区块链中的数学 – 环签名（ring signature）

区块链中的数学
(https://learnblockchain.cn/tags/%E5%8C%BA%E5%9D%97%E9%93%BE%E4%B8%AD%E7%9A%84%E6%95%B0%E5%AD%A6)
环签名 (https://learnblockchain.cn/tags/%E7%8E%AF%E7%AD%BE%E5%90%8D)
密码学 (https://learnblockchain.cn/tags/%E5%AF%86%E7%A0%81%E5%AD%A6)
零知识证明 (https://learnblockchain.cn/tags/%E9%9B%B6%E7%9F%A5%E8%AF%86%E8%AF%81%E6%98%8E)

环签名，目前在隐私Monero项目中有所应用

写在前面

上一篇介绍了盲签名原理 (https://learnblockchain.cn/article/2527)，有朋友补充说盲签名目前应用在电子签名场合。

今天继续说另外一种签名方案的变种--环签名，目前在隐私Monero项目中有所应用。

环签名（ring Signature）

环签名允许一个签名者代表一个签名集合进行签名，同时保证签名者身份的匿名性，签名者在签名时无需集合中其他成员的帮助（协作），甚至于可以不让其他成员知晓，只需要用自己的私钥和其他成员的公钥就能实现。
验证签名的不同点在于，仅可验证签名来自群组成员，但是无法区分某个具体成员。

环签名技术由Ron Rivest, Adi Shamir, 和 Yael Tauman发明的，于2001发表出来的。环签名得名于其环状结构签名算法。

环签名是特殊的一种群签名，关于群签名，暂不扩展，感兴趣可自行查阅。

环签名满足性质:

1.无条件匿名性:
攻击者者无法确定签名是由群组中哪个成员生成,即使在获得环成员私钥的情况下,概率也不超过1/r【r是群组中成员数量】。

2.不可伪造性:
群组中其他成员不能伪造真实签名者签名,攻击者者即使在获得某个有效环签名的基础上,也不能为消息m伪造一个签名。

其他性质，如正确性等是显而易见的。

环签名流程

符号约定:
选定哈希函数Hash，对称加密算法E,密钥k, 待签名消息m, 群组成员公钥（$P_1, P_2, ..., P_r$）,第j个成员是真正的签名者,

签名生成过程:

1. 令k = hash (m)，k作为对称加密函数E的密钥
2. 选择随机值v
3. 随机选取r-1个值 $x_1, x_2, x_4, ...x_r$, 并计算$y_i = g_i(x_i)$，计算得到相应的$y_1, y_2, ..., y_r$（除了y_j）
4. 令$C_{k,v} = (y_1, y_2, ..., y_r) = v$ ， 计算出y_j
5. y_j公钥加密得到，利用私钥反向计算$x_j = g_j^1(y_j)$
6. 组合消息m的环签名，是一个2r + 1元组 （$P_1, P_2, ..., P_r; v; x_1, x_2, ...x_r$） ，

验证签名:

1. 通过公钥$P_1, ..., P_r$, 计算$y_i = g_i(x_i)$, 加密得到$y_1, ..., y_r$
2. 计算 k = Hash (M),
3. 验证等式 $C_{k,v}(y_1, y_2, ..., y_r) = v$ 是否成立

下面介绍具体与RSA结合的方案!

