



Vectoraic



无人驾驶领域分布式的价值市场协作生态

**Distributed Value Market and
Collaborative Ecosystem of Unmanned Driving**



VECTORAIC



摘要

技术上的革命性突破能够让那些原本认为很难实现的服务变得可能，比如电力的发明和传输让人类的生产变得更加分散，不再依赖于能源产地；而分布式账本技术的大规模使用将会让全球化的多方协作变得高效可信，极大降低协作过程中的信任和相关机制的建设成本。

这种形式上的分散与关系上的协作是正在发生的基于数据和智力生产模式的一个重要特性。很多事务已经不需要人们面对面处理，特别是随着人工智能的发展，人类甚至不再需要去了解过程，只需要去享受结果。

Vectoraic Network (Vectoraic) 是全球首个基于无人驾驶和区块链技术的出行平台，其技术核心为基于空军无人机打击侦察区块链技术开发的自动驾驶道路预判系统。Vectoraic 为乘客的无人驾驶出行需求提供从技术到服务的全方位支持。另外，Vectoraic 还拥有以色列军事技术下沉的自动驾驶硬件系统。

VT 基于 Vectoraic 领先的软硬件架构搭建类似 Android 的开放式无人驾驶生态，并使用区块链技术对其中复杂的多方交互进行合约化，形成一系列的大数据、去中心化应用、技术挑战、计算和存储服务等市场，最终催生的是一个产、学、研、用一体化的全球化无人驾驶行业协作综合体，以期完好地适应未来分散式协作的商业大趋势。

Vectoraic 项目团队在无人驾驶、区块链、人工智能及交通管理领域有着丰富的实践经验和广阔的全球视野，结合强大技术顾问团队的支持，能够将技术迅速落地，并快速完成全球化商业拓展。

我们深信，随着人工智能自动驾驶的升级和区块链技术的应用，Vectoraic 构建的开放式无人驾驶生态将成为整个行业的主流生态，为行业上下游的各类参与者提供可信的价值生产和流通环境。

目录

一. 背景	4
1.1. 无人驾驶的特点	5
1.2. 当前环境分析	6
二. 引入区块链技术的必要性	8
三. VT 项目定义	9
3.1. 可信车联网&分布式协作生态	9
3.2. 特性	11
四. VT 的市场体系	11
4.1. 硬件与线下服务市场	12
4.2. 分布式存储市场	12
4.3. Truebit 可验证外包计算市场	13
4.4. 数据交易市场	14
4.5. 去中心化应用市场	15
4.6. 技术挑战市场	15
五. 分布式协作生态	15
5.1. 市场或用户研究	16
5.2. 研发、小规模测试与生产	16
5.3. 销售	17
5.4. 运维	17
5.5. 商业安全	17
六. 治理架构	17
6.1. 链上融合的治理模式	18
6.2. 投票站	19
6.3. 治理委员会	19
6.4. 一般车用服务的评价机制	21
6.5. 一般社区事务去中心化仲裁方式	21

6.6.	DAICO 可审计融资模式	22
七.	应用场景	23
7.1.	未来城市	23
7.2.	无人驾驶供应链	23
7.3.	乘客服务	23
7.4.	货运服务	23
7.5.	二手车交易	24
7.6.	M2M 自动支付与汽车金融	24
八.	分布式账本技术	24
8.1.	技术架构	25
8.2.	KnotsDAG 共识	27
8.3.	Algorand 共识	31
8.4.	安全	34
8.5.	智能合约与浏览器虚拟机 WebAssembly	35
九.	VT 无人驾驶技术	36
9.1.	Vectoraic 软件系统	36
9.2.	Vectoraic 硬件系统	38
9.3.	Vectoraic 技术开发路线图	41
十.	账本技术发展路线	42
10.1.	MVP 阶段	42
10.2.	产品化阶段	42
10.3.	市场化阶段	43
10.4.	技术和市场协同迭代阶段	43
十一.	经济机制	43
11.1.	主网功能性支撑	43
11.2.	经济学价值	43
11.3.	社区治理与生态激励	44
十二.	融资说明	44
12.1.	发行计划	44

12.2. 分配比例.....	45
12.3. 资金用途.....	45
十三. 团队	46
13.1. 技术顾问团队.....	48
13.2. 顾问委员会.....	49
十四. 风险提示	51
14.1. 监管的不确定性.....	51
14.2. 安全攻击.....	51
14.3. 市场竞争	51
14.4. 开发难题.....	52
14.5. 其它风险.....	52
十五. 免责申明	53
十六. 参考	54

一. 背景

无人驾驶汽车是室外轮式移动机器人的一种，它依靠人工智能、传感器、定位系统和导航系统的协同合作，让计算机在没有任何人类主动的操作下，自动安全地操作机动车辆，为人类的交通安全和效率带来全新体验。

国际自动机械工程师学会 (SAE) 对无人驾驶的分级标准：

- L1：辅助驾驶，增加了预警提示类的 ADAS 功能，包括车道偏离预警 (LDW) ， 前撞预警 (FCW) ， 盲点检测 (BSD) 等。
- L2：部分自动驾驶，具备了干预辅助类的 ADAS 功能，包括自适应巡航 (ACC) ， 紧急自动刹车 (AEB) ， 车道保持辅助 (LKA) 等。
- L3：有条件自动驾驶，具备了综合干预辅助类功能，包括自动加速、自动刹车、自动转向等。从 L2 到 L3 发生了本质的变化，L2 及以下还是由人来观测驾驶环境，需要驾驶座上有驾驶员，遇到紧急情况下直接进行接管；L3 级及以上则由机器来观测驾驶环境，人类驾驶员不需要坐在驾驶座上手握方向盘，只需要在车内或车外留有监控计算机即可，紧急情况下通过计算机操作进行认知判断干预。
- L4：高度自动驾驶，没有任何人类驾驶员，可以无方向盘、油门、刹车踏板，但限定区域（如园区、景区内），或限定环境条件（如雨雪天、夜晚不能开）。
- L5：完全自动驾驶，是真正的无人驾驶阶段，司机位置无人，也没有人的车内或车外的认知判断干预；无方向盘和油门、刹车踏板；全区域、全功能。

当前行业前沿的技术处于 L3 等级。

Strategy Analytics 最新研究表明，2050 年，与无人驾驶汽车相关的经济活动规模将达 7 万亿美元，包括无人驾驶汽车提供的打车服务规模将达到约 4 万亿美元，无人驾驶汽车提供的快递和商业物流服务规模将达到约 3 万亿美元。

1.1. 无人驾驶的特点

事实上，以上的推论仍然可能是保守的。无人驾驶时代，通用的私家车、专车、公共交通领域的司机多数都将失去意义，交通的主角变为了汽车本身。无人驾驶也将在未来城市交通中表现出以下的特点。

人即货物

无人驾驶通过对高精度传感器、智能决策系统的使用将人从驾驶者的职务上解放出来，从这方面来说，人与货物的差异已经微乎其微。

更多协作

无人驾驶汽车首先需要对车自身的状况与环境有准确的认知才能做出有效的决策，这种认知绝大多数依赖于汽车本身，但通过车与车、车与道路、车与云端、车与第三方服务的交互，能够实现更宏观的、更具前瞻性的决策或服务推荐。如 HERE 地图已经可以使用 Mobileye 的 Roadbook（路书）功能，借众包数据绘制高清地图。与 HERE 原有的 HD Live Map 结合使用，能获得更好的实时道路信息。

更高效率

绝大多数的交通事故、拥堵都是人为导致的。随着无人驾驶的普及率增高，无论是个人通行还是大规模交通的效率都将获得大幅的提高。

更低成本

无人驾驶汽车的出现将会减少市场对货车司机、出租车司机及其他职业司机的需求。相反，利用边际成本极低的远程软件技术，能够以极低的成本完成对业务的统筹。

无人驾驶汽车拥有者可以更全面且详细地以数字化的方式了解车况，“维护为主，维修为辅”的方式有利于总体保养成本的下降。

更加透明

自动驾驶汽车的先进功能将使驾驶人对自己所需的修理技术一清二楚，掌控好定期维护的时间。尤其是区块链 DLT (Distributed Ledger Technology) 技术的使用，将更进一步地让生态中的各级参与者对真实的状况和事务处理流程有清晰的认知。

更为安全

无人驾驶汽车将会显著提高汽车运输的安全性，麦肯锡预计，无人驾驶汽车将减少美国 90% 的汽车事故。

1.2. 当前环境分析

以下从技术、法律、经济、社会基础设施 (PEST) 等方面对无人驾驶整体所处的环境进行简要分析，并确定对无人驾驶影响最大的因素。

1.2.1. 技术仍在快速发展

在 Gartner 发布的技术成熟度曲线 (the Hype Cycle) 中，无人驾驶仍需要 10 年以上的时间才能较为成熟和普及，也就是未来 10 年是无人驾驶领域技术与市场整合，商业模式构建的关键时期。

按照当今自动驾驶分级标准来看，目前全球范围内最高级别的自动驾驶能力只能到达 Level 3。尽管各方都已经意识到了人工智能自动驾驶的前景，但由于核心技术不成熟，在通过人工智能推动汽车自动化和智能化这条路上，包括百度、谷歌、Uber、特斯拉等科技巨头的自动驾驶技术均没有太大进展，甚至出现不少自动驾驶致人伤亡的事故。总体来讲，以下关键技术都有了长足的进展，但在精度、成本、成熟度与可靠性方面还有很大的成长空间。

超高精度定位、远距探测与环境感知能力

目前最先进的自动驾驶感应技术只能检测到一定范围（最大 300 米）内的可见物，众多物体并不能被准确检测到。但是，要让车辆从高速到完全停止是需要一段物理刹车距离的，光凭现有探测器，就算探测到碰撞风险，也来不及留有足够的距离，这也是目前无人驾驶事故频发的根本原因。

数据标准、数据处理技术与云端-边缘协同计算能力

大公司出于竞争的考虑，在无人驾驶的研发中可能倾向于构建独立的或联盟式的数据采集、存储和处理标准，这可能为未来的无人驾驶普及与互通互联增加障碍，或导致大公司形成中心化先行优势。同时据估算，一辆自动驾驶汽车每 1.5 个小时就能产生 4TB 的数据。如何从如此多的数据中提取见解与认知，如何安排云端和边缘计算能力，从而指导 AI 决策系统更准确高效地工作也是行业面临的问题之一。

复杂场景决策的即时准确度

真实的驾驶环境有非常多的不确定性，很多情况下需要即时的做出决策，不能期待云端做出的指导。这种情况下的决策能力一般取决于决策系统是否经过了巨量真实环境数据样本的训练，AI 模型的算法复杂度，对真实车况和环境的感知是否恰当，决策模型与车辆中控系统的协调是否顺畅等因素，是一个多因素交互的结果。

1.2.2. 政策与法规较为开明

各国对无人驾驶的路测大都持开明的支持态度。

2017 年 6 月，德国联邦议院率先颁布了“道路交通法第八修正案”，并公布了全球第一个针对自动驾驶的道德准则。2017 年 9 月，美国众议院批准了自动驾驶法案（SELF DRIVE Act）。该法案草案旨在发挥联邦职能，通过鼓励自动驾驶汽车的测试和研发以确保车辆安全。另外，中国、英国、日本等国都对无人驾驶制定了先期试用性的法规用以支持自动驾驶的真实环境测试。

1.2.3. 社会基础设施需要配合

在发展智能汽车技术的同时，人们也应该关心智能道路基础设施的建设——打造一个让汽车与道路、与其他车辆或与交通管控中心顺畅沟通的系统，也就是 V2X（车与外界交互）。目前，人们已经初步具备实现这种沟通的基本技术能力：比如正在部署的 PPP（精密单点定位技术）、5G 和 Wi-Fi 通信、环境传感器、3-D 设计建造工具、基于数字孪生的维护技术等。

1.2.4. 经济上缺乏协作

当前各大互联网巨头多数专注于其擅长的搭建自动驾驶操作系统，而各大汽车厂商则直接进行整车系统的构建，而一些第三方的用车服务商如 Uber 或中国的滴滴也已经开始投入巨量的资金布

