

文章编号: 1006-8309 (2008) 01-0064-03

空港安检中的视觉搜索

王治国^{1,2}, 张侃¹

(1. 中国科学院心理研究所 脑与认知科学国家重点实验室, 北京 100101;
2 中国科学院 研究生院, 北京 100039)

摘要: 空港 X光行李检查是在复杂背景进行上的、事件率很低的多类目标视觉搜索任务。文章对视觉搜索领域的相关研究进行了综述, 可供空港改进安检设备和培训安检人员参考。

关键词: X光行李检查; 视觉搜索; TIP系统; 训练
中图分类号: B849 **文献标识码:** A

1 引言

对旅客行李进行 X光检查是空港安全系统的重要环节。美国交通部的一项空港安检研究发现, 违禁品的漏检率高达 68%^[1], 但是该问题没有引起运营商和政府的重视。为了降低运营成本并提高顾客满意度, 运营商在安全和效率的权衡中往往选择后者。这在全球有一定的普遍性, 其直接结果是针对飞行器的恐怖主义案件不断增加。1995 - 1998年, 全球平均每年发生 11起劫机案件, 2000年时增加到 20起^[2,3]。“9. 11事件”把空港安全系统的脆弱性完全暴露在公众面前, 与空港 X光行李检查相关的人因学研究开始受到人们的关注。空港 X光行李检查是一种特殊的视觉搜索任务, 人因学与视觉搜索相关的研究成果对于改进安检设备和训练安检人员有很高参考价值。

2 X光行李检查的相关研究

2.1 背景复杂性

在空港 X光行李检查中, 旅客行李的 X光图像通常包含复杂的噪音背景。Wolfe等发现, 复杂背景会降低目标搜索的速度^[4]。Bravo和 Farid也发现, 复杂背景会增长搜索目标所需的时间^[5]。目标和背景的相似性是这种现象产生的主要原因, 降低目标与背景的相似性能显著提高搜索绩效^[6,7]。

2.2 搜索多类目标

在空港 X光行李检查中, 目标不是具体的、确

定的物品, 而是多个类别的危险品, 比如刀具、枪械、炸弹等。针对空港 X光行李检查的这种特点, Smith等进行了一系列的研究^[8]。他们首先训练被试搜索三类目标, 然后让被试搜索新目标。新目标属于这三类目标, 但是在训练中没有出现过。结果发现, 同类别的新目标出现时, 正确率会迅速下降到 30% - 50%。采用实物图片模拟空港 X光行李检查任务进行的研究也得到类似结果^[8]。这表明, 训练有助于个体获得与特定目标相关的知识, 但是训练效果并不能很好地迁移到新目标。

2.3 低事件率

在旅客行李中发现刀具、枪械等危险品的概率大约为每个机场每月一次^[2], 远低于在常规 X光检查中发现乳腺肿瘤的概率 (0.3%)^[9]。Wolfe等采用模拟的 X光行李检查任务探讨了事件率对搜索绩效的影响^[9]。结果发现, 事件率为 10%时, 被试的错误率为 16%, 事件率为 1%时, 错误率增至 30%。Wolfe等还发现, 事件率很低时, 虚假目标 (比如让安检员在搜索枪械的同时搜索 iPod) 并不能提高搜索绩效^[9]。插入虚假目标后, 整体事件率达到 50%, 但是真目标 (事件率为 1%) 的漏检率却增至 52%。

3 对空港安检的启示

3.1 TIP系统

威胁图片投射系统 (threat image projection, TIP) 能够自动生成虚拟的旅客行李 X光图像, 也

基金项目: 国家自然科学基金 (30670701)

作者简介: 王治国 (1982-), 男, 河南洛阳人, 博士研究生, 研究方向为工程心理学, (电话) 010 - 64836047 (电子邮箱) wangzg@psych.ac.cn

能够把违禁品的图片投射到旅客行李的 X 光图像上面。因此, TIP 系统可以在不干扰安检作业的情况下对安检人员进行训练并测量其作业绩效^[10]。因为安检人员无法预期这种绩效评估是否发生、何时发生,因此 TIP 系统也能在一定程度上提高安检员的警戒水平。

