

The Type of Response Codes on Time-Space Association: Visuospatial Coding Not Verbal-Spatial Coding

Bangwu Zhang, Xiting Huang

Department of Psychology, Southwest University, Chongqing
Email: xthuang@swu.edu.cn

Received: Sep. 25th, 2015; accepted: Oct. 18th, 2015; published: Oct. 22nd, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

It has been well known that a tight association exists between time and space. The Spatial-Temporal association of response codes (STEARC) effect, which reports the observation that individual respond is faster with left-hand side to short duration or past information and with right-hand side to long duration or future information, is regarded as strong evidence for this association. But, the explanation of the STEARC effect is on debates, that is visuospatial coding or verbal-spatial coding. With respect to visuospatial coding, the STEARC effect can result from a correspondence between the position of the effector and the position of the temporal information in the mental time line. With respect to verbal-spatial coding, the STEARC effect results from a correspondence between the polarity of the verbally coding temporal information and the polarity of response as left and right. These two accounts were supported by the mental time line hypothesis and polarity correspondence hypothesis respectively. In order to resolve this debate, this study employed binary classification task and manipulated the form of the response to explore the type of response code on time-space association. Subjects judged whether a cross lasted for a short (1 s) or long (2 s) duration. The reaction times (RTs) of correct reaction were served as measurement index. In experiment 1, subjects judged the duration of a cross by pressing the left key "C" and right key "M" of the computer keyboard. A STEARC effect indicated by the significant interaction between time and response as usual was found. It suggests that adopting short duration to explore the STEARC effect is efficient in contest of Chinese. In the experiment 2, Given that visuospatial coding did not exist in the verbal condition, these results suggested that the verbal-spatial coding is not sufficient to obtain a regular STEARC effect. In the experiment 3, we used a manipulation to prevent verbal-spatial coding of the response and only exist visuospatial coding. The results showed that a regular STEARC effect is still obtained; this proved that visuospatial coding is sufficient to obtain an association of time and space. These results suggest that cognitive representation of elapsing time is likely to be visuospatial in nature. The findings support the hypothesis that the representation of time is spatially organized, with short durations represented on the left space and longer ones

on the right. Additionally, since some research suggest that the number-space interaction exists verbal spatial coding and visuospatial coding, our results can imply that the cognition of time and number do exist differences.

Keywords

STEARC Effect, Visuospatial Coding, Mental Time Line

时空联系的反应编码形式：视觉性空间编码而非言语性空间编码

章邦武, 黄希庭

西南大学心理学部, 重庆

Email: xthuang@swu.edu.cn

收稿日期: 2015年9月25日; 录用日期: 2015年10月18日; 发布日期: 2015年10月22日

摘要

时间和空间存在着密切联系, 也反映在空间 - 时间的反应编码联结(spatial-temporal association of response codes, STEARC)效应上。而对于STEARC效应的解释却存在视觉性空间编码和言语性空间编码的争议。本研究选用5 s以下的短时距作为实验材料, 借鉴Gevers等人(2010)的研究范式, 通过操纵反应的形式和按键所对应的言语性概念及视觉空间位置来考察时空联系的反应编码形式。实验1中, 在传统按键条件下发现了STEARC效应, 表明汉语背景下的个体在对时距长短按键反应可以产生STEARC效应。实验2仅考虑反应的空间概念“左右”, 采用口头报告“左右”对时距长短反应, 发现口头报告“左右”对时距长短反应并不能产生STEARC效应, 结果表明单一的言语性空间编码并不能产生STEARC效应。实验3中, 排除言语性空间编码时, 单一的视觉性编码产生了典型的STEARC效应。以上结果表明在时距知觉的范畴下, 时空联系的反应编码联结存在着单一的视觉性空间编码而非言语性空间编码。

关键词

STEARC效应, 视觉性空间编码, 心理时间线

1. 前言

时间和空间存在着密切的联系。在现实生活中, 空间概念经常被用来描述时间, 如前天、后天。这种用空间概念描述时间广泛存在于汉语、英语、希腊语、西班牙语以及其他语言中(金泓, 黄希庭, 2012)。同样在知觉层面上, 时间知觉和空间知觉之间的也存在着密切的关系, 如 Kappa 效应(Cohen, Hansel, & Sylvester, 1953)和 Tau 效应(Benucci, 1913)。Kappa 效应是指人对刺激的某些空间特点的知觉, 如视觉中刺激间的距离、方向听觉中刺激的频率影响着人对刺激的持续性的知觉。而 Tau 效应是指对刺激的持续性知觉会影响到人们对刺激的某些空间特点的判断, 如肤觉、视觉中的距离等。

