Securitate Software

III. Vulnerabilități specifice limbajului C

Obiective

- Prezentarea principalelor aspecte legate de limbajul C: tipuri de date, reprezentarea numerelor, conversii;
- Prezentarea vulnerabilităților ce apar datorită neînțelegerii limbajului de programare C.

Continut

Sumar

- subiect vechi de cercetare în domeniul securității;
- principala cauză a numeroase probleme raportate;
- problema se datorează spațiului limitat de reprezentare pentru numere;
- de la limbaj la limbaj apar variațiuni ale problemelor.

Referințe CWE

- CWE-682: Incorrect Calculation
- CWE-190: Integer Overflow or Wraparound (locul 24 în Mitre top 25)
- CWE-191: Integer Underflow (Wrap or Wraparound)
- CWE-192: Integer Coercion Error

CWE-682: Incorrect Calculation

- ```
  int *p = x;
  char * second_char = (char *)(p + 1);
  ```

- ```
  img_t table_ptr;
  /*struct containing img data, 10kB each*/
  int num_imgs;
  ...
  num_imgs = get_num_imgs();
  table_ptr = (img_t*)malloc(sizeof(img_t)*num_imgs);
  ...
  ```

CWE-190: Integer Overflow or Wraparound

- ```
  nresp = packet_get_int();
  if (nresp > 0) {
      response = xmalloc(nresp*sizeof(char*));
      for (i = 0; i < nresp; i++) response[i] = packet_ge
  }
  ```

- ```
  short int bytesRec = 0;
  char buf[SOMEBIGNUM];

  while(bytesRec < MAXGET) {
      bytesRec += getFromInput(buf+bytesRec);
  }
  ```

CWE-191: Integer Underflow

```c
#include <stdio.h>
#include <stdbool.h>
main (void)
{
    int i;
    i = -2147483648;
    i = i - 1;
    return 0;
}
```

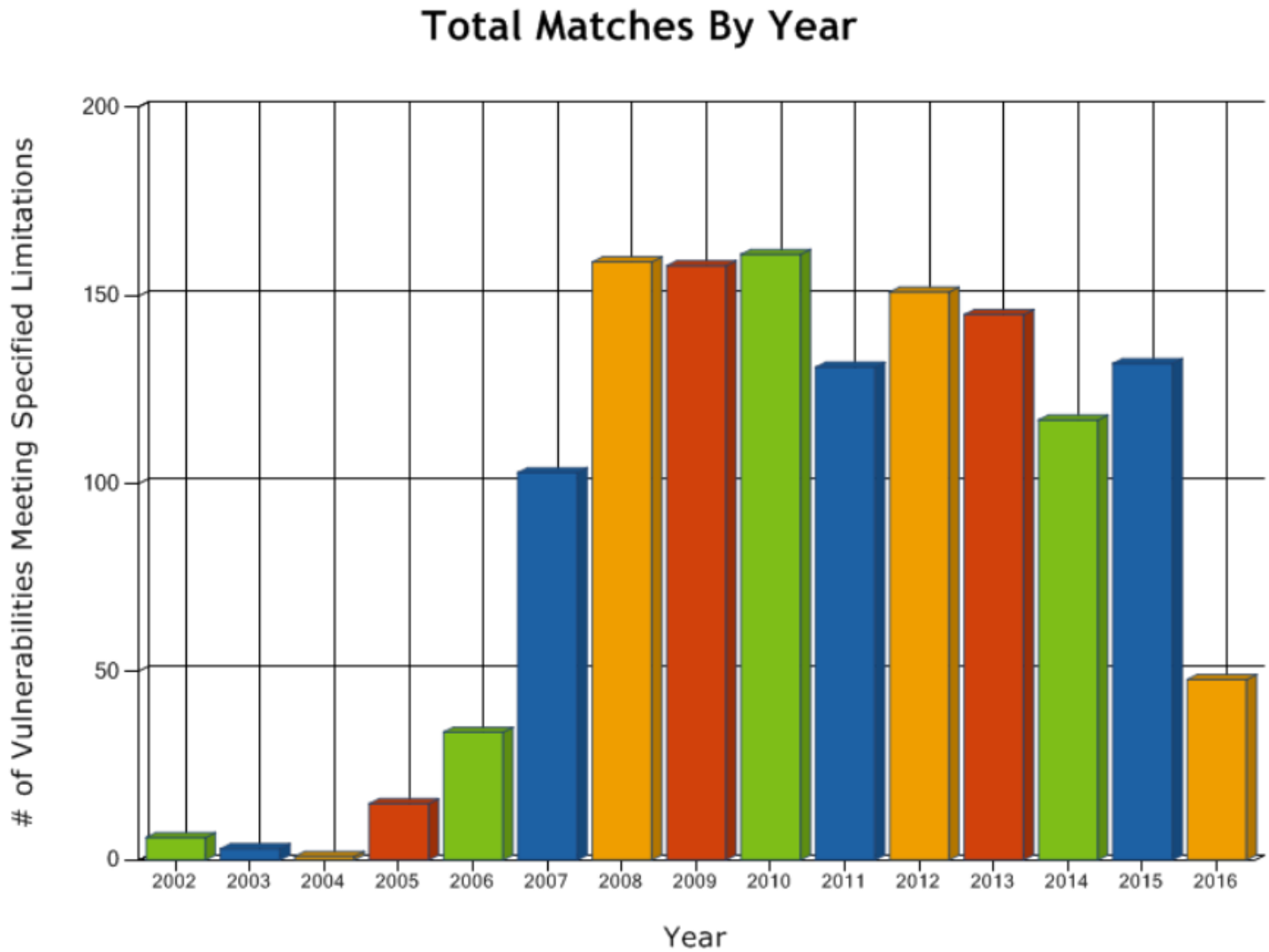
CWE-192: Integer Coercion Error

```
DataPacket *packet;
int numHeaders;
PacketHeader *headers;

sock=AcceptSocketConnection();
ReadPacket(packet, sock);
numHeaders =packet->headers;

if (numHeaders > 100) {
        ExitError("too many headers!");
}
headers = malloc(numHeaders * sizeof(PacketHeader);
ParsePacketHeaders(packet, headers);
```

