

## 工业设计

## 基于情境意识的汽车导航界面设计研究

张超, 赵江洪

(湖南大学 汽车车身先进设计制造国家重点实验室, 长沙 410082)

**摘要:** **目的** 研究基于情境意识的汽车导航交互界面的设计方法。**方法** 分析汽车导航交互中用户情境意识的认知机制,将用户情境意识的内部思维特点映射到汽车导航交互界面设计过程中。**结论** 从感知、理解、预测3个层级描述了汽车导航交互中用户情境意识的生成过程,对汽车导航用户情境意识产生的心智模型进行了归类,通过心智模型特点分析了汽车导航界面设计策略,最后通过设计实践对理论进行了可行性验证。

**关键词:** 汽车导航; 驾驶任务; 情境意识; 交互界面; 注意力资源

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)02-0048-04

## Vehicle Navigation Interface Design Based on Situational Awareness

ZHANG Chao, ZHAO Jiang-hong

(State Key Laboratory of Advanced Design and Manufacturing for Vehicle Body, Hunan University, Changsha 410082, China)

**ABSTRACT:** It aims to study the interface design of vehicle navigation. It analyzes the user's situational awareness mechanisms when user interacts with vehicle navigation. User's mental processes characteristics are mapped to the vehicle navigation interface design process. It describes the generation process of situational awareness from three level: perception, comprehension and projection. It classifies the mental model type of situational awareness and analyzes the strategy of vehicle navigation interface design through characteristics of mental model. Finally, the theoretical feasibility are verified through design practice.

**KEY WORDS:** vehicle navigation; driving task; situational awareness; interactive interface; attention resource

情境意识是指用户快速认知环境并作出反应的认知模式。与以计算机及其系统为中心的情境感知(Context Awareness, 缩写为CA)理论不同,情境意识相关理论以人对环境的认知和思维为中心,主要研究人在复杂动态环境下对信息及事件状况的认知和决策。情境意识研究最早出现于航空领域,在逐步发展中已被广泛应用到船舶导航、应急服务和汽车驾驶等领域。在国外情境意识研究中,较为经典的是由Endsley提出的三级模型理论<sup>[1]</sup>,另外还有Bedny和Meister以心智模型为中心提出的子系统交互模型<sup>[2]</sup>,Smith和Hancock从人与情境的交互角度提出的知觉

循环模型等,国内的刘伟等人则针对飞行员情境意识构建了情境意识多级触发模型。汽车导航系统(Vehicle Navigation System, 缩写为VNS)是汽车车内信息系统的一部分,汽车导航系统的交互界面是用户获得导航信息的重要部件,由于车内驾驶任务与导航交互任务存在并行关系,所以在多任务情境下减少用户的认知负担和视觉资源占用是汽车导航界面设计中的关键问题<sup>[3]</sup>,这里将情境意识理论引入汽车导航的界面设计中,目的是通过情境意识相关理论,合理分配汽车导航交互与驾驶操作中的注意力资源(Attention Resource, 缩写为AR),提高汽车导航界面

收稿日期: 2015-09-18

基金项目: 国家973科技计划(2010CB328001); 国家863计划(2012AA111802)

作者简介: 张超(1986—),女,山东人,湖南大学博士生,主要研究方向为汽车交互设计。

的交互效率与驾驶安全性。

## 1 汽车导航界面的情境意识

情境意识实际是用户对外部环境信息的心理表征,主要指意识到用户周围发生了什么,并且了解这些信息对用户的现在和将来都意味着什么<sup>[4]</sup>。情境意识的中心是任务目标,环境中的信息只有和任务目标相关才具有意义,这些信息是辅助用户任务决策的关键<sup>[5]</sup>。在汽车导航驾驶任务中,高效的情境意识可以帮助用户理解导航任务特征,减少因观察和思考造成的分心,帮助用户在驾驶中快速地进行判断和决策。基于情境意识设计汽车导航交互界面有助于形成高水平的驾驶情境意识。

用户情境意识的构建是用户对汽车导航信息的感知与内在处理过程,用户通过导航交互界面感知信息,完成对当前情境的感知、理解以及对未来情境的预测,为决策及执行做准备。Endsley沿着一个信息处理链的角度,将情境意识划分为3个层次,即感知—理解—预测<sup>[1]</sup>,从感知信息到理解信息再到情境预测,每一层级先于下一级(必要但不充分),见图1。这里结合 Endsley 的三级模型理论,对汽车导航使用过程中情境意识进行了分析。

