

【干货】区块链技术基础与典型应用

本内容总结来自于 2016 年 5 月 5 日在清数 D-Lab 举办的清华大数据思享会·区块链专场瑞安科技联合创始人熊立健分享的《区块链技术基础与典型应用》。

清数 D-LAB：即清华数据创新基地于 2015 年 12 月挂牌成立，位于清华大学学研大厦。清数 D-LAB 顺应“实施国家大数据战略”和“大众创新、万众创业”的号召，汇聚了国内大数据领域最优秀的产学研用资源，肩负着引领数据创新，培育数据人才，促进数据开放，打造数据生态的使命。清数 D-Lab 主要职责是建立大数据知识积累和人才培养(Learn)体系，促进业界联合和数据联通(Connect)，加快大数据与产业的融合从而推动产业创新(Innovate)。

区块链技术基础及典型应用

熊立健
瑞安科技 SFARDS

2016/5/5

熊立健及瑞安科技简介：

瑞安科技由李丰、李笑来和熊立健三人联合创立。熊立健之前创建了 DigInForce 代理销售矿机，14 年初一度成为全球最大的矿机销售商，后来组建软件团队和硬件团队，开发 WiiBox 软件和矿机产品，WiiBox 改变之前挖矿命令行式的操作界面，是第一个用户体验很好的挖矿软件，一度是全球用户规模最大的挖矿管理软件。2014 年下半年挖矿芯片市场竞争加剧，瑞安科技另一位合伙人李丰想做下一代 28 纳米芯片，需要大量资金，李笑来提议两个公司合并，所以三个人共同创立了现在瑞安科技。当时国内以及美国、以色列等已经有企业开发出 28 纳米的挖矿芯片，瑞安也做一颗 28nm 芯片，出于竞争定位上的差异化，做了颗集成比特币和莱特币两种算法的芯片，这也是世界上第一颗 28 纳米技术的双算法芯片，当时两种算力性能均位居世界第一。14 年后，因为市场滑坡，莱特芯片在全球范围内没人敢再投入资金研发，所以瑞安的莱特币芯片一直保持世界第一的位置。数字货币产业链长，挖矿环节实际是军备竞赛，比矿机的计算能力，所以瑞安开始考虑转型，中间做了很多的尝试，包括根据 IBM 发布的物联网概念产品文章做了些产品，但发现并没有商业空间，后来也还做过很多别的尝试。2015 年下半年区块链市场突然火了，从海外传进来，华尔街、IT 巨头都进入区块链领域，国内也异常火爆了，瑞安在比特币基础方面有很多积累，积极尝试各种转型，但目前尚处摸索阶段。

区块链的创新方面抛弃了比特币，但都基于区块链的思想诞生出好几代区块链技术，包括国内外很多团队在开发自己的区块链的技术架构。本次分享的内容会主要集中在应用层面，简单涉及技术层面的原理。

一、区块链应用崛起

首先介绍下资本市场对区块链各领域应用的崛起以及资本市场对区块链的追逐，以及主要国家政府对区块链和比特币的政策和态度变化。

区块链领域的投资好几十起，从几十万美金到几亿美金不等。目前获得大量投资的大多集中在金融领域。Overstock 公司老板认为区块链可以颠覆华尔街，后来获得 SEC 批准可以用自己的区块链平台发行自己的债券和股票，后来再被允许为别人发行债券和股票。

区块链开始与各个行业结合，金融、物联网、通信、公证等都开始结合。上个月新加坡 Digix 公司通过区块链发行数字黄金凭证，任何人持有这个凭证可以直接提取黄金。这个黄金凭证在区块链上是以数字资产的形式存在，是可交易流动性很好的产品，他们发布这个的时候通过众筹很快筹集完成 500 万美金。

还有许多比特币的忠实粉丝在做区块链创新的时候不愿意放弃比特币，很多创新是基于比特币区块链架构进行的创新。未来区块链的创新方面比特币的区块链技术平台也是可以应用的很好的平台，在新架构的基础上加以应用。

