Kriptográfia

Harmadik előadás
Klasszikus titkosítások II.

Dr. Németh L. Zoltán
SZTE, Számítástudomány Alapjai Tanszék
2012

Vernam-titkosító

- Ideális estben a kulcs ugyanolyan hosszú, mint a nyílt szöveg
- Ezt Gilbert Vernam (AT&T) javasolta 1918-ban
- Az ő rendszere bitenként dolgozik:

$$c_i = p_i \text{ XOR } k_i$$

- Ahol p_i = a nyílt szöveg i-dik bitje

k_i = a kulcs i-dik bitje

c_i = a titkosított szöveg i-dik bitje

XOR = a kizáró vagy művelet,

0 XOR 1 = 1 XOR 0 = 1

0 XOR 0 = 1 XOR 1 = 0

http://www.youtube.com/watch?v=8z1XCIxqy1M (AT&T)

A XOR művelet kedvező tulajdonságai

- XOR = „kizáró vagy” (1 XOR 1 = 0 miatt)
- Jeölni szokták még így: ⊕
- Tulajdonságai:
  x XOR y = y XOR x
  x XOR (y XOR z) = (x XOR y) XOR z
  x XOR x = 0
  x XOR 0 = x
- Ezért (x XOR y) XOR y = x, vagyis ha kétszer végezzük el a XOR-olást ugyanazzal az y-nal, visszakapjuk az eredeti x-et.

A megfejtés és a titkosítás algoritmusa megegyezik.

Példa

Nyílt szöveg:	**00**	**10**	**11**	**01**	**10**
Kulcs:	10	11	01	10	11
Titk. szöveg:	**10**	**01**	**10**	**11**	**01**
Kulcs:	10	11	01	10	11
Nyílt szöveg:	**00**	**10**	**11**	**01**	**10**

Egyszeri hozzáadásos titkosító I (one-time pad)

- ha a kulcs valóban véletlen és ugyanolyan hosszú, mint a nyílt szöveg a titkosító nem törhető fel (=feltétlenül biztonságos)
- Ezt a két feltétel azonban szigorúan be kell tartani, például nem szabad ugyanazzal a kulccsal még egyszer üzenetet titkosítani (innen az egyszeri név)
- Ezt hívják egyszeri hozzáadásos módszernek One-Time pad: OTP
- A OTP azért feltörhetelen mert a titkosított szövegnek nincs statisztikai kapcsolata a nyílt szöveggel

Egyszeri hozzáadásos titkosító II

- mivel minden nyílt-titkos szövegpárhoz létezik (pontosan) egy kulcs amivel titkosíthattuk
- ha kulcsot valóban véletlenszerűen választottuk
- nincs rá mód, hogy kitaláljuk melyik kulcs az igazi, hiszen minden elképzelhető értelmes nyíltszöveghez van egy kulcsunk.

- a gyakorlatban két nehéz probléma van vele:
  - valóban véletlen kulcsgenerálás
  - a kulcselosztás és tárolás problémája

Alkalmazása

- Ezek a gyakorlati problémák alkalmazását erősen korlátozzák.
- Csak alacsony sávszélesség és nagyon nagy biztonsági igény esetén
- Pl. Amerikai – szovjet diplomácia
  SIGSALY – IIVH-s telefonos titkosítás
- Kémek tájékoztatása:
  Numbers Station-ök
  (számokat sugárzó rádióadók)
- Ld: http://en.wikipedia.org/wiki/Numbers_station

