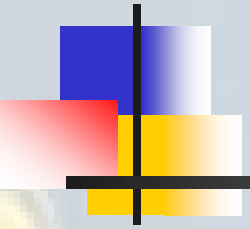
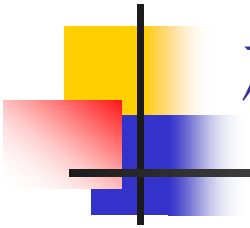
区块链基础及应用



Chapter 4 如何存储和使用比特币

苏 明



概览

- 4.1 简单的本地存储
- 4.2 热存储与冷存储
- 4.3 密钥分存和密钥共享
- 4.4 在线钱包和交易所
- 4.5 支付服务
- 4.6 交易费
- 4.7 货币兑换市场

4.1 简单的本地存储

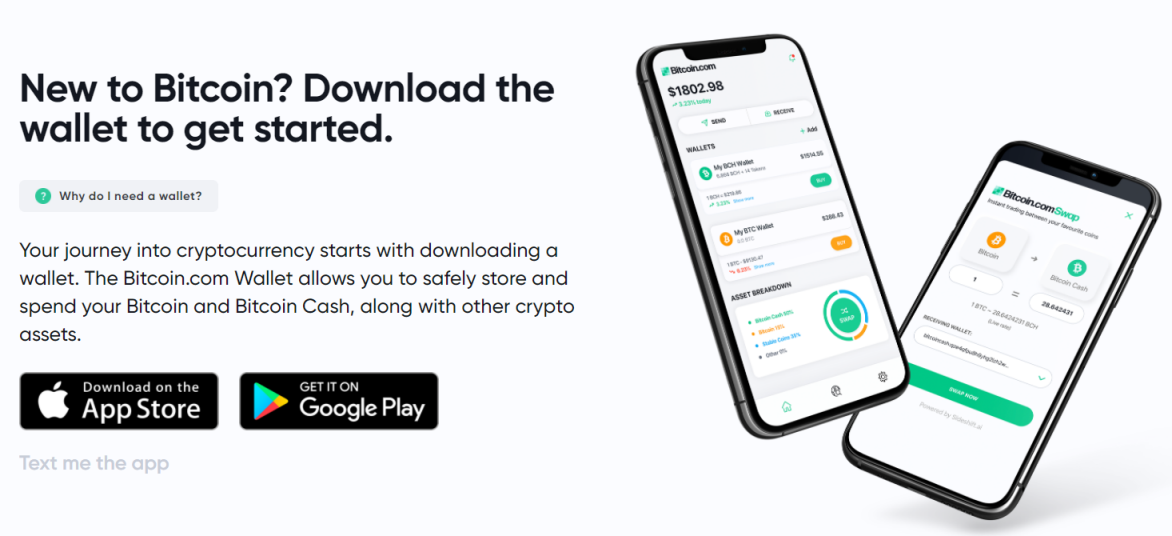
存储比特币其实就是如何保存和管理比特币私钥

1. 可获取性
2. 安全性
3. 便利性

4.1 简单的本地存储

比特币钱包软件

- 管理比特币和私钥信息并让你方便使用的一个应用软件



4.1 简单的本地存储

编码解码

- Base58编码
- Base64是一种基于64个可打印字符来表示二进制数据的表示方法
- 包含58个字符的字符集：去掉几个比较容易混淆的字母
- 相比Base64，Base58不使用数字"0"，字母大写"O"，字母大写"I"，和字母小写"l"，以及"+"和"/"符号

4.1 简单的本地存储

设计Base58主要的目的：

1. 避免混淆。在某些字体下，数字0和字母大写O，以及字母大写I和字母小写l会非常相似。
2. 不使用"+"和"/"的原因是非字母或数字的字符串作为帐号较难被接受。
3. 没有标点符号，通常不会被从中间分。
4. 大部分的软件支持双击选择整个字符串。

4.1 简单的本地存储

- Satoshi Nakamoto：base58.h

```
// Why base-58 instead of standard base-64 encoding?
// - Don't want 0OIl characters that look the same in some fonts and
//      could be used to create visually identical looking account numbers.
// - A string with non-alphanumeric characters is not as easily accepted as an account number.
// - E-mail usually won't line-break if there's no punctuation to break at.
// - Doubleclicking selects the whole number as one word if it's all alphanumeric.
```

4.1 简单的本地存储

QR码：帐户交易处理更方便

1A1zP1eP5QGefi2DMPTfTL5SLmv7DivfNa

The address that received the very first Bitcoin block reward in the genesis block, base58 encoded.

a QR code representing an actual Bitcoin address

4.1 简单的本地存储

虚荣地址 (Vanity Address)

the gambling website Satoshi Bones：

- 1bonesEeTcABPjLzAb1VkFgySY6Zqu3sX
  (all regular addresses begin with the character 1, indicating pay-to-pubkey-hash.)