纳斯达克今年初推出自己的区块链股票交易系统 Linq，元旦的时候发行第一批六个公司的股票。然后澳大利亚、韩国也开始尝试建本国的区块链交易平台。德勤、安永、毕博等全球咨询巨头也都投入区块链研究，德勤全球有 200 多人的团队研究区块链，去年推出 RUBIX 区块链平台，已经为众多传统金融机构提供服务。

Linux 和 IBM、三星等在区块链领域也投入大量人力等，IBM 做的 OPEN Ledger 项目已经有许多巨头加入。微软与以太坊合作在云平台上建立基础设施平台，以后可以直接基于这个平台架构开发相关应用。

R3CEV 是全球顶级银行的区块链联盟，利用区块链技术进行跨国间的清算和结算。美国银行和高盛等开始数字货币专利，国内很多公司做了很多事情但没有专利注册的意识，但高盛的产品还没有出来。

日本是全球对数字货币政策上最宽松的，日本已经宣布比特币是合法货币，美国、中国基本是把比特币当作商品，英国对比特币的研究比较深，在研究用区块链发行主权货币，中国央行也在研究，好处是货币投放可全程追溯内部全透明，数字货币更容易走出国门，在货币竞争中有较大优势，德国没有将比特币直接定义货币，但将它定义为记账单位，可以直接在账本上记账，这样可以避税，如果定义为商品则交易时要交税。

国内万向集团在区块方面比较积极，5000 万美金基金投了很多区块链项目，对区块链的理解比较深入。

国内外区块链应用都在迅速发展，接下来讲讲什么是区块链。

二、区块链基本概念

当谈论区块链 (Blockchain) 时，我们在谈论什么？

- 区块链是支持比特币的 **“分布式账簿”** 技术
- 区块链技术提供一套安全稳定，透明，可审计且高效的记录交易以及数据信息交互的方式
- 一个高度安全，不可篡改的分布式账簿
- 它存在于互联网，向所有用户开放
- 它可被用于记录身份信息，保管资产及智能合约等等
- 它帮助人与人，物与物之间实现点对点的交易和互动
- 无需第三方的介入即可完成价值的交换

区块链技术已经超脱比特币，许多新的区块链技术已经跟比特币没有关系，有些区块链技术上面架构了自己的 token。区块链是分布式的透明公开的账本，点对点的分布式数据库，每个全节点上存着账本的全部数据，从 09 年 1 月份第一个比特币产生，有 80 多 G 的数据，以太坊大概 10G。目前比特币有数千个全节点。这一个账本是不可篡改的，任何结点都可以去下载全节点的数据。在公证、数据身份、资产、智能合约等新的应用领域中，可以有单独的私钥证书利用数字的方式保存在内。区块链是点对点的方式，在转移数据的时候不需要用中间的手段，自己保存好之后没有人可以拿走。

谈论区块链，得先从比特币说起

- 比特币是一种由开源的P2P软件产生的加密数字货币，是一种虚拟资产。
- 比特币基于一套密码编码、通过复杂算法产生，这一规则不受任何个人或组织干扰，去中心化；任何人都可以下载并运行比特币客户端而参与制造比特币；比特币利用电子签名的方式来实现流通，通过P2P分布式网络来核查重复消费。每一块比特币的产生、消费都会通过P2P分布式网络记录并告知全网，不存在伪造的可能。

比特币的特点

- 不依托于任何国家或组织而利用计算机技术独立发行。
- 通过P2P分布式技术实现，去中心化。
- 所有人均可自由的参与生产。
- 总量有限，不可再生。
- 点对点转账，无需任何中介。
- 交易手续费低。
- 本身机制开源，可以被山寨。

比特币是一种开源的加密数字货币，一种虚拟资产，区别于一般的虚拟货币。比特币的产生不依托于任何国家可组织而是利用计算机独立发行的数字货币，去中心化的技术实现，每个人都可以自由参与。比特币是通过计算出来的，开始直接用 PC 计算，后来采用 GPU 浮点运算，再后来用专门的芯片进行计算。比特币交易的手续费很低，通常是 0.0001 的手续费，交易量比较大之后，到账比较慢，现在手续费已上涨到原来的 3~5 倍。有人需要更快的到账愿意支付零点零几的手续费，在跨国转账方面比特币具有先天优势。比特币是完全开源的，经常简单修改也就可以发行出新币种，或者在此基础上进行创新，后来发现比特币底层的技术可以用到更多的方面。