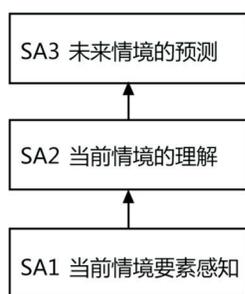


图1 情境意识三级模型

Fig.1 The three-level model of situational awareness

### 1.1 情境信息感知

情境意识始于信息的感知层(SA1),情境信息感知是对原始数据的信息收集。在用户与汽车导航的交互过程中,视觉是用户获得信息的重要通道,用户通过视觉界面获得目的地位置、转向提示等重要信息。从信息加工的角度讲,用户感知视觉信息的方式分为目标驱动和信息驱动两种,目标驱动是一种自上而下的感知模式<sup>[6]</sup>,任务目标是用户构建情境意识的中心,用户为完成目标有意识地搜寻目标相关信息,如用户为确定到达时间,观察汽车导航行程的时间信

息<sup>[7]</sup>。信息驱动是自下而上的模式,由信息刺激而激活新的任务和目标,如汽车导航提示前方500 m左转,引发用户转向驾驶任务。两种感知模式在汽车导航的交互过程中交替存在,而两种模式的合理交替有利于用户形成高水平的情境意识。

在汽车导航的界面设计中,通过合理的信息组织与可视化、语音化的设计可以提高用户感知信息的效率,为情境意识的形成提供基础。自上而下的感知模式要求为用户提供与任务密切相关的信息,如用户任务是寻找加油站,则主要提供加油站地址和油耗等信息。而自下而上的感知模式首先要求汽车导航在必要时提供关键信息,如转向提示;其次汽车导航界面的信息应规避显示过多内容,以免造成视听觉分心。

### 1.2 情境信息理解

情境意识的理解层(SA2)是用户对感知信息进行的内在加工处理,目的是理解信息的意义,形成对当前情境的认识和评估。从驾驶角度讲,汽车导航界面为用户提供与驾驶密切相关的环境及其变化信息,如堵车信息,帮助用户认识和评估驾驶环境;从寻路的角度讲,用户在汽车导航指引下可学习和认知地理空间知识,用户通过导航界面获得位置和路线等信息,进而构建驾驶任务所需的空中心智模型<sup>[8]</sup>。情境意识中对信息的理解往往建立在记忆与经验的知识基础上,通过与记忆中情境的匹配快速理解当前情境状态,因此,汽车导航驾驶中情境意识也与用户的驾驶经验和地理空间知识相关。减少用户对情境信息理解的难度是提高情境意识水平的有效途径<sup>[9]</sup>,汽车导航的交互界面不仅需要为用户提供形成情境意识的信息,也要通过信息的组织和可视化方式提高用户理解信息的效率,减少用户与导航界面的交互次数和认知负担。

### 1.3 驾驶情境预测

对未来情境的预测是情境意识的最高层(SA3),情境预测通过预测环境信息的变化及未来状态帮助用户决策,情境预测精度以情境意识前两个层次的精度为基础,也与用户的经验和能力相关。在汽车导航驾驶任务中,情境预测包括用户的行程计划,如走哪条路线,也包括驾驶环境和驾驶状态的预测,如转向驾驶和行程时间等。目前汽车导航的设备中对未来情境信息的描述较少,所选路线往往与用户实际心理预测的驾驶情境相差较大,如用户选择最短路线,实际路线虽然最短却更加复杂,增加了驾驶负担。在汽

车导航的界面设计中,如果通过可视化手段对未来情境进行描述,则可以帮助用户正确预测未来驾驶情境,合理安排驾驶的行程规划。

## 2 驾驶情境意识中的心智模型及界面设计策略

Neisser 认为心智模型包含人们认识世界的经验知识<sup>[2]</sup>,在情境意识中,心智模型将直接导致对某种类型信息的期望,这种期望引导行为挑选某种信息并提供解释信息的准备方式。而 Bedny 和 Meister 则提出:情境意识是个体对环境有意识的动态反应。它为个体提供了对环境的动态反应,不但反映了环境的过去、现在和未来,而且反映了环境的潜在特点。这种动态反映包含逻辑概念、想象、有意识和无意识的成分,使得个体能够形成外部事件的心智模型<sup>[2]</sup>。可见心智模型通过经验知识可以帮助完成情境意识的3个层次,而新信息通过情境意识3个层次的加工,也可以补充心智模型以反映现实环境,见图2。基于情境意识的汽车导航界面设计需要设计师将用户情境意识映射到设计中,因此了解用户情境意识的心智模型特征是设计的关键问题。Eui-Chul Jung 认为心智模型是用户对外部事件的心理构建,情境中的心智模型可以分为结构模型、时序模型和因果模型3种<sup>[10]</sup>。

