

路径转弯对语篇空间情境模型建构的影响*

陈洁彬^{1,2} 鲁忠义¹

(¹河北师范大学教育学院, 石家庄 050024)(²衡水学院教育系, 衡水 053000)

摘要 采用回指解决方法, 通过 3 个实验探讨了路径转弯对空间情境模型建构的影响机制。实验 1 和实验 2 的结果表明, 读者在建构含有路径转弯的语篇时, 在一定范围内出现了路径转弯效应。总体趋势为当语篇的空间描述简单(转弯次数<2)时, 目标句的阅读时间会随着转弯次数的增多而增长, 但当语篇的空间描述复杂(转弯次数>2)时, 不仅不再出现路径转弯效应, 反而出现了该效应的反转现象。实验 3 借助眼动仪监测, 运用语篇与主人公行走路线同步动态呈现模式, 让被试实时追随主人公行走路线, 控制转弯次数和路径距离, 以当前位置与回指地点间的直线距离为自变量, 探究读者在空间描述复杂时建构空间情境模型的心理机制。实验结果表明当阅读空间描述简单的语篇时, 读者建构的空间情境模型是路线型的, 通过逆向搜索的方式进行回指解决; 当语篇的空间描述较为复杂时, 读者倾向于建构地图型空间情境模型, 以俯视的视角通过空间搭桥寻找空间最短直线距离进行回指解决。

关键词 语篇理解; 情境模型; 空间距离效应; 路径转弯效应; 眼动技术

分类号 B842

1 前言

情境模型的研究是语篇理解研究的重点内容之一, 并且构成认知心理学的重要领域。20 世纪 80 年代, van Dijk 和 Knitsch (1983)提出了语篇理解的情境模型, 把语篇理解的过程分成 3 个层次: 表层编码(surface code)、语篇命题库(text base)和情境模型(situation models)。表层编码是对语篇中的字、词、短语及其间的语言学关系进行编码所形成的表征, 即对语篇的遣词造句有所了解; 语篇命题库是对维持语篇语义的一系列命题以及层级关系所形成的表征; 情境模型则是读者结合自己的背景知识和经验对语篇所描述的时间、地点、人物、起因、经过、结果等一系列信息进行推理或演绎而形成的心理上的微观世界, 即对语篇内容的体验和理解。到 90 年代中期, Zwaan, Langston 和 Graesser (1995) 结合自己大量的实验研究, 提出了语篇理解过程中建构情境模型的新理论——“事件标记模型”(event-indexing model)。该模型认为, 读者在理解过程中

形成情境模型至少要考虑到五个维度, 即空间(space)、时间(time)、因果(causation)、意图(intentionality)和主人公(protagonist)。本研究就是试图对情境模型建构中空间维度的表征进行深入研究, 通过对语篇阅读理解中的空间路径转弯效应的探究, 进一步了解人类阅读理解的机制。

自 1985 年 Perrig 和 Kintsch 证实了语篇理解中空间情境模型的存在后, 引起了许多心理学家对空间情境模型的研究兴趣。Morrow, Bower 和 Greenspan (1989)的研究认为, 读者会追随主人公的视角, 无条件地实时更新空间情境模型, 不需任何线索。Zwaan 和 Radvansky (1998)的事件标记模型更是认为, 每一个进入读者工作记忆的信息如果与当前模型存在不一致均会导致当前情境模型的更新以整合新的变化。de Vega (1995)却认为空间维度的更新不是千篇一律自动发生的, 而是一种线索依赖的回溯加工, 只有具备了一定条件——当读者遇到空间转换时或者语篇中提供相关空间的提取线索时更新才会发生。另外在实验材料上的差异也

收稿日期: 2012-11-15

* 国家社会科学基金资助项目(12BYY048)。

通讯作者: 鲁忠义, E-mail: zhongyilu@126.com

会影响空间情境模型的更新, Morrow 等人(1989)要求被试先学习建筑布局图然后完成语篇阅读及相关任务, Zwaan, Radvansky 和 Hilliard (1998)进行了不学习布局图的验证实验, O'Brien 和 Albrecht (1992)则以自然阅读的方式进行实验, 得到了不同的实验结果。此外指导语(Zwaan & Oostendorp, 1993)、阅读任务(Wilson, Rinck, McNamara, & Bower, 1993)、空间描述的复杂程度(闫秀梅, 莫雷, 伍丽梅, 2010)均对语篇空间情境模型的建构更新有不同影响。

在空间情境模型的建构和更新的研究中, 空间距离关系是一个重要的研究问题。空间距离关系表征的是具体的以数或者量为单位的空间关系。在空间关系的心理表征的研究中, 以 Rinck 等人进行的一系列研究最有代表性(Rinck, Gordon, & Bower, 1995; Rinck, Gordon, Bower, & Wolf, 1998; Rinck, Haehnel, & Bower, 1997)。他们利用学习探测(layout learning)和回指解决(anaphora resolution, 也译前照应解决)相结合的研究范式, 以目标句的阅读时间即对探测目标的搜索时间为因变量, 研究空间情境模型中的空间距离问题。结果发现, 目标句阅读时间表现为: 回指词位于出发房间>必经房间>到达房间, 这种时间随回指词位置不同而发生的梯度变化称为空间距离效应, 即阅读时间与读者注意点和回指词之间距离的长短成正比。空间距离效应的存在说明读者在阅读过程中建构并更新了情境模型。Rinck 等人(1997)还根据 McNamara (1986)层级理论和非层级理论, 把空间信息区分为度量距离(metric distance)和类别距离(category distance)。度量距离表示以精确的“数”为单位的空间距离, 如在上方 3cm 处, 属于层级信息; 类别距离则指以单位“量”为单位的空间距离, 如相隔 2 个房间, 属于非层级信息。这些理论将空间情境模型的距离因素进一步细化, 为后来的研究打下了基础。在国内, 闫秀梅、莫雷、伍丽梅和张积家(2007)运用图文范式(学习探测+回指解决)和纯语篇范式(参阅 O'Brien & Albrecht, 1992)分别探讨了类别距离、度量距离、空间描述复杂程度对语篇心理表征的影响, 结果发现图文范式中读者所建构的空间情境模型同时包含类别距离和度量距离(“数”和“量”)信息; 纯语篇范式下, 读者仅表征类别距离, 而没有对度量距离信息进行表征。闫秀梅等(2010)进行的另一项研究表明, 语篇范式中, 简单空间描述条件下读者对其空间类别信息进行表征建构空间情境模型, 空间描

述复杂时读者只保持基本的语篇表征而不能建构深层空间情境模型。何先友、杨惠、李惠娟、魏玉冰和 McNamara (2011)则从场独立性和场依存性的角度研究了空间情境模型中的空间距离效应。

人类有意识的空间移动往往涉及出发地和目的地, 由出发地到目的地之间的路线设置以及对其间距离的正确估计是成功完成移动的前提。人们对距离的估计往往依据主观经验而忽略了客观的路径距离, 因此难免出现偏差。路径转弯效应(Route-Angularity Effect)是距离估计中常见的错觉效应(王雯, 2006)。Sadalla 和 Magel (1980)在虚拟路径实验中探讨路径结构对行走距离知觉的影响。结果发现, 分布于路径中的转弯数量影响着对路径距离的估计, 控制实验也表明这些影响并非来自对行走时间和路径距离的感知或是出发点与目的地间的直线距离。被试往往会过长估计出现转弯次数多的路径距离, 当路径距离相等时被试对 7 个转弯的路径距离估计比 2 个转弯的路径要长, 当路径中出现更多(>7 个)或更少(<2 个)转弯时, 就不会随转弯的变化而变化。虚拟行走实验中对路径的表征类似于认知地图的获得, 相关研究认为加工关于距离和角度测量的空间信息时认知地图遵从欧几里德(Euclidean distance)结构特征。Kuipers, Teuei 和 Stakniewicz (2003)认为个体在学习布局图时能够记住路线的所有相关信息, Foo, Warren, Duchon 和 Tarr (2005)指出, 被试在学习环境布局图时已依靠记忆将路径转弯数、转弯方向及路径距离整合入自己的认知地图中, 因此路径转弯效应的出现与被试建构的认知地图有关。

