

Criptografie și Securitate

- Prelegerea 3 -

Principiile de baza ale criptografiei moderne

Adela Georgescu, Ruxandra F. Olimid

Facultatea de Matematică și Informatică
Universitatea din București

Cuprins

1. Principiul 1 - Formularea riguroasă a definițiilor de securitate
2. Principiile 2 & 3 - Prezumptii și demonstrații de securitate

Criptografia modernă

- ▶ reprezintă o trecere de la criptografia (istorică) ca *artă* (până în anii '75) la criptografia ca *știință* (după anii '75)
- ▶ trei principii importante pe care se bazează **criptografia modernă** spre deosebire de **criptografia clasică** (istorică)

Criptografia modernă

- ▶ reprezintă o trecere de la criptografia (istorică) ca *artă* (până în anii '75) la criptografia ca *știință* (după anii '75)
- ▶ trei principii importante pe care se bazează **criptografia modernă** spre deosebire de **criptografia clasică** (istorică)
 - ▶ **Principiul 1** - orice problemă criptografică necesită o **definiție** clară și riguroasă

Criptografia modernă

- ▶ reprezintă o trecere de la criptografia (istorică) ca *artă* (până în anii '75) la criptografia ca *știință* (după anii '75)
- ▶ trei principii importante pe care se bazează **criptografia modernă** spre deosebire de **criptografia clasică** (istorică)
 - ▶ **Principiul 1** - orice problemă criptografică necesită o **definiție** clară și riguroasă
 - ▶ **Principiul 2** - securitatea primitivelor criptografice se bazează pe **prezumții** clare de securitate (de regulă, probleme dificile de teoria numerelor)

Criptografia modernă

- ▶ reprezintă o trecere de la criptografia (istorică) ca *artă* (până în anii '75) la criptografia ca *știință* (după anii '75)
- ▶ trei principii importante pe care se bazează **criptografia modernă** spre deosebire de **criptografia clasică** (istorică)
 - ▶ **Principiul 1** - orice problemă criptografică necesită o **definiție** clară și riguroasă
 - ▶ **Principiul 2** - securitatea primitivelor criptografice se bazează pe **prezumții** clare de securitate (de regulă, probleme dificile de teoria numerelor)
 - ▶ **Principiul 3** - orice construcție criptografică trebuie să fie însoțită de o **demonstrație de securitate** conform principiilor anterioare

Principiul 1 - Formularea riguroasă a definițiilor de securitate

Necesitatea definițiilor exacte:

Principiul 1 - Formularea riguroasă a definițiilor de securitate

Necesitatea definițiilor exacte:

- ▶ vrem să construim un sistem de criptare sigur; dacă nu știm exact ce vrem să obținem, cum ne putem da seama dacă sau când ne-am atins scopul?

Principiul 1 - Formularea riguroasă a definițiilor de securitate

Necesitatea definițiilor exacte:

- ▶ vrem să construim un sistem de criptare sigur; dacă nu știm exact ce vrem să obținem, cum ne putem da seama dacă sau când ne-am atins scopul?
- ▶ vrem să folosim o schema de criptare într-un sistem mai mare; cum știm ce schema să alegem sau care ni se potrivește?

Principiul 1 - Formularea riguroasă a definițiilor de securitate

Necesitatea definițiilor exacte:

- ▶ vrem să construim un sistem de criptare sigur; dacă nu știm exact ce vrem să obținem, cum ne putem da seama dacă sau când ne-am atins scopul?
- ▶ vrem să folosim o schema de criptare într-un sistem mai mare; cum știm ce schema să alegem sau care ni se potrivește?
- ▶ fiind date două scheme, cum le putem compara? eficiența nu este un criteriu suficient;

Principiul 1 - Formularea riguroasă a definițiilor de securitate

Necesitatea definițiilor exacte:

- ▶ vrem să construim un sistem de criptare sigur; dacă nu știm exact ce vrem să obținem, cum ne putem da seama dacă sau când ne-am atins scopul?
- ▶ vrem să folosim o schema de criptare într-un sistem mai mare; cum știm ce schema să alegem sau care ni se potrivește?
- ▶ fiind date două scheme, cum le putem compara? eficiența nu este un criteriu suficient;
- ▶ NU ne putem baza pe o idee intuitivă a ceea ce înseamnă securitatea;

Principiul 1 - Formularea riguroasă a definițiilor de securitate

Necesitatea definițiilor exacte:

- ▶ vrem să construim un sistem de criptare sigur; dacă nu știm exact ce vrem să obținem, cum ne putem da seama dacă sau când ne-am atins scopul?
- ▶ vrem să folosim o schema de criptare într-un sistem mai mare; cum știm ce schema să alegem sau care ni se potrivește?
- ▶ fiind date două scheme, cum le putem compara? eficiența nu este un criteriu suficient;
- ▶ NU ne putem baza pe o idee intuitivă a ceea ce înseamnă securitatea;
- ▶ **Atenție!** Formalizarea definițiilor **nu** este o sarcină trivială.