局自动驾驶。所以无人驾驶也将是一个竞合关系极度复杂，产业链极长的产业，需要一种面向未来的信任机器来保障各方的合作基础。

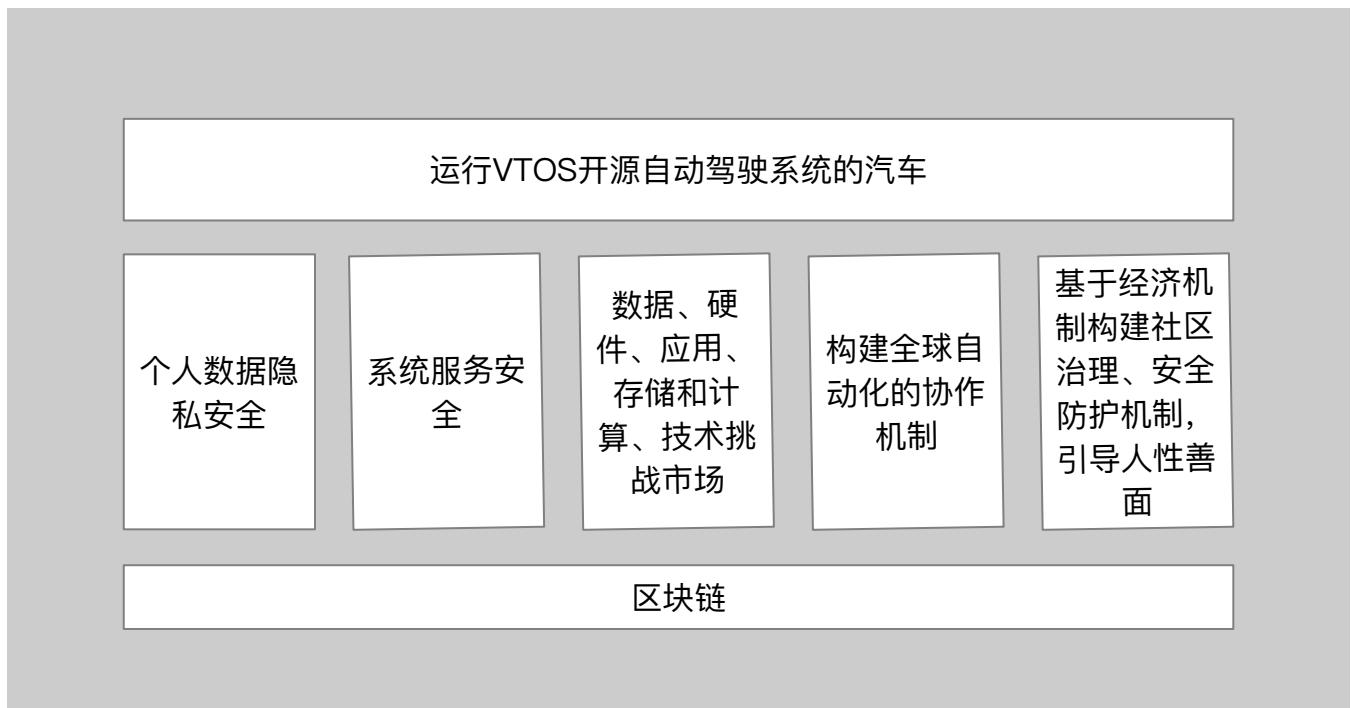
PEST 四个主要要素中，当前较为关键的是自动驾驶技术上的进展，至少目前看来技术上并没有遇到明显的瓶颈。同时如果能够在早期建立可行的多方信任机制、协同研发和生产方案，可能会较大的加速无人驾驶的落地进程。

二. 引入区块链技术的必要性

区块链可以成为任何多方关系的信任载体，记载经济交互活动如采购、出售、金融业务等，成为它们可信赖的开放式账本。区块链公有链的特性可以总结为：

- 账务可追溯、难以篡改。分布式的记账和共识过程中验证的随机性能够保证多方对账本形成信任，同时任何价值的流通在账本上都通过连续的引用和验证关系创建了可轻松追溯的痕迹。在此基础上无人驾驶车辆之间构成了可以信赖的车联网，外部的高精度地图服务和交通信息服务构成了 Oracle 方式的数据提供方。
- 开放、无地域性。公链的节点是开放准入的，任何人都可以通过轻节点或全节点连接到 VT，开展自己的业务。
- 底层经济激励。区块链在解决多方关系，为生态营造共同目标的时候，优先考虑的方式是设计一种经济模型去激励或引导社区参与者做出有利社区的行为，提高参与者做出恶意行为的经济成本以提高系统安全性，控制和引导人性善意或无观点地表达。
- 数据安全和服务安全。加密的开放式账本本身就隔离了真实身份与数字身份，这为个人的数据安全提供了数学上的基础。同时由于账本是分布性的，包括存储、计算都将越来越多地使用分布式技术，这就避免了中心化服务的单点故障可能导致的服务安全问题。

针对自动驾驶行业，在 VT 中，这些具体表现为：



区块链对无人驾驶生态的意义

三. VT 项目定义

3.1. 可信车联网&分布式协作生态

从技术的角度解释, VT 是一种人、财、货的状态机, 将它们从一种状态变换为另外一种状态, 这种状态包含位置、归属权等。也因此, 商业上 VT 对自身的定义为:

“一种通过使用区块链技术构建无人驾驶可信车联网, 从而实现人、财、物的地理或所有权转换的分布式协作生态”

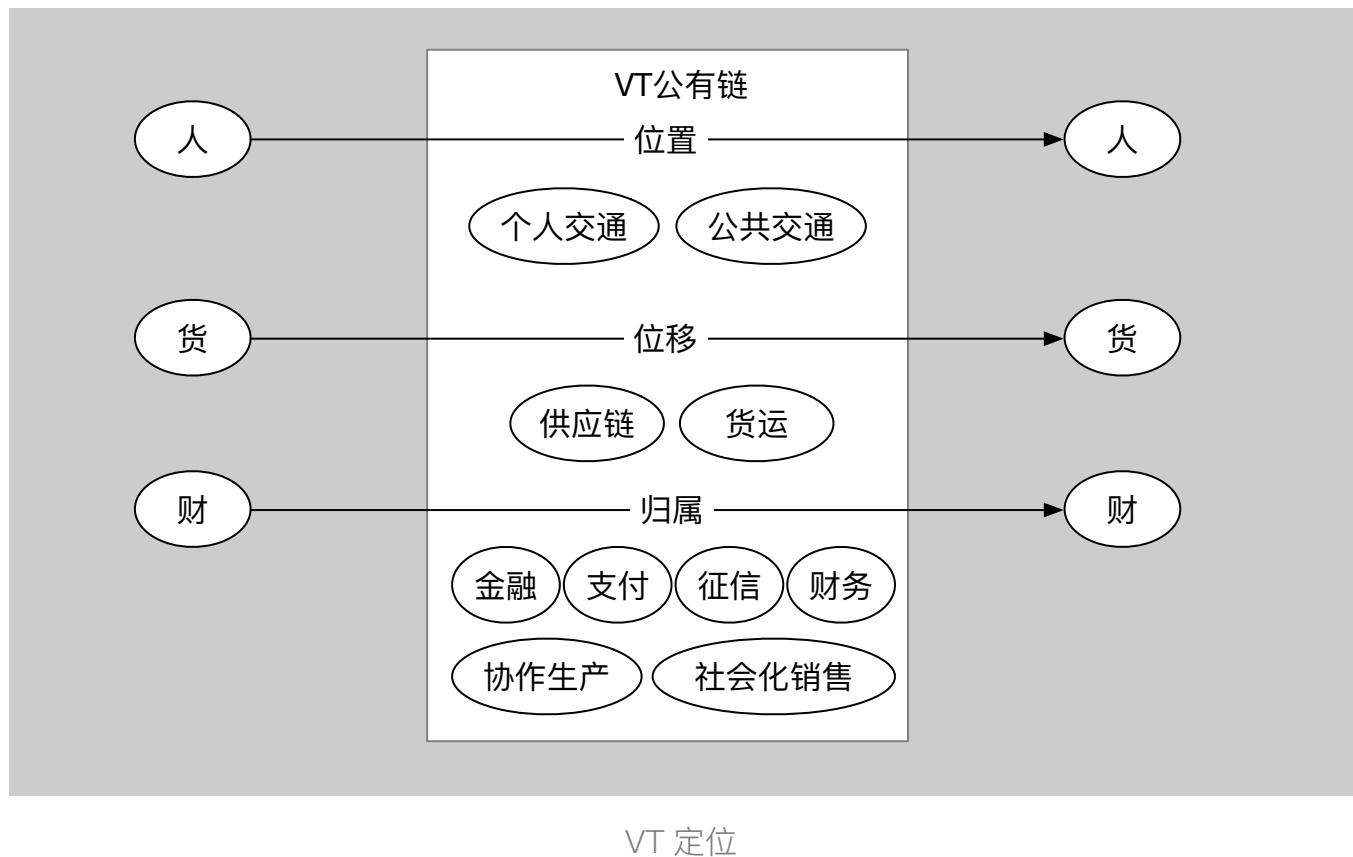
其中,

无人驾驶是商业行为发生的主体。基于 Vectoraic OS 无人驾驶操作系统和业内领先的一系列硬件解决方案，VT 中将聚集大量专业的无人驾驶软硬件相关厂商和服务商。

可信车联网指通过将每辆无人驾驶车看作一个节点，这些节点在区块链账本的规范下相互连接和交互，从而形成一种信任网络。

人、财、物的状态转换。正如前所述，无人驾驶普及时的一大特征就是“人即货物”，因此城际的小件货物运输也能通过高效运转的无人驾驶网络实现位移。同时无人驾驶整个生命周期中的价值转移全部都可以通过 VT 公有链和其上搭载的智能合约实现自动化处理。

分布式协作生态指的是，在 Android 模式或相似的开源框架的指导下，基于分布式账本技术构建的 VT 能够支撑无人驾驶行业开放性的竞合关系构建，通过一系列开放市场，实现行业内各类资源的高效撮合与交易，减少重复研发，市场教育更具体系、运维模式更加合理。同时更关键的是，民众也将参与到这种协作中，成为数据贡献者、问题反馈者，并因此获得奖励。



3.2. 特性

最终的 VT 将具备以下的特性：

- 基于开源的无人驾驶操作系统 Vectoraic OS 构建起的开放式软硬件一体化生态系统
- 基于区块链和无人驾驶技术共同搭建起的可信车联网，并保持向后兼容智能交通系统
- 基于区块链和智能合约搭建的商业上安全的分布式产、学、研、销、用协作平台
- 由智能合约保障的一系列的硬件、存储和计算、数据、应用和技术挑战市场
- 去中心化的社区治理、评价与仲裁模式，可审计的融资方式
- 基于提案-预算机制的技术和商业进化体系
- 基于 KnotsDAG 和 Algorand 共识机制的高性能商用分布式账本

四. VT 的市场体系

基于区块链技术，VT 将搭建一系列的交易市场以增加 VT 内部原生的流动性。这些市场并不是孤立存在的，它们之间有着较为明显的时序性，比如 AI 对抗市场需要构建在去中心化存储和可验证外包计算市场之后。

售出方	硬件生产商	去中心化应用开发者	车主、乘客、汽车生产商、车队运营商、交管部门	车主、第三方算力提供者	车主、第三方存储服务提供者	技术方案团队、科学家团队、独立研究者等
主要购入方	车主、集成服务商、汽车生产商、汽车维修商等	车主或乘客	AI开发者、AI服务商、行业研究机构、政府统计部门	AI开发者、AI服务商、智囊机构等	IPFS和Web3用户	各类研究机构、AI开发者、汽车生产商、政府道路科学等部门等
市场	硬件市场	应用市场	数据市场	算力市场	存储市场	对抗市场

VT 市场矩阵

4.1. 硬件与线下服务市场

无人驾驶将会让车内变为一个娱乐空间。在这个娱乐空间中，用户娱乐的方式与在家中可能不会有明显的差别。用户可以玩 VR 游戏、手机游戏、看视频、听音乐、看书、参加多人视频或 AR 会议等等。在这些场景中，用户将使用 VT 与服务商或其他用户进行交互，所积累的大量用户个性化数据将是最主要的乘客个性化数据源。

市场中出售的硬件或服务可能包括以下：

- 无人驾驶车辆本身的购买、分期付款。其中的信用户来自于往期消费历史或锚定现实身份的数字身份。
- 汽车美容、装饰等线下服务
- 车辆养护，自动驾驶时代的汽车养护将以“维护为主，维修为辅”，而且自动化程度将会较高，甚至会出现无人值守或远程值守的汽车养护店。
- 自动驾驶汽车自身就会集成很多部位性的传感器以实现对车况的良好把握，所以额外的汽车电子设备将更多的来源于静态车况或汽车后市场的产品体系中，如车载影音系统、车载冰箱、防盗器等。

4.2. 分布式存储市场

VT 将采用 IPFS 协议下的分布式存储技术构建去中心化的存储服务，同时也将构建成熟的云存储服务来适应行业初期快速迭代的技术更新需求。

在 VT 的市场中，作为数据消费者时，无人驾驶汽车节点对高精度地图和实时的交通服务数据可以通过可信车联网实现去中心化的存储和转发，来降低对中心化云存储的请求压力。而由于高精度地图和实时的交通服务实际上是一种众包服务，由无人驾驶汽车采集后按照协议向附近或其他有需求的车辆递送，所以无人驾驶汽车还是数据的生产者，为 VT 整个网络提供了数据，根据数据的稀缺度和其他评价维度的考量，VT 将会向贡献实时高精度地图和交通信息的无人驾驶汽车节点给予 VT 奖励。同时，在无人车闲时，具备较高的存储容量和网络速度的无人驾驶汽车则可以成为全球 IPFS 协议的一份子，获得节点奖励。