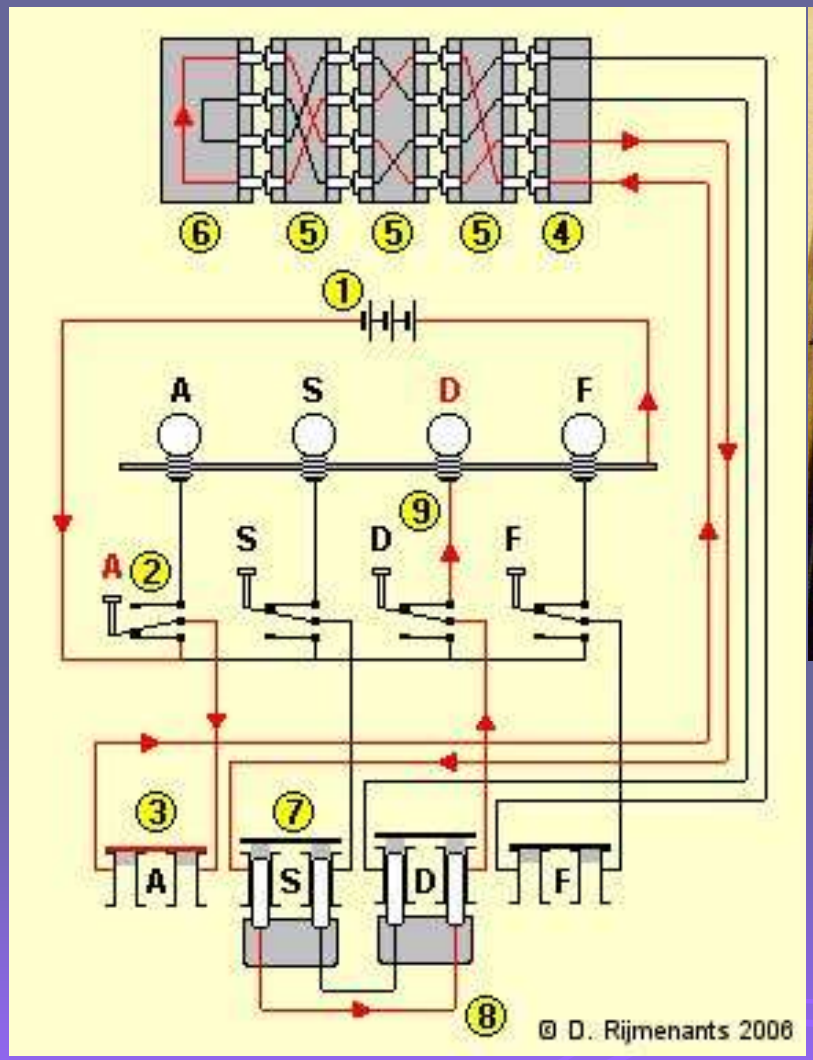
Rotoros gépek (Rotor Machines)

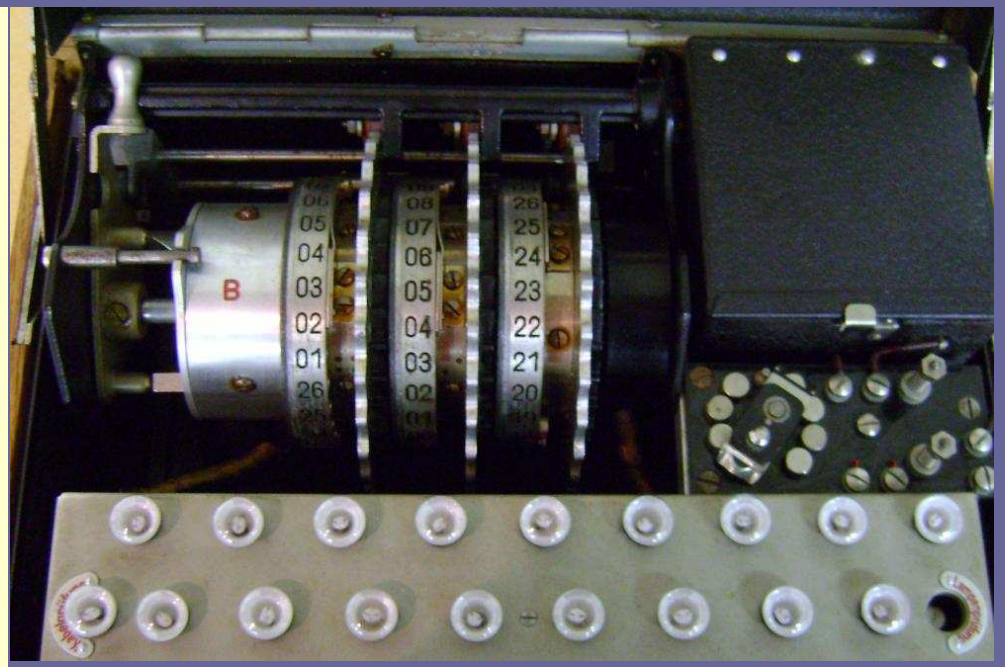
- a számítógépek és ezzel a modern titkosítók megjelenése előtt a rotoros gépek voltak a legelterjedtebb komplex titkosító eszközök
- Széles körben használták a II. világháborúban:
  - németek: Enigma, szövettségesek: Hagelin, japánok: Purple
- Igen bonyolult többábécés helyettesítések
- forgó korongok (rotorok) segítségével, melyek egy-egy egyszerű helyettesítést kódoltak, de minden betű titkosítása után **számlálószerűen különböző sebességgel forogtak**
- pl. egy 3 rotoros gép $26^3=17576$ ábécével dolgozott Működés: http://enigmaco.de/enigma/enigma.html