循着上述语篇阅读理解中情境模型建构-空间情境模型建构-空间情境模型中的路径距离效应-路径转弯效应这一脉络, 我们的研究定位于情境模型建构中的路径转弯效应, 以对情境模型的表征进行更为深入的研究。另外, 从现实生活的角度看, 我们常常会遇到这样的问题:“同样长的路, 为什么拐弯多的时候就觉得变远了呢?”这说明我们对距离的感知并不一定总是忠于现实的客观距离。可见, 对空间情境模型建构中的路径转弯效应的研究是一件很有意义的工作。

然而, 在分析了上述的有关的文献后发现, 虽然已有的研究探讨了空间情境模型建构中的路径距离效应, 但尚无研究去考察路径转弯的效应。涉及到三个具体问题(1)以往的研究中借助建筑布局图的学习来研究空间路径效应, 布局图中涉及到空

间的转弯,但没有人将它独立出来进行研究,如果控制了路径距离,变化转弯的次数,那么会不会出现转弯效应?这是本研究所关心的第1个问题。如果出现转弯效应,转弯次数增加到多少,转弯效应就不复存在了,或者说随着转弯次数的不断增多,空间情境模型的表征会表现出什么特点?这是第2个要考察的问题。第3个问题是,读者阅读转弯次数不同的语篇时,会不会由于转弯次数的多或少而影响被试回指解决的方式?本研究试图通过一系列的实验来回答这3个问题。

2 实验1 学习探测+回指解决范式下语篇理解中的路径转弯效应

2.1 研究目的和研究假设

在学习探测+回指解决的经典范式下,同时控制类别距离和度量距离,探究语篇理解中是否存在路径转弯效应。如果目标句的阅读时间显著长于没有转弯的路径,且随转弯次数的增加阅读时间递增,那么,说明在语篇阅读中存在路径转弯效应。

2.2 研究方法

2.2.1 研究工具

联想扬天 M2622N 台式实验专用电脑,主频 2.5G, philips CRT 显示器 17 英寸; E-prime 2.0 心理实验专业软件。

2.2.2 被试

随机选取某大学学生 60 人,男 26 人,女 34 人。所有被试均裸眼视力或者矫正视力正常,母语为汉语,无阅读和识图障碍。

2.2.3 实验材料

学习材料:学习某公司的办公区域布局图(见图 1),与 Rinck 等人(1995)和闫秀梅等人(2007)的布局图模式基本一致,在细节处做了改动:(1)将建筑物形状设为多边形以增加其转弯数;(2)统一了每个房间的度量距离,即每个房间长宽均一致;(3)房间的名称与其内物品更符合现实情况以避免被试形成的知觉符号与其仿真系统不一致而产生误差。在这个办公区域布局图中,设置了 16 个房间,图中每个蓝色矩形代表一个房间,房间的位置是固定的所有房间的长宽都是一致的,即所有矩形的长宽相等。每个房间都有两个“门”,主人公可以从其中顺时针或逆时针穿行去到另一个房间。房间内都有一特定物品,且物品均处于房间的正中央,图中以括号内的红色字体表示。中间绿色区域是一个花园。

阅读材料:结合布局图,根据 Rinck 等(1995)和闫秀梅等(2007)的阅读材料,编写了 16 个语篇描述某公司的员工在办公区域内移动的故事,其中 8 篇为实验材料,另外 8 篇为填充材料。每个语篇都由 1 个背景句、1 个起点句、1 个路径句、1 个目标句、2 个结束句和 1 个判断句共 6 个部分组成,每篇材料约 150 字。所有语篇格式统一为:背景句介绍该故事的主人公;起点句中提到主人公的出发房间(布局图中的 8 个房间和其内物品在路径句中只出现一次),由此构成 8 篇实验材料;路径句描述主人公的活动路径,并控制出发房间与到达房间之间的房间个数(均为 4 个房间),由于所有房间长宽相等,亦同时保证了出发房间与到达房间之间间隔的度量距离一致;目标句中的回指词指代的都是出发

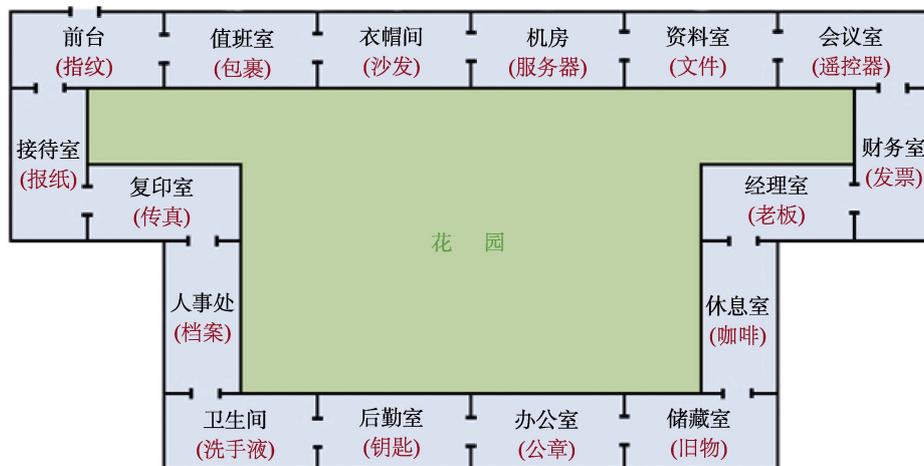


图 1 某公司办公区域布局图

房间中的物体且位于句末。被试阅读完后完成阅读理解任务。

实验材料按照由出发房间到到达房间所经过路径的转弯次数分为 4 个水平, 分别为 0 个转弯、1 个转弯、2 个转弯和 3 个转弯, 每个水平上均有两个版本共 8 篇实验材料, 8 篇填充材料与实验材料字数句式完全一致, 字面上无差异, 区别在于由出

发房间到到达房间经过的距离不等。实验材料中, 不管转弯次数的多少, 主人公所行走过的路径距离是相同的, 其空间距离(类别距离和度量距离)都是 4 个房间的长度。如果出现了路径转弯效应, 那么随着转弯次数的增多, 目标句的阅读时间也会增长。

为清楚起见, 下面给出实验材料中 0 个转弯和 2 个转弯的例子:

0 个转弯

背景句: 刘佳今天生日, 上班路上一直在想着晚上的聚会。

起点句: 进单位时前台的丽姐开玩笑说她是不是中奖了, 她说晚上请丽姐吃饭。

路径句: 不知不觉她从前台走到了资料室。

目标句: 忽然反应过来自己忘了按指纹。

结束句: 刘佳知道自己总是迷迷糊糊的, 总是得不了全勤奖一多半都是因为自己大意, 以后一定得改。不过值得庆幸的是今天来得早, 没迟到。

判断句: 姐姐晚上请刘佳吃饭。

2 个转弯

背景句: 冯会计对了一上午账, 再去办公室盖个章就完工了。

起点句: 虽然年纪大了眼也花了, 但对账这活儿干了一辈子还从没出过差错。

路径句: 她拿着账本从财务处来到办公室。

目标句: 打开一看竟然少拿了一叠发票。

结束句: 冯会计开始怀疑自己可能真的老了, 记性也不行了。心里还嘀咕着账不会有差错吧, 不行再看一遍, 千万别给公司造成损失。

判断句: 冯会计去办公室盖章。

2.2.4 实验设计

单因素被试内设计。以从出发房间到到达房间所经过路线的转弯次数为自变量, 有 4 个水平: 0 个转弯、1 个转弯、2 个转弯和 3 个转弯; 路径距离也就是出发房间到到达房间之间间隔的房间数作为控制变量; 被试对目标句(有回指词的一句)的阅读时间即路径的心理距离为本实验的因变量。

