

# 区块链可视化领域综述

**摘要：**随着近年来区块链科技的发展，区块链可视化作为一个辅助性研究手段也逐渐进入大众视野，被广泛应用在众多领域。本文结合了多篇综述性论文的思路，对多篇介绍可视化工具的论文进行分析研究，首先介绍了区块链可视化的背景与意义，然后使用多种分类方法：1) 基于目标区块链 2) 基于数据结构和数据类型 3) 基于可视化类型 对可视化在区块链研究领域的现状进行介绍，并指出了目前领域面对的难题和挑战。最后结合区块链可视化工具的现状，对领域目前的发展方向进行了评估：区块链可视化在金融科学，网络安全，区块链数据分析等诸多发展方向有着鲜明的发展道路和潜力。

**关键词：**可视化；区块链；智能合约；共识；综述

**Abstract:** With the development of Blockchain technology in recent years, Blockchain Visualization, as an auxiliary research method, has gradually entered the public's vision and been widely used in many fields. Based on the idea of multiple review papers and papers introducing visual tools for analysis and research, first we introduced the background and significance of Blockchain Visualization. Then using the many kinds of classification methods: 1) based on target Blockchain (2) based on data structure and data types (3) based on the result of visual type, the present situation and problems of research in the field of Blockchain Visualization is introduced. Then this paper point out the facing problems and challenges. Finally, based on the current situation of Blockchain Visualization tools, this paper evaluates the current development direction of the field: Blockchain Visualization has a bright path and potential in financial science, network security, data analysis and other development directions.

**Key words:** Visualization; Blockchain; Smart Contract; Consensus; Review

## 1 研究背景

提起“区块链”，很多人会联想到近年来风靡全球的加密货币“比特币”，甚至将两者混为一谈。事实上，“区块链”这个概念早在 1990 年代便作为一个用来存储带有时间戳的数字文档的方法而被理论性地提出。其核心目的是为了使得数字文档不可修改，从而维护其安全性。而在 2008 年，一位化名为中本聪的学者发表了著名的《比特币：一种点对点的电子现金系统》[1]一文，将比特币和区块链带入了大众的视野中。从此，比特币逐渐趋向大热，而区块链作为一种网络安全的加密方法也逐渐引起了人们的关注。

简单说来，区块链是一个去中心化的系统——它是一个保存着许多不可篡改信息的账本，而账本内有许多的页面（也就是一个个区块），页面中存有已经发生过的交易等信息。系统通过一系列共识机制来确保节点储存的数据的正确性——这就好像在日常生活中，我们每个人都掌握了银行现金流动的去向，而不仅仅只有银行持有这些信息。可以想象，这样的机制防止了可能发生的欺诈活动——因为人人都有一个账本，任何的变动都会被大家知晓。限于篇幅，这里笔者只对区块链理论进行了简要介绍，更多区块链理论性的介绍和学习，读者可以参考《区块链技术及应用》一书[2]。

这些年来，区块链领域蓬勃发展，相关的技术和概念被用在了包括但不限于电子货币、智能合约、去中心化管理等众多领域。举例而言，目前中国人民银行将要发行的“人民币电子货币”

就是基于区块链技术的产物之一。

为了更好地将区块链应用于更多地领域，我们需要探索和分析区块链中的交易和数据，从而更好地理解其运行机制和用户的行为。而区块链可视化，就是指将区块链（包括联盟链，公有链和私有链）中结构或非结构数据转换成适当的可视化图表，然后将隐藏在数据中的信息直接展现于人们面前。

## 2 研究意义

自从中本聪推出比特币以来，区块链技术在过去 10 年里风靡全球。人们熟知的比特币和以太坊就是区块链用于数字货币、智能合约和分散应用程序的流行示例。由于该技术是一种全新的交易和存储数据的形式，它在各个行业都有广泛的应用前景，例如能源生产、移动和物流等。

