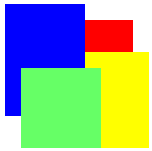


第3章 网络真实性验证

公钥基础设施PKI与X.509建议

沈苏彬

南京邮电大学

主要解决的问题

- 如何可信地验证数字签名？
- 如何权威地发布和获取公钥？
- 如何权威地管理和维护密钥？

关键知识点*

- 公钥基础设施(PKI)是一套公钥权威(可信)发布和更新的系统。公钥的发布和更新必须依赖于一套严格的真实性验证系统。 PKI是一类(身份和报文)真实性验证系统。
- 证书的定义：公钥一般与该公钥持有者标识符、公钥的有效期、公钥的发行方标识符等数据一起封装成一个数据单元，再由某个公钥发布的权威机构签名之后，构成“证书”，才能向公众发布。
- 国际电信联盟(ITU)X.509定义了标准证书的格式

主要内容

- PKI的必要性
- PKI的结构
- 证书与X.509建议
- PKI的实现模型
- PKI的设计建议

PKI的必要性*

- 如下是一个典型的电子商务交互过程：

M1: A → B: PK_B{订单，VK_A{签名}}

M2: B → A: PK_A{回执，VK_B{签名}}

M3: A → B: PK_B{确认，VK_A{签名}}

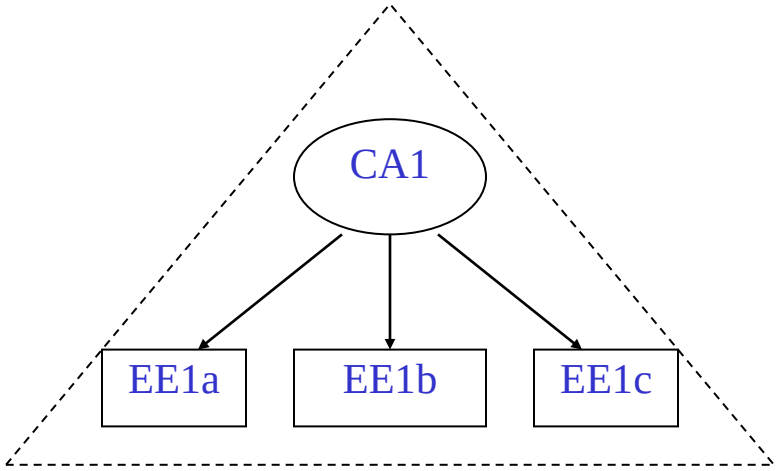
- 这是否一定能够保证以上交易的真实可信？

问题：虽然通过公钥PK_A和PK_B 才能保证交易的真实可信，但公钥的真实性是如何保证的？

答案：必须设计一套公钥权威发布和更新的系统：公钥基础设施(英文缩写PKI)

PKI的结构*

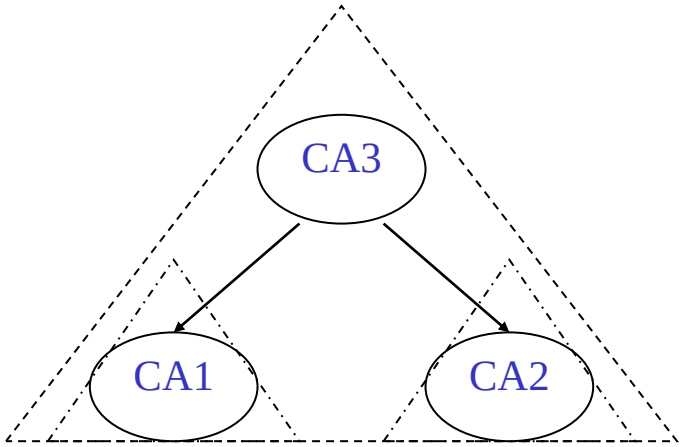
- PKI通常采用信任金字塔(POT)结构。最简单的POT只有两层结构，CA(认证权威中心，Certification Authority)处于POT的塔尖，而由该CA签署发布的EE(端实体)证书处于POT的塔底。
- 这种基本的POT结构就构成了PKI中一个基本的信任域。



PKI信任金字塔(POT)结构

PKI的结构(续1)*

- 在PKI具体实现结构中，通常需要涉及到多个信任域之间的证书获取和验证，单个信任域的PKI结构就无法满足要求。这时，可以通过多层POT结构，实现跨信任域的证书获取和验证。



PKI多层信任金字塔(POT)结构

证书的定义与逻辑结构*

- 证书是绑定公钥与某个实体标识的一种数据结构，并且由使用该证书的实体信任的认证中心CA签名发布的。常用的证书一般包括证书标识、证书发布方信息、证书持有方信息、证书使用信息，具体包括以下内容：

（1）证书编号，这是CA发布的唯一编号。

（2）证书发布方名字。

（3）证书持有方名字。

（4）证书持有方的公钥。

（5）计算该证书数字签名的算法。

（6）证书有效期。

（7）证书发布方签名，以及其他证书选项。

证书与X.509建议*

- 以上这种证书的结构是国际电信联盟电信标准化部门(ITU-T) 发布的X.509建议中定义的证书结构，这是目前国际上标准的证书格式。
- 更新版的X.509建议是2000年3月由ITU-T正式批准的文本。
- X.509定义了一个公钥证书的框架模型，它包括用于描述证书的数据对象规范，以及对已经发行的证书发布不再信任的作废公告规范。