TIP 系统的原理是插入虚假目标,提高事件率,保持安检人员的警戒水平。但是 Wolfe 等发现,事件率很低时,插入虚假目标会降低目标搜索的正确率^[9]。英国的机场管理人员发现,虽然 TIP 系统能迅速提高安检人员的作业绩效,但是 TIP 系统的图片库被替换后,安检人员的作业绩效又降低到最初水平^[8]。这与 Smith 等的研究结果是一致的^[8]。虽然 TIP 系统能够训练安检人员发现图片库中包含的危险品,但是训练效果不能迁移到检测新的危险品。解决该问题的主要方法是增加 TIP 系统图片库的容量。

3.2 安检人员训练

为提高安检人员的可靠性,训练是必须的。研究表明,训练可以帮助被试掌握有效的目标搜索策略^[11]、能够增大被试的视叶 (visual lobe) 并提高其搜索绩效^[12]。Nalanagula 等也发现,经过训练,被试检测电路板缺陷的绩效提高了 26%^[13]。

多项研究表明,训练方式对于搜索绩效有显著影响。Nalanagula 等发现,静态、动态和混合方式的训练让被试的搜索绩效分别提高了 9.55%、17.61% 和 26.86%^[14]。Nickles 等也发现,言语训练、图示辅助的言语训练,以及整合言语和追踪练习的训练均能提高被试的搜索效率^[15]。但是 McCarley 等发现,X 光行李检查的训练效果不能迁移到新刺激^[16]。Smith 等发现,被试在视觉搜索训练中获得的知识不能迁移到同类别的新刺激^[8]。因此,训练应该以提高视觉组织能力和搜索策略的有效性为目的,同时要尽可能使用真实的行李 X 光图像。

4 结束语

视觉搜索领域的相关研究加深了我们对空港 X 光行李检查任务的理解,但是还有许多问题有待解决。

第一,空港安检人员的绩效评价和选拔。安检人员的选拔、评价和训练是决定空港安全水平和效率的重要因素。为了测量安检人员在 X 光图像中识别违禁品的能力, Schwaninger 及其同事开发了 X 光对象识别测验 (X-ray ORT)^[17]。Hofer 和

Schwaninger 则提出以 TIP 系统作为评价安检人员绩效的工具^[10]。但是这些工具的稳定性和可靠性都不理想。

第二,自动化辅助的 X 光行李检查。在空港 X 光行李检查任务中,安检人员面临很大的时间压力,自动化辅助是提高安检绩效的可能途径。Smith 等发现,提示目标可能出现的位置能够提高被试的搜索绩效^[8]。Goh 等也发现,使用自动化辅助工具提示目标的位置能够提高被试的 X 光行李检查绩效^[18]。但是自动化辅助工具的可靠性问题,以及人类过分依赖自动化工具的倾向限制了自动化辅助设备在空港 X 光行李检查中的应用。

参考文献

- [1] Dillingham G L. Aviation Security: Slow Progress in Addressing Long-standing Screener Performance Problems [R]. Testimony Presented before the Subcommittee on Aviation, Committee on Transportation and Infrastructure, House of Representatives, Washington, DC. 2000.
- [2] Hancock P A, Hart S G. Defeating Terrorism: What Can Human Factors/Ergonomics Offer? [J] Ergonomics in Design, 2002, 10(1): 6 - 16.
- [3] Federal Aviation Administration (FAA). FAA Receives Aviation Week's Technology Innovation Award for Threat Imaging to Improve Aviation Safety [R]. Washington, DC: FAA Office of Public Affairs. 2000.
- [4] Wolfe J M, Oliva A, Horowitz T S, et al. Segmentation of Objects from Backgrounds in Visual Search Tasks [J]. Vision Research, 2002, 42(28): 2985 - 3004.
- [5] Bravo M J, Farid H. Search for a Category Target in Clutter [J]. Perception, 2004, 33(5): 643 - 652.
- [6] Vergheze P, McKee S P. Visual Search in Clutter [J]. Vision Research, 2004, 44(12): 1217 - 1225.
- [7] Neider M B, Zelinsky G J. Searching for Camouflaged Targets: Effects of Target-background Similarity on Visual Search [J]. Vision Research, 2006, 46(14): 2217 - 2235.
- [8] Smith J D, Redford J S, Washburn D A, et al. Specific-token Effects in Screening Tasks: Possible Implications for Aviation Security [J]. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 2005, 31(6): 1171 - 1185.
- [9] Wolfe J M, Horowitz T S, Kenner N M. Rare Items Often Missed in Visual Searches [J]. Nature, 2005, 435(1): 439 - 450.