2.2.5 实验程序

全部实验材料均以移动窗口形式在认知实验室计算机屏幕上呈现, 被试自定阅读步速按空格键翻页。如图 2 所示流程: 首先给被试呈现一建筑布局图以及相关指导语, 介绍接下来将呈现的正式实验图片——某公司的办公区域布局图(见图 1)。被试有足够的时间按照自己的方式学习这个布局图, 尽量记住每个房间所处的位置以及房间内的特定物品, 直到觉得自己能够详尽复述房间的位置和其中的物体。随后进入学图测验阶段, 这个阶段中被试将完成图片填充测验, 呈现一系列的空白布局图, 每张图片上有一个房间被打上黄色阴影(见图 3),

要求被试根据记忆从图片下方的 4 个选项中选出房间的名称或是物品, 并按键反应, 此阶段旨在检验被试对布局图的学习效果。只有当被试学图测验的正确率达到 90% 才能进入正式实验, 否则将重新学习布局图, 直至达到要求正确率为止。正式实验开始前被试尚需再完成两个练习以熟悉实验任务。正式实验中, 语篇以句子形式在屏幕同一位置呈现, 每次按键出现一个句子, 再次按键句子消失并在原位出现提示符***, 再按键又出现新的句子, 直到一个完整语篇结束。之后是与此语篇相关的阅读理解问题, 要求被试对这个问题做出回答, 目的是保证被试认真阅读实验材料。新的语篇开始前被试可稍事休息, 每个被试需完成每个水平上的 2 个语篇和 8 个填充语篇共 16 个, 所有语篇完全随机呈现。完成实验后, 赠送被试礼物以示感谢。

2.3 实验结果和分析

数据预处理: 共回收 47 个人的数据(阅读理解正确率高于 75%), 剔除每个水平上目标句反应时离散程度 ± 2 个标准差以外的 2 个人的数据, 数据筛

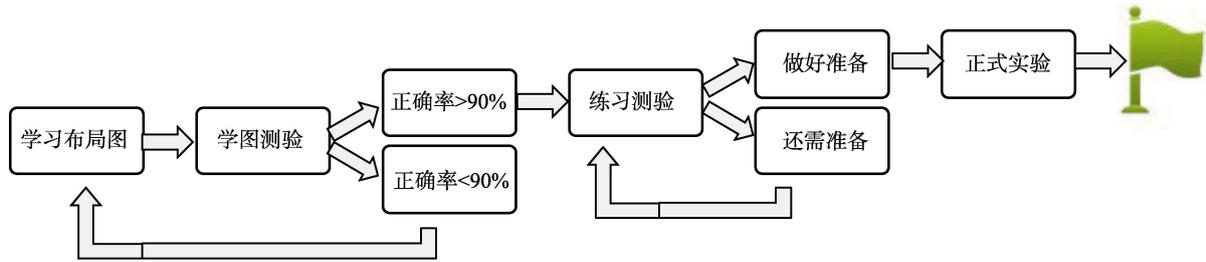
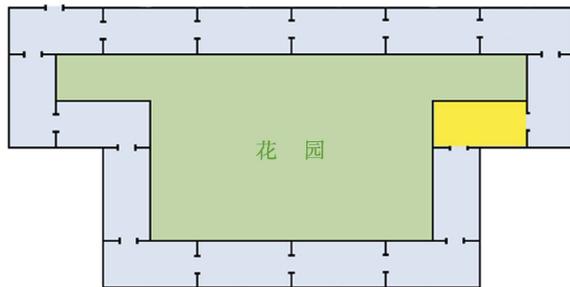


图 2 实验 1 流程示意图



1. 复印室 2. 经理室 3. 财务室 4. 资料室

图 3 填充图示例(彩图见电子版)

除量占总回收量的 0.04%。最终对 45 个人的数据进行统计,表 1 为不同转弯次数下目标句阅读时间的平均数和标准差。

对数据分别进行以被试和项目为随机变量的重复测量方差分析显示,路径转弯次数主效应显著 $F_1(3,132) = 9.99, p < 0.01$; $F_2(1,3) = 185.72, p < 0.05$ 。结果表明被试在不同路径转弯次数上目标句阅读时间存在显著差异,出现了路径转弯效应。

为寻找具体变异来源,确定语篇理解中路径转弯效应的阈限,对实验结果进行多重比较(见表 2),结果得出:当路径出现转弯时,目标句的阅读时间显著长于没有转弯的路径,且随转弯次数的增加阅

表 1 目标句阅读时间的平均数和标准差 (ms)

路径转弯次数	目标句阅读时间	
	M	SD
0	2480	792
1	2717	1033
2	3018	1128
3	3067	1319

表 2 不同转弯次数条件下目标句阅读时间的多重比较

路径转弯次数	0	1	2	3
0	-	-237**	-538**	-587**
1	237**	-	-301*	-350**
2	538**	301*	-	-49
3	587**	350**	49	-

注: *表示 $p < 0.05$ **表示 $p < 0.01$

读时间递增,一直到转弯次数增加到 3。

2.4 讨论

鉴于 Rinck 等(1995)和闫秀梅等(2007)在探讨语篇理解中空间距离因素的实验中忽略了路径转弯的存在,而路径转弯与否确实对空间距离心理估计存在影响,故设计本实验。实验依然沿用学习探测+回指解决范式,不同之处是对原有范式布局图做了改动。本实验在严格控制主人公出发位置与到达位置之间的类别距离和度量距离的前提下,探讨了转弯次数对目标句阅读时间的影响。研究得到了以往研究未发现的结果:不同转弯次数下目标句的阅读时间存在显著差异,表现为随着转弯数的增多目标句的阅读时间增加,说明此范式下被试阅读关于空间描述的语篇时存在路径转弯效应,即被试对同样的路径距离因转弯次数的增多而认为行走的路径增长。

对实验结果的进一步分析发现了该效应存在的规律,与王雯(2006)通过计算机模拟行走系统得出的结论不同,在语篇理解中路径转弯效应在转弯数增加到 2 而非 7 时差异不再显著。这可能与实验形式、材料、以及被试加工水平等因素有关。这一现象将在实验 3 中详细探讨。

本实验提出了在阅读理解中前人研究不曾关注的路径转弯问题,并从类别距离和度量距离对回指解决的影响中分离出路径转弯的影响,发现了语篇理解中路径转弯效应的存在。但是本实验是在被试先学习布局图再阅读语篇的范式下进行的,而这种范式正如 O'Brien 和 Albrecht (1992)所质疑的,仅限于某些特定环境而有违大多数自然阅读规律。因此实验 2 试图探讨在纯语篇自然阅读范式下,实验 1 发现的语篇阅读理解中的路径转弯效应是否仍然存在,如果存在又有什么样的特点。

3 实验 2 纯语篇自然阅读范式下语篇理解中的路径转弯效应

3.1 研究目的和研究假设

实验 2 的目的就是在纯语篇自然阅读范式下,

探讨被试阅读空间描述语篇时的路径转弯效应。如果在语篇阅读中随着路径转弯次数的增加,目标句的阅读时间也增加,那就说明同实验 1 一样存在着路径转弯效应,当然它有什么特点和规律,与实验 1 中的路径转弯效应有什么异同,也是本实验关注的重要方面。

3.2 研究方法

3.2.1 研究工具和被试

同实验 1

3.2.2 实验材料

实验材料由 16 个语篇构成,语篇描述主人公由某地出发去往某地过程中发生的小故事。其中实验材料 10 篇,填充材料 6 篇。语篇包括:1 个背景句、1 个起点句、6 个路线描述句、1 个路径句、1 个目标句、1 个结束句和 1 个判断句。每个语篇约

250 字,严格控制字数和句式。所有语篇格式统一为:背景句介绍该语篇的主人公;起点句中第一个名词为主人公的出发点;之后有 6 个句子共同描述一条路线,其中左右转弯进行平衡并保证路线不成为环状,回指词若出现,一律位于描述句最后一个名词位置;路径句表明了主人公所走过的路径及出发点和当前所处位置;目标句中最后一个名词为回指词,回指地点(回指词指代物品所处位置)均位于路线描述句中(主人公路过的地点),平衡回指地点所处位置以防止练习效应,控制主人公当前所处地点和回指地点间的路径距离与直线距离($S_1 = S_2$)如图 4 所示;结束句呼应开头以保证故事完整;判断句用以被试认真阅读。

