

# 语义记忆的层次网络模型

李伯约, 赛丹

(重庆大学 语言认知及信息处理研究所, 重庆 400030)

**摘要:** Collins 和 Quillian 提出的语义层次网络模型不能解释否定判断等效应。本研究通过两个对层次网络信息认知的实验来对否定效应进行深入探讨, 以求重新理解层次网络模型的本质, 结果中都出现了非常显著的层次效应或越界效应, 说明被试形成了层次网络结构。被试对层次网络的加工是逐层自上而下方式的加工。判断两个不同范畴的事物, 就因涉及到的层次少而反应时更短。因此, 否定效应是支持记忆的层次网络模型的有力证据。

**关键词:** 语义层次网络; 层次效应; 越界效应; 否定效应

**中图分类号:** H030 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-5831(2005)02-0080-04

## Hierarchical Network Model of Semantic Memory

LI Bo-yue, SAI Dan

(Institute of Language, Cognition and Information Processing, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

**Abstract:** Semantic hierarchical network model of memory sponsored by Collins and Quillian failed to account for negative effect. In this research, two experiments were conducted to explore the negative effect so as to comprehend the nature of hierarchical network model again. The results showed very significant hierarchical effect and boundary effect. A hierarchical network was formed. The judgment of two objects of different categories needs less time for revolving fewer layers. Therefore, the negative effects are the powerful supportive verification for hierarchical network models of memory.

**Key words:** temporal hierarchical network; hierarchical effect; boundary effect; negative effect

### 一、引言

Collins 和 Quillian(1969)提出的语义记忆的层次网络模型, 虽然能够很好地解释范畴大小效应而颇具影响力, 但终因不能解释否定判断(Meyer, 1970)等效应而备受责难。

然而, 一些时间记忆理论仍然坚持用层次网络结构来说明时间信息记忆的加工, 认为虽然时间的形式是线性的, 但人们要对事件的时间信息进行分组, 形成组块; 进而再对组块进行分组, 形成层次网络的结构, 提高认知的效率(Crowder, 1979; Lewandowsky, Murdock, 1989; Nairne, 1990; Nairne, Neumann, 1993; Saint - Aubin, Poirier, 1999)。再者, 同一组块内的项目的时间信息判断在同一层上即可进行, 而不同组块的项目的时间信息判断必须在更高层次上完成(Estes, 1985; Huttenlocher, Hedges, Prohaska, 1988; Huttenlocher, Hedges, Bradburn, 1990)。

日历时间的单位(如小时、分、秒等)有可计量的等距离的单位, 可进行一些运算, 称为“米制”的时间信息。对个体而言, 米制的时间信息是客观的, 具有

层次网络的特征。Robinson(1986)指出, 事件是在多重水平事件结构中被编码的。这种多重时间结构包括一定的时间单位(如星期、月、年等), 还有反映特定领域中事件发生的节律的专门结构(如学校中的学期)。各个单独的事件都在这种多重水平框架中编码。并且高水平的单位限制着低水平的单位的范围(如季度限制着月份)。同样, Huttenlocher 等人(1988)也指出, 时间信息的表征是在不同的水平上组织起来的, 高水平的信息限制着低水平的信息的范围。他们还认为, 时间单位的水平影响在记忆中提取的时间信息的水平。对于层次较低的水平即较短的参照时期中的事件, 被试的报告可以更加精确, 但较高的水平可以为其下较低水平的事件提供线索。

另一方面, Lee 和 Estes(1981)强调, 这样的主观时间信息是在细节的不同水平上组织起来的。其水平分别是项目、节段和试验。时间位置被定义为项目的顺序。一个特定项目的位置是不能独立于其它项目的位置的。一个项目的时间位置的编码仅仅延伸于

收稿日期: 2005-01-10

作者简介: 李伯约(1953-), 男, 云南路南人, 重庆大学语言认知及信息处理研究所教授, 博士, 硕士生导师, 1985年获澳大利亚心理学会青年心理学家奖, 主要从事计算心理语言学研究。