4.3. Truebit 可验证外包计算市场

同样地，分布式的计算，也就是无人驾驶汽车自身的计算能力将被更大程度地开发，以解决中心化算力的不足、昂贵或单点故障问题。分布式的边缘计算能有效应对时延敏感业务，本地完成决策，避免网络传输时延；提升应用可靠性，在网络发生故障时，仍可保证基本功能的可用。

由于链上计算的价格高昂，所以 VT 当前的算力市场被部署在线下，并引入验证者的角色来保证计算结果的可信。VT 支持可验证结果的链下 Truebit 算力外包市场。每辆无人驾驶汽车在状态允许时(比如长时泊车状态)都可以利用自己的计算能力赚取收益。

具体的任务发布和验证流程就是：

任何人都可以将计算任务程序和数据源的 Hash 地址发送到 IPFS，并向智能合约提交 VT 押金来发布计算任务

任何人均可以下载程序和数据源在自己的 Truebit webassembly 虚拟机中运行，并将结果提交给任务智能合约

在挑战限时之内，任何 Truebit 验证者都能在交纳押金的前提下挑战已提交的计算结果通过计算默克尔树根，最终由合约向计算结果提交者或挑战成功者发放奖励。

无人驾驶汽车对外提供计算服务的需求将来自于大型的众包计算任务，如海量驾驶数据的预处理、归类和 AI 训练。人工智能训练指的是利用数据根据深度学习算法生成人工智能模型的过程，在监督学习或非监督学习的场景下，训练过程对数据是否标注以及数据量的要求不同，算法的适用性也不同。以下是一些 VT 中常见的 AI 训练任务。

分布式训练任务

训练深度学习模型时，一个非常大的问题在于需要的计算量太大。比如要将 Inception-v3 模型在单机单卡上训练到 78% 的正确率需要将近半年的时间，这样的训练速度是完全无法应用到实际生产中的。为了加速训练过程有必要利用分布式的算力如 Truebit 来加速想法的验证和服务的实现。

增量训练任务

增量学习(Incremental Learning)是指一个学习系统能不断地从新样本中学习新的知识，并能保存大部分以前已经学习到的知识。增量学习非常类似于人类自身的学习模式。

安全多方训练

这是一种整合了安全多方计算 (SMPC, Secure multi-party computation) 与人工智能训练的方案，可以实现多个参与方在不泄露自己数据的情况下分享数据的需求，在数据由多方提供的场景下，最终形成的 AI 模型可以基于数据供应权重股份化。

4.4. 数据交易市场

数据驱动着一切。数据交易市场为数据需求方和供应方提供了交易的场所和基本的交易机制。VT 不排除未来会对数据交易收取手续费。

数据类型、生产者和需求者

在无人驾驶领域，数据的价值主要表现在两方面：

- 为了训练更好的环境识别智能、决策系统，需要大量标注过的物体、路标、人工决策等数据
- 为了向汽车的拥有者、租用者、乘客提供个性化的乘车间服务，需要大量个性化数据

因此交易的数据可以主要分为：道路驾驶数据、乘客服务数据两类。这两类又可以进行非常多其他维度的细分，比如道路驾驶数据可以包括街景视频和信号灯指示数据、车辆和车牌标示数据、车载语音环境数据、基于驾驶环境导致的人为驾驶决策数据等等。

数据的生产者既可以是交管部门、市场咨询公司、数据服务商，也可以是个人。数据的需求者主要是自动驾驶研究机构或乘客服务机构。

数据定价

数据的价格由市场自行协商，如果数据购买方对现存的数据提供商的价格或其他方面不满意可以通过合约提交悬赏任务。在交易过程中出现的问题将通过匿名的去中心化的仲裁服务解决。

支付与交付方式

数据交易市场将采用 VT 作为主要的支付工具，支付的方式根据双方的要求可能为一次性排他性买断、订阅更新、API 调用的按次收费等。数据的交付一般会通过对去中心化存储数据的授权模式完成。可能的由智能合约保障的授权规则：

- 权限维度：管理买方查看或批量下载的权利
- 时间维度：对买方或订阅者进行多长时间的授权
- 频次维度：限制买方单位时间内调用 API 的次数
- 账号维度：授权给组用户还是单个用户

4.5. 去中心化应用市场

向无人驾驶汽车拥有者、租客、乘客提供的服务可以展现在一个统一的去中心化应用市场。比如带有版权和分享激励模式的去中心化音乐、视频、和内容应用，基于汽车社交的顺风车、汽车旅行约伴等服务。应用市场的构建将引入大量的开发者，构建一个生生不息的应用生态，而生态的发展也将引入更多的用户，从而形成一个正向的循环。

4.6. 技术挑战市场

借鉴生成对抗网络的模式搭建一种技术竞技场会对社区的技术热情有非常大的激励作用。

一些生态参与者，尤其是大公司可以通过发布一些长期的挑战任务，并设立逐渐积累的奖池来获得社区对难题的见解。奖池还可能被设计为一个对解决方案的股权池，这样能加速技术的落地。这些挑战任务包括但不限于给定数据集的图像识别挑战、给定数据集的决策成功率挑战、真实环境的自动驾驶测试挑战、专用零件的性能挑战、数据或网络安全攻防挑战等等。

五. 分布式协作生态

工业产品的生命周期一般包括市场研究、技术可行性验证、小样品测试、大规模生产、销售、售后服务等环节。我们来考量一下以上的这些流程去中心化地实现将会是什么样子，然后再来判定是否有必要全盘去中心化，然后设计相应的全球化协作模式和实现路径。

有一点是我们在设计业务时时刻不能忘记的：“一切的改变都是为了更好地做事情。”并且分布式协作的生态是长期工作，需要大量的用户教育和多方利益协调，不是一件可以一蹴而就的事情。因此，在力求急需公共信任的数据上链的同时，为了保证用户体验或考虑技术实现成本，一些数据或业务逻辑可能仍会使用中心化的方式解决。

5.1. 市场或用户研究

市场研究是确定用户真实需求和应用场景的前提条件。关于市场研究，咨询和社会学领域已经积累了很多方法论，如问卷调查、用户访谈、AB 测试、田野调查（Field Work）、有奖调查等，但这些调查方式可以认为是中心化的，调查的目的和内容是中心定义，执行和分析也是中心化执行的，过程中可能会出于样本数量、人为诱导、公司政治、感知偏差等导致人为或无意的调查结论失准。

去中心化的市场研究可以基于经济激励、大数据分析与 AI 推测、预测市场等技术或机制保障调研数据的不可篡改，调查结果的高准确率。通过匿名的预测市场，在样本量较为充足，匿名的被调查者都倾向于基于自己本身认识而不是外界影响力而做出判断，因此最终的调查数据准确率更高。VT 会将用户调研等接口向社区开放，社区也可以自定义相似的接口服务向使用者收费。这些接口可能会要求参与调查者的数字身份、社区荣誉等级，并向调查者提供参与调查的奖励。同时 VT 将通过推荐算法为调查者提供更精准的问卷投放工具和结果的数据化视图等生产力工具来帮助调查者更快更好地完成工作。技术可行性验证与研发

中心化的产品概念或技术可行性验证的基本方式—创想与资本的邂逅。无法否决的一点是专家是稀缺的，不能指望每个人都能对专业问题提供观点。另外，同领域的专家容易聚合在一起获得专业上的认同感或精进，而不同领域的专家通常没有直接的动力去沟通。资本或公司在做的事情其实就是基于创业者的创想将不同的专业整合在一起提供服务，整合的复杂性越高，所提供的产品的价值或商业的防御能力也就越强。

去中心化的概念验证可能是通过构建带有门槛的预测市场实现的。任务发布者和概念验证群体可以形成链下的信任关系，也可以在链上通过彼此选择的随机性和智能合约形成信任。

5.2. 研发、小规模测试与生产

短期来看，这部分流程的去中心化实施的必要性不强，而且难度很高。原因在于当前的生产技术在中心化时的生产效率、整体的安全性会更高，制造的成本随着生产量的提高会大幅降低；同时研发、测试、生产会遇到非常多难以预先发觉的情况，需要中心化的极高效率和一定程度上的强制性来保持项目的推进速度。长期来看，除非 3D 打印技术、柔性生产技术有了革命性的突破，变为极为成熟，否则这些流程是没必要去进行去中心化改造的。

5.3. 销售

一种新的销售机制是“社会化销售”。每个人都可以成为产品的传播者和销售者并获得推荐分红，这事实上是不再依赖于大众媒体的影响，而更关注于意见领袖的自媒体。朋友圈、博客、Youtube 订阅号等都是一这种意见领袖常用的的影响力阵地。通过聚合长尾影响力，更多的细分产品可能在其针对的用户群一夜之间爆红。VT 也将采用这种模式，通过在协议层面构建数字身份、个人推荐链接生成、多级推荐系统、去中心化的广告内容生产系统、智能投放与奖励合约等关键组件来帮助生态的参与者比如无人驾驶汽车制造商、硬件生产商、应用服务商等实践这种社会化的、去中心化的、分布式的传播即销售服务(propagation as a selling service)。

5.4. 运维

区块链自身的特性和社区的社交属性使得各类服务在运行中出现的问题不会被单方遮掩，会充分地暴露在世人面前。同时由于生态的参与者之间的商业活动在区块链开放账本上都是有迹可循不可辩驳的，因此当无人驾驶汽车出现故障时，很容易就能分辨出事故的原因，通过自动化执行的智能合约，利益相关方能够极速地完成产品召回、软件升级、保险定责与赔付等中心化时代需要非常长的时间和冗长的流程才能处理的事情。

5.5. 商业安全

发挥区块链可溯源的特性，任何商业模式、技术思考和成型的方案都可以被提交到类似知识产权合约的地方，接受全网的监督。在 VT 之中，通过这一方式，最终将会形成一个类似专利服务的制度，这种制度对于技术溯源、商业许可证管理等都具有重要的意义，能够保证无人驾驶产业在保持开放的协作关系时，各方行为仍受到商业伦理和代码法律的规范，让各方角色在生态内充满安全感地工作。

六. 治理架构

社区治理的意义在于以经济和技术的手段实现对社区意见或建议的过滤和决议。

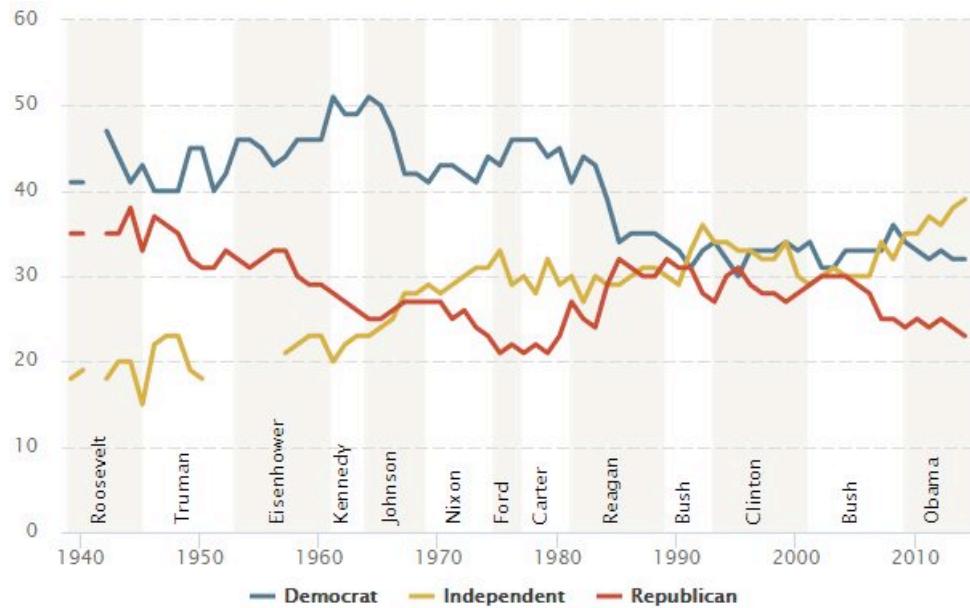
6.1. 链上融合的治理模式



VT 社区的治理模式将从以基金会各主体的治理逐渐过渡到链上链下结合的基于提案-投票站的模式。提案将分为 VBIPS（商业性提案）和 VTIPS（技术性提案）。VT 通过一些机制的整合来解决区块链治理中效率、正确性、民主程度的三角悖论：

- 通过人治向合约治理的逐渐转变实现更高的效率和民主的平衡。
- 通过经济激励提高议案讨论、决策和执行的整体效率。
- 通过荣誉激励提高治理的正确性。
- 通过带有激励机制的去中心化的审查提高微型治理任务的正确性、效率和去中心化。

6.2. 投票站



美国总统大选投票率变化(Trends in Party Identification, 1939–2014)