这种时间和空间的联系经常表现为空间-时间的反应编码联结(spatial-temporal association of response codes, STEARC)效应。STEARC 效应是指时间的心理表征具有空间特性。其最早是由 Ishihara 等(2008)和 Vallesi 等(2008)根据空间 - 数字的反应编码联结(spatial-number association of response codes, SNARC)效应提出来的。Ishihara 等人在实验中使用快速反应的方式要求被试对探测刺激的启动时间做出反应, 结果发现: 左侧反应对早的启动时间刺激快于左侧反应对于晚启动的时间刺激; 但是右侧反应对晚的启动时间刺激要快于早的启动时间刺激。Vallesi 等人以“+”图形的呈现时间为实验材料, 要求被试对呈现的时间做出长短判断。结果也发现左侧效应器(左手或交叉手反应的右手)对短时距反应快, 右侧效应器(右手或交叉手的左手)对长时距反应快。

对于 STEARC 效应的解释存在着两种。大多数研究是从视觉性空间编码的角度来解释 STEARC 效应, 认为 STEARC 效应的产生来自于反应的视觉空间位置(左侧和右侧)与时间表征在心理时间线上的位置的一致性关系。主要的依据来自于时间心理表征的方向性, 即心理时间线假说(Mental Time Line hypothesis)。该假说认为个体存在着一条自左向右的心理时间线(Mental Time Line, MTL)用以表征事件发生的先后、概念的过去和未来、时距的长短等时间信息(Bono, Grazia, Casarotti, Priftis, Gava, Umiltà, & Zorzi, 2012; Bonato, Zorzi, & Umiltà, 2012; Rolke, Fernandez, Schmid, Walker, Lachmair, Lopez et al., 2013; Ulrich, & Maienborn, 2010)。在我们对时间性事件进行反应时, 会激活时间性事件表征在心理时间线上的空间位置。当反应的视觉空间位置与事件表征在心理时间线上的空间位置一致时, 反应时会减少; 若反应的视觉空间位置与时间表征在心理时间线上的空间位置不一致时, 反应时则会增加。

对 STEARC 效应的另一种解释是从言语性的空间编码的角度来进行解释, 认为 STEARC 效应的产生主要来自于反应的言语空间概念“左、右”和时间概念之间的极性对应关系。其理论依据来自于 Proctor 和 Cho (2006)提出的极性对应理论(Polarity correspondence theory)。这一理论认为时间和空间维度都存在着成对的概念, 如“长短”, “左右”, “过去未来”等等。这些概念都与极性相联系, “短、左、过去”这些概念与负极性相联系, 因此都可以用负极性的概念来指代, 而“长、右、未来”与正极性相联系也都能够用正极性的概念来指代。当反应的所对应的空间概念与时间性概念的极性对应一致时, 反应时减少; 若二者极性对应不一致时, 反应时则会增加。这种时间与空间概念的极性对应是 STEARC 效应产生的基础。研究者(Gevers, Verguts, Reynvoet, Caessens, & Fias, 2006; Santens, & Gevers, 2008)发现与 STEARC 效应相似的 SNARC 效应主要是来自于对刺激的量值概念(小、大)和空间概念(左、右)的极性联结学习。因此 STEARC 效应也可能产生于我们对时间概念(短、长; 过去、未来)与空间概念(左、右)之间的联结学习, 即时间维度的概念能够激活空间概念, 并且这种激活主要反映了对时间维度的言语性而非视觉性的空间编码。

分析已有的 STEARC 效应的研究, 我们发现这些研究经常采用的是二分判断任务(binary classification task), 反应采用按键反应的形式。传统的二分判断任务在按键反应时, 不仅激活的是视觉性的空间编码(左侧、右侧), 同时也可能激活了相应的言语性的空间编码, 即概念性的左和右。Gevers 等人(2010)对类似于 STEARC 效应的 SNARC 效应的空间编码形式进行了系统的研究, 研究结果发现 SNARC 效应的空间编码存在着两种形式, 即言语性的空间编码和视觉性的空间编码, 且言语性的空间编码在 SNARC 效应的产生中起着主要的作用。但是, 现有的 STEARC 效应的研究, 却未能系统地证实 STEARC 效应是否存在这两种空间编码形式。因此, 本研究着重探讨 STEARC 效应是否与 SNARC 效应一样存在着视觉性空间编码和言语性空间编码两种形式。且在已有的中国化的 STEARC 效应的研究中, 大多研究所采用的实验材料为过去、未来等言语材料, 采用时距知觉范畴的时距材料很少。因此本研究采用 5 s 以下的时距为实验材料, 考察在汉语背景下的个体对时距知觉的判断是否会产生 STEARC 效应。同时改进 Gevers (2010)的实验范式, 通过操纵反应的形式和按键反应对应的言语概念, 分离出单一的言语性空间编码和单一的

