Criptografie și Securitate

- Prelegerea 1 -
Introducere. Motivație. Principii

Adela Georgescu, Ruxandra F. Olimid

Facultatea de Matematică și Informatică
Universitatea din București

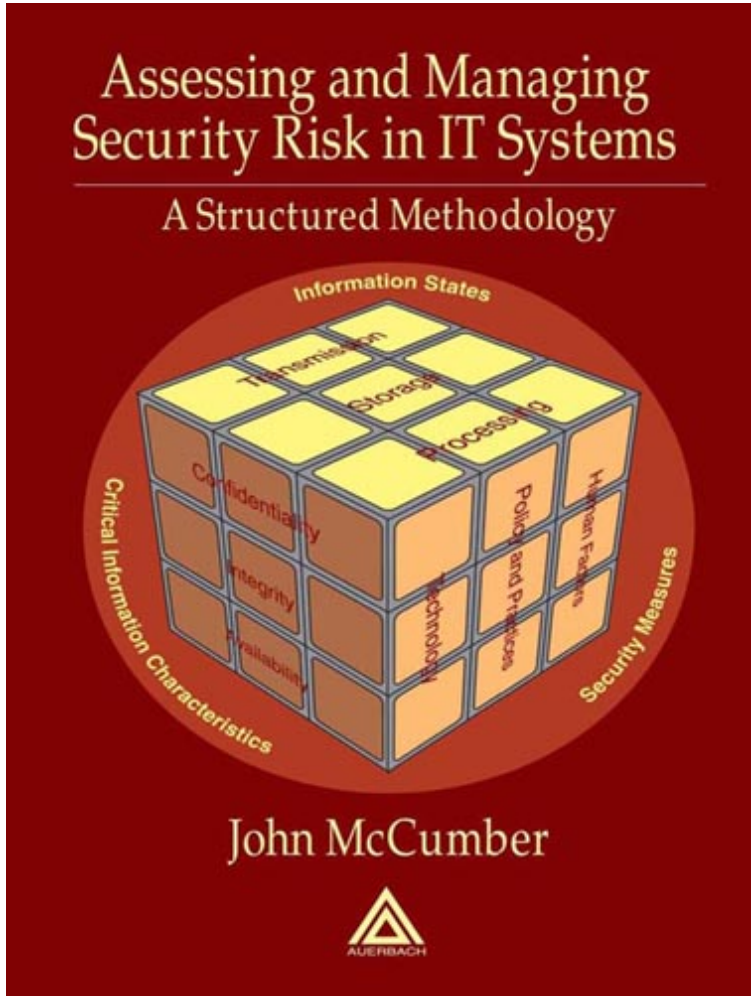
Cuprins

Ce este criptografia?

cripto + graphe (scriere) = "scriere secretă"

- *scriere secretă cu ajutorul unui cod de semne convenționale* DEX (1998), Dicționar Enciclopedic (1993)
- *the art or writing or solving codes*, The Concise Oxford Dictionary (2006)
- *the scientific study of techniques for securing digital information, transactions, and distributed computations*, J.Katz, Y.Lindell, *Introduction to Modern Cryptography* (2008)

Cubul McCumber (1991)



Obiectivele criptografiei

Confidențialitate: *păstrarea secretului informației, accesul la informația sensibilă fiind disponibilă doar persoanelor autorizate.*

Obiectivele criptografiei

Confidențialitate: *păstrarea secretului informației, accesul la informația sensibilă fiind disponibilă doar persoanelor autorizate.*

Integritate (a datelor): *eliminarea posibilității de modificare (schimbare, inserare, ștergere) neautorizată a informației.*

Obiectivele criptografiei

Confidențialitate: *păstrarea secretului informației, accesul la informația sensibilă fiind disponibilă doar persoanelor autorizate.*

Integritate (a datelor): *eliminarea posibilității de modificare (schimbare, inserare, ștergere) neautorizată a informației.*

Disponibilitate: *permiterea entităților autorizate să acceseze în timp util și fiabil informația.*

Obiectivele criptografiei

Confidențialitate: *păstrarea secretului informației, accesul la informația sensibilă fiind disponibilă doar persoanelor autorizate.*

Integritate (a datelor): *eliminarea posibilității de modificare (schimbare, inserare, ștergere) neautorizată a informației.*

Disponibilitate: *permiterea entităților autorizate să acceseze în timp util și fiabil informația.*

Autentificare: *identifică o entitate sau atestă sursa datelor.*

Obiectivele criptografiei

Confidențialitate: *păstrarea secretului informației, accesul la informația sensibilă fiind disponibilă doar persoanelor autorizate.*

Integritate (a datelor): *eliminarea posibilității de modificare (schimbare, inserare, ștergere) neautorizată a informației.*

Disponibilitate: *permiterea entităților autorizate să acceseze în timp util și fiabil informația.*