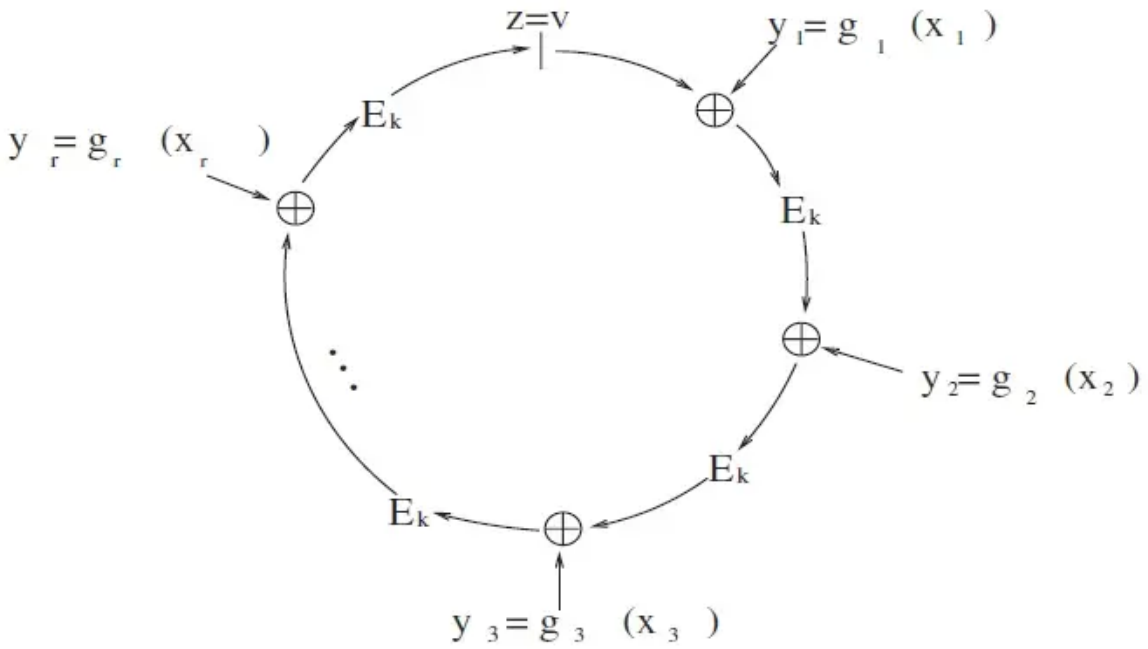
RSA环签名

简单起见，所有成员公钥都具有相同的n，P_i代表 （n, e_i）

1. 选择对称密钥：k = hash(m);
2. 随机均匀选择初始值v;
3. 签名者为其他环成员均匀随机x_i，并计算$y_i = g_i(x_i)$；函数gi单向陷门函数，可令$g_i(x) = x^{e_i} \ mod \ n$
4. 根据组合函数C(k,v)的公式, 计算自己的$y_{j'}$, 其中$E_k(m) = m \ xor \ k$

$$C_{k,v}(y_1, y_2, \ldots, y_r) = E_k(y_r \oplus E_k(y_{r-1} \oplus E_k(y_{r-2} \oplus E_k(\ldots \oplus E_k(y_1 \oplus v)\ldots))))$$

5.签名者利用私钥求解$x_j = g_j^1(y_j)$；



6.得到消息m上的签名为 （$P_1, P_2, ..., P_r; v; x_1, x_2, ...x_r$） ；

具体工程代码，可在GitHub中找到很多开源实现。

小结

环签名的过程关键指出在于，如果知道私钥 sk_j，那么就可以反推出 x_i，使 $y_1, y_2, ..., y_r$形成一个环。好像签名者找了一根绳索，数学保证只有拥有私钥的人，才能把绳索的两头对接起来，形成环。而且一旦成为环之后，环的接点处也没有任何痕迹，这使得验证者无法判断该环是在哪个位置上接起来的。

环签名可以做到一定程度的匿名性，但是真实的签名者还是会暴露在环中。且在目前的公有链市场上，与环签名相比，零知识证明依然是最佳的匿名方案之一。

BTW，关于环签名还有一个有趣的历史故事，最早可以追溯到十七世纪的法国。相传，法国群臣向国王提意见的时候，为了不让国王查出是谁带的头，便采用了这种环形签名的方式，所有人的姓名以圆环的形式排列，隐匿了顺序，首倡人也就无从查起。

（图片来源网络）

下一篇 (https://learnblockchain.cn/article/2659)介绍plonk中重要的一个优化方向---plookup思路。

原文链接：https://mp.weixin.qq.com/s/Yg0Niv2Avf7Toj6rUPZP8Q
(https://mp.weixin.qq.com/s/Yg0Niv2Avf7Toj6rUPZP8Q)
欢迎关注公众号：blocksight