视觉性空间编码两种条件。

2. 实验 1

2.1. 目的

采用 vallesi 等(2011)的实验范式探讨汉语背景下的个体对时距知觉的长短判断是否会产生 STEARC 效应。

2.2. 方法

2.2.1. 被试

汉语背景下在校本科生和研究生共 17 人(6 男 11 女), 年龄 19~26 岁, 均为右利手, 视力或矫正视力正常, 无类似实验经验。

2.2.2. 设计

采用 2 (时距: 1 s, 2 s) × 2 (按键: 左, 右) 的被试内设计, 因变量为正确率和正确反应的平均反应时。

2.2.3. 仪器和材料

计算机显示器分辨率为 1280 × 1024, 刷新率为 75 Hz。使用键盘来收集数据, 实验材料与 vallesi 等人(2011)的材料类似, 包括一个黄色“+”符号和一个黑色的向下箭头。采用 e-prime 2.0 编程和收集数据。

2.2.4. 程序

在一个安静的、照明正常的房间单独实验。被试眼睛与屏幕中心的距离为 60 cm。先让被试熟悉试验程序: 被试将左右食指分别放在键盘上的左右键(C/M 键)上进行按键反应, 要求在正确判断的基础上做出快速的按键反应。被试按左键(或右键)对短时距反应; 按右键(或左键)对长时距反应。在下一个 block 中, 被试的按键与反应的对应关系与上一个 block 相反。Block 顺序在被试间进行平衡。实验开始, 首先会在屏幕的中央呈现一个黄色“+”, 呈现时间为 1 s 或 2 s (随机, 各占 50%)。紧接着呈现一个 200 ms 的反应信号(黑色向下箭头)。反应信号消失后会继续呈现 1800 ms 的空屏。告知被试需要在反应信号一出现就尽快地反应, 故反应时限为 2000 ms。被试做出反应后会继续呈现一个 1000 ms 空屏, 进行缓冲, 然后进入下一个试次。具体实验程序如图 1。

在每个 block 前, 被试均先进行 20 次练习, 然后再进入 160 次的正式实验, 中间休息, 正式实验包含两个 block。整个实验大约持续 30 分钟左右。

2.3. 结果和分析

剔除错误反应的数据以及反应时小于 100 ms (预期反应)和大于 1500 ms (延迟反应和无效反应)的数据(Vallesi et al., 2008)。所有被试的有效数据均在 95% 以上。

对正确率进行 2 (时距: 1 s, 2 s) × 2 (按键: 左键, 右键)的重复测量方差分析发现, 按键位置和时距的主效应及其交互作用均不显著。

对正确反应的平均反应时进行 2 (时距: 1 s, 2 s) × 2 (按键: 左键, 右键)的重复测量方差分析, 结果发现时距主效应显著, $F(1,16) = 104.68, P < .001, \eta^2 = .87$ 。即被试在对长时距的按键反应比对短时距的按键反应更快。时距长短与按键左右的交互作用显著, $F(1,16) = 38.03, P < .01, \eta^2 = .70$ 。简单效应分析发现, 在对短时距的反应, 被试按左键(434.08 s)比按右键(442.39 s)反应更快, $F(1,16) = 78.67, P < .001$; 在对长时距的反应, 被试按右键(305.47 s)比按左键(334.27 s)更快, $F(1,16) = 117.80, P < .001$ 。结果表明产生了典型的 STEARC 效应(见图 2)。