语篇示例:

2 个转弯

背景句: 星期六加了半天班,朱丹决定下午去逛街,放松一下心情。

起点句: 从单位出来一直向前走,是移动公司,充值卡搞活动可以抽奖。

路线描述句: 接着向前走,是图书大厦,古香古色的老式建筑。

继续向前走,是天鹅宾馆,停车场尽是豪华轿车。

这时向右走,是如家酒店,整栋楼都涂成了黄色。

仍然向前走,是中国银行,旁边一整排的提款机。

接着向左走,是百货公司,正在举行十周年店庆。

继续向前走,是公交总站,分地上地下两层设计。

路径句: 不一会儿朱丹从单位来到百货公司。

目标句: 她想起忘了买手机充值卡。

结束句: 上午就欠费了别人联系不到。

判断句: 朱丹去百货公司买手机。

4 个转弯

背景句: 王伟约女友李然去花园酒店共进晚餐,计划到时候向她求婚。

起点句: 从金店出来一直向前走,是国际影城,哈利波特正在上映。

路线描述句: 继续向前走,是鲜花商店,红玫瑰全都娇艳似火。

这时向左走,是中国银行,旁边一整排的提款机。

然后向右走,是百货公司,正在举行十周年店庆。

继续向左走,是图书大厦,古香古色的老式建筑。

随后向右走,是时代广场,音乐喷泉七点钟启动。

一直向前走,是花园酒店,这是一家五星级宾馆。

路径句: 风风火火王伟从珠宝店走到花园酒店。

目标句: 他才想起来该买束红玫瑰。

结束句: 买了钻戒太激动忘记别的了。

判断句: 王伟先去取钱才去买的钻戒。

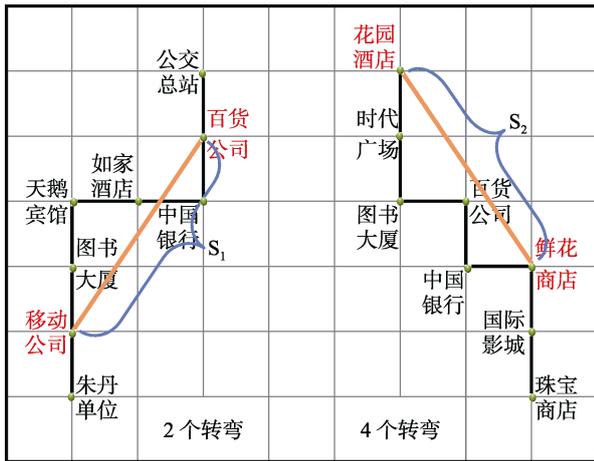


图4 路线示意图

实验材料按照主人公当前所处地点与回指地点间路径的转弯数分为5个水平：0个转弯，1个转弯，2个转弯，3个转弯，4个转弯。每个水平的语篇有两个版本，共10篇实验材料。6篇填充材料与实验材料字数句式完全一致，实验材料和填充材料表面无差异。无论当前地点与回指地点之间转弯次数是多少，这两点之间的直线距离以及其间主人公所走过的路径距离均是一致的，如果出现了路径转弯效应，则目标句的阅读时间将随转弯次数的增加而增长。

3.2.3 实验设计

单因素被试内设计。以从当前地点与回指地点之间所经过路线的转弯次数为自变量，有5个水平：0个转弯、1个转弯、2个转弯、3个转弯和4个转弯。控制当前地点与回指地点之间的路径距离，均为5个单位长度，当前地点与回指地点之间的直线距离相等($S_1 = S_2$)。被试对目标句(回指词所在的那一句)的阅读时间即路径距离的心理表征为本实验的因变量。

3.2.4 实验程序

全部实验材料均以移动窗口形式在认知实验室计算机屏幕上呈现，被试自定阅读步速按空格键翻页。被试启动实验后，指导语告知被试接下来将读到一些发生在途中小故事，提示被试在阅读过程中尽量在脑海中想象着主人公所经过的路线以助其理解语篇并能迅速准确地做出反应。正式实验开始前被试需完成两个练习以熟悉实验任务。正式实验中，语篇以句子形式在屏幕同一位置呈现，每次按键出现一个句子，再次按键句子消失并在原位置出现提示符***，再按键又出现新的句子，直到一个完整语篇结束，之后，被试需完成与此语篇相关

的阅读理解问题，目的是让被试认真阅读实验材料。新的语篇开始前被试可稍事休息，每个被试需完成每个水平上的2个语篇和6个填充语篇共16个实验材料，所有语篇完全随机呈现。完成实验后，赠送被试礼物以示感谢。

3.3 实验结果和分析

共回收58个人的数据(阅读理解正确率高于75%)，剔除每个水平上目标句反应时离散程度 ± 2 个标准差以外的3个人的数据，数据剔除量占总回收量的0.05%。最终对55个人的有效数据进行统计，表3为纯语篇自然阅读范式下不同转弯次数目标句阅读平均时间与标准差。

表3 目标句阅读的平均时间和标准差(ms)

转弯次数	目标句阅读时间	
	<i>M</i>	<i>SD</i>
0	2063	694
1	2322	981
2	2534	931
3	1932	959
4	1624	551

表4 不同转弯次数条件下目标句阅读时间的多重比较

路径转弯次数	0	1	2	3	4
0	-	-259**	-471**	131	439**
1	259**	-	212**	-390**	-698**
2	47**	-212**	-	-602**	-910**
3	-131	390**	602**	-	308**
4	-439**	698**	910**	308**	-

注：*表示 $p < 0.05$ **表示 $p < 0.01$

对数据分别进行以被试和项目为随机变量的重复测量的方差分析，结果显示路径转弯次数主效应显著 $F_1(4,216) = 41.13, p < 0.01$; $F_2(1,4) = 235.78, p < 0.05$ 。结果表明被试在不同路径转弯次数水平上目标句阅读时间存在显著差异，即出现路径转弯效应。

为寻找具体变异来源，找到语篇理解中路径转弯效应的规律，对实验结果进行了多重比较(见表4)，从比较的结果可以看到两个特点：(1)目标句阅读时间在各相邻转弯水平之间均存在显著差异，就是说，每增加一个转弯，阅读时间就会在原来的基础上显著地增加或减少。(2)路径从0个转弯增加到2个转弯时，目标句阅读时间随之显著增加，转弯次数为2时目标句阅读时间最长，之后的阅读时间开始随着转弯次数的增加而显著缩短，并且0个转

弯和 3 个转弯之间的阅读时间没有显著差异。由此可见, 纯语篇自然阅读范式下, 在阅读空间描述语篇时, 目标句的阅读时间与路径转弯次数呈倒“V”形关系。

3.4 讨论

实验以转弯次数为自变量, 控制了主人公当前所处地点与回指地点之间的路径距离和直线距离, 也就是说主人公走过的路程长度是一致的, 并且当前位置与回指地点两点之间的直线距离也相等, 这样当目标句阅读时间出现差异时, 可认为是由于转弯次数不等引起的。结果表明, 当语篇所描述的路线中转弯次数增多时, 被试对目标句的阅读时间会显著增长, 说明纯语篇自然阅读范式下, 读者在阅读空间描述语篇时, 对空间距离的心理表征确实存在路径转弯效应。读者在阅读中随着阅读的进行即时更新已建构的空间情境模型, 当探测词出现时被试借助其空间情境模型进行逆向搜索, 即回指解决, 这时对空间距离的表征出现了差异, 表现为回指解决过程的时间差异, 由于控制了其他因素, 因而可以推断这是由于被试对转弯次数较多的路径距离做了过长的估计而导致的。据此我们可以推测, 在语篇理解中, 无论是帮助读者建构的空间情境模型还是读者自己建立的空间情境模型, 其回指解决策略都是从当前地点进行逆向搜索, 建构的空间情境模型都是路线型的。这一结果与实验 1 是类似的。

