

# Föreläsning 12

---

Tobias Wrigstad

*Bitmanipulering, preprocessorn (och lite om optimering)*



# Preprocessor



# CPP — The C PreProcessor

- Textersättning som sker innan kompilatorn
- Vi har sett några exempel tidigare:

```
#include <stdio.h>  
#include "myfile.h"
```



Inkludering av annan fil

```
#ifndef symbol  
#define symbol  
...
```



If-sats som körs vid kompileringen

```
#endif
```



```
#define INT_MAX 2147483647
```



Definition av konstant (eg. makro)

- CPP — körs innan kompilatorn automatiskt (körs sällan eller aldrig enskilt)

# Preprocessor”operatorer”

---

- Makron som spänner över flera rader \
- Göra om kod till strängar #
- Konkatenera uttryck ##
- Man kan även stänga av eller sätta flaggor vid kompilering

- Otroligt primitivt

Man kan göra **fantastiska** saker med dem

T.ex. definiera hela datastrukturer, e.g. Define\_List(int)

```

#define DECLARE_LIST(name, elem) \
    typedef struct name##_t name##_t; \
    typedef bool (*name##_cmp_fn)(elem* a, elem* b); \
    typedef elem* (*name##_map_fn)(elem* a, void* arg); \
    typedef void (*name##_free_fn)(elem* a); \
    name##_t* name##_pop(name##_t* list, elem** data); \
    name##_t* name##_push(name##_t* list, elem* data); \
    name##_t* name##_append(name##_t* list, elem* data); \
    name##_t* name##_next(name##_t* list); \
    name##_t* name##_index(name##_t* list, ssize_t index); \
    elem* name##_data(name##_t* list); \
    elem* name##_find(name##_t* list, elem* data); \
    ssize_t name##_findindex(name##_t* list, elem* data); \
    bool name##_subset(name##_t* a, name##_t* b); \
    bool name##_equals(name##_t* a, name##_t* b); \
    name##_t* name##_map(name##_t* list, name##_map_fn f, void* arg); \
    name##_t* name##_reverse(name##_t* list); \
    size_t name##_length(name##_t* list); \
    void name##_free(name##_t* list); \

```



# Preprocessormakron

---

- För robusthet — sätt parenteser runt varje arguments användande, och hela makrot

```
#define Max(a,b) ( (a) < (b) ? (b) : (a) )
```

- För längre makron, använd följande form

```
do { ... } while (0);
```

# Robusta preprocessormakron?

---

- Hitta felen!

```
#define sqr_a(x) (x)*(x)
```

```
#define sqr_b(x) (x)*(x)
```

```
#define sqr_c(x) x*x
```

```
int a = 9;
```

```
int b = sqr_a(++a);
```

```
int c = sqr_b(a)+10;
```

```
int b = sqr_c(a-10);
```

# Preprocessormakron

---

- Textuell ersättning, fungerar inte ”som C”:

```
#define Max(a,b) a < b ? b : a
```

```
Max(x + y, z);           // x + y < z ? z : x + y
```

```
Max(++x, z);             // ++x < z ? z : ++x
```



# Robusta preprocessormakron?

---

- Byt plats på två värden utan en tredje "slaskvariabel", mha xor

```
#define Swap(a,b) { \
    a ^= b; \
    b ^= a; \    // Illustrerar 5-radersmakro
    a ^= b; \
}
```

- Funkar bra

```
if (x < y)
    Swap(x, y);
```

# Robusta preprocessormakron?

---

- Byt plats på två värden utan en tredje ”slaskvariabel”, mha xor

```
#define Swap(a,b) a ^= b; b ^= a; a ^= b;
```

- Funkar inte så bra (varför?!)

```
if (x < y)
    Swap(x, y);
```

- Kompilerar inte ens

```
if (x < y)
    Swap(x, y);
else
    Swap(x, z);
```

# Printline debugging

---

- I lämplig headerfil

```
#define Debug
```

- Överallt i resten av koden

```
#ifdef Debug  
printf("..."); // Spårutskrift  
#endif
```

- Detta används ofta också för andra villkor i kod, t.ex. plattform, OS, etc.

```

#ifndef __min_assert_h__
#define __min_assert_h__

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

#define __minute__assert(kind, msg, b) \
    if (b) { printf("Assertion failed: %s(%s), file %s, line %d\n", \
        kind, msg, __FILE__, __LINE__); exit(EXIT_FAILURE); } \

#define assertTrue(arg) \
    do { __minute__assert("assertTrue", #arg, !(arg)); } while (0); \
#define assertFalse(arg) \
    do { __minute__assert("assertFalse", #arg, (arg)); } while (0); \

#endif

```

massert.h



```

#ifndef __min_assert_h__
#define __min_assert_h__

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

#define __minute__assert(kind, msg, b)
    if (b) { printf("Assertion failed: %s(%s), file %s, line %d\n",
        kind, msg, __FILE__, __LINE__); exit(EXIT_FAILURE); } \

#define assertTrue(arg)
    do { __minute__assert("assertTrue", #arg, !(arg)); } while (0); \
#define assertFalse(arg)
    do { __minute__assert("assertFalse", #arg, (arg)); } while (0); \

#endif

```

massert.h



```
#include "massert.h"
```

```
int main(int argc, char *argv[])  
{  
    assertTrue(argc > 1);  
    return 0;  
}
```

test.c

```
$ gcc -Wall -g -o test test.c
```

```
$ ./test
```

```
Assertion failed: assertTrue(argc > 1), file test.c, line 5
```



```
$ cpp -E test.c
```

```
... // bortklippt "skr p"
```

```
int main(int argc, char *argv[])
{
    do { if (!(argc > 1)) { printf("Assertion failed:
        %s(%s), file %s, line %d\n", "assertTrue",
        #argc > 1, "test.c", 5); exit(1); }; } while (0);;
    return 0;
}
```

```
#include "massert.h"
```

```
int main(int argc, char *argv[])
{
    assertTrue(argc > 1);
    return 0;
}
```

```
test.c
```