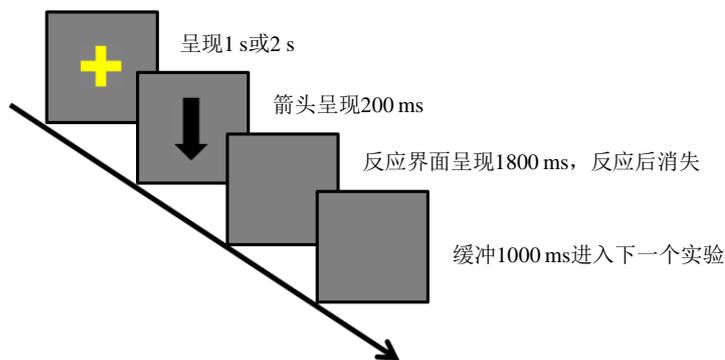


Figure 1. The procedure of experiment 1

图 1. 实验 1 的实验流程图

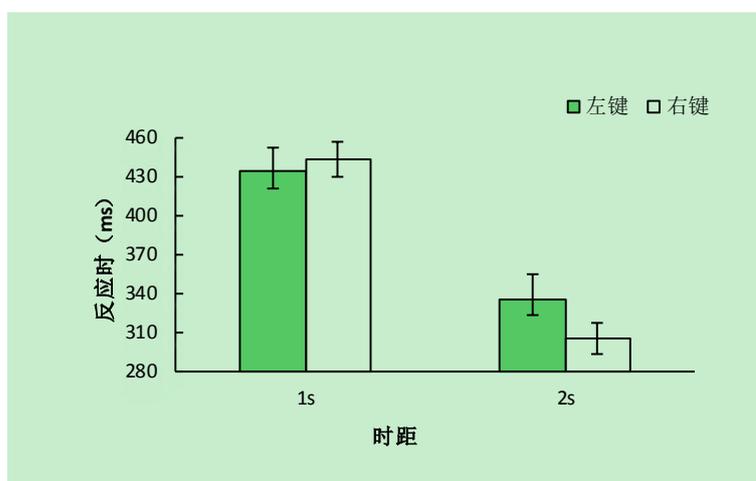


Figure 2. The reaction time (RT) differences in condition of key response

图 2. 按键反应条件下的反应时差异

传统按键对时距长短反应的实验结果表明, 汉语背景条件下的中国大学生在对 1 s 和 2 s 长短时距进行按键判断的结果与 Vallesi 等人(2008)的研究结果一致, 即按左键对短时距反应快和按右键对长时距反应快。表明采用 5 s 以下的短时距作为实验材料在汉语背景条件下探讨 STEARC 效应是有效的。

3. 实验 2

3.1. 目的

实验 2 采用类似 Gevers 等人(2010)的口头报告“左右”任务, 探讨单一的言语性空间编码在对时距进行判断时是否会产生 STEARC 效应。

3.2. 方法

3.2.1. 被试

在校本科生共 17 人, 年龄 19~24 岁, 均为右利手, 视力或矫正视力正常, 无类似实验经验。

3.2.2. 设计

采用 2(时距: 1 s, 2 s) × 2(口头报告: “左”、“右”)的被试内设计, 因变量为正确率和正确反应的平均反应时。排除视觉性空间编码的操作: 根据视觉性空间编码的解释, STEARC 效应的产生来自于

反应的视觉空间位置(左侧和右侧)与时间表征在心理时间线上的位置的一致性关系。采用对着固定话筒口头报告“左右”进行反应, 故并未激活反应的视觉空间位置, 仅激活反应的言语性空间概念“左右”。如果 STEARC 效应产生, 则说明单一的言语性空间编码是有效的。

3.2.3. 仪器和材料

响应盒一个, 使用话筒来收集数据, 其他仪器与实验 1 一致。实验材料与实验 1 一致。

3.2.4. 程序

实验程序与实验 1 大体一致, 只是反应形式从按左右键改为对着固定话筒口头报告“左右”。

3.3. 结果与分析

剔除反应错误和无法测量的反应(咳嗽或噪音), 有效数据均在 90% 以上。

对正确率进行 2(时距: 1 s, 2 s) × 2(口头报告“左”, 口头报告“右”)重复测量方差分析发现, 结果与实验 1 一致, 主效应和交互作用并不显著。

在时距长短的口头反应条件下, 对正确反应的平均反应时进行 2(时距: 1 s, 2 s) × 2(口头报告“左”, 口头报告“右”)重复测量方差分析发现。时距主效应显著, $F(1,16) = 176.98, P < .001, \eta^2 = .92$ 。即被试对长时距的口头反应比对短时距的口头反应更快。时距长短和口头反应“左右”的交互作用不显著, $F(1,16) < 1$ 。结果表明, 在口头报告的反应条件下, 并没有产生 STEARC 效应(见图 3)。

4. 实验 3

4.1. 目的

实验 2 排除反应的视觉空间位置, 仅考虑反应的空间概念“左右”并不能有效的产生 STEARC 效应。表明单一的言语性空间编码并不能对 STEARC 效应进行解释。那么当排除反应的空间概念“左右”, 仅考虑反应的视觉空间位置时, STEARC 效应能否有效的产生? 为此, 进行了实验 3 的研究。