但是, 当路径转弯次数达到一定水平时(不管是实验 1 还是实验 2), 目标句的阅读时间不再随转弯次数增多而相应地增长, 相反却显著减少。换言之, 语篇理解中路径转弯效应都在一定水平上出现回归趋势。所以可以认为, 读者建构空间情境模型进行回指解决的机制与语篇所描述的路径复杂程度即转弯次数的多少有关。空间描述简单(本文为 <2 个转弯)时, 读者建构的空间情境模型为路线型, 回指解决方式是逆向搜索。当空间描述较为复杂(本文为 >2 个转弯)时, 目标句阅读时间出现回归的趋势是什么原因造成的, 就是说, 这种情况下读者是以什么样的回指解决方式来建构空间情境模型的? 这个问题将在实验 3 中探讨。

4 实验 3 语篇阅读中空间路径多转弯的回指解决方式

4.1 研究目的和研究假设

实验 1 和实验 2 的结果告诉我们, 当空间描述较为复杂(本文为 >2 个转弯)时, 目标句的阅读时间

反而随转弯次数增多而相应地减少。我们假设, 这种情况下, 读者回指解决的方式可能不是沿原路返回, 而是采取了从目的地直接到出发点的策略。为证实这一假设, 实验 3 借助眼动仪监测, 运用语篇与主人公行走路线同步动态呈现的模式, 让被试实时追随主人公的行走路线, 控制转弯次数和路径距离, 以出发点与目的地之间的直线距离为自变量, 探究读者在空间描述复杂时建构的空间情境模型的形式及回指解决模式。

4.2 研究方法

4.2.1 研究工具

EyeLink II 眼动追踪系统, 采样率 250 Hz, 专业控制手柄。眼动仪与两台主机相连, 被试机装有 E-prime 2.0 心理实验专业软件用来呈现刺激; 主试机执行定标以及数据的记录和后期场景迭加。

4.2.2 被试

随机选取某大学学生 50 人, 男 22 人, 女 28 人。所有被试均裸眼视力或者矫正视力正常, 母语为汉语, 无阅读和识图障碍。

4.2.3 实验材料和程序

正式实验料由 8 个描述主人公由某地出发去往某地的语篇和 4 个填充语篇以及与之相匹配的路线图构成。语篇结构与实验 2 略有不同, 包括 2 个背景句、5 个路线描述句、1 个路径句和 1 个目标句, 其中前三个部分在同一屏幕内配合路线图逐句动态同步呈现, 不记录眼动数据。目标句出现之前, 屏幕出现注视点, 系统追踪眼动路径后可翻页呈现目标句。每个语篇约 200 字, 严格控制字数和句式。所有语篇格式统一为: 背景句介绍该语篇的主人公以及故事的开始; 随后有 5 个句子共同描述一条路线, 回指词为第一个描述句的最后一个名词, 为控制词汇熟悉程度产生的影响, 同一回指词分别出现在不同水平的不同材料中; 路径句表明了主人公所走过的路径及出发点和当前所处位置; 目标句中最后一个名词为回指词, 回指地点(回指词指代物品所处位置)均为第一个路线描述句所描述的地点, 控制主人公当前所处地点和回指地点间的路径距离, 均为 5 个单位长度; 平衡转弯次数, 规定为 3 个转弯。

全部实验材料均以窗口形式在与眼动仪相连的被试机屏幕上呈现, 记录阅读时间和眼动数据。视距为 87 cm。为保证被试在眼睛不离开屏幕的情况下及时做出正确反应, 本实验中所有按键反应均通过手柄进行, 被试自定步速通过手柄按键翻页。图 5 为某个完整的语篇阅读流程及判断图片示意图。

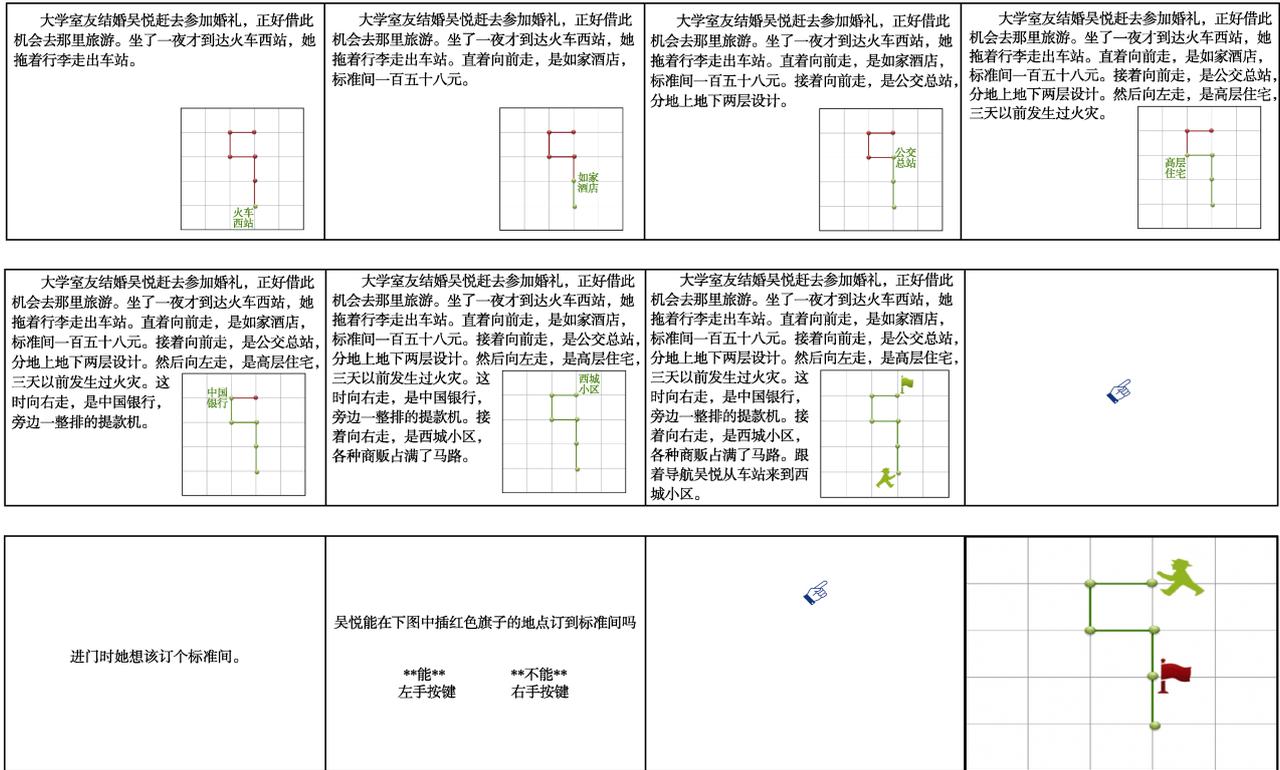


图 5 语篇与路线图动态同步呈现及判断图片示意图

被试在进行阅读时, 动态呈现路线图, 出发地和目的地标志以及已行走过路线和未行走过路线用不同颜色的点或线区分(图中绿色实线表示主人公已走过的路程, 绿色圆点表示已经过的地点; 红色虚线表示未走的路程, 红色圆点表示未经过的地点), 这些均在指导语中做了说明。目标句出现之前屏幕上会出现一个手型图作为注视点, 标志目标句即将出现的位置以保证被试能够迅速准确地阅读目标句。

