

Analysis of Engineering Vehicle On-board Display

Yanhua Shen, Yijun Liu, Jue Yang

School of Mechanical Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing, China

Email: yanhua_shen@ces.ustb.edu.cn

Abstract: The influence of screen types and layout of on-board display on the drivers' vision should be considered in the engineering vehicle design. The response times of 55 participants for random target appearing on the LCD display and note-book LCD display were tested and recorded. Performance data showed that reaction speeds of participants were faster for the LCD displays. In the experiment of studying display' position, LCD display were placed in different horizontal and vertical angles. The shortest reaction time of participants was achieved when the display' angle was 70° with horizontal and 15° with vertical. This angle value can be selected as the optimum laying position of on-board display, and people will react to message on the screen quickly and accurately. The research in the paper provided theoretical basis for the design of engineering vehicle on-board display.

Keywords: LCD display; note-book LCD display; layout position

工程车辆车载显示屏的研究分析

申焱华, 刘懿璠, 杨 珏

北京科技大学机械工程学院, 北京, 中国, 100083

Email: yanhua_shen@ces.ustb.edu.cn

摘 要: 工程车辆车载显示器类型及放置位置对驾驶者视觉的影响是设计中须考虑的问题。本文测试 55 位参与者对 LCD 和笔记本 LCD 显示器中随机目标的反映时间。参与者对 LCD 显示屏的反映速度较快。显示器位置研究中, 当 LCD 显示器与水平面成 70° 竖直面成 15° 时, 10 位参与者的反映时间最短。通过本文研究, 为工程车驾驶室显示屏的设计、位置放置等提供了理论依据。

关键词: LCD 显示屏; 笔记本 LCD 显示屏; 放置位置

1 引言

随着汽车电子技术的发展, 工程车辆车载信息系统已经成为工程车驾驶室中越来越重要的一部份, 这也将成为今后工程车研究和制造的发展趋势。用虚拟仪表显示代替原有的机械仪表、电气式仪表和模拟电路电子式仪表, 并将数字化后的数据转移存储, 有利于与工程车辆其他的电子集中控制系统进行数据交换, 有利于工程车集中控制系统的发展和实现, 此外还使得工程车仪表的功耗、安全性、可靠性、舒适性得到更好的提高^[1]。

不同种类的数字化显示屏对于人的可视化程度有着很大的不同, 显示器的摆放位置及角度对人的视觉效果及反映速度都有很大的影响。基于市面现在常用的显示器的类型以及实验条件的限制, 本文仅就 LCD 和笔记本 LCD 显示屏对视觉的影响进行比较。

LCD 液晶显示器是 Liquid Crystal Display 的简称。LCD 的构造是在两片平行的玻璃当中放置液态的晶体, 两片玻璃中间有许多垂直和水平的细小电线, 透过通电与否来控制杆状水晶分子改变方向, 将光线折射出来产生画面。笔记本 LCD 与 LCD 显示屏的差别主要是其折射率引起的可视程度不同, 即各向异性不同^[2-3]。随着显示屏技术的发展, 将来车载显示屏的选择还会更加宽泛, LED、LCD-TFT 显示屏等更为先进的技术将被考虑应用到车载系统中。

2 车载显示屏类型的选择研究

不同质量和类型的显示器对人体视觉性能的影响有一定的不同, 例如显示屏的分辨率、点距和对比度等。选择最为适宜驾驶室要求的车载显示屏, 对于工程车辆安全性和驾驶者工作效率的提高将起到很大的

推动作用^[4-5]。由于工程车驾驶环境的多样性，驾驶者工作时光线的照射角度、周围环境的亮度、路面情况以及驾驶者的情绪等多方面都将影响其视觉的效果。鉴于实验中的条件限制，本文仅就显示屏的类型和放置角度进行研究。

