

## Könnyű álmok (13. rész)

### A titkosítás titokzatos titkai...

**E**bben a hónapban egy kis kitérőt teszünk. Utolsó két cikkünk az Interneten leggyakrabban használt hálózati protokollok sajátosságait tárta fel. Ebbe az irányba haladva mindenképpen szót kell ejtenünk azokról a protokollokról és protokollkiegészítésekről, amelyek az átvitt adatokat valamilyen formában titkosítják. Az elkövetkező néhány cikk a titkosításról és annak gyakorlati alkalmazásairól szól. A téma elérhető szakirodalma kimerítő, sőt magyar nyelvű források is léteznek, ennek ellenére a felhasználók jelentős része úgy tekint a kriptográfiára, mint az űrtudományra – messziről. A titkosítás tudományának eredményeiben vakon bízunk, de a mögötte dolgozó algoritmusok és eljárások nagyfokú bonyolultsága visszariasztja a közelebbi ismeretségtől. Fontosnak tartjuk, hogy végre egy olyan összefoglaló szülessen, amely nem igényel komoly matematikai előképzettséget, de a fontosabb eljárások alapelveit mégis meg lehet belőle érteni. Tévedés ne essék, ez a pár oldal a tárgyalt téma pontos, mérhető adatokra alapozott leírása és bizonyítása híján csak tudományos ismeretterjesztő cikknek tekinthető. Reméljük azonban, hogy az itt leírtak sokakban kedvet ébresztenek a titkosítás tudományának behatóbb tanulmányozására. Az érdeklődők az ajánlott irodalomban minden kérdésére kimerítő választ találnak. Akik pedig nem válnak kriptográfussá, azok betekintést nyernek ebbe a komoly és érdekes tudományba. Helyezkedjenek el kényelmesen, és jó szórakozást!

#### A titkosításról általában

A titkosítás szép, hosszú története helyhiány miatt ma kimarad. Inkább foglalkozunk a gyakorlattal. Igyekszünk csak arról szólni, ami működésének megértéséhez elengedhetetlenül szükséges. Mi is a titkosítás? Az adatok titkosságával, hitelességével és védettségével foglalkozó tudomány. Két alapvető ága van: a kriptográfia, amely a korábban felvetett kérdések megoldásával foglalkozik; és a kriptanalízis, amelynek a célja a kriptográfia által adott megoldások hibáinak feltárása. A kriptográfia további két fontosabb részre osztható. Az egyik ága a titkosító algoritmusokkal foglalkozik, a másik azok használati körülményeivel, ahol ezen eljárásokat összefoglaló néven kriptográfiai protokolloknak hívják.

#### A kriptográfia alapfogalmai

A kriptográfiának, mint minden tudománynak, megvannak a saját szakkifejezései. Ezeket a későbbiek egyértelműsége és a vonatkozó szakirodalom értő tanulmányozásához elnyös megismerni. Az adatok továbbítása általában két fél között történik: a küldő (sender) és a fogadó (receiver) között. Az átvivendő szöveg eredeti formájában a nyílt szöveg (plaintext), titkosítva pedig kriptoszöveg (ciphertext). A nyílt szöveget kriptoszöveggé alakító eljárás a titkosítás (encryption), ellentéte pedig a visszafejtés (decryption). A korszerű titkosító eljárások egy vagy több úgynevezett kulcsot (key) használnak. A kulcs egy, az algoritmus által megkövetelt módon előállított, általában kis méretű adatdarab. A jó



titkosító

algoritmusok alapvető

tulajdonsága, hogy a kulcs ismerete nélkül a nyílt szöveget a kriptoszövegből még az algoritmus ismeretében sem lehet visszanyerni.

A jobb érthetőség végett szerepeljenek a kapcsolattartás lépései a fenti kifejezések használatával:

- A *küldő* egy üzenetet megbízhatatlan (lehallgatható) csatornán szeretne a *fogadónak* továbbítani.
- A *nyílt szöveget* valamilyen eljárással, a *kulcs* segítségével *titkosítja*, így előáll a *kriptoszöveg*.
- A *kriptoszöveget* már nyugodtan elküldheti a megbízhatatlan csatornán a *fogadónak*, mivel azt – reményeink szerint – más nem tudja elolvasni.
- A *fogadó* a kapott *kriptoszöveget* a *kulcs* segítségével *visszafejti* (amely nem feltétlenül egyezik meg a titkosító kulccsal), így a *nyílt szöveget* már elolvashatja.