被试读完实验材料后, 完成阅读理解任务。阅读理解判断任务中, 被试要对图片中标记的位置是否是主人公的目的地做出判断。问题以语句形式呈现, 之后将出现一组路线图片, 图片中标记了语篇中主人公当前所处位置(绿色小人表示)以及目的地位置(红色旗子表示), 后者的位置是随机标出的。要求被试根据语篇判断红色旗子位置是否是主人公返回的目的地, 并通过手柄按键反应, 正确判断的图片随机出现 3 次。每张判断图片呈现之前也会出现一个手型注视点, 手型注视点的位置与绿色小人位置重合, 即是主人公当前的位置, 被试只有在盯住注视点的同时按键才会出现判断图片, 注视点的作用是保证被试从当前位置出发进行搜索。

正式实验开始前被试需完成两个练习以熟悉

实验任务, 实验中每个任务间被试可稍作休息缓解眼部疲劳, 实验结束后赠送被试礼物以示感谢。

4.2.4 实验设计

单因素被试内设计。以当前地点与回指地点之间在空间上的直线距离为自变量, 如图 6 所示, 自变量有两个水平: 直线距离长($2\sqrt{2}$ 个单位), 直线距离短(2 个单位); 以当前地点与回指地点之间的路径距离和转弯次数为控制变量; 因变量有三个指标: 被试对目标句的阅读时间、以回指词为信息区的总注视时间、图片正确判断反应时。每个被试需完成每个水平上的 2 个版本语篇和 4 个填充语篇, 所有语篇完全随机呈现。

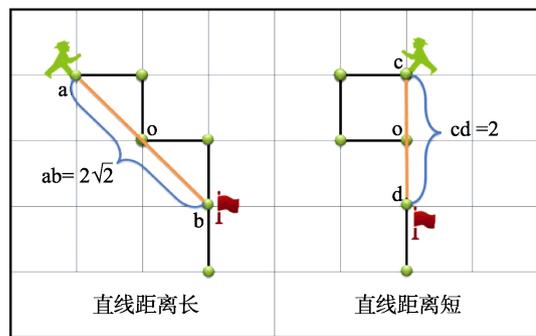


图 6 当前地点与回指地点间的直线距离

4.3 实验结果和分析

共回收 47 个人的数据(阅读理解正确率高于 75%), 单个被试同一水平上两个版本语篇目标句总注视时间取平均值, 剔除每个水平上目标句反应时超过 ± 2 个标准差之外的 2 个人的数据, 筛除数据量占总回收量的 0.04%, 数据可用。最终对 45 个人的数据进行统计, 表 5 为直线距离不等时目标句阅读时间、回指词总注视时间和图片判断反应时平均数与标准差。

表 5 直线距离不等时各指标平均数和标准差(ms)

直线距离	回指词总 注视时间	目标句 阅读时间	图片判断 反应时
长	1304 \pm 609	3176 \pm 1188	1316 \pm 678
短	883 \pm 487	2655 \pm 922	1089 \pm 531

对三个指标在直线距离不同时的阅读时间分别进行以被试和项目为随机变量差异检验表明: 直线距离长时回指词的注视时间显著长于直线距离短时回指词的注视时间, $t_1(44) = 6.39, p < 0.01; t_2(1) = 38.31, p < 0.05$; 直线距离长时目标句阅读时间显著长于直线距离短时目标句阅读时间, $t_1(44) = 7.32, p < 0.01; t_2(1) = 20.46, p < 0.05$; 直线距离长时图片判断反应时显著长于直线距离短时图片判断反应时, $t_1(44) = 9.48, p < 0.01; t_2(1) = 19.90, p < 0.05$ 。

被试在执行判断任务时其眼动轨迹如图 7 所示, 被试的首注视点落在起点处, 随后从轨迹图可以看到被试从出发点通过空间搭桥的方式在空间上寻找最短直线距离而并非沿路径进行逆向搜索, 我们

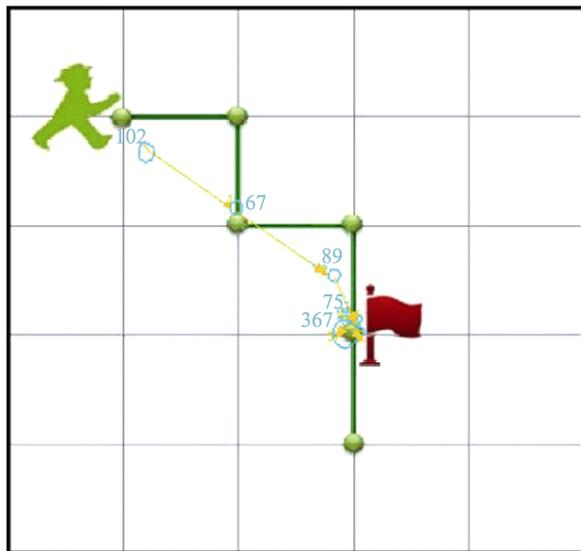


图 7 判断任务视觉轨迹图

把这种回指解决方式叫做空间搭桥模式。这也如同我们看地图, 常常用从一点到另一点的直线来估计两点间的距离, 因此从表征的结果看, 也可以叫做地图型。

4.4 讨论

本实验假设读者在空间描述复杂时会选择建立不同模式的空间情境模型, 回指解决不是按照逆向搜索形式, 而是以空中搭桥的方式寻找空间上的最近途径。为了验证这一假设, 我们创造了语篇描述与路线行进动态同步呈现技术, 让读者即时建构空间情境模型, 以研究在路线描述复杂的情况下读者对空间距离的心理表征规律。同时, 在前两个实验的基础上, 依然对语篇中的路径距离和路径的转弯次数进行控制, 而将回指地点与当前地点之间的空间直线距离作为自变量, 分为长和短两个水平。这样的实验设计可以更直观地检测读者在进行回指解决时是按照既定路线进行逆向搜索还是通过空间搭桥寻求最短距离进行解决。如果建构的空间情境模型是路线型的, 则回指解决便以逆向搜索形式进行; 如果读者建构的空间情境模型是类似地图型的, 回指解决则倾向于通过空间搭桥寻找最短直线距离进行而并非逆向搜索。

实验结果与预期相符。不同直线距离目标句阅读时间差异显著说明, 虽然当前地点与回指地点之间主人公所走过的路径距离和转弯次数都是相同的, 但由于两点之间在空间上的直线距离不相同, 因此对目标句的阅读时间也就不同, 即随着直线距离的增长阅读时间也增长。对回指词眼动监测结果显示, 不同直线距离中对回指词总注视时间差异显著, 总注视时间, 即包括凝视时间和回扫后花费在该单词上的注视时间。它反映了包含首次和回扫后多次的阅读加工过程。直线距离长, 读者从当前地点到回指地点的去加工回指词时间就长, 即总注视时间就长; 相反, 直线距离短, 总注视时间也就短。这更进一步说明了目标句阅读时间的差异是来自回指解决过程的。同时, 图片判断反应时在两个水平上的差异更直接说明了被试在回指解决进行中的差异, 即直线距离长则需要更长的时间完成回指解决, 反之亦然。三个指标共同说明了空间直线距离对回指解决的影响, 由此可见当空间描述复杂——出现 3 个转弯时, 读者建构的空间情境模型是地图型的, 此时回指解决倾向于通过空间搭桥寻找空间上最短直线距离。

实验 3 发现, 与空间描述简单时所建构的路线

图型空间情境模型不同,空间描述复杂时由于认知资源限制读者很难建立精细的路线型空间情境模型,而是将其概化为俯视视角的地图型空间情境模型。

5 综合讨论

5.1 语篇理解中的路径转弯效应

实验 1 和实验 2 通过不同范式,证实在语篇理解中路径转弯会对读者空间距离的心理表征产生影响,即在含有空间描述的语篇理解中会出现路径转弯效应。实验 1 采用学习探测+回指解决的范式以帮助并确保读者建构起空间情境模型。实验还控制了主人公出发位置与到达位置之间的路径距离(包括类别距离和度量距离),以研究转弯次数对目标句阅读时间的影响。结果表明,不同转弯次数下目标句的阅读时间差异显著。这是以往研究中没有发现的结果,说明此范式下被试阅读关于空间描述的语篇时存在路径转弯效应,表现为随着转弯数的增多目标句的阅读时间增长。

