

<https://doi.org/10.1007/s10111-020-00649-6>

原文



功利主义、自我安全和技术在接受自动驾驶汽车方面的作用

斯塔马提斯-卡努斯库斯¹

收到。2020年4月8日 / 已接受。2020年9月1日

© Springer-Verlag London Ltd., Springer Nature 2020的一部分

摘要

目前，主要行业都在开发自动驾驶汽车，以便在公众中大规模部署。它们的好处是显而易见的，人们有兴趣尽快让它们上街。将责任下放给汽车会产生深远的影响。由于事故是不可避免的，自动驾驶汽车将被要求做出影响人类生命的生死决定。然而，机器决策对社会整体接受自驾车的影响还远未得到充分解决。这里提出的研究调查了三个因素，即技术、自我安全和功利主义，并假设它们与自驾车接受度的联系。对收集到的调查数据进行统计分析，以评估所提出的假设。这项工作的实证结果表明，三个被调查的因素有助于社会对自驾车的接受，其中技术是主要的贡献者，而伦理方面（自我安全和功利主义）紧随其后。

关键词 自动驾驶汽车 - 智能汽车 - 伦理 - 安全 - 自主系统

1 简介

先进的自动驾驶汽车在全球范围内日益成为现实（Fernandez-Rojas等人，2019年）；然而，我们还没有准备好大规模引进它们（Shladover和Nowakowski，2019年；Mordue等人，2020年）。这种将责任删除给复杂机器的做法使我们能够采取复杂的行动，只需付出很少的人力，因为潜在的复杂性被机器所隐藏，例如，现代汽车的驾驶辅助功能。有几个领域利用这样的智能机器，自主地做出关键任务的决定，尽管它们中的大多数直到最近还在工业环境中，但现在它们越来越多地渗透到直接影响普通人的领域中。一个正在密集试验智能机器的关键领域是汽车行业，传统的制造商和技术公司在那里试验不同程度的自主性，例如，特斯拉（汽车、卡车）、Uber（汽车）和Waymo（出租车服务）。

现代汽车已经为其驾驶员提供了重要的自动功能，例如，巡航控制、停车、道路偏差警报、物体探测、避免碰撞。然而，当汽车本身的意识和它可以传播给司机的警告由于使用更复杂的技术而增加时，我们必须务实，并与不是所有的事故都可以避免的观点相协调。一方面，自动驾驶汽车，由于各种原因，已经涉及到司机或行人的致命事故（NTSB 2019a, b）。另一方面，据报道，具有自动驾驶能力的汽车也防止了严重的行人受伤，并在有生命危险的紧急情况下将车主送往医院（BBC 2016）。

自动驾驶汽车技术承诺的好处包括交通效率、减少污染和消除与人类错误有关的事故（Ethik-Kommission 2017）。虽然公众可能对自动驾驶汽车持积极态度（Rödel等人，2014年），但这种态度可能因自动化程度和提供方式的不同而不同（Kyriakidis等人，2015年）。汽车的决策能力是

预计在未来会有所改善，因为有了多个传感器汽车将能够获得详细的态势感知（Hussain和Zeadally 2019；Karnouskos和Kerschbaum 2018），这与人工智能相结合，可能会使

Stamatis Karnouskos
karnouskos@ieee.org

1SAP, 德国Walldorf

自动驾驶汽车能够比人类更好地预测和应对环境（简单的案例已经被现代汽车的驾驶辅助功能所证明）。然而，这种汽车虽然有望带来巨大的好处，但也引起了人们的关注（Ethik-Kommission 2017; Li et al. 2019; IEEE 2018; Hicks and Simmons 2019; Bremner et al. 2019; Karnouskos 2020; Bonnefon et al.）

尽管在算法和硬件方面取得了进展，但复杂的环境仍会导致自驾车的意外和错误行为（Guo等人，2019）。在即将发生不可避免的事故的情况下，自动驾驶汽车将不得不根据其内部算法，及时决定他们将采取的行动，以避免事故或将其影响降至最低。在一些情况下，这可能会转化为生死攸关的决定（Carsten等人，2015; Karnouskos 2020）。最近的自动驾驶汽车的致命车祸引发了人们对这个领域的兴趣，因为它不再是一个学术辩论，而是一个现实。然而，它仍然以一种不对称的方式来处理，主要是从技术的角度，以及在较小的程度上从法律和伦理的角度（Karnouskos 2020）。然而，很少有实证研究表明这些因素如何影响社会对自动驾驶汽车的接受。

这项工作致力于通过三个因素，即功利主义、自我安全和技术，来调查人们对自动驾驶汽车的接受程度。从伦理学的角度来看，重点限于功利主义和自我安全角度的困境和考虑。Karnouskos(2020)在补充性的工作中对伦理进行了深入研究。伦理层面与技术的额外因素一起被调查，据我们所知，这种组合还没有被经验性地解决。因此，我们假设功利主义、自我安全和技术都会对人们对“人”的接受产生影响。

自动驾驶汽车。通过对（ $n = 62$ ）人群的调查。量化的数据被收集起来以评估假设。实验结果贡献是将选定的三个因素与自动驾驶汽车的接受度联系起来的理论模型，以及其经验评估和验证。

本文结构如下：在第1节的介绍之后，第2节讨论了与自驾车接受度有关的关键问题。

第3节进行了经验数据和统计分析。第3节进行了经验数据和统计分析，第4节进行了批判性论述。4.最后，第5节列出了结论。

2 自动驾驶汽车的接受度

对自动驾驶汽车的接受度可能会影响其公开引进的成败（Hevelke和Nida-Rümelin 2014; Lin 2015; Rödel等人2014; Nees 2016），而且