有限的范围。人们的主观时间信息的记忆也同样具有这种层次网络的特征。

王振勇、李宏翰和黄希庭(1999)对主观时间的研究结果比较独特。他们发现,不同时间组块间的时序判断优于相同时间组块内的时序判断,表明时间信息的判断是在更高一层的组块水平上加工的,时间信息的储存是以层次网络的形式来组织的。然而,在间隔远的情况下反应时快得多,却是符合线性模型的。

在我们过去分别对米制的和主观的时间信息的研究(李伯约,2001;李伯约,黄希庭,待发表;Li,2001)中,都发现了层次网络的组织结构,或由日子组成月份,由月份组成年份,形成了一个客观、精确的层次网络,或由若干项目组成一个小组,若干小组组成更大的组,形成了一个主观、模糊的层次网络。

本研究通过对客观时间和主观时间的层次网络结构的进一步实验,来对否定效应进行更加深入的探讨,以求重新理解层次网络模型的本质。

## 二、实验一

### (一)目的

通过操纵标码的层次与距离,考察在具有明确层次的条件,两个分属不同层次的项目之间是否存在层次效应,以及距离效应。

### (二)方法

#### 1. 被试

随机抽取 12 名重庆某高校学生,男女各半,年龄 21 岁左右,视力或校正视力正常。

#### 2. 仪器与材料

奔腾-VI 微机 1 台, VGA 高分辨彩色显示器 1 台。

学习用的材料为彼此之间有语义连续性的生活中的一个熟悉度较高四个项目组成的词表。主试事先为此规定了该四个项目的具体的“年、月、日”标码,附着于该项目之后。标码的先后顺序同呈现的顺序一致。词表如“出生 27,05,13”

正式实验用的刺激材料为在上述词表中选取出来的一个项目,后面也附着另一个“年、月、日”的时间标码。该时间标码的时间或先于该事件的时间,或后于该事件的时间,差五年或差一年,或差五日或差一日。刺激材料又分为两种情况,一种是新的日历标码的时间后于词表中规定好的时间,另一种则是新的日历标码的时间先于词表中规定好的时间,如“出生 32,05,13”或“出生 27,05,12”。上述二种情况的刺激材料各有 20 个,随机排列。

#### 3. 实验设计与程序

本实验采用 2x2 的被试内设计,每个被试参加所有实验处理。自变量为项目所处的层次,以及两个项目之间的距离。其中层次因素包括“年份”和“日子”两个水平,距离因素包括距离大和距离小两个水平。

首先在计算机屏幕上呈现学习材料,要求被试记牢词表上的各项目用标码所表达的顺序。被试记住

词表后,用同正式实验类似的预备材料安排 10 次练习。正式实验时,要求被试将看到的时间顺序标码同记忆中的该事件的时间顺序标码比较,然后做出判断并立即击键反应。被试的成绩分为被试每次做出反应的时间,以及该反应的正误。计算机自动予以记录。完成一次作业 3 000ms 后呈现下一个刺激项目。

### (三)结果与分析

被试对不同层次及距离的平均反应时与正确率的统计结果见表 1。

表 1 被试对不同层次及距离的平均反应时及正确率

	年份		日子	
	反应时(ms)	正确率(%)	反应时(ms)	正确率(%)
距离大	2 153 ± 500	78.3 ± 15.0	2 172 ± 514	71.2 ± 19.6
距离小	2 140 ± 498	80.3 ± 13.6	2 277 ± 550	68.4 ± 19.0

对不同层次的反应时进行重复测量的方差分析结果表明,不同层次的刺激项目之间的差异显著:[ $F(1,11) = 5.514$ ],  $P < 0.05$ 。这说明被试对年份层次的时间比较判断显著地比日子层次的比较判断要更快。两个刺激项目相隔的距离大小之间也不存在显著差异:[ $F(1,11) = 2.090$ ],  $P > 0.05$ 。再者,不同层次同不同距离之间的交互作用的差异也不显著:[ $F(1,11) = 3.730$ ],  $P > 0.05$ 。

