**典型驾驶情景下驾驶员对心理压力增加的反应模式研究**

**摘要**

为了促进驾驶安全，需要深入了解驾驶员对心理压力增加的反应模式。本文重点在于通过层次聚类方法提取驾驶员反应模式从而获得整体的理解。该反应模式由驾驶表现和眼球运动共同描述。通过一款基于运动的驾驶模拟器，收集到26名参与者的数据，其中研究了两个典型的驾驶场景，即停车控制的交叉路口（对心理负荷量的需求高）和限速高速公路（对心理负荷的需求低）。我们在高速公路驾驶中发现了2种反应模式，在城市驾驶中发现了4种反应模式。这些模式可以通过驾驶表现、眼球运动和可测量的心理负荷之间的相互作用机制来解释。结果表明，与许多以前的研究不同，驾驶表现和眼球运动的趋势实际上并不一定与心理负荷增加有相互关联。与高度多样化的驾驶表现相比，心理工作量总是与注视变化的最小化相关联。

**绪论**

两个常见的发生意外的位置是高速公路和停车控制的十字路口。有人担心随着科技被安装到车辆，司机的心理负荷将会增加，特别是在这两个地方。以前关于心理负荷和驾驶行为的研究主要集中在驾驶表现和驾驶员扫视行为统计的定量摘要。尽管采用了稳健的方法和细致的实施分析，但对于这些测量量之间关系的确定却难以有深刻的理解。对于现实世界的应用，心理负荷增加的驾驶员反应模型已经开始考虑到各种数据来源，以此为政策制定者制定决策工具和汽车制造商的安全改进策略提供依据。

目前关于司机行为的研究基本上是随机的，但是对于驾驶员心理负荷增加的反应模式的了解在这一研究领域是一个特别的挑战。过去关于驾驶员表现的研究已经测试了不同道路类型对心理负荷的总体影响。增加的心理负荷会使得驾驶员在转向操作上不太顺畅，但是在道路保持上表现得更好，特别是在高速公路上，然而在复杂的交通情况下，它可能以不同的方式工作。因此，人们会期望在道路类别中，心理负荷对驾驶表现的影响是具体的。其他工作已经投入到与眼睛相关的测量指标，从瞳孔扩张到眨眼，注视和扫视。

增加眨眼潜伏期、注视持续时间、瞳孔扩张时间和减少眨眼持续时间和注视变化性可以显着地表明心理负荷增加。尽管对上述任一方面进行了大量的研究，利用相关测量指标整体地而不是单一的某一方面来理解司机的反应模式的工作很少。

此外，高速公路和交叉路口的驾驶环境复杂程度明显不同，因此需要单独计算这两种交通情况下驾驶员的反应模式。这突出表明需要建立一个可以复制的框架，以系统地生成驾驶员反应模式，以便不仅可以了解在不同交通环境下如何更好地驾驶，而且还可以获得一套适合的可以解释甚至预测驾驶表现的解决方案来提高交通安全。

我们开始在驾驶模拟器中重建高速公路和十字路口，以模拟真正的驾驶状况。在有伴随和没有伴随会导致高度心理负荷的辅助任务的两种情况下，招募的参与者驾驶通过交叉路口和高速公路。驾驶表现和眼动测量指标都被收集用于分析司机的反应模式。为了量化驾驶员的工作量，我们收集驾驶员响应时间给LED灯，即探测响应任务（DRT）。

传统的数据分析方法是检查某些绩效指标的均值或方差如何随条件而变化，如有或没有心理负荷。在这项研究中，我们探讨了在高速公路和聚类分析指示的十字路口下，驾驶员对心理工作量增加的反应模式。我们发现了两种高速公路的模式和四种十字路口的模式。然后，我们分析了每个模式中指标之间的相关性，以揭示驾驶表现、眼球运动和心理工作负荷之间的相互作用。我们提出我们的研究结果，将指标作为对驾驶员对心理工作负荷增加的反应模式的全面理解，使指标相互关联。

**结论**

路过限速标志和十字路口的过程分别定义为标志中心前300m至后150m，十字路口中心前130m至后30m之间。对于每个参与者，我们收集了20次遇见限速标志和24次十字路口的数据。因此，我们从限速高速公路（16人）中抽取了320份样本，从十字路口（11人）抽取了264份样本。分心的驾驶和不分心的驾驶的数量是各占一半。为了方便提取反应模式，所有计算的度量都被视为成对的数据;每个参与者都有不分心驾驶和分心驾驶。由于唯一不同的是心理负荷条件，两种情境下指标d（△d = ds - dn）的差异被用作表征驾驶员反应模式的特征，其中ds表示在分心驾驶期间的指标d，dn表示在非分心驾驶期间的指标d。因此，聚类中包含的观察次数为160个限速高速公路和132个十字路口。

本研究采用的指标有3种：驾驶表现、眼球运动和心理负荷。根据每个事件样本的速度（km/h）和转向角(°)的时间序列计算得到驾驶表现指标。从注视位置x(°)，注视位置y(°)和头部方位角（rad）的时间序列计算眼动指标。由DRT设备给出的响应时间（RT，ms）计算心理负荷。它们的定义如表1所示。在驾驶性能指标上，Vstd和Vm分别表示纵向控制的波动水平;Sstd和Lstd用来衡量车道保持的性能。他们的巨大数值意味着突然的控制表现和一个驾驶决定的延迟执行。此处的眼动指标表示驾驶员的视线变化性。

从表1可以看出，驾驶表现和眼球运动对心理负荷增加的方差变化被定义为“模式”。驾驶表现和眼球运动指标，形成驾驶员对心理负荷反应模式的特征集。RT被用来直接量化在分心驾驶和不分心驾驶期间的驾驶员心理负荷，作为观察到的驾驶员响应模式的解释变量。驾驶表现被分解为侧向控制（转向）和纵向控制（速度），而眼球运动由垂直和水平两个方向组成。认知分心驾驶与不分心驾驶之间的差异可以被反映出来。例如，一些驾驶员随着注视变化性在垂直方向上增加与水平方向上的减少，会表现得更倾向于突然的转向控制和更平滑的速度控制。

图片包含 屏幕截图

已生成极高可信度的说明