

自我参照和环境参照整合过程中的主方位判断*

周荣刚^{1, 2} 张侃¹

(¹中国科学院心理研究所工程心理学实验室,北京 100101) (²中国科学院研究生院,北京 100039)

摘要 通过三个实验证明,自我参照和环境参照转化与整合过程中的主方位判断受拍摄方向和目标位置的影响。二者对主方位判断的作用模式不会随主方位判断任务的改变而改变,拍摄方向效表现为:朝北效应(匹配效应)和主方位效应,体现的是自我参照和环境参照整合过程中环境参照对主方位的影响;目标位置效应的认知加工时间模式可表示为:前-后轴 <左-右轴 <其他位置,体现的是自我参照和环境参照整合过程中自我参照对主方位的影响。该文以规范轴和规范方向为框架对数据结果进行了分析和解释。

关键词 主方位判断,自我参照,环境参照,方位效应,位置效应。

分类号 B842

1 前言

空间方位参照是物理空间在认知空间中方位关系的表达和反映,是一种立体的、抽象的、深层的认知结构。人们对空间物体的位置和方向的判断或说明必须借助于某一参照体系。区分参照体系的方法很多,其中最为常用是把参照系区分为自我参照体系(又称自我参照框架, egocentric reference system or egocentric reference frame)和环境参照体系(又称环境参照框架, environmental reference system or environmental reference frame)^[1~3]。自我参照系对空间位置和方向的说明基于观察者自身坐标,即以身体的剖切面分为前-后轴、左-右轴和上-下轴,这种认知结构映射到语言空间里,基本标志就是以“上、下、前、后、左、右”方位词对方位进行判断,可称之为相对方位判断。比如当行车于一十字路口时被告知往左拐或往右拐,此时该言语表达者就是以行车间的朝向为方向参照点的,依据的是自我参照体系。环境参照系对空间位置和方向的说明与观察者自身坐标无关,依据的线索为环境中的诸如路标等特征,一般来说基于环境参照系的方位判断为绝对方位判断。环境参照系有两种基本标志方法,比如既可以说“北京位于北纬 40 度东经 116 度”,也可以说“北京在天津的北边”,其中以“东、西、南、北”方位词进行的方位判断称为主方位判断(cardinal direction

judgments),主方位判断与语境中的观察者和言语表达者都没有关系。目前单独以环境参照系为对象的研究较少,少数主要体现在语言系统中水平方位的主方位判断(Cardinal direction judgment,即东、西、南、北)上^[1];关于自我参照框架和相对方位的研究较多,得出了比较一致的结论,即:上-下轴比前-后轴更突出,前-后轴比左-右轴更为突出^[4];就水平方位来说,存在明显的方位效应:判断时间模式为前 <后 <左 = 右,即被试对自身前方物体的搜索或定位要快于对身后物体的搜索或定位,而对自身左边或右边物体的搜索或定位最慢^[5~7]。空间方位判断时,有时要依据多个参照系,这在陌生的环境中表现突出。Aretz^[8]的研究表明当自我参照和环境参照需要转化或整合时,相对方位判断(如左转、右转等)速度减慢。比如驱车在一个陌生城市的路口,借助地图(环境参照)确定是左转还是右转才能到达目的地时,车前进的方向是北方的情况下的判断要比车前进的方向是南方的情况下的判断要快,因为面北的时候自我朝向(自我参照)和地图(环境参照)是一致的。导航辅助界面,如 track-up 地图和视觉移动显示(visual momentum display),可以有效提高此类方位判断绩效^[8],但是这种辅助界面对自己参照和环境参照整合过程中的主方位判断(比如交通调控中心的操作员通过监控镜头判断拥堵量大的车流方向)效果不明显^[9]。Gugerty 等

收稿日期:2004-11-24

*国家自然科学基金项目(30270465)和中科院院长基金(JHJ02013)资助。

通讯作者:张侃, E-mail: zhangk@psych.ac.cn, 电话: 010-64837096

人^[3,9,10]研究表明主方位判断比相对方位判断困难,判断有效性要低。在他们的实验中,屏幕左边的空域地图上有箭头连接的两点,箭头指向的点为目标地,另一点假设为飞机所在的位置,箭头表示飞机飞行的方向,在飞往目的地的过程中从飞机上对一停车场进行拍照,停车场中心有一帐篷,正东、南、西、北方各有一泊位,其中只有一个泊位有车停放。拍摄的照片(3D图)以拍摄时的方向(FFOV, forward field of view)呈现在屏幕的左边,要求被试根据所提供的信息判断有车泊位在帐篷的东、南、西、北哪个方向。在这一任务中,停车场是以观察者为中心(自我参照)拍摄的、空域图属环境参照,任务可称为基于环境参照的自我参照系中的主方位判断。Gugerty等人的结果证实了其关于不同参照系的转化和整合是造成主方位判断较难的原因这一假设,发现主方位判断中存在失匹配效应(misalignment effect)和主方位效应(cardinal direction advantage effect);在判断过程中人们经常使用的是非旋转的分析策略。

根据Klatzky^[11]、Wickens^[12]、Guerty和Brooks^[3]人的看法,空间导航有三个顶层目标,分别是:发现路径,即描述出发地和目标地的路径;自身定位,对自身方位进行辨别;物体定位,辨别环境中物体之间的位置关系。相应地,结合研究中具体使用的实验任务,主方位判断也可分为三个过程或部分:(a)目标物体相对于参照物体的位置描述,比如,目标物体可置于参照物体的前、后、左前等位置,这是一种最基本的路径知识;(b)观察者前行方向的绝对方位判别(具体到实验来说,即判别该照片是面对哪个方向拍摄而成的),这是自身定位的一种方式;(c)目标物体相对于参照物体的绝对方位判别(具体到实验来说,即判断目标物体在中心建筑物的哪个方向),这是以绝对参照系对环境中物体之间的关系进行定位,是物体定位的一种方式。