X.509建议证书的特征*

- X.509建议定义的公钥证书具有以下特征：
  - 其一，任何属于某个认证权威中心公钥的用户，都可以从该认证权威中心发行的证书中获取公钥；
  - 其二，除了发行证书的认证权威中心之外，任何个人或机构都无法修改证书而不被察觉。

X.509建议证书的格式*

- 按照X.509建议的定义，认证权威中心CA可以签名一组信息组成的某个用户的证书。该组信息包括用户名A和公钥PK_A，以及包括该用户的唯一标识符UA等。

$CA[A] = VK_{CA}\{V, SN, AI, CA, UCA, A, UA, PK_A, TIME_A\}$

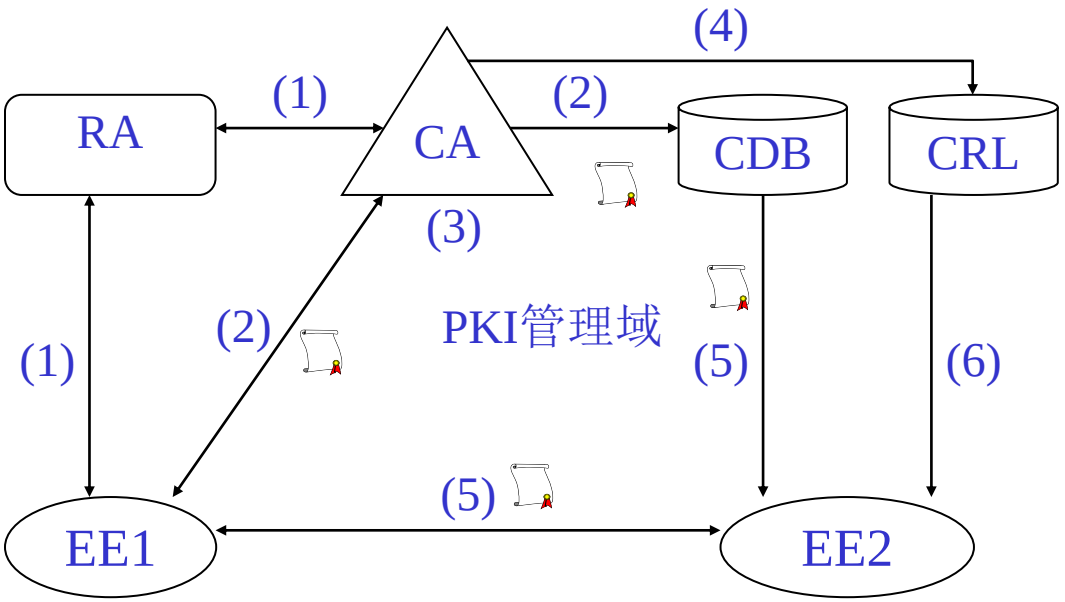
- V: 版本号，SN: 证书序号，AI: 数字签名算法，
- CA:发布方名称，UCA:发布方唯一标识符，
- A: 用户名称，UA: 用户唯一标识符，
- PK_A: 用户公钥信息，$TIME_A$: 公钥有效期，
- VK_{CA}: 发布方私钥，用于发布方的数字签名。

PKI的实现模型*

- 原理上，PKI的实现模型一般包括以下几个部分：
  - 可信的发布公钥的认证权威中心（CA），
  - 证书持有者注册的注册权威中心（RA），
  - 存放有效证书的证书数据库（CDB），
  - 存放作废证书的证书作废表（CRL），以及
  - 使用PKI服务的端实体（EE）。
- 认证权威中心(CA)通常将注册用户的身份真实性验证、密钥对生成等操作交给注册中心处理，而证书的签署、发布、作废等关键操作由CA处理。
- CA直接管理和操纵证书数据库和证书作废表。

PKI的实现模型(续)*

证书的发布和使用包括的处理：(1)注册与密钥对的生成阶段。(2)证书的产生和分发。(3)证书过期与更新。(4)证书作废。(5)证书获取(发布)。(6)证书验证(查找黑名单)。



RA：注册权威中心
CA：认证权威中心
CDB：证书数据库
CRL：证书作废表
EE：端实体
：证书

图3.17 一种PKI实现模型

PKI设计建议

- PKI的主要问题都可以归结为对证书的处理。在设计PKI时可以采取P. Gutmann提出的以下建议：

（1）设计“标识”的方法。

– 选择一个本地有意义的标识符作为端实体EE（证书持有方）的标识符

PKI设计建议(续)

（2）设计“证书作废”的方案。

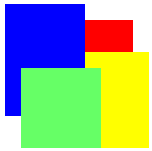
- 方案1：设计一个不需要证书作废的PKI。
- 方案2：考虑利用PKI提供的证书更新保证机制
- 方案3：利用在线状态查询机制

（3）设计“特定应用PKI”的方案。

- 在特定应用环境下，可以根据具体应用的特征简化对公钥的更新和作废机制。

本节重点内容回顾

- PKI的必要性：真实公钥是真实性验证的保障
- PKI的结构：信任金字塔的权威结构
- 证书与X.509建议：PKI管理和维护证书
- PKI的实现模型：证书发布、作废与验证
- PKI设计建议：本地标识、证书作废和面向特定应用



思考题

(1) 为什么需要构建PKI？PKI通常采用什么结构？在多个信任域环境中需要如何扩展PKI结构？

(2) 根CA签署自己的证书时，是否利用自己私钥对整个证书进行加密？试分析CA签署证书的方法，并且说明其合理性。

(3) 在传统的作废证书检查方案中，端实体在进行作废证书检查时，是否需要下载整个CRL？这样会存在什么问题？如何解决这些问题？