

# 多参照系条件下信息获取方式对绝对方位判断的影响\*

周荣刚<sup>1</sup> 张侃<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>北京航空航天大学经济管理学院,北京 100083) (<sup>2</sup>中国科学院心理研究所脑与认知国家重点实验室,北京 100101)

**摘要** 把参照系整合基础上的绝对方位判断分解成路径获取过程(目标位置信息)、自身定向过程(前行方向信息)和物体定位过程(目标物体相对于参照物体的方位信息),系统地考察了多参照系条件下信息获取方式对该任务的影响。研究以视觉形式呈现空间信息,实验 1a 和 1b 的任务中均包括上述三个过程,前者以地图的形式呈现前行方向信息、后者以语词的形式直接呈现前行方向信息;实验 2 有两个任务,分别独立于路径描述(定位后判断)和自身定位(定向后判断)。所有任务均为目标位置(R0°-前、R45°-左前/右前、R90°-左/右、R135°-左后/右后、R180°-后)×前行方向(北、东南西、斜方向)的组内设计,因变量为正确率和判断时间为主,共有 64 名大学生被试(男女各半)参与实验。发现:0 和 180 位置优势效应、朝北优势效应在所有任务中都很明显;实验 1 和定向后判断任务中存在正方向 R90 位置优势效应;定位后判断时间短于定向后判断时间,但总体所用时间上没有差异。结合信息获取的方式和可能使用到的判断策略,从绝对方位判断的认知结构等方面展开了讨论。

**关键词** 信息获取方式;自我参照;环境参照;绝对方位判断

**分类号** B842.2

## 1 引言

人对空间关系的描述离不开参照系的选择和使用,以“北、东北”等 8 个方位词对特定空间关系进行判断时,是以地球的磁场作为基本参照,这类任务被称为“绝对方位判断(Absolute direction judgments)”,其中以“北、东、南和西”作为方位判断词时则被称为“主方位判断(Cardinal direction judgments)”<sup>[1]</sup>。图 1 是主方位判断研究中采用的典型情境<sup>[1]</sup>:有一空间场景,其中心是一柱形建筑物,柱形建筑物的东、南、西和北处各有一物体,从不同的方向对该场景进行观察或拍摄,左半部分以地图表示观察者前行方向(箭头指向的点即为该场景,箭头另一端所在的点是观察者所在的位置,箭头的指向是观察者观察该场景时的方向),右半部分以照片或 3D 视图的形式表示该场景,典型的实验任务则是判断场景中目标物体在柱形建筑物的哪个方向(如“东”等)。

这种空间关系的表述属于典型的多参照系整合中的主方位判断任务,集中体现了路径发现、自身定向和物体方位辨别这三类空间导航目标<sup>[1-7]</sup>。以图

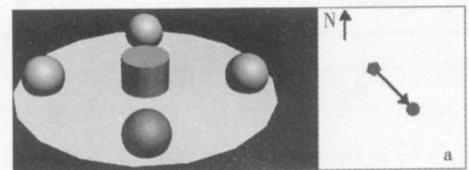


图 1 主方位判断研究采用的典型实验材料  
(地图表示前行方向为东南,所以目标物体在目标物体-柱形建筑物的西北方,深色球形特体为目标物体)

1 为例:空间场景是以观察者的视角予以呈现,对目标物体和参照物体(柱形建筑物)的“感知”符合自我参照框架,这种感知即为路径获取过程,获取的是目标位置或路径信息;以绝对方位词描述观察者前行方向即为自我参照系(以前、后、左前等方位词的使用为特征,如“当你面对……”的实质就是“你的前方是……”)和环境参照系(以东南、西等方位词的使用为特征)的转换或整合(如“面对东南方向”),这是自身定向过程,获取的是前行方向信息;当判断目标物体在参照物体的“西北”方位时,这是以环境为参照的,这种表述是物体定位过程,获取的是目标物体相对于参照物体的方位信息。以往研究表明:目标位置信息和前行方向信息是影响空间

收稿日期:2007-07-29

\*国家自然科学基金资助(30800304)。

通讯作者:周荣刚, E-mail: zhouronggang@gmail.com

方位判断的重要因素,导航绩效会随着参照系中信息的不匹配而下降<sup>[1-14]</sup>,所表现出来的个体差异和群体差异很明显;旋转策略和综合分析策略是判断时采用的两种基本策略<sup>[1, 12-14]</sup>, Gunzelmann 等人<sup>[14]</sup>和 Gugerty 等人<sup>[13]</sup>还针对具体的判断策略结合 ACT-R 模型讨论了相关判断的认知结构。由这些文献来看,当对影响绝对方位的影响因素有了比较充分的理解后,研究越来越关注判断的认知过程。当前对空间信息呈现的方式或信息获取的过程还没有进行深入的研究,而对判断过程的研究则有助于揭示策略形成和使用的规律性特点。本研究针对这一问题,在主方位判断研究的基础上,以绝对方位判断作为实验任务,结合上述判断过程的分析,设置了不同类型的空间信息呈现方式,考察在这些不同的呈现方式下物体方位判断如何受目标位置和前行方向的影响,进而对自我参照和环境参照整合基础上的绝对方位判断过程和及其中可能会使用到的判断策略进行探讨。

表 1 研究中的空间信息呈现方式及实验任务

实验	空间信息获取过程/呈现方式		
	路径获取	自身定向	物体定位
实验 1a		直接提示	
实验 1b		间接提示	
实验 2任务 a			
实验 2任务 b			

注: 表示实验任务的判断过程包括该过程及相应的空间信息,没有用 表示的部分则要求在实验任务前呈现。

表 1 为本研究中所设置的空间信息呈现方式,所有实验采用的均是物体方位判断。实验 1 的判断任务过程包括目标信息获取过程、前行方向识别过程和物体定位过程,主要考察前行方向信息在不同呈现方式(包括:以地图的形式间接呈现和以语词的形式直接呈现)是否会对绝对方位判断造成差异性影响;实验 2 则考察前行方向信息预先获取条件下的物体方位判断(判断过程包括路径信息获取过程和物体定位过程)和路径信息预先获取条件下的物体方位判断(判断过程包括前行方向识别过程和物体定位过程)如何受目标位置和前行方向的影响。

## 2 实验 1a: 间接提示前行方向条件下的物体方位判断

与主要方位判断研究中的同类任务相比,实验 1a 所基于的空间场景较为复杂,实验任务也拓展成

绝对方位判断。

### 2.1 方法

2.1.1 被试 大学本科生 20 名(女 10 人),年龄在 17~22 岁之间( $M = 19.40$  岁,  $SD = 1.08$  岁)。

2.1.2 实验过程、任务和材料 实验为集体施测,每组为 5~6 人。整个实验分为:数字按键练习阶段、场景学习阶段和实验阶段。先进行方位词对应数字按键练习,屏幕出现“北”要求被试按台式机键盘中的小键盘上的数字键 8,其余各对应的关系分别是:9—东北,6—东,3—东南,2—南,1—西南,4—西,7—西北;共有 48 次判断。按键练习后在另一个房间中进行场景学习,其目的主要在于使被试熟悉实验任务:圆柱形空间(以避免外围线索被利用)中一直径为 2.12 米的圆形桌面上有 7 个体积大小相当的物体(图 2),被试站在特定区域内熟悉物体布局(即 7 个物体组成的结构),之后进行任务描述,即要求被试根据前行绝对方向判断场景中某一个物体相对另一物体的绝对方位。当对实验任务理解无误后,被试来到测试房间。实验材料见图 2,其中左半部分为场景照片,右边的地图为判断时的前行方向,任务情境则是“当这幅照片是面对东拍摄而成的时候,请判断夹子在灯泡的哪个方位”(图 2)。