因此，它是值得调查的。当代研究大多从定性的角度致力于研究它们带来的好处或挑战。实证研究存在（Nees 2016; Hohenberger等人2016; PWC 2016; Bansal等人2016; Bansal和Kockelman 2016; Haboucha等人2017; Zmud等人2016），其中伦理方面要么被部分考虑，要么与隐私相关（Karnouskos和Kerschbaum 2018）。直到最近，才出现了对自动驾驶汽车的伦理及其对其接受度的影响的更明确的关注（Bonnefon等人2016; Hevelke和Nida-Rümelin 2014; Rödel等人2014; Coca-Vila 2017; Karnouskos 2020; de Sio 2017; Rhim等人2020），。

技术在人们如何采用创新方面发挥着作用，对于自动驾驶汽车也是如此。涉及伦理和风险的假设情况并不新鲜，例如，“手推车”困境在实验哲学中是众所周知的，尽管有些人认为这种困境在现实世界的情况下是政策和工程的干扰（Freitas等人，2019）。这里涉及的问题是，在不可避免的事故背景下，道德和技术的混合。在这种情况下提出了一个有趣的问题，那就是当这些“智能机器”不得不做出影响其他人类福祉的现实世界的决定时，人们对自动驾驶汽车及其自主决定的看法，例如，在民用背景下的生死情况（我们明确地与自主车辆和武器的军事用途保持距离）。

从伦理学的角度来看，功利主义认为产生最多好处的行动才是最好的。因此，在假设的危急情况下，在牺牲五个行人或两个汽车乘客之间进行选择，自驾车的决定可能是（假设生命损失的数量是唯一的标准），杀死汽车乘客（而不是行人）。相反，人们可以考虑“自我安全”第一的方法，这意味着自驾车的乘客主要由汽车保护，其他的一切都是尽力而为，这意味着不惜一切代价拯救乘客的生命，即使这意味着五个行人的致命伤害。

功利主义和自我安全被选中，因为它们体现了自驾车决策过程中的这种两难境地及其带来的挑战。然而，对于应该怎么做及其影响并没有明确的立场，例如，如果功利主义的道德观决定了汽车的行为，人们可能不会购买（Malle等人，2015），因为他们自己的汽车会为了拯救陌生人而伤害他们。这有效地限制了这种汽车的购买，以及它们的公开引进，这反过来又限制了预期的社会效益（例如，事故减少）。因此，需要更多的研究来了解潜在的方向和它们的影响。关于不可避免的碰撞的相关研究表明，人类决策的道德性可能会

确实是一个与生命价值相关的效用函数（Sütfeld等人，2017）。

汽车的接受度与伦理和技术有关，在很大程度上提出了几个感兴趣的问题，这些问题具有挑战性（Mordue等人，2020）。自动驾驶汽车的决策应该基于什么伦理框架？有几个可以利用的，例如，如Karnouskos（2020）所示。伦理框架的多样性是否会成为常态，即公民个人自己选择汽车可能做出的伦理决定，还是由监管者在自驾车中选择伦理，因为所有汽车在类似情况下都应该做出相同的决定？技术和道德是否会有关联，例如，拥有更好技术的汽车能否做出更好/更及时的道德决定？这些考虑会如何影响自驾车的接受度？所有这些都是相关的问题，虽然这项研究触及了其中的一些问题，但它们应该以更详细的方式进行调查。尽管如此，它们确实为这里提出的一些见解和结果设定了良好的整体背景。

虽然自动驾驶汽车仍然是一个例外，但体验正在进行，以达到一个复杂的水平，可以标志着它们的大规模公开引进。各种利益相关者（Borenstein等人，2017年；Mordue等人，2020年）都牵涉其中，例如，技术公司、汽车制造商、立法者、用户组织、工程师和设计师。需要妥善解决解决关键情况下的决策问题的对话，需要很好地理解道德和技术的作用，以及它们的相互关系和影响。关于如何处理这些方面的一些建议/考虑是存在的，例如，在德国，提出了一项建议（Ethik-Kommission 2017），涉及在冲突/困境中的决定自由（例如，不可避免的事故），最小化损害但不以人类生命为代价的原则等。

3 实证结果

对自动驾驶汽车的接受度被认为是其在未来商业或民用背景下引入的主要问题。为了解决这个问题，并与一些现有的调查（Bonnefon等人，2016；Kyriakidis等人，2015；Karnouskos，2020）相一致，本方法假设所确定的三个因素可能会影响自驾车的接受度，更具体地说，三个假设（H1-H3）是：技术（H1）、自我安全优先（H2）和utilitarianism（H3），它们对自驾车接受有影响。有不同的方法来获取必要的信息，例如，访谈、小组讨论、问卷调查、观察和文件研究。问卷调查是一个很好的选择，因为它可以包括被调查者可以回答的问题和预定义的答案，而且

是定量数据收集的理想选择（Johannesson and Perjons 2012）。提出了知情同意书，其中分析了所有主要问题，其（电子）签署是继续调查的前提条件。

通过在线调查获得的经验数据是以李克特量表描述的顺序数据，所有的数据都是在实时电子状态下输入和语义验证的。

在这方面。总的来说，有 $n = 62$ 份答复。从一个从性别人口学的角度来看，30.6%是女性，69.4%是男性。在年龄方面，大多数，即43名受访者属于18-29岁组，14名属于30-44岁组

岁组，5个是45岁以上组。虽然这项调查的参与者数量有限（ $n =$

62），但样本在统计学上是足够的，因为不同的衡量标准

显示，以诱发各自的关联性。该领域的其他经验性研究也有类似的参与者人数。

例如， $n = 70$ （Rhim等人，2020）。假设的因素通过每个因素的一些问题来处理，这些问题包括分别进行了编码。（技术（T1，T2，T3），（S）elf-安全（S1，S2，S3，S4），（U）talitarian（U1，U2，U3，U4），和自驾车（A）cceptance（A1，A2，A3）。由于所有的变量都在李克特量表上，只有在变量没有显示出方差的情况下，才能排除这些变量。因此，主要关注的是峰度，值 >1 或 <-1 可能是有问题的。数据集中的U1、U3、A1存在这样的值。

