

# 决策向导对选择情景呈现方式决策绩效的影响<sup>①</sup>

李佳桐

(大连海事大学 信息处, 大连 116026)

**摘 要:** 应急管理信息系统在突发事件发生时, 可提供可视化的情景呈现方式并辅助决策者做出合理决策. 由于突发事件极端条件的限制, 需要决策者最大限度地做出高效的决策. 然而, 决策者高效决策的前提是他们能够选择与任务需求相匹配的情景呈现方式. 本研究进行了两个实验并发现, 决策者自主选择与任务需求相匹配的情景呈现方式的决策绩效较低, 而当有决策向导支持时, 决策者选择与任务需求相匹配的情景呈现方式的决策绩效显著提高. 本研究将对实验结果及其中的影响要素进行探讨, 为应急管理信息系统的设计以及情景呈现方式与决策绩效的后续研究提供支撑.

**关键词:** 情景呈现方式; 决策向导; 决策绩效; 应急管理信息系统

## Effects of Decision Guidance on Decision-Making Performance of Choosing the Scene Rendering

LI Jia-Tong

(Information Department, Dalian Maritime University, Dalian 116026, China)

**Abstract:** The emergency management information system can provide visual scene rendering when emergencies happen and assist the decision-makers to make reasonable decisions. Because of the limitation of emergencies' extreme conditions, the decision-makers should make effective decisions to the utmost. However, the premise of the highly effective decisions of the decision-makers is that they can choose the scene rendering which matches with the mission requirements. This study conducted two researches and found that the decision-making performance of scene rendering in which the decision-maker's independent choice matches the mission requirements is relatively low, while when there is support from the Decision guidance, the decision-making performance is relatively high. This study will discuss the research result as well as the influential factors, and then provide support for the design, scene rendering as well as the follow-up studies of decision-making performance of the emergency management information system.

**Key words:** scene rendering; decision guidance; decision-making performance; emergency management information systems

## 1 引言

近年来, 突发事件频发, 给人类的生命、财产造成巨大的损失. 决策者在面对突发事件时, 由于事件发展的复杂性、高度的不确定性、时间的紧迫性等极端条件的限制, 使得决策异常艰难. 由于人类社会缺乏对突发事件的发生、发展及其演化规律的充分认识, 使得基于“预测—应对”型应急管理范式面临严峻的挑战<sup>[1]</sup>, 构建“情景—应对”型突发事件应急管理理论体系成为人类社会, 尤其是管理学界最为重大和迫切的

课题<sup>[2]</sup>. 突发事件应急管理体系是一个开放的复杂系统, 具有多主体、多因素、多尺度、多变性等特性, 其核心是研究科学化、系统化的综合应急管理信息系统(EMIS)<sup>[3]</sup>, 应急管理信息系统作为一种决策支持系统, 能够帮助决策者在极端条件下快速分析并处理信息, 高决策的科学性<sup>[4]</sup>. 而情景呈现方式作为“情景—应对”理论体系的重要组成部分以及构建应急管理信息系统的基础环节, 近年来被学者们广泛关注.

在突发事件应急管理中, 为了更好的辅助应急决

<sup>①</sup> 收稿时间:2014-10-09;收到修改稿时间:2014-11-14

策, 研究者们一直致力于对现有应急管理信息系统的增强与发展<sup>[5-7]</sup>. 现有的 EMIS 在情景呈现时多是采用 2D 技术<sup>[6]</sup>, 即把客观事物刻画在一个平面上, 通过使用颜色或轮廓线来表示海拔和相对位置(如图 1 中的 2D-俯视图和 2D-正视图). 随着信息技术的性能、可用性以及成本效益的不断提高, 特别是 9.11 事件之后, 3D 可视化技术逐渐兴起<sup>[8-10]</sup>. 由于多了一个维度, 3D 技术把客观事物的朝向、相对位置、标高等集成在一个单一的视图(如图 1 的 3D 视图). 现有研究表明, 决策者在面对不同呈现方式时, 由于心里、经验等因素的差异性, 将会导致决策绩效的差异<sup>[11,12]</sup>. 尽管 EMIS 在情景呈现时可以随意选择 2D 或 3D 呈现方式, 但是呈现方式的差异性可能会导致决策绩效的差异, 例如, 如果消防队收到关于大楼内发生火灾的信息, 使用 3D 呈现情景的 EMIS 可以准确的找到起火点并快速决策, 而使用 2D 呈现情景的 EMIS 就可能需要其他的辅助手段去寻找起火点, 影响了救援的时效性. 尽管 3D 呈现方式含有丰富的特征参数且发展较为成熟, 但是并不能保证决策绩效比 2D 呈现方式更胜一筹. 相反, 现有人体工程学的研究表明, 当仅需要判断事物方向或相对位置时 2D 比 3D 更有效<sup>[11,13,14]</sup>. 在管理信息系统研究领域, 认知适应理论认为任务需求和信息呈现方式的匹配程度决定了决策绩效<sup>[15]</sup>, 这表明维度本身并不是决定决策绩效的唯一因素. 因此, 现有研究大多建议在设计 EMIS 时, 采用 2D 和 3D 综合的情景呈现方式, 使得决策者能够根据任务需求灵活转换, 由此产生了两个值得思考的问题: 决策者(限定为 EMIS 的初级用户, 既初次使用 EMIS 或使用 EMIS 时间较短的用户)在使用 EMIS 时是否能够根据任务的需求选择与其相匹配的情景呈现方式(2D 或 3D)? 如果不能, 是否能够通过决策向导(Decisional guidance, DG)支持决策者选择与任务需求相匹配的呈现方式?