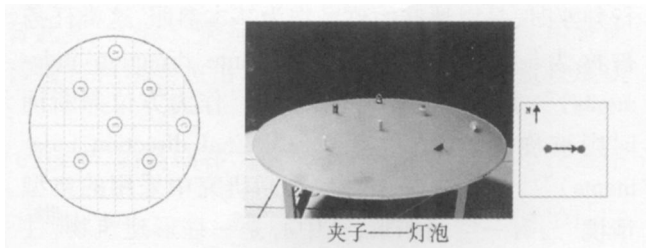


图 2 实验 1a 的场景布局和所用到的实验材料

(实验中呈现的材料为左边的照片和地图,照片每次任务保持一致,由照片下方中物体的名称和右边的地图表示不同的实验任务。照片下方“夹子—灯泡”表示夹子为目标物体、灯泡为参照物体,地图则该照片是面对东方拍摄而成的,所以夹子在灯泡的西北方。场景中物体的布局如图右部分所示,按先上下后左右的顺序,分别为电池、橡皮、锁、木块、胶水、夹子和灯泡。)

前行方向(即假设的前行方向)有北、东北、东、东南、南、西南、西和西北;目标物体相对于参照物体而言,从前到左前,其相对位置有  $0^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $135^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $225^\circ$ 、 $270^\circ$  和  $315^\circ$ 。同一前行方向下,各目标位置上各有 3 次不同的判断(如“电池—橡皮”、“锁—木块”和“胶水—夹子”),所以一次完整的任务共有 192 次判断,刺激材料随机出现。这种完整的判断要进行 2 次,加上 8 次练习,一个被试要

进行 392 次判断,两次判断之间由被试按空格键控制,根据情况可自行稍作休息。每次判断都予以判断正确与否和判断时间的反馈。实验程序由 E-prime 心理学实验软件编制,在计算机屏幕上完成。每个被试大约在 1.5~2 个小时内完成。

**2.1.3 实验设计** 实验为 8(前行方向:东、南、西、北、东北、东南、西南和西北) × 8(目标位置:0°、45°、90°、135°、180°、225°、270° 和 315°) 的被试内设计。因变量为判断时间和正确率。

**2.2 结果**

表 2 实验 1 中前行方向和目标位置对判断正确率 (%) 的影响 ( $M \pm SE$ )

因素	北 /0°	东北 /45°	东 /90°	东南 /135°	南 /180°	西南 /225°	西南 /270°	西北 /315°
实验 1a								
前行方向	95.5 ± 1.0	89.2 ± 1.9	86.0 ± 1.9	86.7 ± 2.2	90.7 ± 1.5	81.7 ± 2.6	86.6 ± 1.6	91.0 ± 1.6
目标位置	89.1 ± 1.8	86.8 ± 2.0	89.7 ± 1.9	87.3 ± 1.9	88.5 ± 1.6	89.9 ± 1.8	86.9 ± 1.6	89.3 ± 1.6
实验 1b								
前行方向	94.8 ± 1.0	89.2 ± 1.9	92.0 ± 1.9	85.5 ± 2.2	89.5 ± 1.5	88.3 ± 2.6	90.2 ± 1.6	90.4 ± 1.6
目标位置	92.8 ± 1.8	88.9 ± 2.0	90.0 ± 2.0	86.9 ± 1.9	92.8 ± 1.6	89.0 ± 1.8	89.9 ± 1.6	89.7 ± 1.6

注:北~西北对应的是前行方向;0°~315°对应的是目标位置。

**2.2.2 判断时间** 以正确判断的所用时间作为统计数据来源:删除所有错误判断的时间后分别剔除每个被试每次完整判断的极值(三个标准差之外),之后以同一刺激前后两次判断时间的平均数计算每一个处理的平均值作为每个被试参与统计的数据单元(如果两次判断中有一两次错误判断或被作为奇异值删除,则以另一次次判断的平均时间作为平均判断时间;每一处理的均值求得方法类似)。

分别对判断正确率和判断时间进行重复测量的方差分析,用 SPSS 11.5 进行统计。

**2.2.1 正确率** 表 2 表示的是前行方向和目标位置对判断正确率的影响,总体而言:前行方向朝北时的判断正确率明显高于其他前行方向条件下的判断正确率。方差分析表明前行方向主效应显著,  $F(7, 133) = 8.94, p < 0.001, MSE = 309.47$ 。多重比较(pairwise comparison)发现前行方向为北时的正确率显著高于其他拍摄条件下的正确率。目标位置主效应和交互作用不显著。

间;(2)总体来说,当目标在 0 位置时判断时间最短,其次是 180 位置;(3)正前行方向和斜前行方向随着目标位置的旋转表现了不同的旋转趋势,315°-270°-225°和 45°-90°-135°这两个旋转序列下斜前行方向条件下判断时间依次递增,而正前行方向条件下目标在 90°和 270°位置时最短。有“正方向 R90 位置优势效应”的趋势。

表 3 实验 1~2 中前行方向和目标位置对判断时间 (ms) 的方差分析表

变异源	df	MSE	F
实验 1a			
前行方向 (8)	7, 133	11493643.34	29.33***
目标位置 (8)	7, 133	14543761.01	8.69***
方向 × 位置	49, 931	9306856.43	2.50***
实验 1b			
前行方向 (8)	7, 133	9196482.11	32.54***
目标位置 (8)	7, 133	9772945.87	11.91***
方向 × 位置	49, 931	2544838.30	2.44***
实验 2			
任务类型 (2)	1, 23	60946349.94	36.52***
前行方向 (3)	2, 46	6999573.46	40.34***
目标位置 (5)	4, 92	7189667.35	18.10***
方向 × 任务	2, 46	4093081.31	0.67
位置 × 任务	4, 92	2731110.99	0.70
方向 × 位置	8, 184	1754320.76	5.20***
方向 × 位置 × 任务	8, 184	1555734.13	1.48

注: \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

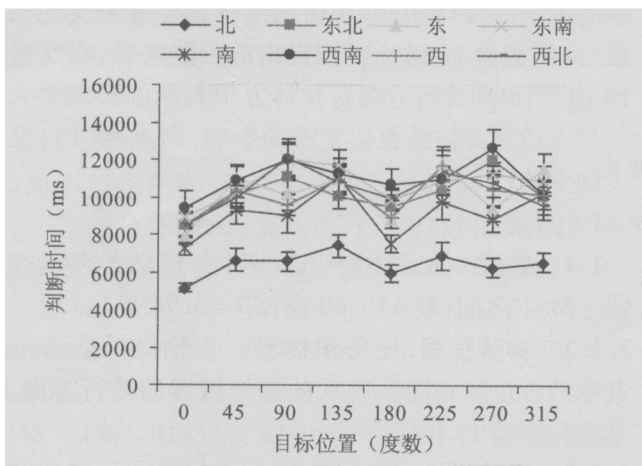


图 3 实验 1a 中不同前行方向下目标位置对判断时间的影响

图 3 为不同前行方向条件下对目标位置判断时间的影响。从中可以看出:(1)前行方向为北时判断时间要明显低于其他前行方向条件下的判断时

方差分析(表3)表明前行方向对判断时间的主效应显著,比较北、东南西和斜方向对判断时间的影响,其均值分别为6427.6ms、9795.0ms和10577.3ms,其中:北<东南西, $t(133)=6.83, p<0.001$ ;东南西<斜方向, $t(133)=2.27, p<0.01$ 。目标位置对判断时间的主效应也显著(表3),对 $R0^\circ$ (0位置)、 $R45^\circ$ (45和315位置)、 $R90^\circ$ (90和270位置)、 $R135^\circ$ (135和225位置)和 $R180^\circ$ (180位置)位置时的判断时间进行比较,其均值分别为:8015.1ms、9840.7ms、10254.4ms、10500.7ms和8915.1ms,其中: $R0^\circ$ 和 $R45^\circ$ 、 $R90^\circ$ 、 $R135^\circ$ 之间的差异明显, $t(133)=3.43, p<0.001$ ;  $R180^\circ$ 和 $R90^\circ$ 、 $R135^\circ$ 之间的差异明显, $t(133)=2.66, p<0.01$ 。通过多元回归分析比较了前行方向和目标位置对判断时间效应的大小<sup>[15]</sup>,结果表明前行方向对判断时间的影响(偏确定系数,即 $R^2=0.079$ )要小于目标位置对判断时间的影响( $R^2=0.126$ )。