比特币的不足

- 政策风险
- 安全性
- 价格波动
- 交易速度慢，10~60分钟确认
- 可承载交易量小，最多7笔交易/秒

比特币的风险首先是政策风险，是一个完全去中心化的技术，但并不像外界所理解的。比特币并不是非法，央行从反洗钱和过度投机的角度，要求各银行关闭交易所的对公账户的银行通道，国内主要交易所不得不改为个人账户充值，但从政府层面并没有认为比特币是非法，央行一直把比特币当做一种商品。比特币的匿名性导致监管的困难，存在被利用的风险。第

二个是比特币的安全性，数据本身非常安全，但个人持有的比特币安全问题比较大，黑客通常会攻击交易所盗取比特币，个人的比特币更常见的是把私钥给丢了。第三个不足是比特币价格的波动性，比特币大量产生，使用场景却很少，变成投资者投机者的投资乐园，导致价格波动起伏较大。第四个不足是可承载交易量小，十分钟一次确认，六次确认交易才算完成。之前被丝绸之路网站交易利用，走私毒品等跨境交易。

三、区块链基本原理

比特币区块链原理

- Block(区块、账簿)：记录交易单的数据单元叫做Block，一个Block上会记录很多交易单。
- 每个Block只记录比特币全网10分钟内的交易信息，每约10分钟产生一个新的Block。
- 截止2016年5月4日21:00，以生成410,193个Block

The diagram illustrates the structure of a Bitcoin block and a chain of three blocks. A single block is shown as a blue box containing: '账簿 ID', '交易单 1.', '交易单 2.', '交易单 3...', '交易单 n', '上个账簿 ID', '下个账簿 ID', and '其他信息'. Below this, three blocks are shown in a horizontal line, each containing '第 1 个账簿', '账簿 ID', '上个账簿 ID', and '下个账簿 ID'. Double-headed arrows connect the '下个账簿 ID' of one block to the '上个账簿 ID' of the next block, forming a chain.

比特币区块链原理——挖矿

- Block应由那些最诚实最勤劳的节点产生，中本聪引入了**工作量证明机制 (POW)**。
- 比特币系统倾向于认为：一个节点在提供信息之前付出了巨大的工作量，那么他可能是诚实的概率比较高（他提供的Block中数据最有可能没有问题，当然无论如何其他节点也是会对其进行检查的）。
- 节点尝试寻找一个随机数（又称“幸运数”），使得将**最后一个Block的hash值、当前世界中尚未被加入到任何Block的交易单、随机数**三部分组织起来送入SHA256算法计算出散列值X（256位），如果X满足一定条件（比如前80位均为0），那么该节点获得创建Block的权利。
- 该节点向全网广播这个新区块，如果被其他节点验证后，将获得奖励的比特币（目前是25枚）。
- **这一过程，被比喻为“挖矿”！**

区块是每十分钟的一个交易记录打包在块里，每个块有当前的 ID，在区块链中叫高度，以及交易纪录和上一个块的 ID，每个区块连起来形成链。块的概念要提到挖矿，比特币系统的设计机制，让矿机竞争记账权，系统奖励一个比特币，这个竞争机制就是计算量证明，挖矿需要付出大量的能源和时间，谁付出的劳动量多可以随机的获得一个区块的记账权。挖矿过程实际上是穷举随机数算法，把上个区块的哈希值倒加上 10 分钟内比特币全部交易单打