(下转第 56 页)

表 2 2020年主城区公共交通需求预测

交通方式	2020年 (万人次/日)	线路长度 (km)	占总出行 比例 (%)
全方式	2214.4	-	100
轨道交通	148.4	129.1	6.7
公共快速公交	132.9	334.9	6.0
交通常规公交	365.4	-	16.5
出租车	100	-	5.0

5 结束语

社会经济的发展以及城市规模的扩张必然促使居民出行梯度日益复杂化,为此,有必要建立多元化公交体系,树立公交的主体地位,逐步建立起以大容量快速公交为骨架、常规公交为主体、支线公交为支撑,融个体交通为一体的、协调发展的综

合客运体系,这也是构建和谐交通、建立节约型社会的必然选择。

参考文献:

[1] 陆锡明,王祥. 国际大都市交通发展战略 [J]. 国外城市规划, 2001, 5 (5): 17 - 20

[2] 张殿业,祝江力,明士军,等. 成都市综合交通体系规划 [R]. 成都:西南交通大学, 2005.

[3] 阴志强. 城市交通多模式变需求随机均衡组合问题的研究 [D]. 上海:上海海运学院, 2001: 2 - 12

[4] 徐永能,李旭宏,朱彦东,等. 城市居民出行方式选择的满意准则模型 [J]. 交通与计算机, 2005, 23 (4): 54 - 57.

[5] 王炜,陈学武,陆建. 城市交通系统可持续发展理论体系研究 [M]. 北京:科学出版社, 2004: 24 - 58

[收稿日期] 2006 - 10 - 18

[修回日期] 2007 - 05 - 18

(上接第 65页)

[10] Hofer F, Schwaninger A. Using Threat Image Projection Data for Assessing Individual Screener Performance [M] // B rebbia C A, B ucciarelli T, G arzia F, et al Safety and Security Engineering Southampton, UK: W IT Press, 2005: 417 - 426

[11] Wang M J, L in S C, D rury C G Training for Strategy in Visual Search [J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 1997, 20 (2): 101 - 108

[12] Gramopadhye A K, D rury C G, J iang X, et al Visual Search and Visual Lobe Size: Can Training on One Affect the Other? [J] International Journal of Industrial Ergonomics, 2002, 30 (3): 181 - 195.

[13] Nalanagula D, Sadasivan S, Mehta P, et al Can We Use Eye Tracking Data as Feedforward Information to Improve the Inspector's Performance? [C] // Eighth Annual International Conference on Industrial Engineering - Theory, Applications and Practice, Las Vegas, NV, 2003: 229 - 234.

[14] Nalanagula D, Greenstein J S, Gramopadhye A K E-

valuation of the Effect of Feedforward Training Displays of Search Strategy on Visual Search Performance [J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 2006, 36 (4): 289 - 300.

[15] Nickles G M, Melby B J, Gramopadhye A K A Comparison of Three Levels of Training Designed to Promote Systematic Search Behavior in Visual Inspection [J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 2003, 32 (5): 331 - 339.

[16] McCarley J S, Kramer A F, Wichens C D, et al Visual Skills in Airport - security Screening [J]. Psychological Science, 2004, 15 (5): 302 - 306

[17] Schwaninger A. Screener Evaluation and Selection [J]. Airport, 2003 (2): 14 - 15.

[18] Goh J, Wiegmann D A, Madhavan P. Effects of Automation Failure in a Luggage Screening Task: A Comparison between Direct and Indirect Cueing [C] // Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 49th Annual Meeting, 2005: 492 - 496

[收稿日期] 2007 - 01 - 10

[修回日期] 2007 - 07 - 18