4.2. 方法

4.2.1. 被试

在校本科生共 19 人(5 男 14 女), 年龄 19~24 岁, 均为右利手, 视力或矫正视力正常, 无类似实验经历。

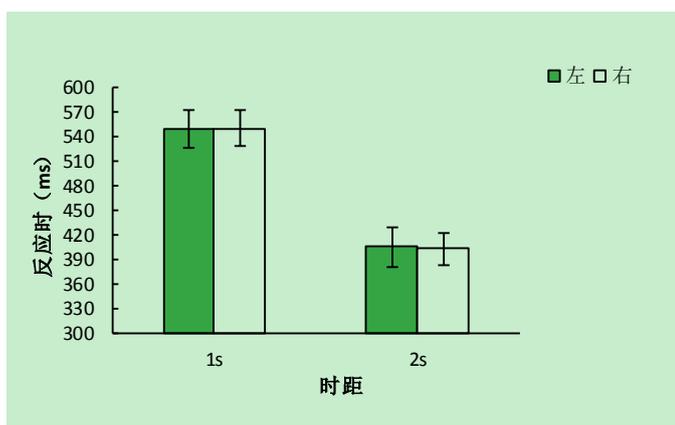


Figure 3. The RT differences in condition of oral report

图 3. 口头报告条件下的反应时差异

4.2.2. 设计

采用 2 (时距: 1 s, 2 s) × 2 (反应的视觉空间位置: 左, 右) 的被试内设计, 因变量为正确率和正确反应的平均反应时。排除言语性空间编码的操作: 根据言语性空间编码解释, STEARC 效应来自于时距信息概念“长短”与言语性空间概念“左右”的极性联结学习。为了排除言语性空间编码, 实验将反应键对应的言语性概念“左右”改为“长短”, 同时为了避免对反应概念所对应空间位置的编码(如, “长是在右侧; 短是在左侧”), “长短”标签的出现位置是随机变化的, 即“长”和“短”既可能出现在左侧也可能出现在右侧。这样, 如果 STEARC 效应产生, 则可以说明单一的视觉性空间编码是有效的。

4.2.3. 仪器和材料

实验仪器同实验 1。实验材料除了包含实验 1 中的黄色“+”符号和向下黑色箭头以外, 还包含“长短”标签(24 号宋体), 随机呈现在屏幕水平位置 25%、垂直位置 25%处和水平位置 75%、垂直位置 25%处。

4.2.4. 程序

实验程序大致与实验 1 相似, 区别在于反应标签的呈现。在时间刺激呈现之前, 在屏幕中央左下侧和右下侧位置随机呈现“长”“短”两个反应标签, 反应标签分别对应反应键(C/M 键)的位置。要求被试记住两个反应标签的位置, 呈现时间为 1500 ms。被试根据“+”符号呈现时间的长短做按键反应。如果“+”符号呈现时间长, 按“长”标签所对应的位置键按键, 呈现时间短, 则按“短”标签所对应的位置键按键。正式实验开始前均进行 40 次的练习, 在正式试验中每个条件下的均进行 80 次。实验次数共计 360 次。实验时间约为 35 分钟。

4.3. 结果与分析

同实验 1, 剔除错误反应数据以及反应时间在 100 ms 以内和 1500 ms 之外的数据, 所有被试的有效数据均在 90% 以上。

对正确率进行重复测量方差分析发现。主效应和交互效应不显著。

对正确反应的平均反应时进行重复测量的方差分析发现, 时距长短的主效应显著, $F(1,18) = 159.64$, $P < .001$, $\eta^2 = .90$ 。对短时距的“+”反应时(602.97 ms)要慢于对长时距“+”的反应时(390.17 ms)。反应的视觉空间性与时距长短的交互作用显著, $F(1,18) = 12.56$, $P < .001$, $\eta^2 = .41$, 见图 4。简单效应分析发现, 在对短时距“+”反应条件下, 被试按左键反应(595.84 ms)要比按右键反应(610.11 ms)快, $F(1,18) = 143.17$, $P < .001$; 在对长时距“+”反应条件下, 被试按右键反应(380.52 ms)要比按左键反应(399.82 ms)快, $F(1,18) = 154.56$, $P < .001$ 。

结果表明, 当排除反应的言语空间概念“左右”, 只考虑反应的视觉空间位置对长短时距判断的影响时, 依然会产生 STEARC 效应。说明单一的视觉性空间编码可以很好地对 STEARC 效应进行解释。