包再加上一个随机数，算出一个 256 位的字符串散列值，输入的随机数使用散列值满足一定条件就获得这个区块的打包权。09 年到 13 年每 10 分钟产生 50 个比特币，14 年至今每 10 分钟产生的比特币将减半成 25 个，今年 75% 的比特币将被产生出来，比特币的总量是 2100 万个，可以挖 100 多年，但比特币早期丢失的也不少，总量最后肯定不到 2100 万个。新产生的区块需要快速广播出去，其他节点进行对其验证，以防造假，每个区块存着上一个区块的 hash 值，可以溯源到源头，只有经过验证后才最终获得区块的打包权。另一个情况，不同地区的网络不一样，不同节点同一时间可能同时产生的区块，网速快地区可能已经在周围广播，网速慢的地方可能没被接收，这样就出现了分叉。每个块的哈希是不一样的，10 分钟的交易量最多 4200 次，超过这个数字的就无法打包，因此不同矿工挑手续费高的进行打包。出现分叉后又定义一套规则，并不马上确认哪个区块不合理，但两个块总有汇合到一起的时候，最终以链长的区块进行确认，链短的将被自动抛弃。

比特币体系的安全性

交易不可逆性：

比特币的交易体系决定了比特币世界里，任何一笔交易都不可逆，数据不可回滚。

交易双方匿名性：

交易所提供的仅仅是交易双方的公钥（一个 256 位的整数），交易双方互相不知道对方是谁（当然，现实生活中商量好的除外）。

公钥与私钥资源的广阔性：

任意一个比特币世界用户可以在每次交易都生成一个新地址使得通过地址追踪拥有者更加困难，比特币钱包会自动替你管理好这些地址以确保所有地址中的财产都属于你。

比特币网络的 51% 攻击：

任何节点想要做假账，只需要持有全球 51% 算力（矿机）即可。但这可能吗？

比特币体系的安全性问题，首先交易的不可逆性，有好的方面也有不好的方面，如通过比特币交易无法直接退款。其次是交易的匿名性，每笔交易的打包验证是往前追溯，比特币钱包里会有多个不同的地址，每笔交易后的余额并不在同一个地址，每笔支付都需要通过多个地址实现。

然后是比特币体系的 51% 攻击，如果可以控制全球 51% 的算力，就可以做假账。当然，现在来看，这是不可能发生的了。

人们发现了比特币底层技术 ——区块链的价值

- **可靠性和可用性:** 区块链的设计使它能够有效预防故障与攻击。由于一个开放的用户群共享一个区块链，不存在因为某个单一的故障导致系统失灵的情况。若是网络中任一节点失效，其余参加者仍能照常运行，保证信息的可靠和可获取性
- **透明性:** 任何网络上的节点都可以观察到区块链上的交易记录，因此区块链拥有很高的被审计性和信任度
- **不可改变性:** 在不被察觉的情况下篡改区块链是几乎不可能的，这使得区块链的信息更加可信，并降低了欺诈的风险
- **不可撤销性:** 技术上使交易无法逆转
- **数字化:** 几乎所有文件或资产都能够以代码或分类账形式体现。这意味着区块链技术有着广泛的应用前景。大部分还未被挖掘，正在实施的更少。

去年开始比特币底层区块链技术被更多的人认识到，开始研究区块链怎样可以乃至更多的方面。首先是可靠性和可用性，不会因为单点的故障而影响整个网络，任何新加入的结点都可以获得全部的数据备份。其次是透明性，任何网络节点都可以观察到区块链上的交易记录，拥有很高的被审计性和信任度。再次是不可改变性，几乎无法被篡改，以及交易无法逆转。最后是数字化，所有文件资产都可以代码或分类账形式体现，股权、债权、钻石、黄金等资产都可以被数字化形成更交易的资产，身份证等证书也可以通过区块链进行登记。

常见问题

- **公有链和私有链的区别是什么？**
公有链是去中心化和无主权化的。任何人都可以在区块链上进行一笔（有效）交易，并且交易的全部记录都是公开可获得的。在私有链中，一个可信的操作者管控区块链的端口，只有经授权的人才能在区块链上查阅或进行交易。
- **在数据和安全方面，公有链和私有链有何种差异？**
所有区块链上的数据都是公开可获得的。网络上的运行者数量越多，区块链越安全，这是由于区块链技术加强了用于验证区块链上所进行交易的能力。对于只能在受信任的团体之间分享的数据，一个私有链可能比通用的公有链更合适。
- **区块链可能被袭击，它是安全的么？**
区块链中的节点网络被用来保证区块链完整性。如果袭击者想对区块链进行恶意交易，袭击者与其他网络运行者相比必须拥有更强的运算能力（对成功率为51%的袭击来的说）。最悠久，最著名，同时也最具价值的区块链，即比特币区块链——从未被成功袭击过。请注意，虽然比特币区块链非常安全，但在运用比特币区块链或者其他区块链时会使用数字钱包和交换，这个过程并不安全且容易遭受到攻击。
- **区块链的硬件要求是什么？**
在大多数情况下，对于一个私有或者公有链来说，一个标准服务器应当为用户提供运行区块链节点足够的存储空间及计算能力。
- **区块链的软件要求是什么？**
这主要取决于实际情况。目前已经出现了很多现有区块链应用平台，包括Ethereum（以太坊），Bitshares（比特股），比特币核心源代码以及其他系统。