对不同层次的正确率进行重复测量的方差分析结果表明,不同层次的刺激项目之间的差异显著:[ $F(1,11) = 8.491$ ],  $P < 0.05$ 。这说明被试对年份层次的时间比较判断显著地比日子层次的要更准确。两个刺激项目相隔的距离大小间不存在显著差异:[ $F(1,11) = 0.269$ ],  $P > 0.05$ 。再者,不同层次同不同距离之间的交互作用的差异也不显著:[ $F(1,11) = 3.057$ ],  $P > 0.05$ 。

### (四)讨论

为了更好地探讨时间顺序标码的层次效应与距离效应,本实验采用了具有明确层次的“年、月、日”的日历标码来作为实验材料。

本实验的反应时和正确率的结果都表明,层次效应非常明显。对于在高层(年份)上就有区别的两个项目,被试的反应时都较短,反应的正确率都较高;而对于仅仅在低层(日子)上才有区别的两个项目,被试的反应时则都较长,反应的正确率都较低。换言之,在日历标码中,确实存在着年份及日子这样的不同层次。这一结果,验证了本实验预期的假设。

但另一方面,本实验的结果中没有出现距离效应,这同我们过去的研究结果不一致,对此将在今后的研究中继续进行探讨。

本实验的结果表明,有明确的层次界限,项目所处的层次对时间先后顺序的推理影响很大。

### 三、实验二

#### (一)目的

通过操纵标码的组别与距离,考察在具有明确组界的条件下,不同组别的两个项目之间是否存在越界效应和距离效应。

#### (二)方法

##### 1. 被试

随机抽取12名重庆某高校学生,男女各半,年龄21岁左右,视力或校正视力正常。

##### 2. 仪器与材料

仪器同实验一。

学习用的材料为一个等同于实验一的词表,但所用的标码不同(从a到e,从v到z等10个汉语拼音字母)。其先后顺序同随机规定的呈现顺序不一致,如:“郊游 - z”、“讨论 - a”、“比赛 - x”、“考试 - b”。

正式实验用的刺激材料为在上述词表中选取出来的两个项目,或同规定的标码顺序相一致,如“考试郊游”;或同规定的标码顺序不一致,如“郊游 考试”。上述两种刺激材料各有20个,混合以后又随机排列。

##### 3. 实验设计与程序

采用2x2的被试内设计。两个自变量分别为两个项目之间的距离及组界。距离因素又分为大小两个水平,组界因素又分为跨越组界和不跨越组界两个水平。

程序基本上同实验一。

#### (三)结果与分析

被试对越界及距离的平均反应时与正确率的统计结果分别列于表2。

表2 被试对越界及距离的平均反应时与正确率

	越界		不越界	
	反应时(ms)	正确率(%)	反应时(ms)	正确率(%)
距离大	2 241 ± 632	66.8 ± 23.7	2 537 ± 675	65.7 ± 18.5
距离小	2 151 ± 662	62.6 ± 20.7	2 538 ± 933	64.7 ± 23.7

越界与否及距离大小的反应时进行重复测量的方差分析结果表明,两个刺激项目的位置是否越界的差异显著:[ $F(1, 11) = 7.938$ ],  $P < 0.05$ ,这说明对处于不同组别的两个项目的反应时显著地短于统一组别内的两个项目的反应时。然而两个刺激项目相隔的距离大小之间不存在显著差异:[ $F(1, 11) = 0.144$ ],  $P > 0.05$ 。再者,越界与否与距离大小之间的交互作用的差异也不显著:[ $F(1, 11) = 0.155$ ],  $P > 0.05$ 。

对越界与否及距离大小的正确率进行重复测量的方差分析结果表明,两个刺激项目的位置是否越界的差异不显著:[ $F(1, 11) = 0.005$ ],  $P > 0.05$ 。两个刺激项目相隔的距离大小之间的差异也不显著:[ $F(1, 11) = 0.330$ ],  $P > 0.05$ 。再者,越界与否与距离大小