2.1 研究方法

研究是通过参与测试，得到每个人对不同显示屏中随机出现目标的反应时间，分析其类型对人体视觉的影响。

其中参与者为 55 名年龄在 20-30 岁之间的在校学生（均值=20.417 年，方差=0.5958 年）。49 名参与者是男性，其余 6 名是女性。所有人都有正常的或者相当于正常的视力，并且没有发现任何眼睛疾病。所有参与者都经常使用电脑，有 53.3% 的参与者每周要用 20 小时以上的电脑，10% 的参与者每周使用电脑的时间在 10 小时以下。其中，35% 的参与者用的是 LCD 屏幕，其余使用的是笔记本 LCD 屏幕。此项调查分析参与者惯用的显示器类型对实验将产生的影响。

实验中所采用的设备为：连接屏幕的笔记本为戴尔 8100，英特尔奔腾三处理器，显示屏分别为 17 英寸 LCD 显示器以及 14.1 英寸 LCD 笔记本显示器。所有显示器的分辨率均为 1024×768，亮度和色彩指数均一致。实验场地的环境包括光线等因素采用普通白炽灯，无单点投射光源，且亮度保持一致。基于车载显示屏的大小常为 10 寸左右，而我们受到实验设备的限制，所以在实验的过程中将显示屏的大小遮盖到车载显示屏中 10 寸屏的大小。

1. 实验过程中，根据人的最佳视距将座椅和眼睛的水平距离一直保持在 550mm。由于驾驶室中的显示屏的位置通常是位于驾驶者侧方，因此本实验将显示屏位于座椅右侧 35° 位置^[6]。

2. 实验过程中，参与者保持正常的驾驶姿态且头部可以自由活动。

3. 通过 MainForm 应用软件编写了测试程序，其界面屏幕被分割成 9 个大小相等的部分，随着操作者按动键盘空格键将有一个长宽均为 10mm 的目标方框（方框大小的设计是以显示屏中正常显示数字的大小为依据）随机在 9 个框中出现，参与者只需按住键盘直至看清出现的目标后松手，程序将记录参与者观察的时间。

4. 对参与者进行必要的训练，使参与者熟悉键盘的操作以及培养其对屏幕上目标出现的位置感。培训过

后对所有参与者进行两种显示屏的第一轮实验，记录数据。之后，分别移动座椅到向前与屏位置成 40°，向后位置与屏位置成 30°，进行第二轮和第三轮实验并记录数据，每轮实验参与者操作 5 次。如图 1 所示为实验原理图。

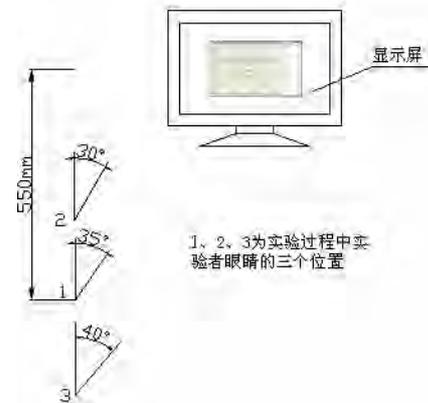


图 1. 选择显示屏类型的实验原理图

2.2 结果分析

由于实验中存在一定的随机性，因此将每个实验参与者在同一位置操作 5 次记录时间的平均值作为每个人可识别目标的反应时间。统计实验数据可以得出显示器分别位于实验者右侧 30°、35°、40° 时，所有参与者使用 LCD 和笔记本 LCD 实验时的反应时间的平均值，如图 2 所示。

从图中可以发现，参与者在三个不同位置进行实验时，其使用 LCD 显示器的反映时间相对较短。并且在三个不同位置使用两种显示器的反映时间分布是相同的，即显示器处于实验者右侧 40° 时所用的时间最短，产生这种现象的原因是此时实验者距离显示屏的距离最近；虽然显示器位于参与者右侧 30° 的位置相对于 35° 的位置距离较远，但是由于此时观察角度对视觉的影响占了主要的因素，因此 30° 位置时参与者的反应时间较短。

将平时使用笔记本 LCD 参与者的实验数据进行统计发现：平时使用笔记本 LCD 的参与者在实验中对 LCD 显示屏的反应速度更快，证明可以排除人的使用习惯性的因素。