5. 总的讨论

实验 1 以短时距为实验刺激, 发现汉语背景下的被试在对时距长短的反应表现为 STEARC 效应, 即按左键对短时距反应快和按右键对长时距反应快。实验 2 通过操纵反应的形式, 以口头报告的形式对长短时距进行反应。由于口头报告只存在反应的言语性概念的“左右”, 并不激活反应的视觉空间位置, 说明在口头报告任务条件下只存在单一的言语性空间编码, 结果表明单一的言语性空间编码并不能很好的产生 STEARC 效应。实验 3 通过操纵反应按键对应的言语性概念和视觉空间位置, 从而产生只存在视觉性空间编码的条件。结果表明单一的视觉性空间编码能产生典型的 STEARC 效应。

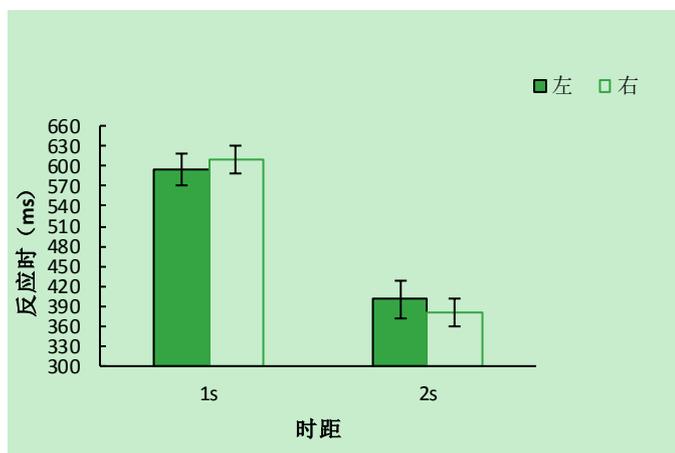


Figure 4. The RT difference in condition of excluding verbal-spatial coding

图 4. 排除言语性空间编码条件下的反应时差异

本研究采用 5 s 以下的短时距作为实验刺激, 发现汉语背景下的被试在对时距长短判断中表现出 STEARC 效应。这与已有研究采用表达时间的词语为实验材料的结果是一致的(顾艳艳, 张志杰, 2012), 这表明, 不管实验材料是言语性词汇还是短时距, 个体对时间性刺激的按键反应都会呈现 STEARC 效应。且汉语背景下的中国被试与意大利被试对短时距判断的表现一致, 这表明在不同文化背景下, 可能由于相同的读写习惯, 进而表现出时间心理表征的一致性。

单一的言语性空间编码并不能解释 STEARC 效应。在实验中, 被试对时距长短做口头报告“左右”任务, 结果并未产生此效应, 表明在对时距长短判断中时距“长短”概念并未很好地与反应概念“左右”产生很好的联结。极性对应理论(polarity correspondence theory)并不能很好地对该结果进行解释。而在 SNARC 效应的研究中(Gevers, 2010), 单一的言语性空间编码却很好地对其进行了解释。造成这一差异性的原因可能是由于时间本身的特点, 对时间的知觉可能激活的仅仅是初级的感知觉皮层, 并不像对数字加工那样激活更高水平的神经活动, 从而无法与言语性的空间概念进行联系。虽然大量的研究发现数字、时间和空间加工存在着密切的联系, 三者之间存在着一个共有的数量系统(Walsh, 2003; Bueti & Walsh, 2009; Feigenson, 2007)。但陈亚林和刘昌(2013)却认为是存在着多重数量系统, 并且数量系统之间是独立的, 这得到某些研究的支持(Cohen Kadosh, Lammertyn, & Izard, 2008; Cappelletti, Freeman, & Cipolotti, 2009)。数字、时间和空间三者之间并不是存在着一个共有的数量系统, 数字、时间和空间的加工各自具有独特的加工系统。Castelli, Glaser, & Butterworth (2006)发现数字刺激较之时间刺激和空间刺激更加显著的激活了双侧顶叶皮层。同时计时和计数在行为结果和激活的脑区上也存在着部分差异(毕翠华, 黄希庭, 陈有国, 刘霞, 2010)。上述在一定程度上对 SNARC 效应和 STEARC 效应的反应编码的不同给予了支持, 也表明了我们对时间和数字的认知加工过程是存在着差异。

而视觉性空间编码可以很好的对 STEARC 效应进行解释。在本研究中, 被试要求对时距长短做出反应, 被试会将短时距表征在心理时间线的左侧即近的位置, 这与反应位置在水平条件下的左侧相对应; 而长时距会被表征在心理时间线的右侧即远的位置, 这与反应位置在水平条件下的右侧相对应。视觉性空间编码的解释得到了很多研究的支持, 当反应的效应器为双手交叉或者一个手的两个手指(vallesi et al., 2008)、眼动(杨林霖, 2011)等形式时, 依然出现了 STEARC 效应。这表明 STEARC 效应并不受到反应效应器特点的影响, 只是受到效应器所处的视觉性空间位置的影响。同时 Saj, Fuhrman, Vuilleumier, & Boroditsky (2014)对脑损伤病人的研究发现, 对左侧视觉空间忽视的病人同样会对表征在心理时间线上的