4.1 简单的本地存储

虚荣地址 (Vanity Address)

How to Generate this type of Address?

How to **Speedup**?

$$g^{x+1} = g^{x} * g$$

椭圆曲线点乘优化

4.2 热存储和冷存储

- 热存储

存放在个人电脑里（像把钱放在钱包里）**方便但不安全**

- 冷存储

不联入互联网，封存起来（像保险箱），**安全性高但不方便**

4.2 热存储和冷存储

分层确定性钱包（hierarchical deterministic wallet）

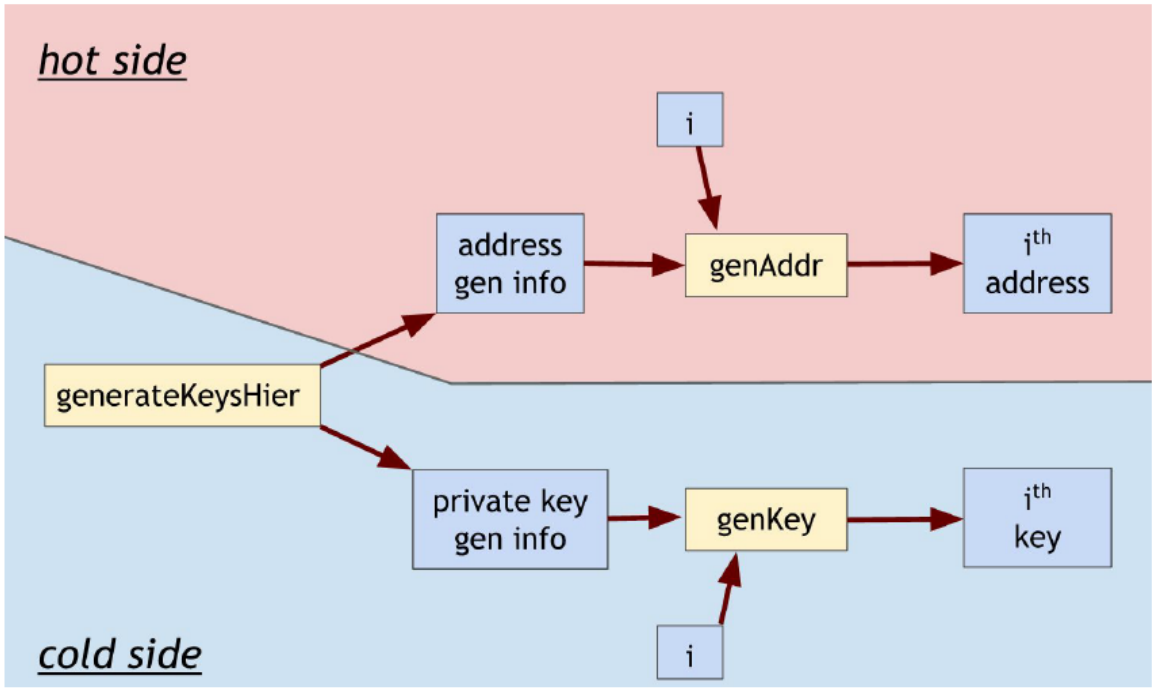
- 让冷存储端制造很多的地址数量，通过一个短暂的**一次性的交换**，热存储端就可知晓所有地址

Crypto technique（同步）

- 对每个i而言，第i个地址和第i个私钥相匹配→ 一长串配对的公私钥

4.2 热存储和冷存储

分层确定性钱包



Schema of a hierarchical wallet

4.2 热存储和冷存储

分层确定性钱包：技术方案

For hierarchical key generation, we'll need two other random values *k* and *y*

Private key generation info:	k, x, y
i^{th} private key:	$x_i = y + H(k \,\|\|\, i)$
Address generation info:	k, g^y
i^{th} public key:	$g^{x_i} = g^{H(k \,\|\| i)} \cdot g^y$
i^{th} address:	$H(g^{x_i})$