Az Enigma

http://en.wikipedia.org/wiki/Enigma_machine

Az Enigma működési elve





Minden betű titkosítása után a rotorok számlálószerűen forognak, ez $26^3 = 17576$ ábécés titkosítás.

A Hagelin (amerikai) és a Purlpe (japán) változat

Enigma szimulátorok

- http://cryptocellar.org/simula/

  Közülük két ajánlott példány:
- http://users.telenet.be/d.rijmenants/
- http://www.xat.nl/enigma/

Az Enigma felépítése, működése, kódkönyvek, kódolás, dekódolás bemutatása a Rijmenants szimulátorával

Keverő titkosítók
Transposition Ciphers

- a helyettesítés mellett a másik alap titkosítási módszer a keverés (pemutációk)
- a szöveg egységek (betűk/bájtok/bitek/bitcsoportok) megmaradnak
- csak a sorrendjük változik meg
- alkalmazásuk felismerhető, mert a jelek gyakoriságát nem változtatják meg.

Skitlai (scytale)

- Spártaiak használták
- katonai célokra
- a kulcs a bot átmérője

Kerítés rács elrendezés (Rail Fence cipher)

- írjuk le az üzenetet átlósan lefelé több sorba
- majd olvassuk el soronként balról jobbra haladva
- pl. (csak két sort használva)

```
m e m a t r h t g p r y
  e t e f e t e o a a t
```

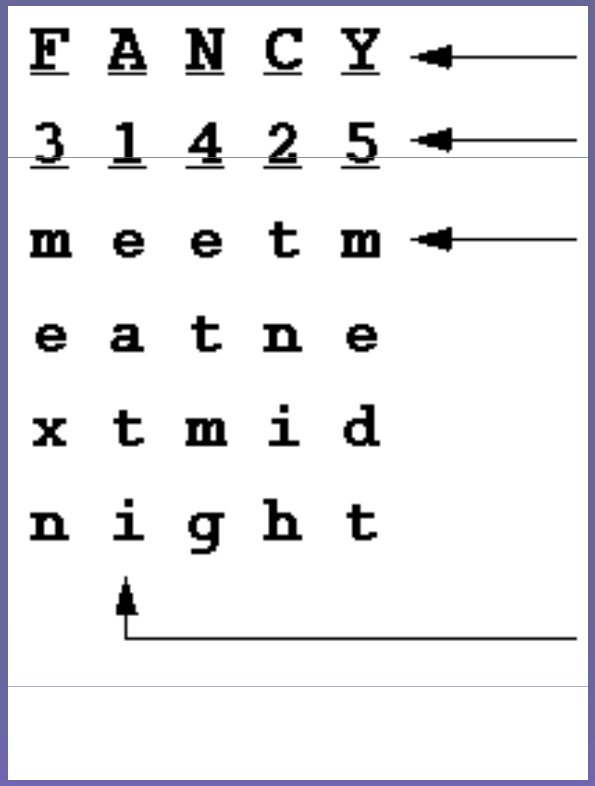
- a titkosított szöveg:

```
MEMATRHTGPRYETEFETEOAAT
```