过去性事件忽视。这些结果都表明对时间的表征是具有视觉性空间特征的, 同时也进一步证明人类是存在着一条心理时间线。

STEARC 效应属于时间信息表征与反应表征的空间一致性效应, 除了 STEARC 效应还存在时间信息与知觉呈现的空间一致性效应, 这类效应被称为空间-时间兼容性(space-time compatibility, STC)效应(孔风, 游旭群, 2012)或知觉性兼容效应。已经有研究将这两类效应做了一个区分(Fabbri, Cellini, Martoni, Tonetti, & Natale, 2013; Fabbri, Cellini, Martoni, Tonetti, & Natale, 2013)。且 Bono 等人(2012)运用数字领域的启动范式来研究视觉性空间加工对于听觉时距判断的影响, 实验任务采用的是口头非言语的反应形式, 这就排除了言语性空间编码的形式。结果发现即使单侧的空间反应并不是任务所需要的, 物理空间也会对时间的表征产生影响。研究证实了时间和空间的交互作用是来自于视觉性的空间编码形式。

对于信息是以什么形式存在, 一直存在着两种理论的解释即命题符号理论和知觉符号理论(Barsalou, 1999)。命题性符号理论认为个体会将知觉条件下的刺激转换成一个完全新的表征语言, 符号本身并不具有感觉通道形式特点, 它们可以和任意知觉状态下的客体进行联系。而知觉符号理论认为个体对一些刺激和概念的表征是通过知觉性符号进行表征, 这些符号是以知觉为基础的神经表征。时间信息的表征会激活相关的感觉运动通道信息, 这些信息依然会持有感觉通道或运动通道的知觉属性。本研究中单一的言语性空间编码并不能产生 STEARC 效应, 而单一的视觉性空间编码却产生了 STEARC 效应。这一结果似乎验证了时间信息是以知觉性符号表征在大脑中, 支持了知觉性符号理论。宋宜琪, 张积家, 许峥烨(2013)以时间序列词为实验材料, 采用空间 stroop 任务发现, 时间概念加工激活的空间概念仍然具有知觉属性, 支持了知觉符号理论的假设。

本研究中采用“+”符号呈现的时距长短作为实验刺激, 5 s 以下的时距属于时间知觉范畴, 我们所做的仅从时间的一个角度进行, 并不能完全说明时空联系存在单一的视觉性空间编码。未来还需从时间的其他角度进行相关的研究, 如时间隐喻等方面。如果在时间的其他方面也存在着与本研究所得的结论一致, 那么就可以得出一个全面性的结论。同时还需借助脑电技术和 fMRI 技术来进一步分析时空联系的反应编码形式背后的原因和脑机制基础。

6. 结论

本研究采用 Gevers 等人的研究范式, 以短时距 1 s 和 2 s 为刺激, 通过操纵反应的形式和反应按键所对应的言语性概念和视觉性位置, 从而分离出单一的言语性空间编码和单一的视觉性空间编码两种条件。结果表明, 单一的言语性空间编码并不能产生 STEARC 效应, 而单一的视觉性空间编码能够产生典型的 STEARC 效应。说明在时距知觉的范畴下, 时空联系的反应编码形式是存在着视觉性空间编码形式而非言语性空间编码, 进一步支持了心理时间线的假说。

参考文献 (References)

- 毕翠华, 黄希庭, 陈有国, 刘霞(2010). 计时和计数的相似与差异. *心理科学进展*, 3 期, 403-411.
- 陈亚林, 刘昌(2013). 人类数字, 时间和空间加工的关联性与独立性. *科学通报*, 25 期, 2609-2617.
- 顾艳艳, 张志杰(2012). 汉语背景下横纵轴上的心理时间线. *心理学报*, 8 期, 1015-1024.
- 金泓, 黄希庭(2012). 时空隐喻研究的新问题: 时间表征的左右方向性. *心理科学进展*, 9 期, 1364-1371.
- 孔风, 游旭群(2012). 时间词呈现形式对空间-时间相容性效应的影响. *心理科学*, 6 期, 1328-1332.
- 宋宜琪, 张积家, 许峥烨(2013). 汉语讲话者的时间隐喻的视觉-运动通道效应. *心理学报*, 11 期, 1200-1216.
- 杨林霖(2011). *空间-时间联合编码效应: 来自行为和眼动证据*. Master's Thesis, 石家庄: 河北师范大学.
- Barsalou, L. W. (1999). Perceptions of perceptual symbols. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 637-660.
<http://dx.doi.org/10.1017/S0140525X99532147>

