Diseñando sistemas seguros

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

VIGILADA MINEDUCACIÓN

UNIVERSIDAD

CAP4CITY

Strengthening Governance Capacity for Smart Sustainable Cities

La presentación

- Basada en el capítulo 11 del libro ***Principles of Computer System Design*** por Saltzer y Kaashoek. 2009. Morgan Kaufmann.

- Actualizada con contenidos del curso de seguridad desarrollado en CAP4CITY.

CAP4CITY
Strengthening Governance Capacity for Smart Sustainable Cities

Recursos en línea

- Segunda parte del libro (incluido cap. 11): http://ocw.mit.edu/resources/res-6-004-principles-of-computer-system-design-an-introduction-spring-2009/

- Libro de Texto del curso: 6.033 de MIT “Computer Systems Engineering”

Information security. The protection of information and information systems against unauthorized access or modification of information, whether in storage, processing, or transit, and against denial of service to authorized users.

— Information Operations. Joint Chiefs of Staff of the United States Armed Forces, Joint Publication 3-13 (13 February 2006).

Introducción al diseño de sistemas seguros

Seguridad en sistemas

- Un sistema seguro debe garantizar
  - Autenticidad
  - Integridad
  - Autorización

Complete mediation

For every requested action, check authenticity, integrity, and authorization.

Imagen del libro: *Principles of Computer System Design* por Saltzer y Kaashoek. 2009. Morgan Kaufmann.

Clasificación de Amenazas

- El primer paso en el diseño de seguridad es la identificación de amenazas.
- Estas se pueden clasificar en:
  - Acceso no autorizado a la información
  - Modificación no autorizada a la información
  - Negación de servicio no autorizada