对于分析，我们使用了典型的经验方法指标，以遵循Karnouskos 2020中讨论的方法和步骤。Kaiser-Meyer-Olkin（KMO）统计量是衡量抽样充分性（MSA）的指标，计算结果为0.747，其特点是中等但充分。KMO与Bartlett的球度检验相结合，显示 χ^2

是48.877，有91个自由度（DF），表明数据集的探索性因素分析（EFA）可以有意义地进行。

全民教育是用最大似然法进行的，这也用于IBM AMOS工具中的结构方程模型（SEM），以及Promax，因为它可以说明相关的因素。确定了四个特征值大于1的因子，它们负责累积的差异率为66.99%。全民教育中出现的四个因素与最初假设的四个因素是一致的。

从理论框架上看，没有明显的额外见解。

Cronbach's是一种信度测量，对所有提取的因子分别进行了测量，即技术在0.7以上，定性为可接受，功利主义和接受在0.8以上，定性为良好，自我安全在0.9以上，定性为优秀。

进行了结构方程模型（SEM），在这个过程中，计算了几个指标： χ^2 （CMIN）是84.552，更常用的相对 χ^2

（CMIN/DF）是1.174。像本案例中，CMIN/DF值 <2 ，

构成可接受的拟合。拟合指数（GFI）为0.838。

而调整后的GFI（AGFI）为0.764。GFI和AGFI都小于1（完全拟合），但接近于1，这表明拟合是可以接受的。比较拟合指数（CFI）为0.972，由于它接近于1（完全拟合），所以是可以接受的。近似值的均方根误差（RMSEA）为0.053，这表明拟合效果良好。

假设的模型已经在IBM AMOS工具中构建并执行。AMOS能够设计模型，显示变量之间的假设关系及其执行。所有考虑的因素在图1中显示为椭圆形，而印在箭头上的数值反映了路径系数（标准化估计值），它显示了路径分析中各环节的比重。

因此，我们关注的是每个因素对自驾车辆接受度的路径系数权重。表1中也总结了路径系数权重，还有临界比率（CR）指标的计算。小于-1.96或大于1.96的CR表示在惯常的5%的水平上具有双侧的意义。从SEM分析中得出的结果，总结在表1中显示，从统计学上看，所提出的三个初始假设都得到了支持，并在特定的数据集上成立（根据经验

收集的数据）。因此，实证数据证实了假设的因素，即技术（H1）、自我安全（H2）和功利主义（H3）之间确实存在统计学上的显著联系，并且它们会影响自驾车的接受度。

4 讨论

目的是定量研究三个假设的因素，即技术、自我安全和功利主义，是否影响自驾车的接受度。基于收集到的调查数据，经过EFA和SEM的严格统计分析，结果是。(1)最初的假设模型是合理的，并代表了对经验测量数据的相对较好的拟合，更重要的是(2)三个确定的因素和用户对自驾车的接受程度之间有强烈的联系。

有人假设（H1），自动驾驶汽车背后的技术可能会影响其接受度。技术是区别自动驾驶汽车的关键因素。

图1 AMOS中的结构方程模型（含标准化的估计）。

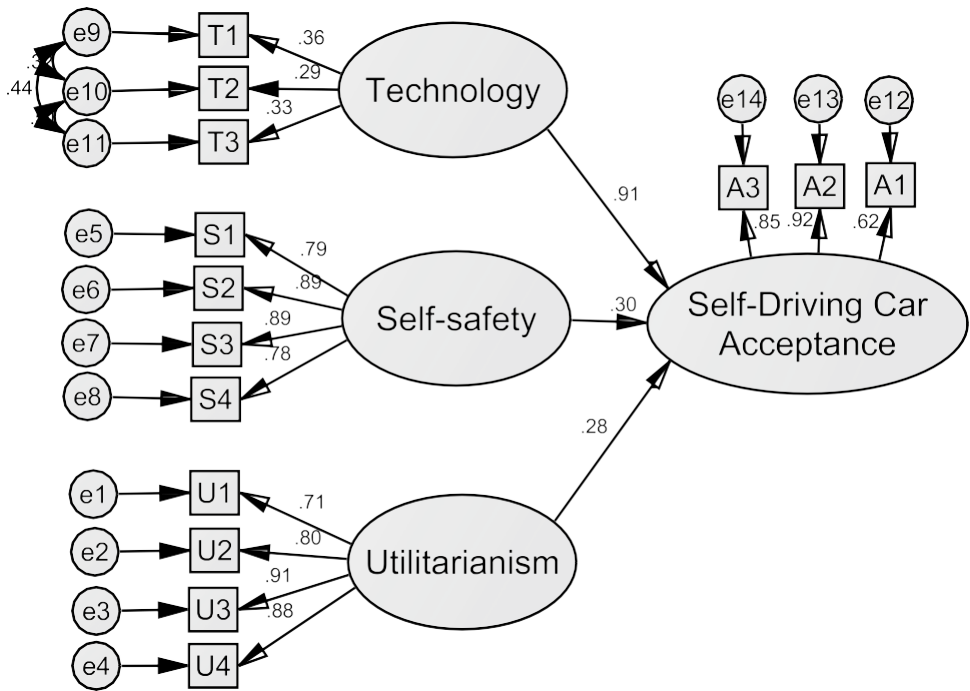


表1 假设检验的结果

假设	路径		路径Coeff. 重量	CR值 > 1.96	支持决定
H1	技术	接受	0.913	2.501	支持的
H2	自我安全	接受	0.296	2.197	接受的
	功利主义				0.2802.
			支持		