常见问题

- 什么是智能合约？

智能合约是存储在区块链上的计算机程序。这个程序定义了交易双方之间的合约，并能够在无需可信第三方的情况下自动执行。这个程序一旦被定义后，没有人可以控制此程序运转，因此各方都可以相信它。

- 如何执行和评估智能合约？

智能合约和其他区块链交易一样，在区块链的每一个节点上存储并执行。评估的条件组成合同本身定义的一部分。一旦提交到区块链上，智能合约将在交易各方之间独立执行。

- 如果现有的监管要求和法律义务必须执行，为什么还要使用区块链？

目前已经有许多案例能够体现区块链比传统共享数据库方案更令人满意。这些案例既发生在受监管环境下，也发生在非监管环境下。此外，德勤认为区块链是影响面非常广泛的颠覆性技术，它将改变商业模式。随着区块链技术的应用，监管和法律框架也将发生改变。因此，为了不被这项新技术的浪潮抛下，对区块链的研究是当务之急。

18

区块链技术的应用需要注意的主要问题如下：

- 公有链和私有链的区别是什么？

公有链是去中心化和无主权化的。任何人都可以在区块链上进行一笔（有效）交易，并且交易的全部记录都是公开可获得的。在私有链中，一个可信任的操作者管控区块链的端口，只有经授权的人才能在区块链上查阅或进行交易。

- 在数据和安全方面，公有链和私有链有何种差异？

所有区块链上的数据都是公开可获得的。网络上的运行者数量越多，区块链越安全，这是由于区块链技术加强了用于验证区块链上所进行交易的能力。对于只能在受信任的团体之间分享的数据，一个私有链可能比通用的公有链更合适。

- 区块链可能被袭击，它是安全的么？

区块链中的节点网络被用来保证区块链完整性。如果袭击者想对区块链进行恶意交易，袭击者与其他网络运行者相比必须拥有更强的运算能力（对成功率为 51%的袭击来的说）。最悠久，最著名，同时也最具价值的区块链，即比特币区块链——从未被成功袭击过。请注意，虽然比特币区块链非常安全，但在运用比特币区块链或者其他区块链时会使用数字钱包和交换，这个过程并不安全且容易遭受到攻击。

- 区块链的硬件要求是什么？

在大多数情况下，对于一个私有或者公有链来说，一个标准服务器应当为用户提供运行区块链节点足够的存储空间及计算能力。

- 区块链的软件要求是什么？

这主要取决于实际情况。目前已经出现了很多现有区块链应用平台，包括 Ethereum（以太坊），Bitshares（比特股），比特币核心源代码以及其他系统。

- 什么是智能合约？

智能合约是存储在区块链上的计算机程序。这个程序定义了交易双方之间的合约，并能够在无需可信第三方的情况下自动执行。这个程序一旦被定义后，没有人可以控制此程序运转，因此各方都可以相信它。