Un exemplu: criptarea sigură

- Cum ați defini noțiunea de schemă de criptare sigură?
Posibile răspunsuri:(sunt corecte?)

Un exemplu: criptarea sigură

- Cum ați defini noțiunea de schemă de criptare sigură?

Posibile răspunsuri:(sunt corecte?)

1. Nici un adversar nu poate găsi **cheia secretă** fiind dat un text criptat.

Un exemplu: criptarea sigură

- Cum ați defini noțiunea de schemă de criptare sigură?

Posibile răspunsuri:(sunt corecte?)

1. Nici un adversar nu poate găsi **cheia secretă** fiind dat un text criptat.
2. Nici un adversar nu poate găsi **textul clar** corespunzător unui text criptat.

Un exemplu: criptarea sigură

- Cum ați defini noțiunea de schemă de criptare sigură?

Posibile răspunsuri:(sunt corecte?)

1. Nici un adversar nu poate găsi **cheia secretă** fiind dat un text criptat.
2. Nici un adversar nu poate găsi **textul clar** corespunzător unui text criptat.
3. Nici un adversar nu poate determina nici măcar un **caracter** (o literă) din textul clar corespunzător unui text criptat.

Un exemplu: criptarea sigură

- Cum ați defini noțiunea de schemă de criptare sigură?

Posibile răspunsuri:(sunt corecte?)

1. Nici un adversar nu poate găsi **cheia secretă** fiind dat un text criptat.
2. Nici un adversar nu poate găsi **textul clar** corespunzător unui text criptat.
3. Nici un adversar nu poate determina nici măcar un **caracter** (o literă) din textul clar corespunzător unui text criptat.
4. Nici un adversar nu poate determina **informații cu sens** din textul clar corespunzător unui text criptat.

Un exemplu: criptarea sigură

- Cum ați defini noțiunea de schemă de criptare sigură?

Posibile răspunsuri:(sunt corecte?)

1. Nici un adversar nu poate găsi **cheia secretă** fiind dat un text criptat.
2. Nici un adversar nu poate găsi **textul clar** corespunzător unui text criptat.
3. Nici un adversar nu poate determina nici măcar un **caracter** (o literă) din textul clar corespunzător unui text criptat.
4. Nici un adversar nu poate determina **informații cu sens** din textul clar corespunzător unui text criptat.

Răspuns corect:

- Nici un adversar nu poate calcula nici **o funcție de textul clar** pornind de la textul criptat.

Un exemplu: criptarea sigură

- Cum ați defini noțiunea de schemă de criptare sigură?

Posibile răspunsuri:(sunt corecte?)

1. Nici un adversar nu poate găsi **cheia secretă** fiind dat un text criptat.
2. Nici un adversar nu poate găsi **textul clar** corespunzător unui text criptat.
3. Nici un adversar nu poate determina nici măcar un **caracter** (o literă) din textul clar corespunzător unui text criptat.
4. Nici un adversar nu poate determina **informații cu sens** din textul clar corespunzător unui text criptat.

Răspuns corect:

- Nici un adversar nu poate calcula nici **o funcție de textul clar** pornind de la textul criptat.

- ▶ Definiția corectă de securitate → prezentare matematică și formală
- ▶ Trebuie să cuprindă:
 - (a) ce înseamnă a sparge o schemă de criptare - vezi slide-ul anterior
 - (b) de ce putere dispune adversarul:
ce acțiuni are voie să întreprindă + putere computațională

Definitie

*O schemă de criptare este **sigură** dacă nici un adversar având puterea specificată nu poate sparge schema în modul specificat.*

Principiul 2 - prezumpții de securitate și Principiul 3 - demonstrații de securitate

- ▶ majoritatea construcțiilor criptografice moderne nu pot fi demonstrate ca fiind sigure necondiționat
- ▶ fără o demonstrație riguroasă, intuiția că o schemă este corectă poate avea consecințe dezastruoase
- ▶ majoritatea demonstrațiilor folosesc o abordare reductionistă

Teorema

Construcția Y este sigură conform definiției dacă prezumpția X este adevărată.

- ▶ demonstrația va arăta cum un adversar care sparge schema Y poate încălca prezumpția X .

Important de reținut!

- ▶ Criptografia clasică → abordare ad-hoc
- ▶ Criptografia modernă → abordare riguroasă