之间的交互作用的差异也不显著:[ $F(1, 11) = 0.117$ ],  $P > 0.05$ 。

#### (四)讨论

为了进一步探讨时间顺序标码的越界效应与距离效应,本实验对实验材料及实验范型都进行了改变,采用字母表两端的字母,扩大这两个组在字母表上的距离,假定被试会自动地内隐地将这些标码分为“a、b、c、d、e”和“v、w、x、y、z”两个组,这样,在“e”和“v”之间就有边界,因此会出现越界效应。实验二的结果表现出非常显著的越界效应,处于不同组的两个项目,反应时都较短;而处于相同组两个的项目,反应时则都较长。证明了在“e”和“v”之间出现了一条无形的组界。

从表面上看,实验二的结果中没有出现距离效应。然而要着重指出的是,在本词表中,有些项目之间的间隔距离虽然小,但可分属不同组(如“e”和“v”),其反应时还短于那些间隔距离虽然较大但却属于相同组的项目(如“e”和“a”)的反应时。这说明被试并没有在思想上将上述10个字母组成一个表征的连续体:“a、b、c、d、e、v、w、x、y、z”,而是依照字母表将其分为两个组。于是,“e”和“v”尽管在词表上间隔距离小,但在被试思想上并不相邻,其间隔的项目达16个之多。而“e”和“a”间隔距离虽较大,但仍然同组。换言之,只要是跨组的两个项目,都是距离大的。

#### 四、总的讨论

本研究先后考察了被试对“年、月、日”式的具有明确层次与界限的标码的先后顺序的判断,对汉语拼音字母式的具有模糊层次与界限的标码的先后顺序的判断。实验的结果中出现了非常显著的层次效应或越界效应,被试对同一组别的项目的反应显著地区别于对不同组别的项目的反应,这说明被试将邻近的项目结合成小组,将小组结合成大组,形成了客观的或主观的时间层次网络结构。此结果,同Collins和Quillian(1969)首倡的语义层次网络模型,以及Estes等人(1985)的主观时间信息的层次网络的模型、Huttenlocher等人(1988)的客观时间信息的层次网络的模型基本一致。然而,层次效应和越界效应近似于否定效应:两个项目越是在高层分开,间距就越大,而反应时则越快。对此,需要做出新的解释。

按照Estes及Huttenlocher等人对层次网络模型的解释,对层次网络表征的加工方向是从底层指向顶层,同一组块内的项目的时间顺序判断可以在同一层次内进行加工,而不同组块的项目的时间信息判断必须在更高层次上完成。这意味着,随着两个项目之间的距离增加,加工层次越来越多,因此反应时应该延长。但事实正好相反。因此,这种观点无法解释距离效应。

另一方面,本研究的结果表明,对两个项目的先后顺序进行比较,主要是对其标码的心理时序层次网

络表征逐层进行直接比较。由于对心理时序层次网络表征的加工是从顶层向底层逐步进行,因此两个项目之间的距离越大,越在高层次上分开,就只需要在越高的层次上进行加工,涉及到的层次就越少,反应时越短,反应的正确率越高。反之,同一组块内的两个相邻的项目,因需要一直加工到最底层,涉及到的层次最多,反应时必然最长,正确率也最低。如在实验一中,据事后向被试了解,若在年份层次就发现差异,他们就不到日子层次上去进行比较。这一结果,回答了用距离效应来对层次网络结构的质疑。这同Robinson 以及 Huttenlocher 等人所主张的高水平信息限制着低水平信息的范围的思路也一致。

理论上,如果顺序标码仅是按线性关系来组织,反应时势必随距离增加而延长,反应时与距离之间应出现如下函数关系:反应时 =  $K \times \text{距离} + C$ 。