Gugerty等人的研究中实验任务为基于环境参照的自我参照系中的主方位判断,具体来说,是根据过程a的信息(即照片中目标物体相当于参照物体的位置信息)和过程b的信息(拍摄方向)判断过程c的信息,其结果发现过程b的信息也即拍摄方位是影响主方位判断的重要因素。至于过程a则没有考察。而在有关图形知觉的研究中,Rock总结到对图形的理解取决于图形的哪个部分为“上”,与该方向同行与否会影响对图形的理解^[13]。McNamara等人^[2,6,14,15]在空间记忆的研究中,把主体以空间参照

系来学习空间布局的过程与主体确定某物体或图形上方进行类比,认为主体是以物体布局自身结构作为空间记忆的参照系统,这一系统尤其受视角或想象视角的影响:当目标物体与视角或想象视角一致时,即目标物体在参照物体的前方,判断绩效要好于不一致时的判断绩效。可见在Gugerty等人的研究中过程a的信息(即照片中目标物体相当于参照物体的位置信息)也可能和过程b的信息(拍摄方向)一样是影响主方位判断的重要因素。实验1采用基于环境参照的自我参照系中的主方位判断任务回答了这一问题。

Gugerty等人的研究实际上是通过拍摄方向(过程b的信息)效应来考察自我参照和环境参照匹配与否对主方位判断的影响。具体来说,朝北效应的存在实际上是人类知识经验长期积累的结果,进而形成“上(前)北下(后)南,左西右东”这一方位框架,这一框架体现了自我参照和环境参照的匹配,同等条件下在这一框架内所进行的方位判断要易于非该框架内的判断。但是拍摄方向效应和实验1中可能存在的目标位置效应是否会随着主方位判断任务的不同而发生改变?实验2对此进行了检验。具体任务是要求被试根据过程a的信息(目标在照片上的位置)和过程c的信息(目标物体相对于参照物体的绝对方位)判断过程b的信息(拍摄方向),和实验1的任务是一对逆过程,相应地可称之为基于自我参照的环境参照系中的主方位判断。实际生活中这种任务也是常见的,比如:侦察人员掌握一些案犯的场景照片,根据照片中的一些线索(如光线)能容易判断某物体的方位,据此判断拍摄该照片时拍摄人所面对的方位,这有利于获得更多破案线索。

在以上两个任务中,观察者前行绝对方向和拍摄方向是一致的,对基于环境参照的自我参照系中的主方位判断来说,其过程可假设有:根据地图获知拍摄方向也即前行绝对方向(过程c1)和根据拍摄方向判断过程c的信息(过程c2);而对基于自我参照的环境参照系中的主方位判断来说,其过程则有:根据目标物体相对于参照物体的绝对方向判断自身前行绝对方向也即拍摄方向(过程b)。过程c2和过程b所进行的信息加工量是一致的。如果实验1的任务和实验2的任务在完成时间上没有显著的差异则可以说明过程c1对主方位判断的影响是较小的。由于实验1和实验2最初的设计在任务刺激上没有完全对等,因此在实验3中通过简化任务对此进行了比较。这一问题的回答有助于更多了解主方

位判断的信息加工过程和更加全面地了解参照系整合条件下的主方位判断的一般过程和特点,同时也可以为今后对主方位判断策略方面的研究提供基础。

2 实验 1 基于环境参照的自我参照系中的主方位判断

2.1 方法

2.1.1 被试 大学本科男生 26 名,平均年龄为 20.9 岁(17~22 岁)。

2.1.2 实验过程、材料和任务 采用 Gugerty 的实验范式。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。先进行按键练习,屏幕出现“东”要求被试用右手食指按小键盘上的数字键 6;中指按 8 为北、无名指按 4 为西、中指按 2 为南,共作 16 次判断。接着呈现模拟任务情景的描述:一个重要停车场中央建筑物的东、南、西和北方各有一泊位,其中只有一个泊位有车;为更好地完成任务轰炸任务,一架侦察机事先从不同方位对该停车场进行了拍照。之后被试观察图例和任务说明,按空格键后开始练习。

呈现的材料如图 1,黑色背景下屏幕右边呈现的是地图,其中箭头起始处的五角方块设为飞机、所指方向的圆点为停车场、箭头为飞机飞行的方向,在该方向上对该停车场进行拍照,拍摄的照片(3Dmax 制作的示意图)按拍摄者拍摄时看到的场景(FFOV)呈现在屏幕中间。被试的任务是判断有车泊位(红色圆球表示)在中心建筑物的东、南、西还是北方,判别方法如按键练习。实验强调被试要在保证判断正确的前提下提高判断的速度,每次判断都提供反馈(包括判断对或错和判断所用的时间)。

拍摄方向有北、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° 、 45° 、 90° 、 135° 、 180° 、 225° 、 270° 和 315° 。正方位条件下(图 1a),拍摄方向为北、东、南

和西,而目标可在 0° 、 90° 、 180° 和 270° 中任何一个位置;非正方位条件(图 1b)下,拍摄方向为东北、东南、西南和西北,而目标可在 45° 、 135° 、 225° 和 315° 中任何一个位置。因此就每个拍摄方向拍成的照片来说,每个位置上的泊位各可作目标刺激一次(即东、西、南和北各一次),所以一次完整的任务共有 32 次判断,刺激材料随机出现。这种完整的判断要分别进行三次,加上 8 次练习,一个被试要作 104 次判断,两次判断之间由被试按空格键控制的,根据情况可自行稍作休息。实验为两个 4(拍摄方向) \times 4(目标位置)被试内设计,分别是 4(拍摄方向:北、东、南和西) \times 4(目标位置: 0° 、 90° 、 180° 和 270°)和 4(拍摄方向:东北、东南、西南和西北) \times 4(目标刺激的位置: 45° 、 135° 、 225° 和 315°),两种情况下的刺激交替呈现。因变量为判断所用时间和正确率。

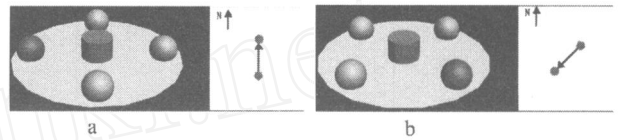


图 1 基于自我参照的环境参照系中的主方位判断的刺激图样

a 为正方位条件, b 为非正方位条件。依 a 和 b 所示,拍摄该场景时所面对的是西南方,所以目标刺激(深色,真实刺激为彩色、3D 制作)在中心建筑物的北边。

2.2 结果

进行初步有效数据整理,一人完成任务困难,中途退出,两人正确率较低(就全部实验刺激而言,正确率小于 40%),有效被试数据为 23 人。分别对正确率和判断时间进行分析。统计分析所用软件为 SPSS 11.5。