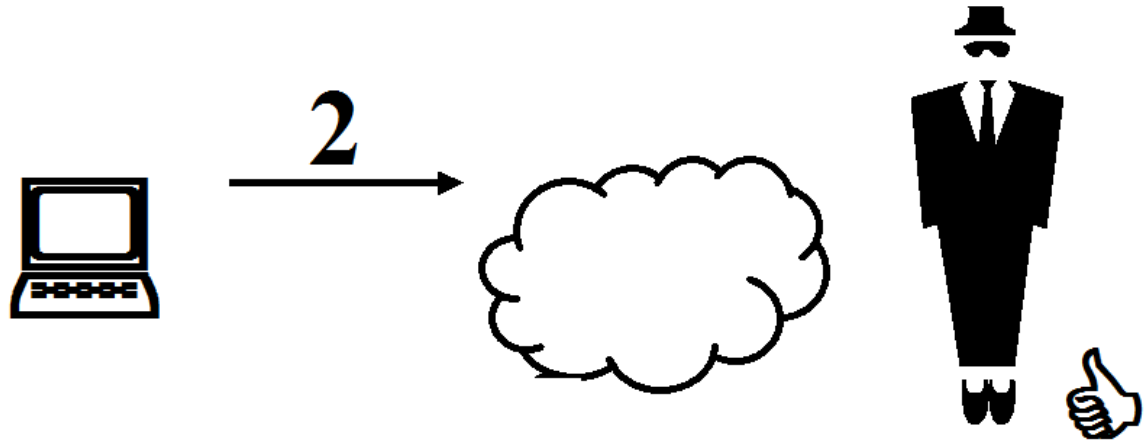
Autentificare: *identifică o entitate sau atestă sursa datelor.*

Non-repudiere: *previne negarea unor evenimente anterioare.*

Studiu de caz: Cumpărarea online a unui bilet

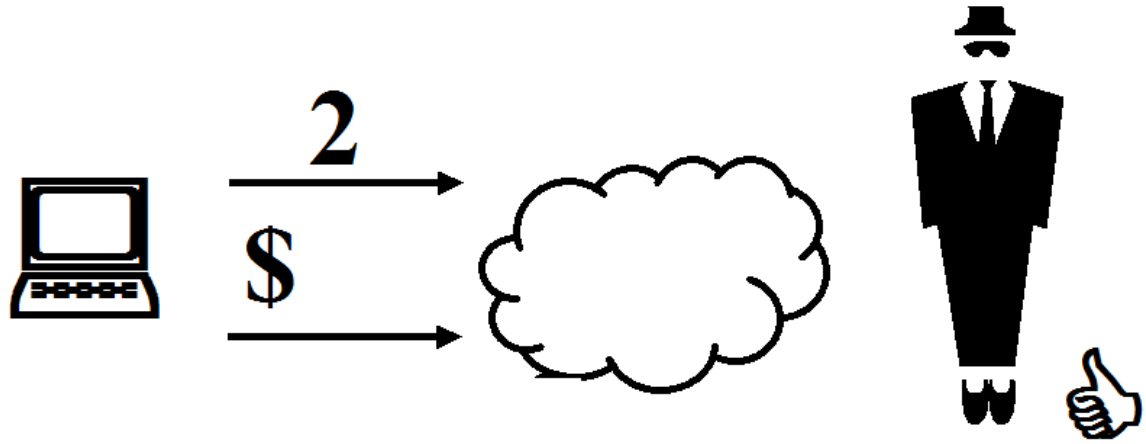
1. Un artist bun anunță un concert. Biletele sunt puse în vânzare online.

Studiu de caz: Cumpărarea online a unui bilet



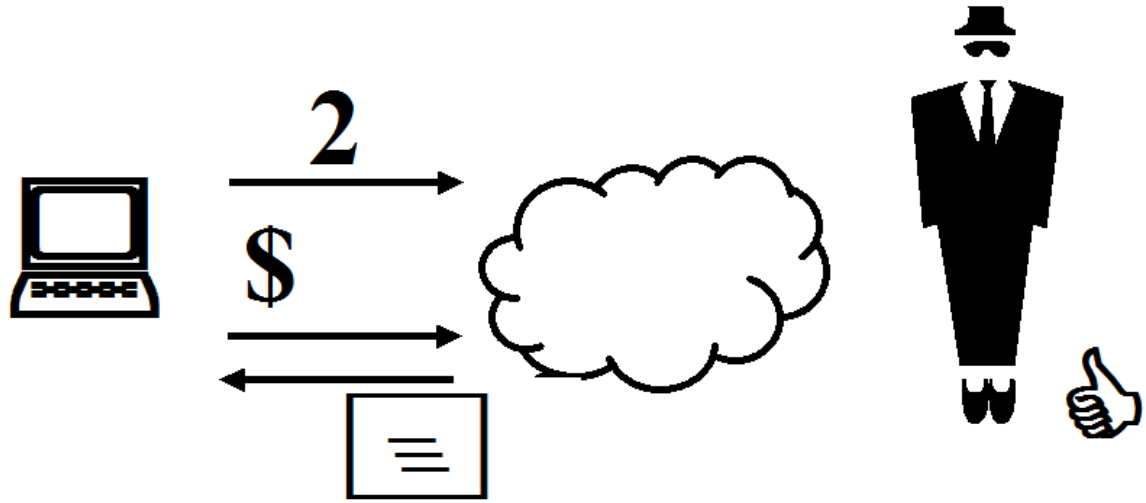
2. Vreau să cumpăr 2 bilete online.

