**Mavzu:** Ma’lumotlarni shifrlash va arxivlash vositalari**.**

**Reja:**

1. Oqimli shifrlash algoritmlarining umumiy mohiyati.
2. Psevdotasodifiy sonlarni generatsiyalash.
3. Zamonaviy oqimli shifrlash usullari.

*Tayanch iboralar:* tasodifiy sonlar generatori, psevdotasodifiy sonlar generatori, XOR amali, RC4 shifri, A5/1 shifri.

1. **Oqimli shifrlash algoritmlarining umumiy mohiyati**

Oqimli shifrlashda esa shifrlash birligi bir bit yoki bir bayt bo‘ladi. Natija odatda undan oldin o‘tgan shifr oqimiga bog‘liq bo‘ladi. Bunday shifrlash sxemasi ma’lumotlar oqimini uzatish tizimlarida qo‘llaniladi, ya’ni bunda ma’lumotni uzatish ixtiyoriy vaqtda boshlanishi va tugatilishi mumkin.

Agar shifrlash jarayoni ochiq ma’lumotni ifodalovchi elementar (masalan: bit, yarim bayt, besh bit, bayt) belgilarni shifrma’lumotni ifodalovchi elementar belgilarga akslantirish asosida amalga oshirilsa, bunday shifrlash algoritmi uzluksiz (oqimli) shifrlash sinfturkumiga kiradi. Ushbu toifadagi shifrlash algoritmlarining umumiy sxemasi quyidagicha (7.1-rasm).

**Маълумотнинг иккилик кўриниши**

**М=01001010101010110011101011010110101101010100101010101010101010010**

**К=010101101011111110111111111011111111111111111111110101010101010101001**

**Калитнинг иккилик кўриниши**

**ХОR амали**

**Шифрматннинг иккилик кўриниши**

**С =00011100000101001000010100111001010010101011010101111111111**

**Очиқ матн узунлиги**

**Калит узунлигига**

7.1-rasm. Oqimli shifrlash tizimi

Oqimli shifrlash algoritmlari oldin ommabop sanalgan va kichik imkoniyatga ega qurilmalarda xos bo‘lgan. Oqimli shifrlash algoritmlari ma’lumot uzunligiga teng bo‘lgan kalit ketma-ketligidan foydalanganligi sababli va hozirda kompyuter texnikasi imkoniyatini ortishi natijasida oqimli shifrlash algoritmlari o‘rnini blokli shifrlash algoritmlari egallamoqda.

1. **Psevdotasodifiy sonlarni generatsiyalash**

Uzluksiz shifrlash algoritmlari asosini PTKK ishlab chiqaruvchi generatorlar tashkil etadi. Bunday generatorlarning asosiy kriptobardoshlilik xarakteristikasi ushbu generatorlar hosil qilgan ketma-ketlikning tasodifiyligidadir. Hosil qilingan ketma-ketliklar bloklarining tasodifiylik darajasi ma’lum bir kriteriylar orqali baholanadi. Tasodifiylik darajasi yuqori bo‘lgan psevdotasodifiy ketma-ketlikni ishlab chiqaruvchi generatorlar zamonaviy kriptotizimlarning ajralmas qismi hisoblanadi. Tasodifiy ketma-ketliklar kriptografiyada quydagi maqsadlarda qo‘laniladi:

* simmetrik kriptotizimlar uchun tasodifiylik darajasi yuqori bo‘lgan seans kalitlari va boshqa kalitlarni generatsiya qilishda;
* asimmetrik kriptotizimlarda qo‘llaniladigan katta qiymatlar qabul qiluvchi parametrlarning tasodifiy boshlang‘ich qiymatlari generatsiyasida;
* blokli shifrlash algoritmlarining boshlang‘ich tasodifiy qiymat talab qiluvchi SVS, OFB va boshqa qo‘llanish tartib-qoidalari uchun tasodifiylik darajasi yuqori bo‘lgan boshlang‘ich vektorlar hosil qilishda;
* elektron raqamli imzo tizimlarida katta qiymatga ega parametrlar uchun dastlabki tasodifiy qiymatlarni generatsiyasida;
* bitta protokol orqali bir xil ma’lumotlarni har-xil kalitlar qo‘llash bilan shifrlab har-xil ko‘rinishda uzatish uchun talab qilinadigan holatlarda kalit uchun yetarli uzunlikdagi tasodifiy ketma-ketlik hosil qilishda, masalan SSL va SET protokollarida.

Tasodifiy ketma-ketliklar xaqiqiy tasodifiy ketma-ketliklarga va psevdotasodifiy ketma-ketliklarga bo‘linadi.

Tasodifiy ketma-ketlikni: fizik generatorlar va dasturiy generatorlardan foydalanib hosil qilish mumkin.