Seguridad es difícil de garantizar

- Arquitecto: Debe bloquear todos los caminos a un estado malo

- Atacante: Debe encontrar un solo camino a una estado malo

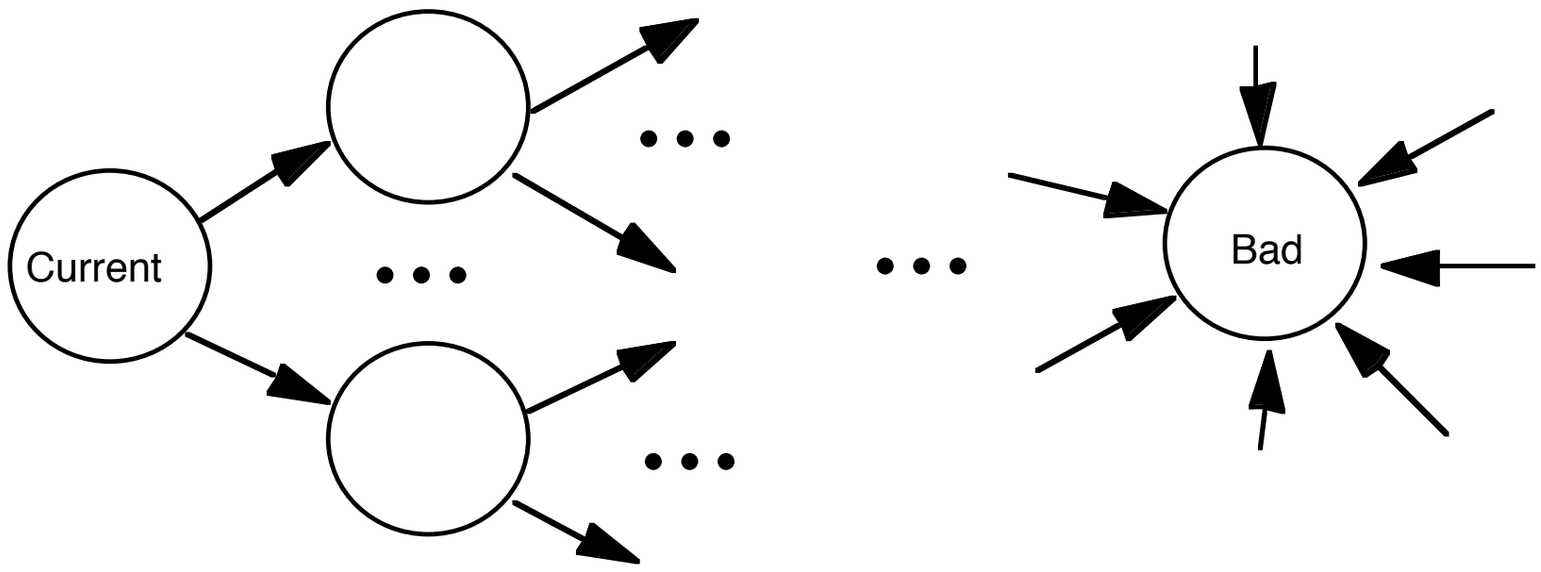


Imagen del libro: *Principles of Computer System Design* por Saltzer y Kaashoek. 2009. Morgan Kaufmann.

Diseño paranoico

- Dos principios de diseño
  - Sea explícito. e.g., Todas los supuestos deben ser explícitos y la información de mensajes también.
  - Diseñe para la iteración. Asuma que realizará errores.

Requerimientos del diseño paranoico

- Certifique la seguridad del sistema. Que el diseño corresponda a la política, que la impl. al diseño, y el ejecutable a la impl.
- Mantenga trazas de auditoria
- Diseñe el sistema para obtener feedback

Principios de Diseño

Open design principle

Let anyone comment on the design. You need all the help you can get.

Imagen del libro: *Principles of Computer System Design* por Saltzer y Kaashoek. 2009. Morgan Kaufmann.

Minimize secrets

Because they probably won't remain secret for long.

Imagen del libro: *Principles of Computer System Design* por Saltzer y Kaashoek. 2009. Morgan Kaufmann.

Fail-safe defaults

Most users won’t change them, so make sure that defaults do something safe.

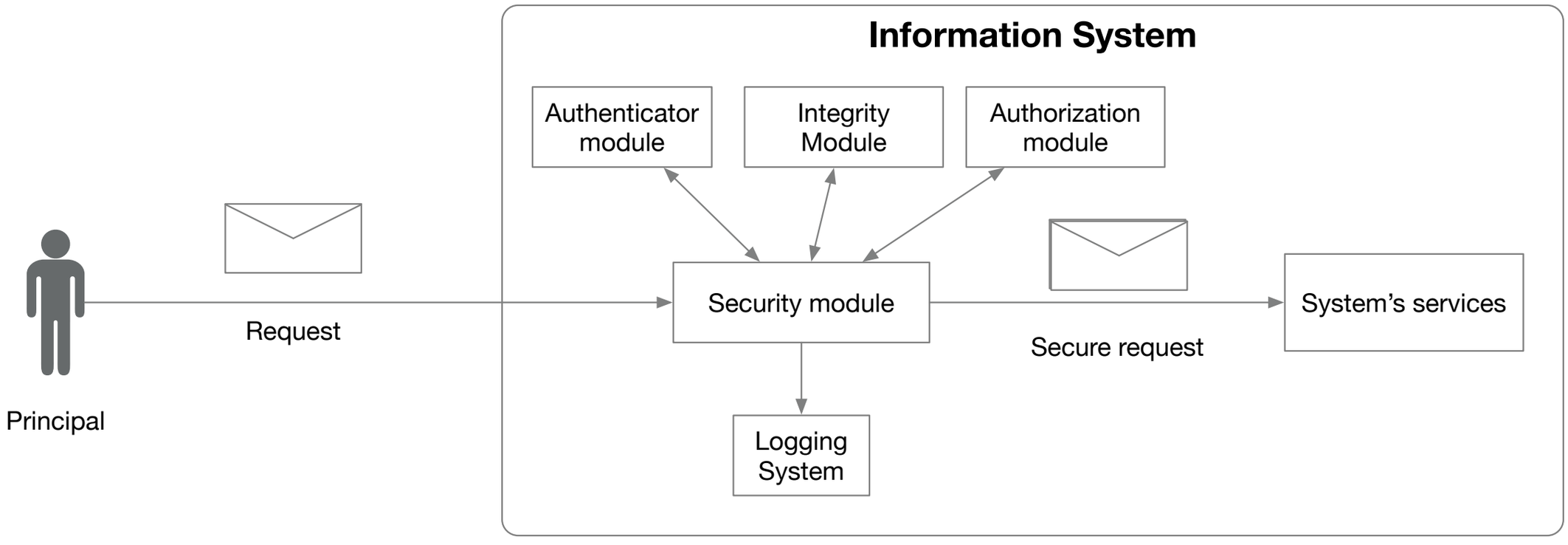
Imagen del libro: *Principles of Computer System Design* por Saltzer y Kaashoek. 2009. Morgan Kaufmann.