然而,事实却正好同这一函数关系相反,反应时随着距离增加而缩短。只有依据顶层到底层加工方向的理论,才可以正确解释这一现象。

另外,可以认为人们对语义层次网络表征也是通过从顶层到底层的加工来进行比较的。“铁杉”和“鸚鵡”在“动物”和“植物”层次就可完成比较,而“铁杉”和“雏菊”的比较还需再深入到更低的层次。因此,同一范畴的项目之间的加工自然需要更长的时间。肯定一个判断,需要深入到较低的层次,而否定一个判断,在较高层次就可完成,如在有无生命这一层次就可否定“狗是石头”这一判断,而肯定“狗是犬科动物”这一判断则需要深入到低得多的层次,判断两个不同范畴的事物,就因涉及到的层次少而反应时更短。因此,从本研究中获得的理由可以反过来证明否定效应是支持层次网络模型的有力证据。

## 五、结论

第一,对“年、月、日”式的米制的时间标码系统的加工中出现了显著的层次效应。

第二,对字母式的式的主观时间标码系统的加工中出现了显著的越界效应。

第三,对层次网络的加工是逐层自上而下方式的加工。两个距离大的项目,在高层就分开,判断其顺序时涉及到的层次更少,反应时应更短。

第四,否定效应是支持记忆的层次网络模型的有力证据。

## 参考文献:

- [1] COLLINS AM, QUILLIAN MR. Retrieval time from semantic memory[J]. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1969, (8): 240 - 247.
- [2] CROWDER RG. Similarity and order in memory[A]. G H

BOWER (Ed.). *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* [C]. NY: Academic, 1979. 319 - 353.

- [3] ESTES W K. Memory for temporal information[A]. J A MICHON, J JACKSON (Eds.). *Time mind and behavior* [C]. Berlin: Springer - Verlag, 1985. 151 - 168.
- [4] HUTTENLOCHER, J HEDGES L V, BRADBURN NM. Reports of elapsed time: Bounding and rounding processes in estimation[J]. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1990, (16): 196 - 213.
- [5] HUTTENLOCHER, J HEDGES L V, PROHASKA V. Hierarchical organization in ordered domain: Estimating the dates of events[J]. *Psychological Review*, 1988, (95): 471 - 484.
- [6] LEE C L, ESTES W K. Item and order information in short-term memory: Evidence for multilevel perturbation processes [J]. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 1981, (7): 149 - 169.
- [7] LEWANDOWSKY S, MURDOCK B B. Memory for serial order[J]. *Psychological Review*, 1989, (96): 25 - 57.
- [8] LI B. Representation of hierarchical network of mental sequence[R]. *Proceedings of the 3rd International Conference on Cognitive Science*. Beijing: 2001.
- [9] MEYER D E. On the representation and retrieval of stored semantic information[J]. *Cognitive Psychology*, 1970, (1): 242 - 300.
- [10] NAIRNE J S. Similarity and long-term for order[J]. *Journal of Memory and Language*, 1990, (29): 733 - 746.
- [11] NAIRNE J S, NEUMANN C. Enhancing effects of similarity on long-term memory for order[J]. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 1993, (19): 329 - 337.
- [12] ROBINSON J A. Temporal reference systems and autobiographical memory[A]. D C RUBIN (Ed.). *Autobiographical memory* [C]. England: Cambridge University Press, 1986: 159 - 190.
- [13] SAINT - AUBIN J, POIRIER M. Semantic similarity and immediate serial recall: is there a detrimental effect on order information? [J]. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1999, 52A(2): 367 - 394.
- [14] 王振勇, 李宏翰, 黄希庭. 时间记忆层次网络模型的实验检验[J]. *心理学报*, 1999, 22(4): 383 - 389.
- [15] 李伯约. 时间顺序标码的层次网络表征研究[D]. 重庆: 西南师范大学心理学系, 2001.
- [16] 李伯约, 黄希庭. “米制”的时间层次网络结构研究[J]. *心理科学*, 2002, 26(4): 410 - 413.