2.2.1 正确率 从表 1 可以看出,当拍摄方向为北和南时主方位判断的正确率比其他方位的正确率要高,在 135° 和 225° 时正确率最低,而其他方位的正确率比较一致;就目标位置而言,当目标物体在 0° 和 180° 时,判断正确率要高于其它位置上的判断正确率。

表 1 实验 1 中不同拍摄方向和目标位置下的主方位判断平均正确率 (%) ($M \pm SE$)

变量	正方位					变量	非正方位				
	0°	90°	180°	270°	合计		45°	135°	225°	315°	合计
北	98.6 \pm 1.4	100 \pm 0	97.1 \pm 2.0	95.7 \pm 2.4	97.8 \pm 0.9	东北	95.7 \pm 2.4	91.3 \pm 3.1	79.1 \pm 6.9	89.9 \pm 4.4	89.1 \pm 3.4
东	91.3 \pm 4.8	84.1 \pm 5.1	92.8 \pm 2.9	87.0 \pm 4.1	88.8 \pm 2.9	东南	75.4 \pm 6.7	71.1 \pm 6.0	78.3 \pm 6.5	68.1 \pm 7.1	73.2 \pm 4.9
南	95.7 \pm 3.2	91.3 \pm 3.1	92.8 \pm 2.9	92.8 \pm 3.6	93.1 \pm 2.1	西南	63.8 \pm 6.6	85.5 \pm 5.5	69.6 \pm 7.2	76.8 \pm 6.8	73.9 \pm 5.0
西	92.8 \pm 2.9	87.0 \pm 3.5	97.1 \pm 2.0	85.5 \pm 5.1	90.6 \pm 2.2	西北	91.3 \pm 3.1	81.1 \pm 5.5	94.2 \pm 7.8	89.9 \pm 3.9	89.1 \pm 2.6
合计	94.6 \pm 1.9	90.6 \pm 2.0	95.0 \pm 1.5	90.2 \pm 2.1		合计	81.5 \pm 3.1	82.2 \pm 4.1	80.4 \pm 2.8	81.2 \pm 3.5	

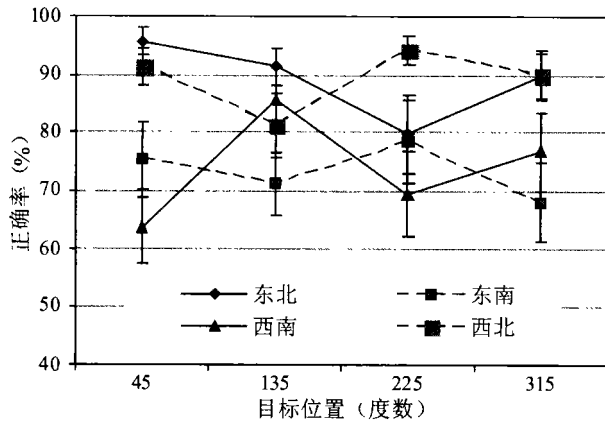


图 2 实验 1 中非正拍摄方向下目标位置对判断正确率的影响

重复测量的方差分析(表 2)表明,正方位条件下和非正方位条件下的拍摄方向主效应都显著,分别比较两种条件下的主效应(pairwise comparison)发现:北 > 东 = 南 = 西;东北 = 西北 > 东南 = 西南

表 2 实验 1 中不同条件下正确率和判断时间的方差分析表

变异源	正确率 (%)			判断时间 (ms)		
	df	MSE	F	df	MSE	F
拍摄方向 (北、东、南和西)	3, 66	385.71	3.68*	3, 66	4712033.77	11.39**
主方位 目标位置 (0°、90°、180°和 270°)	3, 66	263.85	2.21	3, 66	3279014.67	6.67**
拍摄方向 × 目标位置	9, 198	174.68	1.15	9, 198	2591470.24	3.18**
拍摄方向 (东北、东南、西南和西北)	3, 66	883.94	8.43**	3, 66	3005850.76	8.86**
非主方位 目标位置 (45°、135°、225°和 315°)	3, 66	555.28	0.09	3, 66	3938614.18	3.55*
拍摄方向 × 目标位置	9, 198	378.76	3.71**	9, 198	2711628.35	2.24*

注: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ 。

拍摄方向对主方位判断时间的影响见图 3,从中可以看出存在:(1)匹配效应或朝北优势效应:拍摄方向为北时环境参照和自我参照完全匹配,主方位判断时间最短;(2)主方位效应:拍摄方向为东、南和西的时候,主方位判断时间非常接近,且少于东南、西北、东南和西南时的主方位判断时间;(3)次匹配效应:拍摄方向为东北和西北时主方位判断时间要短于东南和西南时主方位判断时间。重复测量方差分析(表 2)表明:正方位条件下和非正方位条件下,拍摄方向对判断时间的主效应均显著,分别比较两种条件下的主效应(pairwise comparison)发现:北 > 东 = 南 = 西;东北 = 西北 > 东南 = 西南(“=”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)。

图 4 表示的是目标位置对主方位判断时间的影响,从中可以看出目标位置影响判断时间的模式是:目标在 0 和 180°时,判断时间要短于目标在 90 和

(“=”表示差异不显著,“>”表示其两端任何两个水平之间差异明显)。非正方位条件下对于判断正确率,拍摄方向和目标位置的交互效应显著,从图 2 可以看出东南和西北对正确率的影响模式比较一致,而东北和西南对正确率的影响模式比较一致,但本文认为这有待于今后研究的进一步验证。目标位置主效应和其他交互效应不显著。正方位条件下的判断正确率($M = 92.5\%$)要高于非正方位条件下的判断正确率($M = 81.34\%$),相关样本 t 检验表明二者间差异显著, $t_{(22)} = 3.56, p < 0.01$ 。

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,先删除同一处理三次判断都错的判断时间(占总数据的 2.53%),其次删除奇异值(判断时间超过 15 秒),然后以三次判断时间的平均值作为统计单元。