汽车和它们带来的好处。人们在考虑购买汽车时，经常把技术的好处作为一个重要的方面，这最终也使技术公司对自动驾驶汽车感兴趣。这也是其他调查中的一个重要问题（Bonnefon等人，2016；Kyriakidis等人，2015；Sütfeld等人，2017），这项研究也证实了当人们决定接受自动驾驶汽车时有很大的影响。通过研究调查中针对这一因素提出的问题（如图2所示），我们可以看到大多数人相信自驾车的技术能够做出正确的决定。超过一半的受访者还认为，在不可避免的事故中，汽车本身很可能比人类做出更好的决定，因为它可能以更有效的方式考虑大多数潜在的可计算的替代方案。

聪明的方式。因此，63%的人认为，这并不奇怪。的受访者确认，他们会购买一辆具有以下特点的汽车在这种关键情况下做出决定。对自动驾驶汽车技术本身的总体积极看法与现有的研究和期望是一致的（Rödel等人，2014；Kyriakidis等人，2015；Bonnefon等人，2016）。

假设(H2)，自我安全的优先性被整合到自动驾驶汽车的决策过程中，可能会影响其接受度。从文献中已经知道，道德行为可能影响人们对自动驾驶汽车的看法。特别是自我安全心态，即把乘客的安全放在第一位，在其他研究中也观察到（Bonnefon等人，2016）。看一下回答的细节（如图3所示），可以发现绝大多数人都有兴趣购买这样的汽车，即首先照顾乘客，然后考虑其他人（如行人）的替代选择的汽车。这似乎是对技术的信任，以保护他们，提高他们的安全和整体体验。

路。有趣的是，同样多的人表示，他们也会对在乘客和行人之间分担不可避免的损害的汽车感兴趣。在这种情况下，乘客和行人都不会得到威胁生命的伤害，

而不是一个人受到致命伤害，其余的人“毫发无伤”。后者表明，人们愿意接受伤害，以尽量减少事故中造成的整体伤害，而不仅仅是关注利己主义行为。在获得的回答中，我们发现他们也只愿意购买那些总是不惜一切代价保护乘客的汽车。这种观察到的行为是矛盾的，是一个潜在的指标，表明人们对所有的选择都是开放的，或者他们不能（或不想）在讨论中充分评估不可避免的事故中的损失情况。该调查停留在一个较高的水平上，这里有进一步调查的潜在空间，例如，通过使用具体的场景和可量化的损害（如受伤、死亡）来获得更准确和一致的行为。据报道（Bonnefon等人，2016年），在这样的具体场景中，例如，指定拯救或损失的生命数量可以构成一个区分因素。虽然这个因素在很大程度上捕捉到了潜在的问题，但需要对其各部分进行更深入的调查，例如，自我保护、亲属保护、乘客保护（Rhim等人，2020）。假设（H3），融入自驾车决策过程的功利主义可能影响其接受度。值得注意的是，功利主义和自我安全的路径系数和CR值都非常相似，这反映了自驾游汽车伦理方面的不同角度，而且从背景上看（如图所示，从影响上看）与技术因素不同。功利主义伦理是在一般人工智能背景下的讨论，尤其是在自驾车的背景下。观察受访者的回答细节（如图4所示），我们可以发现