Soronként cserélő titkosítók (Row Transposition Ciphers)

- bonyolultabb keverést kapunk, ha
- az üzenetet soronként adott számú oszlopba írjuk
- majd az oszlopokat a kulcs által megadott sorrendben olvassuk össze felülről lefelé

Oszlopok szerinti keverés



a kulcs betűi
ábécé rendjük
A nyílt szöveget **soronként írjuk**,

a titkosított szöveget **oszloponként olvassuk**, innen kezdve

Kétszer alkalmazva 10 betűs kulcsokkal egészen erős csak ceruzát igénylő módszer.

Duplán keverő titkosító

Még biztonságosabb titkosításhoz jutunk, ha

- Ha az előző keverést kétszer végezzük el, különböző kulcsokkal (azaz permutációkkal)
- A kulcsok által meghatározott permutációja az oszlopoknak különböző elemszámú
- véletlen betűkkel töltjük ki az üzenet végét, hogy teljes sorokat kapjunk

A permutációkat jelszavak segítségével is elő lehet állítani. Ld.

- Cryptool Permutation/Transposition Cipher
- Duplán keverő titkosítás (gyakorlat)

Produkciós titkosítók (Product Ciphers)

- sem a helyettesítő, sem a keverő titkosítók nem biztonságokat, a nyelv jellegzetességei miatt
- ötlet:alkalmazzuk őket egymás után, hogy erősebb titkosításhoz jussunk, de:
  - két helyettesítés eredménye egy újabb (általában komplexebb) helyettesítés
  - két keverés egymásutánja továbbra is egy újabb keverés
  - de ha a keveréseket és a helyettesítéseket egymás után váltogatjuk (esetleg többször) valóban erősebb titkosításhoz jutunk
- a különböző elvű titkosítások keverése vezet a modern szimmetrikus módszerekhez (DES, AES, stb.)

Titkosítók generációi

- Első generáció: XVI-XVII. századig, főleg egyábécés helyettesítések (pl. Caesar)
- Második generáció: XVI-XIX században, többábécés helyettesítések (pl. Vigenére)
- Harmadik generáció: XX sz. elejétől Mechanikus és elektromechanikus eszközök (pl. Enigma, Hagelin, Putple, Sigaba)
- Negyedik generáció: a XX. század második felétől produkciós titkosítók, számítógépekkel (pl. DES, Triple DES, Idea, AES)
- Ötödik gemneráció: kvantumelvű titkosítások, sikeres kisérletek vannak rá, de gyakorlati alkalmazásuk ma még futurisztikus ötletnek tűnhet

Felhasznált irodalom

- Virrasztó Tamás: Titkosítás és adatrejtés: Biztonságos kommunikáció és algoritmikus adatvédelem, NetAcademia Kft., Budapest, 2004. Online elérhető: http://www.netacademia.net/book.aspx?id=1# (2. fejezet)
- William Stallings: Cryptography and Network Security, 4th Edition, Prentice Hall, 2006. (Chapter 2)
- Lawrie Brown előadás fóliái (Chapter 2)
- Alfred J. Menezes, Paul C. van Oorschot and Scott A. Vanstone : Handbook of Applied Cryptography, CRC Press, 1996, online elérhető: http://www.cacr.math.uwaterloo.ca/hac/ (Chapter 1)
- D. R. Stinson: Cryptography, Theory and Practice, Chapman & Hall/CRC, 2002 (Chapter 1)