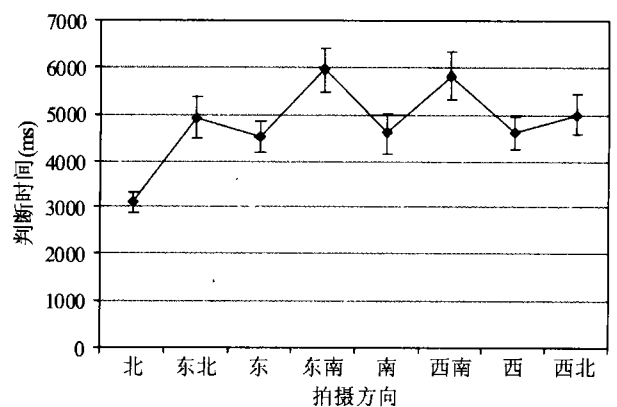


图 3 实验 1 中拍摄方向对主方位判断时间的影响

270 时的判断时间;45 和 315 时判断时间最长。方差分析(表 2)表明:正方位条件下和非正方位条件下,目标位置对判断时间的主效应均显著,分别比较两种条件下的主效应发现:0°=180°<90°=270°;135°=225°<45°=315°(“=”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)。

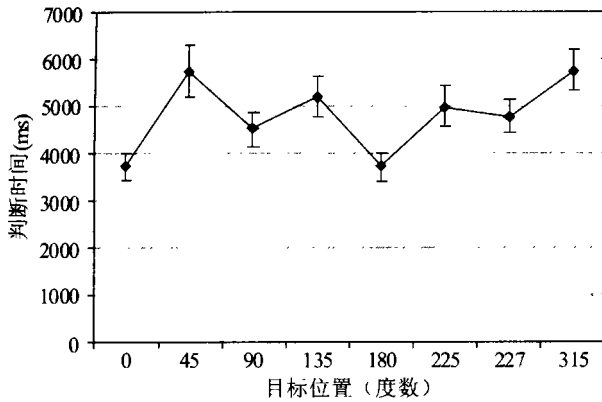


图 4 实验 1 中目标位置对主方位判断时间的影响

t 检验表明非正方位条件下判断时间 ($M = 4241.9\text{ms}$) 要显著长于正方位条件下的判断时间 ($M = 5423.5\text{ms}$), $t_{(22)} = 4.17, p < 0.01$ 。从表 2 可以看到正方位条件下和非正方位条件下拍摄方向和目标位置间的交互效应均显著, 结合对主效应的比较, 考察拍摄方向组合和目标位置组合有利于揭示二者是如何影响主判断时间的: 正方位条件下拍摄方向组合 (北和东-南-西) 和目标位置组合 ($0^\circ - 180^\circ$ 与 $90^\circ - 270^\circ$) 不存在交互作用 (图 5), $F(1, 22) = 0.26, MSE = 340000.5, p > 0.05$; 非正方位条件下拍摄方向组合 (东北-西北与东南-西南) 和目标位置组合 ($45^\circ - 315^\circ$ 与 $135^\circ - 225^\circ$) 间也不存在显著的交互效应 (图 6), $F(1, 22) = 645805.0, MSE = 1.05, p > 0.05$ 。

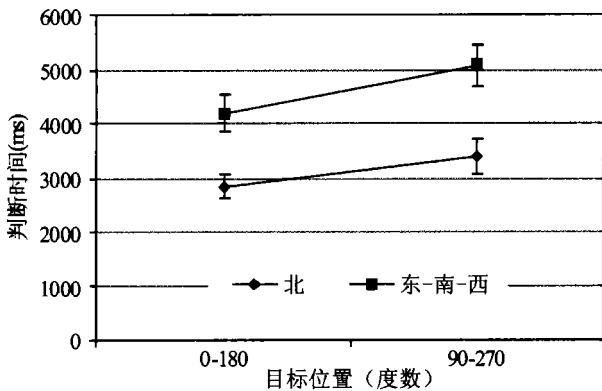


图 5 实验 1 中正方位条件下目标位置对主方位判断时间的影响
注: 东-南-西为拍摄方向东、南和西条件下的平均判断时间; $0^\circ - 180^\circ$ 目标位置为 0 和 180 条件下的平均判断时间; $90^\circ - 270^\circ$ 目标位置为 90 和 270 条件下的平均判断时间。

为进一步了解判断时间如何受拍摄方向和目标位置的何影响, 对拍摄方向轴 (北-南轴、东-西轴、东北-西南轴和西北-东南轴) 和目标位置轴

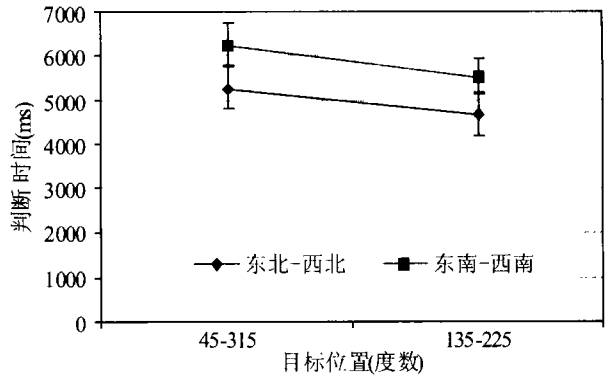


图 6 实验 1 中非正方位条件下目标位置对主方位判断时间的影响

注: 东北-西北, 拍摄方向为东北和西北条件下的平均判断时间; 东南-西南, 拍摄方向为东南和西南条件下的平均判断时间; $45^\circ - 315^\circ$ 目标位置为 45 和 315 条件下的平均判断时间; $135^\circ - 225^\circ$ 目标位置为 135 和 225 条件下的平均判断时间。