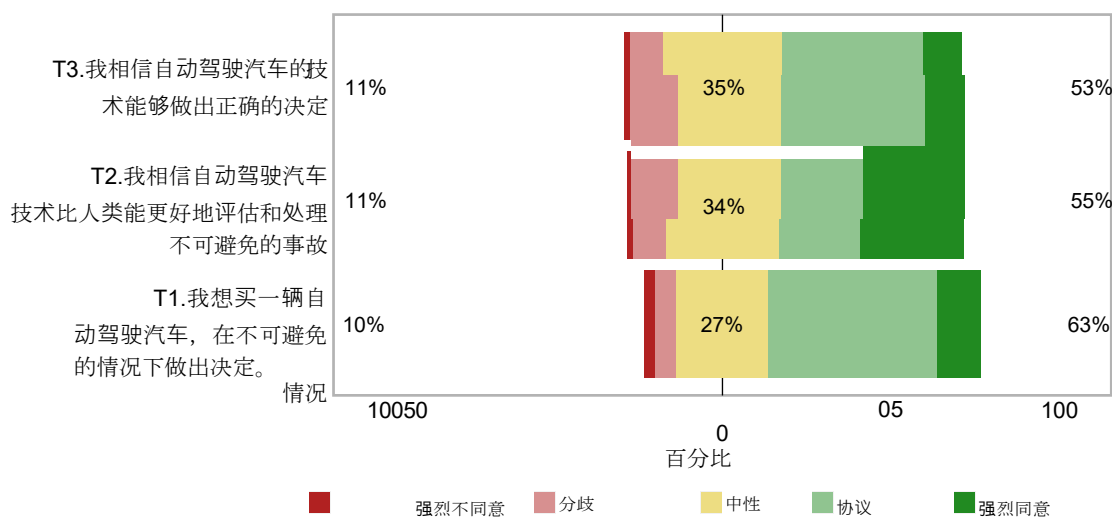


图2 调查：技术

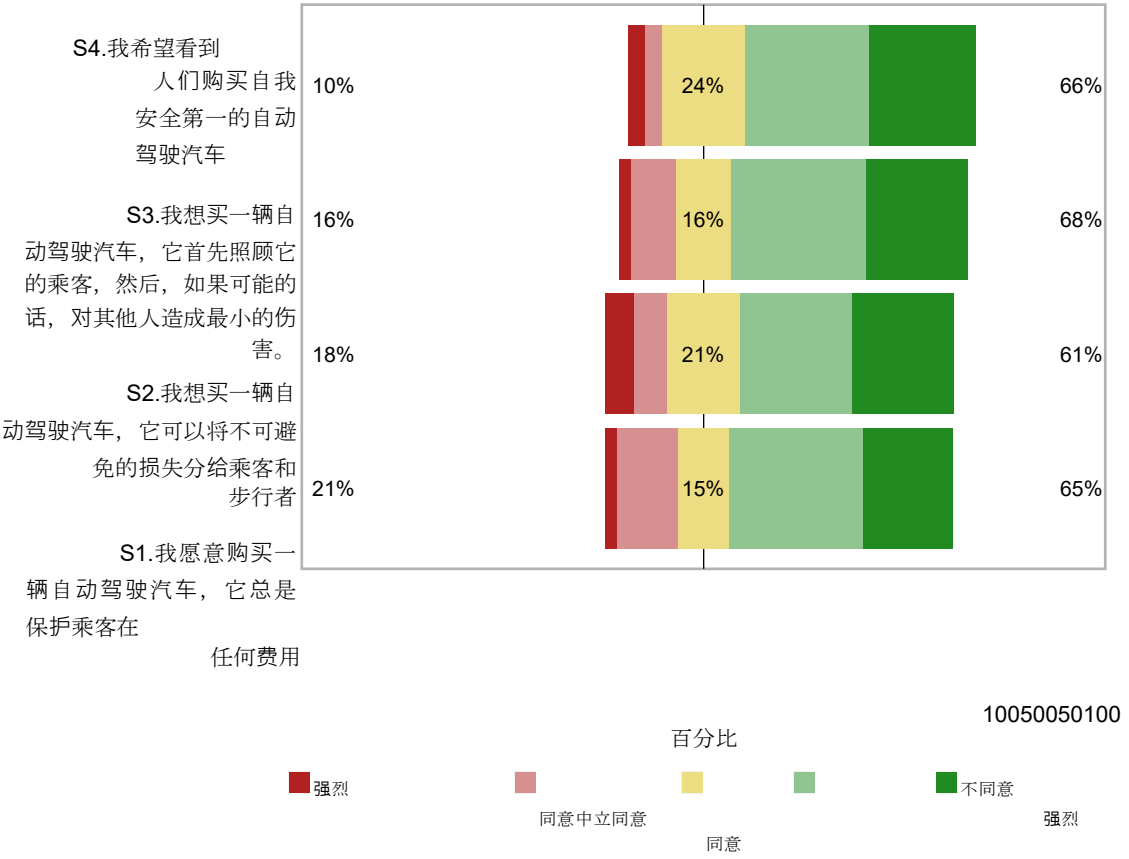


图3 调查：自我安全

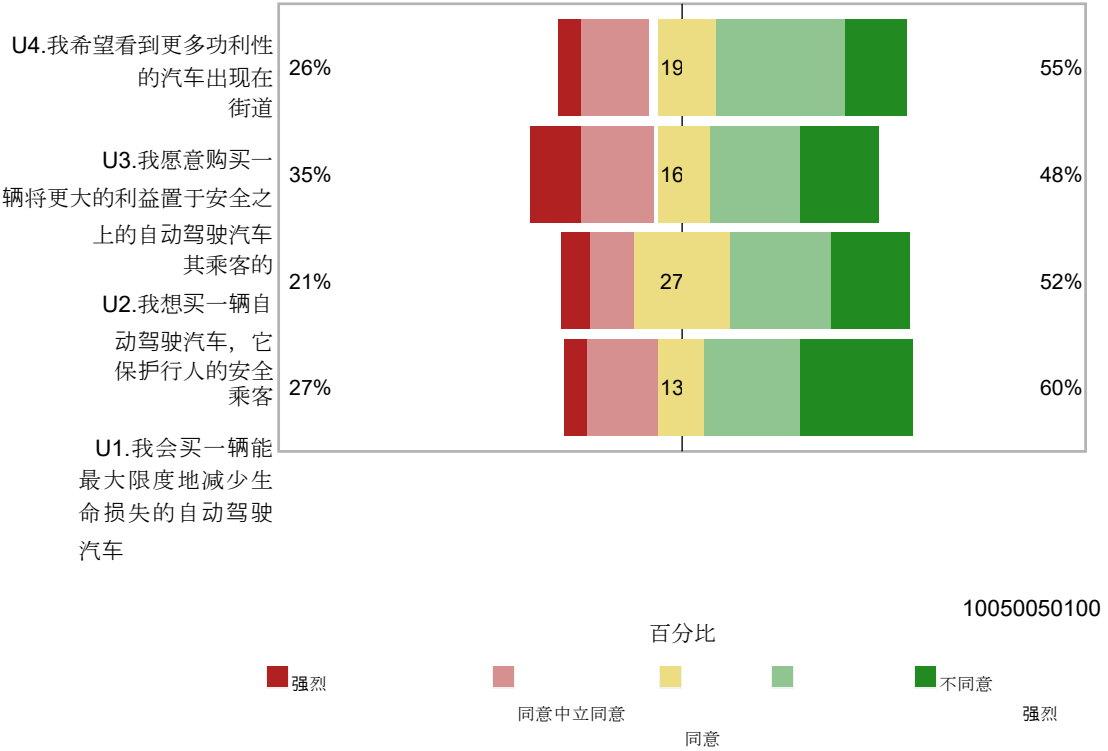


图4 调查：功利主义

一般来说，人们希望看到街上有更多实用的汽车，而且一般来说，他们对购买保护行人和减少生命损失的汽车持积极态度。然而，他们似乎不太愿意购买那些只关注更大利益而不关注乘客安全的汽车。也许如果所有的汽车都强加这样的决定（例如，通过监管），这个问题（U3）的答案就会受到影响。一般来说，这些行为与其他调查中发现的一致，例如，在（Bonnefon等人，2016）中，它是

我们还发现，尽管人们希望看到街上有更多实用的汽车，但如果他们可以选择，他们可能不会给自己买一辆。后者需要一个适当的监管框架，如果可以选择，这些选择不应该以任何方式导致对公民的直接或暗示的歧视。