Fizik hodisalarning o‘zgarish majmuiga asoslangan generatorlar orqali ishlab chiqilgan ketma-ketlik **haqiqiy** **tasodifiy** bo‘lib, bu ketma-ketlikni bir martagina ishlab chiqilib, uni keyinchalik biror bir usul yoki vosita bilan xuddi shunday tarzda takrorlanishini boshqarish murakkab hisoblanadi. Shu sababli ma’lumotlarni shifrlash jarayonida bevosita fizik generatorlar bilan ishlab chiqilgan ketma-ketlikni kalitlar gammasi sifatida qo‘llash maqsadga muvofiq emas. Chunki, deshifrlash jarayonida qo‘llaniladigan fizik generatorning aynan shifrlash jarayonida qo‘llanilgan ketma-ketlikni ishlab chiqishi kafolatlanmaydi.

Biror noma’lum parametrga (kalitga) bog‘liq bo‘lgan matematik model asosida psevdotasodifiy ketma-ketlik ishlab chiquvchi dasturiy generatorlar hosil qilgan **psevdotasodifiy** ketma-ketlikni, nomalum parametr qiymatini bilgan holda, xuddi shu matematik model va uning dasturiy ta’minoti asosida ketma-ketlikning qayta takrorlanishini boshqarish mumkin. Bunday holat, ma’lumotlarni shifrlash jarayonida bevosita dasturiy generatorlar bilan ishlab chiqilgan psevdotasodifiy ketma-ketlikni kalitlar gammasi sifatida qo‘llash maqsadga muvofiqligini anglatadi va deshifrlash jarayonida qo‘llaniladigan dasturiy generatorning aynan shifrlash jarayonida qo‘llanilgan psevdotasodifiy ketma-ketlikni ishlab chiqishi kafolatlanadi.

Yuqorida ko‘rsatib o‘tilgan amaliy masalalarni yechishda xaqiqiy tasodifiy ketma-ketliklar ishlab chiquvchi tasodifiy fizik xodisalarga asoslangan generatorlar oldindan kalitlar bloklari majmuini yaratishda, generatorlarning boshlang‘ich parametrlari qiymatlarini o‘rnatishda va boshqa shu kabi masalalarni yechishda samarali natijalar beradi.

Yetarli katta davr uzunligiga ega va tasodifiylik darajasi yuqori bo‘lgan ketma-ketliklar hosil qiluvchi dasturiy PTKK generatorini amalda qo‘lanishlari samarali va qulay bo‘lib, kriptografik vositalarda keng qo‘llaniladi.

Uzluksiz shifrlash tizimlarida shifrlash va deshifrlash jarayonlarini tez amalga oshirilishi uchun tashkil etuvchilari tekis taqsimlangan, tasodifiylik darajasi yuqori bo‘lgan psevdo-tasodifiy ketma-ketlik ishlab chiqaruvchi dasturiy generatorlardan foydalaniladi.

Mavjud dasturiy generatorlar va ular asosidagi uzluksiz shifrlash tizimlari ma’lum bir yondashuvlar asosida yaratilgan.

Mavjud dasturiy generatorlar va ular asosidagi uzluksiz shifrlash tizimlari ma’lum bir yondashuvlar asosida yaratilgan.

Uzluksiz shifrlash algoritmlariga qo‘yiladigan asosiy talablardan biri ularning kriptografik bardoshliligini ta’minlovchi biror yechilishi murakkab bo‘lgan matematik muammolar asosida yaratilishidir.

Algoritmlarni kriptobardoshliligini yetarli darajada taminlanganligini kafolatlash yoki isbotlash asoslari nuqtai - nazaridan mavjud uzluksiz shifrlash algoritmlarini asosan uchta yo‘nalishga ajratish mumkin:

1. Tizimli-nazariy yondashuv yo‘nalishidagi PTKK generatorlari asosida yaratilgan algoritmlar;
2. Murakkablikka asoslangan nazariy yondashuv yo‘nalishidagi PTKK generatorlari asosida yaratilgan algoritmlar;

Kombinatsiyalash yo‘nalishidagi PTKK generatorlari asosida yaratilgan algoritmlar.

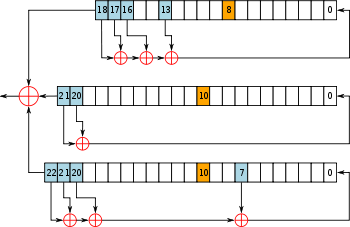
1. **Zamonaviy oqimli shifrlash usullari**

Oqimli shifrlash algoritmlariga mobil aloqa vositalari aloqa standarti GSM (Global System for Mobile Communications) protokolida foydalanilgan A5 siljitish registorlariga asoslangan oqimli shifrlash algoritmi, simsiz aloqa vositalarilarida mavjud WEP protokolida foydalanilgan RC4 oqimli shifrlash algoritmlarini misol qilib olishimiz mumkin.

