, A. F. (1976). Detection errors on the words: The evidence on reading units. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2, 235-242.
- [5] Healy, A. F., Oliver, W. L., & Menamara T. P. (1987). Detecting letters in contin-

\* 由于三个实验在选字条件上并不完全一致,加之本研究未对识别阶段做直接测量故未做统计比较。

- uous text; Effect of display size. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 13, 279—290.
- [6] Just, M. A., Carpenter, P. A., & Wu. R. (1983). Eye fixations in the reading of Chinese technical text (Technical report). Pittsburgh: Carnegie-Mellon University.
- [7] 张武田, 冯玲, 中文双音节词视觉识别与短时记忆保持量. *心理学报*1990, 第4期, 883—890.
- [8] 现代汉语频率词典, 北京语言学院出版社, 1986年.
- [9] Balota, D. A., Boland, J. E., & Shields, L. W. (1989). Priming in pronunciation: Beyond pattern recognition and onset latency. *Journal of memory and language*, 28, 14—36.

## A STUDY ON THE UNIT OF PROCESSING IN RECOGNITION OF CHINESE CHARACTERS

Zhang Wutian      Feng Ling

*Institute of Psychology, Academia Sinica, Beijing*

### Abstract

The study on eye movement indicated that recognition time for Chinese characters is mediated by the number of strokes. The unitization model stated that identification of familiar words was unrelated to the processing of component letter of a word. Using different characters which involved different number of strokes and parts in contrast with simple characters and few stroke characters, the present research studied the problem of processing unit for Chinese characters of high and low frequency in three experiments. The results indicated that the number of strokes or the number of parts in characters have a significant effect on the recognition time for high frequency characters. But the significant effect of low frequency characters on the naming time only appeared under the condition when the number of strokes and the number of parts both have some distinction. The result does not support the Models mentioned above. A synthetical model of multiple component involving strokes and parts would be reasonable in explaining the results.

**Key words:** Chinese character, recognition, unit, naming

**附录: 实验用字** (由于页码所限, 实验用字省略, 欲了解这些字者, 请与作者联系。编者注。)