前行方向和目标位置间的交互效应显著(表3),在 $R90^\circ$ 时正前行方向(东、南、西和北)和斜前行方向(东北、东南、西南和西北)对判断时间存在不同的影响。采用如下方法对交互效应进行分析:(1)计算正斜前行方向在 $R45^\circ$ 、 $R90^\circ$ 与 $R135^\circ$ 位置时的判断时间差值,记为 $DR45^\circ$ 、 $DR90^\circ$ 和 $DR135^\circ$ ;(2)对 $DR45^\circ$ 、 $DR90^\circ$ 和 $DR135^\circ$ 进行成对比较。结果为: $DR90^\circ>DR45^\circ, t(931)=5.03, p<0.001$ ;  $DR90^\circ>DR135^\circ, t(931)=4.86, p<0.001$ ;  $DR90^\circ$ 和 $DR45^\circ$ 差异不显著。这说明“正方向 $R90^\circ$ 位置优势效应”的趋势很明显。

### 2.3 讨论

实验中强调判断的正确性,所以正确率较高,但不存在判断正确率和判断时间的权衡问题,分析以判断时间为主。与以往研究一样<sup>[1, 7-8, 10, 12, 14]</sup>,前行方向和目标位置依然是影响绝对方位判断的重要因素:朝北优势效应很明显;0和180位置时的优势效应较为明显。但在 $R90^\circ$ 位置时正前行方向(尤其是东、南和西方)和斜前行方向对判断时间表现了截然相反的影响模式,在 $R45^\circ$ 和 $R135^\circ$ 位置时甚至表现出斜前行方向的某些优势趋势(如与西前行方向和东前行方向相比),这一结果本文简要称之为“正方向 $R90^\circ$ 位置优势效应”。这在以往的研究中并没有报告这种现象<sup>[1, 14]</sup>。从实验所基于的情境来看,实验1a的任务由主方位判断拓展为绝对方位判断、空间场景中物体的个数和相应的路径个数增加了,但“正方向 $R90^\circ$ 位置优势效应”究竟是由

哪些因素所引起的则有待进一步考察。

结合前文对物体方位判断过程的“分解”,在实验1a的这种呈现方式下,被试有可能先获取目标位置信息(自我参照框架内),也有可能先获取前行方向信息(环境参照框架内),同时还有可能综合对这两类进行交替或整合性的加工,这与被试使用的策略有关。实验1a发现目标位置效应要大于前行方向效应,可以先假设这与方位判断过程中信息获取的顺序有关:后获取的信息是在已知信息并与之交互的状态下加工的,这就有可能造成先获取的有效信息对实验任务的影响要大于后获取信息对实验任务的影响,或者使重要因素的影响程度减弱。(1)如果这种假设是正确的,即这种现象与加工顺序有关,则可以解释为被试的定位过程是在环境参照框架(地图)内完成的,这就需要先对自我参照框架(照片)的目标位置信息进行加工,因此目标位置效应大;(2)如果与加工顺序无关,目标位置效应大,可以认为是目标位置因素本身的影响程度强所造成的,路径信息的获取过程比前行方向信息的获取要复杂一些,即固有的影响程度要大一些;(3)与上述两者都有关或无关。这种假设和解释有待后续实验的验证。

## 3 实验1b:直接提示前行方向条件下的物体方位判断

与实验1a相比,前行方向信息以语词的形式直接提示,即在一定程度上“人为地”迫使被试先获取该信息,如果目标位置和前行方向对物体方位判断的影响模式与实验1a相比没有发生显著变化的话,按照实验1a讨论中所提出的可能解释,在实验1b中:当出现前行方向对物体方位判断的影响要大于目标位置对物体方位判断的影响,则支持(1),反之则支持(2)。

### 3.1 方法

3.1.1 被试 大学本科生20名(女10人),年龄在17~21岁之间( $M=19.60$ 岁, $SD=0.94$ 岁)。

3.1.2 实验过程、任务和材料 实验材料见图4,其中的方位词和箭头表示的是拍摄者的前行方向,其余与实验1a相同。

3.1.3 实验设计 同实验1a。

### 3.2 结果

处理方式同实验1a。

3.2.1 正确率 表2表示了前行方向和目标位置对判断正确率的影响,总体而言:前行方向朝北时的

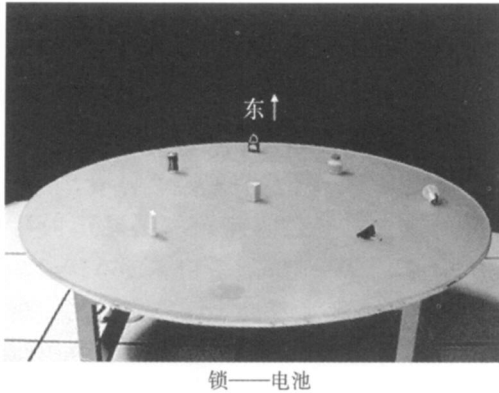


图4 实验1b中的实验材料图样

(图中的语词和箭头“东”表示拍摄者的前行方向为东,所以锁在电池的东南方,其余与实验1a一致)

判断正确率明显高于其他前行方向条件下的判断正确率;总体上目标位置在0和180时判断时间要短。方差分析表明前行方向 ( $F(7, 133) = 5.52, p < 0.001, MSE = 210.90$ ) 和目标位置 ( $F(7, 133) = 2.71, p < 0.05, MSE = 236.25$ ) 的主效应都显著。多重比较 (pairwise comparison) 发现前行方向为北时的正确率显著高于其他拍摄条件下的正确率;对目标位置的主效应进行多重比较没有发现很明显的规律。目标位置主效应和交互作用不显著。正确率都比较高,与实验1a的结果一致。

**3.2.2 判断时间** 图5为不同前行方向条件下对目标位置对判断时间的影响:(1)前行方向为北时判断时间要明显低于其他前行方向条件下的判断时间,其次是前行方向为东、南和西时的判断时间;(2)总体上当目标在0位置时判断时间最短,其次是180位置;(3)斜前行方向和正前行方向随着目标位置的旋转表现了不同的旋转趋势,315°-270°-225°和450°-90°-135°这两个旋转序列下斜前行方向条件下判断时间依次递增的,而正前行方向条件下目标在90°和270°位置时最短。

方差分析(表3)表明前行方向对判断时间的主效应显著,多重比较表明:北 ( $M = 6071.3\text{ms}$ ) < 东南西 ( $M = 8571.9\text{ms}$ ),  $t(133) = 6.07, p < 0.001$ ;东南西 < 斜方向 ( $M = 9858.1\text{ms}$ ),  $t(133) = 4.72, p < 0.001$ 。目标位置的主效应也显著(表3),R0°、R45°、R90°、R135°和R180°位置时的平均判断时间分别为:7369.2ms、8953.0ms、9244.9ms、9768.9ms和7916.5ms,其中:R0°和R45°、R90°、R135°间的差异明显,  $t(133) = 3.63, p < 0.001$ ;R180°和R90°间的差异明显 ( $t(133) = 2.37, p < 0.05$ ),与R45°、