尽管区块链已经被广泛使用，但它仍然是一项新技术——同时它在实践中的应用也在不断发展，人们对它的了解也较为缺乏。可视化和可视化分析(以下简称“VA”)工具可以作为支持，在专家们在研究区块链中提供帮助，同时，普通用户也可以采用一些有关工具，来更好地掌握加密货币（比如比特币）的相关情况，从而对个人和公司的生产和经济发展提供帮助。

## 3 研究概况

目前在区块链研究领域有大量的研究工作都

聚焦在了共识算法，软件形式化验证，数据安全等领域。相较而言，区块链可视化并不是作为一个专门的课题被提出的。实际上，它更多的是作为一个辅助性的工具，被用来辅助于各个领域的研究。举例而言，多年来致力于比特币和美元汇率可视化的 BitInfoChart 便是一个在区块链经济领域有着重要作用的工具。这里，笔者阅读了多篇综述性文章和多篇对于单一可视化工具分析的文章，最终参考了多种分类标准，对区块链可视化分析现状进行概括。

### 3.1 基于目标区块链的分类

不同的可视化工具，其面向的链类型也是不同的。需要指出的是，一种 VA 工具，其面向链并不一定只有一种。目前可视化工具（来源于网络和各类论文）中大多数的目标链仍然是比特币，约占了总工具数目的 79%[3]，这是因为比特币仍然是目前最为活跃的区块链，聚焦在这方面的研究也更多。其次是聚焦于以太坊的分析工具数量，约占了 25% 的比例。有趣的是，其他知名的区块链如 Namecoin，莱特币等则关注者较少。笔者认为，这种情况出现的原因主要是目前区块链研究还处于起步阶段和上升期，大量的研究都聚集在较有代表性的区块链上——比如比特币。因此，对于其他链的研究开发还具有较大潜力。

### 3.2 基于数据类型和数据结构的分类

在区块链活动中，存在着大量的数据活动。

它们都是基于一些基本的数据结构进行活动的。

例如，区块链领域有着区块生长的概念（可以理解为记账过程中支出和收入活动的累计），这便是基于区块结构的数据活动。

在现有的区块链数据中，有 74% 的数据可视化聚焦在区块链组件可视化上。区块链组件是一种存储在公共账本中的基本数据类型，它记录了包括历史的交易、交易的地址和以及区块等信息。这是区块链领域最为重要的数据类型。

值得一提的是，节点在区块链应用中扮演者十分重要的角色。例如，比特币被设计为一种去中心化的点对点(peer-to-peer)网络。去中心应用中的服务器就是节点。每一次交易的清单都是通过节点向外广播的。然而，在笔者得到的数据中，只有 14% 的可视化工具对这一方面进行了展示。

最后提到的是，有不少的可视化工具（36%）都对区块链活动进行了展示。区块链活动数据通常包括基于时间的资金或信息活动数据，例如特定的时间点哪个节点发起了交易，其支付额度是多少，它的未使用支出金额是多少（UTX0）等。由于区块链活动时刻都在进行着，同时也能够反映整个区块链的全貌，因此笔者认为，这一方面的可视化研究是最值得我们重视的。

### 3.3 基于可视化类型的分类

各种工具中，可视化的结果被以不同的形式进行了展现。其形式包括图表（Chart），时间序列

(Time-series), 图和树 (Graph & Trees)、2D 或 3D 图 (map) 等。相关统计结果如下[4]:

Number of sources with different visualization types					
Charts	Time Series	Graphs	MD Vis	Maps	Casual
31	40	29	5	10	12

图 1 基于可视化结果类型的统计结果

由于可视化结果形式并不是本文讨论的重点, 这里仅呈现相关统计结果, 不做过多介绍。

### 3.4 现存问题

区块链爱好者和专家们确已经研发了大量的可视化工具, 来更好地发觉和研究在区块链内部及周围发生的事件, 并更好地了解区块链本身。但在, 目前可视化工具仍存在着以下几个问题:

#### 3.4.1 在线资源多于描述可视化科研文章

目前网络上有大量的可视化工具, 但大多数在线资源仅仅是使用图表或时间序列对某一环节可视化, 其技术门槛较低, 不一定需要研究投入。

#### 3.4.2 静态工具占总工具的主要数量

研究可视化工具, 可以提供最大帮助的地方是提供用于深度分析的可视化系统, 来为科研提供帮助。而这确实是当前大多数可视化文章所关注的。但是目前大部分的系统都是静态的, 笔者认为应该有更多动态的可视化工具出现。它们应该允许用户探索活动在区块链上的动态, 并显示

通过使用区块链可以推断出哪些数据或结果。这尤其可以帮助比特币领域的新手“矿工”评估和调整他们的交易模式。

#### 3.4.3 可视化形式较为单一

从之前的分析中可以看到, 大量的可视化工具仍使用简单的图标或者时间轴来反映数据动态。这还是一种较为原始的可视化方法 (事实上我们用 Excel 或者 Powerpoint 也可以做出类似的图标)。我们期待有更多种类的可视化样式能被开发。

在笔者看来, 对于整个区块链的活动动态进行呈现和更新的可视化工具无疑是最受欢迎的, 因为它真的能够给我们的研究带来很大的帮助。同时, 区块链可视化工具也需要明确自身对于特定领域的贡献, 尽可能做到专门化。

## 4 研究进展

随着区块链的研究和应用越来越广泛, 可视化也逐渐成为专家学者研究的焦点, 通过对 SCI、IEEEI 和 CNKI 中收录的为学术论文进行发表时间的统计, 标题中含区块链可视化论文数量越来越多的统计, 标题中含区块链可视化论文数量越来越多的统计, 标题中含区块链可视化论文数量越来越多的统计。其中, 大部分论文都对一种或多种较有实用价值的工具进行了讨论。另外, 也有一些论文提供了利用可视化工具对于网络安全等领域进行贡献的方法。

其中, 东京大学的 Ryohei-Banno 团队通过研发 *SimBlock* 工具[5],

来模拟公共的点对点网络区块链（例如比特币），从而解决研究中缺乏对大规模区块链网络行为进行验证的问题。这一工具是可视化形式的一种改良，基本能够完成点对点网络的模拟；

*BitInfoCharts* 工具使用折线图时间序列显示几种加密货币的单个地址的余额以及美元兑换率[6]。其效果如图 2 所示[7]；*Blockchain Explorer* 将比特币每周或每月的交易量可视化为切片图[8]。*Giuseppe Di Battista* 团队提出了 *BitConeView* 工具，用于可视化分析比特币流如何以及何时与交易图中的其他流混合[9]。这些工具有效的提供了区块链可视化工具对于金融领域的支持，得到了大量的应用。

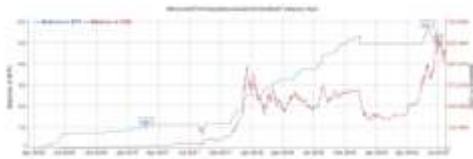


图 2 BitInfoCharts 可视化示例

*BlockSeer* 是一个在线资金流分析工具，它使人们可以构建一个深层的交易流图来追踪洗钱和被盗的比特币[10]；*Ahmed* 团队使用 FIFO 算法来跟踪有污染交易的扩散指示。这种交互式可视化工具，以将污点传播显示为节点树来进行可视化[11]。

*M. Essaid* 团体提出了一种拓扑结构，该结构具有实时性数据收集和分析功能，用于比特币 P2P 网络。它使用一个改良版本的 Page-Rank 算法来输入节点信息，用于更深层次的图数据分析处理[12]。

总而言之，目前区块链可视化有以下重点发展方向：

### 1) 交易细节分析

交易细节分析的主要目标是分析区块链网络中单个区块链组件（即上面提到的交易，地址和区块）或整体的交易模式和相关信息。基于可视化的区块链数据可以区分为三种类型：可视化金融交易、可视化区块以及可视化整个区块链。

### 2) 数字货币安全

之前提到比特币实际是一种加密货币，由加密货币交易所将其转换为现实货币，例如美元。对加密货币交换数据的分析和可视化有助于侦测是否出现了安全泄露或数据异常情况，从而引起有关部门的警觉。