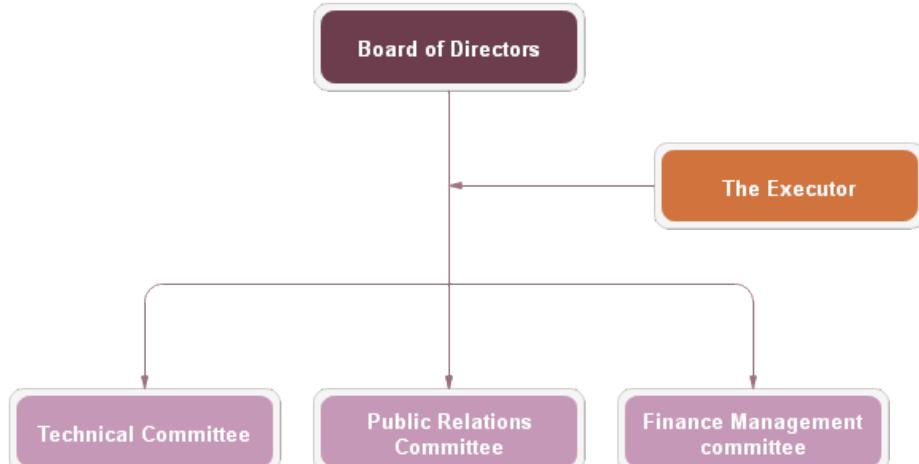
导致美国大选投票率低的原因可能为：利益并非直接相关导致的政治冷漠、不投票对个人生活也没有明显影响、单一选区制附带导致的某些用户不能支持最想支持的长尾派别等原因。

VT 将提供带有经济激励机制、强制与自愿结合的精细化治理的投票站，并且投票站将要求社区在提交议题的时候附带影响人群，经过去中心化的议题审核后，这些议题将向目标的利益相关者推送征求意见。

6.3. 治理委员会

Vectoraic Foundation Ltd. 基金会

Vectoraic 基金会是由 Vectoraic 项目创始团队组织成立的常务管理机构，于 2018 年 3 月正式在新加坡注册。作为独立的非营利性实体，基金会向 Vectoraic 社区负责，以推广和发展 Vectoraic 生态为首要工作目标。



Vectoraic 基金会组织结构图

理事会

基金会的决策机构，职能包括提名及表决执行负责人（秘书长）和各职能委员会负责人；制定重要决策；召开紧急会议。理事会成员和主席任期为两年，主席连任不可超过两届。首届 Vectoraic 基金会理事会成员从以下三部分人员中遴选：核心团队、合作方及顾问中具有丰富业内经验人士、社区代表。由 Vectoraic 持币数和持币时间加权计算出的 20 名社区代表候选人，根据差额原则由候选人自行选举出社区代表。从第二届开始，将每届增补成员进入理事会，使社区能够通畅的表达意见。

执行人（秘书长）

基金会行政事务的最高负责人，对日常运营管理、技术开发、市场拓展、社区维护、公共关系等进行统一的指导与协调。秘书长由理事会选举产生，定期向理事会汇报工作情况。

技术委员会

由 Vectoraic 团队中的核心开发人员组成，负责技术研发方向的制定和决策、底层技术开发、开放端口开发和审核、技术专利开发和审核等。此外，技术审核委员会成员定期了解社区及行业的动态和热点，在社区中与共建者进行沟通交流，并且不定期举办技术交流。

市场及公共关系委员会

生态发展和社区建设始终是 Vectoraic 最核心的工作，在财务委员会的监督下，委员会将使用期初资金和社区运营获取的数字资产收入开展营销推广和商务合作，将更多地潜在合作者如租车、同城运输等业务纳入生态范围之中，促进生态的可持续发展。同时，委员会还将负责所有的对外宣传和公共关系。

运营财务及人事管理委员会

负责基金会资金的运用和审核、人员聘请及薪酬管理、日常运营费用管理等。基金会资金以 VT 代币体现，来自以下几方面：初始代币众筹中有不低于 22% 的 VT 分配至基金会账户；Vectoraic 交易主合约全部的手续费将用于回购 VT 并划拨至基金会账户。代币的兑换及使用应得到理事会批准并由财务及人事管理委员会审核，在基金会定期报告中公开披露。

6.4. 一般车用服务的评价机制

在 VT 中，基于区块链存储用户评论区块链账本不可篡改的，也就是不会被任何人操纵或删除的。基于此特性商户再也不会缠着用户去修改评论，最终商户真实的产品和服务能力能够真正的展现在每个用户的面前。同时，除非用户主动暴露，多数情况下商户是不能从评论或其他途径获得用户联系等信息的，即使商户有更恶意的行为也无计可施。

6.5. 一般社区事务去中心化仲裁方式

通过将审核权利随机的分发给满足条件的社区用户，可以大幅降低审核过程中作弊的发生，实现较大程度上的去中心化并保证了审核工作的透明与公正性。通过经济奖励和智能合约可以保证这种去中心化的审核模式高效运转：

- 从在线用户中选择 10 个用户，在待审核评论或合作结果推送给其审核。
- 如果在 1 小时的黑盒投票周期内，通过者与反对者数量差出 3 人，则认为此内容是合规或违规的，同时审核也将被认为已经完成，所有做出多数派选择的分享奖励。
- 多数派的奖励并不是平均的，而是随着时间降序分布的。这种设计是为了促进被选中者在最快的时间内做出最正确的选择。
- 在极端情况下，比如交错出现的 5V5 的投票状况，需要重复进行此过程直到有明确审核结果。

6.6. DAICO 可审计融资模式

DAICO, 由 Vitalik Buterin 在 2018 年 1 月份首次公开提出, 它融合了 DAO (去中心化自治组织) 和 ICO (首次币发行) 的概念, 描述了一种投资者可以参与管控资金的融资和资金管理标准化模式。在 DAICO 模式中, 投资者可以通过投票管理决策融资资金, 相对现在的融资模式, 较大程度上保证了投资人的利益, 同时也对项目团队施加了一定的开发压力, 减少项目团队跑路和融资后懈怠工作的情况的发生。

DAICO 的三个基本要素:

- 永远不能完全相信一个中心化组织, 通过投票解决几乎所有事情
- 资金不会一次交付, 会随着时间以及工作评价和突发事件缓释
- 允许退款

VT 的 DAICO 机制:

- 通过数字身份和荣誉系统限定项目的发起和融资目标
- 发起项目需要缴纳一部分较小的费用, 用于 peer review 流程中对优质讨论的奖励
- 允许投资者/基于数字身份认证的专家对项目进行较长期限的 Peer review, 对项目的概念、方案和可行性进行深度的分析, 优质的讨论会由算法给出奖励
- 基于智能合约的代币发放体系与融资管理体系
- 提供项目方 Oracle 预言机机制, 向投资人群体发出投票申请, 预言机数据源由企业方提供, 包括 Roadmap 里程碑完成、运营推广计划、人员招聘计划、合作计划等
- 投票采用 POS 机制, 但会限制经过数字身份认证的机构投资人和大股东的投票权 (根据荣誉等级, 给出投票权衰减系数), 防止项目方和投资方联合欺骗社区
- 根据投票结果和释放额度调用资金管理合约释放资金

整个流程中对于项目有较长期的专家评审周期, 期间会有对项目正反两面的激烈讨论, 真正有价值的项目会在此期间脱颖而出, 劣质的项目也会自然消逝, DAICO 模式有利于行业规范化。

七. 应用场景

7.1. 未来城市

基于研制无人驾驶过程中累积的技术，VT 可能会聚合很多关联行业的伙伴，构建一个类似 Disney 的未来城市，将最新的智能技术融入其中，帮助人们对可及的未来有一种领先的体验，这种体验会让体验者相对其他人产生视野或人生格局上的竞争力。这将是一个融合国民教育、旅行度假、技术和商业实验、文化 IP 构建等的多元化商业和社会价值模式。

7.2. 无人驾驶供应链

制造业领域已经成为应用区块链技术最快速、最成功的领域之一，汽车制造业涉及到非常多的软硬件供应商，同时如一级供应商还会有多级的次级供应商。区块链能够为无人驾驶汽车未来的供应链管理注入监管和透明，减少供应链欺诈和供货延期。

7.3. 乘客服务

无人驾驶在乘客运输方面可能首先会在公共交通如有轨电车等领域发力，之后拓展到受限的快速或高速路，再之后逐渐向日常乘用方向延展。在最后的阶段中，无数的无人驾驶汽车将提供的搭乘服务将替代目前模式的约车、租赁、等业务，并且其中的经济事务完全由智能合约自动结算，结合人脸识别等技术，可以实现真正的“用完即走”。

7.4. 货运服务

前文已有表述，无人驾驶汽车形成的运输网络无分人与货物，将成为一个统筹的综合运输体系。将来的无人驾驶汽车将模糊人与货物的界限。通用的载人无人车可能都会具备与快递、外卖等已经完成自动化改造的基础设施的对接接口，快速的充电桩可能会成为一个小件货物与人流的入口。而长途货运将是比短途运输更快实现无人化的领域，因为一般情况下长途货运的交通情况复杂性相较更低一些。

7.5. 二手车交易

将区块链技术应用于车辆远程信息处理，包括提供防篡改的里程记录，防止二手车的里程表欺诈等一系列数据信息处理工作。利用区块链分布式、防篡改的特点，研究车辆采用分布式的报告单形式进行数据储存与传递，从而确保车辆信息的真实可靠。

7.6. M2M 自动支付与汽车金融

Machine To Machine (M2M) 的支付方式将是自动驾驶车联网时代新的支付方式。车主将赋予汽车更多的权力去处理更广泛领域中的事务，比如充电桩付费、汽车线下服务过程的支付行为，特别是小额支付将发生在服务商的收银系统和汽车支付接口之间。基于海量的可信的支付数据，用户可以与在区块链上运营的数字货币银行等金融服务商签署金融服务智能合约，双方的履约行为都通过合约自动处理。

八. 分布式账本技术

分布式账本技术(DLT, Distributed Ledger Technology)是构建多方商业关系中信任链条的关键技术，能够解决多方协作中的处理效率极低和信任成本极高的部分。区块链技术正是 DLT 技术的一种实现。

在传统货币理论中存在“不可能三角”，即一国无法同时实现货币政策的独立性、汇率稳定与资本自由流动，最多只能同时满足两个目标，而放弃另外一个目标。相类似，当前的区块链技术也存在“不可能三角”，即无法同时达到可扩展性、去中心化、安全，三者只能得其二。VT 分布式账本技术将是各类去中心化市场和价值流通的载体，在初期的技术选型时将会重点考虑安全性和可扩展性，保证适度的去中心化，在之后的发展历程中，去中心化程度随着无人驾驶技术自身的成熟而逐渐提高。

主流的扩展性解决方案包括第一层的：

- 分片。Ethereum 和 Polkadot 都有计划部署，分片可能会对安全性有影响，会面临一些新的攻击方式比如 1% 算力攻击。但整体来讲，分片是对不可能三角三方面平衡做的很出色方案。如果技术上被验证是可靠的，它将一步到位拓展性问题。
- 基于 DAG (Directed Acyclic Graph) 数据结构与单元引用共识。如 IOTA、NANO、Byteball、Hashgraph、Bitcoin core 的 Ghost 协议等。DAG 由于支持并行结算，所以交易速度可以很快。
- 基于 DPOS 共识机制并降低出块时间和使用授权出块规则。如 EOS 和众多类似项目。这种方案被社区认为是较严重地降低了去中心化程度，因为 EOS 的超级节点的软硬件环境要求接近数据中心，极大提高了其他用户的进入门槛。

第二层的拓展方案基于支持智能合约的第一层构建，包括：

- 状态通道和 Plasma。通过将交易放到链下协商，而在链上只做最终状态的记录来实现。可以基于应用、场景设立状态通道。
- Truebit 可验证计算市场，对于一些较大型的计算任务，任务发布者可以发布计算任务，算力提供者可以领取并计算，计算的结果任何人都可以发起挑战，挑战成功则获得算力提供者的押金。

第一层和第二层的拓展方案应该具有不同的侧重点，第一层应该更多关注安全性，第二层更多关注应用和场景的业务逻辑，并设立可靠经济机制来保障通道的正常运转。

8.1. 技术架构

在构建开放式账本之前需要先明确无人驾驶行业多方协作对 DLT 技术的一些基本要求：

- 每个无人驾驶汽车不只是一个数据接收者，还是产出者和车内本地化服务的逻辑处理器，有必要基于 Vectoraic OS 设计可信的节点数据采集、存储、传输和处理模式，设计更丰富的节点功能，延伸区块链信任所能触达的边缘领域。
- 对于交易处理能力和即时性的结果返回有较高的需求。
- 需要支持图灵完备的智能合约，以满足多样化自由的商业模式构建。