对实验数据的方差进行分析，由于只有时间一个自变量，因此进行单因子方差分析。方差分析结果：第一列为误差的来源，即存在偏差数据以及样本量的大小引起的；第五行组内自由度 $F=10.98$ ，大于 1，及条件误差比试验误差大，则条件不同起显著的作用；第六行假设成立的概率 $p=8.9198e-010$ ，其接近于 0，

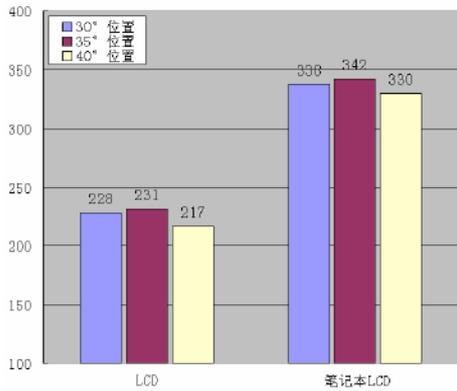


图 2. 实验者使用 LCD 和笔记本 LCD 显示器时间数据

认为六种试验情况下参与者对目标的可视性存在显著的差异。图 3 显示了每组数据的箱型图，辨别数据的可信性。箱型图中心线上的较大差异对应于较大的 F 值和较小的 p 值。从图中可以看出对于 LCD 显示器的方差小于笔记本显示器的方差，说明对于 LCD 显示器的时间数据更加的准确、可信。

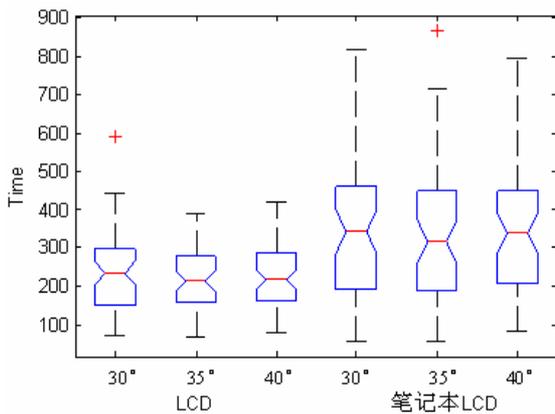


图 3. 实验者使用 LCD 和笔记本 LCD 显示器时间数据箱型图

所有参与者分别使用 LCD 和笔记本 LCD 时，不论在哪个位置进行实验，使用 LCD 时的反应时间较短。其中在 30°、35°、40° 三个位置时，使用笔记本 LCD 比使用 LCD 显示器的反应时间短的人数占总人数的比例分别为：21.8%、14.5%、12.7%，因此可以说明人对 LCD 显示屏中出现的目标反映速度较快。所以建议在驾驶室车载显示屏类型的选择过程中选择 LCD 显示屏，提高驾驶者对信息的反应速度有助于驾驶安全性的提高。

实验分析得到的结果与不同显示器各项异性的特性是相符合的。（各项异性：在不同方向具有不同行为的性质，也就是其行为与方向有关。）笔记本 LCD 显示屏的各向异性相对较差。

3 车载 LCD 显示屏的放置位置研究

通过对不同显示器的比较实验以及对实验数据的处理，发现 LCD 显示器内信息的可视程度相对较高，所以建议在驾驶室的车载信息系统中选择 LCD 显示器作为显示系统。然而同一显示器的摆放位置对于观察者的反应时间也是不同的，所以要使得驾驶员更有效的利用车载显示系统，因此对显示屏最佳放置位置的实验也是必要的^[7]。

3.1 研究方法

此次实验采用与以上实验相同的方式和实验设备，参与者为上述实验中对 LCD 显示屏内的目标反映速度相对较快的 10 位。

1.将显示器分别放置在与水平面成 60°、65°、70°、75°、80° 的位置进行测试，并在不同的位置时调整屏幕与竖直面夹角。调整的角度分别与竖直面成 0°、3°、6°、9°、12° 以及 15°。