实验 2 在读者自觉建构空间情境模型的纯语篇自然阅读的范式下,以转弯次数为自变量,控制了主人公当前所处地点与回指地点之间的路径距离和直线距离,研究其心理表征的差异。结果表明,当语篇所描述的路线中转弯次数增多时,被试对目标句的阅读时间会显著增长,即纯语篇自然阅读范式下,读者在阅读空间描述语篇时,对空间距离的心理表征亦存在路径转弯效应。综合实验 1 和实验 2 我们发现读者在对空间信息进行表征建构空间情境模型时,路径转弯会对之造成影响,表现为读者对转弯次数较多的路径距离做了过长的估计。据此我们也可以推测语篇理解中,无论是帮助读者建构的空间情境模型还是读者在阅读中自己建立的空间情境模型,都是路线图型的,读者仿佛模拟了主人公的行走路径。在进行回指解决时读者在其空间情境模型基础上进行逆向搜索。

在以往的空间情境模型建构和更新的研究中,不论是采用学习探测+回指解决的范式,还是采用纯语篇自然阅读的范式,都证明了空间距离效应的存在,即随着空间情境模型的不断更新,对通达原来建构的空间模型中的信息就困难(Rinck et al., 1995; Rinck et al., 1998; Rinck et al., 1997; O'Brien & Albrecht 1992; 闫秀梅等, 2007; 闫秀梅等, 2010; 何先友等, 2011)。但是,这些研究都没有涉及到空间距离中的转弯效应。如果说以往的研究发现了语篇阅读中的空间距离效应,那么,我们的研究则是

在此基础上发现了语篇阅读中的路径转弯效应。

5.2 路径转弯对空间距离心理表征影响的趋势和特点

在实验 1 先学习布局图再进行阅读的实验范式中,转弯次数为 0 时目标句阅读时间显著短于其他水平,转弯次数为 1 时目标句阅读时间显著短于转弯次数为 2 和 3 时,转弯数为 2 时与转弯数为 3 时目标句阅读时间之间无显著差异,即表现出 $0 < 1 < 2 = 3$ 的特点。即当路径出现转弯时,目标句的阅读时间显著长于没有转弯的路径,且随转弯次数的增加阅读时间递增,当转弯次数达到 3 时,递增效果不明显。而在实验 2 不学习布局图而只进行自然阅读时,转弯次数为 0~2 时被试对目标句的阅读时间随转弯次数增多而显著增长,当转弯次数增加到 3 时阅读时间比转弯次数为 2 时显著减少,回归到转弯次数为 0 和 1 的水平甚至更低,随转弯次数继续增加,目标句的阅读时间递减,即表现出一个倒转的“V”字型。

分析实验 1 和实验 2 两种不同研究范式下的结果,可以看到,它们之间既有相同的趋势,又有各自不同的特点。其相同的趋势是:路径没有转弯时目标句阅读时间最短,随着转弯次数的增加,目标句的阅读时间也逐渐递增,到 2 个转弯时目标句阅读时间最长,转弯次数超过 2 时目标句的阅读时间不再随之显著增加。根据 Zwaan 于 2004 年提出的浸入式经历者框架(The Immersed Experiencer Frame),语言理解是以语言的输入为线索,通过整合和序列追踪现实经验痕迹,对所描述的事件的身临其境的经历。读者在阅读含有转弯的语篇时,作为一位浸入式的经历者,在 0~2 个转弯范围内,把空间的距离转弯模拟了出来,因此随着转弯次数的增加,读者从目的地逆向搜索到出发地时的时间也就随之增加,并表现出模拟路径转弯的相同趋势。其不同特点是:实验 1 中,语篇描述的转弯增加 3 个时,读者建构空间距离的心理表征的时间不再显著增加,而是与 2 个转弯的心理表征时间没有了显著差异。而在实验 2 中,3 个转弯时,目标句的阅读时间反而出现了显著的下降,回归到初始水平(0 个转弯)。这可能是由于在实验 1 中被试熟记了建筑布局图,借助布局图可以在 3 个转弯处,可以像 2 个转弯处一样顺利进行回指解决。而实验 2 没有了可以依靠的布局图,因此单凭读者纯语篇的阅读理解,在较为复杂的空间描述情况(含有 3 个转弯的语篇)下,被试采取了认知更为经济的策略,运用空间搭桥来回

指解决(详见 5.3 的讨论)。

还有, 实验 1 和 2 与 Sadalla 等(1980)的结果也是不同的, 这是因为 Sadalla 等(1980)的研究范式不同的缘故。他们是通过计算机模拟行走系统来进行实验的, 尽管是虚拟的, 但比起语篇阅读中的心理模拟可能更接近现实。因此在我们的实验中, 路径转弯效应表现在 2 个转弯以内, 而 Sadalla 等(1980)的结果是当路径中出现更多(>7 个)或更少(<2 个)转弯时, 就不出现路径转弯效应。简单地说, 在语篇理解中路径转弯效应在转弯数增加到 2 而非 7 时就出现了回归趋势。可见, 路径转弯次数对空间心理表征产生影响的随材料形式的不同和实验范式的不同而有所不同。

5.3 阅读空间路径转弯复杂语篇的心理机制

学习探测+回指解决范式和纯语篇自然阅读范式中, 读者建构空间情境模型进行回指解决的机制都与语篇所描述的路径复杂程度即转弯次数的多少有关。空间描述简单(本文表现为<2 个转弯)时, 读者建构的空间情境模型为路线图型, 回指解决方式是逆向搜索。但空间描述较为复杂(本文表现为>2 个转弯)时, 读者对目标句的阅读时间不再随着转弯数的增加而增加, 甚至开始下降。为解决这一问题, 在实验 3 利用我们自己创造的动态同步呈现技术, 把空间描述较为复杂的语篇与路线行进结合起来同步呈现, 探讨了路线描述复杂的情况下读者对空间距离表征的心理机制, 即路径转弯次数多时的回指解决方式。实验控制路径距离和转弯次数, 将回指地点与当前地点之间的空间直线距离作为自变量, 更直观地考察了读者回指解决的方式, 即读者是按照既定路线进行逆向搜索还是从空间上寻求最近距离进行解决。结果发现当空间描述较为复杂(>2 个转弯)时, 读者建构的空间情境模型是地图型的, 这种情况下的回指解决倾向于通过空间搭桥寻找空间上最短直线距离。

这符合认知资源有限原理, 认知资源的分配在阅读理解中遵循经济原则, 读者根据所读内容的复杂程度对语篇进行不同层次的建构, 当读者阅读空间描述复杂的语篇时, 由于认知资源的限制, 发现跟踪空间信息去建立精细的路线型空间情境模型非常困难, 于是, 他们便采取更为简捷的方式进行加工。这种简捷的加工就是将语篇建构为俯视视角的地图型空间情境模型, 通过空间搭桥寻找最短的直线距离进行回指解决。据此我们可以认为, 语篇所描述的路径转弯的复杂程度不同(即转弯次数的

多或少), 是读者建构空间情境模型的心理机制有所不同的重要因素。

6 结论

本研究利用不同的研究范式探讨了语篇理解中的路径转弯效应, 结论如下:

(1)读者在建构含有路径转弯的语篇时, 在一定范围内对转弯次数多的路径会做出更长的估计, 即出现了路径转弯效应。读者仿佛模拟了主人公的行走路线, 随着转弯的增多, 空间情境模型的表征随之发生困难。

(2)语篇理解中路径转弯效应的阈限因材料形式和实验范式不同而有所区别, 但总体趋势为当语篇的空间描述简单(转弯次数<2)时, 目标句的阅读时间会随着转弯次数的增多而增长, 但当语篇的空间描述复杂(转弯次数>2)时, 不仅不再出现路径转弯效应, 反而出现了该效应的反转现象。

(3)当阅读空间描述简单的语篇时, 读者建构的空间情境模型是路线图型的, 通过逆向搜索的方式进行回指解决; 当语篇的空间描述复杂时, 读者倾向于建构地图型空间情境模型, 以俯视的视角通过空间搭桥寻找空间最短直线距离进行回指解决。