### 3) P2P 网络活动分析

区块链是在点对点（P2P）网络体系结构中与客户端节点一起运行的分布式系统。了解 P2P 网络中的活动可帮助用户跟踪区块的当前状态。这里主要使用两种可视化：基于时间序列以显示 P2P 网络的汇总统计信息、基于地图可视化以显示全球范围内区块链使用的信息。

### 4) 对其它领域的专门可视化

区块链可以服务的领域类型繁多和关系复杂，大量工具被定制开发，专门服务于特定的领域。

## 5 总结

区块链正在改变数据和网络安全的未来，赋予了数字经济更高的生命力。而区块链可视化工具则是区块链研究的重大福音，也是降低用户与区块链知识进行对接门槛的重要技术手段。本文基于对过往区块链可视化研究领域的文献阅读和综合，将可视化工具基于多种标准进行分类。

在区块链可视化基于面向对象的分类中，比特币数据的可视化程度最高，而以太坊的可视化程度近年来也在增加；大多数工具使用时间序列图来传达区块链元素的基本统计信息，同时树和网络可视化也已用于分析区块链中的关联活动；许多在线区块链可视化工具都针对 P2P 网络和交易明细分析进行研究。这些工具基本上做到了允许用户探索区块链组件的详细信息，并查看网络

活动随时间的变化情况。另一方面，人们理应对交易网络分析和网络犯罪检测感兴趣，但是这些类型的分析在现有的可视化工具中并不常见。

现存的区块链可视化存在着诸如分析形式单一，且面向对象不够明晰等弱点，也面临着更多的挑战。而我们也看到，区块链可视化工具在网络安全，金融分析等领域也在不断作出着较为卓越的贡献。我们相信区块链能够在特定的领域继续被发展，并起到它应有的效果和作用。

以此为起点，笔者希望能开发基于区块链可视化的区块链教学平台（该项目正作为 SRTP 项目进行研究），通过平台将区块链的活动和信息直接展现给用户，加深用户对于区块链概念的理解。

## 参考文献

- 
- [1] ——, Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system, 2008. [Online]. Available: <http://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
  - [2] 区块链技术及应用，华为区块链技术开发团队编著，北京：清华大学出版社，2019
  - [3] 数据来自 Visualization of Blockchain Data:A Systematic Review, Natkamon Tovanich, Nicolas Heulot, Jean-Daniel Fekete, and Petra Isenberg, IEEE TVCG SURVEY PAPER – REVISED VERSION, 下同
  - [4] 图来自参考文献[1], Visualization of Blockchain Data:A Systematic Review, page 4
  - [5] Ryohei Banno, Simulating a Blockchain Network with SimBlock, 978-1-7281-1328-9/19/\$31.00

© 2019 IEEE

- [6] BitInfoCharts, *BitInfoCharts*, Accessed: August, 2019. [Online]. Available: <https://bitinfocharts.com/>.
- [7] 图来自参考文献[1], Visualization of Blockchain Data:A Systematic Review, page 8
- [8] H. Kuzuno and C. Karam, “Blockchain explorer: An analytical process and investigation environment for bitcoin,” in Proc. Symposium on Electronic Crime Research (eCrime), IEEE, 2017, pp. 9–16. DOI : 10.1109/ECRIME. 2017.7945049.
- [9] G. Di Battista, V. Di Donato, M. Patrignani, M. Pizzonia, V. Roselli, and R. Tamassia, “Bitconeview: Visualization of flows in the bitcoin transaction graph,” in Proc. Symposium on Visualization for Cyber Security (VizSec), IEEE, 2015, pp. 1–8. DOI : 10.1109/VIZSEC.2015.7312773.
- [10] M. Ahmed, I. Shumailov, and R. Anderson, “Tendrils of crime: Visualizing the diffusion of stolen bitcoins,” 2019. arXiv: 1901.01769 [cs.CY]
- [11] Meryam Essaid, Sejin Park, Hongteak Ju, “Visualising Bitcoin’ s Dynamic P2P Network Topology and Performance” 2019 IEEE 978-1-7281-1328-9/19/