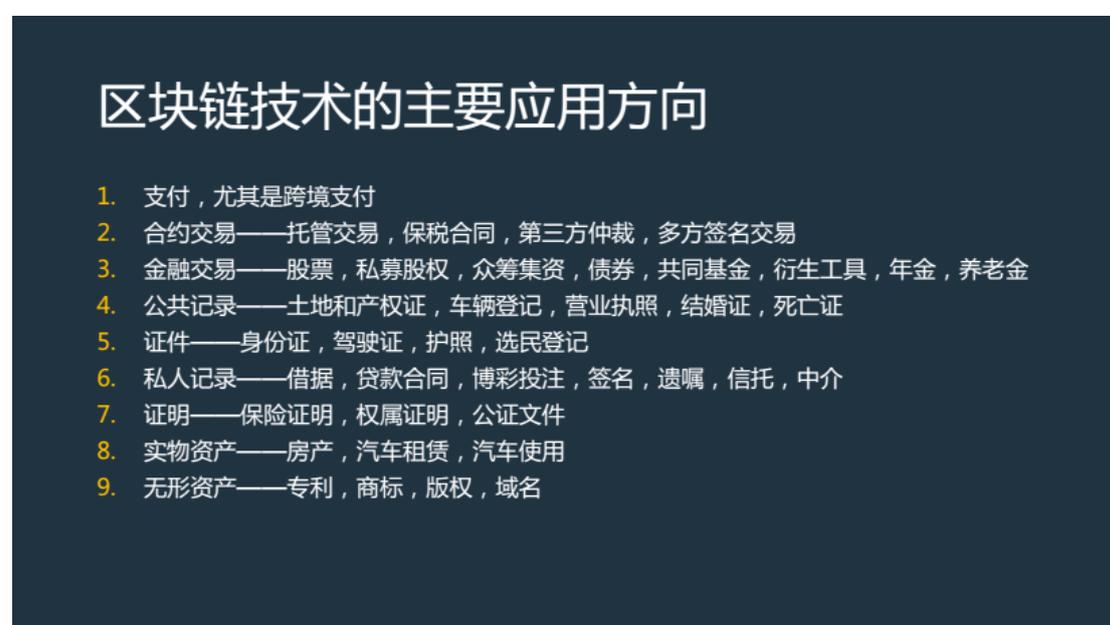
- 如何执行和评估智能合约？

智能合约和其他区块链交易一样，在区块链的每一个节点上存储并执行。评估的条件组成合同本身定义的一部分。一旦提交到区块链上，智能合约将在交易各方之间独立执行。

- 如果现有的监管要求和法律义务必须执行，为什么还要使用区块链？

目前已经有许多案例能够体现区块链比传统共享数据库方案更令人满意。这些案例既发生在受监管环境下，也发生在非监管环境下。此外，德勤认为区块链是影响面非常广泛的颠覆性技术，它将改变商业模式。随着区块链技术的应用，监管和法律框架也将发生改变。因此，为了不被这项新技术的浪潮抛下，对区块链的研究是当务之急。

四、区块链技术的主要应用方向



区块链技术的主要应用方向

1. 支付，尤其是跨境支付
2. 合约交易——托管交易，保税合同，第三方仲裁，多方签名交易
3. 金融交易——股票，私募股权，众筹集资，债券，共同基金，衍生工具，年金，养老金
4. 公共记录——土地和产权证，车辆登记，营业执照，结婚证，死亡证
5. 证件——身份证，驾驶证，护照，选民登记
6. 私人记录——借据，贷款合同，博彩投注，签名，遗嘱，信托，中介
7. 证明——保险证明，权属证明，公证文件
8. 实物资产——房产，汽车租赁，汽车使用
9. 无形资产——专利，商标，版权，域名

1. 支付，尤其是跨境支付
2. 合约交易——托管交易，保税合同，第三方仲裁，多方签名交易
3. 金融交易——股票，私募股权，众筹集资，债券，共同基金，衍生工具，年金，养老金
4. 公共记录——土地和产权证，车辆登记，营业执照，结婚证，死亡证
5. 证件——身份证，驾驶证，护照，选民登记
6. 私人记录——借据，贷款合同，博彩投注，签名，遗嘱，信托，中介
7. 证明——保险证明，权属证明，公证文件
8. 实物资产——房产，汽车租赁，汽车使用
9. 无形资产——专利，商标，版权，域名