4.2 热存储和冷存储

分层确定性钱包：安全性分析

g^y can't deduce y, and also x_i (i-th private key)

Because of DLP (Discrete Logarithm Problem)

4.2 热存储和冷存储

大脑钱包 （**Brain** Wallet）

Sidebar: generating memorable passphrases. One passphrase-generation procedure that gives about 80 bits of entropy is to pick a random sequence of 6 words from among the 10,000 most common English words ($6 \times \log_2(10000)$ is roughly 80). Many people find these easier to memorize than a random string of characters. Here are a couple of passphrases generated this way.

```
worn till alloy focusing okay reducing
 earth dutch fake tired dot occasions
```

热存储和冷存储

让攻击者尝试密钥破解的速度变慢

- Key Stretching
- 重复计算SHA256 (2^{20} Trials)

  $SHA256^{\{2^{20}\}}$(Password)==OpenValue

4.2 热存储和冷存储

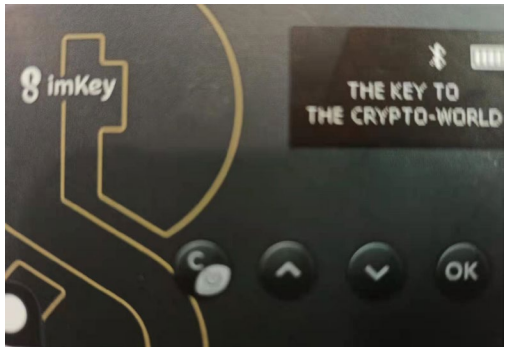
纸钱包

把密钥印在纸上，然后把纸锁在保险箱里面

4.2 热存储和冷存储

防损硬件(tamper-resistant device)

- 用来保存密钥或者用来生成密钥；
- 此类设备不会泄漏密钥或者输出密钥；
- 一旦设备丢失或者被盗，马上能察觉。



4.3 密钥分存和密钥共享

- 把密钥保存在一个地方：一损俱损
- 分散风险：　密钥分存
- 密钥被分成N个片段，如果获得其中的K个片段就可以把原密钥重新还原。如果片段数目少于K, 不能知道密钥的任何信息。

4.3 密钥分存和密钥共享

不能直接分割密钥！

- 否则每一个片段会透露密钥的部分信息，降低了搜索复杂度

4.3 密钥分存和密钥共享

《鹿鼎记》

- 藏宝的羊皮地图碎片，则分别藏在8部四十二章经的封皮夹层之中，分别由满洲八旗的八个旗主掌管。

However, this method recovers partial information

4.3 密钥分存和密钥共享

Harry Potter (Voldmort的魂器)

Tom Riddle's diary. ...

Marvolo Gaunt's Ring. ...

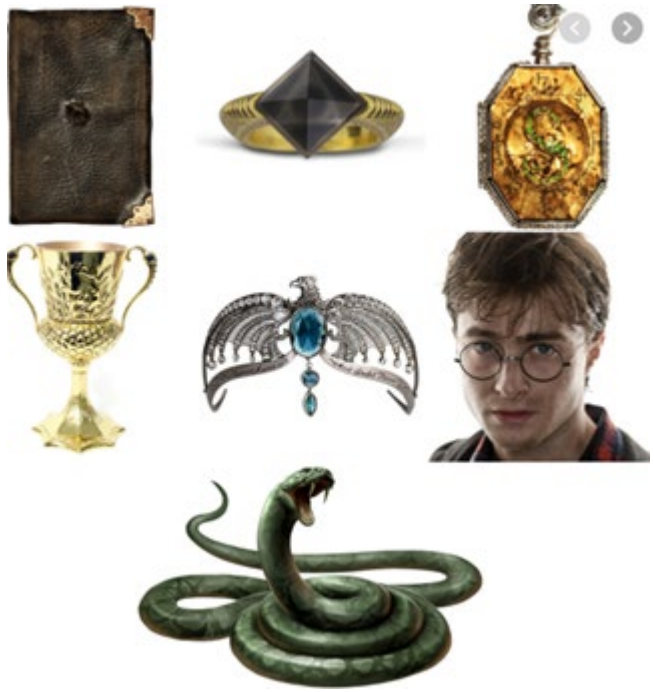
Salazar Slytherin's Locket. ...

Helga Hufflepuff's Cup. ...