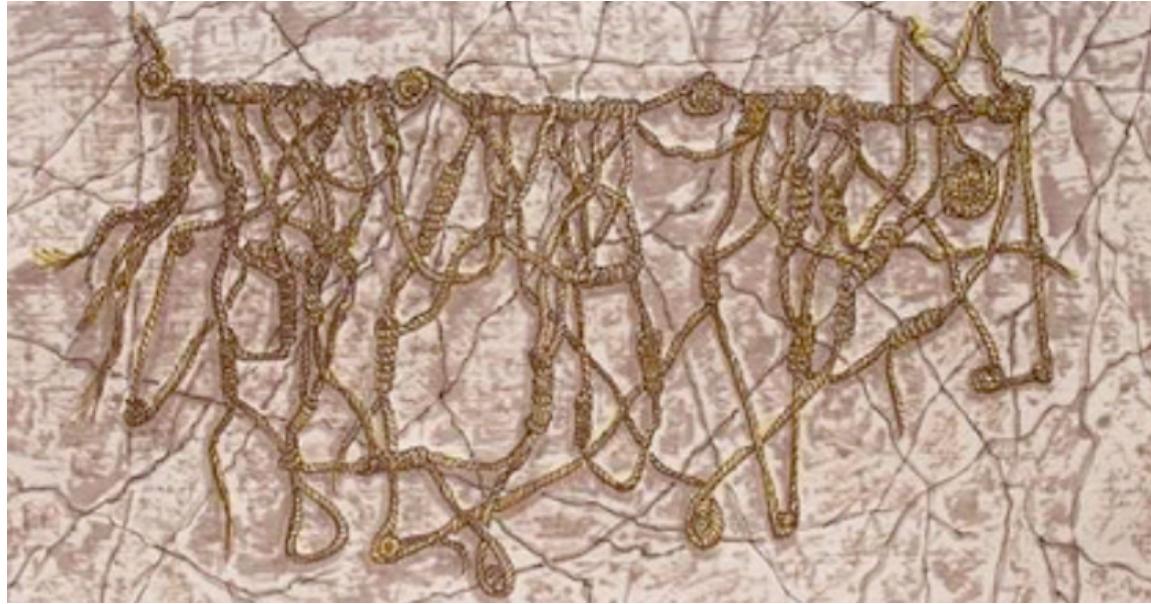
根据无人驾驶的业务要求和对未来几年分布式账本技术和核心的共识算法的可行性研究，VT 初期将基于 Algorand+KnotsDAG+POW（用于防止 DOS 类攻击）的分层混合共识机制构建高性

能的区块链网络。长期规划中，VT 将使用分片技术对第一层进行安全的扩展，使用状态通道技术对第二层进行场景化和应用化的扩展。最终 VT 在保障网络安全和较高的去中心化程度的前提下，实现无限的扩展性，以支撑全球化的无人驾驶网络中的价值流动。

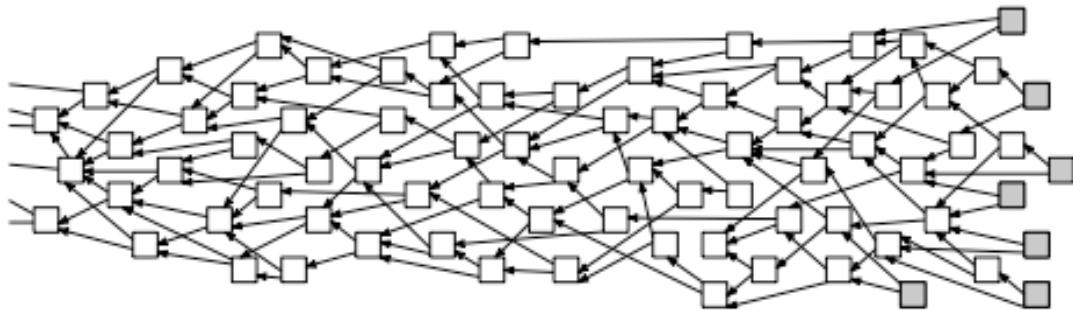


VT 技术分层架构

8.2. KnotsDAG 共识



结绳记事



成型的 KnotsDAG 账本形态

KnotsDAG 概念来源于古代的结绳记事与图论中的有向无环图。所考证，历史上最复杂的结绳记事体系被称为奇普(Quipu)，隶属于印加文明。奇普由一条粗绳和系在粗绳上的细绳组成，细绳通常在不同的位置打着结，结形多种多样，细绳也有不同的颜色，从而构成一套文字系统来记录数字或历史。奇普中对所用的绳子的材质、精细、色彩都有要求和其含义，并对多达几十种的绳结样式定义了不同的映射事件。

无论是在形式上还是意义上，结绳记事都与基于 DAG 构建的 DLT 账本技术极为相仿，因此 VT 将自己使用的 DAG 数据结构及 DAG 图的收敛和延伸共识定义为 KnotsDAG。

8.2.1. DAG 交易单元简化的数据结构

VERSION	协议版本号
TYPE	交易类型
OUTPUT	输出的地址，可以是外部账户，也可以是合约账户
MESSAGE	包含使用相应交易类型的具体参数，在接口中定义
AUTHORS	单元创建者的地址和签名数组，支持多重签名
PARENT_UNITS	单元的引用单元，一般要引用 3 笔，1 笔本账户的上一笔交易单元，2 笔根据随机权重选择算法确定的有利于账本收敛和延伸的交易单元

不同于比特币的链式结构，KnotsDAG 账本中，交易按账户维度分组，发送任何交易都需要随机的验证另外两笔其他账户的交易（POW 过程，将来会使用数字身份、POS 机制或荣誉机制改进），发送的交易直接以单元的方式通并链接到 KnotsDAG 图中，之后再经过其他单元的验证来确认其是否有效以及是否存在子主链上。也就是说每一笔交易都为整个网络中交易的确认做出了贡献，新的交易能够降低历史交易被篡改的几率。

关于 DAG 系统的稳定性和截断集合的期望值，我们可以由下边的一两个公式得出来的，我们假定可以假定不同 tips 的验证到达时间是相互 独立的，那么有速率， P [在 $h(L, N)$ 时间内没有任何交易验证给定的 tips 等于

$$\exp\left\{-\frac{\lambda h(L, N)}{L}\right\}$$

这意味着在我们的设备发起交易时，tips 总数所增加的期望值等于

$$1 - 2 \exp\left\{-\frac{\lambda h(L, N)}{L}\right\}$$

根据概率密度与分布函数的关系可以计算出如上的分布值

接下来, 为理解这个过程的一般行为, 我们注意到公式 (2) 中的漂移项在 L 较小的时候为正数, 而在 L 较大的时候为负 (至少在

$$L \rightarrow \infty$$

时,

$$h(L, N) = o(L)$$

只需要假设对计算和交易扩散的主要贡献不是来自于对 tips 的处理)。在公式 (2) 趋于零时, L 得到典型值, 即

$$L_0 = \frac{\lambda h(L_0, N)}{\ln 2} = 1.44 \lambda h(L_0, N)$$

显然, 上面所定义的 L_0 也就是 tips 的典型数量。同时, 一笔交易被首次验证 所需要的时间大概估计就是

$$L_0 / h$$

同时, 注意到 (至少在交易节点试图验证 tips 的情况下) 对任意固定 t 时刻, 在某一个阶段

$$s \in [t, t + h(L_0, N)]$$

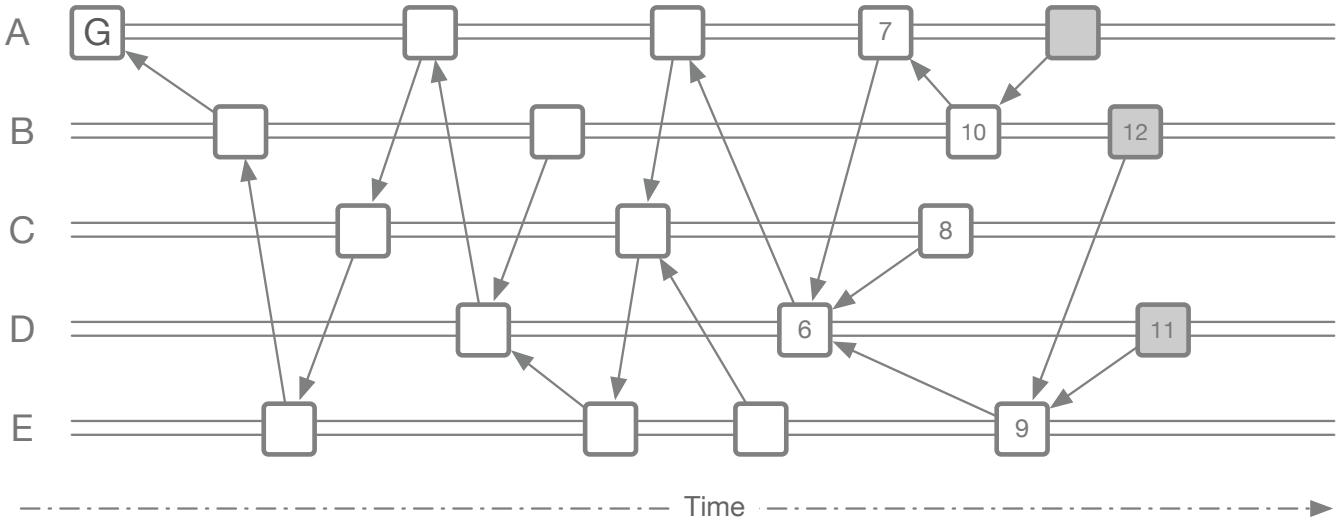
内那些 tips 构成了一个截断集合, 意味着在时间

$$t' > t$$

时发起的交易到创始交易的任何路径都必须通过这个集合。至少在某些偶然的情况下这个截断集合的大小变得非常小, 这是极为重要的。我们也许可以使 用这个较小的截断集合作为检查点, 作为 DAG 可能的剪枝或者用做其他用途。

8.2.2. VT 账本结构

以 A、B、C、D、E 五个 VT 账户的交易来说明, 为了简化图示, 图形中跨账户的单元引用只描述了单父单元的情形。



VT 账本延伸模式

专用语	释义
UNITS	账本的基本组成结构, 上图中的方形
TIPS	未被引用的交易单元被称为端点, 上图中灰色显示的方形
ACCOUNTS	每个账户形成的有序交易单元系列构成了账户子链
PARENT_UNIT	被箭头指向的单元称为箭头出发单元的父单元
GENESIS_UNIT	所有交易的引用关系的源点被称为创世单元, 图中的 G
WEIGHT	一笔交易被直接或间接引用的次数+1, 如图 6 号单元, 直接引用数为 3, 间接的引用数也为 3, 所以 6 号单元的权重为 7。权重高的节点构成了逻辑上的主链

由单元组成的 VT 账本结构说明

8.2.3. 端点选择算法

为了让账本尽量快速地收敛和延伸，对于新进入的交易，VT 采用添加了随机性的权重算法来减少懒惰引用，也就是验证非常旧的交易而不是新交易的行为。同时这种随机性还能在一定程度上减少了交易被绝对的权重算法边缘化导致永远不可能被引用的附加问题。选择转移概率与 H_x (当前待选节点的高度)， H_y (下一个待选节点的高度) 相关。接下来的马尔可科夫链在无规行走的时候进入较深的 tangle 中 (避免进入较弱的分支) 就近乎是确定性的，而当接近于 tips 的时候，无规行走就更分散一些 (因此也就有足够的随机性来选择两笔交易进行验证)。

8.3. Algorand 共识

在网络交易量不大时，KnotsDAG 共识被 34% 交易量攻击成功的概率比较大，需要引入一种额外的共识机制来为交易提供最终性。VT 使用 Algorand 共识，此共识也对全节点的运营给出了奖励，使得 VT 在实现零手续费的同时，仍然对全节点的运营者有充足的激励。

在 DPOS 机制中，如果超级节点列表相对稳定，排在后面的小节点就永远没有机会入选 (也就没有钱赚)，久而久之就会失去竞选的动力，从而加剧系统的中心化风险。而 Algorand 则通过引入随机性，在保证公平的前提下，实现“人人都有钱赚”的理想。

Algorand 共识机制是 Algorand 是图灵奖得主 Micali 教授提出的一种新的共识算法，它是一种基于 DPOS 机制改进的拜占庭协商流程。和目前流行的 BFT+DPOS 共识机制相比，Algorand 最主要的创新是将 proposer 和 validator 的选举随机化，通过 VRF(Verifiable Random Function)引入随机性，利用二项分布的线性叠加特性来保证公平性。

Algorand 的目标是在保证公平性的情况下保持结果的随机性，也就是让小节点和散户也有机会参与到共识过程中：

- proposer：根据随机数选出 26 个左右的 proposer，从中挑选 Hash 数值最小的节点出块
- validator：按照持有 token 的比例，通过抽签决定

其公平性和随机性体现在：

- 公平性：长期来看，节点被选中的概率应和它所持有的 token 比例保持一致
- 随机性：单次选举结果随机且无法预测

8.3.1. BA*共识

Algorand 采用一种新的拜占庭共识(BA: Byzantine Agreement)协议, 即 BA*,

Algorand 采用密码学抽签: BA*协议中每一轮参与投票的用户都可以证明确实是随机选取的种子参数: 选取完全无法预测的种子参数, 从而保证不被敌手所影响, 上一轮的种子参数会参与下一轮投票用户的生成

秘密抽签和秘密资格: 所有参与共识投票的用户都是秘密地得知他们的身份, 投票后他们的身份被暴露, 虽然敌手可以马上腐蚀他们, 但是他们发送的消息已经无法被撤回, 另外在消息生成后, 用于签名的一次性临时秘钥(后文会提到)会立刻被丢弃, 使得敌手在该轮无法再次生成任何合法消息。