($0^\circ - 180^\circ$ 轴、 $90^\circ - 270^\circ$ 轴、 $45^\circ - 225^\circ$ 轴和 $315^\circ - 135^\circ$ 轴) 进行了比较。就拍摄方向轴而言: 北-南轴 < 东-西轴, $F(1, 22) = 33.91, p < 0.001$; 东-西轴 < 东北-西南轴, $F(1, 22) = 6.70, p < 0.05$; 东-西轴 < 西北-东南轴, $F(1, 22) = 6.57, p < 0.05$; 东北-西南轴 = 西北-东南轴, $F(1, 22) = 0.79, p > 0.05$ 。结合对主效应的比较, 可以认为北、东北和西北分别是北南轴、东北-西南轴和西北-东南轴上的优势方向, 而东-西轴上东西均不存在优势效应。就目标位置轴来说, $0^\circ - 180^\circ$ 轴 < $90^\circ - 270^\circ$ 轴, $F(1, 22) = 58.24, p < 0.001$; $90^\circ - 270^\circ$ 轴 < $45^\circ - 225^\circ$ 轴, $F(1, 22) = 4.36, p < 0.05$; $90^\circ - 270^\circ$ 轴 < $315^\circ - 135^\circ$ 轴, $F(1, 22) = 5.20, p < 0.05$; $45^\circ - 225^\circ$ 轴 = $315^\circ - 135^\circ$ 轴, $F(1, 22) = 0.38, p > 0.05$ 。其中 225 和 135 上的判断时间要短于各自所在轴另一位置上的判断时间。

从以上结果可以看出, 拍摄方向和目标位置均影响基于自我参照的环境参照系中的主方位判断, 相比较而言拍摄方向对该任务的影响要大于目标位置对其影响。就拍摄方向而言, 存在朝北效应 (匹配效应) 和主方位效应, 与以往的研究比较一致。目标位置效应的存在则说明, 对该任务的完成受实验时被试视角的影响, 也即源于自我参照框架的信息对判断时间的影响表现出一定的规律性: 当目标物体相对于参照物体的位置与视角同向时, 判断时间最短; 正方位条件下判断成绩好于非正方位条件下的判断。另外, 实验结果提示以拍摄方向轴和目

标位置轴对分析结果加以解释也是可取的。总之,实验 1 的结果表明目标位置(过程 a 的信息)和拍摄方向(过程 b 的信息)都是影响主方位判断的因素。目标位置和拍摄方向对主方位判断的影响模式是否会随着主方位判断任务类型的变化而变化?实验 2 为基于自我参照的环境参照系中的主方位判断(和实验 1 的任务是一对逆过程),对此进行了回答。

3 实验 2 基于自我参照的环境参照系中的主方位判断

3.1 方法

3.1.1 被试 同实验 1,实验 1 完成之后,休息 5 到 10 分钟,然后进行此实验。

3.1.2 实验过程、材料和任务 假定的情境是:某一停车场,其中心有一柱形建筑物,其四周各有一泊位,泊位可以在中心建筑物的东、西、南和北,也可在中心建筑物的东北、东南、西南和西北。从东、南、西、北中某个方位拍摄的照片如图 7,目标泊位边上的文字表示该泊位相对于停车场的方位,被试的任务是据此判断拍摄该照片时所面对的方位。判别方法如实验 1。

相对参照物体来说,目标物体在照片上有 8 个位置,即 0°(前)到 315°(左前)、依次顺时针增加 45°;每个位置上的目标刺激相对于中心建筑物的东、西、南和北方各一次,所以一次完整的任务共有 32 次判断,刺激材料随机出现。这种完整的判断要分别进行三次,加上 8 次练习,每个被试作 104 次判

断,两次判断之间由被试按空格键控制的,根据情况可自行稍作休息。实验采用 4(拍摄方向:北、东、南和西)×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。

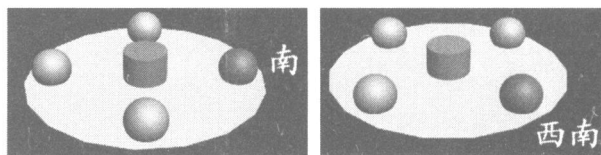


图 7 基于自我参照的环境参照系中的主方位判断的刺激图样
右图表示为目标刺激在建筑物的南边、左图表示为目标刺激在建筑物的西南方,右图和左图均为面北拍摄而成,即拍摄方位为北(3D制作,为彩色)。

3.2 结果

进行初步有效数据整理,一人完成任务困难,中途退出,两人正确率较低(低于 40%),故有效被试数据为 23 人。对三次完整判断(共 96 次)的数据进行分析。

3.2.1 正确率 表 3 为各处理条件下判断正确率的情况,从中可以看出拍摄方向为北时正确率要明显高于其他拍摄方向下的判断正确率;目标位置为 0 和 180 时,正确率要高于其他位置下的正确率。方差分析(表 4)表明拍摄方向和目标位置主效应均显著,分别比较主效应发现:判断为北的正确率显著高于判断为东、南和西的正确率;而目标位置为 45° 时正确率明显低于主目标位置(0°、180°、90°和 270°)下的正确率。拍摄方向和目标位置间不存在交互效应。

表 3 实验 2 中不同处理条件下的主方位判断平均正确率(%) ($M \pm SE$)

变量	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	合计
北	97.1 ± 2.0	94.2 ± 2.7	95.7 ± 3.2	94.2 ± 4.5	97.1 ± 2.0	92.8 ± 4.7	88.4 ± 5.8	89.9 ± 3.9	93.7 ± 2.7
东	91.3 ± 3.8	76.8 ± 5.7	84.1 ± 6.6	84.1 ± 5.5	91.3 ± 3.1	82.6 ± 5.9	92.8 ± 4.2	85.5 ± 4.1	86.1 ± 2.4
南	91.3 ± 4.3	84.1 ± 5.5	88.4 ± 4.0	91.3 ± 5.2	98.6 ± 1.5	82.6 ± 4.6	89.9 ± 4.9	91.3 ± 3.8	89.7 ± 2.8
西	91.3 ± 3.8	79.7 ± 5.8	91.3 ± 3.8	85.5 ± 4.6	91.3 ± 3.1	82.6 ± 5.1	88.5 ± 3.1	85.5 ± 5.5	87.0 ± 3.0
合计	92.8 ± 2.4	83.7 ± 3.7	89.9 ± 3.3	88.8 ± 3.8	94.6 ± 1.6	85.1 ± 3.6	89.9 ± 4.5	88.0 ± 3.0	