Studiu de caz: Cumpărarea online a unui bilet



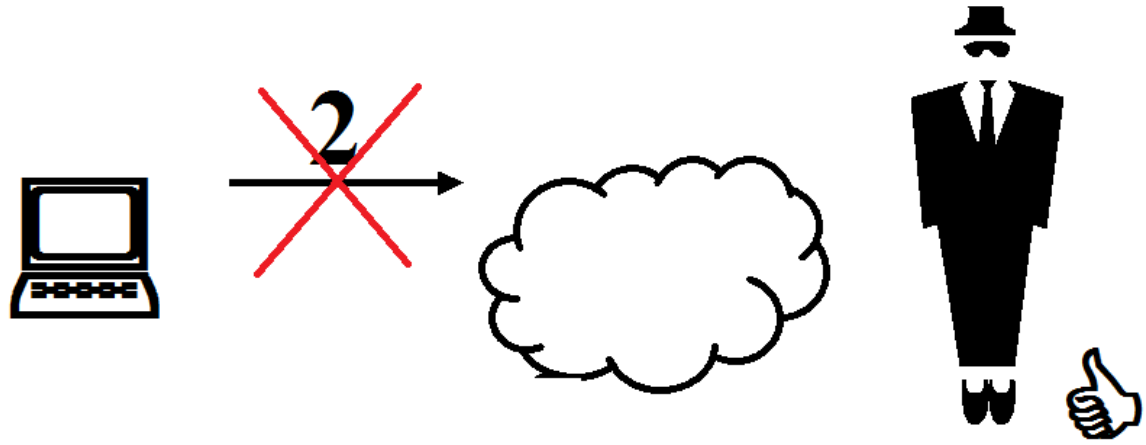
3. Fac plata electronic.

Studiu de caz: Cumpărarea online a unui bilet



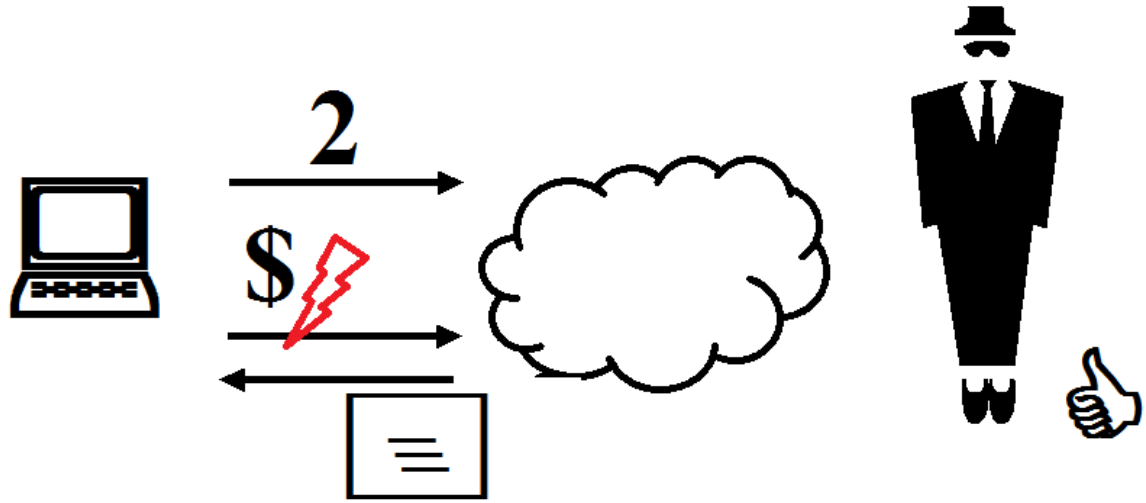
4. Primesc biletele.

Studiu de caz: Cumpărarea online a unui bilet



~~Disponibilitate:~~ Nu se poate accesa pagina web!

