

视觉感觉记忆在字音选取作业中的作用^{*}

何 姣 张 航 杨仲乐

(中南民族大学 生物医学工程研究所认知科学实验室,武汉 430073)

摘 要 :该研究通过四项实验探讨了视觉感觉记忆(VSM)在字音选取作业中的作用。实验材料为 48 个汉字。实验结果表明 :当被试只能利用短时记忆(STM)中的信息进行选取作业时,能选取的汉字数与转换到 STM 中的汉字数之间无显著性差异 ;当被试可以同时利用 VSM 和 STM 中的信息时,能选取的汉字数要显著多于转换到 STM 中的汉字数。这表明,人能根据字音特征从 VSM 信息中选取字符。

关键词 :视觉感觉记忆(VSM) ;汉字 ;选取 ;短时记忆(STM)

中图分类号 :B842.2 **文献标识码** :A **文章编号** :1003-5184(2006)01-0046-05

1 引言

视觉感觉记忆(Visual Sensory Memory, VSM)在注意选取中的作用,是认知心理学领域密切关注的问题^[1~9]。早在 1960 年, Sperling^[1]就已通过“部分报告法”证实,被试能根据位置从 VSM 信息中选取字符。之后,研究者们进一步证实,被试还能根据颜色、大小等特征从 VSM 中选取字符^[1,5,10]。但是,由于鉴别 VSM 信息与短时记忆(short-term memory, STM)信息的困难^[11],人们一直不能确认是否也能根据字形、字音等特征从 VSM 信息中选取字符^[9,11]。最近,马振玲等^[9]通过将其设计的抽样模式识别实验与全部报告实验相结合,解决了这一信息鉴别的困难,并得出被试能根据字形特征从 VSM 信息中选取字符的结论。然而,由于该实验中采用英文字母为字符材料,导致实验中可能出现“E、T、F”效应;英文字母本身的形、音对应关系很强,导致实验中可能出现“字音启动效应”,使得被试可能同时利用字形与字音特征,因此,该实验的结果在一定程度上受到怀疑。也就是说,马振玲等的实验并不能确切断言,被试能根据字形特征从 VSM 信息中选取字符。显然,采用英文字母为字符材料来研究 VSM 在字音选取中的作用也会存在类似的问题。基于这些原因,本文拟利用汉字中存在大量同音异形

弱的特点^[12],以汉字为字符材料,从汉字的字音特征着眼,借鉴“抽样模式识别实验”及其判据,设计新的实验,来探讨 VSM 在字音选取作业中的作用,即人能否根据字音特征从 VSM 信息中选取字符这一问题。

2 实验

2.1 被试

中南民族大学本科生 20 名,年龄 18~22 岁,裸眼视力或矫正视力正常,母语为汉语,普通话标准,均为右利手,且均未参加过类似的心理实验。

2.2 实验仪器

实验仪器为美国 NeuroScan 公司的“Stim”刺激系统。刺激物和实验程序用“Stim”软件包编写,通过 Pentium III 微机 20 英寸的纯平显示器以 800×600 的分辨率呈现给被试。

2.3 实验材料与刺激物

实验材料为从《现代汉语频率词典》(1986)中初步选出 120 个形状简单的常用汉字后,经请 6 名不参加实验的中南民族大学研究生对这些字进行筛选,将易产生“视觉类似性”效应(也称“知觉类似性”、“知觉混淆”)^[13~14]的形近汉字去掉,最后,选取 48 个汉字(见表 1)作为实验汉字,它们的字频均在 50 次/百万次以上,按当今文献的划分,均为高频字。其中,读音相同但字形不同的汉字(即同音异形

^{*} 基金项目 :国家自然科学基金资助项目(39670213)。

汉字 ㄎ 见表 2) 有 11 组 , 每组各有 2 ~ 4 个同音异形的汉字。

表 1 实验汉字
采用的实验汉字(共 48 个)
业 今 云 西 八 子 马 巾 女 丰 午 在 匀 大 , 希 备 工 东 五 山 利 夕 又 风 金 亡 巴 布 , 友 门 丽 王 右 口 步 心 目 力 小 公 不 宫 , 斤 立 息 木 有 冬

表 2 同音异形汉字
同音异形的汉字(共 11 组)
1) 冷—巾—金—斤 2) 西—希—夕—息 3) 力—立—利—丽 ; 4) 江—公—宫 5) 坏—步—布 6) 木—目 7) 有—友 ; 8) 冻—冬 9) 八—巴 10) 运—匀 11) 丰—风