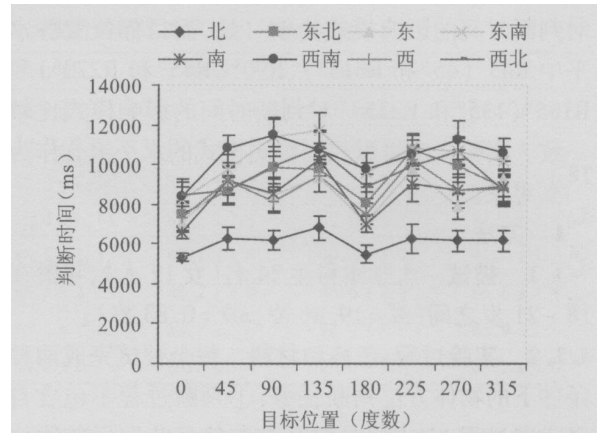


图5 实验1b中不同前行方向下目标位置对判断时间的影响

R135°间的差异也很明显,  $t(133) = 3.04, p < 0.01$ 。整体上看,前行方向信息直接提示的情况下,目标位置和前行方向对绝对方位判断的影响模式跟实验1a相比没有发生实质上的变化。多元回归分析表明目标位置对判断时间的影响 ( $R^2 = 0.162$ ) 要小于前行方向对判断时间的影响 ( $R^2 = 0.389$ )。

前行方向和目标位置间的交互效应也很显著(表3),按实验1a的方法进行分析,结果为:DR90° > DR45°,  $t(931) = 4.60, p < 0.001$ ; DR90° > DR135°,  $t(931) = 2.92, p < 0.01$ ; DR45°和DR135°间的差异不显著。同样说明“正方向R90°位置优势效应”的趋势很明显,说明该效应的存在不会受前行方向呈现方式的影响。

### 3.3 讨论

结合实验1a的结果,可以明显地看出前行方向的呈现方式没有实质性地改变前行方向和目标位置对物体方位判断的影响。以语词且在自我参照框架下表示前行方向,这与实验1a的呈现方式相比更为直接,结合实验1a的假设,则至少可以认为在一定范围内目标位置 and 前行方向对绝对方位判断的影响程度与信息获取的加工顺序有关。

## 4 实验2:目标位置 前行方向信息相继呈现条件下的物体方位判断

按照前文对判断过程的分析,与实验1相比,实验2将从判断过程中分别剥离目标位置信息获取过程和前行方向获取过程,一方面考察和比较这两种方式下目标位置 and 前行方向对判断的影响模式有何变化,另一方面进一步验证目标位置 and 前行方向对绝对方位判断如何与信息加工的顺序相关联。根据实验1的结果可以看出前行方面各水平中非北正方向(东、南和西)和斜方向(东北、东南、西南和西北)

对判断时间的影响模式比较一致,而目标位置各水平中  $R45^\circ$  ( $45$  和  $R315^\circ$ )、 $R90^\circ$  ( $R45$  和  $R270^\circ$ ) 和  $R135^\circ$  ( $135$  和  $R225^\circ$ ) 对判断时间的影响模式比较一致。实验 2 中将以相同影响模式的水平组合作为考察对象。

#### 4.1 方法

**4.1.1 被试** 大学本科生 24 名(女 12 人),年龄在 18~21 岁之间 ( $M = 19.46$  岁,  $SD = 0.83$  岁)。

**4.1.2 实验过程、任务和材料** 每个被试完成两种条件下的物体方位判断任务:判断过程不包含自身定向过程,完成的是前行方向信息获取后的物体方位判断(简称为“定向后判断”),即 800ms 注视符号“+”呈现后出现前行方向信息(图 1 中的照片和地图),当被试确信自己记住后,按空格键呈现目标位置信息(图 1 中的照片及其下方的物体名称),判断时间为出现目标位置信息后到做出判断这段时间;判断过程中不包含路径获取过程,完成的是“定位后判断”,即 800ms 注视符号“+”呈现后出目标位置信息(图 1 中的照片及其下方的物体名称),当被试确信自己记住后,按空格键呈现前行方向信息(图 1 中的照片和地图),判断时间为从出现前行方向开始到做出判断结束。每一任务类型各有 192 次判断条件判断。其他同实验 1。

**4.1.3 实验设计** 分别考察:(1)自身定向过程如何受前行方向信息(根据实验 1 的结果整合成:北、东南西和斜方向)的影响,因变量为自身定向所用时间;(2)路径获取过程如何受目标位置信息(根据实验 1 的结果整合成: $R0^\circ$ 、 $R45^\circ$ 、 $R90^\circ$ 、 $R135^\circ$  和  $R180^\circ$ )的影响,因变量为路径获取所用时间;(3)物体方位判断如何受目标位置、前行方向和信息加工顺序(即任务类型)的影响:2(任务类型:定向后判断和定位后判断)  $\times$  3(前行方向:北、东南西和斜方向)  $\times$  5(目标位置: $R0^\circ$ 、 $R45^\circ$ 、 $R90^\circ$ 、 $R135^\circ$ 、 $R180^\circ$ )的组内设计,因变量为判断时间和正确率。

#### 4.2 结果

分别对路径获取所用时间和自身定向所用时间进行单因素重复测量的方差分析;然后分别对判断正确率和判断时间进行三因素重复测量的方差分析。其他同实验 1。

##### 4.2.1 路径获取所用时间和自身定向所用时间

从图 6 可以看出,对于定位后判断,当目标位置在  $R0$  和  $R180$  时所用时间差不多,都明显短于其他位置时所用时间,在  $R135$  位置时路径获取所用时间最长;对于定向后判断,当前行方向为北时自身定向

所用时间最短,前行方向为斜方向时最长。单因素重复测量方差分析表明:目标位置对路径获取所用时间的主效应显著,  $F(4, 92) = 9.86, p < 0.001$ , pairwise comparison 比较发现:  $R0^\circ = R180^\circ < R90^\circ = R45^\circ < R135^\circ$  (“=”表示差异不显著,“<”表示其两端任何两个水平之间差异都明显);前行方向对定向所用时间的主效应显著,  $F(2, 46) = 18.44, p < 0.001$ , pairwise comparison 比较发现:北 < 东南西 < 斜方向。另外还可以看出,路径获取所用时间要比自身定向所用时间长, $t$ 检验表明二者差异显著,  $t(23) = 5.68, p < 0.001$ 。路径获取所用时间和自身定向所用时间,一方面与其自身任务(识别路径或进行前行方向的判断)的难易程度有关,另一方面与被试对后续任务特点(如复杂程度等)的认识有关。在这样一种情况下,路径获取所用时间和前行方面所用时间表现出来的模式均符合典型的目标位置和前行方向效应。