Studiu de caz: Cumpărarea online a unui bilet

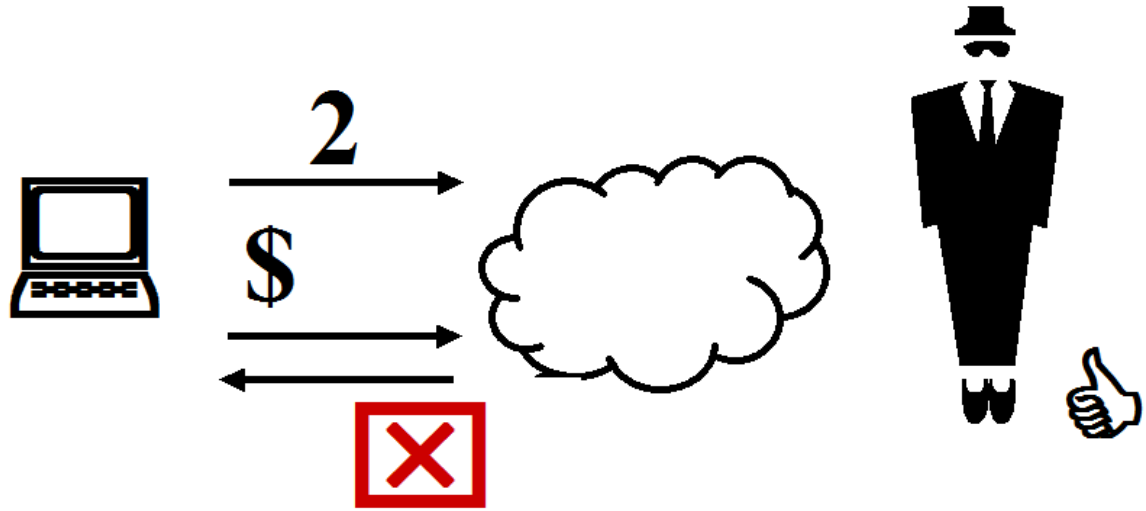


~~Confidențialitate:~~ Se află CCV (Card Code Verification)!

Studiu de caz: Cumpărarea online a unui bilet

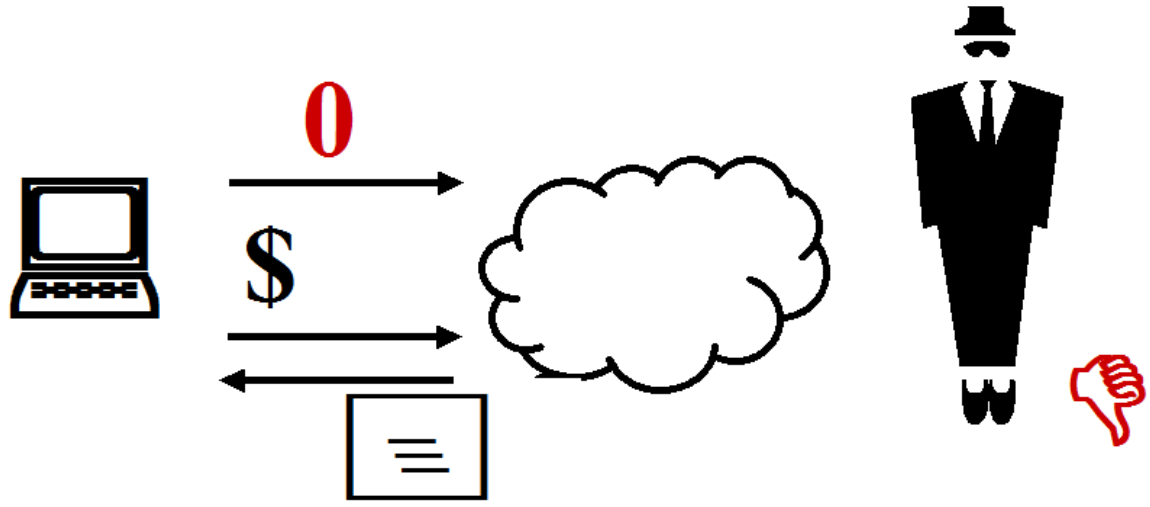
~~Integritate:~~ Se modifică cererea!

Studiu de caz: Cumpărarea online a unui bilet



~~Autentificare:~~ Biletul este invalid!

Studiu de caz: Cumpărarea online a unui bilet



~~Non-repudiere:~~ Afirm că ca nu am solicitat bilete!

Ce este criptografia?

Definitie

Criptografia este studiul tehnicilor matematice relaționate cu aspecte ale securității informației precum confidențialitatea, integritatea datelor, autentificarea entităților sau a originii datelor. [HAC6].

Utilizarea criptografiei

- comunicare securizată (criptată)
- criptarea fișierelor, a bazelor de date
- autentificarea utilizatorilor
- securizarea tranzacțiilor bancare (e-cash)
- vot electronic
- ...