A titkosító eljárások kezdetben semmilyen kulcsokat nem igényeltek, de a népek hamar rájöttek, hogy az ilyen eljárások megbízhatósága nem kielégítő, ráadásul megfejtésük esetén nehéz őket lecsereálni. A későbbiekben olyan eljárások kidolgozására törekedtek, ahol a titkosítás megfejtéséhez egy titkos szó vagy könyv, illetve valamilyen eszköz birtoklására is szükség volt. Az ilyen eljárások nagy előnye, hogy ha nem az algoritmus hibás, hanem csak a titkos „kulcs” vált ismertté, annak cseréjével a titkosság helyreállt. A haladó titkosító eljárások is használnak ilyen kulcsokat, de itt a kulcs már valamilyen előre meghatározott tulajdonságokkal bíró adathalmaz, amely elengedhetetlen az algoritmus végrehajtásához. A korábbi kulcsalapú módszerek mai megfelelői, a szimmetrikus titkosítási eljárások egyetlen titkos kulcsot használnak. E módszerek komoly hátránya, hogy a küldőnek és a fogadónak előre meg kell állapodnia a kulcsban. Itt a kulcs biztos továbbítása jelenti a gondot. Ennek kiküszöbölésére hozták létre az aszimmetrikus algoritmusokat, amelyek már nem igénylik a titkos kulcscserét. Mindkét félnek van egy titkos és egy nyilvános kulcsa, és ezen kulcspár segítségével meg tudják oldani a kulcscserét, adott esetben magát az adatátvitelt is. A fent leírtak kissé „matematikusabb” írásmóddal így néznek ki:

Szimmetrikus eljárások (egyetlen kulccsal)

- $E(p,k) = c$
- $D(c,k) = p$

tehát

- $D(E(p,k),k) = p$

ahol

- $E$  – titkosítás (encrypt)
- $D$  – visszafejtés (decrypt)
- $p$  – nyílt szöveg (plaintext)



1. lista Mini titkosítónk: megatitok\_3000.pl

```
#!/usr/bin/perl -w

sub help();
use Getopt::Std;
my %changetable = ( "Æ" => "a", "Ø" => "e",
↳ " " => "i", " " => "o",
↳ "o" => "o", " " => "o", "æ" => "u", "u"
=> "u", " " => "u",
↳ "`" => "a", " " => "e", "~" => "i", " "
=> "o", "O" => "o",
↳ " " => "o", " " => "u", "U" => "u", " "
=> "u" );

my %opts;
getopts("edp:", \%opts);
if (! defined($opts{p}))
{
    print("A jelsz sajnos nincs megadva.\n");
    help();
}
$pwd = $opts{p};
$plen = length($pwd);

if (! (defined($opts{e}) or defined($opts{d})))
{
    $opts{e}=1;
}
elsif (defined($opts{e}) and defined($opts{d}))
{
    print("Egyszerre nem tudok titkos tani
↳s visszafejteni.\n");
    help();
}

my $letters = 0;
while(<>)
{
    chomp;
    for ($i=0; $i<length; $i++)
    {
        my $l = lc(substr($_, $i, 1));
        if (defined($changetable{$l}))
        {
            $l = $changetable{$l};
        }

        if($l =~ /\w/)
            {
                if(defined($opts{e}))
                {
                    # encrypt
                    print(chr(((ord($l)-97 +
↳ord(substr($pwd, $letters % $plen,
↳1))-97) % 26)+97));
                }
                else
                {
                    # decrypt
                    my $char = ord($l)-97 -
↳ord(substr($pwd, $letters %
↳$plen, 1))+97;
                    if ($char < 0)
                    {
                        $char += 26;
                    }
                    print(chr($char+97));
                }
                $letters++;
            }
            else
            {
                print($l)
            }
        }
        print("\n");
    }

sub help()
{
    print <<EOF;
    HasznÆlat: de_vigenere -p <jelsz > [-e|-d]
    A program Blaise De VigenÆre titkos t
    algoritmusÆval titkos t vagy fejt
    vissza, a megadott jelsz val. A jelsz t
    a -p paramÆterben kell megadni, a
    titkos tÆshoz a -e, a visszafejtshez
    pedig a -d paramÆtert kell megadni.
    Ha egyik sincs megadva, akkor
    a program titkos t.

    EOF
    exit(1);
}
}
```