刺激物是三种卡片 : 1 汉字卡片、8 汉字卡片、9 汉字卡片(如图 1 所示)

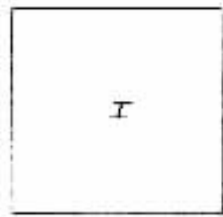


图 1.a



图 1.b

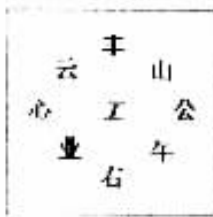


图 1.c

图 1. 三种实验卡片的样例。a 类卡片上只有一个汉字 , 位于卡片中央 , 称为 1 汉字卡片 ; b 类卡片上有 8 个读音不同的汉字 , 均匀分布在半径为 2cm 的圆周上 , 称为 8 汉字卡片 ; c 类卡片上有 9 个汉字 , 其中 8 个读音不同的汉字均匀分布在半径为 2cm 的圆周上 , 一个汉字位于圆心 , 即卡片中央 , 称为 9 汉字卡片。

卡片圆周上的汉字从 48 个实验汉字中随机抽取 , 圆心位置上的汉字从 11 组同音异形的汉字中随机抽取。在同一张卡片上 , 圆周上的汉字符号“相邻的两个字或几个字不会形成组块、且它们的读音不相同或相近”原则。卡片上的所有汉字均为黑色小四号宋体 , 其中 , 卡片中央位置的汉字为斜体 , 称为目标字 , 卡片圆周上的汉字为正体 , 称为待选取汉字。卡片与计算机屏幕的背景色均为白色。

2.4 实验方法

实验在一个安静的实验室里进行。实验前 , 首先通过电脑屏幕将 48 个实验汉字向被试逐一呈现 (其中 , 读音相同的两汉字之间插入若干个与其读音不同的汉字 , 以将其隔开呈现) , 每个字的呈现时间为 3000ms , 要求被试尽可能快地大声读出来 , 主试用笔记录被试报告出来的汉字 , 以了解被试对汉字的识别熟练程度和准确度(结果发现 , 所有被试一见到屏幕上呈现的汉字就能报告出来 , 报告准确率为 100%。这表明 , 所有被试都能熟练且准确地识别出实验汉字) 然后 , 呈现实验指导语 , 介绍实验过程和要求 ; 之后 , 开始实验。

每个被试参加以下两类实验。

2.4.1 全部报告实验

2.4.1.1 实验设计

为了鉴别认知作业中所用的信息来源 , 必须通过实验设计使转换到 STM 中的信息量显著少于进入到 VSM 中的信息量 , 为此 , 将平均每次转换到 STM 的信息量设定为呈现汉字的一半(即 4 个左右)。依据 Sperling^[1]、马振玲等人^[9]的工作 , 将刺激信息从 VSM 转换到 STM 是需要时间的 , 且转换到 STM 的数量取决于刺激信息的呈现时间 , 而呈现时间又取决于呈现方式与认知任务。如 : 在 Sperling、马振玲等人的全部报告实验中 , 被试的任务是尽可能多地报告字符卡片上的英文字母 , 当卡片的一次呈现时间极为短暂(分别为 50ms、80ms) 时 , 被试就能报告出 4 个左右。而在本研究中 , 由于采用的字符材料为较复杂的汉字 , 因此 , 识别 4 个左右的字符所需时间就相对地长。主试通过多次调试后发现 , 在实验呈现条件下 , 要达到每次转换四个左右的汉字到 STM 的水平 , 卡片的一次呈现时间需要 150ms 左右 , 故采用 150ms 为呈现时间。

2.4.1.2 实验程序

被试舒适地坐在计算机屏幕前 , 眼睛与屏幕的

距离为 70cm,实验中注视屏幕中央的注视点“+”。实验的开始由被试控制。该类实验共有两项。

(1)短暂同时呈现的 8 个汉字的全部报告实验(简称 8 汉字报告实验):被试按下“开始键”后,屏幕中央呈现注视点“+”,1000ms 后屏幕中央随机呈现一张 8 汉字卡片(图 1.b),呈现时间为 150 ms,之后黑屏,直至被试按键进入下一张卡片的报告作业。要求被试尽可能多地记住卡片上的汉字并报告出来。每名被试完成 16 张卡片的报告作业,两次作业的间隔时间(ISI)为 3000ms。记录被试每次正确报告的汉字数 q_1 。