用户可替换(player-replacable): 在拜占庭协议中, 每个参与共识者需要投票多轮以达成共识, 而在 BA*中这并不可行, 因为一旦投票后自己就暴露了, 会被敌手腐蚀。配合密码学秘密抽签, 用户会秘密知道自己有且只有参与某特定时刻的投票的资格, 只要在该时刻参与投票, 因为接下来投票权会转移给别人, 这就使敌手的腐蚀失去了意义。

另外, 诚实的用户可以是懒惰的(Lazy Honesty)。一个用户不需要时刻在线, 可以根据适当的条件适当在线并参与共识即可。

8.3.2. 共识流程

Algorand 共识算法中确定每 10s 发出一个快照单元的节点的随机抽签算法如下:

- 1) 假设所有参选人持有 token 的总量为 W
- 2) 引入 subuser 概念, 每个 subuser 需要持有的 token 数量为 t , 因此一共有 $n = W/t$ 个 subuser
- 3) 假设参选人的持币量为 w , 则该参选人拥有 w/t 个 subuser 席位
- 4) 假设需要选出 s 个 subuser 作为 proposer 或者 validator, 则相当于要以概率 p 进行 n 次独立重复试验, $p = (t * s) / W$, 结果服从二项分布 $B(n, p)$

- 5) 由于每个参选人拥有多个 subuser 席位, 就相当于把这 n 次试验划分成了多个分组, 每个分组都服从同概率的二项分布: $B(n_1, p), B(n_2, p), \dots, B(n_m, p)$, 其中 $n_1+n_2+\dots+n_m = n$ 。根据二项分布的叠加特性, 最终的抽签结果仍然服从 $B(n, p)$ 分布
- 6) 在每个分组中进行抽签, 生成一个 VRF 随机数, 判断落入二项分布累积分布曲线的哪个区间
- 7) 落入区间 j 则表示抽签抽中了 j 次, 即该参选人在本轮的 proposer/validator 集合中拥有 j 个席位。

8.3.3. 通信模型

如果把消息的到达率(reachability)表示为 ρ 。模型认为一条消息被诚实用户发出到超过 ρ 的人接收到的时间只和消息长度 $\mu \in \mathbb{Z}^+$ 有关, 定义该函数为 $\lambda_{\rho, \mu}$ 。即从时间 t 发出的一条大小为 μ 的消息, 一定能在 $t+\lambda_{\rho, \mu}$ 之前到达比例为 ρ 的诚实用户。

Algorand 面临的是多个用户同时发送各自消息, 并且还要帮助其他用户传递合法消息的模型。所以函数 λ 被认为和三个变量相关, 到达率 ρ , 消息长度 $\mu \in \mathbb{Z}^+$ 以及用户数 n 。模型修改为对所有的诚实用户 n , 在 t 时刻同时发送了各自的长度为 $\mu \in \mathbb{Z}^+$ 的消息 m_1, \dots, m_n , 则所有这些消息一定能在 $t+\lambda_{n, \rho, \mu}$ 之前到达比例为 ρ 的诚实用户。为了简化, 后文一般情况下会使 $\rho = 1$, 并且不再提及到达率的问题。另外, 敌手是可以控制任何用户, 以加速某些消息的到达时间。

8.3.4. 一致性和共识性

Algorand 能够在同步和异步网络中工作。为了方便理解, 可以将其网络环境假想为一个同步完全网络 (SC networks: synchronous complete networks)。在这样的网络环境下, 假设存在一个全局时钟, 每次计时都是在整数点上 $r=1, 2, \dots$ 。在每个偶数点 r , 网络中的用户 i 独立并发地发送一个消息!

BA 协议就是将出块流程, GC 协议和 BBA 协议串联在一起, 最后完成出块流程。它是一个可靠的 $(n-t)$ -拜占庭共识协议, 其中 $n \geq 3t + 1$ 。当每一轮结束时, 都满足:

- 一致性(Consistency): 所有诚实用户 i 都在同一个 v 上达成共识, 即 $v_i = v$.

- 共识性(Agreement): 所有诚实用户 i 要不都发生共识, 要不都不发生共识

8.3.5. 快速共识

算法作者通过归纳法证明了如下结论:

在任何轮次 $r > 0$, 如下属性必然成立:

所有的诚实用户共识与同一个块 B_r 出块者为诚实的, 则 B_r 包含了交易的最大集, 其达成共识的时间上限为:

$$T_{r+1} \leq T_r + 8\lambda + \Delta$$

出块者为恶意的, 其对 B_r 达成共识的时间上限为:

$$T_{r+1} \leq T_r + (6L_r + 10)\lambda + \Delta$$

对于 L_r ,

$$ph = h2(1 + h - h2)$$

出块者为诚实的概率至少为 ph 。

事实上, 绝大多数情况下, BA*协议都可以快速达成共识。敌手需要掌握恶意出块者, 还要不断调整每一轮投票者的行为, 最后需要不错的运气, 才能使该轮以最长的时间结束出块。可以算得, 其达到共识的期望时间为 $12.7\lambda + \Delta$ 。

8.4. 安全

双花攻击

相同地址发出的任何无序的交易都视为双重支付交易, 即使它们没有使用相同的输出, 也可称为冲突交易或者矛盾交易。在用户地址发出新单元时, 要求相同地址发布的所有单元应当直接或间接包含该地址之前所有的单元, 即相同地址的所有单元连通(有序或连续)。因此, 在相同地址的所有单元都连通的情况下, 在路径上出现较早的交易为有效交易。如果有攻击者特意制造出双重支付交易, 那么可以通过主链序号来解决, 主链序号较小的交易为有效交易。假设攻击者制造出一条影子链, 并在上面发布双重支付交易。当影子链接入到真实的 DAG 中时, 根据最优父单

元选择策略，影子链上的 Algorand 随机见证人个数少，因此它不会成为主链的一部分，从而解决了这种场景下的双重支付问题。

DOS 攻击

虽然可以采用类似 IOTA 的 POW 算法来对抗粉尘交易攻击，基于无人驾驶汽车相当高的算力也能完好的实现 POW 机制。但长期来看，POS 机制+荣誉机制可能是更好的一种对抗 Dos 类攻击的机制，通过对持有不同数量 VT 币或更复杂的荣誉算法决定的具备不同账户荣誉值的账户授予不同的交易频率、额度等进行网络带宽和计算资源的有效配置，能够避免进行通常无效但必须消耗一定时间和算力证明的 POW 计算，也会较大程度上提高用户的实时性交互体验。

影子链攻击

因为即使是无效的交易也会被包括在整个 DAG 的账本中，因此如果有恶意者一直维护一条影子链，并在适合的时机通过大量节点发送引用影子链单元的交易来提高影子链的总体权重，是有可能使用影子链替代诚实总账的。在项目的前期，VT 使用 Algorand 共识每 10s 对账本进行一次快照并提供最终性来解决影子链攻击问题，长期如果交易量充足，网络中有海量的节点，影子链所需的算力将会变得非常巨大，几乎不可能实施。另外前述的 POS 机制和荣誉机制也是一种对抗影子链攻击的方案之一。

8.5. 智能合约与浏览器虚拟机 WebAssembly

Rust 被视为最具前景以及最灵活的语言之一，尤其是对 IoT 来说，其安全性、快速执行能力和大量的并发性支持都是关键优势。因此 VT 选择 Rust 语言作为编写高级声明式智能合约或图灵完备智能合约的主流语言。

Rust 语言编写的智能合约在 VT 中将依据 WebAssembly (WASM) 规范翻译为字节码，然后在 WASM 浏览器虚拟机中运行。WebAssembly 是一种新的字节码格式，主流浏览器都已经支持 WebAssembly。和 JS 需要解释执行不同的是，WebAssembly 字节码和底层机器码很相似可快速装载运行。浏览器虚拟机的使用将极大地拓展 VT 服务的网络传播能力和用户体验。

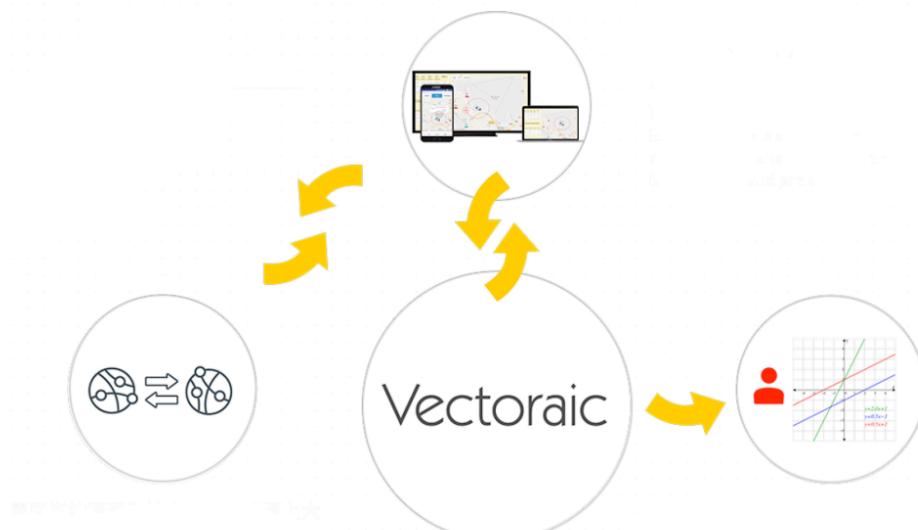
九. VT 无人驾驶技术

Vectoraic 是目前最有可能实现自动驾驶技术 Level 4 的项目。其核心技术已获得美国专利，软件专利编号：PCT/IL2018/050085。

9.1. Vectoraic 软件系统

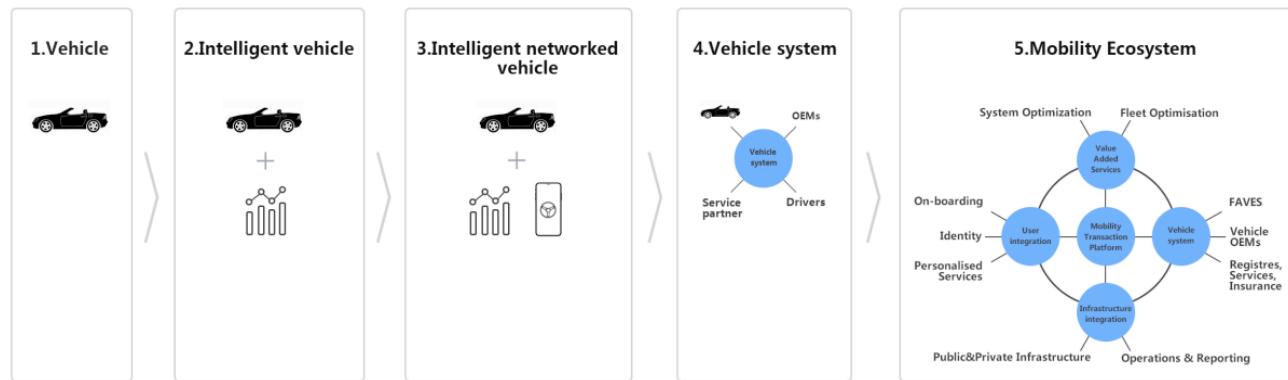
9.1.1. 全球首个无人驾驶超视距预判技术

Vectoraic 是唯一基于空军无人机打击侦察区块链技术开发的自动驾驶道路预判系统，拥有独一无二的 V2X (Vehicle to X) 技术。通过分布式采集各风险区域任何数码装置频率进行独有的风险预判。目前市面上的技术只能检测到一定范围内的可见物，但 Vectoraic 革命性技术在于可捕捉所有电子设备（如移动电话、传感器和摄像机）的信号源，来感知、预测风险区域并发送可能发生碰撞的预警信号。



Vectoraic 数据采集流程图

Vectoraic 采用了多台无人机联合作战的原理，将所有的移动物体互联互通，将信号源集中传送到云端处理器，经过 Vectoraic 算法计算和分析，将有可能发生的意外通过预警指令发送给用户。在数据捕捉与采集上，采用经过颠覆性的设计和算法优化后的 Api Sharing 技术。



Vectoraic V2X 技术生态系统

总的来说，突破性的超视距远程预判软件系统是 Vectoraic 为自动驾驶领域带来的最大突破，能够将 83% 的碰撞风险排除在 2 公里外，远超目前自动驾驶技术所能检测的最大范围（半径 300 米）。