Rowena Ravenclaw's Diadem. ...

Nagini the Snake.

Harry Potter



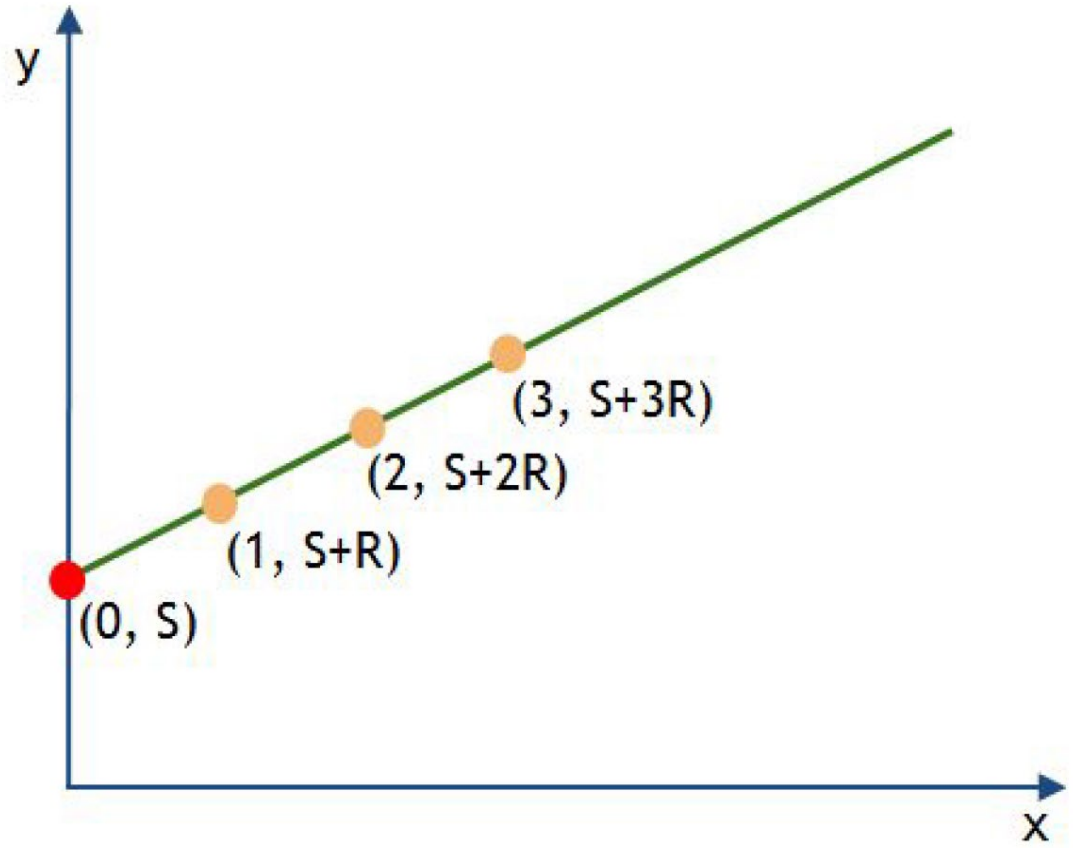
4.3 密钥分存和密钥共享

- N=2, K=2
- Solutions?

- R and R XOR S

- Extension to N=K case

4.3 密钥分存和密钥共享



Geometric illustration of 2-out-of-N secret sharing

4.3 密钥分存和密钥共享

Equation	Degree	Shape	Random parameters	Number of points (K) needed to recover S
$(S + RX) \bmod P$	1	Line	R	2
$(S + R_1X + R_2X^2) \bmod P$	2	Parabola	R_1, R_2	3
$(S + R_1X + R_2X^2 + R_3X^3) \bmod P$	3	Cubic	R_1, R_2, R_3	4

Lagrange interpolation that allows you to reconstruct a polynomial of degree K-1 from any K points on its curve.

Shamir, Adi (1979), "How to share a secret", Communications of the ACM, 22 (11): 612–613.