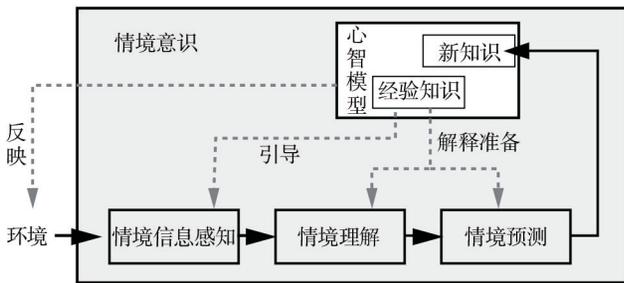


图2 情境意识心智模型

Fig.2 Situational awareness mental model

对于导航下的汽车驾驶任务,结构模型是对认知对象的结构性认知,主要应用在空间关系的理解上,如目的地在哪个位置或方向等;时序模型以时间先后顺序为基础,是用户完成任务的行驶计划,如依次要行驶过哪几段路等;因果模型是用户对行为和认知对象基于因果关系的思考,因果模型对用户理解和预测情境起着重要作用,通过模拟因果关系,用户可权衡问题的多个解决方案,并选出最佳方案。在汽车导航驾驶情境意识的构建过程中,每种模式的心智模型并不单独存在,它们是相互关联的,以选路为例,用户首先通过结构模型理解地图的空间特点,其次通过时序

模型进行行程计划(如路线规划),最后通过因果模型权衡各路线利弊,并挑选最优路线。在这过程中,结构模型是基础,而因果模型中的要素来自结构和时序模型,并对两个模型产生影响,如通过路线比较并更换新路线的心智模型,见图3。

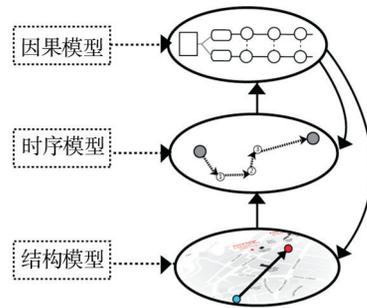


图3 选路情境中的心智模型应用

Fig.3 Mental model application in route choice situation

基于情境意识心智模型的汽车导航界面设计策略可分为3种:结构模型对地图可视化设计较重要,应在映射现实地理空间拓扑关系的同时符合用户认知空间结构的心理特点,如利用用户熟知的地标物辅助用户理解空间关系;时序模型与用户驾驶计划密切相关,因此与时序相关的信息设计可用包含序列语义的图形及文字,来表现时间和次序的特点,便于用户进行驾驶情境预测;因果模型对用户进行决策有重要意义,界面中合理展示情境中的变量以及对驾驶任务造成的影响可以缩短用户的推理过程,进而减少认知负担。

## 3 设计实践

1) 设计对象。“堵车情境”下的汽车导航界面设计。

2) 设计过程。首先对用户的任务目标及决策进行分析,明确目标相关信息,明确从心智模型对情境意识3个层次的作用角度,归类信息所属的心智模型及完成的情境意识层次,堵车情景的SA分析见图4;其次对分析中的信息进行设计,以提高感知效率、降低理解难度和增强表征预测能力为大原则,以基于3种心智模型的设计策略为具体设计原则,完成信息的组织及可视化等问题的设计;最后经过反复推敲细化设计完成界面高保真原型,见图5。

3) 设计概念。堵车时,根据结构型设计策略,在地图中标示堵车位置,见图5a,用图标的长度和颜色来表达拥堵的长度和等级,便于用户评估堵车程度。根据用户预测情境和因果心智模型的特点,突出显示目前路线行程延长的时间,便于用户预测堵车对驾驶行程的影响。为用户推荐两个新路线,见图5b,在地