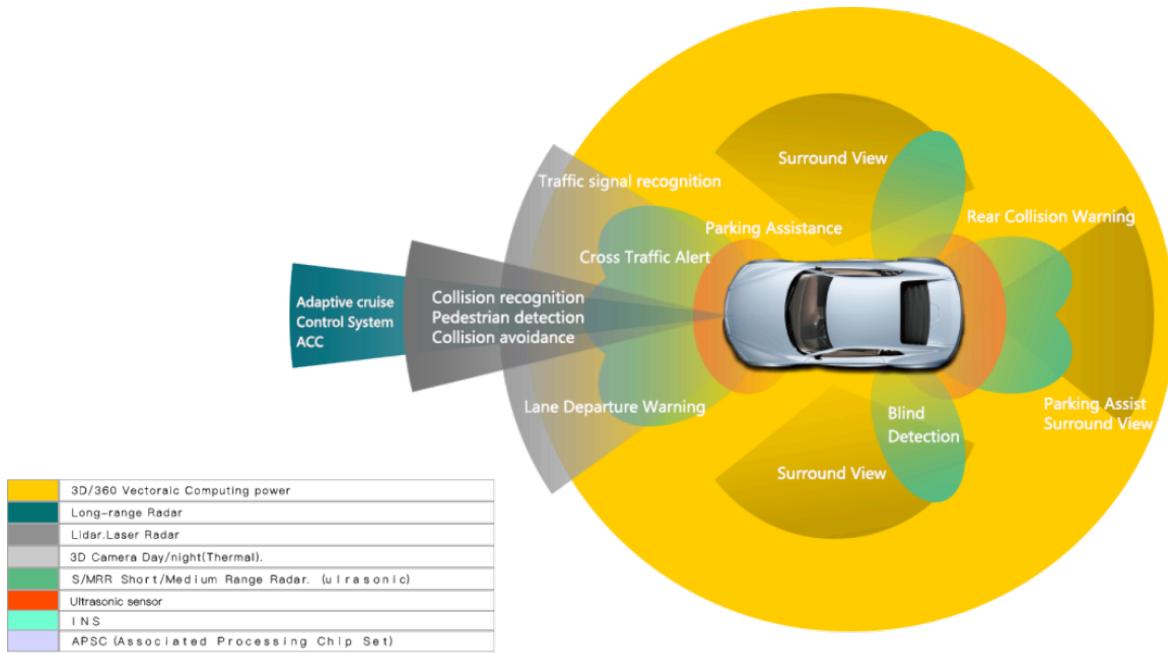
9.1.2. 全球最高效的矢量数据图像处理技术

相对于谷歌地图收集的图像数据，Vectoraic 使用顶尖的矢量数据图像处理系统，通过运用智能巡航自导技术和斜角扫射技术，对目标进行 3D 全方位检测和深度感知，通过高分辨率的激光探测，全面测量前、后、侧方，将扫描得到的矢量数据上传至后台，并且将海量的碎片数据自动拼接成完美的 3D 矢量地图，可精确至 3cm 距离的清晰度，每 3cm 做一矢量分析，再基于神经网络算法自动筛选危险进行精准预判，运算效率是谷歌卫星地图的 300 倍。



自动驾驶硬件系统示意图

9.2. Vectoraic 硬件系统



自动驾驶系统检测图

9.2.1. 最先进、最小型的车载雷达系统

Vectoraic 所运用的是全球最先进、最小型的 360 度、全方位微型雷达，运用类相控阵车载雷达技术高仅 5CM，体型比 Google 车载雷达小 10 倍，更美观。

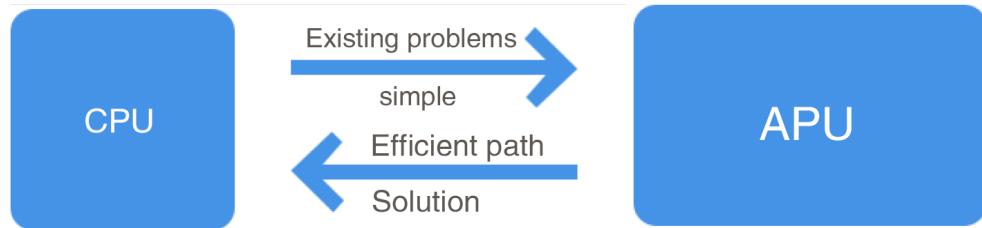
- 固定式雷达不需旋转，360 度全方位探测
- 反应速度比 Google 车载雷达快 100 倍



9.2.2. 全球最快、体积最小的车载电脑运算系统

传统上，数据需要储存在内存中才能被 CPU 处理，Vectoraic 所用的 APU 是数据能够直接储存内存并直接被处理，无需经过输入/输出处理，这大幅提高了运算性能，运算速度是目前芯片的 1000 倍。另外，效率提高了，而所消耗的电能也大幅减少。

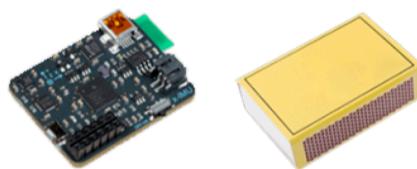
APU



- Computes in-place directly in the memory array – removes the I/O bottleneck.
- Significantly increases performance (X1,000).
- Reduces Power.

芯片性能对比图

Size of Google Computer vs. Size of Vectoraic Computer



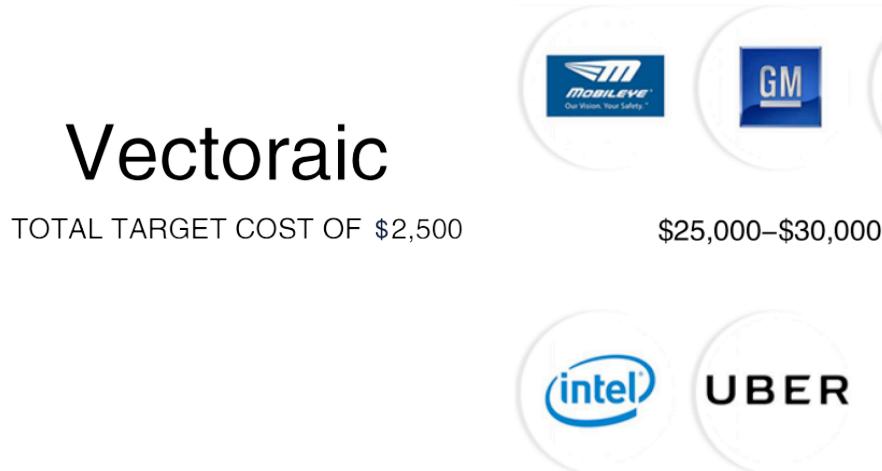
谷歌汽车电脑和 Vectoraic 汽车电脑体积对比图

9.2.3. 全球最小的夜视热能感应器

Vectoraic 夜视热能感应器是基于 APU 之上的感应器，体积为全球最小。另外，无须任何气体冷却系统也能发挥优异性能，并且在完全黑暗、大雾、雨雪的环境中也能实现对目标清晰的透视和感应。

9.2.4. Vectoraic 硬件超高性价比，成本仅市场费用 1 成

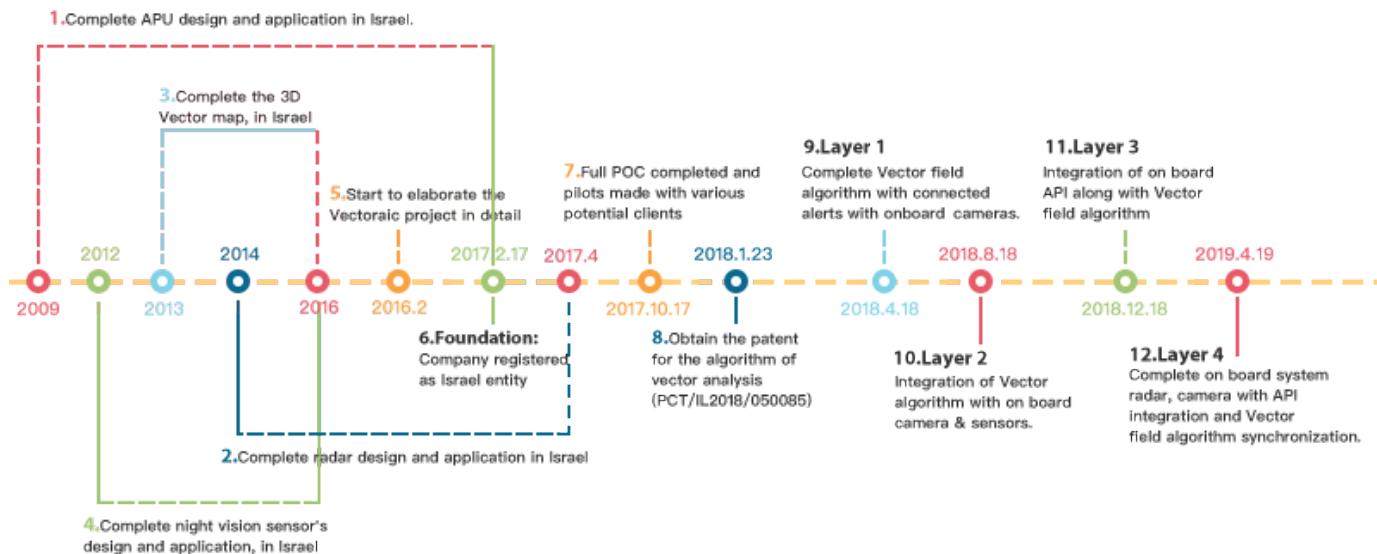
COSTS



性价比对比图

谷歌、Uber、通用、Intel 所用的硬件成本为 25000 美金-80000 美金，Vectoraic 总成本仅为 2500 美金，成本降至 1 成。

9.3. Vectoraic 技术开发路线图



Vectoraic 自动驾驶技术开发路线图

十. 账本技术发展路线

无人驾驶技术和区块链技术都处于快速发展时期，综合两方关键技术进展，协同构建项目发展路线和里程碑更符合技术实用性区块链项目的发展轨迹。项目的核心仍然是无人驾驶技术本身的进展，它决定了在某个时间点是否会能够产生某种需求或有必要搭建某种商业模式。

10.1. MVP 阶段

- 2019 年 8 月，需要构建完成 VT 使用 Algorand 共识和 KnotsDAG 的公有链测试网络，支持 Rust 开发智能合约和 WASM 虚拟机。实现 VT 与 Vectoraic 无人驾驶系统的数据对接，数据内容至少应该包括 Vectoraic 路况分析和决策数据、人为干预的操作数据，行驶路线数据等。
- 2019 年 10 月，完成支持账户创建、备份、转账的移动端测试钱包、车载钱包测试客户端，完成车载节点和服务器全节点的搭建教程。
- 2020 年 3 月，发布正式网络和相关服务，完成 Erc20 标准代币向主网的映射。

10.2. 产品化阶段

- 2020 年 6 月，接入数字身份和社会化的 Oracle 数据服务，创立 VT 链上的荣誉机制
- 2020 年 8 月，发布无人驾驶数据市场、应用市场、硬件市场，并开放社区合作计划，引入行业开发者和运营商。将以上市场和投票站等社区治理工具整合到 Vectoraic 系统和手机应用中。
- 2020 年 8 月，依据实际情况引导社区部署状态通道等第二层拓展，将成熟的应用部署到通道，一方面降低第一层的压力，另一方面提升用户体验。
- 2020 年 11 月，发布技术挑战市场、去中心化存储市场和算力租赁市场等，并将相应接口等开源。
- 2020 年 12 月，根据情况对 VT 网络进行第一层分片改造，完成全节点更新和客户端软件的适应性改造。

10.3. 市场化阶段

- 2021 年年中，基于 VT 高性能网络构建全球化的大生产协作体系，完成相应合约、法律、金融审记等相关事务的协调工作，出具第一版本的测试协作平台，为汽车厂商、零配件服务商、车主、开发者、数据或地图服务提供商提供一个较为完整的协作系统。
- 2021 年，依据情况考虑接入 Cosmos 或 Polkadot 等跨链服务，或者自行部署，完成向更广泛的价值网络的拓展
- 2021 年，应该是无人驾驶操作系统 Vectoraic 大规模部署时期，同样也是 VT 服务向更广阔人群传达价值的时刻，VT 会基于 VT 账本的经济机制推出一系列的市场运营方案，让社区成为一起价值的起点，也是一切利益的终点。

10.4. 技术和市场协同迭代阶段

还有非常多的技术会协同地影响到 VT 项目，如 5G 和 SDN 技术对去中心化存储和数据传输的影响、安全多方计算在数据交易市场中的应用、ABCI 应用区块链接口对开发者开发作带来的效益。对于 VT，技术上是永不停歇的。

十一. 经济机制

VT 作为主网的经济体系构建的基础，主要有以下的作用：

11.1. 主网功能性支撑

- 在 Algorand 共识算法中作为某个节点被选为 Leader 的概率计量工具。
- VT 中交易和部署合约等无手续费，使用账户持币的数量衡量账户对网络资源的使用权力。
- 作为一种对抗 DOS 攻击的经济机制。
- 作为分片或应用状态通道搭建时的抵押物，是一种安全机制。

11.2. 经济学价值

- 作为各类市场中价值的表现形式和支付手段。

11.3. 社区治理与生态激励

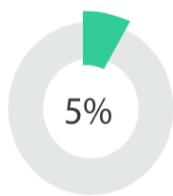
- 运营 VT 的全节点会获得 VT 形式的激励。
- 对于在 V2X 技术框架中提供险情警示的自动驾驶汽车进行 VT 奖励。
- 作为社区预算向社区中的优秀商业提案和技术提案提出者发放。
- 币龄作为计算账户荣誉机制的一个重要参数。