Limbaje afectate

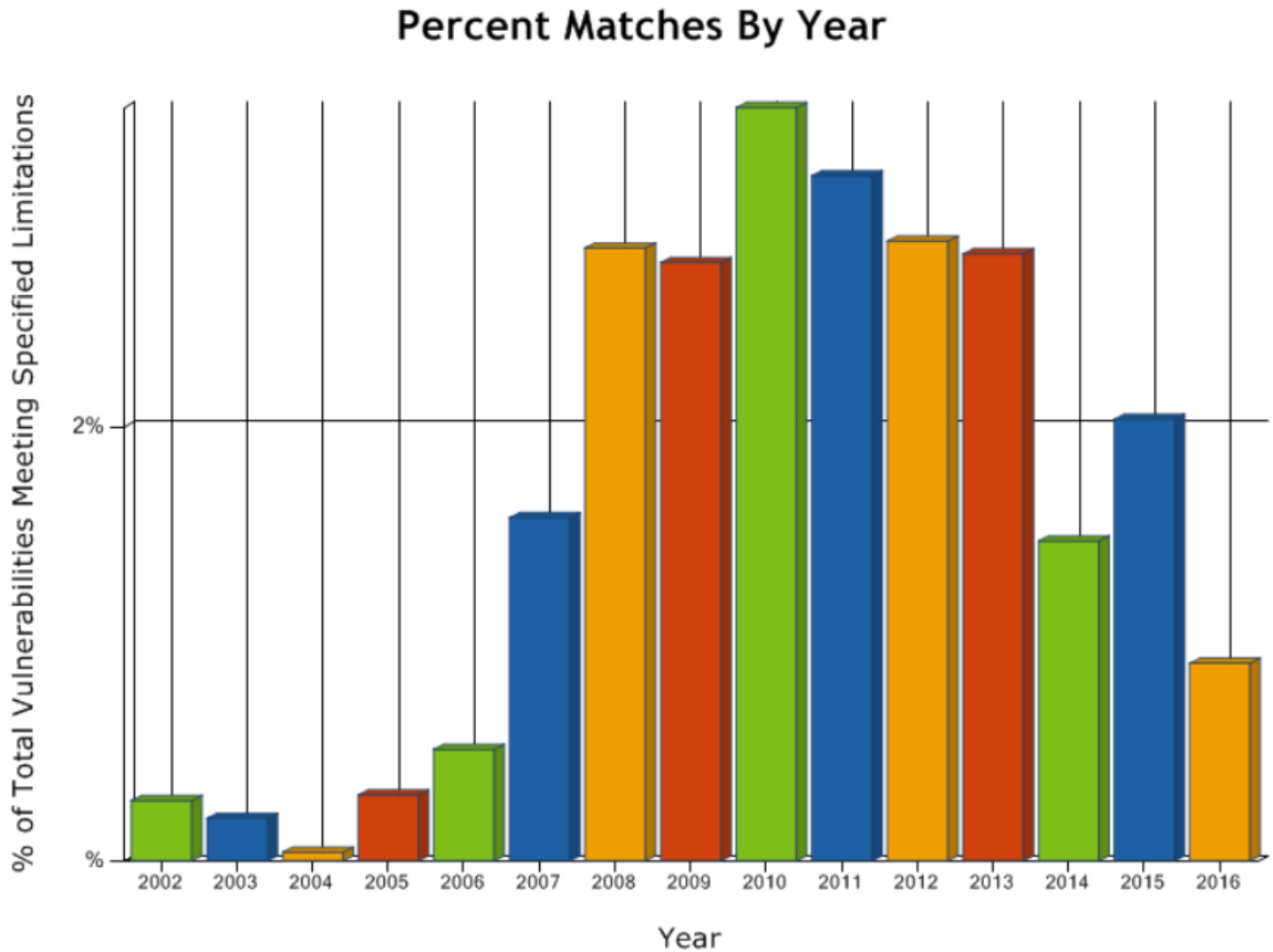
- toate limbajele pot fi afectate
  - efectul depinde de felul în care limbajul trateaza valorile intregi
- C și C++ sunt cele mai vulnerabile
  - cel mai probabil o eroare *integer overflow* poate fi transformată intr-un atac de tipul *buffer overflow*
- toate limbajele sunt susceptibile la atacuri *DoS* și *erori logice*

Statistică vulnerabilități *integer overflow*



sursa: https://nvd.nist.gov/vuln/search

Statistică vulnerabilități *integer overflow* (II)



sursa: https://nvd.nist.gov/vuln/search

Tipuri de date

- cu / fără semn
  - precizie
  - specificator: *signed*
- tipuri de bază
  - caracter: *char*, *signed char*, *unsigned char*
  - intreg (cu / fără semn)
    - ★ *short int* / *unsigned short int*
    - ★ *int* / *unsigned int*
    - ★ *long int* / *unsigned long int*
    - ★ *long long int* / *unsigned long long int*
  - virgulă mobilă: *float*, *double*, *long double*
  - *bit fields*
- alias
  - UNIX: int8_t / unit8_t, int16_t / unit16_t, int32_t / unit32_t, int64_t / unit64_t
  - WINDOWS: BYTE / CHAR, WORD, DWORD, QWORD

Dimensiune, valori minime și maxime

Tip	Dim	val. minimă	val. maximă
signed char	8	-128	127
unsigned char	8	0	255
short	16	$-32,768$	$32,767$
unsigned short	16	0	$65,535$
int	32	$-2,147,483,648$	$2,147,483,647$
unsigned int	32	0	$4,294,967,295$
long	32	$-2,147,483,648$	$2,147,483,647$
unsigned long	32	0	$4,294,967,295$
long long	64	-9,223,372,036,845,775,808	9,223,372,036,854,775,807
unsigned long long	64	0	18,446,744,073,709,551,615