参 考 文 献

- de Vega, M. (1995). Backward updating mental models during continuous reading of narratives. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 21, 373-385.
- He, X. Y., Yang, H., Li, H. J., Wei, Y. B., & McNamara, D. (2011). Updating the spatial situation model: Effects of cognitive style. *Acta Psychologica Scientia*, 43(11), 1247-1262.
- [何先友, 杨惠, 李惠娟, 魏玉冰, McNamara, D. (2011). 空间情境模型的更新: 认知方式的影响. *心理学报*, 43(11), 1247-1262.]
- Kuipers, B., Teeuei, D. G., & Stakniewicz, B. J. (2003). The skeleton in the cognitive map: A computational and empirical exploration. *Environments and Behavior*, 35, 81-106.
- McNamara, T. P. (1986). Mental representation of spatial relations. *Cognitive Psychology*, 18, 87-121.
- Morrow, D. G., Bower, G. H., & Greenspan, S. L. (1989b). Updating situation models during narrative comprehension. *Journal of Memory and Language*, 28, 292-312.
- O'Brien, E. J., & Albrecht, E. J. (1992). Comprehension strategies in the development of a mental model. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 18, 777-784.
- Foo, P., Warren, W. H., Duchon, A., & Tarp, M. J. (2005). Do humans integrate routes into a cognitive map? Map-versus landmark-based navigation of novel shortcuts. *Journal of*

- Experimental Psychology: the American Psychological Association Learning, Memory, and Cognition*, 31(2), 195–215.
- Rinck, M., Gordon, H., & Bower, G. H. (1995). Anaphora resolution and the focus of attention in situation models. *Journal of Memory and Language*, 34, 110–131.
- Rinck, M., Gordon, H., Bower, G. H., & Wolf, K. (1998). Distance effects in surface structures and situation models. *Scientific studies of reading*, 2(3), 221–246.
- Rinck, M., Haehnel, A., & Bower, G. (1997). The metrics of spatial situation models. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 23(3), 622–637.
- Sadalla, E. K., & Magel, S. G. (1980). The Perception of traversed distance. *Environment and Behavior*, 12, 65–79.
- Wang, W. (2006). *The research on the relation among the travel information source, small-scale spatial ability and environment Spatial distance knowledge in virtual reality* (Unpublished master's thesis). Shanxi Normal University.
- [王雯. (2006). 行走信息资源、小范围空间能力与环境空间距离知识关系的实验研究 (硕士学位论文). 陕西师范大学.]
- Wilson, S. G., Rinck, M., McNamara, T. P., & Bower, G. H. (1993). Mental models in narrative comprehension: Some qualifications. *Journal of Memory and Language*, 32, 141–154.
- Yan, X. M., Mo, L., & Wu, L. M. (2010). The influence of layout complexity on the mental representation of text. *Psychological Science*, 33(2), 425–428.
- [闫秀梅, 莫雷, 伍丽梅. (2010). 空间描述的复杂程度对文本心理表征的影响. *心理科学*, 33(2), 425–428.]
- Yan, X. M., Mo, L., Wu, L. M., & Zhang, J. J. (2007). The representation of spatial distance in text reading. *Acta Psychologica Scientia*, 39(4), 602–610.
- [闫秀梅, 莫雷, 伍丽梅, 张积家. (2007). 文本阅读中空间距离的心理表征. *心理学报*, 39(4), 602–610.]
- Zwaan, R. A., & Oostendorp, V. H. (1993). Do readers construct spatial representations in naturalistic story comprehension? *Discourse Processes*, 16, 125–143.
- Zwaan, R. A., & Radvansky, G. A. (1998). Situation models in language comprehension and memory. *Psychological Bulletin*, 123, 162–185.
- Zwaan, R. A., Langston, M. C., & Graesser, A. C. (1995). The construction of situation model in narrative comprehension: An event-indexing model. *Psychological Science*, 6(5), 292–297.
- Zwaan, R. A., Radvansky, G. A., & Hilliard, A. E. (1998). Constructing multidimensional situation models during reading. *Scientific Studies of Reading*, 2, 199–220.

The Effect of Route-angularity on Spatial Situation Model Constructing in Text

CHEN Jiebin^{1,2}; LU Zhongyi¹

⁽¹⁾ College of Education, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050024, China

⁽²⁾ Department of Education, Hengshui University, Hengshui 053000, China

Abstract

Research on text comprehension is an important part of cognitive psychology, Situation model is considered as the higher level of text representation, so it attracts the focuses of many researchers. The spatial dimension of situation model has been explored most often. Layout-learning & Anaphora resolution is an important way to explore the representation of spatial distance in text comprehension. Our paper explored the rules of distance representation in three experiments and advanced some hypotheses.

In Experiment 1, we used the method of layout-learning & Anaphora resolution while controlling the path distance (including category distance and measure distance) and linear distance, with the number of turns as the independent variables, to examine whether the route-angularity effect occur. During the Experiment1, those who are experimented first should study the layout diagram of the company, and memorize the location of each room and the specific items in each room until they feel they can describe the location of each room and the specific items within the room in detail. During the Experiment1, the observers were first asked to learn the layout diagram of a fictional company, including the specific locations and names of each room. Then a reading comprehensive test was conducted to make sure the observers could remember these details. In Experiment2, we used a pure natural discourse reading test, which was traditionally supposed to construct the spatial situation mode, to determine whether there is still route-angularity effect in discourse comprehension under such a mode, and the whether the effect, if any, was modulated by the complex levels of spatial in description. In the natural discourse reading test, we controlled the path distance and linear distance, with the number of turns as the independent variable, and require the observers first read some discourses relevant to route-angularity, and then

finish the reading comprehension questions directly. Experiment 3 used the mode that the leading character walks synchronous dynamic with the discourse, with the help of eye detecting, forcing the observers follow the leading character's route. Controlling the number of turnings and route distance, with the linear distance between the current location and the anaphora position as independent variable, we aimed to probe the observers' psychological mechanism when they construct spatial situational mode in complex spatial description. The observers were showed dynamic route map while reading the discourses, and after that, they have to judge the mark in the map. The observers' reading time of the target sentences, the total fixation time in anaphora words, and reaction time of judging the mark were recorded.

A hundred and ten college students with normal vision participated, with sixty in Experiment 1 and Experiment 2, with fifty in Experiment 3, respectively. In Experiment 1, we used the method of layout-learning & Anaphora resolution which was explained in the foregoing paragraph. In experiment 2, participants read narratives describing location of a small town, and in each site there was an object. By motion sentences, the participants' attentions were removed from one site to another. Reading times of the following target sentences that refer to objects in one of these site by means of a definite noun phrase can imply whether participants established a spatial representation of text or not. In experiment 3, using eye movement monitoring, display the text and the routes synchronous, forcing the subjects to follow the protagonist in real time, Separated category distance and metric distance and the number of angularity, the results showed that when the category distance and metric distance and the number of angularity were all the same, the Straight-line distance influenced the time of anaphora resolution.

All the data were analyzed with repeated-measure ANOVA. In Experiment 1 and Experiment 2, the general trend is that the observers spent more time on reading the target sentences as the increasing appearances of route-angularity when the discourse spatial description is simple (angularity routes < 2). By contrary, when the discourse spatial description is comparatively complicated (angularity routes > 2), there would be no any trace of the route-angularity effect but instead the reversal effect would appear. In Experiment 3, the Fixation time of the anaphora words was longer when the straight stretch was farther in the complicated spatial condition, and also the time spent on reading the target sentences and the judging time.

Integrated the three experiments, we can prove that route-angularity does effects on distance representation in text comprehension. When the description of location is simple, the spatial situation models which readers constructed were route-chart type, they completed anaphora resolution through reverse searching; when the description is more complex, readers prefer to construct a map-based space situation model, and find the shortest straight line distance through the space bridge.

Key words text comprehension; situation model; spatial distances; route-angularity effect; eye movement