本研究针对上述问题设计了两个实验. 首先, 实验检验使用 EMIS 的决策者在没有决策向导支持的情况下能否选择与任务需求相匹配的情景呈现形式. 具体为, 决策者需要在不同的任务需求中选择与之相匹配的呈现方式(2D 或 3D). 基于上述实验结果, 本研究发现尽管决策者选择的情景呈现方式与任务需求相匹配的准确率比预期的要高, 但仍有相当大的改善空间. 因此, 在第二个实验中, 本文探讨了在有决策向导(DG)支持的情况下, 决策者能否更好的选择与任务需

求相匹配的情景呈现方式. 综合结果表明, 使用 EMIS 的决策者在自主选择与任务需求相匹配的情景呈现方式时, 决策绩效较低, 但是决策向导可显著改善决策者选择呈现方式时的决策绩效.

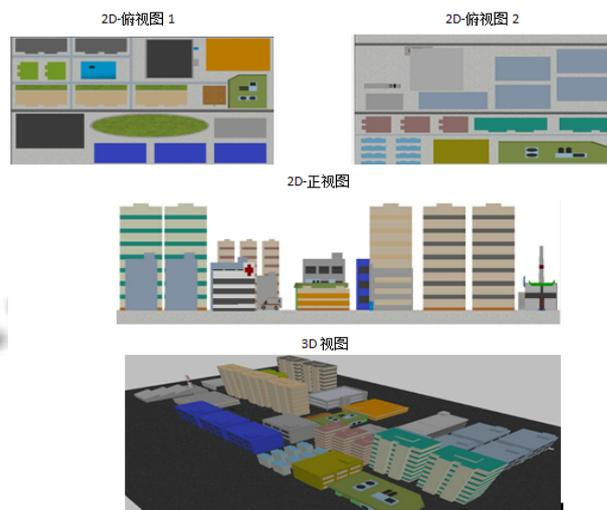


图 1 情景呈现方式

## 2 研究框架

### 2.1 自主情景呈现方式选择

在 EMIS 中, 呈现情景的方法可分为两种, 第一种方法是系统设计人员需分析预期任务以及决策者的习惯特征, 然后才决定使用何种情景呈现方式. 因为这种固定的呈现方式使决策者在决策时不需要进行格式转换, 所以开发成本低且易于使用. 然而, 实际中预期任务需求以及决策者的习惯特征等都存在较大的不确定性, 无法进行准确预判. 因此, 预先设定情景呈现方式是一种不合适的设计策略. 另一种方法<sup>[16]</sup>是系统设计人员授予决策者自主选择情景呈现方式的权利, 这种灵活性不仅扩大了系统的适用范围, 同时提高了决策绩效. 然而, 这种方法潜在的难点在于决策者在任何时候都要找到可能与任务需求相匹配的情景呈现方式. 例如, 决策者可能会偏爱使用某种情景呈现方式, 但这种方式与某一时刻的任务需求不匹配, 从而丧失了该方法灵活性所带来的优势. 因此, 检验使用 EMIS 的决策者是否能或可能选择与任务需求相匹配的情景呈现方式尤为重要. 随着 Internet 的迅猛发展, Web 已经成为全球传播与共享科研、教育、商业和社会信息等最重要和最具潜力的巨大信息源. Web 信息抽取是指从 Web 页面所包含的无结构或半结构的信息

中识别用户感兴趣的数据,并将其转化为结构和语义更为清晰的格式,以统一的形式集成在一起,使 Web 信息的再利用成为可能,成为当前研究的一个热点<sup>[1]</sup>. 目前关于 Web 信息抽取的工作可以大致分为以下几个类别:基于特征模式匹配的信息抽取、基于归纳学习的信息抽取、基于网页结构特征分析的信息抽取、基于本体的 Web 信息抽取等. 由于 Web 页面的种类繁多且信息抽取目的也不尽相同,不存在一种 Web 信息抽取系统,能够适应这种千变万化的应用环境. 现有各种抽取方法针对不同领域、不同结构页面的通用性上也都存在一些问题<sup>[2-9]</sup>.

认知适合理论(Cognitive Fit Theory, CFT)指出,信息呈现方式与任务需求的匹配程度显著地影响着问题

处理的绩效<sup>[15]</sup>. 如图 2 所示,当问题表征中的信息呈现方式与问题要求中的任务需求相匹配时,就能够形成更有效的心理表征,从而使问题的解决更加准确高效;当信息呈现方式与任务需求不匹配时心理表征就需要进行转换,从而增加了心理负荷和相关的认知成本. 认知适合理论原本是为了解决图和表格比较研究中的不一致性,后来运用在决策支持系统设计等领域,并得到了广泛的发展. 现有研究表明,认知适合理论可推广到任何存在问题表征与问题需求的情况下. 因此,认知适合理论可作为本研究的基础——其强调了情景呈现方式取决于需要支持的任务需求,并且指出情景呈现方式与任务需求应该相匹配.