(2)短暂同时呈现的 9 个汉字的全部报告实验(简称 9 汉字报告实验):与 8 汉字报告实验不同的是,该实验中随机呈现的卡片是 9 汉字卡片(图 1.c),被试的任务是,在记住卡片中央的汉字的前提下,尽可能多地记住卡片上的其它汉字并报告出来。其它条件与 8 汉字报告实验相同。记录被试每次正确报告的汉字数 q_2 。

2.4.2 字音抽样选取实验

2.4.2.1 实验设计

该类实验基于“抽样”的设想来实现,即在实验中,被试的作业任务为根据随机抽取的某种字音特征来选取字符,故称之为字音抽样选取实验。根据待选取汉字和目标字呈现的先后顺序,将这类实验分为两种——(1)字音抽样选取实验 1:该实验中,待选取汉字先于目标字呈现;(2)字音抽样选取实验 2:待选取汉字与目标字同时呈现。在两种字音抽样选取实验中,被试的任务都是:从圆周上的 8 个待选取汉字中,选取与圆心位置上的目标字读音相同的汉字(即音同字),并以口头形式报告出来。有音同字和无音同字的匹配选取作业都以 50% 的几率出现,且在所有有音同字的卡片中,音同字在圆周上的阵中 8 个位置出现的几率相等。选取结果通过两种方式报告:a.确认有音同字时,按鼠标左键并报告出来;b.确认无音同字时,按鼠标右键。要求被试尽可能又快又准地按键并报告,并设定每次作业的按键反应时限为 2000ms,超过 2000ms,数据以作废计。在有音同字的作业中,按鼠标左键并报告正确的,记为正确报告,反之,记为错误报告;在无音同字的作业中,按鼠标右键,记为正确报告,反之,记为错误报

告。

2.4.2.2 实验程序

(1)字音抽样选取实验 1:被试按下“开始键”后,屏幕中央呈现注视点“+”,1000ms 后屏幕中央随机呈现一张 8 汉字卡片(图 1.b),呈现时间为 150 ms,之后黑屏 1000 ms,屏幕中央再随机呈现一张 1 汉字卡片(图 1.a),呈现时间也是 150 ms,然后黑屏,直至被试按键进入下一次作业。每名被试完成 16 对卡片(16 张 8 汉字卡片、16 张 1 汉字卡片)的字音抽样选取作业。其它条件与全部报告实验相同。

(2)字音抽样选取实验 2:被试按下“开始键”后,屏幕中央呈现注视点“+”,1000ms 后屏幕中央随机呈现一张 9 汉字卡片(图 1.c)150ms,之后黑屏,直至被试按键进入下一次作业。其他条件与安排同字音抽样选取实验 1。

正式实验前,先让被试进行两项全部报告实验的练习,直到被试每次报告出来的汉字数为 3~5 个(即平均 4 个左右)准确率为 95% 以上,即被试识别汉字的能力已达到所要求的熟练程度和准确度;然后,进行两项字音抽样选取实验的练习,各 8 次作业,休息 3 分钟,再进行正式实验。正式实验时,被试完成一项实验后,休息 3 分钟,再进行另一项实验,同时,四项实验的顺序在被试之间进行了平衡。

3 结果与分析

3.1 数据处理

3.1.1 待选取汉字的平均转换量与平均转换率

待选取汉字的平均转换量,是指全部报告实验中每次作业被试能正确报告的待选取汉字数的平均值,它表示在 1 次短暂同时呈现中,平均能从 VSM 转换到 STM 的待选取汉字数;平均转换率 \bar{r} 是平均转换量 \bar{q} 与每次作业时呈现的待选取汉字数 n ($n = 8$) 的百分比。由于待选取的汉字均匀分布在圆周上,它们被转换到 STM 的几率相等,因此,从概率的角度来说,平均转换率 \bar{r} 可以用来表示,在 1 次短暂同时呈现中任意一个待选取汉字从 VSM 转换到 STM 的几率。