2.每位测试者在显示器的任一放置位置都要进行 5 次测试，获取测试结果并进行分析。

3.2 结果分析

将得到 10 位参与者的反应时间数据进行统计分析。图 4 显示了水平面成一定角度时，与竖直面成不同角度参与者的反应时间。从图中可以看出，随着与竖直面的夹角变小，参与者的反应时间变小，成下降的趋势。图 4 也显示了竖直面成一定角度时，与水平面成不同角度参与者的反应时间。从图中可以看出，无论竖直面夹角的大小，水平面 70° 时参与者的反应时间处于最低点。整个变化趋势为先下降至 70° 位置，以此点为转折逐渐时间上升。

当 LCD 显示器与水平面成 70° 且与竖直面成 15° 时，10 位参与者对屏幕中目标的反映时间最短。因此选择此位置为本车型的设计位置。

4. 结论

通过本文实验论证，多数参与者对 LCD 显示屏中出现的内容识别能力更高，此结论与参与者平时常用哪种类型的显示屏并无关系。LCD 显示屏在驾驶室仪表台中的放置位置也可以确定为与水平面成 70° 且与竖直面成 15°，此位置时驾驶者对目标的反映速度以及正确率也相对较高。因此，在以后的驾驶设计中采用本文中的研究结果将更有利于车辆驾驶的安全性与操作方便性。未来还可以将本文的研究方法应用到实

际车辆驾驶中，分析包括周围环境、路面情况以及驾驶员心理等因素对驾驶员观察显示系统的影响。

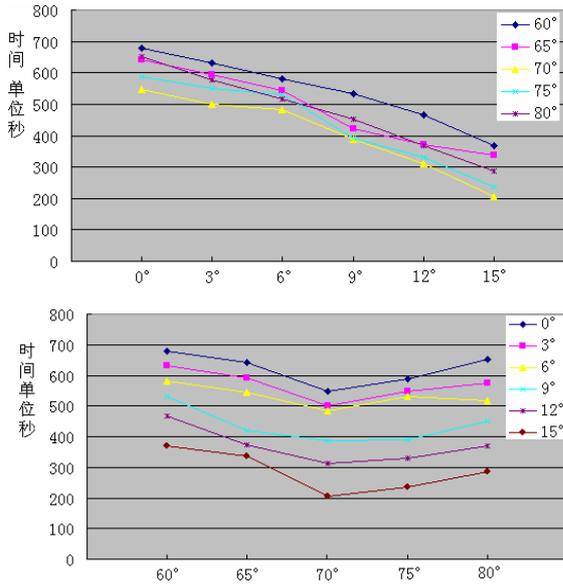


图 4. LCD 显示器垂直、水平方向角度反应时间

Reference (参考文献)

- [1] Zhang Yongliang. Design of Vehicle Information System Based on CAN: Master degree thesis. Wuhan: Wuhan university of technology, 2006.
张永良. 基于 CAN 总线通信的车载信息系统的设计: 硕士论文. 武汉: 武汉理工大学, 2006.
- [2] Artamonov, O., 2004. X-bit's Guide: Contemporary LCD monitor parameters and characteristics. Available online at: <http://www.xbi-tlabs.com/articles/other/display/lcd-guide.html> (accessed 12.03.07).
- [3] Sophie Oetjen, Martina Ziefle. A visual ergonomic evaluation of different screen types and screen technologies with respect to discrimination performance. *Applied Ergonomics*. 2008, 26
- [4] Thorsten Baldus, Patrick Patterson. Usability of pointing devices for office applications in a moving off-road environment. *Applied Ergonomics*. 2008, 39
- [5] Stone, P.T., Clarke, A.M., Slater, A.I., 1980. The effect of task contrast on visual performance and visual fatigue at a constant illuminance. *Lighting Res. Technol.* 12 (3), 144-159.
- [6] International Organization for Standardization, 2001. ISO 13406-2: Ergonomic requirements for work with visual displays based on flat panels—Part 2: Ergonomic requirements for flat panel displays (Geneva: ISO).
- [7] Heuer, H., Bruwer, M., Romer, T., Kroger, H., Knapp, H., 1991. Preferred vertical gaze direction and observation distance. *Ergonomics* 34 (3), 379-392.