## Julius Ceasar eljárása

A következő eljárást a történelemlkönyvek szerint *Julius Caesar* alkalmazta először, ezért róla nevezték el. Meglepő módon a neve: Ceasar-féle titkosítás. Lényege a következő: a nyílt szöveg betűit úgy titkosítjuk, hogy azokat az ábécé szerint megadott betűvel eltoljuk. Ha az eltolás négy betű, akkor a nyílt szöveg „a” betűjéből a kriptoszövegben „e” betű lesz, a „b”-ből „f”, és így tovább. Ennél az algoritmusnál a kulcs az eltolás mértéke, jelen példánkban a négy. Az így kapott kriptoszöveg első ránézésre betűk összefüggéstelen halmaza. Ezt az eljárást szemlélteti az 1. ábra. Az ábrán is jól

látható azonban ennek a módszernek a hibája. Mivel a nyílt szöveg bizonyos szabályosságokat mutat, a módszer viszonylag könnyen felismerhető, megfejthető. Minden nyelvre jellemző például a betűk előfordulási valószínűsége, a betű-többszöröződések, a betűkettősök és -hármások átlagos száma. Mivel maga az alapmódszer csak a betűk számának megfelelő eltolási lehetőséget kínál, a titok próbálgatással hamar kideríthető. Ha nem egyszerűen eltoljuk a betűket, hanem a helyettesítésnél valamilyen véletlenszerű sorrendet használunk, az a próbálgatásos feltérést kissé nehezebbé teszi (a lehetőségek száma: hozzávetőleg a 25 faktoriális).

	Kis ábécé szóköz nélkül	Kis ábécé szóközzel	Ékezetes betűk szóköz nélkül
A	11,55	10,07	9,35
Á	-	-	3,72
B	2,38	2,12	1,72
C	0,63	0,54	0,60
D	1,79	1,42	1,71
E	14,26	11,86	9,71
É	-	-	3,87
F	0,94	0,83	0,88
G	3,22	2,87	3,55
H	1,68	1,37	1,23
I	5,48	4,84	4,39
J	1,05	0,90	1,21
K	5,84	5,26	5,35
L	6,23	5,44	6,30
M	3,65	3,29	3,92
N	5,47	4,69	5,47
O	6,87	6,04	4,47
Ö	-	-	2,14
P	1,09	0,88	1,04
Q	0,00	0,00	0,00
R	3,76	3,23	4,22
S	5,89	5,10	6,57
T	7,35	6,12	7,87
U	2,47	2,24	1,29
Ü	-	-	0,93
V	1,66	1,42	1,81
W	0,00	0,00	0,00
X	0,02	0,01	0,01
Y	1,92	1,64	2,21
Z	4,79	4,14	4,46
Szóköz	-	13,70	-

A magyar nyelv betűgyakoriságai 10 000 betűs újságszöveg alapján

Ezt a módszert nevezik egyábécés titkosítási módszernek. A módszer használata mellett a küldő és a fogadó oldaláról a hozzárendelési táblázatnak ismertnek kell lennie (ebben az esetben a táblázat a kulcs). A módszer hibája, hogy nem fedi el a nyílt szöveg szabályszerűségeit. Mivel minden betűírásos nyelvben meghatározhatók a betűk előfordulási valószínűségei, a titokfejtőnek nem kell próbálgatással piszmognia. Nem kell mást tennie, mint meghatározni az egyes betűk (jelek) számát a kriptoszövegben, és azok előfordulási arányai alapján a titkosítási táblázat könnyen létrehozható.