从而,在 8 汉字报告实验中,待选取汉字的平均转换率 \bar{r} 可表示为

$$\bar{r}_1 = \bar{q}_1 / n \times 100\% \text{ (其中 } n = 8 \text{)}$$

在 9 汉字报告实验中 ,由于被试是在记住卡片中央的汉字的前提下 ,尽可能多地记住卡片上的其它汉字 ,所以 ,被试报告出来的汉字中包括 1 个目标字 ,因此 ,待选取汉字的平均转换量 ,并不就是 9 汉字报告实验中被试正确报告的汉字数的平均值 \bar{q}_2 ,而是 $(\bar{q}_2 - 1)$,从而 ,待选取汉字的平均转换率 \bar{r}_2 可表示为

$$\bar{r}_2 = (\bar{q}_2 - 1) / n \times 100\% \text{ (其中 } n = 8 \text{)}$$

3.1.2 音同字的总转换量

音同字的总转换量(total transferred quantity , TTQ) ,是指 N 次有音同字的作业中 ,转换到 STM 的音同字的总量。由于音同字在圆周上的阵中各个位置出现的几率相等 ,所以 ,在有音同字的阵的一次短暂呈现中 ,音同字转换到 STM 的几率 ,就等于任意一个待选取汉字从 VSM 转换到 STM 的几率 \bar{r} 。因此 ,在 N 次有音同字的选取作业中 ,音同字的总转换量 ,即从 VSM 转换到 STM 的音同字的总量 ,在数值上就等于待选取汉字的平均转换率 \bar{r} 与有音同字的作业总次数 N 的乘积 ,即

$$TTQ = \bar{r} \times N \text{ (其中 } N = 8 \text{)}$$

字音抽样选取实验 1、2 中 ,音同字的总转换量均由该公式分别计算得出。

3.1.3 音同字的总选取量及监测指标

在两项字音抽样选取实验中 ,有音同字的选取作业和无音同字的选取作业的成绩分别由“ stim ”刺激系统自动统计出来 ,并由此得到两项选取实验中音同字的总选取量 TSQ(total selected quantity)和监测指标。其中 ,音同字的总选取量 TSQ ,是指 N 次有音同字的作业中被试正确选取出的音同字的总数量 ,它在数值上等于 N 次有音同字的选取作业中被试正确按键并报告的总次数 ;

由于被试的作业成绩是否有效 ,主要取决于无音同字的选取作业中被试猜测性按键并报告的次数多少。因此 ,需要一个指标来监测被试的猜测程度 ,以判断被试的成绩是否有效。将无音同字的选取作业中被试错误按键并报告的次数与该作业的总次数 N 的百分比 ,称为监测指标。显然 ,在无音同字的作业中 ,如果被试猜测性地按了鼠标左键 ,监测指标就会随之增加。一旦被试的监测指标高于 50% ,则意

味着该被试猜测性报告的可能性较大 ,其作业成绩不可靠 ,数据理应作废 ,作删除处理。本实验中被试的监测指标都不高于 25% ,故没有删除任何一个被试的数据。

3.2 统计与分析

3.2.1 总体量的统计

以 SPSS11.0 软件统计全体被试的各项实验中的总平均量 ,并以配对 t 检验对两项字音抽样选取实验中音同字的总选取量 TSQ 与总转换量 TTQ 的差异显著性分别进行分析。

3.2.2 结果与分析

在 8 汉字报告实验中 ,待选取汉字的总平均转换量 \bar{q}_1 为 3.7813 个 ,相应的总平均转换率 \bar{r}_1 为 47.27% ,在 9 汉字报告实验中 ,待选取汉字的总平均转换量 $(\bar{q}_2 - 1)$ 为 3.1750 个 ,相应的总平均转换率 \bar{r}_2 为 39.69%。利用相关公式可计算出 ,在字音抽样选取实验 1 中 ,音同字的总转换量为 3.7813 个 ,字音抽样选取实验 2 中 ,音同字的总转换量为 3.1750 个。在字音抽样选取实验 1 和实验 2 中 ,音同字的总转换量、总选取量如表 3 所示。