Least privilege principle

Don’t store lunch in the safe with the jewels.

Imagen del libro: *Principles of Computer System Design* por Saltzer y Kaashoek. 2009. Morgan Kaufmann.

Modelo de seguridad



Trusted Computing Base

- Como atacar la complejidad
    - Divida los módulos en confiables (Trusted Computing Base) y no confiables
    - Defina los requerimientos para el TCB
    - Diseñe un TCB mínimo
    - Implemente el TCB
    - Ejecute el TCB e intente romperlo

Agenda

- Introducción a los sistemas seguros
- **Autenticación de principals**
- Autenticación de mensajes
- Confidencialidad de mensajes
- Protocolos de seguridad
- Autorización

Autenticación de "Principals"

Autenticación

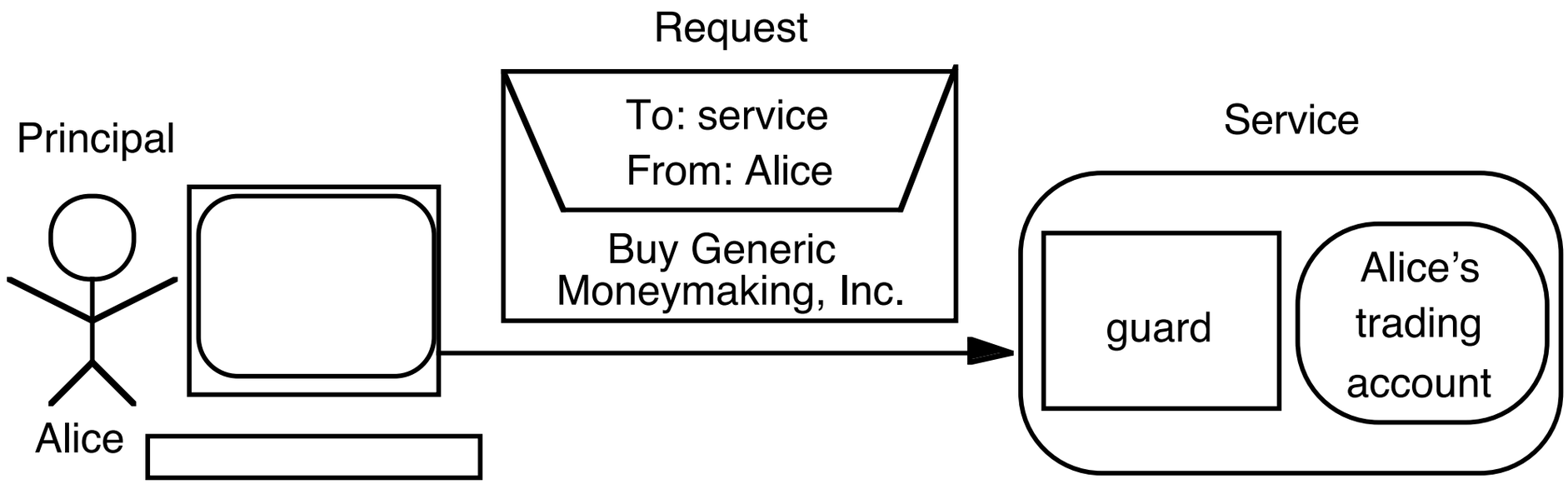


Imagen del libro: *Principles of Computer System Design* por Saltzer y Kaashoek. 2009. Morgan Kaufmann.