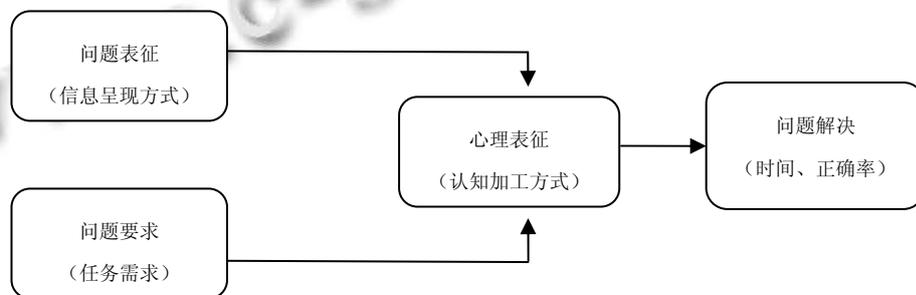


图 2 认知理论问题解决模型

除了认知适合理论,学者们在系统设计、认知心理和人类行为等领域也探索了“任务需求—呈现方式”的匹配与决策绩效的关系, Tuft<sup>[21]</sup>经过研究认为,功能更先进的可视化呈现方式并不一定能提高决策绩效,在数据图形理论中(Theory of data graphics, TDG), Tuft<sup>e</sup> 提出了几条关于使用图表更有效表示定量信息的准则,其中的一条准则表明描述维度变量的个数不应超过数据的维数,因此,当任务需求仅需两个维度时,3D 就可能不是最佳呈现方式, Wickens<sup>[22]</sup>的“接近—兼容”原理(proximity compatibility principle, PCP)指出如果任务接近性高时(需要分配并注意整合不同的元素,如综合考虑朝向、相对位置、海拔等),就需要呈现方式上具有高的接近性(如 3D);如果任务接近性低时(需要对某个元素集中注意,如只考虑相对位置),就需要呈现方式上具有低的接近性(如 2D).

上述理论虽从不同角度阐述了“任务需求—呈现方式”匹配程度与决策绩效的关系,但也达成了几点共识,其一为没有一种呈现方式能够无缝匹配任何任

务需求;其二为决策绩效受“任务需求—呈现方式”匹配的影响. 然而,决策者最大限度地做出高效决策的前提是决策者能够凭直觉自主的选择与任务需求相匹配的呈现方式,但是现有研究表明,由于习惯、偏好等因素的影响,使得决策者较少考虑决策绩效而仍选择那些与任务需求不匹配的情景呈现方式<sup>[17-18]</sup>,所以上述前提的实现比较困难. 因此,检验决策者在没有决策向导支持时,是否能够选择出与任务需求相匹配的情景呈现方式就显得尤为重要. 本文基于此作出如下零假设:

**H1.** 在没有决策向导时,使用 EMIS 的决策者不能够快速、准确的选择与任务需求相匹配的情景呈现方式.

如果零假设被拒绝则说明决策者有潜在的能力去选择与任务需求相匹配的情景呈现方式,但并不等于说决策者的选择在真实的应急决策中是好的或是可被接受的. 如果零假设被接受,则以检验 H1 的数据为基

准, 探讨使用决策向导后决策绩效的改变情况。

## 2.2 决策向导支持下的情景呈现方式选择

如果决策者经常做出不正确的“任务需求—呈现方式”匹配选择, 能否通过相对简单的、低成本的干预措施进行改进, 比如决策向导? 决策向导(DG)<sup>[20]</sup>被定义为: 能够启发决策者组织决策过程并执行此过程, 提出决策向导的目的不是告诉决策者系统的运行机制, 而是指导决策者如何做出更科学的选择。

决策向导可以从多方面干预决策过程。现有的一些研究探究了决策向导对决策者决策绩效的影响, 并发现决策向导在有效减少决策时间, 加快决策速度的同时提高了决策的准确度<sup>[21-24]</sup>。而在有些研究中, 研究者探究了决策向导是否能够改变或影响决策者的决策策略, 并取得了一定的研究成果<sup>[25-28]</sup>。此外, 研究表明当系统提供决策向导功能时, 决策者能够改善对决策的满意度以及提高对系统的信任度<sup>[23]</sup>, 并且决策向导能够帮助决策者了解一些决策时的基本准则以及特定应用领域的程序<sup>[25]</sup>, 如数据建模程序<sup>[29]</sup>等。综上所述, 现有研究成果有力的证实了决策向导能够改善决策绩效并可作为一种工具去辅助决策者选择与任务需求相匹配的呈现方式。

本研究把上述研究成果扩展到应急管理领域, 并假设决策向导能够指导决策者选择与任务需求相匹配的呈现方式, 从而提高决策绩效。换句话说, 本研究预测决策向导支持下的决策者在选择与任务需求相匹配的呈现方式的决策绩效要比没有决策向导支持时的决策绩效高。因此, 本研究做出如下假设:

**H2.** 在有决策向导支持时, 决策者选择“任务需求—呈现方式”相匹配的决策绩效要比没有决策向导支持时的决策绩效高。

本研究在现有研究的基础上, 用准确率与决策时间衡量决策者的决策绩效, 除此之外, 研究了决策向导对于决策者心里表征的影响情况。本研究在实验室进行实验用以验证上述假设, 在实验室进行实验的好处在于可以操控并实现不同的任务需求与呈现方式进行匹配, 并且当有决策向导支持情景呈现方式选择时, 便于观察参与者试验后的反馈。按照 Silver 的验证三步法<sup>[18]</sup>, 本研究准备分两步但采用了两个相关的实验去探讨决策向导对情景呈现方式选择的影响。具体为,