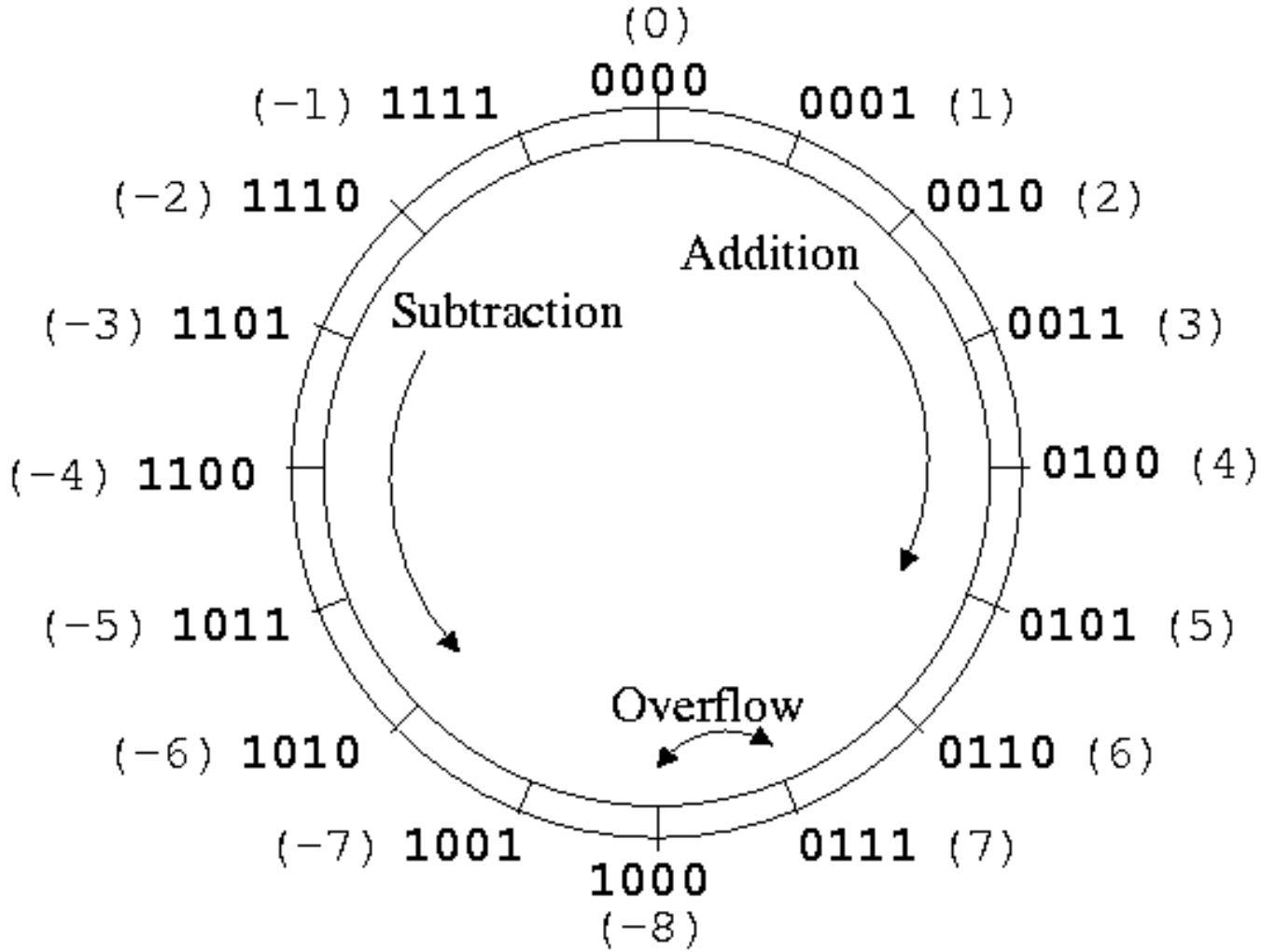
Regula generala: ***n*** biti

$$[0, 2^n - 1] \quad \text{, fără semn}$$
$$[-2^{n-1}, 2^{n-1} - 1] \quad \text{, cu semn}$$

Codificarea binară

- biți: 0 și 1
- interpretarea cu semn folosește bitul cel mai semnificativ ca și bit de semn ($0 \Longrightarrow \geq 0, 1 \Longrightarrow < 0$)
- reprezentari:
  - bit de semn (*sign and magnitude*), avantaj - ușor pentru oameni, dezavantaj - dificil de implementat
  - complement față de unu
    - ★ numere negative: complementez toti biții
    - ★ avantaj: ușor pentru CPU
    - ★ dezavantaj: două valori pentru zero, tratarea eventualului transport / împrumut
  - complement față de doi
    - ★ numere negative: complementez toți biții și adaug 1
    - ★ operațiile la nivel de bit pentru adunare și scădere se fac la fel pentru numere pozitive și negative
    - ★ o singură valoare pentru zero (0)

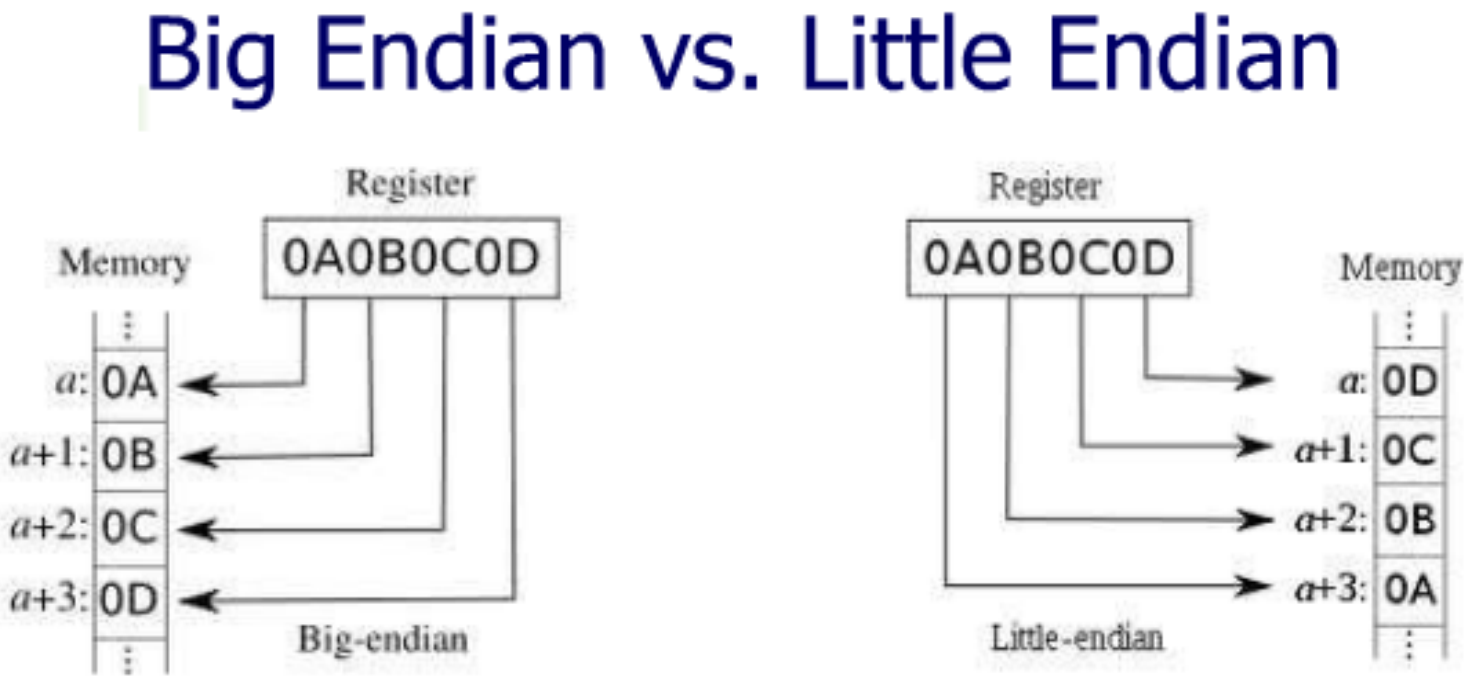
Complement față de doi



sursa: http://users.dickinson.edu/ braught/courses/cs251f02/classes/notes07.html

Datele în memorie

- ***big endian***: cel mai semnificativ octet la adresa mică
- ***little endian***: cel mai semnificativ octet la adresa mare