- Autenticación: Es Alice realmente quien dice ser?

Sistemas de autenticación

- Sistemas de autenticación
  - **Rendezvous:** crean un identificador de principal y un método para verificar la identidad (e.g., creación de cuenta)
    - **Verificación de identidad**
- El método de verificación puede ser:
  - **Una propiedad física del usuario**
  - **Algo que el usuario tiene**
  - **Algo que el usuario conoce (e.g., pwd)**

Funciones hash criptográfico

- ***hash(M) = V*** donde M es un arreglo de bytes y V es un valor de tamaño fijo.

- Es difícil calcular M conociendo V

- Es difícil encontrar M' tal que

  hash(M)= hash(M')

- La longitud de V es corta pero suficientemente larga para garantizar una probabilidad baja de colisión.

- OJO con la ventana de validez

- SHA-0 (160 bits), SHA-1(160 bits), SHA-1(256/512 bits), SHA-3 (512 bits)

Ojo con la ventana de validez

Google Security Blog

The latest news and insights from Google on security and safety on the Internet

Announcing the first SHA1 collision

February 23, 2017

Here are some numbers that give a sense of how large scale this computation was:

- Nine quintillion (9,223,372,036,854,775,808) SHA1 computations in total
- 6,500 years of CPU computation to complete the attack first phase
- 110 years of GPU computation to complete the second phase

While those numbers seem very large, the SHA-1 shattered attack is still more than 100,000 times faster than a brute force attack which remains impractical.

Usando funciones hash para proteger passwords

- El hash de la clave es almacenado
- La clave se envía una sola vez por sesión
- Se genera aleatoriamente una clave mas fuerte para la sesión
- Nunca viaja la clave por la red

Agenda

- Introducción a los sistemas seguros
- Autenticación de principals
- **Autenticación de mensajes**
- Confidencialidad de mensajes
- Protocolos de seguridad
- Autorización