在实验室 1 中, 本文选择的决策者分为两类: 在校学生和应急响应人员, 并分别探讨了在没有决策向导时, 他们自主选择情景呈现方式与任务需求相匹配时的决策绩效。在实验 2 中, 本文研究了决策向导在参与者选择与任务需求相匹配呈现方式的准确率、时间以及心理表征方面是如何影响决策者的, 下面对上述两个实验进行具体阐述。

## 3 实验1——自主情景呈现方式选择

### 3.1 实验准备

本次实验利用的任务和情景呈现方式已被 CFT, PCP 以及 TDG 证实在理论上是合理的, 并被 Bailey 等人经过实例验证过<sup>[13]</sup>。而且所采用的三种任务类型已被证实有固定的情景呈现方式匹配, 证实的结论为 (1)需求目标为横向信息(如, 相对位置)的任务最佳情景呈现方式为 2D 俯视图; (2)需求目标为纵向信息(如, 高度)的任务最佳情景呈现方式为 2D 正视图; (3)需求目标包含横向信息和纵向信息的任务最佳情景呈现方式为 3D 图。

实验人员选择: 招募 60 名本校学生, 10 名年龄在 40-50 岁的, 常年从事突发事件应急处理的安保人员。

### 3.2 实验流程

实验前, 参与人员需要一定的培训, 该培训的目的是让参与者了解并会用不同的情景呈现方式, 但是不告诉他们何时去用。为了保证参与者能够有效的掌握培训内容, 参与者需要通过一系列的测试, 只有当测试的准确率达到至少 80%时, 方可进入实验阶段。通过训练测试后, 参与者被告知不同的任务类型, 继而参与者可随意采用所掌握的的情景呈现方式去做“任务—显示”匹配实验。实验中的关键变量为参与者从 2D 俯视图、2D 正视图和 3D 图中的选择结果。

### 3.3 实验结果

依据上述 CFT, PCP 和 TDC 原理, 本研究界定当选择的情景呈现方式与任务需求相匹配时, 则认为参与者选择了正确的呈现方式。表 1 表示所有参与者选择情景呈现方式的准确度, 可以看出当任务需求仅为横向信息时, 79%的参与者正确的指出与任务相匹配的情景呈现方式为 2D-俯视图, 但是当任务需求仅为纵向信息时, 只有 33%的参与者选择正确, 相比之下, 当任务需求为稍微复杂的两样信息时, 反而有 52%的参与者选择了正确的 3D 呈现方式。

假设 H1 的目的是检验决策者是否能够自主选择与任务需求相匹配的情景呈现方式, 为了确定参与者正确选择情景呈现方式统计趋势的可靠性, 本文把参与者选择的准确率与随机选择的准确率进行了比较,

尽管以参与者选择的准确率超过随机选择的准确率作为标准显得较为宽松, 但是, 它提供了一个客观的基准, 使本研究可依据此基准采用更多的样例对结果进行校正.

表 1 实验 1 结果

	所有参与人员▽ n=70	本校学生▽ n=60	安保人员▽ n=10	双样本 t 检验 significance
任务需求为横向信息 —2D 俯视图▽▽	79% (.20) .000***	78% (.23) .000***	86% (.10) .000***	.25
任务需求为纵向信息 —2D 正视图▽▽	19% (.37) .184	18% (.39) .142	27% (.36) .978	.46
任务需求为横向信 息和纵向信息▽▽▽ —3D 视图	52% (.39) .000***	54% (.41) .000***	39% (.36) .072*	.35
总 体	55% (.18) .000***	55% (.18) .000***	57% (.15) .000***	.83

注: ▽: 方格内分别表示平均数、标准差和单样本 t 检验的 p 值. ▽▽: t-test against.50; ▽▽▽: t-test against.25

由于实验是从 4 个情景呈现方式(如图 1 所示)中选择与任务需求相匹配的呈现方式, 而当任务需求仅为横向信息时, 2D 俯视图 1 和 2D 俯视图 2 与之相匹配. 因此, 随机选择与任务需求相匹配的情景呈现方式的平均准确率为 50%. 单样本 t-test against.50 表示参与者选择的准确率超过随机选择的准确率, 表 1 的数据说明当任务需求为横向信息时, 参与者选择 2D 俯视图的准确率明显高于随机选择的准确率. 对其余两类任务需求做相同的检验发现, 当任务需求为横向信息和纵向信息时, 参与者选择 3D 呈现方式的准确率依然比随机选择的准确率高(t-test against .25), 然而, 当任务需求仅为纵向信息时, 参与者选择 2D 正视图的准确率却没有随机选择的准确率高 (t-test against .25). 尽管实验表明参与者在两个任务类型中能够较好的选择与其对应的情景呈现方式, 但是在选择与任务需求仅为纵向信息相匹配的情景呈现方式时, 准确率较低, 并且从总体看, 所有参与者的平均准确率也相对较低.

在对实验数据进行双样本 t 检验后发现, 常年从事应急管理的安保人员与无经验的本校学生在选择与任务需求相匹配的情景呈现方式的准确率方面, 差异并不大, 安保人员虽然在任务需求仅为横向信息或纵

向信息时选择呈现方式的准确率较高, 但是当任务需求为横向和纵向信息时, 选择准确率不如本校学生. 这说明, 选择与任务需求相匹配的呈现方式是一种技能, 而这种技能与经验无关.