表 4 实验 2 中不同条件下正确率和判断时间的方差分析表

变异源	正确率(%)			判断时间(ms)		
	df	MSE	F	df	MSE	F
前行方向(8)	3, 66	517.40	4.15**	3, 66	4178818.3	11.92**
目标位置(8)	7, 154	497.23	2.39*	7, 154	5363626.4	15.80**
拍摄方向×目标位置	21, 462	239.71	1.00	21, 462	2929401.7	1.78*

注: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ 。

3.2.2 判断时间 数据初步整理的方式与实验 1 一样。不同拍摄方向条件下目标位置对主方位判断时间的影响见图 8。从图中可以看出有：匹配效应明显，即判断拍摄方向为北时在位置上判断时间都要短于其他拍摄方向下的判断时间；就目标位置来看，(1)前-后轴效应：目标在 0 和 180 时主方位判断时间差异不大，但都低于目标刺激在其他位置时主方位的判断时间；(2)左-右轴效应：目标在位置 90 和在位置 270 时主方位的判断时间差异不大，但都显著低于目标在位置 45°、135°、225 和 315 时主方位的判断时间，而位置 45°、135°、225 和 315° 下判断时间差异不明显。

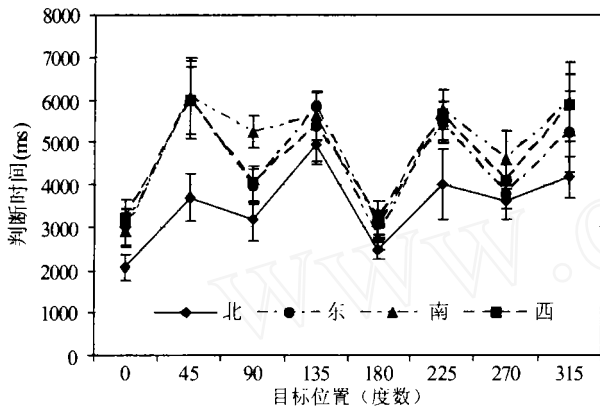


图 8 实验 2 中不同拍摄方向条件下目标位置对主方位判断时间的影响

重复测量方差分析的结果支持了这两种效应的存在，表 4 表明拍摄方向和目标位置的主效应都显著，进一步多重比较主效应发现： $M_{前-后轴(0°+180°)}$ (2847.1ms) < $M_{左-右轴(90°+270°)}$ (4058.8ms) < $M_{非主轴(45°+135°+225°+315°)}$ (5351.9ms) (目标在“+”所连接的位置时主方位判断所用时间差异不显著，括号内为平均判断时间，“<”表示在 0.05 水平下差异显著)；而拍摄方向为北时判断时间最短。由于位置 45°、135°、225 和 315° 下判断时间没有明显差异，因此没有再对 45°-135 轴和 315°-225 轴进行比较。方差分析虽然表明拍摄方向和目标位置的交互效应达到显著，但是从图 8 并不能看出有效的交互模式，因此并没有做更多的分析。

实验 1 和实验 2 的结果表明拍摄方向和目标位置都是影响主方位判断的重要因素，二者的影响模式不受主方位判断任务类型的影响，对基于环境参照的自我参照系中的主方位判断也表现出朝北效应、前-后轴和主位置轴效应。但是判断绩效是否

也不受任务类型的影响？实验 1 和实验 2 采用的任务虽然是一对逆过程，但由于刺激材料不完全对等且完成的顺序也没有平衡，因此不宜直接比较。实验 3 简化了任务，旨在通过比较正方位条件下基于自我参照的环境参照系中的主方位判断和基于环境参照的自我参照系中的主方位判断考察二者之间是否存在差异。

4 实验 3 基于自我参照的环境参照系中的主方位判断和基于环境参照的自我参照系中的主方位判断比较

4.1 方法

4.1.1 被试 中国农业大学和北京林业大学的本科生 22 名 (女生 10 名)，平均年龄为 20.21 岁 (18~21 岁)。

4.1.2 实验过程、材料和任务 每个被试需要完成两种类型的主方位判断。为更好地比较二者，与实验 1 和实验 2 相比，对任务进行了简化，被试只完成正方位条件下的判断 (刺激图样见图 1a 和图 7 左半部分)。每种类型的判断任务都需要完整地完成任务三次和四次练习，所以一个被试一共要作 (4 + 16 × 3 + 4 + 16 × 3) 次判断。一半被试 (男女各半) 先完成基于自我参照的环境参照系中的主方位判断 (即任务 B)，再完成基于环境参照的自我参照系中的主方位判断 (即任务 C)；另一半被试则相反。其他同实验 1 和实验 2。实验为 4 (拍摄方向：北、东、南和西) × 4 (目标位置：0°、90°、180 和 270°) × 2 (任务判断类型：任务 C 和任务 B) 的被试内设计。因变量为反应时和正确率。

4.2 结果

取每一处理的三次平均反应成绩作为数据分析单元。统计软件为 SPSS 11.5。

4.2.1 正确率 表 5 为不同目标位置和拍摄方向下两类任务的判断正确率，从中可以：(1) 基于环境参照的自我参照系中的主方位判断正确率要高明显高于基于自我参照的环境参照系中的主方位判断正确率；(2) 总的来看，拍摄方向为北时正确率要明显高于其他拍摄方向下的判断正确率。方差分析 (表 6) 表明拍摄方向和任务类型主效应均显著，且比较拍摄方向主效应发现：判断为北的正确率显著高于判断为东、南和西的正确率。没有目标位置主效应和变量之间的交互效应。

表 5 实验 3 中不同目标位置和拍摄方向下的主方位判断平均正确率 (%) ($M \pm SE$)

任务 类型	目标位置				拍摄方向			
	0°	45°	90°	135°	北	东	南	西
任务 C	87.9 ±22.0	92.1 ±20.2	85.9 ±24.2	82.8 ±25.4	95.8 ±13.8	83.1 ±27.0	89.5 ±18.8	80.4 ±27.3
任务 B	92.3 ±17.0	94.9 ±13.1	93.7 ±16.0	95.8 ±15.4	96.1 ±11.9	94.2 ±14.8	91.5 ±19.7	95.0 ±14.1