表 3 字音抽样选取实验 1、2 中 TTQ 和 TSQ

实验	音同字的总转换量 TTQ	音同字的总选取量 TSQ
字音抽样选取实验 1	3.7813	3.9000
字音抽样选取实验 2	3.1750	5.0000

从表 3 可以看出 ,在字音抽样选取实验 1 中 ,音同字的总转换量为 3.7813 个 ,音同字的总选取量为 3.9000 个。使用 SPSS11.0 统计软件 ,对该实验中音同字的转换量与选取量进行配对 t 检验 ,被试分析结果表明 ,两者之间无显著性差异 , $t(19) = -1.7950$, $s = 0.2959$, $p = 0.0890$ 。在字音抽样选取实验 2 中 ,音同字的总选取量为 5.0000 个 ,明显多于音同字的总转换量 3.1750 个 ,前者比后者高出 57.48%。同样地 ,使用 SPSS11.0 统计软件 ,对该实验中音同字的转换量与选取量进行配对 t 检验 ,被试分析结果表明 ,两者之间有非常显著的差异 , $t(19) = -10.4850$, $s = 0.7784$, $p = 0.0000$ 。可见 ,在字音抽样选取实验 1 中 ,被选取出来的音同字的数量与转换到 STM 的音同字的数量之间 ,没有显著

性差异。而在抽样字音选取实验 2 中,被选取出来的音同字的数量与转换到 STM 的音同字的数量之间,有显著性差异,且前者要非常显著地多于后者。

4 讨论

4.1 鉴别信息来源的判据

在 8 汉字报告实验中,待选取汉字的转换量为 3.7813 个,在 9 汉字报告实验中,待选取汉字的转换量为 3.1750 个。需要特别指出的是,在 9 汉字报告实验中,被试除了将 3.1750 个待选取汉字转换到 STM 外,还按要求转换了卡片中央的 1 个目标字,故被试实际转换到 STM 的总汉字数是 4.1750 个。可见,当足够多的信息同时短暂呈现时,能转换到 STM 的信息量比进入到 VSM 的信息量要少得多,这种现象与 Sperling 等人^[19,15]的实验结果是一致的。人们称这种现象为“受约束转换”^[9]。

由于 VSM 的维持时间通常只有 300ms 左右^[18,10,16],而 STM 的维持时间一般长达 2000ms 以上^[17,18],因此,在字音抽样选取实验 1 中,当目标字在待选取汉字消失 1000ms 后呈现时,待选取汉字的 VSM 信息已消失殆尽,而其 STM 信息尚未衰退,这就使得被试只能利用待选取汉字的 STM 信息进行选取作业。该实验结果显示,被试能正确选取出的音同字数为 3.9000 个,能转换到 STM 的音同字数为 3.7813 个,两者无显著性差异。这表明,当被试只能利用 STM 信息进行字音抽样选取作业时,其选取同样是等消耗的^[9],在这种“等消耗选取”作业中,转换到 STM 的音同字都能被选取。

基于上述“受约束转换”和“等消耗选取”现象,可以得到一个鉴别信息来源的判据,利用这个判据可以鉴别 VSM 信息能否直接用于字音选取作业:如果进行选取作业时只能利用待选取汉字的 STM 信息,那么,音同字的选取量和转换量之间就不应有显著性差异;如果两者有显著性差异,且音同字的选取量多于转换量,那么,在选取作业中,仅利用待选取汉字的 STM 信息是不可能的,还需直接利用其 VSM 信息。

4.2 VSM 在字音抽样选取作业中的作用

在字音抽样选取实验 2 中,呈现 8 个待选取汉字的同时,也将目标字一起呈现给被试,这使得被试有机会直接利用待选取汉字的 VSM 信息将其读音

与目标字的读音进行比较并从中选取出音同字。因此,在字音抽样选取实验 2 中,被试既有可能利用待选取汉字的 STM 信息,又有可能直接利用其 VSM 信息。该实验的结果显示,音同字的总选取量为 5.0000 个、总转换量为 3.1750 个,前者显著多于后者。由鉴别信息来源的判据可以得出,在字音抽样选取实验 2 中,待选取汉字的 VSM 信息被直接用于字音选取作业。

值得一提的是,由于部分信息在其 VSM 的维持期间会自动转换,导致 VSM 信息和 STM 信息瞬间并存,因此,在字音抽样选取实验 2 中,被试利用待选取汉字的 VSM 信息进行选取的同时是否也利用了其 STM 信息,还需要进一步的研究。

5 结论

利用汉字的音、形对应关系较弱及汉字中存在大量同音异形汉字的特点,采用汉字为字符材料,从字音特征着眼,设计出新的实验方法“字音抽样选取实验”,同时利用“全部报告实验”,得出如下结论:

(1) 在字音抽样选取实验 1 中,被试只能利用待选取汉字的 STM 信息进行选取作业,音同字的选取量与转换量之间无显著性差异。这同马振玲等人的“等消耗”现象是一致的;

(2) 在字音抽样选取实验 2 中,待选取汉字的 VSM 信息被直接用于字音选取作业,这表明被试可以根据字符的语音特征从 VSM 信息中选取字符,从而为 VSM 在信息加工中的作用赋予了新的意义。

(3) 在信息的 VSM 维持期间,由于部分信息的自动转换,VSM 信息和 STM 信息会瞬间并存,因此,在字音抽样选取实验 2 中,被试利用待选取汉字的 VSM 信息进行选取的同时是否也利用了其 STM 信息,还需要进一步的研究。

参考文献

- 1 Sperling G. The information available in brief visual presentations. *Psychol. Monographs*, 1960, 74(11): 1-29.
- 2 Cowan N. Sensory memory and its role in information processing. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol Suppl*, 1995, 44: 21-31.
- 3 Becker M W, Pashler H, Anstis S M. The role of iconic memory in change-detection tasks. *Perception* 2000, 29: 273-86.

4

Elisabeth Moores , Liana Laiti , Leonardo Chelazzi. Associative knowledge controls deployment of visual selective attention. *Nature Neuroscience* , 2003 *6* (2) : 182 – 189.

5

Bundesen , C. A theory of visual attention. *Psychol. Rev.* , 1990 *97* : 523 – 547.

6

Narcisse P , Bichot , Jeffrey D. Schall. Effects of similarity and history on neural mechanisms of visual selection. *Nature Neuroscience* , 1999 *2* (6) : 549 – 554.

7

Jay Pratt , Bernhard Hommel. Symbolic Control of Visual Attention : The Role of Working Memory and Attentional Control Settings. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance* 2003 *29* (5) : 835 – 845.

8

Phillips W A. On the distinction between sensory storage and short – term visual memory. *Perception and Psychology* , 1974 , 16 : 283 – 290.

9

马振玲 , 杨仲乐. 视觉感觉记忆信息在模式识别中的作用. *心理科学* 2004 *27* : 624 – 627.

10

Bjork E L , Bjork R A. *Memory*. California , Academic Press , 1996 : 72 – 73.

11

Cowan N. *Attention and Memory : An Integrated Framework*. New York : Oxford University Press , 1997. 51 – 53.

12

管益杰 , 方富熏. 我国汉字识别研究的新进展. *心理学动态* 2000 *8* (2) : 1 – 6 .

13

Gibson E J , Osser H , Schiff W , Smith J. An analysis of critical features of letters , tested by a confusion matrix. In *A basic research program on reading*. (Cooperative Research Project No. 639). Washington , DC : U.S. Office of Education , 1963.

14

Townsend J T. Theoretical analysis of an alphabetic confusion matrix. *Perception & Psychophysics* , 1971 , 9 : 40 – 50.

15

Cowan N. The magical number 4 in short – term memory : a reconsideration of mental storage capacity. *Behav Brain Sci* , 2000 *24* (1) : 87 – 185.

16

Erikson C W , Collins J F. Some temporal characteristics of visual pattern. *Journal of Experimental Psychology* , 1967 , 74 : 476 – 484.

17

Peterson L R , Peterson M J. Short – term retention of individual verbal items. *Journal of Experimental Psychology* , 1959 , 58 : 193 – 198.

18

Fortin C , Couture E. Short – term memory and time estimation : beyond the “ 2 – second ” cortical ” value. *Can J Exp Psychol* 2002 *56* : 120 – 127.

The Role of Visual Sensory Memory in Speech – selection Task

He Jiao Zhang Hang Yang Zhongle

(Cognitive Science Lab , Biomedical Engineering Institution , South – central University for Nationalities , Wuhan 430073)

Abstract : Using four experiments , this study investigated the role of visual sensory memory (VSM) in speech – selection task . The materials were 48 Chinese characters . The result showed that there was no magnificent difference between the amount of Chinese characters that could be selected and the amount of that could be transferred into short – term memory (STM) , if only the information in STM could be used ; Whereas the reverse effect would appear when both the information in VSM and the information in STM could be used . It suggested that characters can be selected in VSM based on speech .

Key words : Visual Sensory Memory (VSM) ; Chinese character ; selection ; Short – term Memory (STM)