表 2 为选择不同情景呈现方式的频率, 可以看出, 参与者选择最多的呈现方式是 2D 俯视图(51.37%), 其次是 3D 视图(32.90%), 最后是 2D 正视图(16.23%). 由此说明参与者们还是比较习惯类似于地图那样的显示方式. 因而即使任务需求为纵向信息, 参与者们也认为可用 2D 俯视图去呈现. 通过更深入的数据分析, 本研究发现有 2 个安保人员和 4 个学生(占总人数的 8.6%)在选择 2D 俯视图的频率高于 80%, 这说明存在潜在的选择惯性.

综上所述, 实验 1 的结果表明, 参与者在自主选择与任务需求相匹配的呈现方式时可能会受到特殊偏好或是选择惯性的影响. 除此之外, 虽然假设 H1 没有被完全的拒绝或是接受, 但是实验结果为本研究下一步探索决策向导对决策绩效的影响作用奠定了基础. 因此, 在第二个实验中, 本文加入了决策向导功能, 目的在于验证是否这种简单的干预措施能够改善参与者选择与任务需求相匹配呈现方式的决策绩效以及心理表征.

表 2 自主选择情景呈现方式的频率

	所有参与人员▽	本校学生▽	安保人员▽	双样本 t 检验
	n=70	n=60	n=10	significance
2D 俯视图	51.37% (.24)	50.21% (.24)	58.33% (.16)	.712
2D 正视图	16.23% (.17)	15.86% (.16)	18.46% (.18)	.738
3D 视图	32.90% (.23)	33.66% (.24)	28.37% (.19)	.624

注: ▽: 方格内分别表示平均数和标准差

## 4 实验2——决策向导支持下的情景呈现方式选择

### 4.1 实验准备

本次实验是在本团队开发的应急管理信息系统平台上进行的,如图 3 所示,在实验 2 中,参与者被分为两组,第一组为实验组,实验处理为参与者会收到决策

向导的纸质手册,上面说明了在选择 2D 或 3D 情景呈现方式时的一些原则.第二组为对照组,实验处理为参与者会收到一份文件,上面说明了在应急管理中,当面对极端条件时,作为一名决策者,应该承担哪些责任、采取哪些手段、掌握哪些技巧等,并重点强调,选择与任务需求相匹配的情景呈现方式对于应急管理的重要性.

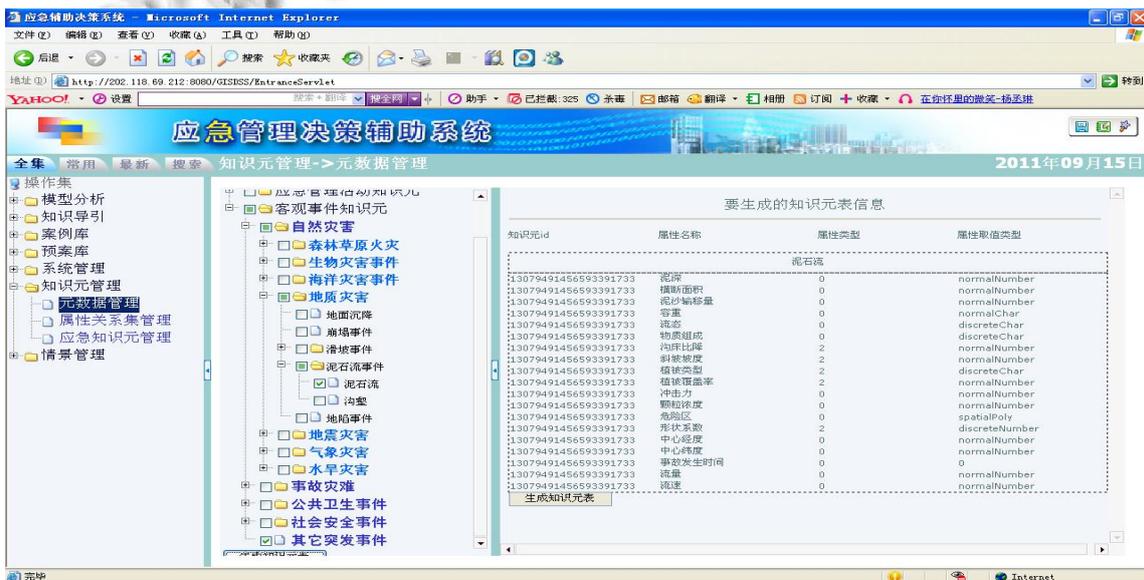


图 3 应急管理决策辅助系统

70 名参与者被随机分配到上述两组,为了保证实验的有效性,参与者在仔细阅读上述材料后,需接受操作检查,通过检查方可进行实验.

### 4.2 实验流程

实验采用单因素(是否有决策向导支持)随机分组实验,因此,在协方差分析模型中自变量为实验处理.除了采用随机分组的方法比较两组样本的差异外,本研究还收集了参与者的性别、年龄、视图偏好以及空间表征动力转换能力,即心里旋转能力,用于后续分

析.

进而通过实验收集准确率、时间和心理负荷这三个因变量的数据信息.本研究对于参与者心理负荷的测量采用在人机交互系统中被广泛用于评估负荷的 NASA-TLX 量表<sup>[30]</sup>.为了模拟应急决策时的工作环境,参与者被告知将作为一名真正的应急决策人员,选择出与任务需求相匹配的情景呈现方式,并被告知他们选择情景呈现方式的决策绩效(准确率和时间)将对突发事件的应对产生重要的影响.图 4 为实验 2 的基本

流程,当参与者通过操作检查后,点击进入应急管理信息系统,系统会给出 15 个任务需求信息,参与者需根据任务需求信息选择出哪种情景呈现方式能更好的

辅助决策,系统将统计参与者选择的准确率和完成时间.参与者在实验中的心理负荷报告,将会在实验后通过 NASA-TLX 的问卷调查给出.