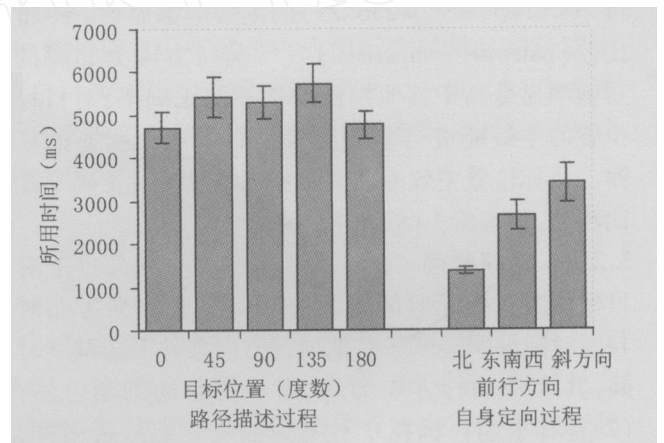


图 6 实验 3 中路径获取所用时间和自身定向所用时间

**4.2.2 正确率** 表 4 表示的是两种任务条件下前行方向和目标位置对判断正确率的影响,总体而言:定位条件下的判断正确率高于定向条件下的判断正确率;前行方向朝北时的判断正确率明显高于其他前行方向条件下的判断正确率;目标位置为  $R0$  时的判断正确率高于其他位置条件下的判断正确率。方差分析表明:任务类型主效应显著,  $F(1, 23) = 5.76, MSE = 337.46, p < 0.05$ , 定位后判断正确率明显高于定向后判断正确率;前行方向主效应显著,  $F(2, 46) = 16.75, MSE = 113.13, p < 0.01$ , 多重比较发现北前行方向时的正确率显著高于其他方向下的正确率;目标位置的主效应显著,  $F(4, 92) = 2.94, MSE = 150.62, p < 0.05$ , 多重比较没有发现规律性发现;所有交互效应均不明显。

表 4 实验 2 中两种任务条件下前行方向和目标位置对判断正确率 (%) 的影响 ( $M \pm SE$ )

判断过程	因素	R0°	R45°	R90°	R135°	R180°	合计
定位后判断	北	94.4 ± 2.6	95.8 ± 1.5	95.1 ± 1.9	95.1 ± 2.4	93.1 ± 1.5	94.7 ± 1.9
	东南西	94.0 ± 2.0	87.0 ± 2.7	88.0 ± 2.0	88.4 ± 2.3	91.7 ± 2.0	89.8 ± 2.2
	斜方向	94.9 ± 2.3	89.1 ± 1.9	87.3 ± 2.3	84.9 ± 1.7	93.1 ± 1.6	89.8 ± 2.0
	合计	94.4 ± 2.2	90.6 ± 2.0	90.1 ± 2.1	89.5 ± 2.1	92.6 ± 1.7	91.5 ± 2.0
定向后判断	北	94.4 ± 3.3	91.0 ± 2.8	88.2 ± 3.3	93.1 ± 2.8	90.3 ± 3.7	91.4 ± 3.2
	东南西	88.4 ± 2.2	84.5 ± 2.1	85.4 ± 2.7	88.2 ± 2.0	86.6 ± 2.8	86.6 ± 2.4
	斜方向	89.2 ± 2.2	85.6 ± 2.8	85.2 ± 2.1	83.9 ± 2.4	88.5 ± 1.9	86.9 ± 2.3
	合计	90.7 ± 2.5	87.0 ± 2.6	86.3 ± 2.7	88.4 ± 2.4	88.5 ± 2.8	88.2 ± 2.6

#### 4.2.3 判断时间 数据整理方式同实验 1。

图 7 表示了不同任务判断条件下前行方向和目标位置对判断时间的影响。从中可以明显地看出:

- (1) 定位后的判断时间要短于定向后的判断时间;
- (2) 无论哪种任务类型,朝北优势效应明显,总的来看前行方向对判断时间的影响模式可表示为:北 < 东南西 < 斜方向;
- (3) 对于定向后的判断任务,正前行方向在 R90 位置条件下的判断时间要短于 R45° 和 R135 位置条件的判断时间,而斜前行方向时,从 R45 到 R90 再到 R225 判断时间是一个逐渐增加的过程。

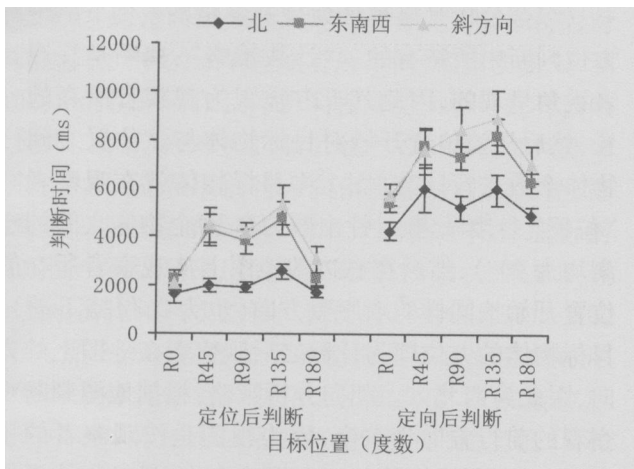


图 7 实验 3 中目标位置和前行方向对不同判断任务类型的影响

重复测量方差分析完全支持这些结论。任务类型、前行方向和目标位置主效应均显著(表 3)。Pairwise Comparisons 比较发现:北、东南西和斜方向两两之间均在 0.001 水平上存在差异;R45 和 R90° 位置间的判断时间差异不显著、二者均与 R180 在 0.01 水平差异显著,其余两两之间均在 0.001 水平下存在差异。前行方向和目标位置之间的交互效应显著(表 3),按实验 1 的方式比较了 R90 时正前行方向和斜前行方向对判断时间的不同影响,结果发现:对于定位后判断,DR90°、DR45 和 DR135° 之间

差异不明显,不存在“正方向 R90 位置优势效应”;对于定向后判断,DR90° > DR45°,  $t(184) = 4.21, p < 0.001$ ; DR135° > DR45°,  $t(184) = 0.86, p < 0.001$ ,说明“正方向 R90 位置优势效应”比较明显。通过多元回归分析对前行方向和目标位置效应的大小进行比较,结果表明定位后的判断任务中目标位置对物体方位判断的影响 ( $R^2 = 0.140$ ) 要略大于前行方向对物体方位判断的影响 ( $R^2 = 0.132$ )、而对于定向后的判断任务来说则是前行方向效应 ( $R^2 = 0.084$ ) 大于目标位置效应 ( $R^2 = 0.074$ )。

4.2.4 完成任务共需时间 以 3 (前行方向:北、东南西和斜前行方向) × 5 (目标位置:R0°、R45°、R90°、R135 和 R180) × 2 (实验任务类型:定位后判断和定向后判断) 整理完成任务共需时间(即路径获取所用时间和定位后判断时间之和与自身定向所用时间和定向后判断时间之和)数据,重复测量方差分析表明判断共用时间之间差异不显著,  $F(1, 23) = 0.889, p > 0.05$ 。

#### 4.3 讨论

在完成的任务共需时间上两种任务之间没有明显的差异,但定位后判断中路径获取所用时间显著长于定向后判断中自身定向所用时间,而判断时间恰好相反,这一定程度上说明:这两种呈现方式不会对判断过程中信息加工的总量造成影响;参照系整合过程中目标位置信息加工所用时间要长于前行方向信息加工所用时间。

平均水平上目标位置和前行方向对绝对方位判断的影响在定向后判断和定位后判断中均符合各自的典型影响模式。但“正方向 R90 位置优势效应”只是在定向判断中比较明显,这可能说明该与判断过程中目标位置的加工关系更为密切,当在目标位置已获取(定位后判断)的情况下,所有前行方向在 R90 位置时均会表现优势效应(相对于 R45 位置和 R135 位置而言),进而暗示判断中路径知识的获取

过程造成了“正方向 R90 位置优势效应”。

关于效应大小,定位后判断任务使路径获取过程独立于任务判断过程,使物体定位过程中目标位置信息的加工早于前行方向信息的加工,所以目标位置对物体方位判断的影响要大于前行方向信息对方位判断的影响;定向后判断任务中自身定向过程中前行方向效应的加工早于目标位置信息的加工,所以前行方向对物体方位判断的影响要大于目标位置对物体方位判断的影响。这也与实验 1a 中的解释一致。