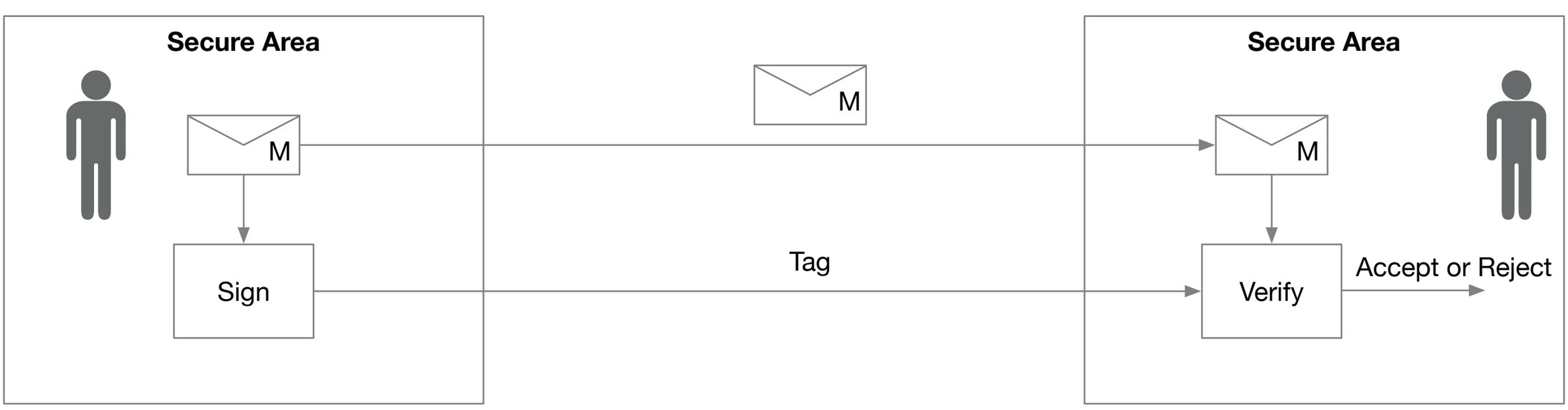
Autenticación de Mensajes

Objetivo

- Integridad de datos

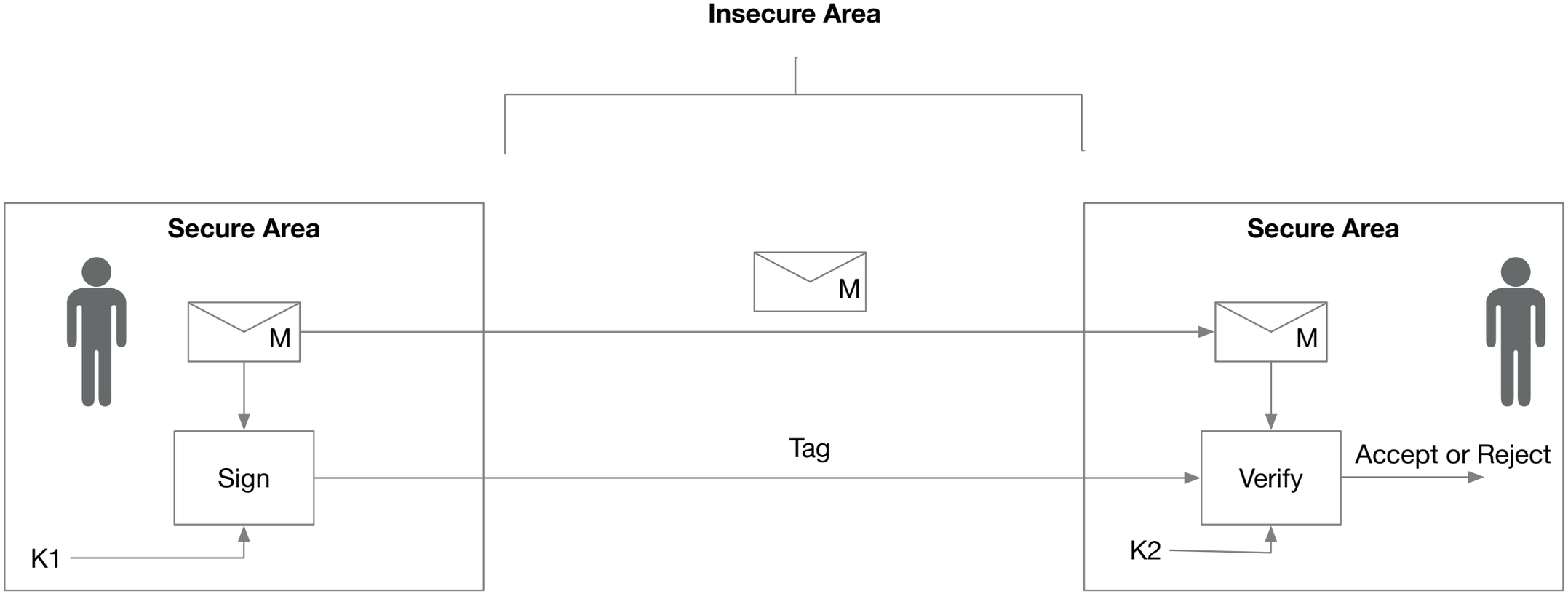
- Autenticidad del origen

Diseños cerrados y criptografía



- Diseño cerrado, los algoritmos de sign and verify se mantienen secretos

Diseños abiertos y criptografía



- Sign y verify son públicos
- Las llaves son secretas

Modelo de autenticación basado en llaves (key-based)

- Dos aproximaciones:
  - Criptografía de secreto compartido (k1 =k2)
  - Criptografía de llave pública (K1 privada, K2 pública)
- Como Funciona
  - SIGN(M,K1)=T
  - result=VERIFY(M’,T’,K2), verdadero si M’=M y T’=T
  - K1 no se pude derivar de K2

Autenticación de llave pública vs la de secreto compartido

- El Tag generado con algoritmo de llave pública es llamado firma digital
- El de llave pública tiene menos secretos
- Es más fácil perder el secreto en un algoritmo de llave compartida