看了一下有关自动驾驶汽车接受度的问题（如图5所示），我们也可以注意到，到目前为止所检测到的总体趋势与以下情况相符

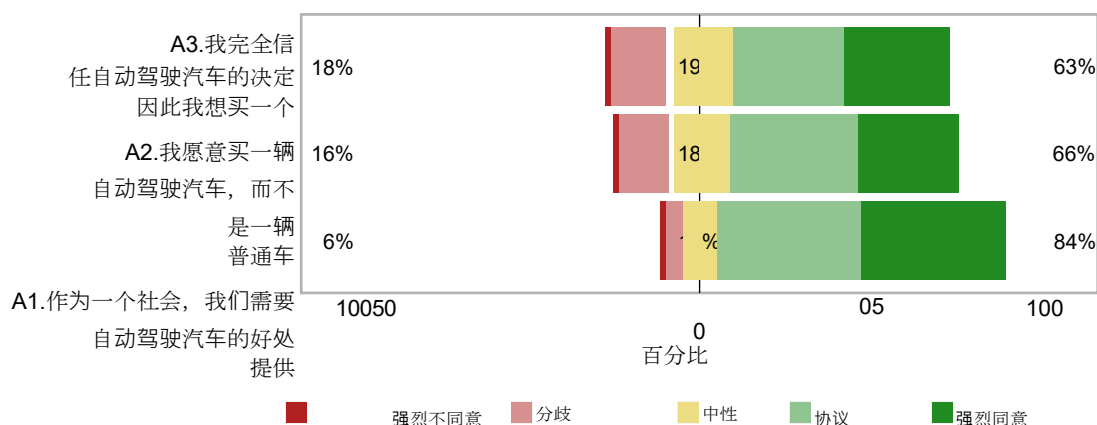


图5 调查：接受

在其他调查中已经发现。有一个共识（的84%）认为，作为一个社会，我们确实需要自动驾驶汽车提供的好处。这种好处似乎已被充分理解并符合人们的期望，如交通效率、减少污染、消除人为错误，以及预防事故。他们中的大多数人（66%）还积极表示，他们会购买一辆自动驾驶汽车，而不是一辆汽车。正常的一个。不过在较小的程度上，这种购买决定是因为对汽车可能做出的决定有充分的信任。因此，可以认为人们可能对自动驾驶汽车可能提供的好处感兴趣（例如，能够处理多项任务或不必要停车），但当涉及到从自我安全到功利主义的具体行为时，那么事情就（还）不完全清楚。

有意思的是，看看汽车乘客的行为是否发生变化，如果汽车承担了所有的决定，他们是否仍然认为自己有责任（间接地）。或者，也许事故总是被认为是“别人的错”，这可能会限制人们的同情心和风险识别。在行人方面，他们是否也会更不小心地过马路，因为他们知道自动驾驶比人类处理得更好？对机器做出最佳决定的信任会不会增加？因此，在与自动驾驶汽车共生若干年后，是否有人会质疑汽车是否能做出更好的决定？已经提出了试图模拟行动并预测其后果的方法（Vanderelst和Winfield 2018），但关键情况下对实时决策提出了额外要求，这进一步推动了挑战。由于自动驾驶汽车的复杂性增加和人工智能的出现，是否仍有可能将事故中做出的具体决定与产生该决定的条件联系起来？如果没有，那么如何才能准确地指出和纠正错误？

要让用户采用自驾车，他们需要信任他们。这意味着对其决策过程的信任，以及对所做决定的及时执行的信任。这就要求

在现代机器学习技术及其利用中，要有更多的透明度，以增强当代自动驾驶汽车的努力。这是一个具有挑战性的问题，因为汽车要做出正确的决定，就必须相信它的上下文意识（Fernandez-Rojas等人，2019）及其子组件。

此外，设计师、工程师和技术专家需要更好地理解并重新思考交通管理和事故管理的范式，包括避免。举例来说，进一步考虑设想中的超级连接的自动驾驶汽车是在传统汽车的操作环境中，作为单体操作，只依靠他们的传感器和内部逻辑，而不利用他们的超级连接性和更高层次的技能，如协调和谈判，这将是具有局限性。未来的自动驾驶汽车需要作为系统的一部分，在与其他利益相关者（如其他自动驾驶汽车、智能基础设施、本地化服务和交通管理系统）不断互动的背景下运行。例如，在涉及两辆自动驾驶汽车的不可撤销的事故中，这些汽车可能试图协商和同步它们的行动，以便它们共同将损失降到最低。在城市环境中，自动驾驶汽车可以考虑行人和环境因素（Rasouli和Tsotsos 2019），实时分析他们的行为，甚至可能试图影响他们。可以理解的是，这增加了汽车软件的复杂性（Vdovic等人，2019年），但它将增强汽车的能力，这种集体智能可能有利于单个行为者（自动驾驶汽车）做出更好和更及时的决定，从而有利于公众的整体。

虽然参与者的样本（ $n = 62$ ）是足够的，并且其他实证研究也有类似的样本，如 $n=70$ （Rhim等人，2020），该样本不是概率性的，因此也建议有更大、更多的涵盖所有要调查的其他方面的多样化样本。然而，对于所进行的调查，正如统计分析所显示的，这个样本是足够的。

来进行讨论的相关性，并为未来的研究提出了一个起点。

虽然伦理学发挥着作用，但有几个伦理学框架可以部署到自驾车上。例如，相对主义、功利主义、绝对主义、德性主义、多元主义，仅举几例，也对自驾车的接受度有影响（Karnouskos 2020）。然而，目前还不清楚是否所有的汽车都应该有相同的道德观或不同的道德观，以及司机是否应该能够规定这些道德观。这样的决定会不会受到特定国家法律的影响，然后会不会出现非法市场，用另一种行为来修改预期的汽车行为（由于用户的要求或黑客的结果）？在这种情况下，责任问题变得更加复杂。此外，由于需要进行实时决策，这可能取决于硬件和软件的速度，自动驾驶汽车决策的最低要求是什么？这样一来，如果出售的汽车采用较便宜的部件，可能会导致速度过慢，无法在关键情况下有效地达成最佳决策，这是否也是一种道德？后者意味着技术干扰了道德，而成本被注入了阶级歧视的因素，因为富人可能有能力买得起比更贫困的公民更快/更好的决策的电子产品。