表 6 实验 3 中不同条件下正确率和判断时间的方差分析表

变异源	正确率 (%)			判断时间 (ms)		
	df	MSE	F	df	MSE	F
拍摄方向 (4)	3, 63	573.70	3.96**	3, 63	1867836.94	9.47**
目标位置 (4)	3, 63	272.77	2.13	3, 63	1812376.62	23.91**
类型 (2)	1, 21	1595.38	5.33**	1, 21	10373603.74	13.14**
拍摄方向 × 目标位置	9, 189	259.53	1.42	9, 189	1235135.53	0.77
拍摄方向 × Type	3, 63	516.20	4.00	3, 63	1483959.28	1.15
目标位置 × Type	3, 63	249.38	3.70	3, 63	1462390.49	0.90
拍摄方向 × 目标位置 × 类型	9, 189	194.23	1.31	9, 189	1215690.33	1.12

注: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

4.2.2 判断时间 以正确判断的所用时间作为统计数据来源,先删除同一处理三次判断都错的判断时间(占总数据的 2.34%),其次删除奇异值(判断时间超过 10 秒),其他同实验 1。图 9 为不同任务条件下拍摄方向对主方位判断时间的影响,可以看出:(1)基于环境参照的自我参照系中的主方位判断时间要明显长于基于自我参照的环境参照系中的主方位判断时间;(2)朝北优势效应,拍摄方向为北时判断时间要明显短于其他拍摄方向下的判断时间。图 10 为不同任务条件下目标位置对主方位判断时间的影响,可以看出:(1)基于环境参照的自我参照系中的主方位判断时间要明显长于基于自我参照的环境参照系中的主方位判断时间;(2)前-后轴效应,目标位置为 0 和 180 时判断时间要明显短于目标位置为 90 和 270 时的判断时间。方差分析(表 6)表明,主方位判断类型、拍摄方向和目标位置主效应均显著,对拍摄方向和目标位置分别比较主效应,完全支持了朝北效应和前-后轴效应。没有发现变量间的交互作用。

实验 3 进一步支持了拍摄方向和目标位置同为影响主方位判断的两个因素,且影响模式与实验 1 和实验 2 一致。同时实验 3 的结果提示正方条件下被试对基于环境参照的自我参照系中的主方位判断绩效要好于对基于自我参照的环境参照系中的主方位判断。

5 讨论

由于实验过程中强调被试在保证判断正确的情

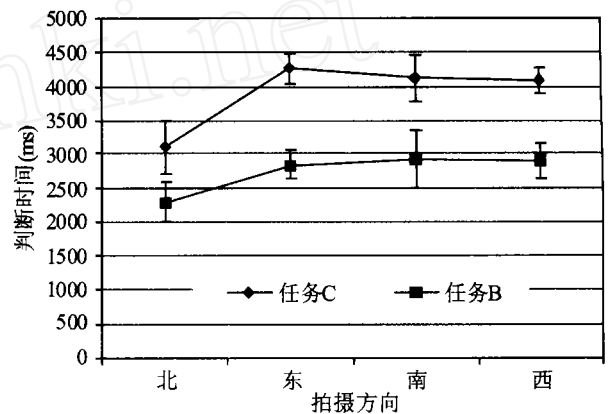


图 9 实验 3 中不同任务条件下拍摄方向对主方位判断时间的影响

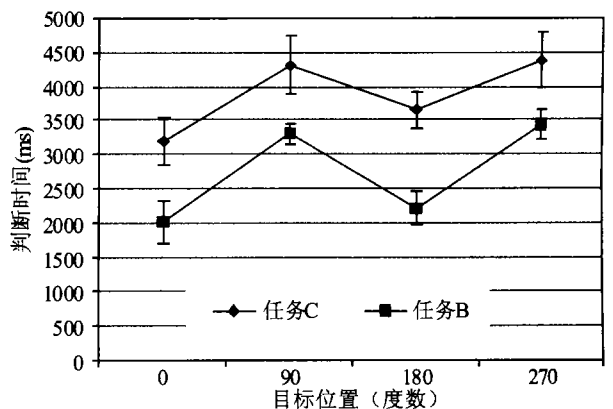


图 10 实验 3 中不同任务条件下目标位置对主方位判断时间的影响

况下提高判断的速度,所以整体而言正确率较高,但是从实验结果来看不存在正确性和判断时间之间的

代偿问题,各效应对正确性和判断时间影响的强弱不同,这在 Gugerty 等人^[3]的研究中也有表述。因此以下讨论以判断时间为主。

与相对方位判断相比,主方位判断要困难得多,在多数情况下其判断要基于自我参照框架和环境参照框架整合基础之上、甚至需要多次整合。本研究中,拍摄方向信息的获知或判别(即过程 b)是在环境参照框架(地图)内完成的,而对目标物体的位置信息的获知或判别(即过程 c)则是在自我参照框架内完成的。无论是基于过程 a 和 c 判断 b 还是基于 a 和 b 判断 c(即是参照系转化的方向),同样受自我参照和环境参照的影响:受环境参照的影响主方位判断会表现出拍摄方向效应,如匹配(朝北)效应(即拍摄方向为北时的主方位判断要快于其他方位的主方位判断)和主方位效应(即拍摄方向为东、西、南和北时,主方位判断要快于其他方位的主方位判断);受自我参照的影响会表现出目标位置效应,比如前-后轴效应和主位置效应(前、后、左和右)左右效应(目标刺激在照片的左右位置)。这几个效应的作用模式不受主方位判断任务的变化而改变,表现出相当的一致性和稳定性。实验 3 的结果显示基于自我参照的环境参照系中的主方位判断时间显著短于要比基于环境参照的自我参照系中的主方位判断简单,说明后者受过程 c1(根据地图判断拍摄方向/前行绝对方向)的影响较大,但这一过程并没有改变拍摄方向和目标位置对主方位判断的影响模式。