Standarde de implementare

- ILP32: *integer*, *long*, *pointer* reprezentat pe 32 de biți
- **ILP32LL**
  - *integer*, *long*, *pointer* reprezentați pe 32 de biți, *long long* pe 64 de biți
  - standardul pentru platformele pe 32 de biți
- **LP64**
  - *long* și *pointer* reprezentați pe 64 de biți
  - strandardul pentru platformele pe 64 de biți
- ILP64: *integer*, *long*, *pointer* reprezentați pe 64 de biți
- LLP64: *long long* și *pointer* reprezentați pe 64 de biți

Condiții limita - Context și definiții

- valorile limită (min si max)
- dependent de reprezentarea binară
- condiția de depașire peste valoarea maximă (numeric / integer overflow)
  - valoarea maximă ce poate fi reprezentată pe un intreg este depășită
  - exemplu:

```
unsigned int a;
a = 0xFFFFFFFF;
a = a + 1; // -> a = 0
```

- condiția de depășire sub valoarea limită (numeric / integer underflow)
  - valoarea minimă reprezentată pe un intreg este depășită
  - exemplu:

```
unsigned int a;
a = 0;
a = a - 1; // -> a = 0xFFFFFFFF
```

Riscuri din p.d.v. al securității pentru depășire (overflow/underflow)

- poate modifica în mod greșit valoarea variabilelor
  - comportament imprevizibil al aplicației
  - integritatea aplicației este încălcată
- poate duce la o avalanșă de greșeli
- atacatorul are o plajă mare de posibilități pentru a influența comportamentul aplicației
- vulnerabilitățile se datorează operațiilor aritmetice ce folosesc date **controlate** de utilizator (direct sau indirect)
- exemple
  - calcul greșit de lungime /limită pentru alocare de memorie $\Longrightarrow$ *buffer overflow*
  - verificarea greșită a lingimii / limitei $\Longrightarrow$ *buffer overflow*

Unsigned Integer Overflow

- operațiile sunt supuse următoarelor reguli (*modular arithmetic*):
  - rezultatul operației este "rezultatul real" modulo (numarul maxim ce poate fi reprezentat + 1)
  - ex. $R = R\%2^{32}$
- rezultatul este trunchiat
- operații ce ar putea duce la depașire: adunare, înmulțire, deplasare la stânga (*shift*)
- la nivelul procesorului, flag-ul CF (carry flag) și OF (overflow flag) este setat

```
unsigned int a;
a = 0xE0000020;
a = a + 0x20000020;
// -> a = (0xE0000020 + 0x20000020) % 0x10000000
// a = 0x40
```

Exemplu

```
u_char *make_table(unsigned int width, unsigned int height,
  unsigned int n;
  int i;
  u_char *buf;

  n = height * width;  // !!
  buf = (char*) malloc(n);  // !!

  if (!buf)
    return NULL;
  for (i = 0; i < height; i++)
    memcpy(&buf[i * width], init_row, width);
}
```

Exemplu (II)

- *n* poate sa depășească domeniul de reprezentare datorită înmulțirii a două numere controlate de utilizator (*width* și *height*), rezultând un numar relativ mic
  - exemplu (pe 32 de biți)
    - $0x400 * 0x10000001 - 0x400$ (hexazecimal)
    - $1024 * 268435457 = 1024$
- dar, bucla *for* parcurge zona de memorie
  - în cazul exemplului nostru
    - sunt alocați 1024 de octeți $\Longrightarrow$ **alocat un element**
    - dar accesăm mai mult de un element

Vulnerabilitate Unsigned Integer Overflow în OpenSSH 3.1

```
u_int nresp; // valoare controlata de utilizator
nresp = packet_get_int(); // cate raspunsuri se asteapta
if (nresp > 0) {
     response = xmalloc(nresp * sizeof(char*));
     for (i=0; i < nresp; i++)
       response[i] = packet_get_string(NULL);
}
packet_check_eom();
```

http://www.cvedetails.com/cve/CVE-2002-0639

Vulnerabilitate Unsigned Integer Overflow în OpenSSH 3.1 (II)

- variabila *nresp* nu este verificată, valoarea variabilei este setată pe baza datelor primite de la utilizator
- pe platforma *x86* *nresp* este *unsigned int* pe 4 octeți
- $UINT\_MAX = 0xFFFFFFFF$
- dimensiunea unui pointer este 4 octeți
- *overflow* când $nresp \geq 0xFFFFFFFF/4$ $(0x40000000)$
- ex.
  - $nresp = 0x40000001$,
    $nresp * sizeof(char*)) = 0x100000004 = 0x00000004$
  - *xmalloc* alocă doar 4 octeți
  - for pe *nresp*

Unsigned Integer Underflow

- cauza: operație a carui rezultat este sub valoarea minima reprezentabilă (0)
- rezultat: numere pozitive mari
- operații care duc la *overflow*: scaderi

Signed Integer overflow and underflow

- depașirea *overflow* poate duce la un numar mare $->$ număr negativ (datorită complementului față de doi)
- depașirea *underflow* transformă un număr negativ într-un număr pozitiv
- operații ce pot duce la depășire: adunare, înmulțire, deplasare la stânga (shift)
- depinde de cum se modifică bitul de semn