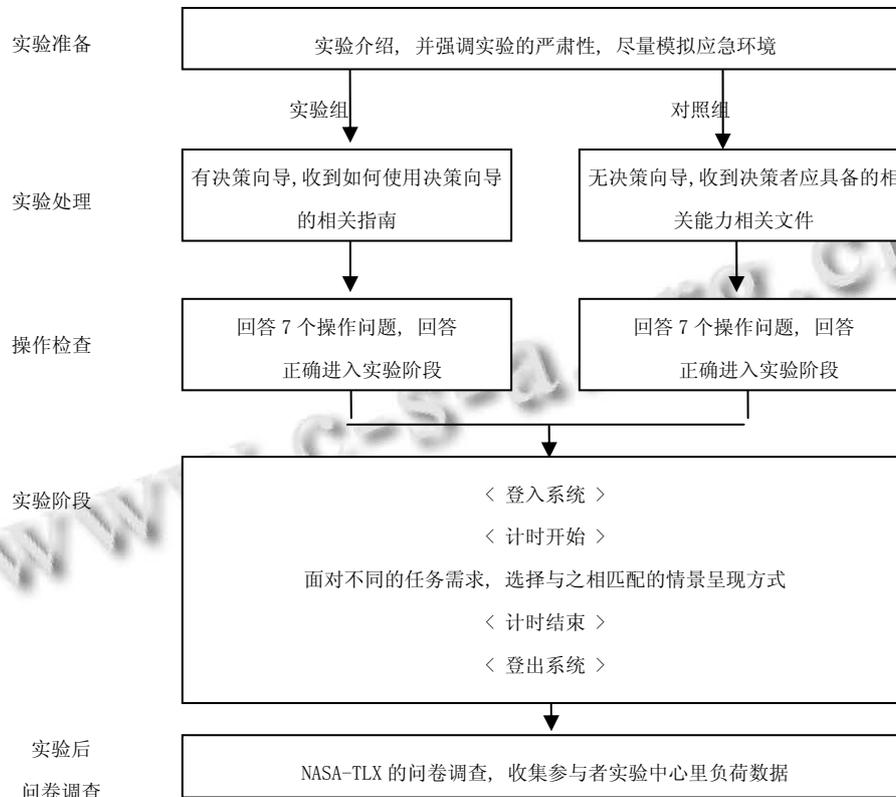


图 4 实验 2 流程图

### 4.3 实验任务

基于现有的研究成果<sup>[14,31]</sup>,本研究在实验阶段采用 4 种类型的任务需求信息,用以检测是否决策向导能够在选择与任务需求相匹配的呈现方式时,改善决策者的决策绩效,4 种类型的任务需求信息分别为客观事物的距离信息、相对位置信息、高度信息和形状信息.现有研究证实,当任务需求仅为物体间距离信息或仅为相对位置信息时,与之相匹配的呈现方式为 2D 视图;当任务需求为高度信息、形状或多种信息时,匹配的呈现方式为 3D 视图.

### 4.4 实验结果

表 3 统计了参与者们的基本信息、视图偏好以及心理旋转能力.从表中可以看出 70 位参加者在操作检验时被淘汰了 13 人,其中包括实验组的 9 人(男 5 人,女 4 人)和对照组的 4 人(男 2 人,女 2 人).经过双尾 t 检验后,发现实验组和对照组间只在进行实验人员的

性别构成上存在一定的差异( $p=0.88$ ),其他并无明显差异.因此,性别在分析时可作为一个可控变量以减少性别偏见带来的潜在影响.

下面通过实验数据分析从决策准确率、决策时间和心理负荷三方面进行探讨.

#### ① 决策准确率方面

基于现有研究成果,本研究采用了 15 个任务需求信息,用以检验决策向导是否能够有效辅助决策者选择与任务需求相匹配的情景呈现方式.表 4 为协方差分析结果,从表 4 中可以看出,当任务需求为客观事物间距离信息或客观事物相对位置信息时,实验组选择 2D 呈现方式的准确率较明显高于对照组;当任务需求为客观事物的高度信息时,有决策向导支持的实验组选择 3D 呈现方式的准确率要明显高于没有决策向导支持的对照组;但是当任务需求为客观事物的形状信息时,实验组和对照组在选择准确率方面差异不

大, 决策向导对选择影响较小, 说明人们往往在没有决策向导支持时也会选择与形状信息相匹配的 3D 呈

现方式, 因此, 应根据不同的任务需求进行向导设计, 以减少开发成本.

表 3 参与者概况表

	实验组 (决策向导支持)	对照组 (无决策向导)	双尾 t 检验 significance
参与人员总数	38 (25 男, 13 女)	32 (26 男, 6 女)	
没有通过操作检验人数	9(23.7%)	4(12.5%)	.483
进行实验人数	29	28	
性别女的参与者所占比例	9 (31.0%)	4 (14.3%)	.088*
平均年龄	26.2	26.7	
视图偏好	7.34	7.62	.933
心理旋转能力	3.64	3.64	1.000

表 4 决策准确率的协方差分析结果

任务需求	任务数量	选择准确率		单尾 sig 值	性别 双尾 sig 值
		实验组	对照组		
2D 距离信息	4	92.3%	75.4%	.090*	.586
	4	93.4%	73.2%	.086*	.713
3D 高度信息	4	91.2%	77.0%	.007***	.811
	3	95.7%	98.1%	.296	.742