Wickens 认为规范或偏爱方向 (canonical/preferred orientation) 是人们对地理空间进行心理表征的一个很重要的特征^[16]。当人们需要借助地图学习一个新的环境时,通常北表征于地图的上方,这种情况下规范的方向就是北-上,以此确定“上北下南,左西右东”的“法则”^[16];在实际游走于一个环境时,规范或偏爱方向则基于其它一些特征,比如是进入一个城市或校园的方向或通过一个楼的窗户经常看到的景色^[17]。在想象空间场景记忆的研究中, Franklin 等人认为前、后、左和右处于规范位置,造成了对该位置物体的搜索要比非规范位置(如左前等)物体的搜索要快;同时还提出了方向轴的概念,如前-后轴、左-右轴等^[4,5]。本研究中出现的拍摄方向和目标位置位置效应也可用规范轴和规范方向加以解释,受环境参照框架的影响,存在:北-南轴 < 东-西轴 < 东北-西南轴 = 西北-东南轴,其中北-南轴和东-西轴为规范轴且前者更为突出,

而北则是北-轴上的规范方向;受自我参照的影响,存在:前-后轴 < 左-右轴 < 右前-左后轴 = 左前-右后轴,其中前-后轴和左-右轴为规范轴且前-后轴更为突出。综合实验 1 和实验 2 的结果来看,目标位置轴上均不存在明显的规范方向,甚至目标位置在前和在后没有区别,这有别于空间记忆的研究中获得的结果^[2,4,5,14],原因有待今后的工作加以解释。当多参照系条件下,当参照系匹配时就形成了总的规范方向,如“北-前”“北上”等。总的来说,空间信息处于规范轴上或与规范方向同行时易于方位判断,规范轴和规范方向的确定或选择受人类长期习得经验(生活习惯)的影响,在特定空间方位判断任务中受视点、场景布局本身等诸多因素的影响。以规范轴和规范方向诠释多参照系条件下的方位判断有待今后研究的进一步验证。

Gugerty 等人^[3]的研究表明被试在完成基于环境参照的自我参照体系中的主方位判断时,被试使用的是分析的、非旋转策略。由此可以假设分析策略和旋转策略同时存在主方位判断中,对于处于规范轴或与规范方向一致而进行的方位判断,被试倾向使用分析的策略;而对于处于非规范轴上的方位判断,被试则有可能更倾向使用旋转的策略。判断策略的研究对选拔或培训意义重大,值得研究。在界面设计方面,实验结果证实了多参照体系中的主方位判断受拍摄方向和目标位置两种因素的影响,无论是对任务 C 还是对任务 B 的判断都存在方位效应和位置效应,说明了在本实验条件下主方位的判断过程实际上就是自我参照和环境参照转化和整合的过程。但是二者对主方位的影响基本上是独立的,这一结果对设计辅助主方位判断的界面有重要意义,当条件受限制或需要不能同时考虑拍摄方向和目标位置两个因素时,则可择其一进行优化设计。

参 考 文 献

- 1 Levinson S C. Studying spatial conceptualization across cultures. *Anthropology and cognitive science. Ethos*, 1998, 26: 25 ~ 47
- 2 McNamara T P. How are the locations of objects in the environment represented in memory? In: rekas C, Brauer W, Habel C, et al (Eds). *Spatial cognition III: Routes and navigation, human memory and learning, spatial representation and spatial reasoning*. Berlin: Springer-Verlag, 2003. 174 ~ 191
- 3 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
- 4 Franklin N, Tversky B. Searching imagined environments. *Journal*

- of experimental psychology: General, 1990, 119: 63 ~ 76
- 5 Franklin N, Tversky B, Coom V. Switching points of view in spatial mental models. *Memory & cognition*, 1992, 20: 507 ~ 518
 - 6 Mou W, Yang S, Zhang K. Effect of the rotation mode in searching imagined environments. *Acta Psychologica Sinica*, 2000, 32 (1): 45 ~ 48
(牟伟民, 杨姗, 张侃. 身体转向模式对方位效应和相对位置效应的影响. *心理学报*, 2000, 32 (1): 45 ~ 48)
 - 7 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 (1): 171 ~ 180
 - 8 Aretz A J. The design of electronic map displays. *Human Factors*, 1991, 33 (1): 85 ~ 101
 - 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 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
 - 11 Klatzky R. Allobentric 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*. New York: Springer, 1998. 1 ~ 17
 - 12 Wichens C. Frames of reference for navigation. In: D Gopher, A Koriat (Eds). *Attention & performance XV: Cognitive regulation of performance: Interaction of theory and application*. Cambridge, MA: MIT Press, 1999. 113 ~ 144
 - 13 Rock I. *Orientation and form*. New York: Academic Press, 1973
 - 14 Shelton A L, McNamara T P. Systems of spatial reference in human memory. *Cognitive psychology*, 43 (311): 275 ~ 310
 - 15 Mou W, McNamara T P. Intrinsic frames of reference in spatial memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 2002, 28: 162 ~ 170
 - 16 Wickens C D, Hollands J G. *Engineering psychology and human performance (3rd)*. New Jersey: Prentice Hall, 2000. 69 ~ 195
 - 17 Sholl M J. Cognitive maps as orienting schemata. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 1987, 13: 129 ~ 141

THE CARDINAL DIRECTION JUDGMENTS IN INTEGRATING ENVIRONMENTAL AND EGOCENTRIC REFERENCE FRAMES

Zhou Ronggang^{1, 2}, Zhang Kan¹

⁽¹⁾ *Engineering Psychology Lab, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China*

⁽²⁾ *Graduate school of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China*

Abstract

Effects of reference frame on cardinal direction judgments were tested by three experiments. Experiment 1 demonstrated that imaginary orientation of target object relative to reference object was one of factors contributed to cardinal direction judgments (CDJ). Experiment 2 indicated the patterns of camera heading and imaginary orientation effect on cardinal direction judgments can not be influenced in another cardinal direction task. Experiment 3 showed there existed large differences between two different types of cardinal direction judgments: CDJ based on judgment of two objects relative location is more difficult than CDJ based on camera heading judgment. For camera heading in all experiments, north-advantage effect and cardinal direction effect were found. For imaginary orientation, the pattern of process time was: front-back axis < right-left axis < others. The results were discussed by means of canonical axis and canonical direction.

Key words cardinal direction judgments, environmental reference, egocentric reference, camera heading effect, imaginary orientation effect