A5/1 oqimli shifrlash algoritmi GSM standartida ma’lumotni maxfiyligini ta’minlash maqsadida foydalanilgan va siljitish registorlariga (SR) asoslangan. Ushbu algoritm 1987 yilda ishlab chiqilgan, yevropa va qo‘shma shtatlarda dastlab foydalanilgan.

A5/1 siljitish registorida kiruvchi kalit uzunligi 64 bit bo‘lib, bu bit uchta qismga (19, 22, 23 bitli) ajratilib, registorlarga dastlabki qiymat sifatida beriladi.

Ushbu algoritm apparat tarzda amalga oshirishda juda qulay sanalib, algoritm uchta siljitish registoridan foydalaniladi. Ushbu algoritmning ishlash prinsipi 7.2-rasmda keltirilgan. Unga ko‘ra uchta X, Y va Z registorlar (o‘lchamlari mos ravishda, 19, 22 va 23 bit)dan foydalaniladi. Har bir registor uchun boshqarish bitlari mavjud bo‘lib, ular registor qiymatini o‘zgartirishda foydalaniladi (X uchun 9, Y uchun 11 va Z uchun 11 bit).



7.2-rasm. A5/1 algoritmi

7.1-jadval

A5/1 da foydalanilgan ko‘phadlar

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **SR**  **raqami** | **Bit**  **uzunligi** | **Ko‘phad ko‘rinishi** | **Boshqarish**  **biti** | **Olinadigan**  **bitlar** |
| 1 | 19 | x^{19} + x^{18} + x^{17} + x^{14} + 1 | 8 | 13, 16, 17, 18 |
| 2 | 22 | x^{22} + x^{21} + 1 | 10 | 20, 21 |
| 3 | 23 | x^{23} + x^{22} + x^{21} + x^{8} + 1 | 10 | 7, 20, 21, 22 |

**Masalan (**7**.**3-rasm**):**

A5/1 uchta siljitish registoridan foydalaniladi

* + X: 19 bit (*x*0,*x*1,*x*2,*…,x*18)
  + Y: 22 bit (*y*0,*y*1,*y*2,*…,y*21)
  + Z: 23 bit (*z*0,*z*1,*z*2,*…,z*22)
* Har bir qadamda: *m* = maj(*x*8, *y*10, *z*10)
  + **Masalan**: maj(0,1,0) = 0 va maj(1,1,0) = 1
* agar *x*8 = *m* u holda X *qadam*
  + *t* = *x*13 ⊕ *x*16 ⊕ *x*17 ⊕ *x*18
  + *xi* = *xi−*1 for *i* = 18,17,…,1 va *x*0 = *t*
* agar *y*10 = *m* u holda Y qadam
  + *t* = *y*20 ⊕ *y*21
  + *yi* = *yi−*1 for *i* = 21,20,…,1 va *y0 =* *t*
* agar *z*10 = *m* u holda Z *qadam*
  + *t =* z7 ⊕ *z*20 ⊕ *z*21 ⊕ *z*22
  + *zi* = *zi−*1 for *i* = 22,21,…,1 va *z*0 = *t*
* **Kalit ketma-ketligi** *x*18 ⊕ *y*21 ⊕ *z*22



X

Y

Z

⊕

⊕

⊕

⊕

7.3-rasm. A5/1 shifrlash algoritmining ishlash prinsipi

**Masalan,** *m* = maj(*x*8, *y*10, *z*10) = maj(1,0,1) = 1. Registor X siljiydi, Y siljimaydi va Z siljiydi. O‘ng tomondagi bitlar XOR amali bo‘yicha qo‘shiladi. Masalan: 0 ⊕ 1 ⊕ 0 = 1.

**RC4.** RC4 – uzluksiz shifrlash algoritmi bo‘lib, u SSL(Secure Sockets Layer) pratakoli va WEP (simsiz tarmoqlarda xavfsizlikni ta’minlashda) keng foydalaniladi. RC4 uzluksiz shifrlash algoritmi Ron Rivest tomonidan 1987 yilda yaratilgan va shuning uchun RC4(Rivest Cipher 4) deb nomlangan.

RC4 psevdotasodifiy bitlar ketma-ketligini hosil qiladi va hosil qilishda ikki qismdan iborat bo‘lgan maxfiy oraliq holatidan foydalaniladi:

* barcha mumkin bo‘lgan 256 baytning joylashishdagi o‘rni(S ni topish);
* ikkita 8 – bitli indekslar (*i* va *j* larni topish).