十二. 融资说明

12.1. 发行计划

代币发行预计开始时间	2018
代币发行预计结束时间	2018
代币总量	10 亿
官方网站	Vectoraic.io

12.2. 分配比例



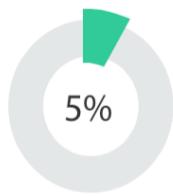
提案奖励



企业激励



社区推广



早期投资者



团队持有



节点计划

5%：作为社区治理中的提案奖励

5%：行业合作企业激励

5%：社区推广及激励，包含众筹期间额外赠送代币

5%：早期投资者，预售

15%：团队持有，锁定期两年

65%：节点计划激励

12.3. 资金用途

该预算以代币发行达到硬顶为前提制定，若募集资金不及预期，则预算比例可能会进行调整，以保证技术研发和基础设施建设的完成。

技术研发 50%

基于 Vectoraic 的交易主合约优化、标准子合约接口、Vectoraic 公链、模块化 API 接口等。

市场推广及商业运营 20%

早期社区建设、宣传及推广、市场营销、与各大主流交易所等开展商务合作。

日常运维 15%

产品上线后的日常维护及安全、办公场地租赁、人员招聘、法律及财务咨询。

备用金 15%

预留部分资金用于突发时间的应急处理和除以上事项及基金会负责的社区建设外的其他财务。

十三. 团队



Lior Motolsky 首席执行官

以色列国防工业最著名的无人战斗机的科学家，其创立的公司为美国空军捕食者无人战斗机集成系统的独家供应商，同时他也是以色列空军空对地智能导弹地道系统总设计师。此外，他还是波音 787 空机的航空复合材料的主要设计者及独家供应商。



Ilan Mizrachi 首席信息官

以色列前任国家安全委员会主席，以色列总理首席国家安全顾问。前莫萨德副局长。



Aviram Malik 首席执行官

多家美国纳斯达克及澳大利亚 ASX 上市公司的投资人，曾经投资的成功案例有 Foamix Pharmaceuticals Ltd 、Oramed Pharmaceuticals Ltd 和 Pluristem Therapeutics Inc.



Or Shalomo 首席技术官

以色列国土安全唯一脸部识别供应商 ANYVISION 公司首席科学家，以色列边境及耶路撒冷全城脸部识别技术由此家公司供应，全球十大研究院魏茨曼科学院区块链技术专家顾问，美国纳斯达克上市公司 BIDALGO 首席算法科学家，人工智能标准化组织评审委员会委员。



Avidan Akerib 顾问

全球十大科学园魏茨曼科学院物理学家和计算科学博士，美国斯坦福大学电脑工程学教授。



Yuval Gutman 首席开发者

Yuval 是在 Check Point 负责软件技术的网络软件工程师。他在设计和实现大规模实时数据驱动的网络防御系统方面扮演着重要角色。Yuval 持有本古里安大学信息系统工程学士学位。

13.1. 技术顾问团队



Yosef Solt 技术顾问

Yosef 在 Marvell Israel (迈威科技集团有限公司, 现更名美满, 总部在硅谷) 有 22 年的电子和计算机工程师经验。他是第一批参与成立通信公司“Galileo”的创始人, 这家公司之前出售给 Mavell Global, Galileo 目前参与 Marvel Global 的部分运营, 并在以色列拥有超过 1000 名员工。Yosef 已经在电信, 计算机和测试组件上注册 27 项专利。他曾在军中担任过情报部门的一个专业, 并获得了来自以色列理工学院电气工程理学士学位。

13.2. 顾问委员会



Michael Ron

Michael 曾在以色列原子能委员会工作了 22 年担任高级管理职，并担任本古里安大学工业和管理工程专业的教授 10 余年。Michael 曾在以色列驻洛杉矶总领事馆任职五年。他还是以色列最大公司之一的技术副总裁，负责处理包括可再生能源在内的各种各样的工业项目。此外，他在以色列建立并管理马自达日本汽车的进出口业务，该业务也成为以色列最大，最赚钱的汽车业务。自 1999 年以来，Michael 一直积极倡导和推动技术创业，重点投资于医疗设备，生物技术，通信和汽车领域的创业公司。他还建立和管理着 26 个私人投资者的投资俱乐部，并担任科技孵化器的执行委员会成员。



Eric Banoun

Eric 是一位高级管理人员，在全球安全政府机构销售大型项目方面有着良好的声誉。此前，他曾担任全球 NICE 系统（纳斯达克股票代码：NICE）网络和情报部门的销售和业务发展副总

裁。后来，作为 CT Circles Technologies 的联合创始人和合伙人，Eric 是公司成功的领军人物，并且在 Circles 被美国私募股权基金收购后的 18 个月里一直保持活跃。在加入 NICE 之前，Eric 曾担任 ECI 电信副总裁，专注于在亚洲的发展和成功，以及 Orckit 全球销售和业务发展副总裁。加入 ECI 之前，Eric 还曾在俄勒冈州西雅图的波音商用飞机集团的内部防撞部门工作，并与全球领先的商业航空公司密切合作。Eric 拥有以色列理工学院航空航天专业学士学位和特拉维夫大学工商管理硕士。



Erez Fait

Fait 先生是控股有限公司的首席执行官，在 Tadiran Systems 和 ECI Telecom 的安全和通信系统、研发、营销和战略领域拥有超过 30 年的经验。他于 2000 年离职创办了 Platinet Communication，以及 Orange Partner Communications。自 2001 年以来，他开始通过 Fait 控股有限公司代理和销售通信解决方案，并与印尼为核心的东南亚电信和安全公司保持技术合作关系。

十四. 风险提示

您承认并同意为了参与 Vectoraic 活动而持有或使用 VT，并为此承担相关风险。

14.1. 监管的不确定性

在许多司法管辖区，Vectoraic 和分布式分类账技术的监管状态尚不清楚或不确定。我们不可能预测监管机构会如何，何时或是否会针对包括 Vectoraic 和/或 Vectoraic 在内的相关技术及其应用适用现有的法规或者制定新的规章制度。监管行动可能会对 Vectoraic 和/或 Vectoraic 产生不同形式或者不同程度的负面影响。如果监管行为或法律或法规的变更使该业务在此管辖范围内不合法，或商业上不希望该业务在其管辖范围内获得必要的监管批准，则该基金会（或其附属机构）可能会停止在这个管辖范围内的业务。

在咨询了众多的法律顾问和对虚拟货币的发展和法律结构进行了持续的分析之后，基金会将对 VT 的销售进行谨慎的处理。因此，针对大众的销售，基金会可能会不断的调整销售策略以便尽可能避免相关的法律风险。

14.2. 安全攻击

黑客或者其他犯罪团体或组织可能会试图以各种方式侵害 Vectoraic 和/或 Vectoraic Token，包括但是不仅限于恶意软件攻击、DOS（拒绝服务）攻击、基于共识的攻击、Sybil 攻击、网络漏洞拒绝攻击和欺骗。此外，还有一种风险是，第三方组织或基金会的某一成员或其附属机构有意无意地将漏洞引入 Vectoraic 和/或 Vectoraic Token 的核心基础架构，这可能会对 Vectoraic 和 / 或 Vectoraic Token 造成负面影响。

14.3. 市场竞争

使用基于 Vectoraic 和/或 Vectoraic Token 相同或相似的代码和协议，并尝试重新创建类似的设施，替代的网络可能被建立。Vectoraic 可能需要与这些备选网络竞争，这可能对 Vectoraic 和/或 Vectoraic Token 产生负面影响。

14.4. 开发难题

由于各种原因, Vectoraic 的开发可能存在不按计划执行或实施的风险, 这些原因包括但不限于发生任何数字资产的价格下降, 虚拟货币或 VT, 不可预见的技术难题, 缺乏活动的开发资金等。

14.5. 其它风险

除了上文提及的风险, 还有其他与你购买、持有和使用 VT 相关的风险 (尤其是在条款和条件中列明的), 包括那些基金会无法预料到的风险。这些风险可能会由于意料之外的变化或前文提及的风险的组合而进一步具体化。你应该对基金会、它的附属机构和 Vectoraic 团队进行全面的调查评估, 并在购买 VT 之前了解 Vectoraic 的总体框架和前景。

十五. 免责申明

本白皮书仅以信息分发为目的。Vectoraic.io 并不保证本白皮书中得出的结论和陈述的准确性。此外，本白皮书按“原样”提供，不作任何明示或暗示的陈述和保证，包括但不限于：

- (i) 时效性，适用于特定目的，所有权或非侵权的保证，
- (ii) 本白皮书的内容没有任何错误或适用于任何目的；
- (iii) 这些内容不会侵犯第三方的权利。对所有保证均明确否认。

Vectoraic Foundation Ltd. (Vectoraic 基金会) 及其附属公司明确表示不承担因使用，参考或依赖本白皮书中所含信息而导致的任何形式（直接或间接，包括利润损失）的所有责任和损害，即使已被告知这种损害的可能性。

在任何情况下，Vectoraic 基金会或其附属公司都不会对任何人，实体，合作伙伴，合作伙伴的客户或最终用户承担任何偶然的，直接的，间接的，特殊的或惩罚性的损害赔偿责任，包括因利润损失而带来的无限连带损失，无论 Vectoraic 基金会是否在本白皮书或其包含的任何内容中申明这种损害是否会发生，以及这种损害是否因违反合同，疏忽，严重侵权责任或任何其它法律及同等条文。Vectoraic 基金会不接受任何由于本白皮书引起的任何形式的诉讼。

本白皮书中没有涉及到的法律、金融、商业或税务建议，在从事相关活动之前，您应该咨询您自己的法律、财务、税务或其他专业顾问。对于你因为访问本白皮书、访问网址为：

<http://www.vectoraic.io> 的网站或者其他网站、或者 Vectoraic 基金会发布的纸质出版物而受到的任何直接或间接的损害或损失，任何 Vectoraic 基金会成员、任何 Vectoraic 项目团队成员或任何参与 Vectoraic 开发的项目团队，任何 VT 的经销商或供应商，以及任何服务提供商均不会承担。

十六. 参考文献

1. Nakamoto, S. 2008. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system.
2. IOTA: http://iotatoken.com/IOTA_Whitepaper.pdf
3. Jonas Radlmayr1 , Christian Gold , Lutz Lorenz: How Traffic Situations And Non-Driving Related Tasks Affect The Take-Over Quality In Highly Automated Driving
4. Yossi Gilad, Rotem Hemo, Silvio Micali, Georgios Vlachos, Nickolai Zeldovich MIT CSAIL: Algorand: Scaling Byzantine Agreements for Cryptocurrencies
5. Alex Pazaitis, Primavera De Filippi, Vasilis Kostakis: Blockchain and Value Systems in the Sharing Economy: The Illustrative Case of Backfeed
6. Michel Avital, Roman Beck: Jumping on the Blockchain Bandwagon: Lessons of the Past and Outlook to the Future
7. Danco Davcev, Ljupco Kocarev, Anna Carbone, Vlado Stankovski, Kosta Mitreski: Blockchain-based Distributed Cloud/Fog Platform for IoT Supply Chain Management
8. Pedro Pinheiro, Mário Macedo, Ricardo Barbosa: Multi-agent Systems Approach to Industry 4.0: Enabling Collaboration Considering a Blockchain for Knowledge Representation
9. Evelina Petersson and Katharina Baur: Impacts of Blockchain Technology on Supply Chain Collaboration
10. Akihiro Fujihara: Proposing a System for Collaborative Traffic Information Gathering and Sharing Incentivized by Blockchain Technology
11. Tapscott, D., Tapscott, A.: Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin is Changing Money, Business and the World. Portfolio Penguin, New York (2016)
12. Waze, Free Community-based GPS, Maps & Traffic Navigation App
13. Panasonic's smart street solution (Japanese), Huawei Smart Street Solution for Dubai Silicon Oasis
14. Härrer, Felix, University Of Bamberg, Bamberg, Germany, Felix.Härrer: Decentralized Business Process Modeling And Instance Tracking Secured By A Blockchain

15. Dollmann, T., C. Houy, P. Fettke and P. Loos (2011). “Collaborative Business Process Modeling with CoMoMod – A Toolkit for Model Integration in Distributed Cooperation Environments”.
16. Ferdinand, J.-P., U. Petschow and S. Dickel (eds.) (2016). The Decentralized and Networked Future of Value Creation. Cham: Springer International Publishing
17. Fill, H.-G. and F. Härer (2018). “Knowledge Blockchains: Applying Blockchain Technologies to Enterprise Modeling”.
18. García-Bañuelos, L., A. Ponomarev, M. Dumas and I. Weber (2017). “Optimized Execution of Business Processes on Blockchain 2017
19. Weber, I., X. Xu, R. Riveret, G. Governatori, A. Ponomarev and J. Mendling (2016). “Untrusted Business Process Monitoring and Execution Using Blockchain”.