Shares; Threshold

4.3 密钥分存和密钥共享

门限密码(Threshold Cryptography)

- 两个子密钥分别保存在个人电脑和手机上；
- 电脑生成一个签名片段，发送到你手机上；
- 手机利用它的子密钥完成整个签名。

4.3 密钥分存和密钥共享

多重签名

- 比如：一个交易需要5个人至少3个人签名才能完成
- 多重签名可以妥善的管理在冷存储端的数字资产；需要多人参与才能实现

4.4 在线钱包和交易所

在线钱包

- 在线钱包可以在各种场合应用，但真正的钱包信息**存储在云端**
- Blockchain.info
- 网站存储着你的密钥，*至少能够接触到你的密钥*
- 安全前提：网站服务提供商可以信任

4.4 在线钱包和交易所

数字货币（比特币）交易所

- 银行的功能：面向个人存取款
- 银行会把钱用于投资；储备金

- 数字货币交易所在交易前后，数字货币并没有真正在区块链中移动，只是你和银行的合约变化了

4.4 在线钱包和交易所

数字货币（比特币）交易所

- 优点：把数字货币（比特币）和法币经济结合，实现自由转换
- 风险：

1. 挤兑
2. 庞式骗局
3. 黑客入侵

4.4 在线钱包和交易所

银行监管

- 政府要求银行有一个最低准备金要求：需要3%-10%的现金应对突发提款需求
- 政府对银行进行监管，必要时为银行或者储蓄者提供保护

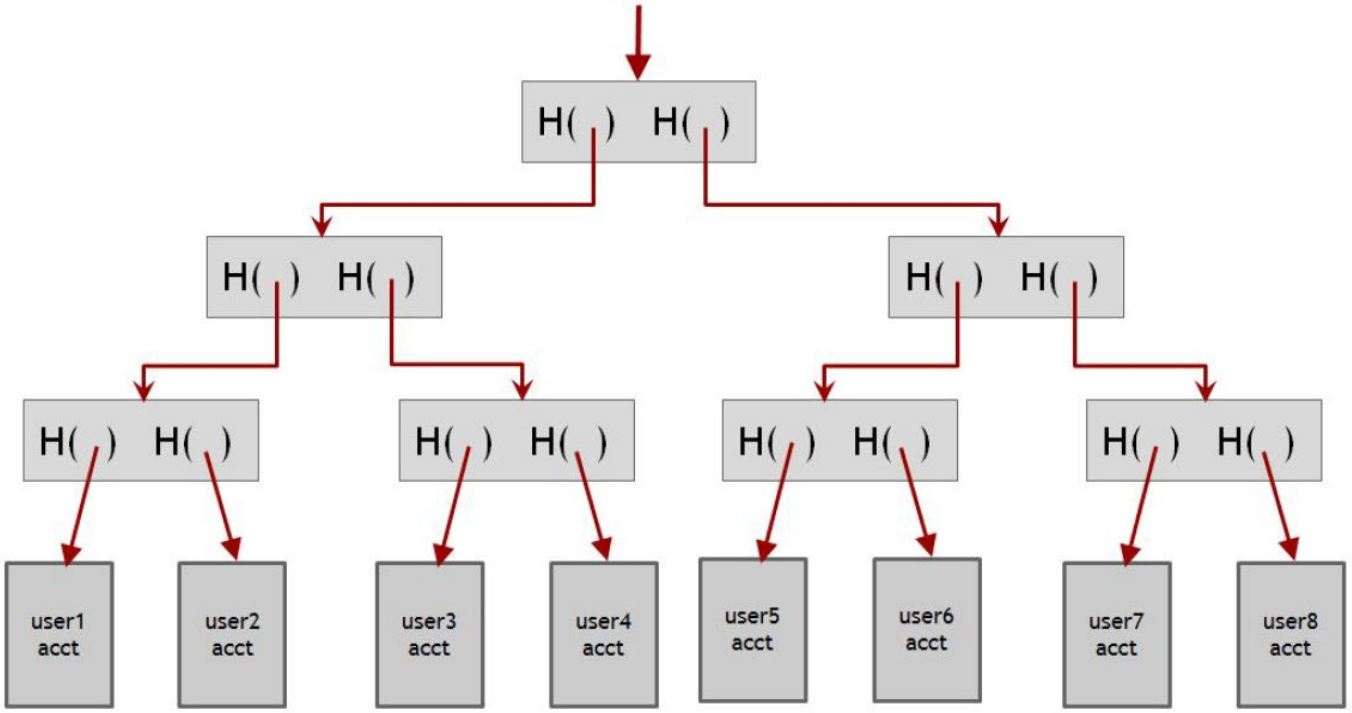
4.4 在线钱包和交易所

准备金证明

- 向储户证明留存了一部分储备金，消除投资人的担心
- 如何证明你(交易所)有10^6的数字准备金？
- 发起一笔转账交易，收款方为本人；利用私钥签名

4.4 在线钱包和交易所

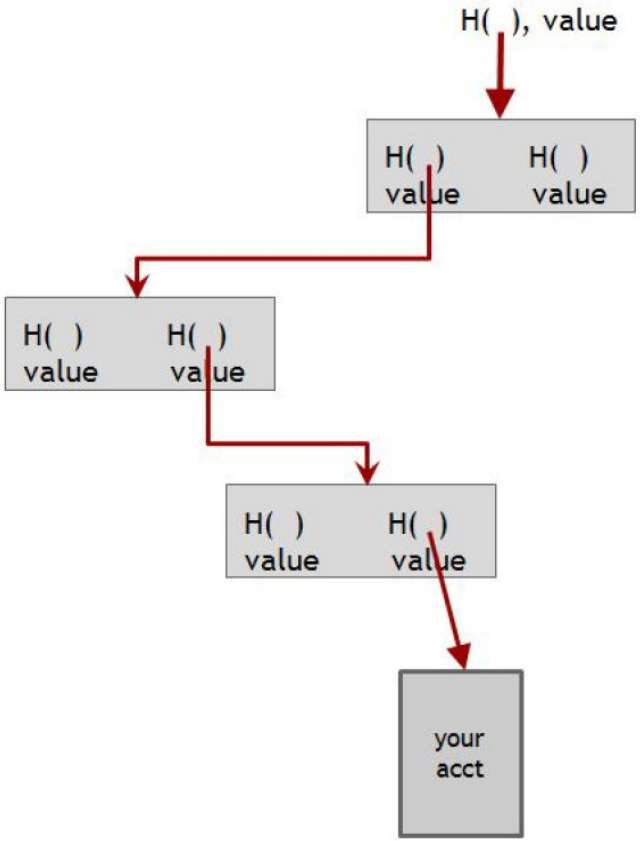
证明存款规模



The exchange publishes the root of a Merkle tree that contains all users at the leaves, including **deposit amounts**. Any user can request a proof of inclusion in the tree, and verify that the deposit sums are propagated correctly to the root of the tree.

4.4 在线钱包和交易所

- 每个客户可以向交易所索要存款证明



4.4 在线钱包和交易所

The customer then verifies that:

- 1. The **root** hash pointer and root value are the same as what the exchange signed and published.
- 2. The **hash** pointers are consistent all the way down, that is, *each hash value is indeed the cryptographic hash of the node it points to*.
- 3. The **leaf** contains the correct user account info (say, username/user ID, and deposit amount).
- 4. Each value is the **sum** of the values of the two values beneath it.
- 5. Neither of the values is a negative number.