虽然我们已经调查了对自驾车的接受程度从技术和道德的角度来看，还有其他因素，如法律、法规和文化（Li et al. 2019; Shladover and Nowakowski 2019; Rhim et al. 2020）需要被考虑。这种非技术方面的因素会影响道德推理，例如，韩国和加拿大的跨文化比较最近显示（Rhim等人，2020）。这些因素需要被调查，它们与道德和技术的相互作用需要被评估为独立的（深入的）以及生态系统的一部分（横向的）。

这项工作是基于一组通过调查收集的有限的经验数据。虽然用所使用的方法（SEM）对样本进行了充分的分析，但在调查中得到的答案可能存在偏差。此外，其他一些因素，如技术专长、文化方面和社会期望，也可能影响到受访者的答案。因此，这项工作应该更多地被看作是对功利主义、自我安全和技术相关问题的一种努力，但不应该一概而论，因为还需要进行更有针对性和更大规模的调查。最后，尽管文学界正在进行生动的讨论，也有一种观点认为汽车不应该达到做出道德决定的程度。虽然“手推车”困境在哲学和心理学科中很有用，但在现实世界中，它们很难被发现，也很难采取行动，因此，利用“手推车”困境来训练自驾车如何行动可能只是工程和政策上的分心（Freitas等人，2019）。如果出现这种情况，那么也许自驾车应该尽最大努力保持

它的可预测性，如轨迹，并依靠其他外部利益相关者来做出生/死的决定。在实践中，这意味着一辆汽车在与行人相撞的过程中应该刹车并保持直线轨迹，这样行人就可以预测到汽车的行为，并自己采取行动以脱离危险的道路。

5 结论

用于个人或商业目的的自动驾驶汽车的大规模生产和运营正在进行中。然而，在涉及到不可避免的事故领域时，对自驾车的责任授权是模糊的。在这种情况下，需要做出一个算法决定，最终会损害乘客、其他人（如行人）或两者。虽然讨论过，但对接受将表现出通过造成最小伤害来保护共同利益（功利主义）或首先保护其乘客，然后保护其他（自我安全第一）等行为的自动驾驶汽车的影响仍不明确。正在进行的研究已经确定了几个因素和它们的一些影响。其中三个关键因素，即技术、自我安全和功利主义，被假设为与自驾车的接受度有关。对调查数据的评估显示，所有三个因素都对自驾车的接受度有贡献（在统计学上有意义），其中技术是主要的贡献者，其次是其他两个因素，即功利主义和自我安全，它们似乎有共同的贡献。了解如何影响自驾车的接受度是非常重要的，因为从调查中也可以看出，人们对投资自驾车带来的好处有极大的兴趣。然而，一些行为导致了悖论，例如，人们希望别人拥有功利性的汽车，但他们更愿意潜在地购买自我安全的汽车（Bonnefon等人，2016），这将导致街道上有更多的自我安全汽车，这将与全球对功利性汽车的偏好相矛盾。虽然这项工作让人们注意到了自我驾驶汽车行为和它们的接受度之间的相互作用的一些因素，但显然还需要对其他因素进行更深入的分析，如法律、法规、文化、权力和社会伤害，仅举几例。

参考文献

- Bansal P, Kockelman KM (2016) 我们准备好接受联网和自动驾驶汽车了吗？对德州人的案例研究。Transportation. <https://doi.org/10.1007/s11116-016-9745-z>
- Bansal P, Kockelman KM, Singh A (2016) 评估公众对新汽车技术的意见和兴趣：奥斯汀的视角。Transp Res Part C Emerg Technol 67:1-14. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.01.019>