Distribución de llaves

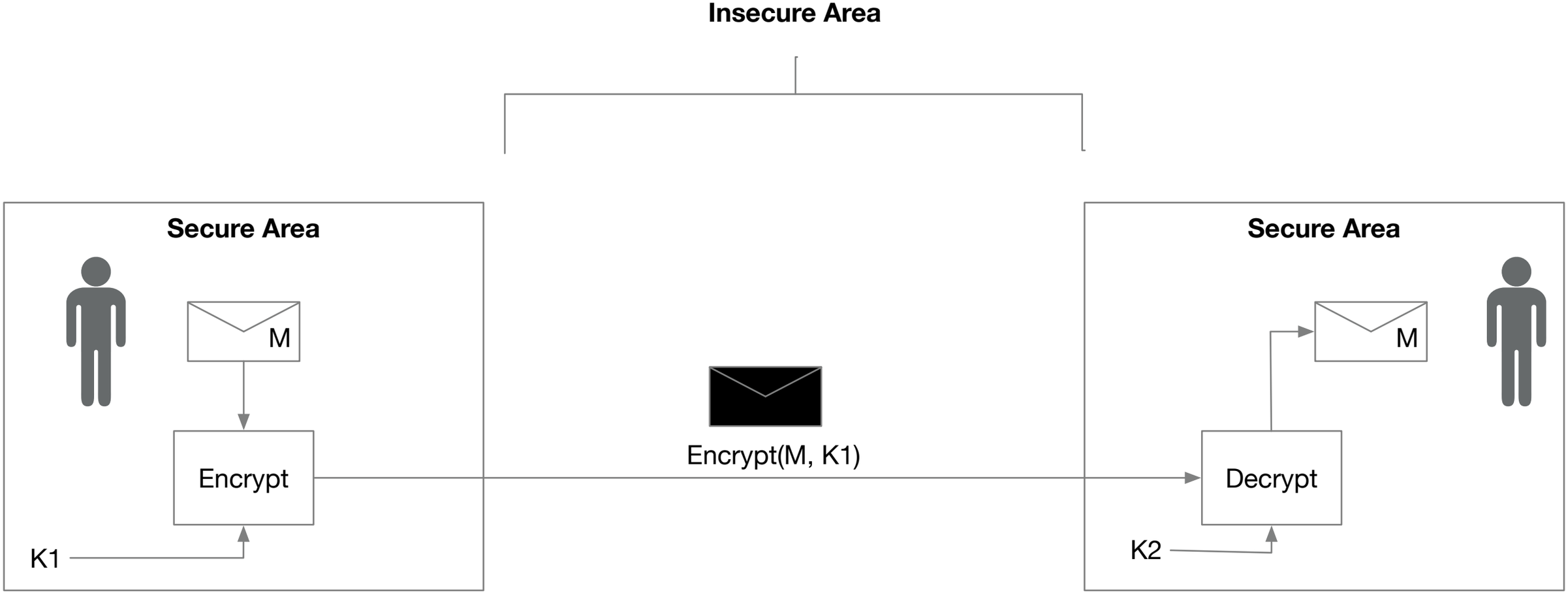
- Las llaves son públicas
- Pero el mecanismo de distribución debe ser confidencial y autenticado.
- El truco es tener otras llaves ya distribuidas físicamente (e.g., Browsers)
- Generalmente se usa un tercero confiable

Agenda

- Introducción a los sistemas seguros
- Autenticación de principals
- Autenticación de mensajes
- **Confidencialidad de mensajes**
- Protocolos de seguridad
- Autorización

Confidencialidad de mensajes

Confidencialidad de Mensajes Usando Cifrado



Propiedades de los procesos ENCRYPT y DECRYPT

- C = ENCRYPT(M,K1)
- M’=DECRYPT(C,K2)
- Debe ser difícil computar Ks, M’ o M conociendo ejemplos de partes individuales.
- Algoritmos pueden ser públicos

Asegurando Confidencialidad y Autenticación

- Si quiero confidencialidad, solo cifro el mensajes
- Si quiero autenticación, solo firmo el mensaje
- Si quiero autenticación y confidencialidad, primero cifro y luego firmo el mensaje
  - SIGN (ENCRYPT (M, $K_{encrypt}$), K_{sign}))
  - OJO $K_{encrypt}$, K_{sign} son diferentes

Se puede usar el cifrado para la autenticación?