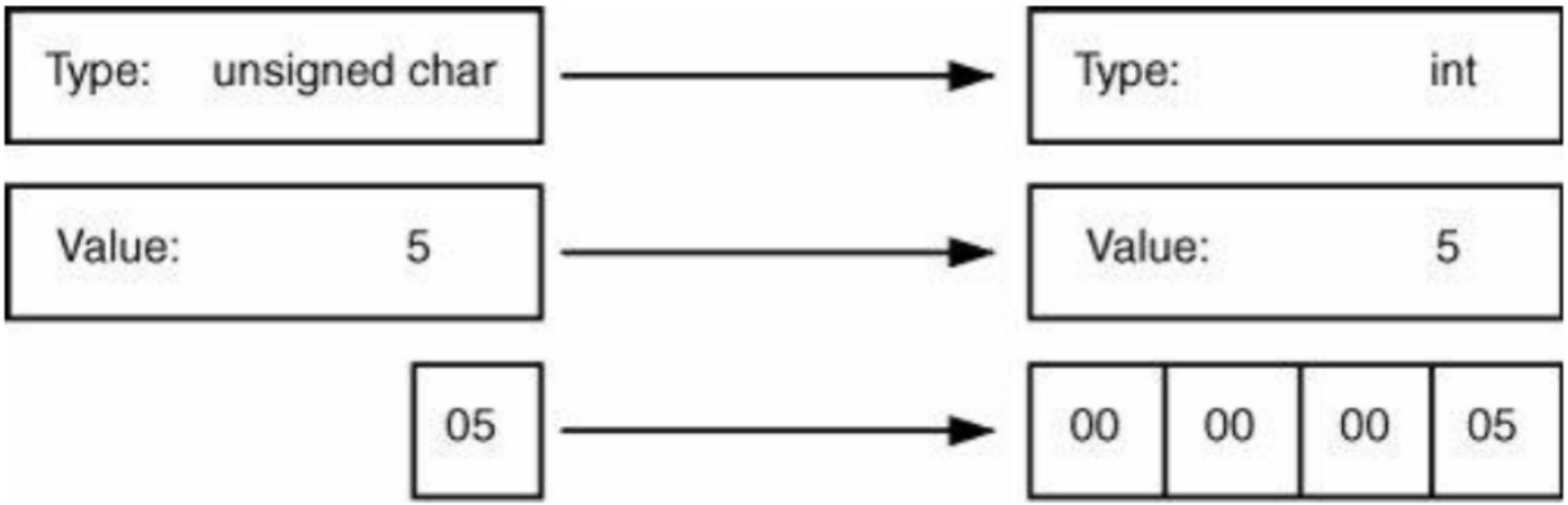
Exemplu

```
char* read_data(int sockfd) {
  char *buf;
  int value;
  int length = network_get_int(sockfd); //!!

  if (!(buf = (char*) malloc(MAXCHARS)))
    die("malloc");
  if (length < 0 || length + 1 > MAXCHARS) {
    //!! ambele teste trec pentru length = 0x7FFFFFFF
    free(buf);
    die("bad length");
  }

  if (read(sockfd, buf, length) <= 0) {
    free(buf);
    die("read");
  }

  buf[value] = '\0';
  return buf;
}
```

Conversii de tip, definiții și context

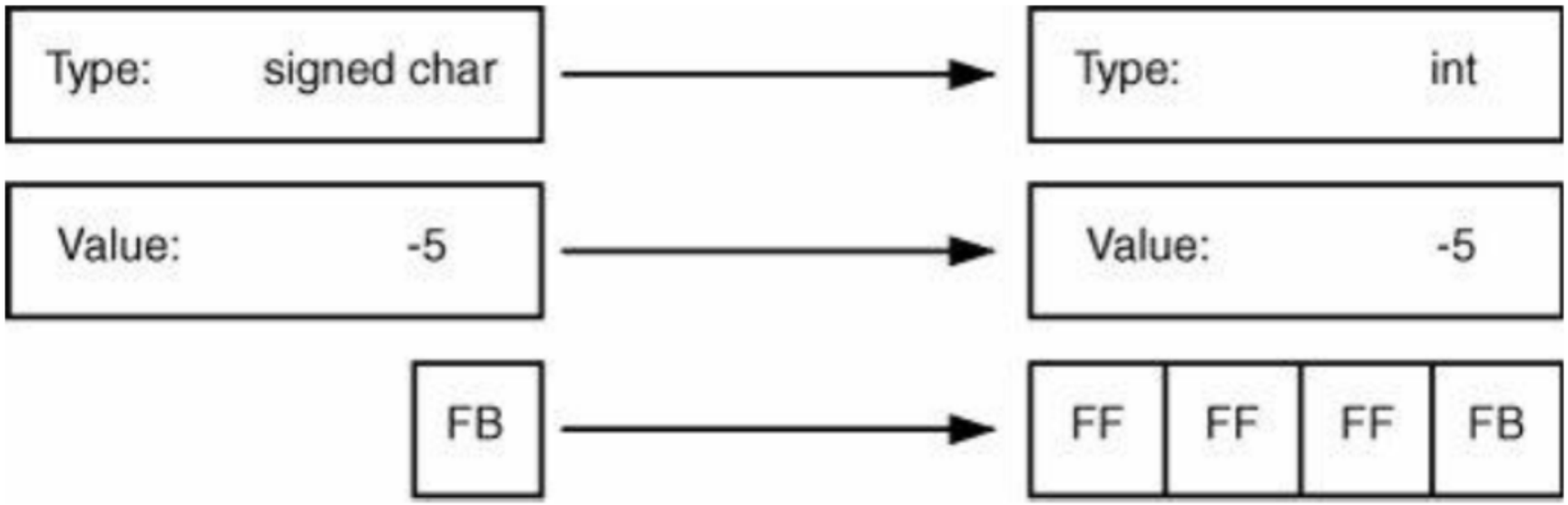
- conversia de la un tip de dată la alt tip de dată
- tipuri de conversii: **explicit**, **implicit**
- pastrarea valorii vs. schimbarea valorii
  - noul tip poate sau nu poate reprezenta tot intervalul de valori pentru vechiul tip
- cazuri:
  1. **lărgire (widening)**
     - ★ **zero-extension**: pentru numere în interpretarea fără semn
     - ★ **sign-extension**: pentru numere în interpretarea cu semn
  2. **îngustare** prin trunchiere
     - ★ schimbă valoarea
  3. **conversie** între numere cu / fără semn
     - ★ schimbă valoarea