几个值得关注区块链技术架构或平台

Ethereum 以太坊

Hyperledger，众多巨头参与的开源平台 <http://chainb.com/?P=Cont&id=289>

IBM ADEPT，智能物联网区块链

微软 Azure 上基于以太坊的“区块链即服务” BaaS

Factom 公证通

小蚁、布比

Ethereum 以太坊、IBM ADEPT（智能物联网区块链）、微软 Azure 上基于以太坊的“区块链即服务” BaaS、Factom 公证通、小蚁、布比，以及 Hyperledge（众多巨头参与的开源平台 <http://chainb.com/?P=Cont&id=289>）等是几个值得关注的区块链技术和平台。

Ethereum 以太坊

Ethereum（以太坊）是一个平台和一种编程语言，使开发人员能够建立和发布下一代分布式应用。Ethereum 可以用来编程，分散，担保和交易任何事物：投票，域名，金融交易所，众筹，公司管理，合同和大部分的协议，知识产权，还有得益于硬件集成的智能资产。简单来说，以太坊的核心理念是：一条内置图灵完备编程语言的区块链，允许在上面创建任何类型的应用。

参考链接：

<http://ethfans.org/>

<http://www.8btc.com/ethereum>

Ethereum（以太坊）是一个平台和一种编程语言，使开发人员能够建立和发布下一代分布式应用。Ethereum 可以用来编程，分散，担保和交易任何事物：投票，域名，金融交易所，众筹，公司管理，合同和大部分的协议，知识产权，还有得益于硬件集成的智能资产。简单来说，以太坊的核心理念是：一条内置图灵完备编程语言的区块链，允许在上面创建任何类型的应用

Factom 公证通

Factom是一个P2P的协议,它在比特币的区块链上维护了一个数据层。网络文件和应用被压缩成一个Merkle树上的哈希值并被存储在比特币的区块链上。基于这个哈希值,以后谁都可以对数据的真实性进行验证:只要对文件再做一次哈希,并和存储在比特币区块链上的原始哈希值进行比较即可。这个过程称之为 Proof of existence。

基于Factom可以实现各种应用,比如维护健康证明,财产记录,甚至其他区块链数据。不同的应用在Factom中可以建立独立的Factom链块,并由Factom系统定期把哈希值存储到比特币区块链上。由比特币网络的强大算力维护数据的安全。。

参考链接: <http://www.8btc.com/factom>

Factom 是一个 P2P 的协议，它在比特币的区块链上维护了一个数据层。网络文件和应用被压缩成一个 Merkle 树上的哈希值并被存储在比特币的区块链上。基于这个哈希值，以后谁都可以对数据的真实性进行验证：只要对文件再做一次哈希，并和存储在比特币区块链上的原始哈希值进行比较即可。这个过程称之为 Proof of existence。

基于 Factom 可以实现各种应用，比如维护健康证明，财产记录，甚至其他区块链数据。不同的应用在 Factom 中可以建立独立的 Factom 链块，并由 Factom 系统定期把哈希值存储到比特币区块链上。由比特币网络的强大算力维护数据的安全。

几个典型应用

Linq 纳斯达克私募股权区块链交易系统

R3CEV 跨国银行间的区块链联盟

Digital Asset Holdings 金融交易区块链解决方案

Mediachain 知识产权数据库 <http://www.8btc.com/mediachain-global-rights-database>

个人身份验证KYC <http://kyc-chain.com/>

众筹 <http://weifund.io/>

其他

区块链最新资讯和资料

铅笔·区块链新经济 <http://chainb.com/>
巴比特 <http://www.8btc.com/blockchain>
中文资料下载 <http://8btc.com/doc-list.html?t=0-0-0&k=%C7%F8%BF%E9%C1%B4>

谢谢

【清华大数据思享会简介】：清华大数据思享会由清华大数据产业联合会发起。思享会，亦私想汇，亦私享会，亦思想汇，思享会。清华大数据思享会是面向清华大数据产业联合会成员的思想交流的平台，定位为小范围的深度交流，目标是希望通过思想交流与碰撞促进产业的数据创新。清华大数据思享会致力于建立联合会成员充分展示与共同进步的平台，促进大数据与产业和资本的融合，推动数据创新。思享会系列活动接受非商业赞助，相关事宜请邮件联系思享会负责人刘道全（daoquan.liu@tsingdata.com）。