- Benussi, V. (1913) *Psychologie der Zeitauffassung*. Heidelberg: Carl Winter's Universitätsbuchhandlung.
- Bonato, M., Zorzi, M., & Umiltà, C. (2012). When time is space: Evidence for a mental time line. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36, 2257-2273. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.08.007>
- Bono, D., Grazia, M., Casarotti, M., Priftis, K., Gava, L., Umiltà, C., & Zorzi, M. (2012). Priming the mental time line. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 38, 838-842. <http://dx.doi.org/10.1037/a0028346>
- Bueti, D., & Walsh, V. (2009). The parietal cortex and the representation of time, space, number and other magnitudes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364, 1831-1840. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2009.0028>
- Cappelletti, M., Freeman, E. D., & Cipolotti, L. (2009). Dissociations and interactions between time, numerosity and space processing. *Neuropsychologia*, 47, 2732-2748. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.05.024>
- Cohen Kadosh, R., Lammertyn, J., & Izard, V. (2008). Are numbers special? An overview of chronometric, neuroimaging, developmental and comparative studies of magnitude representation. *Progress in Neurobiology*, 84, 132-147. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pneurobio.2007.11.001>
- Cohen, J., Hansel, C., & Sylvester, J. D. (1953). A new phenomenon in time judgment. *Nature*, 172, 901.
- Fabbri, M., Cellini, N., Martoni, M., Tonetti, L., & Natale, V. (2013). Perceptual and motor congruency effects in time-space association. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 75, 1840-1851. <http://dx.doi.org/10.3758/s13414-013-0519-9>
- Fabbri, M., Cellini, N., Martoni, M., Tonetti, L., & Natale, V. (2013). The mechanisms of space-time association: Comparing motor and perceptual contributions in time reproduction. *Cognitive Science*, 37, 1228-1250. <http://dx.doi.org/10.1111/cogs.12038>
- Feigenson, L. (2007). The equality of quantity. *Trends in Cognitive Sciences*, 11, 185-187. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tics.2007.01.006>
- Gevers, W., Verguts, T., Reynvoet, B., Caessens, B., & Fias, W. (2006). Numbers and space: A computational model of the SNARC effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32, 32-44. <http://dx.doi.org/10.1037/0096-1523.32.1.32>
- Ishihara, M., Keller, P. E., Rossetti, Y., & Prinz, W. (2008). Horizontal spatial representations of time: Evidence for the STEARC effect. *Cortex*, 44, 454-461. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cortex.2007.08.010>
- Proctor, R. W., & Cho, Y. S. (2006). Polarity correspondence: A general principle for performance of speeded binary classification tasks. *Psychological Bulletin*, 132, 416-442. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.132.3.416>
- Rolke, B., Fernandez, S. R., Schmid, M., Walker, M., Lachmair, M., Lopez, J. J. et al. (2013). Priming the mental time-line: Effects of modality and processing mode. *Cognitive Processing*, 14, 231-244. <http://dx.doi.org/10.1007/s10339-013-0537-5>
- Saj, A., Fuhrman, O., Vuilleumier, P., & Boroditsky, L. (2014). Patients with left spatial neglect also neglect the "left side" of time. *Psychological Science*, 25, 207-214. <http://dx.doi.org/10.1177/0956797612475222>
- Santens, S., & Gevers, W. (2008). The SNARC effect does not imply a mental number line. *Cognition*, 108, 263-270. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cognition.2008.01.002>
- Ulrich, R., & Maienborn, C. (2010). Left-right coding of past and future in language: The mental timeline during sentence processing. *Cognition*, 117, 126-138. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cognition.2010.08.001>
- Vallesi, A., Binns, M. A., & Shallice, T. (2008). An effect of spatial-temporal association of response codes: Understanding the cognitive representations of time. *Cognition*, 107, 501-527. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cognition.2007.10.011>
- Vallesi, A., McIntosh, A. R., & Stuss, D. T. (2011). How time modulates spatial responses. *Cortex*, 47, 148-156. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cortex.2009.09.005>
- Walsh, V. (2003). A theory of magnitude: Common cortical metrics of time, space and quantity. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 483-488. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tics.2003.09.002>