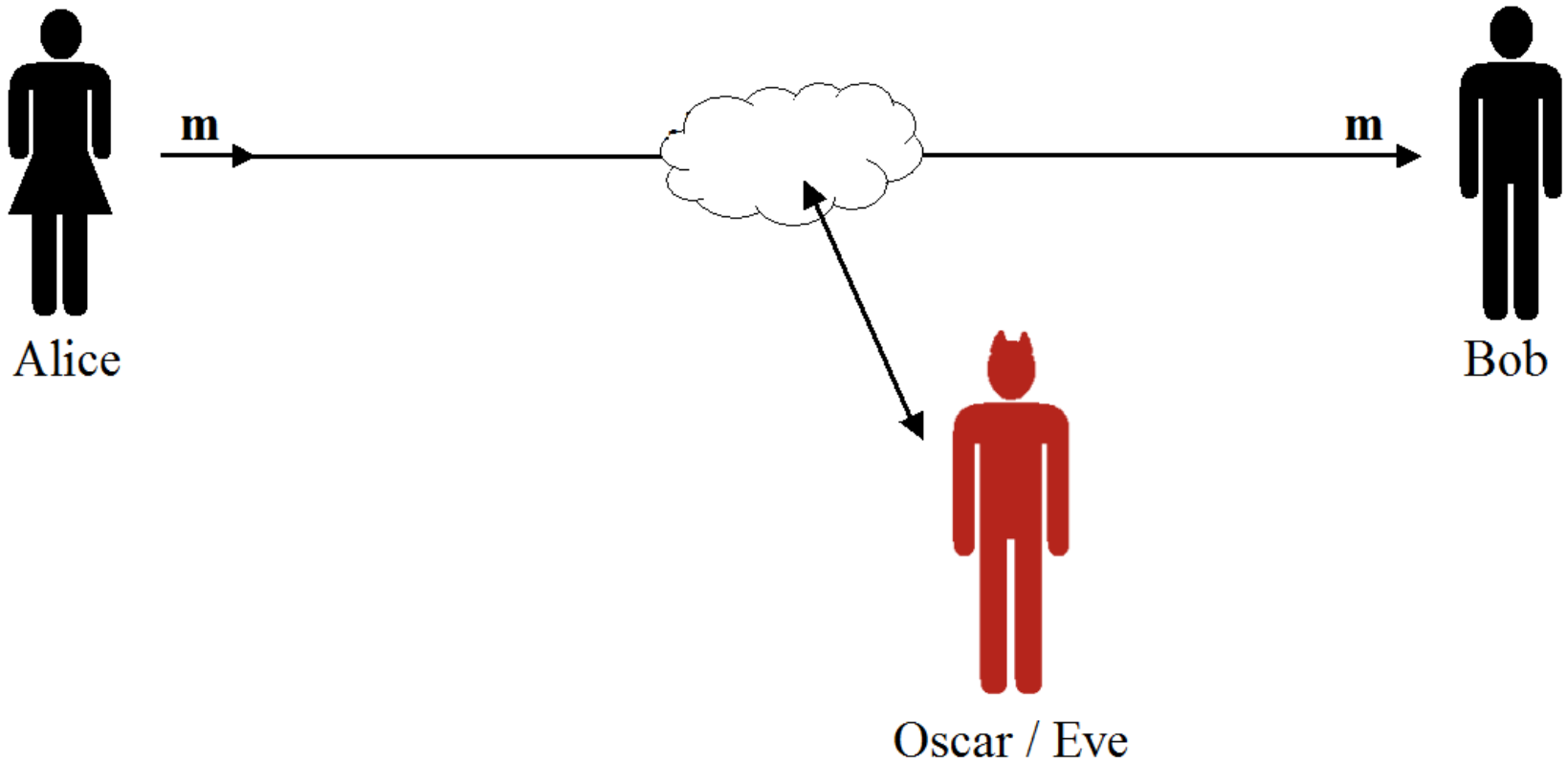
Criptarea simetrică (cu cheie privată)