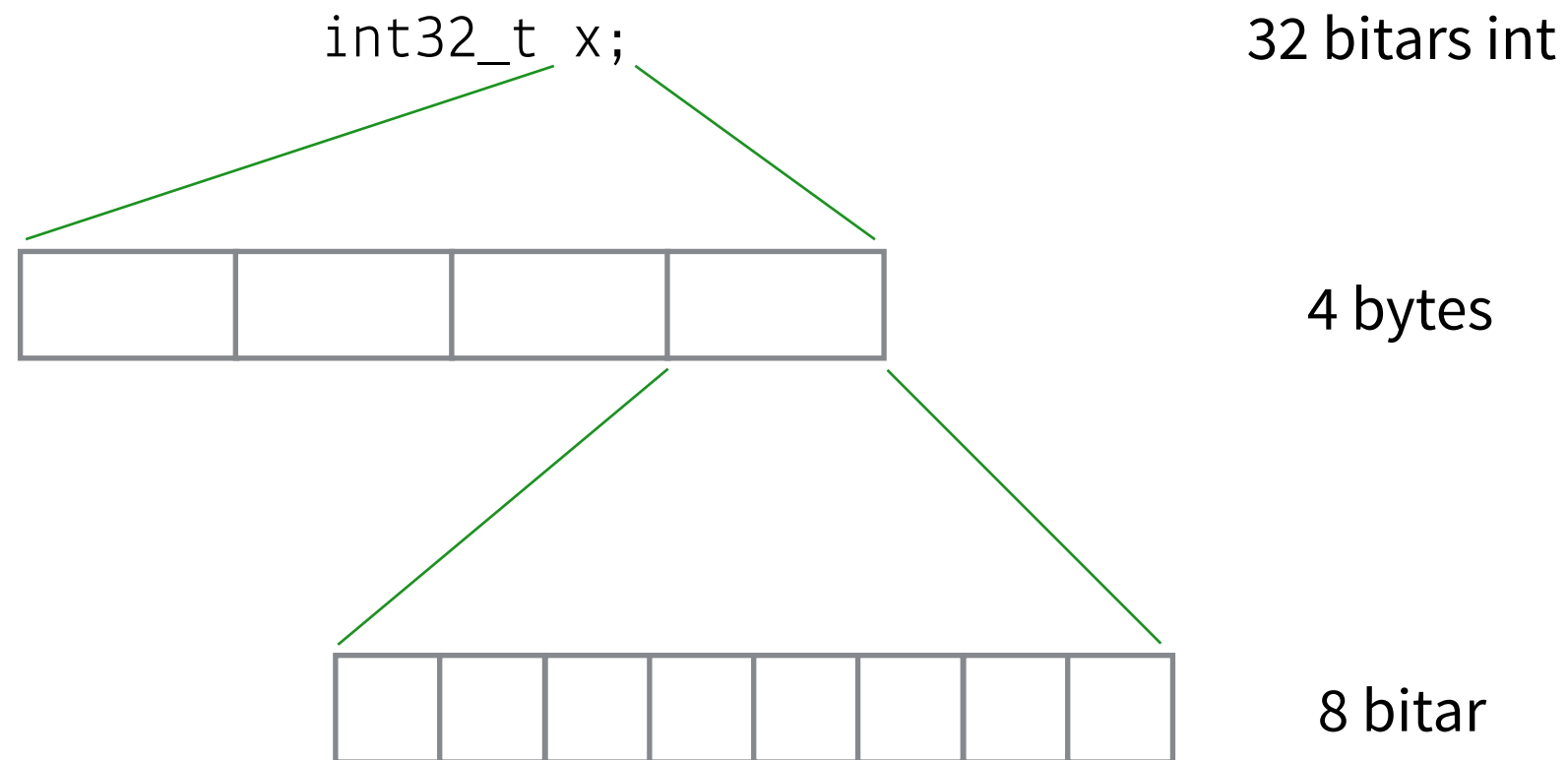
# Bitmanipulering





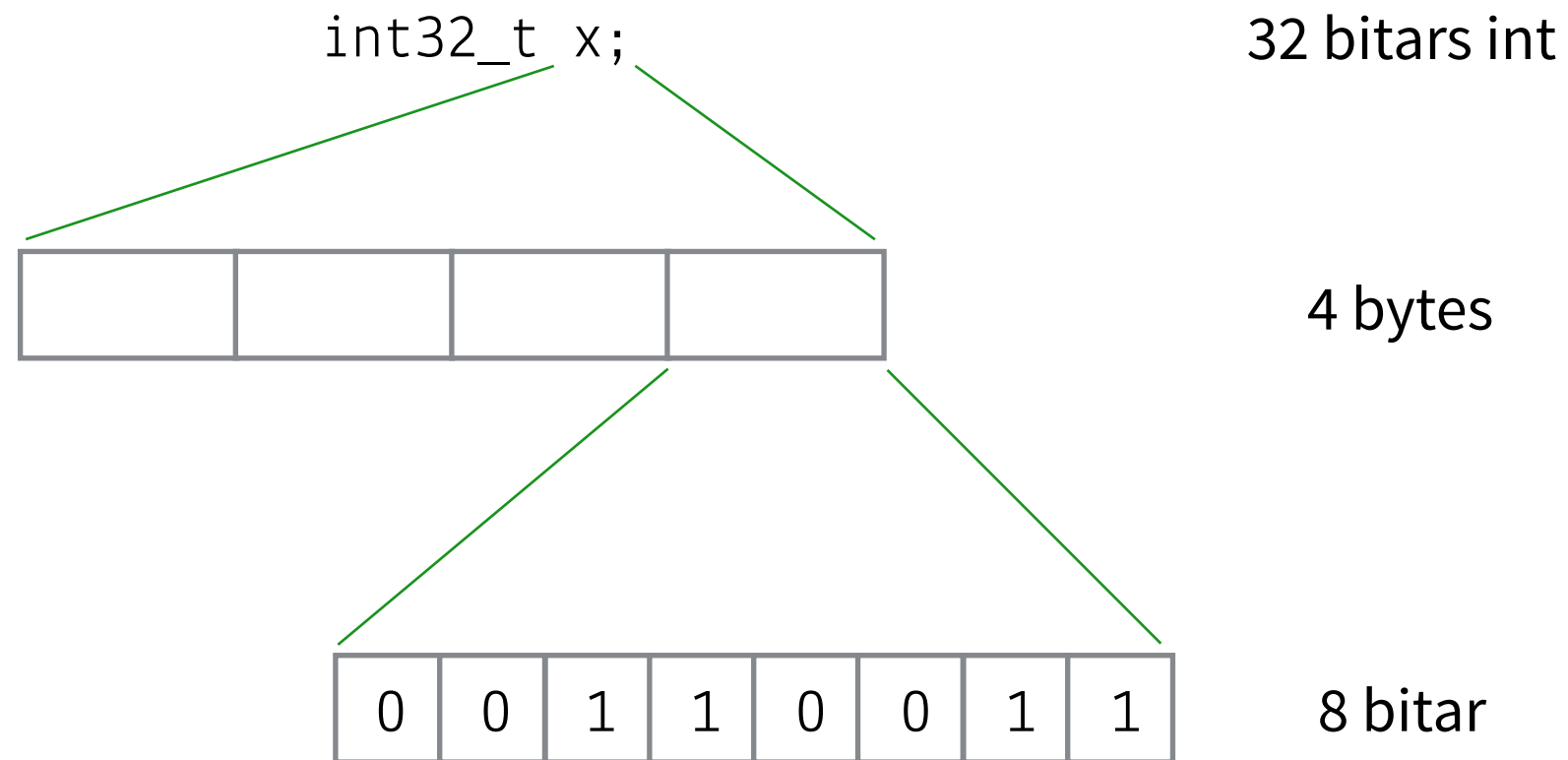