注: \*.sig 值  $p < .10$ ; \*\*.sig 值  $p < .05$ ; \*\*\*.sig 值  $p < .01$

表 5 决策速度和心理负荷表

	平均值 (标准差)		Sig 值 (单尾)	性别 双尾 sig 值
	实验组	对照组		
决策时间	6 分 20 秒 (1.45)	8 分 15 秒 (1.39)	.029**	.377
负荷(NASA-TLX)				
在实验期间, 你有多少次心理活动?	7.47 (2.34)	7.09 (1.87)	.068*	.000***
在实验期间, 你有多少次感到了时间的压力?	6.01 (1.75)	3.88 (2.58)	.004***	.078*
你觉得你要多努力才能完成实验?	5.23 (1.65)	5.15 (2.23)	.487	.864
你觉得本次实验你选择的准确率如何?	7.83 (0.92)	7.69 (1.57)	.480	.722
在试验期间, 你是否有感到沮丧、紧张、苦恼等情绪?	1.39 (1.16)	2.92 (1.98)	.042**	.380

### ②决策速度方面

决策速度方面分析结果如表 5 所示, 从表 5 中可以看出, 决策向导加快了决策的速度. 实验组中的参与者完成整个实验的平均时间为 6 分 20 秒, 明显快于对照组的平均时间 8 分 15 秒. 从表中可以看出, 性别作为可控变量对实验结果的影响不明显.

### ③心里负荷方面

为了检验决策向导的有效性以及从心里层面解释决策向导对决策者实验表现的影响, 本文采用 NASA-TLX 问卷调查的形式收集实验中参与者的负荷

状况. 在调查中本文不考虑实验中的身体负荷状况, 只考虑认识负荷状况. 从表 5 可以看出, 实验组的参与者需要更多心里和感性活动去完成他们的任务(单尾  $p$  值=0.074), 这说明决策向导支持下的参与者在选择初期需要付出更多的认知努力去理解和运用决策向导, 或者说决策向导使参与者认识到选择正确情景呈现方式的重要性, 从而促进参与者耗费更多的精力去选择与任务相匹配的情景呈现方式. 而由于决策向导加快了决策过程, 因此, 实验组的参与者比对照组的参与者有更大的时间压力. 进一步研究发现, 在实验

过程中, 对照组中的参与者相比于实验组中的参与者显得更加沮丧, 这表明可能由于决策向导强大的功能性, 实验组中的参与者负担较小, 心态较轻松.

综上所述, 采用决策向导这一决策支持工具的目的在于在危机情况下, 帮助决策者做出有效的决策. 上述实验结果表明决策向导能够有效改善决策者的选择正确率、决策时间以及心理负荷, 使决策者在面对任务需求时, 能够更有效的选择出与之相匹配的情景呈现方式.

## 5 讨论与结论

通过实验 1, 本研究发现参与者在选择情景呈现方式时, 存在选择惯性和选择偏好的问题, 而此问题在现有的文献中并没有被解决. 但是, 通过实验 2 发现, 决策向导能够帮助决策者从各种情景呈现方式中选择出正确的一个并能够缓解选择偏好所带来的影响.

由于突发事件极端条件的限制, 需要决策者最大限度地做出高效的决策, 而任务需求与情景呈现方式相匹配无疑是做出高效决策基础. 现有研究表明, EMIS 在设计情景呈现方式时, 单独采用 2D 或 3D 呈现方式将无法满足不同任务的需求, 因此, 在系统设计时应综合两种呈现方式, 以便针对不同任务需求时, 决策者可以选择与之相匹配的情景呈现方式. 然而, 上述方法的前提是决策者在自主选择时有较高的决策绩效, 但是, 本研究发现决策者在自主选择时的决策绩效较低, 而当有决策向导支持时(即使是最简单的决策向导), 决策者的决策绩效都会得到明显改善, 因此, 研究结果不仅说明了决策向导在选择与任务需求相匹配的情景呈现方式时的重要性, 而且为应急管理信息系统的设计者提供了一定的实践指导意义.

### 5.1 研究局限

本研究作为一项实验工作, 还存在一定的局限性, 如:

① 由于各种原因, 无法在真实的突发事件应急处理环境下进行实验虽然在实验时, 虽然本研究尽量营造应急时的氛围, 并强调决策准确率和决策时间的重要性, 但是仍无法与真实的突发事件应急处理环境相比, 这可能会影响实验结果的准确性.

② 本研究在情景呈现方式选择时, 基于现有研究成果选择了当前主流的 2D 呈现方式和 3D 呈现方式,

实验时可供选择的呈现方式较少, 对结果可能会有一定的影响. 但是, 随着技术的发展, 4D 或更高的显示技术会在后续研究中融入实验中.

③ 本研究在设计任务需求时, 大多是基于现有研究成果, 任务需求较简单, 当任务需求难度增大时, 实验结果是否会受到影响, 将会是下一步的研究重点.

### 5.2 未来研究方向

本研究虽然收集了参与者的一些基本信息, 但是仍有问题没有解决, 如参与者的性别和偏好等到底是如何影响参与者选择情景呈现方式的; 决策向导应如何设计才能更有效的辅助决策, 这将是下一步研究的重点.