## 5 总讨论

上述实验以正确率和判断时间作为因变量,所采用的任务是参照系整合条件下的绝对方位判断,与相对方位判断相比较难且过程复杂。实验过程中均有足够的说明和练习,且以“成绩是根据正确率和判断速度两个方面来衡量的,在尽量保证判断正确的前提下,判断得越快越好”指示被试进行判断,所有实验条件下判断正确率都比较高,均不存在判断正确率和速度之间的权衡问题, Gunze mann 等人<sup>[14]</sup>的研究也表明了这一点。因此后文中的数据分析和相关讨论以时间变量为主。讨论将主要结合研究围绕判断过程(策略)及相关内容展开。

### 5.1 信息呈现方式和判断策略

多参照系条件下的绝对方位判断涉及到空间导航任务的多个属性,是一项较为复杂的任务,在判断过程中所使用到的策略也多有不同。为了便于进行后续相关讨论,先结合本研究中可能被使用到的判断策略进行说明。

根据以往研究,绝对方位判断中使用到的策略有心理旋转和综合分析两类,通过口语报告的方法,研究发现前者有客体旋转(Array/Object Rotation)和视角旋转(Viewer Rotation)两种,后者有“计数策略(Counting Strategy)和“朝向分析策略(Heading-Referencing Strategy)”<sup>[12-14]</sup>。表 5 为 Gunze mann 等人<sup>[14]</sup>和 Gugerty 等人<sup>[13]</sup>的研究中相关策略的使用情况。

为了简化描述,可以结合图 1 对这两类策略进行说明。客体旋转和视角旋转均以视觉表象为基础,是单一参照系下空间定向任务中常采用的心理操作方式,研究的比较多<sup>[14, 16]</sup>。前者想象空间场景在旋转,观察者的视角保持不变,而后者旋转的对象则是观察者的视角。在多参照系条件下的绝对方位判断中,“客体旋转”策略的过程是:挪移 3D 视图到

地图,挪移时视图的上方正对着地图中箭头指向(即观察者的前行方向),所以整个视图顺时针旋转了 135°;故而可判断目标物体则在参照物体的西北方。“视角旋转”策略,则首先判断观察者前行方向与北朝向相比顺时针旋转了 135°,所以视图中的场景也应作相应的旋转,这样目标物体就转到参照物体左上角的位置,而此时视图本身则被看作成 North-Up 地图,所以目标物体则在参照物体的西北方。可以看出这里的视觉旋转实际上也包括了视图的旋转,因此这种策略也被称为“视图优先旋转策略”,而“客体旋转”则被称为“地图优先旋转”。

表 5 文献 [13] 和文献 [14] 中所报告的判断策略

多参照系条件下 绝对方位判的策略		文献 [13]		文献 [14]
		飞行员	大学生	大学生
旋转	客体旋转	1	1	12
	视角旋转	2	0	-
综合	计数策略	-	-	4
	朝向分析	6	2	-
朝向分析 + 视角旋转		1	3	-

注:飞行员和大学生是指参加实验的被试。

综合分析策略被认为是多参照系条件下的绝对方位判断中所特有的。“计数策略”:视图是按观察者视角呈现的,因此其下方被视为观察者所在的位置,然后从该位置开始对目标物体与该位置之间的物体个数进行计数(图 1 中目标物体就在观察者的“位置”上,因此顺时针个数为 0,两个物体之间的距离均为 90°),然后在右边的地图上从观察者所在的位置开始按同样的顺序数方向(也为 0,保持不动),目标物体的方位即为计数之后观察者在地图上的方向,因此为西北方。朝向分析策略:根据地图判断观察者的前行方向为东南,因为视图是按观察者的视角呈现的,所以视图的上方即为东南,目标物体正好在视图的下方,因此可以判断其在参照物体的西北方。

本研究中的任务均为物体方位判断任务,但目标位置和前行方向信息的呈现方式和顺序有所不同:实验 1 的判断任务中均涉及到路径知识获取和前行方向获取过程,前行方向信息呈现的方式不同;“定向后判断”任务中只包括前行方向获取过程;“定位后判断”任务中只包括路径知识获取过程。本研究所基于的视图场景比以往研究都较复杂一些,依照上述描述,这些策略依然可以适用于本研究中采用的任务,表 6 总结了本研究各任务中可能会



使用到的策略。直接和间接呈现前行方向信息在判断时间上没有明显的差异,定向后判断和定位后判断在总时间上也没有明显差异,因此一定范围内信息的呈现方式或过程会直接影响策略的使用,但对总体上的判断绩效不会产生影响。Gunze mann等人<sup>[14]</sup>也认为客体旋转和计数策略在形成和使用的认知过程上会有所差别,但判断绩效上的差异不明

显。从表 4也可以看出 Gunze mann等人<sup>[14]</sup>的研究和 Guger ty等人<sup>[13]</sup>的研究在策略使用的种类和数量上都有所不同:前者的研究中有 75%的被试使用到旋转策略,而后者只有 25%的被试使用旋转策略。这一方面可能与实验中使用到的材料有关,另一方面与研究的技术和方法也有关联,这反映了多参照系条件的绝对方位判断中策略使用的复杂性。

表 6 研究中关于影响因素效应和可能使用到的策略小结

任务类型	判断中可能会使用到的策略	北方向优势效应	0 和 180 位置优势效应	正方向 R90° 位置优势效应	影响程度大的因素
实验 1a	综合分析、旋转策略		R0° < R45°、R90° 和 R135°		目标位置
实验 1b	朝向分析	北 < 东南西 <	R180° < R90° 和 R135°	存在	前行方向
定向后判断	朝向分析、视角旋转	斜方向	R0° < R180° < R45°、R90°	且明显	前行方向
定位后判断	综合分析、旋转策略		和 R135°	不存在	目标位置

## 5.2 目标位置和前行方向对判断的影响

前行方向反映的是环境参照和自我参照匹配的程度或整合的过程,朝北优势效应和主方位效应明显,与以往的研究较为一致。目标位置效应反映的是自我参照对绝对方位判断的影响,目标物体与观察者视角一致时,判断绩效好于目标在其它位置时的判断。通过回归分析发现前行方向和目标位置对各情境下判断的影响程度有所不同,根据实验 1b和实验 2的结果可以认为影响程度的大小可能与该因素被加工的顺序有关。加工顺序的问题也即判断中以特定方式先获取前行方向信息还是目标位置(即路径描述)信息的问题,同时该问题也同样能折射出判断中被试所采用的判断策略,所以:如果影响程度大小的比较确实能够反映出这两类信息被加工的顺序,那么影响程度大小的比较在一定范围内可用于解释或体现策略的使用。比如实验 1a和定位后判断中占主导的可以是视角旋转策略,而实验 1b和定向后判断中占主导的可以是朝向分析策略。另外,实验 2的结果可以表明获取目标位置信息的时间比获取前行方向信息的时间要长,这种信息加工所需资源的不对称性有可能也会影响目标位置影响程度的大小。

以上均为整体上前行方向和目标位置影响绝对方位判断的模式。就二者的交互效应来看,正方向 R90° 位置优势效应是本研究中一个重要发现。以往的多数主方位判断研究中均发现前行方向和目标位置的交互效应,但从实验结果看不出这种趋势;以绝对方位判断作为实验任务, Gunze mann等人<sup>[14]</sup>(实验 1)也发现目标位置和前行方向对绝对判断的