- No
- Se considera inseguro
- Son conceptos ortogonales y separados
- No confié en su intuición cuando diseñé sistemas de seguridad.

Agenda

- Introducción a los sistemas seguros
- Autenticación de principals
- Autenticación de mensajes
- Confidencialidad de mensajes
- **Protocolos de seguridad**
- Autorización

Protocolos de seguridad

Ejemplo: Distribución de llaves (Public-key)

- Asumimos que Bob y Alice confían en Charles

1. Alice ⇒ Charles: {“Please give me keys for Bob”}

2. Charles ⇒ Alice: {“To communicate with Bob, use public key KBpub.”}$_{Cpriv}$

- Charles tiene rol de Certification authorithy (CA)

- Mensaje 2 se llama certificado

Ejemplo: Distribución de llaves (Shared-key)

- Asumimos que Bob y Alice confían en Charles y tienen llaves ya compartidas

1. Alice ⇒ Charles: {“Please give me keys for Bob”}
2. Charles ⇒ Alice: {{“Use temporary authentication key Ak_{AB} and temporary encryption key Ek_{AB} to talk to Bob.”}$_{AkAC}$}^{EkAC}
3. Charles ⇒ Bob: {“Use the temporary keys Ak_{AB} and Ek_{AB} to talk to Alice.”}$_{AKBC}$}^{EkBC}

- Charles tiene rol de Key Distribution Center (KDC)

Un protocolo de intercambio de llaves usando llaves públicas

- Intercambio entre un Cliente y un servidor, ambos anónimos.

- (public-key) Usando certificados y la llave pública crean un par de llaves compartidas de cifrado y de firma

- Las llaves completas no viajan por la red, se generan con algoritmos de generación (e.g., Diffie-Hellman)

- (shared-key) Una vez se garantiza la autenticación y la confidencialidad se usan las claves compartidas para cifrar y firmar.

Agenda

- Introducción a los sistemas seguros
- Autenticación de principals
- Autenticación de mensajes
- Confidencialidad de mensajes
- Protocolos de seguridad
- **Autorización**

Autorización

Operaciones de Autorización

- **Autorización:** Dar permiso a un principal para operar en un objeto.

- **Mediación:** Revisa si un principal tiene permiso de hacer una operación en un objeto

- **Revocación:** remueve un permiso dado anteriormente a un principal

El modelo de guarda simple

- Tíquets: Cada Objeto tiene una tíquet, los usuarios autorizados tienen copia del tíquet

- Listas: Cada objeto tiene una lista de los principales que tienen acceso.

- Agencia: Se puede cambiar entre modelo de tíquets y listas

- A menudo se crean grupos de protección para no crear listas de cada usuario

Ejemplo: El control de acceso en UNIX

- Principal en Unix:
  - Usuarios y Grupos, les asigna un entero de longitud fija (UID o GID)
  - root es UID 0
  - Los servicios corren en nombre de un principal (e.g., www para Apache)

Ejemplo: El control de acceso en UNIX 2

- Access Control List:
  - Todo en Unix son Archivos (Todo)
  - Unix kernel es el guarda
  - Cada archivo tiene una lista de 3 entradas:
    - Owner
    - Owner Group
    - Other
- Por cada entrada UNIX permite permisos para
  - WRITE, READ, EXECUTE
  - Ejemplo: Archivo “mybin”, UID 18, GID 20, “rwxr-xr--”

Ejemplo: El control de acceso en UNIX 3

- Autenticando usuarios:
  - Modelo: Ticket; guarda: programa de login
  - Principal: usuario; Token: password
  - Objeto: El sistema Unix
- Control de acceso
  - Modelo: Lista
  - Principal: Usuario, grupo; Token:UID,GID
  - Objeto: Archivos en el sistema

Fin