相关阅读

区块链中的数学 -盲签名（Blind Signature） (https://learnblockchain.cn/article/2527) 盲签名原理

区块链中的数学 - sigma协议OR Proof&签名 (https://learnblockchain.cn/article/2507) sigma协议的扩展--OR proof

区块链中的数学-sigma协议与Fiat-Shamir变换 (https://learnblockchain.cn/article/2493) sigma协议与Fiat-Shamir变换

区块链中的数学 - 何谓零知识证明? (https://learnblockchain.cn/article/2445) 何谓零知识证明

区块链中的数学 - RSA累加器的非成员证明 (https://learnblockchain.cn/article/2444) RSA Accumulator非成员证明以及区块链应用

区块链中的数学 - Accumulator(累加器) (https://learnblockchain.cn/article/2373) 累加器与RSA Accumulator

区块链中的数学 - Kate承诺batch opening (https://learnblockchain.cn/article/2252) Kate承诺批量证明

区块链中的数学 - 多项式承诺 (https://learnblockchain.cn/article/2165) 多项式知识和承诺

区块链中的数学 - Pedersen密钥共享 (https://learnblockchain.cn/article/2164) Pedersen 密钥分享

区块链中的数学 - Pedersen承诺 (https://learnblockchain.cn/article/2096) 密码学承诺--Pedersen承诺

区块链中的数学 - 不经意传输 (https://learnblockchain.cn/article/2022) 不经意传输协议

区块链中的数学 - RSA算法加解密过程及原理 (https://learnblockchain.cn/article/1548) RSA加解密算法

区块链中的数学 - BLS门限签名 (https://learnblockchain.cn/article/1962) BLS m of n门限签名

区块链中的数学 - BLS密钥聚合 (https://learnblockchain.cn/article/1912) BLS密钥聚合

Schorr 签名基础篇 (https://learnblockchain.cn/article/2450) Schorr签名与椭圆曲线

区块链中的数学-Uniwap自动化做市商核心算法解析 (https://learnblockchain.cn/article/1494) Uniwap核心算法解析（中）

本文参与登链社区写作激励计划 (https://learnblockchain.cn/site/coins)，好文好收益，欢迎正在阅读的你也加入。

发表于 2021-05-31 09:53 阅读（1856） 学分（8） 分类：入门/理论 (https://learnblockchain.cn/categories/basic)

0 赞 收藏

你可能感兴趣的文章

关于以太坊账户的理解 (https://learnblockchain.cn/article/3592) 192 浏览

真正理解 Layer2 (https://learnblockchain.cn/article/3580) 757 浏览

聊一聊 zkMove （二） (https://learnblockchain.cn/article/3492) 239 浏览

聊一聊 zkMove（一） (https://learnblockchain.cn/article/3471) 236 浏览

零知识证明 – Halo2电路构建源代码导读 (https://learnblockchain.cn/article/3442) 238 浏览

Plonky2入门指南 ——关于全世界最快的ZK技术 (https://learnblockchain.cn/article/3433) 499 浏览

相关问题

bulletproofs的原理 (https://learnblockchain.cn/question/2758) 1 回答

基于区块链的数据交易 (https://learnblockchain.cn/question/2546) 1 回答

【招聘】filecoin算法工程师 (https://learnblockchain.cn/question/2519) 0 回答

关于ECDSA签名的malleability问题 (https://learnblockchain.cn/question/2193) 2 回答

【杭州–招聘】区块链头部公司，坐标未来科技城CBD (https://learnblockchain.cn/question/1809) 0 回答

win10上跑——实践指南：构建一个零知识证明 DApp [译]demo时发生错误 (https://learnblockchain.cn/question/1493) 1 回答

0 条评论

请先 登录 (https://learnblockchain.cn/login) 后评论

blocksight (https://learnblockchain.cn/people/1514)
78 篇文章, 2219 学分

(https://learnblockchain.cn/people/1514)