Alice

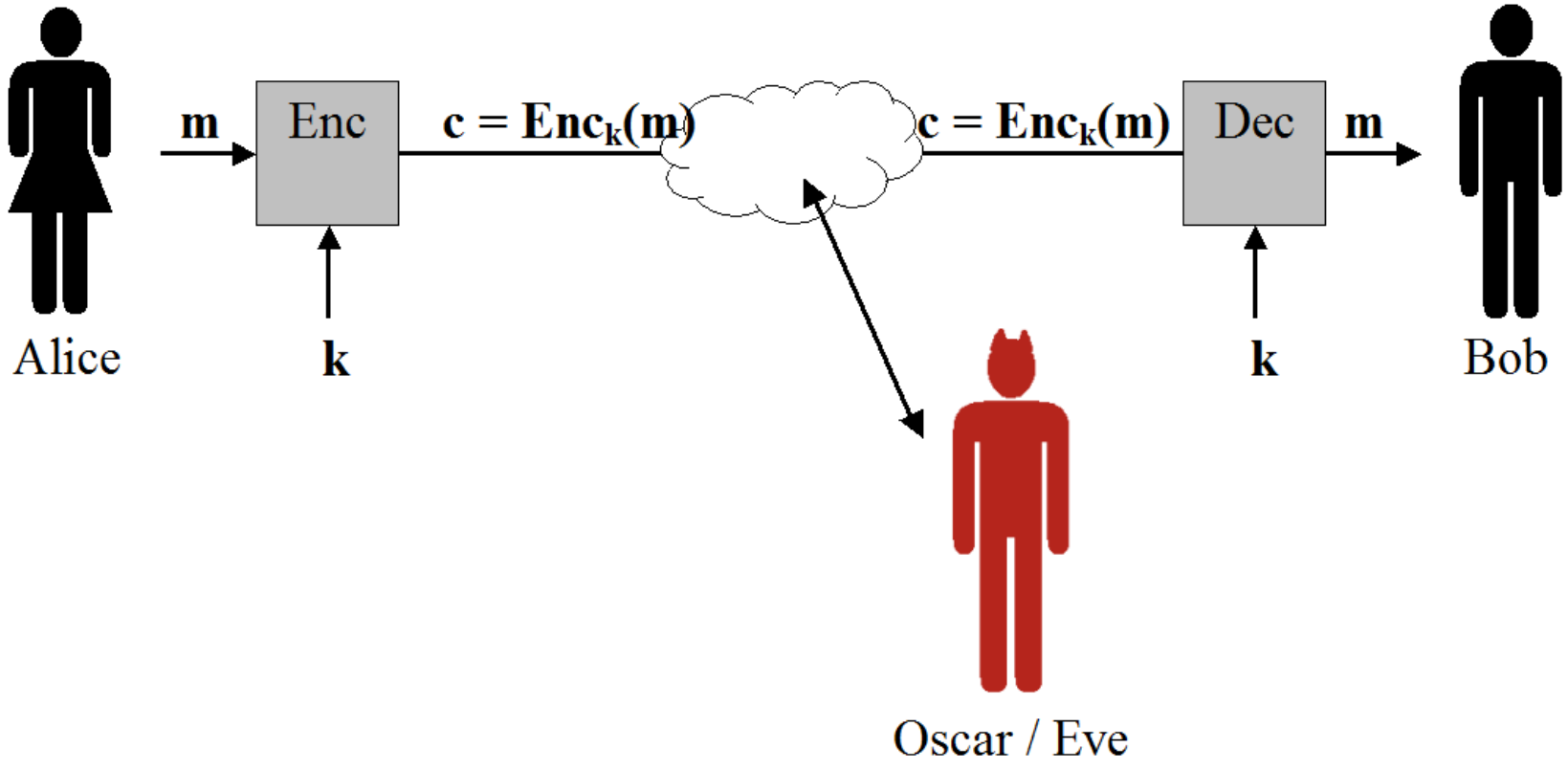
Oscar / Eve

Bob

Criptarea simetrică (cu cheie privată)



Criptarea simetrică (cu cheie privată)



Criptarea simetrică (cu cheie privată)

Definitie

Un sistem de criptare simetric definit peste $(\mathcal{K}, \mathcal{M}, \mathcal{C})$*, cu:*

- $\mathcal{K}$ = *spațiul cheilor*
- $\mathcal{M}$ = *spațiul textelor clare (mesaje)*
- $\mathcal{C}$ = *spațiul textelor criptate*

este un dublet $(\mathrm{Enc}, \mathrm{Dec})$*, unde:*

1. $\mathrm{Enc} : \mathcal{K} \times \mathcal{M} \to \mathcal{C}$
2. $\mathrm{Dec} : \mathcal{K} \times \mathcal{C} \to \mathcal{M}$

a.î. $\forall m \in \mathcal{M}, k \in \mathcal{K} : Dec_k(Enc_k(m)) = m$.

Terminologie

- Mesajul în forma originară se numește text clar;

Terminologie

- Mesajul în forma originară se numește text clar;
- Expeditorul rescrie mesajul folosind un sistem de criptare, adică îl criptează și obține un text criptat;

Terminologie

- Mesajul în forma originară se numește text clar;
- Expeditorul rescrie mesajul folosind un sistem de criptare, adică îl criptează și obține un text criptat;
- Destinatarul îl decriptează cunoscând metoda folosită pentru criptare;

Terminologie

- Mesajul în forma originară se numește text clar;
- Expeditorul rescrie mesajul folosind un sistem de criptare, adică îl criptează și obține un text criptat;
- Destinatarul îl decriptează cunoscând metoda folosită pentru criptare;
- Procesul de determinare a cheii aferente unui sistem de criptare, cunoscând doar textul criptat (eventual și alte informații auxiliare) se numește criptanaliză;

Terminologie

- Mesajul în forma originară se numește text clar;
- Expeditorul rescrie mesajul folosind un sistem de criptare, adică îl criptează și obține un text criptat;
- Destinatarul îl decriptează cunoscând metoda folosită pentru criptare;
- Procesul de determinare a cheii aferente unui sistem de criptare, cunoscând doar textul criptat (eventual și alte informații auxiliare) se numește criptanaliză;
- Decriptarea și criptanaliza au același scop: găsirea textului clar; diferența constă în faptul că la criptanaliză nu se cunoaște cheia de decriptare.