4.4 在线钱包和交易所

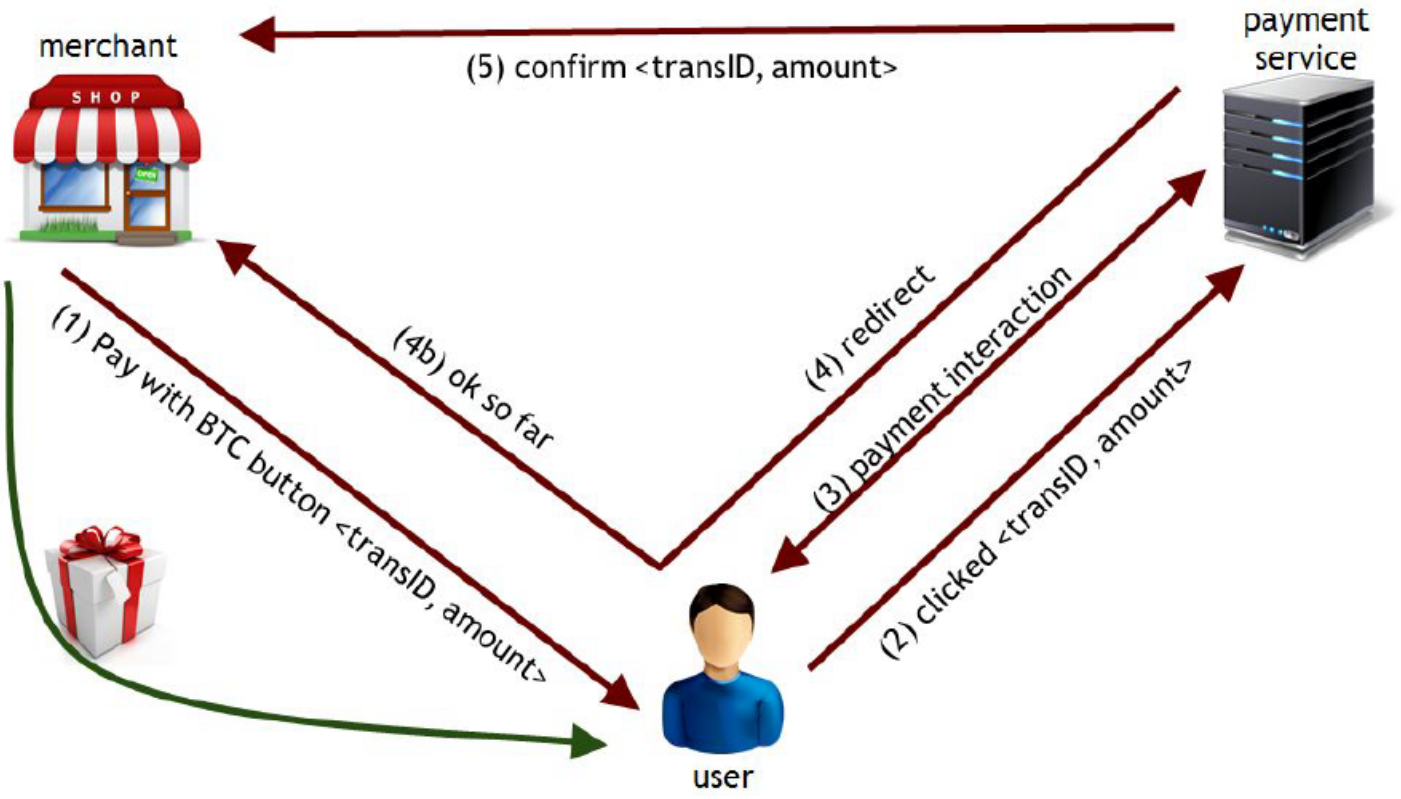
- 交易所证明了其至少留存了X数字货币
- 之后证明其吸收的存款规模至多是Y数字货币
- 可让所有人能独立审计验证：准备金下限：X/Y

4.5 支付服务

如何接受数字货币付款

- **客户**可以用数字货币(比如比特币)购物
- **商户**如期收到法定货币(比如美元)
- **支付服务商**获得手续费

4.5 支付服务



Payment process involving a user, merchant, and **payment service**

4.5 支付服务

支付服务商承担了所有风险

- **安全风险**：好的安全措施来管理数字货币
- **汇率风险**：**(**比如 数字货币 与法定货币 之间兑换的汇率波动**)**

另外一方面：如果支付商解决了这些问题，可从每笔交易中收取可观的**利润**

4.6 交易费

交易费=交易的输入金额-交易的输出金额

- 比特币网络中，传播你的交易信息需要成本
  - ✓ 比如区块中打进一笔你的交易，*区块就会变大*，也会*花费更多的时间传输*到其他节点
  - ✓ 确认你的交易需要*花费代价*：交易费用来补偿矿工处理交易付出的代价

4.6 交易费

- 通常而言，如果支付了更多的交易费，那么交易会被更快，更可靠的传播和记录
- 默认的交易费政策
- No fee is charged if a transaction meets all of these three conditions:
- 1. the transaction is less than 1000 bytes in size,
- 2. all outputs are 0.01 BTC or larger
- 3. priority is large enough

  (sum of input age * input value) / (transaction size)

4.6 交易费

- The approximate size of a transaction:

  148 bytes for each input,

  34 bytes for each output

  and 10 bytes for other information.

A transaction with two inputs and two outputs would be about **400 bytes**.

通常需要支付一笔标准的交易费用；

大多数矿工强制要求必须包含交易费用

4.7 货币兑换市场

- 比特币市场中的公允价格是由供给和需求决定的
- 比特币的需求包括将比特币作为支付中介，以及作为投资需求

4.7 货币兑换市场

- 根据供需平衡来决定比特币价格：假设P是比特币对美元的价格
- **供应侧**：D秒内，市场内有S个比特币可以进行交易
- **需求侧**：*总共的支付交易规模*是T美元

$$\frac{S}{D} = \frac{T}{P}$$

意味着 $P \propto T$