## 参考文献

- 1 刘铁民, 李湖生. 突发事件应急准备体系研究进展及关键科学问题. 中国安全生产科学技术, 2009, 5(6): 5-10.
- 2 汪寿阳, 韩艾, 洪永淼. 区间事件分析法—次贷危机对中资银行的影响研究. 管理评论, 2009, 21(2): 53-61.
- 3 范维澄. 国家突发公共事件应急管理中科学问题的思考和建议. 中国科学基金, 2007, 2: 71-76.
- 4 Van de Walle B, Turoff M. Decision support for emergency situations. *Information Systems and E-Business Management*, 2008, 6(3): 295-316.
- 5 Carver L, Turoff M. Human-computer interaction: the human and computer as a team in emergency management information systems. *Communications of the ACM*, 2007, 50(3): 33-38.
- 6 Kwan MP, Lee J. Emergency response after 9/11: the potential of real-time 3D GIS for quick emergency response in micro-spatial environments. *Computers Environment and Urban Systems*, 2005, 29(2): 93-113.
- 7 Zlatanova S, Holweg D. 3D Geo-information in emergency response: a framework. *Proc. of the 4th International Symposium on Mobile Mapping Technology (MMT2004)*. March 2004. 29-31.
- 8 Fitriani S, Datcu D, Rothkrantz LJM. Constructing knowledge of the world in crisis situations using visual language. *IEEE International Conference on Systems (ICSMC 06). Man and Cybernetics*. 2006.
- 9 Gaillard J, Monteil C, et al. Participatory 3-dimension mapping: A tool for encouraging multi-caste collaboration to climate change adaptation and disaster risk reduction.

- Applied Geography, 2013, 45:158–166.
- 10 Hossard L, Jeuffroy MH, et al. A participatory approach to design spatial scenarios of cropping systems and assess their effects on phoma stems canker management at a regional scale. *Environmental Modelling & Software*, 2013, 48: 17–26.
  - 11 St John M, Cowen MB, Smallman HS, Oonk HM. The use of 2D and 3D displays for shape-understanding versus relative-position tasks. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 2001, 43(1): 79–98.
  - 12 Wickens CD, Carswell CM. The proximity compatibility principle: Its psychological foundation and relevance to display design. *Human Factors*, 1995, 37(3): 10–15.
  - 13 Bailey K, Carswell CM, Grant R, Basham L. Geospatial perspective-taking: How well do decision makers choose their views? 51st Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society. Santa Monica, CA. 2007. 1246–1248.
  - 14 Tory M. Combining 2D and 3D views for visualization of spatial data. School of Computing Science, Simon Fraser University, Burnaby, B.C. Canada, 2004. 218.
  - 15 Vessey I. The theory of cognitive fit, in: P. Zhang, D. Galletta(Eds.). *Human-computer interaction and Management Information Systems: Foundations*, M.E. Sharpe. Armonk, New York, 2006. 141–183.
  - 16 Findlater L, McGrenere J. A comparison of static, adaptive, and adaptable menus. *Proc. of the 2004 Conference on Human Factors in Computing Systems*. 2004. 89–96.
  - 17 Umanath NS, Vessey I. Multiattribute data presentation and human judgment: a cognitive fit perspective. *Decision Sciences*, 1995, 25(5,6): 795–824.
  - 18 Baddoo N, Hall T. De-motivators for software process improvement: an analysis of practitioners' views. *Journal of Systems and Software*, 2003, 66(1): 23–33.
  - 19 Smallman HS, John MST. Naïve realism: misplaced faith in realistic displays, ergonomics in design. *The Quarterly of Human Factors Applications*, 2005, 13(2): 6–13.
  - 20 Silver MS. Decisional guidance for computer-based decision support. *MIS Quarterly*, 1991, 15(1): 105–122.
  - 21 Tufte E. *The Visual Display of Quantitative Information*, 2nd ed, Graphics Press, Cheshire Connecticut, 2001.
  - 22 Wickens CD, Carswell CM. The proximity compatibility principle: its psychological foundation and relevance to display design. *Human Factors*, 2010, 37(3): 473–94.
  - 23 Mahoney LS, Roush PB, Bandy D. An investigation of the effects of decisional guidance and cognitive ability on decision-making involving uncertainty data. *Information and Organization*, 2003, 13(2): 85–100.
  - 24 Montazemi AR, Wang F, Nainar SMK, Bart CK. On the effectiveness of decisional guidance. *Decision Support Systems*, 1996, 18(2): 181–198.
  - 25 Parikh M, Fazlollahi B, Verma S. The effectiveness of decisional guidance: an empirical evaluation. *Decision Science*, 2001, 32(2): 303–332.
  - 26 Singh DT. Incorporating cognitive aids into decision support systems: the case of the strategy execution process. *Decision Support Systems*, 1998, 24(2): 145–163.
  - 27 Dilla WN, Tegarden PJ. Using information display characteristics to provide decision guidance in a choice task under conditions of strict uncertainty. *Journal of Information Systems*, 2005, 19(2): 29–55.
  - 28 Hosach B. The effect of system feedback and decision context on value-based decision-making behavior. *Decision Support Systems*, 2007, 43(4): 1605–1614.
  - 29 Antony S, Batra D, Santhanam R. The use of a knowledge-based system in conceptual data modeling. *Decision Support Systems*, 2005, 41(1): 176–188.
  - 30 Hart S, Staveland L. Development of NASA-TLX(Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. *Human Mental Workload*, 1988: 139–183.
  - 31 Smallman HS, St. John M, Oonk HM, Cowen MB. Information availability in 2D and 3D display. *Computer Graphics and Applications*, IEEE 2001, 21(5): 51–57.