# Bitar



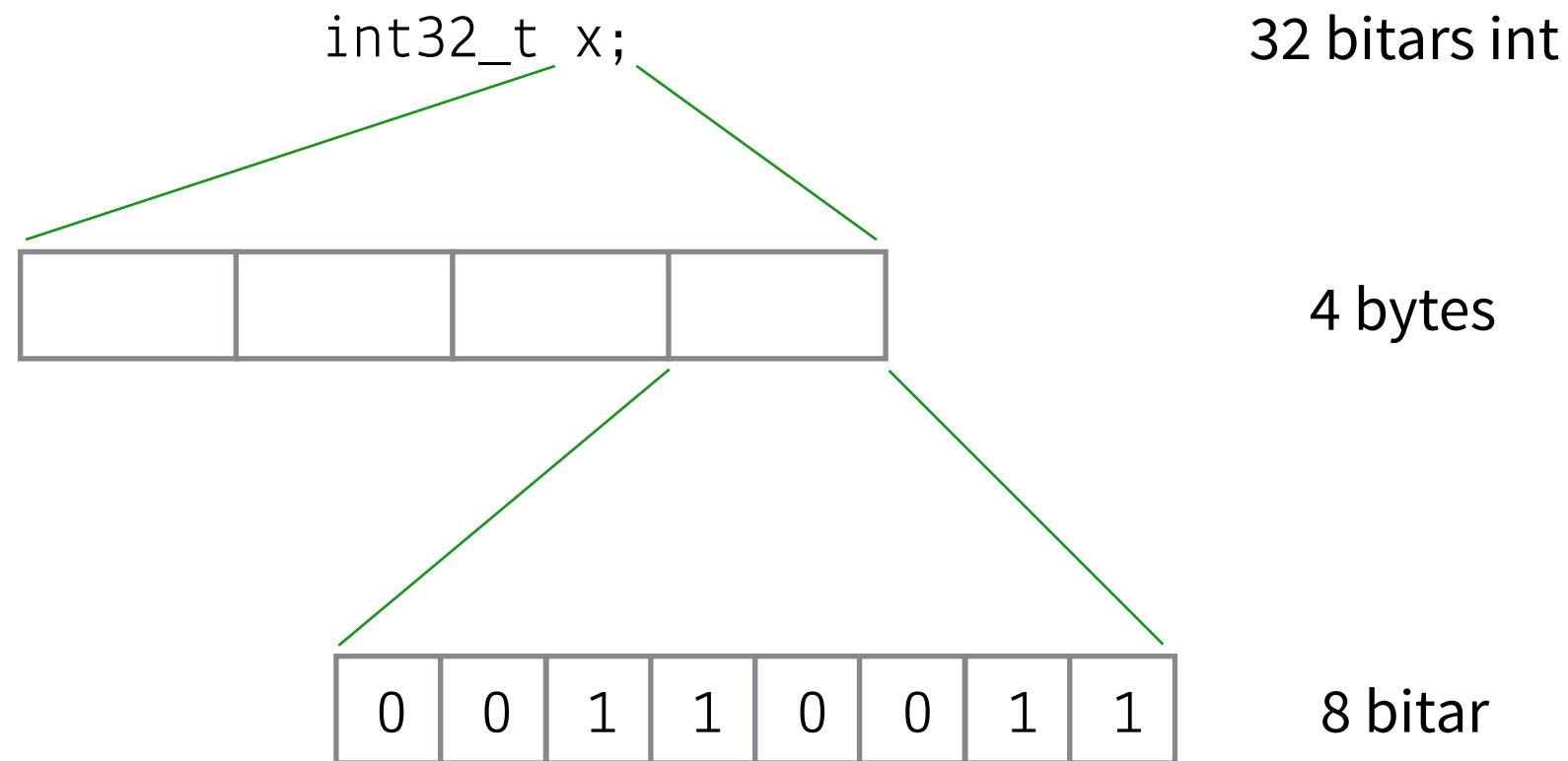
`x = 51;`

# Bitar



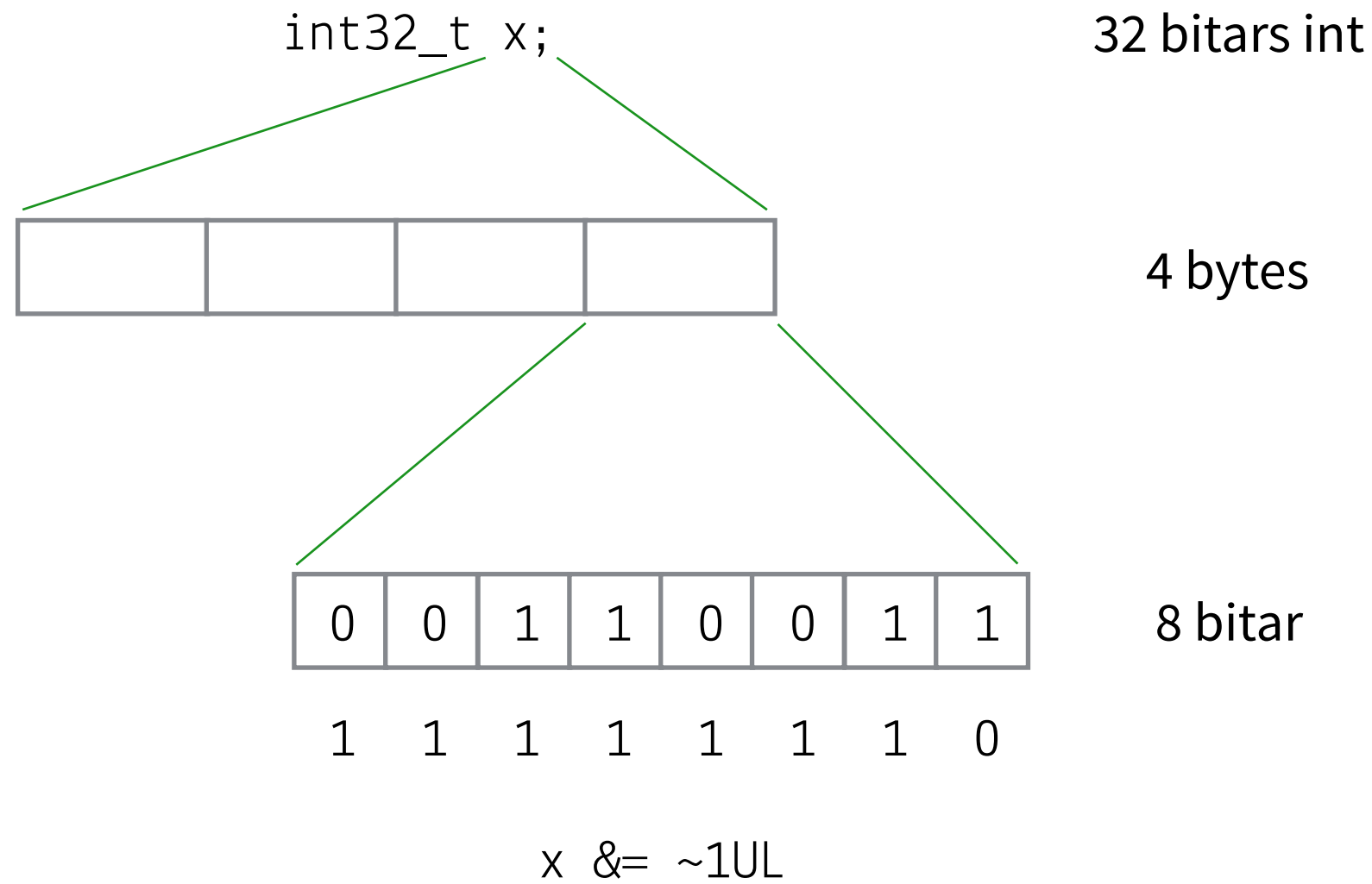
x = 51;