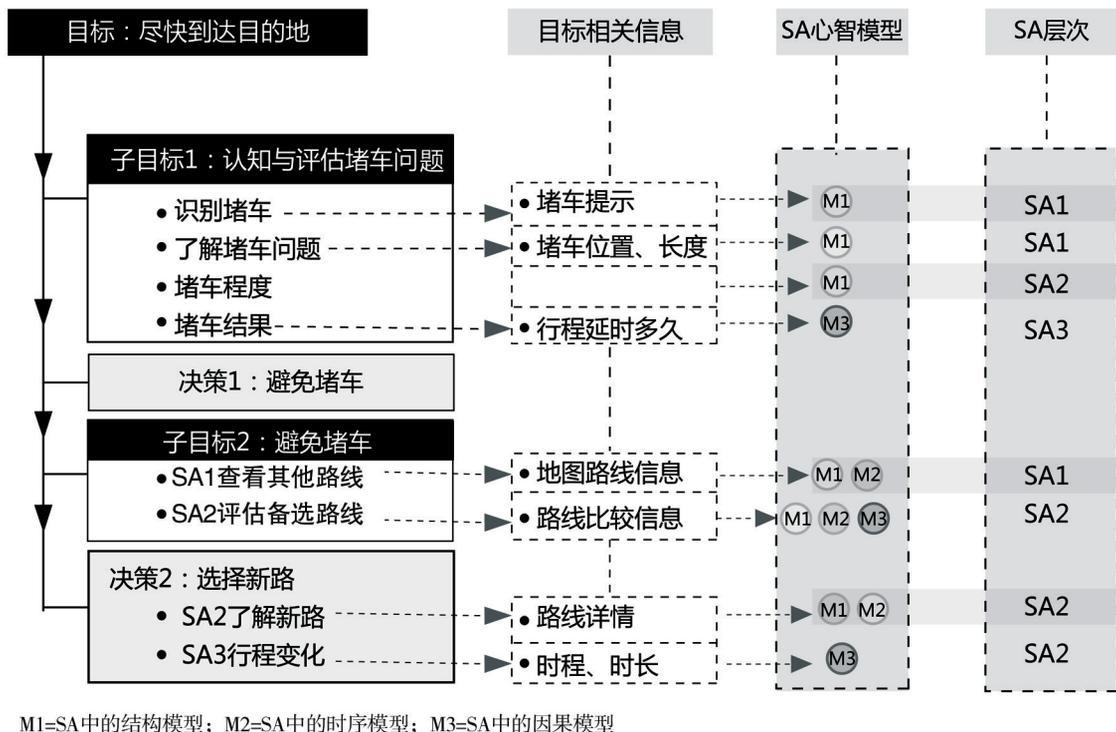


图4 堵车情境的SA分析

Fig.4 The traffic situation SA analysis

图上显示出具体路线。根据因果模型的设计策略,显示新路线的简要信息,内容是与原路线进行比较所得到的差异信息,包括时程差异、路长差异以及转向的路口数量差异。用户可查询各路线详情,见图5c。用户可通过驾驶行为选择路线,如第二个路口直行选择路线1,右转选择原路线或路线2,第三个路口右转选择路线2。选择新路后,显示新路线导航信息,见图5d。



图5 界面原型

Fig.5 Interface prototype

### 4 结语

这里对汽车导航驾驶中用户的情境意识的生成

过程,以及心智模型特点进行了分析,基于情境意识理论提出了汽车导航界面的设计策略,并在研究结论指导下进行了设计实践工作。这里的研究对于汽车导航的界面设计具有一定的参考价值。

### 参考文献:

- [1] ENDSLEY M, GARLAND D. Situation Awareness: Analysis and Measurement[M]. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Inc, 2000.
- [2] STANTON N, CHAMBERS P. Situational Awareness and Safety[J]. Safety Science, 2001(9): 189—204.
- [3] 谭浩, 赵丹华, 赵江洪. 面向复杂交互情境的汽车人机界面设计研究[J]. 包装工程, 2012, 33(18): 26—30.
- [4] 袁修干, 刘伟. 人机交互中情境认知的理论与应用[M]. 北京: 科学技术出版社, 2005.
- [5] DIAPER D. Scenarios and Task Analysis[J]. Interacting with Computers, 2002(14): 379—395.