Conversie prin lărgire



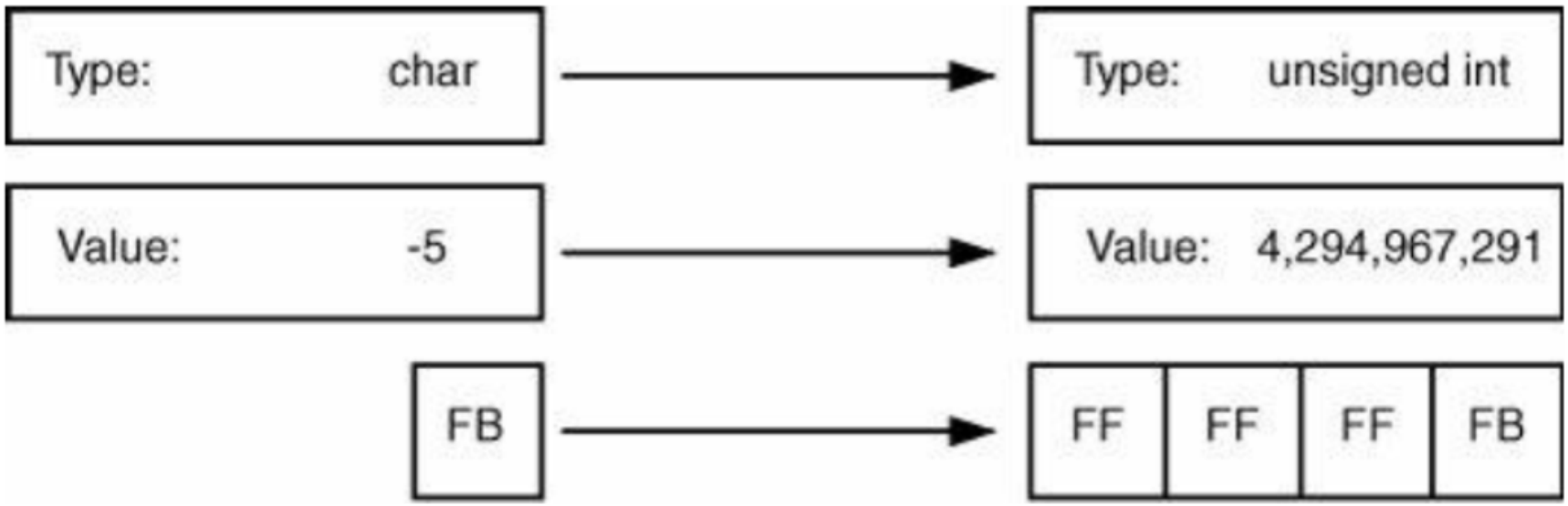
Conversie cu păstrarea valorii, *unsigned char* $->$ *signed int*

Conversie prin lărgire (II)



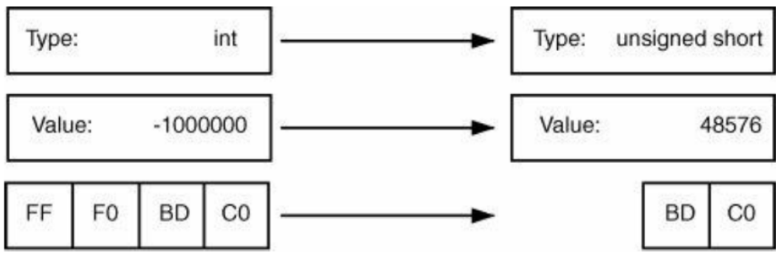
Conversie cu păstrarea valorii, *signed char* $->$ *signed int*

Conversie prin lărgire (III)

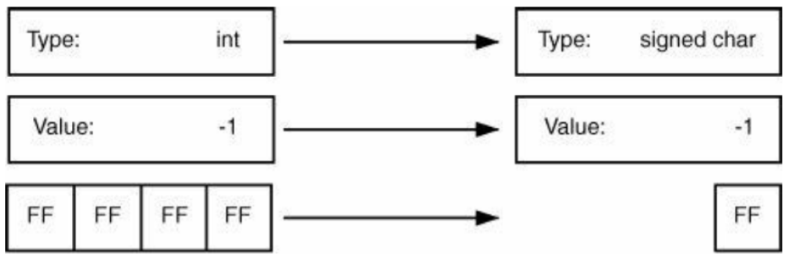


Conversie cu schimbarea valorii, *signed char* $->$ *unsigned int*

Conversie prin îngustare

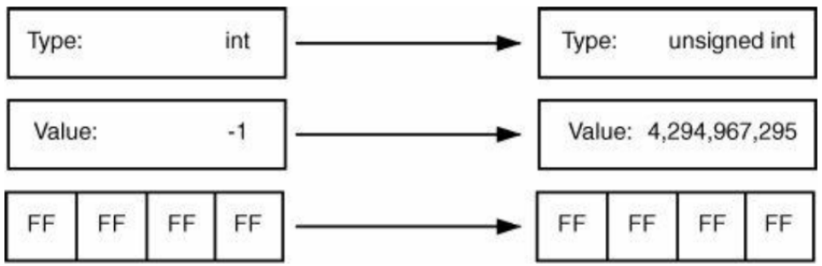


(a) *signed int* $->$ *unsigned short*

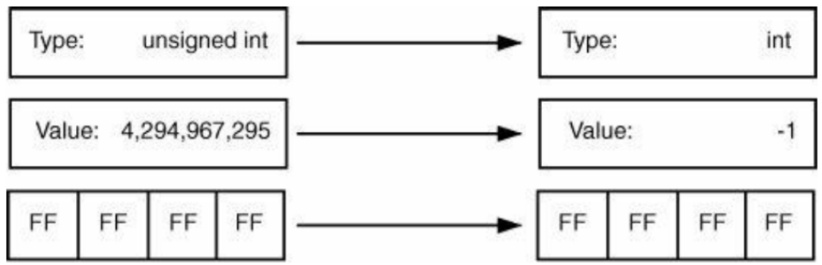


(b) *signed int* $->$ *signed char*

Conversie între numere cu / fără semn



(a) *signed int* $->$ *unsigned int*



(b) *unsigned int* $->$ *signed int*

Reguli de conversie pentru date de tip *intreg*

Conversie prin lărgire:

- *signed* $->$ *unsigned*
  - extind bitul de semn $\Longrightarrow$ **schimbă valoarea**
- *signed* $->$ *signed*
  - extind bitul de semn $\Longrightarrow$ valoarea se păstrează
- *unsigned* $->$ *orice*
  - extind 0 $\Longrightarrow$ valoarea se păstrează

Conversie prin îngustare:

- *orice* $->$ *orice*
  - trunchiere $\Longrightarrow$ **schimbă valoarea**

Conversie între numere cu / fără semn:

- *signed* $->$ *unsigned* (de același tip)
  - biții se păstrează dar valoarea este interpretată diferit $\Longrightarrow$ **schimbă valoarea**