# Sätt bit 0 till 0

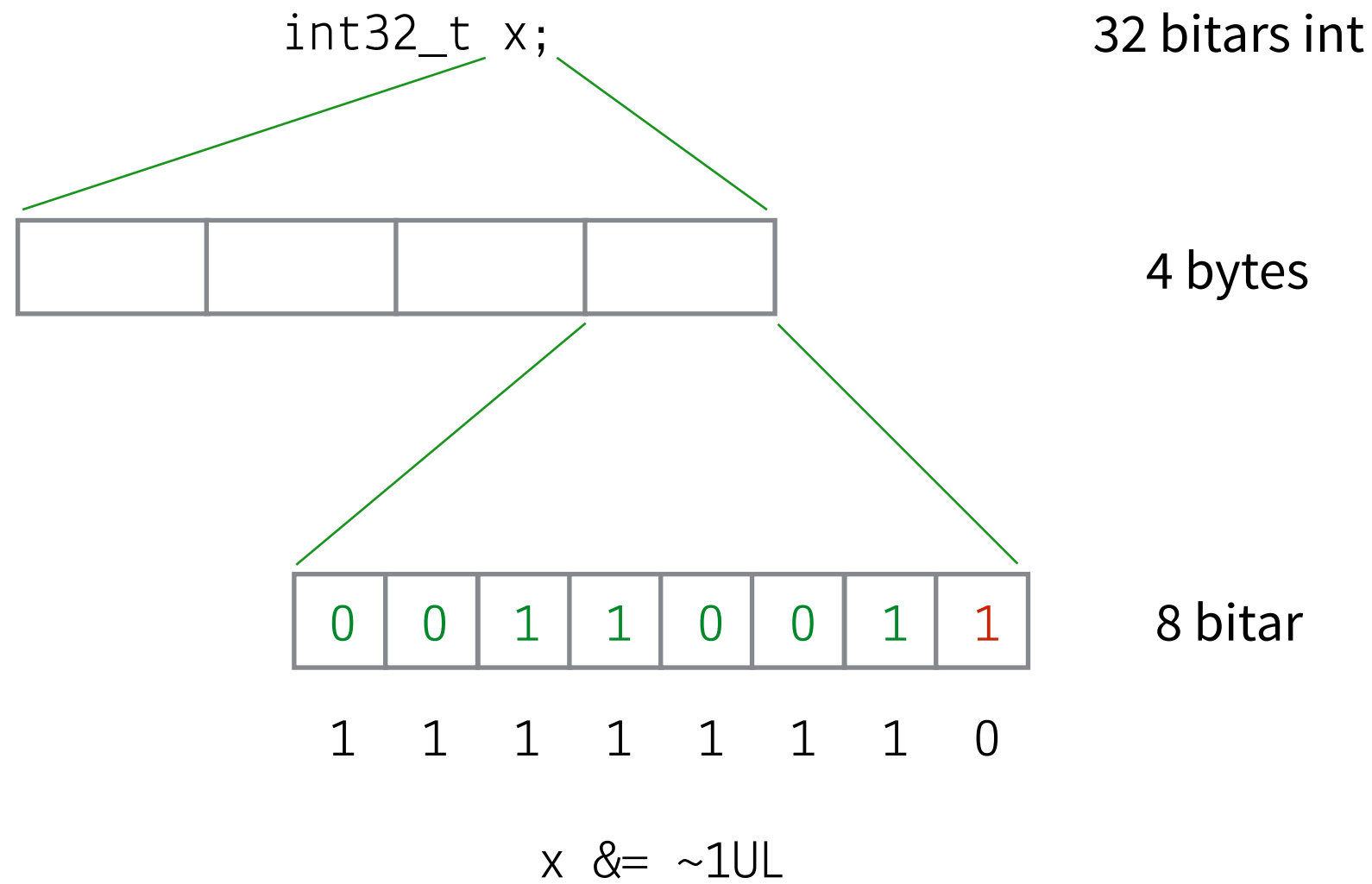


`x &= ~1UL`

# Sätt bit 0 till 0

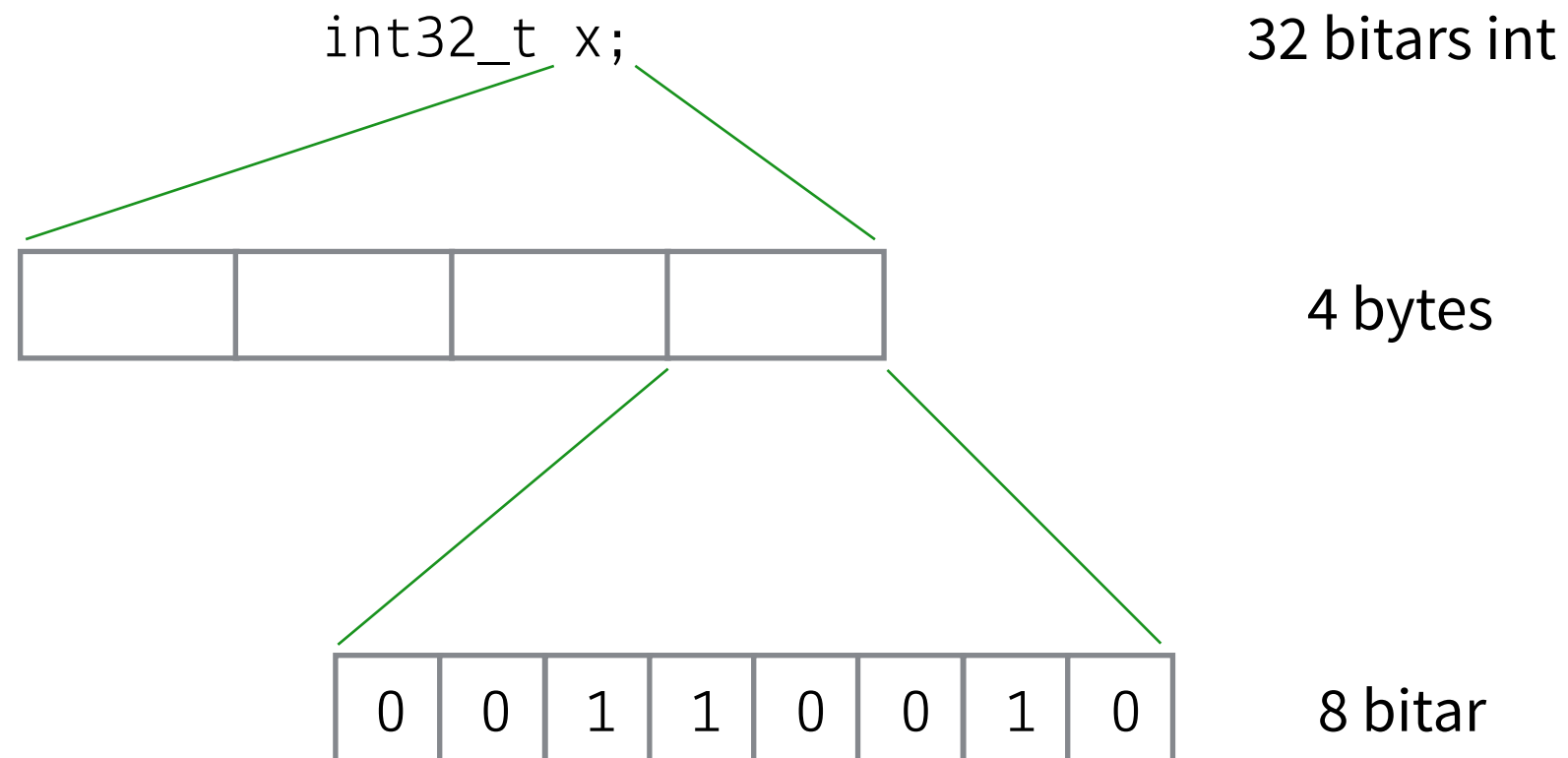


# Sätt bit 0 till 0

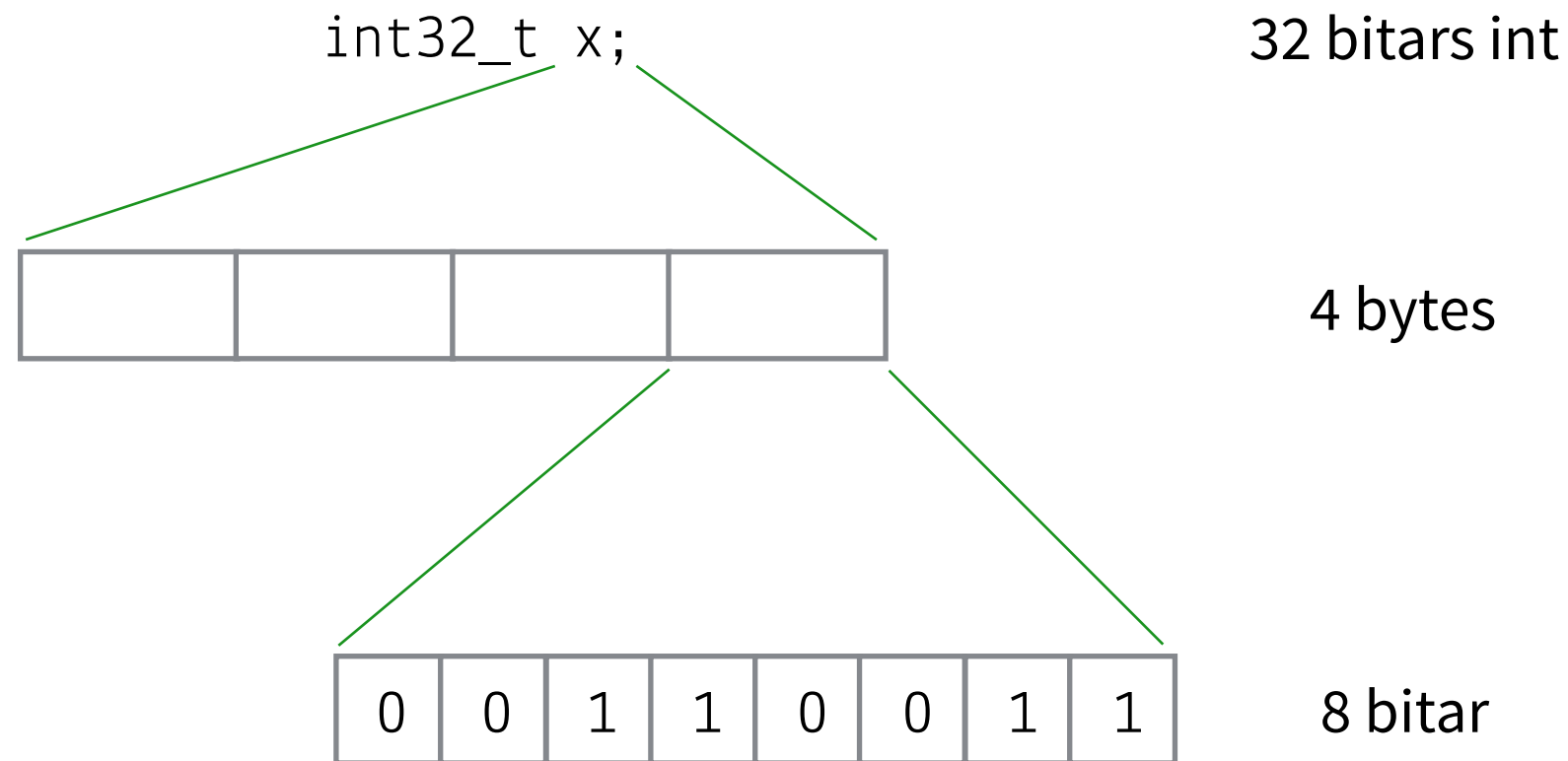


# Sätt bit 0 till 0

---



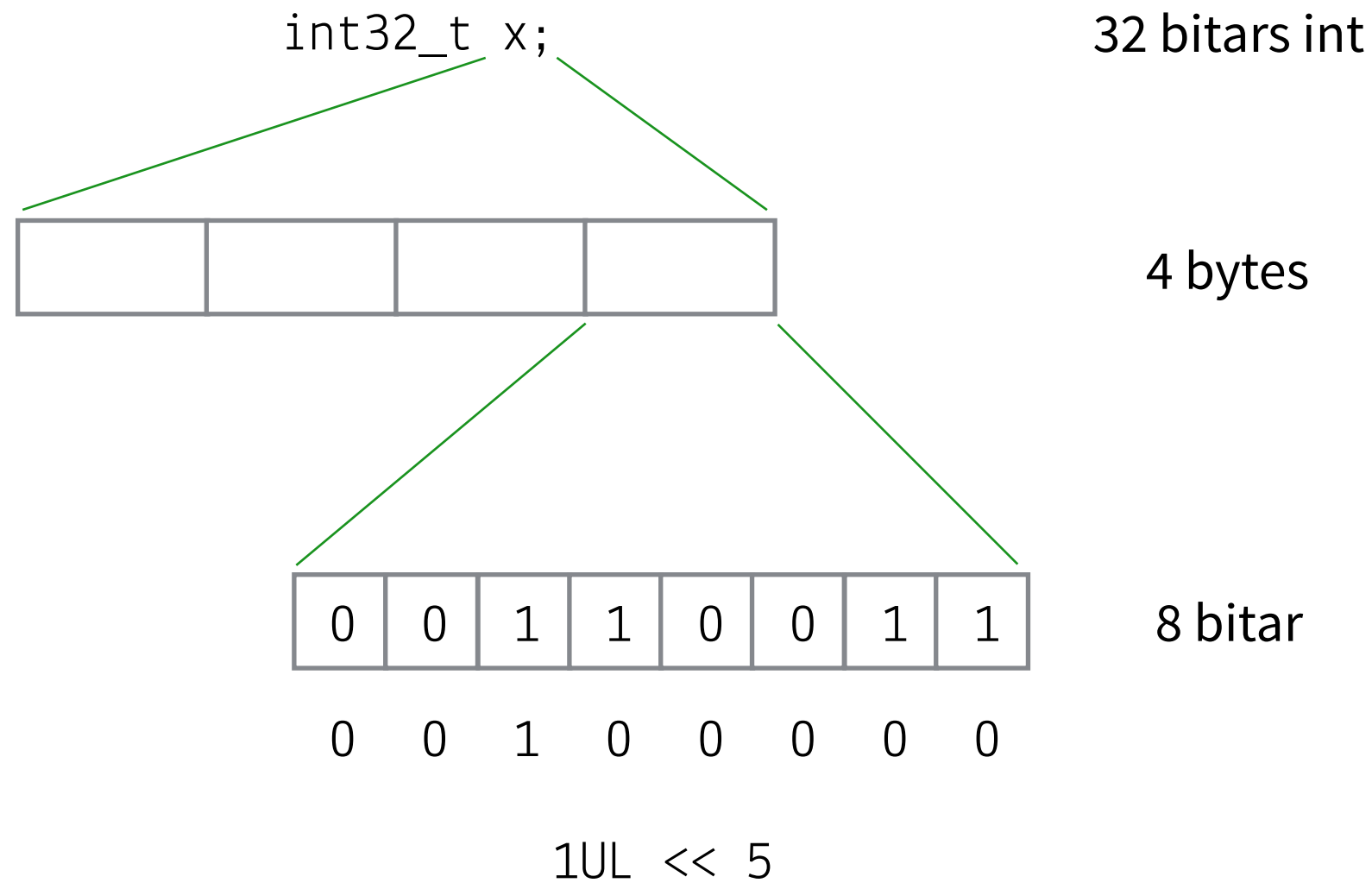
# Sätt bit 5 till 0



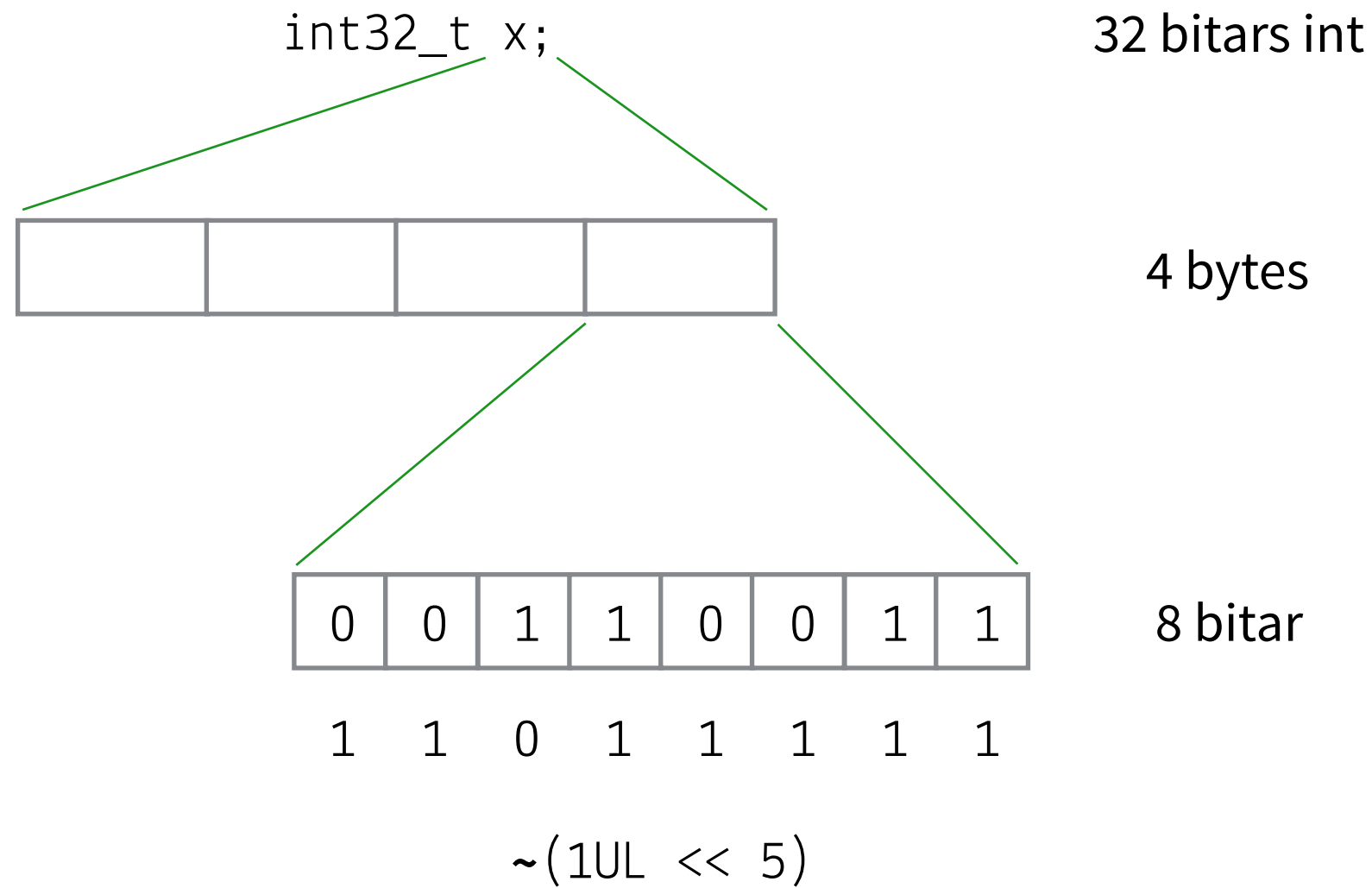
`x &= ~(1UL << 5)`



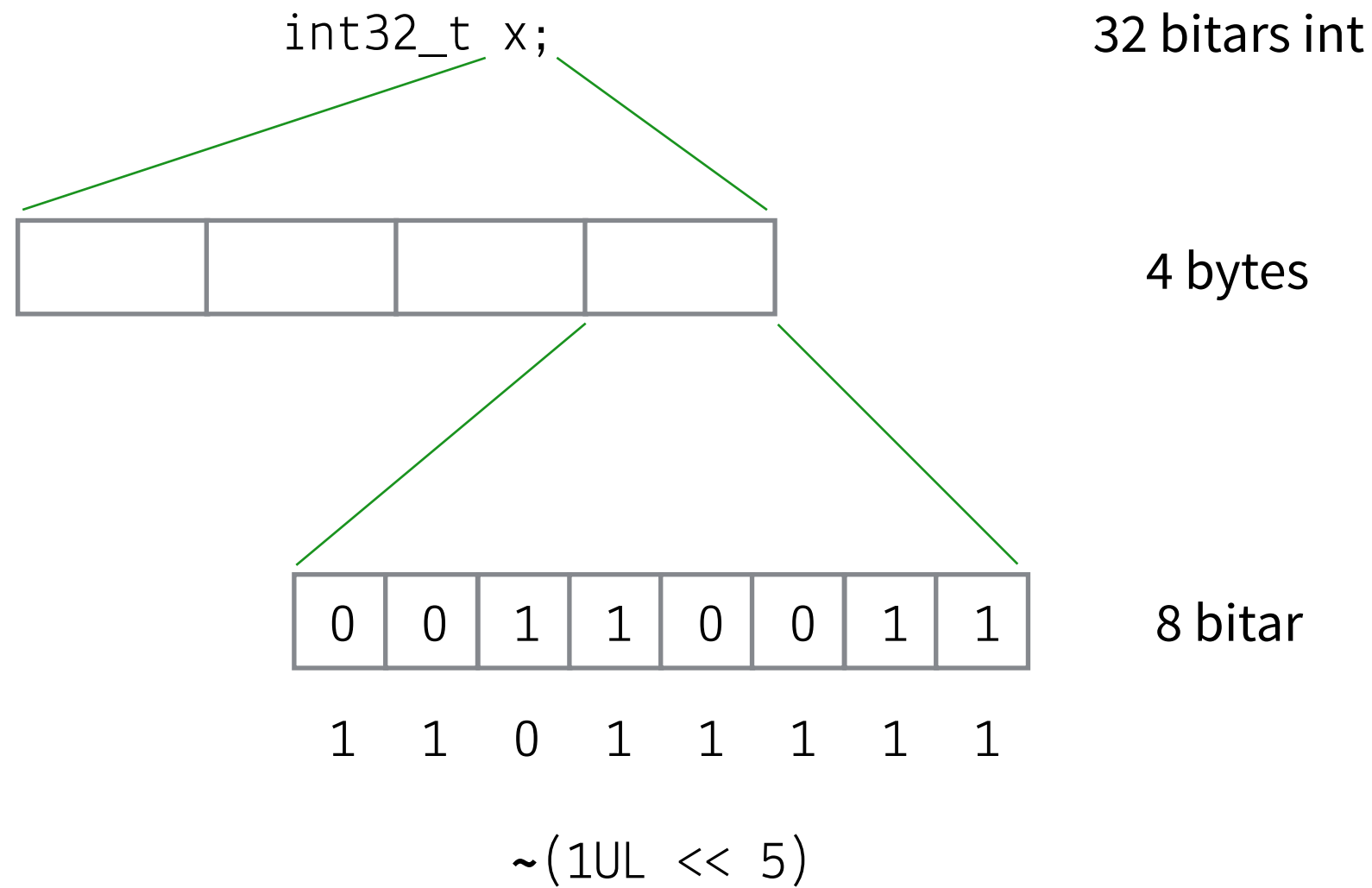
# Sätt bit 0 till 0



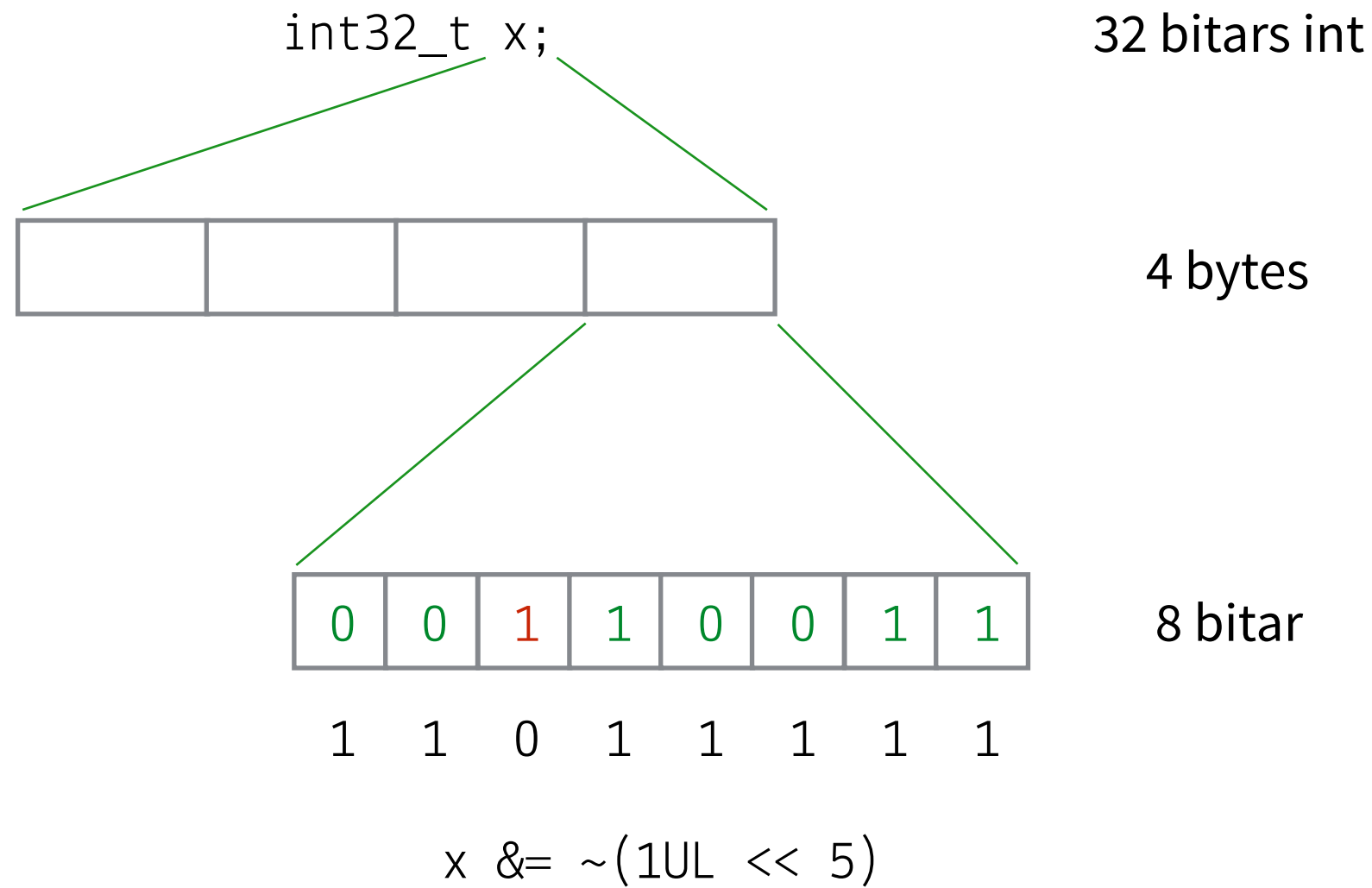
# Sätt bit 0 till 0



# Sätt bit 0 till 0

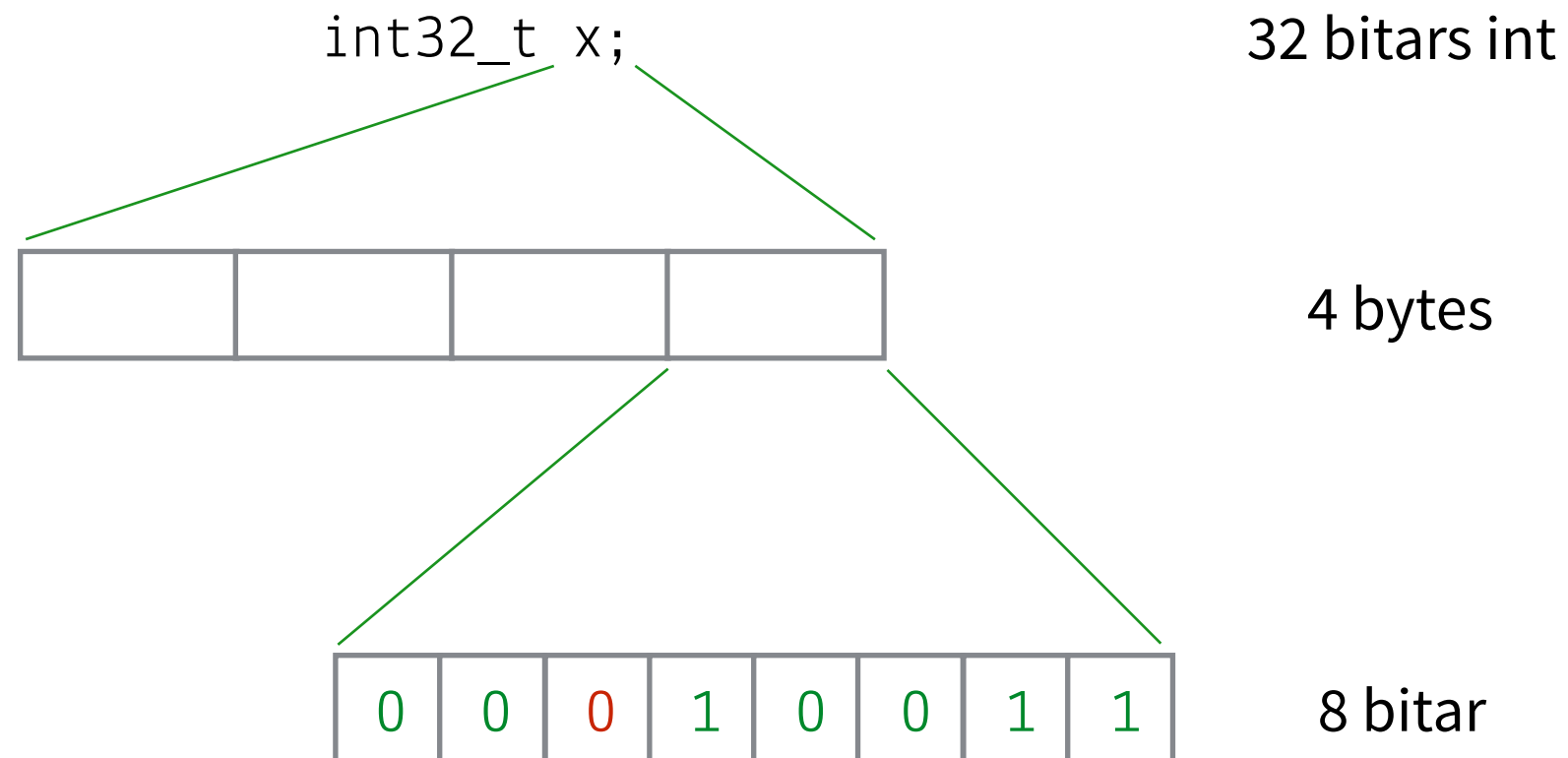