Scenarii de atac

- Atac cu text criptat: Atacatorul știe doar *textul criptat* - poate încerca un atac prin forță brută prin care se parcurg toate cheile până se găsește cea corectă;

Scenarii de atac

- Atac cu text criptat: Atacatorul știe doar *textul criptat* - poate încerca un atac prin forță brută prin care se parcurg toate cheile până se găsește cea corectă;
- Atac cu text clar: Atacatorul cunoaște una sau mai multe perechi *(text clar, text criptat)*;

Scenarii de atac

- Atac cu text criptat: Atacatorul știe doar *textul criptat* - poate încerca un atac prin forță brută prin care se parcurg toate cheile până se găsește cea corectă;
- Atac cu text clar: Atacatorul cunoaște una sau mai multe perechi *(text clar, text criptat)*;
- Atac cu text clar ales: Atacatorul poate obține criptarea unor texte clare alese de el;

Scenarii de atac

- Atac cu text criptat: Atacatorul știe doar *textul criptat* - poate încerca un atac prin forță brută prin care se parcurg toate cheile până se găsește cea corectă;
- Atac cu text clar: Atacatorul cunoaște una sau mai multe perechi *(text clar, text criptat)*;
- Atac cu text clar ales: Atacatorul poate obține criptarea unor texte clare alese de el;
- Atac cu text criptat ales: Atacatorul are posibilitatea să obțină decriptarea unor texte criptate alese de el.

Dimensiunea cheii

Estimarea timpului de succes pentru un atac de tip *forță brută* asupra unui sistem de criptare *simetric*:

Lungime cheie (biți)	Securitate estimată
56 - 64	termen scurt (ore sau zile)
112 - 128	termen lung (în absența calculatoarelor cuantice)
256	termen lung (în prezenta calculatoarelor cuantice, folosind algoritmii cunoscuți)

Principiile lui Kerckhoffs

A. Kerckhoffs (1835 - 1903): *La Cryptographie Militaire* în *Journal des sciences militaires* (ian.1883)

Principiile lui Kerckhoffs

A. Kerckhoffs (1835 - 1903): *La Cryptographie Militaire* în *Journal des sciences militaires* (ian.1883)

1. Sistemul trebuie să fie practic, dacă nu matematic, indescifrabil.

Principiile lui Kerckhoffs

A. Kerckhoffs (1835 - 1903): *La Cryptographie Militaire* în *Journal des sciences militaires* (ian.1883)

1. Sistemul trebuie să fie practic, dacă nu matematic, indescifrabil.
2. Principiul lui Kerckhoffs: Sistemul nu trebuie să fie secret, poate să cadă ușor în mâinile adversarului (i.e. securitatea unui sistem de criptare nu constă decât în menținerea secretă a cheii).

Principiile lui Kerckhoffs

A. Kerckhoffs (1835 - 1903): *La Cryptographie Militaire* în *Journal des sciences militaires* (ian.1883)

1. Sistemul trebuie să fie practic, dacă nu matematic, indescifrabil.
2. Principiul lui Kerckhoffs: Sistemul nu trebuie să fie secret, poate să cadă ușor în mâinile adversarului (i.e. securitatea unui sistem de criptare nu constă decât în menținerea secretă a cheii).
3. Cheia trebuie să fie comunicată și menținută fără a fi notată, schimbată sau modificată la cererea corespondenților.

Principiile lui Kerckhoffs

A. Kerckhoffs (1835 - 1903): *La Cryptographie Militaire* în *Journal des sciences militaires* (ian.1883)

1. Sistemul trebuie să fie practic, dacă nu matematic, indescifrabil.
2. Principiul lui Kerckhoffs: Sistemul nu trebuie să fie secret, poate să cadă ușor în mâinile adversarului (i.e. securitatea unui sistem de criptare nu constă decât în menținerea secretă a cheii).
3. Cheia trebuie să fie comunicată și menținută fără a fi notată, schimbată sau modificată la cererea corespondenților.
4. Sistemul trebuie să fie compatibil cu comunicarea telegrafică.

Principiile lui Kerckhoffs

A. Kerckhoffs (1835 - 1903): *La Cryptographie Militaire* în *Journal des sciences militaires* (ian.1883)

1. Sistemul trebuie să fie practic, dacă nu matematic, indescifrabil.
2. Principiul lui Kerckhoffs: Sistemul nu trebuie să fie secret, poate să cadă ușor în mâinile adversarului (i.e. securitatea unui sistem de criptare nu constă decât în menținerea secretă a cheii).
3. Cheia trebuie să fie comunicată și menținută fără a fi notată, schimbată sau modificată la cererea corespondenților.
4. Sistemul trebuie să fie compatibil cu comunicarea telegrafică.
5. Sistemul trebuie să fie portabil și să nu necesite mai mult de o persoană.