(下转第56页)

- [7] ARNHEIM R. Visual Thinking[M]. California: University of California Press, 2004.
- [8] 路璐, 田丰, 戴国忠. 融合触、听、视觉的多通道认知和交互模型[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2014, 26(4): 654—661.  
LU Lu, TIAN Feng, DAI Guo-zhong. A Study of Multimodal Cognition and Interaction Based on Touch, Audition and Vision[J]. Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics, 2014, 26(4): 654—661.
- [9] 张尧官, 方能御. 1981年诺贝尔生理学、医学奖获得者罗杰·渥尔考特·斯佩里[J]. 世界科学, 1982(1): 48—49.  
ZHANG Yao-guan, FANG Neng-yu. In 1981 Nobel Physiology, Medicine Prize Winner Roger Wolcott Sperry[J]. The World of Science, 1982(1): 48—49.
- [10] 宋绍成, 毕强, 杨达. 信息可视化的基本过程与主要研究领域[J]. 情报科学, 2004, 22(1): 13—18.  
SONG Shao-cheng, BI Qiang, YANG Da. Basic Process of Information Visualization and Primary Research Field[J]. Information Science, 2004, 22(1): 13—18.
- [11] 陈为, 张嵩, 鲁爱东. 数据可视化的基本原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2013.  
CHEN Wei, ZHANG Song, LU Ai-dong. The Basic Principle and Method of Data Visualization[M]. Beijing: Science Press, 2013.
- [12] 袁晓如, 张昕, 肖何. 可视化研究前沿及展望[J]. 科研信息化技术与应用, 2011, 2(4): 3—13.
- YUAN Xiao-ru, ZHANG Xin, XIAO He. Visualization Research Frontier and Prospect[J]. E-Science Technology and Application, 2011, 2(4): 3—13.
- [13] 蒲剑苏, 屈华民, 倪明选. 移动轨迹数据的可视化[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2012(1): 73—82.  
PU Jian-su, QU Hua-min, NI Ming-xuan. Survey on Visualization of Trajectory Data[J]. Journal of Computer-Aided Design and Computer Graphics, 2012(1): 73—82.
- [14] FRY B. Visualizing Data: Exploring and Explaining Data with the Processing Environment[M]. California: O' Reilly Media, 2008.
- [15] WARE C. Information Visualization: Perception for Design[M]. Amsterdam: Elsevier, 2012.
- [16] 洪陆合, 蔡建立, 吴顺祥. 基于第三方控件的数据可视化系统的设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2010, 31(13): 96—99.  
HONG Lu-he, CAI Jian-li, WU Shun-xiang. Design and Implementation of Data Visualization System Based on the Thirdparty Control[J]. Computer Engineering and Design, 2010, 31(13): 96—99.
- [17] 李晶, 薛澄岐, 史铭豪. 基于信息多维属性的信息可视化结构[J]. 东南大学学报, 2012(6): 94—99.  
LI Jing, XUE Cheng-qi, SHI Ming-hao. Information Visualization Structure Information Based on Multi Attributes[J]. Journal of Southeast University, 2012(6): 94—99.

~~~~~

(上接第51页)

- [6] JENSEN B. Studying Driver Attention and Behaviour for Three Configurations of GPS Navigation in Real Traffic Driving[J]. CHI 2010: Driving, Interrupted, 2010(15): 71—80.
- [7] LEE J, FORLIZZI J, HUDSON S. Iterative Design of MOVE: A Situationally Appropriate Vehicle Navigation System[J]. Human-Computer Studies, 2008(6): 198—215.
- [8] 甘为, 谭浩, 赵江洪. 基于参照物的汽车导航人机界面用户参与式设计[J]. 包装工程, 2014, 35(20): 25—28.  
GAN Wei, TAN Hao, ZHAO Jiang-hong. User Participatory Design of Automobile Navigation Human-Machine Interface Design Based on Reference Object[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(20): 25—28.
- [9] 刘双. 基于注意资源分配的情境意识模型[J]. 北京航空航天大学学报, 2014, 10(8): 66—71.  
LIU Shuang. Situational Awareness Model Based on Attention Allocation[J]. Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics, 2014, 10(8): 66—71.
- [10] JUNG E, SATO K. Methodology for Context-Sensitive System Design by Mapping Internal Contexts into Visualization Mechanisms[J]. Design Studies, 2010(1): 26—45.