Conversii simple

- (type)casts:

```
(unsigned char) var
```

- asignare

```
short int v1;
int v2 = -10;
v1 = v2;
```

- apel funcție, pe baza prototip

```
int dostuff(int x, unsigned char y);

void func(void) {
  char a=42;
  unsigned short b=43;
  long long int c;
  c=dostuff(a, b);
}
```

Conversii simple (II)

- apel funcție, valoare retur

```
char func(void) {
   int a=42;
   return a;
}
```

Integer Promotions (conversie prin lărgire la int)

- valori întregi de dimensiuni mici $->$ *int*
  - când anumite operații necesită un operand întreg
- clasificare / rang:
  1. long long int, unsigned long long int
  2. long int, unsigned long int
  3. signed int, int
  4. unsigned short, short
  5. char, unsigned char, signed char
- oriunde poate fi folosit un *int* sau *unsigned int*, poate fi folosit un tip întreg de rang mai mic
- când tipul variabilei este mai mare ("lat") decât *int*, conversia nu modifică

Integer Promotions (conversie prin lărgire la int) (II)

- când tipul variabilei este mai "ingust" decât *int*
  - se încurajează transformarea dacă se păstrează valoarea prin transformare la *int*
  - altfel se face o conversie la *unsigned int*

Integer Promotions

- operatorul unar + aplică *integer promotion* asupra operandului
- operatorul unar - aplică *integer promotion* asupra operandului apoi neagă
  - indiferent dacă operandul este cu semn dupa conversie, se aplică regula complementului față de 2
  - complementul față de doi al lui $0x80000000$ este tot $0x80000000$
  - cod vulnerabil

```
int bank1[1000], bank2[1000];
void hashbank (int index, int value) {
  int *bank = bank1;
  if (index < 0) {
    bank = bank2;
    index = -index;
  }
// scrie la bank2[-648]
// pentru index = 0x80000000
bank[index % 1000] = value;
}
```

Integer Promotions (II)

- operatorul unar ~ aplică *integer promotion* asupra operandului apoi complementul față de unu
- operatorul shift la nivel de bit
  - aplică *integer promotion* asupra celor două argumente
  - tipul rezultatului este același cu tipul arg din stânga schimbat

```
char a = 1;
char c = 16;
int bob;
bob = a << c;
```

  - *switch* aplică *integer promotion*

Conversii în operații aritmetice

- conversii în evaluarea unor expresii C în care argumentele sunt de tipuri diferite
- argumentele trebuie aduse la un tip de data compatibil

Conversii în operații aritmetice - regula 1

- au prioritate numerele în virgula mobilă
- dacă un argument este reprezentat în virgula mobilă $\Longrightarrow$ celălalt argument este adus în reprezentarea virgula mobilă
- dacă ambele argumente sunt reprezentate în virgulă mobilă dar unul dintre ele are o precizie mai mică $\Longrightarrow$ se aduce la tipul celui de precizie mai mare

Conversii în operații aritmetice - regula 2

- dacă nu sunt argumente reprezentate în virgulă mobilă $\Longrightarrow$ se aplică regula *integer promotion*
  - dacă e nevoie, toți operanzii sunt convertiți la tipul intreg
  - exemplu (comparația OK, chiar dacă pare sa fie overflow)

```
unsigned char term1 = 255;
unsigned char term2 = 255;
if ((term1 + term2) > 300)
do_something();
```

Conversii în operații aritmetice - regula 2 (II)

- (funcția *do_something()* se va apela)

```
unsigned short a = 1;
if ((a - 5) < 0)
  do_something();
```

- (funcția *do_something()* nu se va apela)

```
unsigned short a = 1;
a = a - 5;
if (a < 0)
  do_something();
```

Conversii în operații aritmetice - regula 3

- același tip după *integer promotion*
  - dacă după conversie ambii operanzi sunt de același tip, nu se mai aplică alte conversii

Conversii în operații aritmetice - regula 4

- același semn, tipuri diferite
  - dacă după conversie ambii operanzi au același semn, dar dimensiune diferită
  - $\Longrightarrow$ se aplică o conversie prin lărgire
  - exemplu (OK)

```
int t1 = 5;
long int t2 = 6;
long long int res;
res = t1 + t2;
```

Conversii în operații aritmetice - regula 5

- variabila fără semn reprezentată pe mai mulți biți decât variabila cu semn
  - varaibila cu semn este convertita la dimensiunea celei fără semn
  - exemplu gresit (functia *do_something()* nu se va apela)

```
int t = -5;
if (t < sizeof(int)) // i.e. "4294967291 < 4"
  do_something();
```

Conversii în operații aritmetice - regula 6

- variabila în interpretare cu semn este reprezentată pe mai mulți biți decât variabila în interpretare fără semn, prin conversie se păstreaza valoarea
  - *unsigned* convertit la tipul *signed*
  - exemplu corect

```
long long int a = 10;
unsigned int b = 5;
(a+b);
```

Conversii în operații aritmetice - regula 7

- variabila în interpretare cu semn este reprezentată pe mai mulți biți decât variabila în interpretare fără semn, prin conversie nu se poate păstra valoarea
  - când variabila *unsigned* de dimensiune mai mică nu poate fi reprezentată de tipul mai mare *signed*, ambele sunt convertite la tipul *unsigned* corespunzător tipului *signed*
  - exemplu (se presupune ca *int* și *long int* au aceeași dimensiune)

```
unsigned int a = 10;
long int b = 20;
(a+b); // rezultatul este de tipul "unsigned long"
```

Conversii în operații aritmetice - aplicare

- adunare
- scădere
- operatori de înmulțire
- operatori relaționali și de egalitate
- operatori la nivel de bit
- operatorul ?