Principiile lui Kerckhoffs

A. Kerckhoffs (1835 - 1903): *La Cryptographie Militaire* în *Journal des sciences militaires* (ian.1883)

1. Sistemul trebuie să fie practic, dacă nu matematic, indescifrabil.
2. Principiul lui Kerckhoffs: Sistemul nu trebuie să fie secret, poate să cadă ușor în mâinile adversarului (i.e. securitatea unui sistem de criptare nu constă decât în menținerea secretă a cheii).
3. Cheia trebuie să fie comunicată și menținută fără a fi notată, schimbată sau modificată la cererea corespondenților.
4. Sistemul trebuie să fie compatibil cu comunicarea telegrafică.
5. Sistemul trebuie să fie portabil și să nu necesite mai mult de o persoană.
6. Având în vedere circumstanțele în care este utilizat, sistemul trebuie să fie ușor de utilizat, fără să necesite aplicarea multor reguli.

`http://www.petitcolas.net/fabien/kerckhoffs/index.html`

Principiile lui Kerckhoffs

Întrebare: Care principii rămân valabile?

Principiile lui Kerckhoffs

Principiul lui Kerckhoffs. *Sistemul nu trebuie să fie secret, poate să cadă ușor în mâinile adversarului (i.e. securitatea unui sistem de criptare nu constă decât în menținerea secretă a cheii).*

Principiile lui Kerckhoffs

Principiul lui Kerckhoffs. *Sistemul nu trebuie să fie secret, poate să cadă ușor în mâinile adversarului (i.e. securitatea unui sistem de criptare nu constă decât în menținerea secretă a cheii).*

- este mai ușor de păstrat o *cheie secretă* decât un *algoritm secret*;
- este mai ușor de schimbat o *cheie compromisă* decât un *algoritm compromis*;
- permite standardizarea algoritmilor de criptare.

Cursul își propune:

- familiarizarea cu conceptele de bază și principiile criptografiei

Cursul își propune:

- familiarizarea cu conceptele de bază și principiile criptografiei
- cunoașterea primitivelor criptografice

Cursul își propune:

- familiarizarea cu conceptele de bază și principiile criptografiei
- cunoașterea primitivelor criptografice
- defininirea unor modele de securitate

Cursul își propune:

- familiarizarea cu conceptele de bază și principiile criptografiei
- cunoașterea primitivelor criptografice
- defininirea unor modele de securitate
- utilizarea corectă a primitivelor și sistemelor criptografice

Cursul își propune:

- familiarizarea cu conceptele de bază și principiile criptografiei
- cunoașterea primitivelor criptografice
- defininirea unor modele de securitate
- utilizarea corectă a primitivelor și sistemelor criptografice
- analizarea securității unor sisteme (gandește ca un atacator!)

Cursul își propune:

- familiarizarea cu conceptele de bază și principiile criptografiei
- cunoașterea primitivelor criptografice
- defininirea unor modele de securitate
- utilizarea corectă a primitivelor și sistemelor criptografice
- analizarea securității unor sisteme (gandește ca un atacator!)
- studiul unor sisteme criptografice folosite in practică : AES, RSA, ...

Cursul NU își propune:

- conceperea unor sisteme sigure:

  NU există un sistem informațional 100% sigur!

Cursul NU își propune:

- conceperea unor sisteme sigure:

  NU există un sistem informațional 100% sigur!

  "...the mathematics is impeccable, the computers are vincible, the networks are lousy, and the people are abysmal."

  (Bruce Schneier, Secrets and Lies: Digital Security in a Networked World)

Cursul NU își propune:

- conceperea unor sisteme sigure:

  NU există un sistem informațional 100% sigur!

  "...the mathematics is impeccable, the computers are vincible, the networks are lousy, and the people are abysmal."
  (Bruce Schneier, Secrets and Lies: Digital Security in a Networked World)

- spargerea sistemelor informaționale (hacking)

Cursul NU își propune:

- conceperea unor sisteme sigure:

  NU există un sistem informațional 100% sigur!

  "...the mathematics is impeccable, the computers are vincible, the networks are lousy, and the people are abysmal."
  (Bruce Schneier, Secrets and Lies: Digital Security in a Networked World)

- spargerea sistemelor informaționale (hacking)
- studiul malware (MALicious softWARE): viruși, troieni, ...

Cursul NU își propune:

- conceperea unor sisteme sigure:

  NU există un sistem informațional 100% sigur!

  "...the mathematics is impeccable, the computers are vincible, the networks are lousy, and the people are abysmal."
  (Bruce Schneier, Secrets and Lies: Digital Security in a Networked World)

- spargerea sistemelor informaționale (hacking)
- studiul malware (MALicious softWARE): viruși, troieni, ...
- studiul unor atacuri practice (side channel attacks)

Important de reținut!

- Terminologia (criptografie, criptanaliză, mesaj clar, mesaj criptat, criptare, decriptare, ...)
- Personajele (Alice, Bob, Oscar / Eve)
- Principiul lui Kerckhoffs
- Definiția sistemelor de criptare (simetrice)