影响模式比较复杂,从其报告的结果来看,使用客体旋转方式时,存在正方向 90° 位置优势效应的趋势,不过他们没有明确地对这一现象进行整理和验证。

那出现这一现象的原因是什么呢?周荣刚等人<sup>[12]</sup>认为这一现象与判断中策略使用的复杂程度有关,比如:在一组被试中有的使用旋转策略,而另一些使用综合分析策略;可能的策略转换,即同一被试对于不同的问题情境(比如正前行方向和斜前行方向)使用不同的策略。该研究训练被试只使用视角旋转策略,结果发现正方向 90° 位置优势效应依然存在,这与 Gunze mann等人(实验 1)的结果一致<sup>[14]</sup>。综合来看,可以认为正方向 90° 位置优势效应存在于绝对方位判断任务中,策略的使用与该效应有关,其内部机制则有待进一步探讨。

## 5.3 类属空间关系和数量空间关系

Kosslyn等人<sup>[17,18]</sup>认为类属空间关系表征(categorical spatial representation)和数量(坐标)空间关系表征(metric/coordinate spatial representation)是人们进行视觉空间关系识别时常采用的两种编码系统。前者以等量级的方式表征客体空间关系的一般特征(如连接的/非连接的、上/下、左/右、内/外);后者以分量级的方式表征客体空间关系的差异性特征(如距离的精确比较)。神经心理学的研究发现大脑左半球要比右半球更善于识别类属空间关系,而右半球则更善于判断数量空间关系。Huttenbcher等人<sup>[19-21]</sup>也认为空间关系是在特异或精细(particular/fine-grain)表征和类属表征这两个水平上被加以表征的:如果表征是精确的,则这两个水平上的信息完全是整合的;反之则需要结合两个水平所

提供的信息做出估计。Huttenlocher等人<sup>[19~21]</sup>的研究证明了空间类属的存在,即人对空间位置的估计趋向于是特定几何空间的中心(类属空间的原型)。周荣刚等人<sup>[22]</sup>的研究表明融合了这两类编码系统的视觉空间关系判断任务(比如Huttenlocher等人<sup>[19~21]</sup>采取的空间位置记忆任务)在一定情境下会适于揭示实际中的导航任务。这种融合在绝对方位判断中有所体现,Gugerty等人<sup>[13]</sup>认为使用的策略不同,所倚重的表征系统也有所不同。旋转策略中,旋转的角度信息更适合以数量空间关系的表征方式贮存在短时记忆中,而以类属空间关系的表征方式用于判断目标物体的方位;综合分析策略(尤其是朝向分析策略)中,直接用“北、东、南和西”和“东北、东南、西南和西北”这8个方位类属对观察者进行综合性的前行和物体方位判断,因此倚重的是类属空间关系表征。但类属空间关系表征比数量空间关系表征要简单、相应的任务也更容易,如果按照Gugerty等人<sup>[13]</sup>的解释,使用朝向分析策略时的判断绩效要好于使用旋转时的判断绩效,而目前缺少这方面的支持,如实验1b没有表现出与实验1a的明显优势。所以Gugerty等人<sup>[13]</sup>的解释还是局部的,反映不出多参照系整合与这两类表征系统的关系。

Wickens认为规范或偏爱方向(canonical/preferred orientation)是人们对空间进行心理表征的一个很重要的特征<sup>[6]</sup>。空间记忆的研究中也强调“规范位置”效应,目标在“上、下、左和右”或“前、后、左和右”等规范位置时,无论是物体搜索还是物体定位都表现出优势效应<sup>[23~24]</sup>。在此基础上,周荣刚等人<sup>[1]</sup>以“上(前)北下(后)南,左西右东”作为“规范性框架”来解释参照系下的绝对方位判断。这个规范性的框架可以视为参照系整合基础上的类属空间参照。当要判断的空间信息与该类属不匹配时,就需要同时使用数量表征系统和类属表征系统进行整合。这种情况下无论是旋转策略还是综合分析策略都会或多或少地借助于这两类表征系统。借用规范性框架或类属这一概念至少能解释目标位置效应和前行方向效应。比如研究中发现的斜方向R90°位置与非规范位置相比并没有表现出优势效应(也即“正方向R90°位置优势效应”),这可以解释为规范位置对判断的影响受规范方向的抑制,当然这有待验证。

#### 5.4 绝对方位判断的ACT-R模型

ACT-R是Anderson等人<sup>[25]</sup>提出的一种有关人

类认知结构和工作的理论模型。从结构模型来看,ACT-R有基本模块(Modules)、缓冲(Buffer)和产生式系统(Production system)组成。模块有感知-运动模块(Perception-motor modules)、记忆模块(Memory modules)和目标模块(Goal modules)。感知-运动模块负责系统与外界的联结,ACT-R 5.0中展示了视觉和操作这两个较为完善的方面;目标模块则需负责整合个体意图和外界刺激以达成特定的目标状态;记忆模块有陈述性知识和程序性知识,前者如“北的对面是南”、“上北下南”等一些事实,后者则与诸如“河内塔”等这样的产生式规则或过程有关。缓冲则负责迭代性地激活这些模块以触发产生式规则的生成,以实现产生式系统与这些模块之间的双向联结。

在目前的主方位判断任务中,都涉及到了ACT-R 5.0中的这几本模块:3D视图和地图为视觉模块,用数字键或鼠标进行判断为操作模块,陈述性知识模块为与空间方位判断所需要的常识性知识构架如“上北下南、左西右东”,程序性知识构架如特定的判断策略。Gunzelmann和Anderson等人<sup>[14]</sup>结合对判断策略的详细分析,逐一分解了“计数策略”和“视觉旋转策略”的使用步骤,确定了绝对方位判断的ACT-R模型,发现了实验数据能和模型数据能比较好的匹配。在这基础上,Gugerty等人<sup>[13]</sup>结合类属空间关系表征,在“朝向策略”的ACT-R模型中增加了VSTM(视觉短时记忆)缓冲。ACT-R在绝对方位判断中的成功应用为对理解绝对方位判断过程中的认知结构提供了一个可操作的途径,可以为后续的研究提供启示,比如本研究只有实验1a在信息呈现的方式上与Gunzelmann等人<sup>[14]</sup>和Gugerty等人<sup>[13]</sup>的任务类似,那么空间信息呈现方式的不同如何体现在ACT-R模型中?另外研究中发现的“正方向90°位置优势效应”也没有在Gunzelmann等人<sup>[14]</sup>的ACT-R模型中体现出来,这依然是值得后续关注的问题。

#### 参 考 文 献

- 1 Zhou R G, Zhang K. The Cardinal Direction Judgments in Integrating Environmental and Egocentric Reference Frames. *Acta Psychologica Sinica*, 2005, 37(3): 298~307  
(周荣刚,张侃.自我参照和环境参照整合过程中的主方位判断,《心理学报》,2005,37(3):298~307)
- 2 Gugerty L, Brooks J. Reference-frame misalignment and cardinal direction judgments: Group differences and strategies. *Journal of experimental psychology: Applied*, 2004, 10(2): 75~68