### De Vignére többábécés módszere

Többek közt a fent ismertetett eljárás néhány továbbfejlesztett változatát ismertette *Blaise De Vignére* a középkorban. Az ő eljárásának az a lényege, hogy a nyílt szöveg betűinek helyettesítése a szövegben elfoglalt helyüktől is függ. Ehhez egy betű-táblázatot állít fel, amely egymás alatt az újra és újra eggyel eltolt ábécét tartalmazza. Az eljárás működési elvét a 2. ábra és az 1. listán látható egyszerű kis Perl-program szemlélteti. A nyílt szöveg minden betűjének egy jelszóbetűt feleltet meg. Amennyiben a jelszó rövidebb, mint a titkosítandó szöveg, a jelszó ismételtetésével nyújtja meg a megfelelő hosszúságúra. A kriptoszöveg egy betűjét a táblázatban a nyílt szöveg megfelelő betűje és a hozzá tartozó jelszóbetű határozza meg. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a jelszó betűi határozzák meg, hogy az adott betű melyik eltolási táblázat szerint lesz módosítva. Ez az eljárás kismértékben képes elfedni a nyílt szöveg szabályszerűségeit, de megadott felhasználása sem védett a statisztikai alapú támadások ellen. Egyértelmű, hogy ha a titkos kulcsszót ismételtetve használjuk a betűk eltolásának meghatározására, akkor a betűk minden ismétlésnél a korábbival megegyezően lesznek eltolva. Ha tehát meg tudnánk határozni a titkos jelszó hosszát, akkor minden periódusra meghatározhatnánk a korábbiakban említett betűvalószínűségeket, így a nyílt szöveg – és ezáltal a jelszó – minden egyes betűjét meg tudnánk határozni. Ennek kivitelezése a következő: mivel a módszer a betűk előfordulási valószínűségét a kriptoszövegben egyenletesebbé teszi, ha meg tudnánk határozni, hogy a szöveg milyen periódusai térnek el leginkább az egyenletestől – tehát mely szakaszok mutatják a leginkább a természetes nyelv jellegzetességeit –, akkor megtudnánk a jelszó hosszát. Rendre meghatározzuk minden második, harmadik, negyedik stb. betű csoportjának betűeloszlását, és amelyik a legjobban egyezik a természetes nyelv betűeloszlásával, annál ellenőrizzük, hogy a periódus minden betűcsoportja a magyar nyelv betűvalószínűségeit hozza-e. A fenti elemzés csak akkor tud a megfelelő hatékonysággal működni, ha elegendő kriptoszöveg áll a rendelkezésünkre. Nagy előnye, hogy nemcsak ezt a klasszikus eljárást lehet hatékonyan törni vele, hanem egy általánosabb módszert is. Ha ugyanis a titkosító táblázat soraiban nem eltolt, hanem kevert betűk vannak, az egyes sorok betűsorrendjét is meg kell találnunk. Ezt pedig a jelszó minden betűjére el kell végeznünk. Ennél a módszernél lényegesen jobb védeltséget ad, ha az első, a jelszóval titkosított blokkot használjuk fel mint a soron következő blokk jelszavát és így tovább. Nagyon hasonló alapelven működnek a modern szimmetrikus algoritmusok is.

### Mini titkosítónk

Az 1. listán látható példaprogram nagyon egyszerű megvalósítása a fent tárgyalt De Vignére-féle algoritmus egy formájának. Az egyszerűség kedvéért csak a betűket titkosítja vagy fejt vissza, az egyéb karaktereket figyelmen kívül hagyja. További egyszerűsítés, hogy minden betűt kisbetűssé alakít és az ékezetes betűket ékezetmentesekre cseréli le. Használata nagyon egyszerű. A program a -p kapcsoló után várja a titkosító jelszót, ha mást nem adunk meg, akkor titkosít. Ha a -d kapcsolót is megadjuk, akkor a megadott jelszó felhasználásával visszafejti a kriptoszöveget. A nyílt vagy kriptoszöveget a szabványos bemenetén várja, és a szabvány kimenetén jelenik meg az eredmény. Ez az egyszerű program így elég karcsú, de kis módosítással tökéletes titkosító készíthető belőle. Elegendő úgy átírni, hogy a jelszót egy állományból vegye. Az állományban lévő jelszónak természetesen meg kell felelnie a korábban leírt feltételeknek. További érdekesség, hogy ha egyetlen betűs

© Kiskapu Kft. Minden jog fenntartva