Conversii cu / fără semn

- ex 1 - vulnerabil

```
int copy (char *dst, char *src, unsigned int len) {
  while (len--)
    *dst++ = *src++;
}
int f = -1;
copy (d, s, f);
```

Conversii cu / fără semn

- ex 1 - vulnerabil

```
int copy (char *dst, char *src, unsigned int len) {
   while (len--)
      *dst++ = *src++;
}
int f = -1;
copy (d, s, f);
```

vulnerabil deoarece:

- **nu se validează** valoarea variabilei *f*
- *signed f* este convertit la *unsignd int* $->$ *buffer overflow*

Concluzie

- nu lăsați numere negative (*signed int*) să se propage în funcții libc care folosesc *size_t*, *size_t* este de tipul *unsigned int*
- exemple de astfel de funcții: *read*, *sprintf*, *strncpy*, *memcpy*, *strncat*, *malloc*

Conversii cu / fără semn

- ex 2 - vulnerabil

```
int len, sockfd, n;
char buf[1024];
len = get_user_len(sockfd);
if (len < 1024)
  read (sockfd, buffer, len);
```

Conversii cu / fără semn

- ex 2 - vulnerabil

```
int len, sockfd, n;
char buf[1024];
len = get_user_len(sockfd);
if (len < 1024)
  read (sockfd, buffer, len); // len convertit la "unsigned
```

vulnerabil deoarece:

- *len* este **validat greșit**
- când *len* are o valoare negativă $->$ *buffer overflow*

Concluzie

- **nu folosiți variabile în interpretare cu semn (signed) pentru dimensiune**
- dacă folosiți variabile cu semn, **verificați dacă valoarea e pozitivă**, pe lângă verificarea limitei intervalului

Extensia semnului

- în unele cazuri extensia semnului poate avea consecințe neprevăzute
  - când se face conversia de la un număr în interpretare cu semn pe o dimensiune mai mică la un număr în interpretare fără semn pe o dimensiune mai mare
- exemplu de cod vulnerabil (atât varianta inițială cât și varianta nouă)

```
char len;
len = get_len();
// snprintf(dst, len, "%s", src);
// initial: probleme pentru len negativ
snprintf(dst, (unsigned int)len, "%s", src);
// solutie: probleme datorita extensiei de semn
```

Extensia semnului (II)

- nu uitați: *char* și *short* sunt tipuri de date în interpretare cu semn
- exemplu cod vulnerabil, de ce?

```
char *indx;
int count;
char nameStr[MAX_LEN];
...
memset(nameStr, 0, sizeof(nameStr));
...
indx = (char*) (pkt + tt_offset);
count = (char) *indx;
while (count) {
  (char*)indx++;
  strncat(nameStr, (char*)indx, count);
  indx += count;
  count = (char) *indx;
  strncat (nameStr, ".", sizeof(nameStr) - strlen(nameStr));
}
nameStr[strlen(nameStr)-1] = 0;
```

Extensia semnului (II)

- nu se verifică limita superioara pentru *count*

```
char *indx;
int count;
char nameStr[MAX_LEN]; // 256
...
memset(nameStr, 0, sizeof(nameStr));
...
indx = (char*) (pkt + tt_offset);
count = (char) *indx;
while (count) {
  (char*)indx++;
  strncat(nameStr, (char*)indx, count);
  indx += count;
  count = (char) *indx;
  strncat (nameStr, ".", sizeof(nameStr) - strlen(nameStr))
}
nameStr[strlen(nameStr)-1] = 0;
```

Extensia semnului (III)

- exemplu cod vulnerabil, de ce?

```
...
while (count) {
  if ((unsigned int)strlen(nameStr) + (unsigned int) count <
      (MAX_LEN -1)) {
    ...
    strncat(nameStr, (char*)indx, count);
    ...
  }
}
nameStr[strlen(nameStr)-1] = 0;
```

Extensia semnului (III)

- exemplu cod vulnerabil
- conversii inutile

```
...
while (count) {
  if ((unsigned int)strlen(nameStr) + (unsigned int) count <
          (MAX_LEN -1)) { // trece pentru 5 + (-1),
                //datorita depasirii
        ...
        strncat(nameStr, (char*)indx, count);
    ...
  }
}
nameStr[strlen(nameStr)-1] = 0;
```

Extensia semnului (IV)

- exemplu cod vulnerabil datorită conversiei explicite (*char typecast*)

```
unsigned char *indx;
unsigned int count;
unsigned char nameStr[MAX_LEN];
...
indx = (char*) (pkt + tt_offset);
count = (char) *indx; // inca vulnerabil pentru numere negative
while (count) {
  if (strlen(nameStr) + count < (MAX_LEN -1)) { // nu trece
    //cand strlen() este 0
    indx++;
    strncat(nameStr, indx, count);
    indx += count;
    count = *indx;
    strncat (nameStr, ".", sizeof(nameStr) - strlen(nameStr));
  } else { die("error"); }
}
nameStr[strlen(nameStr)-1] = 0; // scrie la nameStr[-1]
```

Extensia semnului (V)

- extensia semnului
  - cod C

```
// caz 1
unsigned int no;
char c=5;
no = c;
```

  - cod asamblare

```
mov [ebp+var_5], 5
movsx eax, [ebp+var_5]

mov [ebp+var_4], eax
```

Extensia semnului (V) - caz 2

- extensia semnului
  - cod C

```
// caz 2
unsigned int no;
unsigned char c=5;
no = c;
```

  - cod asamblare

```
mov [ebp+var_5], 5
xor eax, eax
mov al, [ebp+var_5]
mov [ebp+var_4], eax
```

- **hint audit**: căutați instrucțiuni *movsx*

Trunchiere

- un tip de dimensiune mare convertit la un tip de dimensiune mai mică în urma unei signări
- exemplu

```
int g = 0x12345678;
short int h;
h = g; // h = 0x5678;
```

Trunchiere II

- exemplu, *size_t* trunchiat la *short int*

```
unsigned short int f;
char mybuf[1024];
char *userstr = getuserstr();
f = strlen(userstr); // f = 464 pentru strlen 66,000
if (f < sizeof(mybuf) - 5) // trece pentru strlen 66,000
  die ("string too long");
strcpy(mybuf, userstr);
```

- depășirile duc la un comportament neprevăzut al aplicației
- adesea duc la vulnerabilități de tipul *buffer overflow*
- limbajele C/C++ cele mai afectate

Recomandări

- verificați toate datele controlate de utilizator înainte de folosirea lor
- verificați aritmetica ce implică date de la utilizator
- nu folosiți *signed integer* ca și parametrii *unsigned*
- scrieți cod clar, nu folosiți "trucuri"
- comentați codul cu eventualele conversii ce se fac implicit în cazul unor operații
- activați opțiunile compilatorului ce vă ajută la identificarea acestor vulnerabilități
  - Visual Studio: -W4
  - gcc: -Wall, -Wsign-compare, -ftrapv

Recomandări pentru code audit

- monitorizați toate datele de intrare
- verificați codul ce scrie în zone de memorie
- uitativă dupa conversii explicite
- verificați aritmetica ce implică date de la utilizator
- folosiți unelte de analiză

Bibliografie

- "The art of Software Security Assessments", chapter 6, "C Language Issues", pp. 203-296
- "The 24 Deadly Sins of Software Security", Sin 7. Integer Overflows, pp. 119 – 142