- BBC (2016) 特斯拉汽车在车主遭受肺部栓塞后将车送往医院。 <https://goo.gl/CimvFn>。2020年3月14日访问
- Bonnefon JF, Shariff A, Rahwan I (2016) The social dilemma of autonomous vehicles. *科学》* 352 (6293) : 1573-1576. <https://doi.org/10.1126/science.aaf2654>
- Borenstein J, Harkert J, Miller K (2017) Self-driving cars: ethical response-ibilities of design engineers. *IEEE Technol Soc Mag* 36 (2) : 67-75. <https://doi.org/10.1109/mts.2017.2696600>
- Bremner P, Dennis LA, Fisher M, Winfield AF (2019) On proactive, transparent, and verifiable ethical reasoning for robots. *Proc IEEE*. <https://doi.org/10.1109/jproc.2019.2898267>
- Carsten P, Anzel TR, Yampolskiy M, McDonald JT (2015) 车内网络。In:第10届网络和信息安全研究会议论文集-CISR'15. ACM出版社. <https://doi.org/10.1145/2746266.2746267>
- Coca-Vila I (2017) 处于两难境地的自动驾驶汽车。基于刑法中正当理由理论的方法。 *Crim Law Philos*. <https://doi.org/10.1007/s11572-017-9411-3>
- de Sio FS (2017) Killing by autonomous vehicles and the legal doctrine of necessity. *伦理理论道德实践*。 <https://doi.org/10.1007/s10677-017-9780-7>
- Ethik-Commission (2017) Automatisiertes und vernetztes fahren. 技术报告, 德国联邦交通和数字基础设施部, <http://www.bmvi.de/bericht-ethikkommission>。访问 2020年3月14日
- Fernandez-Rojas R, Perry A, Singh H, Campbell B, Elsayed S, Hunjet R, Abbas HA (2019) Contextual awareness in human-advanced- vehicle systems: a survey. *IEEE Access* 7:33304-33328. <https://doi.org/10.1109/access.2019.2902812>
- Freitas JD, Anthony SE, Alvarez G (2019) 怀疑无人驾驶的窘境。 *Psy ArXiv Preprints*. <https://doi.org/10.31234/osf.io/a36e5>
- Guo J, Kurup U, Shah M (2019) Is it safe to drive? an overview of factors, metrics, and datasets for driveability assessment in autonomous driving. *IEEE Trans Intell Transp Syst*. <https://doi.org/10.1109/tits.2019.2926042>
- Haboucha CJ, Ishaq R, Shiftan Y (2017) 用户对自主车辆的偏好。 *Transp Res Part C Emerg Technol* 78:37-49. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.01.010>
- Hevelke A, Nida-Rümelin J (2014) 对自动驾驶车辆碰撞事故的责任: 伦理分析。 *Sci Eng Ethics* 21(3):619-630. <https://doi.org/10.1007/s11948-014-9565-5>
- Hicks D, Simmons R (2019) The national robotics initiative: a five-year retrospective. *IEEE Robot Autom Mag*. <https://doi.org/10.1109/mra.2019.2912860>
- Hohenberger C, Spörrle M, Welp IM (2016) 男人和女人在使用自动驾驶汽车的意愿上有什么不同, 为什么? 不同年龄段情绪的影响。 *Transp Res Part C Policy Pract*. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.09.022>
- Hussain R, Zeadally S (2019) Autonomous cars: research results, issues, and future challenges. *IEEE Commun Surv Tutor* 21(2):1275-1313. <https://doi.org/10.1109/comst.2018.2869360>
- IEEE (2018) Ethically aligned design: a vision for prioritizing human wellbeing with autonomous and intelligent systems. http://standards.ieee.org/develop/indconn/ec/autonomous_systems.html。Accessed 14 Mar 2020
- Johannesson P, Perjons E (2012) A design science primer. CreateSpace, Scotts Valley
- Karnouskos S (2020) 自动驾驶汽车的接受度和道德的作用。 *IEEE Trans Eng Manag* 67 (2) : 252-265. <https://doi.org/10.1109/tem.2018.2877307>
- Karnouskos S, Kerschbaum F (2018) 超互联自动驾驶汽车的隐私和完整性考虑。 *Proc IEEE* 106(1):160-170. <https://doi.org/10.1109/jproc.2017.2725339>
- Kyriakidis M, Happee R, de Winter J (2015) Public opinion on automated driving: results of an international questionnaire among 5000

- 答复者。Transp Res Part F Traffic Psychol Behav 32:127-140. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.04.014>
- Lin P (2015) 为什么伦理对自动驾驶汽车很重要。Autonomes Fahren.Springer, Berlin, pp 69-85. https://doi.org/10.1007/978-3-662-45854-9_4
- Li S, Sui PC, Xiao J, Chahine R (2019) 高度自动化车辆的政策制定：新的重要性、研究前沿和见解。Transp Res Part A Policy Pract 124:573-586. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.05.010>
- Malle BF, Scheutz M, Arnold T, Voiklis J, Cusimano C (2015) 牺牲一个人的利益换取许多人的利益？人们对人类和机器人代理适用不同的道德规范。在。第十届ACM/IEEE人机交互国际年会议文集-HRI '15. ACM. <https://doi.org/10.1145/2696454.2696458>
- Mordue G, Yeung A, Wu F (2020) 监管高水平自动驾驶车辆的迫在眉睫的挑战。Transp Res Part A Policy Pract 132:174-187. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.11.007>
- Nees MA (2016) 自动驾驶汽车的接受度：用自动驾驶汽车接受度量表检验偶像化与现实化的描绘。Proc Hum Factors Ergon Soc 60(1):1449-1453. <https://doi.org/10.1177/1541931213601332>
- NTSB (2019a) (2019a) 2018年3月18日亚利桑那州坦佩市，由开发性自动驾驶系统控制的车辆与行人发生碰撞。https://ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Reports/HWY19FH008-preliminary.pdf。2020年3月14日访问
- NTSB (2019b) 高速公路初步报告。HWY19FH008. <https://ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Pages/HWY19FH008-preliminary-report.aspx>。Accessed 14 Mar 2020
- 普华永道(2016年)驱动未来：了解新的汽车行业。技术报告，普华永道(PWC)。https://tinyurl.com/ugx334m
- Rasouli A, Tsotsos JK (2019) 与行人互动的自主车辆：理论与实践的调查。IEEE Trans Intell Transp Syst. <https://doi.org/10.1109/tits.2019.2901817>
- Rhim J, Lee G-B, Lee JH (2020) Human moral reasoning types in autonomous vehicle moral dilemma: a cross-cultural comparison of Korea and Canada.Comput Hum Behav 102:39-56. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.08.010>
- Rödel C, Stadler S, Meschtscherjakov A, Tscheligi M (2014) Towards autonomous cars: the effect of autonomy levels on acceptance and user experience.In:第六届汽车用户界面和交互式车辆应用国际会议论文集-AutomotiveUI '14. acm.<https://doi.org/10.1145/2667317.2667330>
- Shladover SE, Nowakowski C (2019) 道路车辆自动化的监管挑战：加州经验的教训。Transp Res Part A Policy Pract 122:125-133. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.10.006>
- Süttfeld LR, Gast R, König P, Pipa G (2017) 使用虚拟现实来评估道路交通场景中的道德决策：基于生命价值的模型的适用性和时间压力的影响。前沿行为 Neurosci. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2017.00122>
- Vanderelst D, Winfield A (2018) 受认知的模拟理论启发的道德机器人架构。Cogn Syst Res 48:56-66. <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2017.04.002>
- Vdovic H, Babic J, Podobnik V (2019) Connected and autonomous electric vehicles中的汽车软件：回顾。IEEE Access 7:166365-166379. <https://doi.org/10.1109/access.2019.2953568>
- Zmud J, Sener IN, Wagner J (2016) 消费者对自动驾驶汽车的接受和旅行行为的影响。技术报告PRC 15-49

出版商提示 《斯普林格-

自然》杂志对出版的地图和机构隶属关系中的管辖要求保持中立。