# Sätt bit 0 till 0



# Sätt bit 0 till 0

---



# Bitoperatorer i C

---

Operator	Betydelse
~	Unär, negation
&	och
	eller
^	xor
<<	vänsterskift
>>	högerskift

# Bitoperatorer i C

Operator	Bitström
<code>a = 1UL</code>	00000000 00000000 00000000 00000001
<code>b = ~1UL</code>	11111111 11111111 11111111 11111110
<code>a &amp; b</code>	00000000 00000000 00000000 00000000
<code>a   b</code>	11111111 11111111 11111111 11111111
<code>7 ^ 3</code>	$0111 \wedge 0011 = 0100 = 4$
<code>a &lt;&lt; 3</code>	00000000 00000000 00000000 00001000
<code>b &gt;&gt; 5</code>	00000111 11111111 11111111 11111111

# Användningsområden

---

- Bitflaggor

```
unsigned long SWITCHED_ON  = 1UL << 15;  
unsigned long USES_PADDING = 1UL << 3;  
SWITCHED_ON | USES_PADDING
```

- Hårdvarunära programmering
- Minneskritiska applikationer

Ex. "bitset" (komprimeringsfaktor 8)

Projektarbetet tidigare år (info om varje objekt...)



```
typedef struct bitset bitset_t;

#define Byte_index(siz,idx) (siz / idx)
#define Bit_index(siz,idx) (siz % idx)
#define On(a)    1UL << (a)
#define Off(a)   ~(1UL << (a))
#define Index_check(a, b) assert(0 <= (a) && (a) < (b))