Baytlarning kelish tartibi kalit uzunligi bilan amalga oshiriladi, odatda 40-256 bit oralig‘ida bo‘lib, kalit jadvali(key-scheduling) algoritmi orqali hosil qilinidi. Bu jarayon tugagandan so‘ng psevdotasodifiy sonlar generatori algoritmi yordamida bitlar ketma-ketligi hosil qilinadi.

Kalit jadvali algoritmi quyidagicha:

for i from 0 to 255

S[i] := i

endfor

j := 0

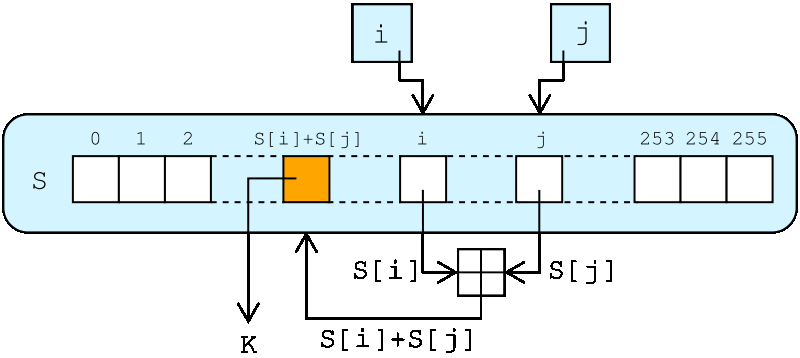
for i from 0 to 255

j := (j + S[i] + key[i mod keylength]) mod 256

swap values of S[i] and S[j]

endfor

Psevdotasodifiy sonlar generatori algoritmi orqali hosil bo‘lgan ketma-ketlik tanlangan S(i) va S(j) o‘zgaruvchilarni mod256 bo‘yicha qo‘shishdan hosil bo‘ladi (7.4- rasm).

****

7.4-rasm. RC4 generatori almashtirishi

Psevdotasodifiy sonlar generatori algoritmi quyidagicha:

i := 0

j := 0

while GeneratingOutput:

i := (i + 1) mod 256

j := (j + S[i]) mod 256

swap values of S[i] and S[j]

k := inputByte XOR S[(S[i] + S[j]) mod 256]

output K

endwhile

Algoritmda i o‘zgaruvchini qiymati ortishi bilan hosil bo‘lgan baytlar soni ham ortib boradi.

Bu yerda almashtirish funksiyasi *swap* quyidagi ko‘rinishga yega:

byte temp = array[ind1];

array[ind1] = array[ind2];

array[ind2] = temp;

Ushbu generator kriptobardoshli sanalib, ushbu xususiyat kiruvchi kalit tasodifiylik darajasi bilan belgilanadi. Hozirda ushbu algoritmning bir nechta variantlari mavjud bo‘lib(RC4A, VMPC, RC4+), ularda dastlabkilarida mavjud kamchiliklar bartaraf etilgan.

**ISAAC.** Ushbu PTSKK generatori 1966 yilda Robert Jenkins tomonidan yaratilgan bo‘lib, RC4 algoritmiga o‘xshashdir. Kiruvchi parametr sifatida 32 bit o‘lchamdagi so‘zlardan iborat bo‘lgan 256 uzunlikdagi massivdir. Chiqishning har bir bosqichida xuddi shu o‘lchamdagi massiv hosil bo‘ladi. Ushbu PTSKK generatorida ^(XOR), +(mod2k) va chapga va o‘nga surish amallari(<<, >>)dan tashkil topgan.

*f(a,i)* funksiya esa quyidagicha hisoblanadi:

*a<<13 if i=0 mod 4*

*f(a,i)= a>>6 if i=1 mod 4*

*a<<2 if i=2 mod 4*

*a>>16 if i=3 mod 4*

bu yerda *i*  {0,…..,255} oraliqqa tegishli son.

Ushbu generatorning algoritmi quyidagicha:

*Kiruvchi parametrlar:* a, b, c va s holat massivi, 256 o‘lchamga yega bo‘lgan 32 bitli so‘zlardan tashkil topgan.

Chiqish r massiv, 256 o‘lchamli 32 bitli so‘zdan iborat bo‘ladi.

1: *c ← c* + 1

2: *b ←b* + *c*

3: for *i* = 0*, . . . ,* 255 do

4: *x ← si*

5: *a ←f*(*a, i*) + *si*+128 mod 256

6: *si ← a* + *b* + *sx>>*2 mod 256

7: *ri ← x* + *ssi>>*10 mod 256

8: *b ← ri*

9: end for

10: return *r*

Ushbu generator bardoshli generator sanalib, undagi mavjud kamchiliklar ISAAC+ generator algoritmida tuzatilgan. Ushbu generatorda bir necha marta nazariy hujumlar amalga oshirilgan, ammo amaliy tomondan hujumga uchramagan.