- 3 Aretz A J. The design of electronic map displays Human Factors, 1991, 33 (1): 85 ~ 101
- 4 Klatzky R. Allocentric and egocentric spatial representations: Definitions, distinctions, and interconnection In Freksa, C., Habel, C., Wender, K. (Eds.), Spatial cognition: An interdisciplinary approach to representing and processing spatial knowledge (1 ~ 17). New York: Springer, 1998
- 5 Avraamides M, Loomis J, Klatzky R L, Golledge R G. Functional equivalence of spatial representations derived from vision and language: Evidence from allocentric judgments Journal of Experimental Psychology: Human Learning, Memory & Cognition, 2004, 30: 801 ~ 814
- 6 Wickens C D, Hollands J G. Engineering psychology and human performance (3rd). 2000, New Jersey: Prentice Hall
- 7 Yang J Z, Zhou R G, Zhang K. The Training Effect and Direction Effect on Spatially Cardinal Direction Judgments Psychological Sciences, 2004, 27 (6): 1322 ~ 1325  
(杨家忠,周荣刚,张侃. 空间主方位判断的训练和方位效应. 心理科学, 2004, 27 (6): 1322 ~ 1325)
- 8 Zhou R G, Zhang K. Direction Judgments Based on Integrating Reference Frames in Imagination Chinese Journal of Ergonomics, 2005, 11 (2): 7 ~ 12  
(周荣刚,张侃. 基于参照系整合的想象空间方位转化判断. 人类工效学, 2005, 11 (2): 7 ~ 12)
- 9 Gugerty L, deBoom D, Jenkins J C. Keeping north in mind: How navigators reason about cardinal directions Proceeding of the IEA 2000/HFES 2000 Congress, 2000, 1: 148 ~ 151
- 10 Zhou R, Yang J, Zhang K. Training-related difference in cardinal direction judgments based on integrating reference frames 2003, Proceedings of IEA2003, Seoul, Korea
- 11 Gugerty L, Brooks J. Seeing where you are heading: Integrating Environmental and egocentric reference frames in cardinal direction judgments Journal of experimental psychology: Applied, 2001, 7 (3): 251 ~ 266
- 12 Zhou R, Zhang K. Impact of Mental Rotation Strategy on Absolute Direction Judgments: Supplementing Conventional Measures with Eye Movement Data In: Jacko J. (Ed.). Human ~ Computer Interaction, Part III, HCII 2007, LNCS 4552, 789 ~ 798
- 13 Gugerty L, Rodes W. A cognitive model of strategies for cardinal direction judgments Spatial Cognition and Computation, 2007, 72 (2): 179 ~ 212
- 14 Gunzelmann G, Anderson J, Douglass S. Orientation Tasks Involving Multiple Views of Space: Strategies and Performance Spatial Cognition and Computation, 2004, 4 (3): 209 ~ 256
- 15 Guo Z G (Eds.). Statistic methods in social science——application of SPSS Beijing: Renmin University Press, 1999 (郭志刚. 社会统计分析方法——SPSS软件应用. 北京:中国人民大学出版社, 1999)
- 16 Wraga M, Creem S H, Proffitt D R. Updating displays after imagined object and viewer rotations Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition 2000, 26(1): 151 ~ 168
- 17 Kosslyn S M, Chabris C F, Marsolek C J, Koenig O. Categorical versus coordinate spatial relations: Computational analyses and computer simulations Journal of Experimental Psychology: human perception and performance, 1992, 18 (3) : 562 ~ 577
- 18 Baker D P, Chabris C F, Kosslyn S M. Encoding categorical and coordinate spatial relations without input ~ output correlations: New simulation models Cognitive Science, 1999, 23(1): 33 ~ 51
- 19 Huttenlocher J, Hedges L V, Duncan S. Categories and particulars: Prototype effects in estimating spatial location Psychological Review, 1998: 352 ~ 376
- 20 Huttenlocher J, Hedges L V, Vevea J L. Why do categories affect stimulus judgment? Journal of Experimental Psychology: General, 2000, 129: 220 ~ 241
- 21 Huttenlocher J, Hedges L V, Corrigan B, Crawford L E. Spatial categories and the estimation of location Cognition, 2004, 93 (2): 75 ~ 97
- 22 Zhou R G, Zhang K. Visual spatial relations judgment based on clue. Acta Psychologica Sinica, 2004, 36 (2) : 127 ~ 132 (周荣刚,张侃. 基于线索的视觉空间关系判断, 心理学报, 2004, 36 (2) : 127 ~ 132)
- 23 Franklin N, Tversky B. Searching imagined environments Journal of Experimental Psychology: General, 1990, 119(1): 63 ~ 76
- 24 Mou W, Zhang K, McNamara T P. Frames of reference in spatial memories acquired from language Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition, 2004, 30, 171 ~ 180
- 25 Anderson J R, Bothell D, Byrne M D, Douglass S, Lebiere C, Qin Y. An integrated theory of the mind Psychological Review, 2004, 111: 1036 ~ 1060

## How Information Presentation Affect Absolute Direction Judgments Based on Spatial Reference Frames

ZHOU Rong-Gang<sup>1</sup>, ZHANG Kan<sup>2</sup>

<sup>(1)</sup> School of Economics and Management, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100083, China)

<sup>(2)</sup> State Key Laboratory of Brain and Cognitive Science, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

### Abstract

People cannot maintain his/her orientation or specify a spatial location without using, at least basically, a frame of reference. Egocentric reference frame and allocentric/exocentric reference frame are used most coordinately and frequently for the purpose of successful navigation. Many recent studies have focused on how and why misalignment and target position relative to reference object affect cardinal direction judgments. In these studies, participants see a north-up map indicating one observer's heading relative to a ground target, which was presented as camera scene with corresponding forward view. A typical task is to determine the cardinal direction between two objects in the scene. They have reported 0° (up) and 180° (bottom) advantage effect and mismatch effect. However these studies have little consideration about information processing and many of them only use cardinal direction task. In the current study, we defined three types of navigation components: specifying paths from reference object to target object (route specifying), identifying one's own heading (heading identifying), and determining the direction of the target object in the scene (direction determining). We aimed to investigate whether different component's processing could influence the aforementioned effects on absolute direction judgment. Different information presenting orders were used in corresponding experiments.

Two within-subject experiments were conducted. Participants were asked to use a map/direction-word to determine the absolute direction (i.e., North, Northeast) between two objects in a visual scene. Information processing in Exp. 1 contained all three components with heading presented in a map in Exp. 1a and direction-word (i.e., Southeast) in Exp. 1b. Exp. 2 contained two kinds of task with one route specifying component (Task-R) and the other heading identifying component (Task-H). Each task was presented on a computer screen and had 8 target position (0° up, 45° (R45°), 90° (R90°), 135° (R135°), 180°, 225° (R135°), 270° (R90°), and 315° left-up (R45°)) and 8 heading (North (N), Northeast (NE), East (E), Southeast (SE), South (S), Southwest (SW), West (W), Northwest (NW)). Participants used the number pad on the keyboard to show directions, for example pressing 8 for N and 9 for NE. Accuracy and response time were collected by E-prime as judgment performance. A total of 64 college students participated in this study to complete three trials (64 problems per trial). Repeated measures statistical analysis was used.

The main finding could be summarized as follows: (1) the North direction advantage effect was found for all tasks and the pattern could be described as  $N < E / S / W < \text{Non-canonical direction}$  ( $<$  means shorter response time, and  $/$  means no significant difference); (2) the response time was shortest at the 0° up position (except for Exp. 1a and 1b where no significant difference was found between 0° and 180° bottom position) and the advantage effect at 180° bottom position was more evident for Task-H and Task-R (i.e.,  $R180^\circ < R45^\circ; R90^\circ$  and  $R135^\circ$ ) than for Exp. 1a and 1b (i.e.,  $R180^\circ < R90^\circ$  and  $R135^\circ$ ); (3) the Canonical direction-R90° advantage effect, which means the left/right position advantage effect depends on the canonical direction, was found for Exp. 1a and 1b and Task-H. This effect was first reported in our studies.

In absolute direction judgment, the traditional effect patterns have not changed by different ways to present information components. However the current findings, especially the discovery of Canonical direction-R90° advantage effect, would help shed light on the understanding of cognitive structure for absolute direction judgments. Future work should pay more attention to cognitive strategies for this new effect. Our work could be applied to personnel selection and training, and designing interface display for navigation assistance.

**Key words** absolute direction judgment; egocentric reference frame; allocentric reference frame; information presentation