struct bitset
{
    size_t size;
    uint8_t bits[]; // Cool C99 trick
};

bitset_t *bs_new(size_t siz)
{
    bitset_t *b = calloc(1, siz + sizeof(size_t));
    return b;
}

void bs_free(bitset_t *b)
{
    free(b);
}
```

```
bool bs_contains(bitset_t *b, size_t v)
{
    Index_check(v, b->size / 8);

    return b->bits[v / 8] & On(v % 8);
}

void bs_set(bitset_t *b, size_t v)
{
    Index_check(v, b->size / 8);

    b->bits[v / 8] |= On(v % 8);
}

void bs_unset(bitset_t *b, size_t v)
{
    Index_check(v, b->size / 8);

    b->bits[v / 8] &= Off(v % 8);
}
```



# Optimering



# Tre regler för optimering

---

- Den första regeln för optimering är

*Gör det inte*

- Den andra regeln för optimering är

*Gör det inte förrän du har klara bevis på att optimering är nödvändigt*

- Den tredje regeln för optimering är

*Du kan inte räkna ut vad som bör optimeras — du behöver profileringsdata*

# Följdsatser

---

- Följdsats §1

*Optimering tenderar att göra bra kod oläslig*

- Följdsats §2

*Kostnaden för programmets prestandaökning betalas igen i underhåll*

# Optimering

---

- De viktigaste optimeringarna är i regel algoritmiska

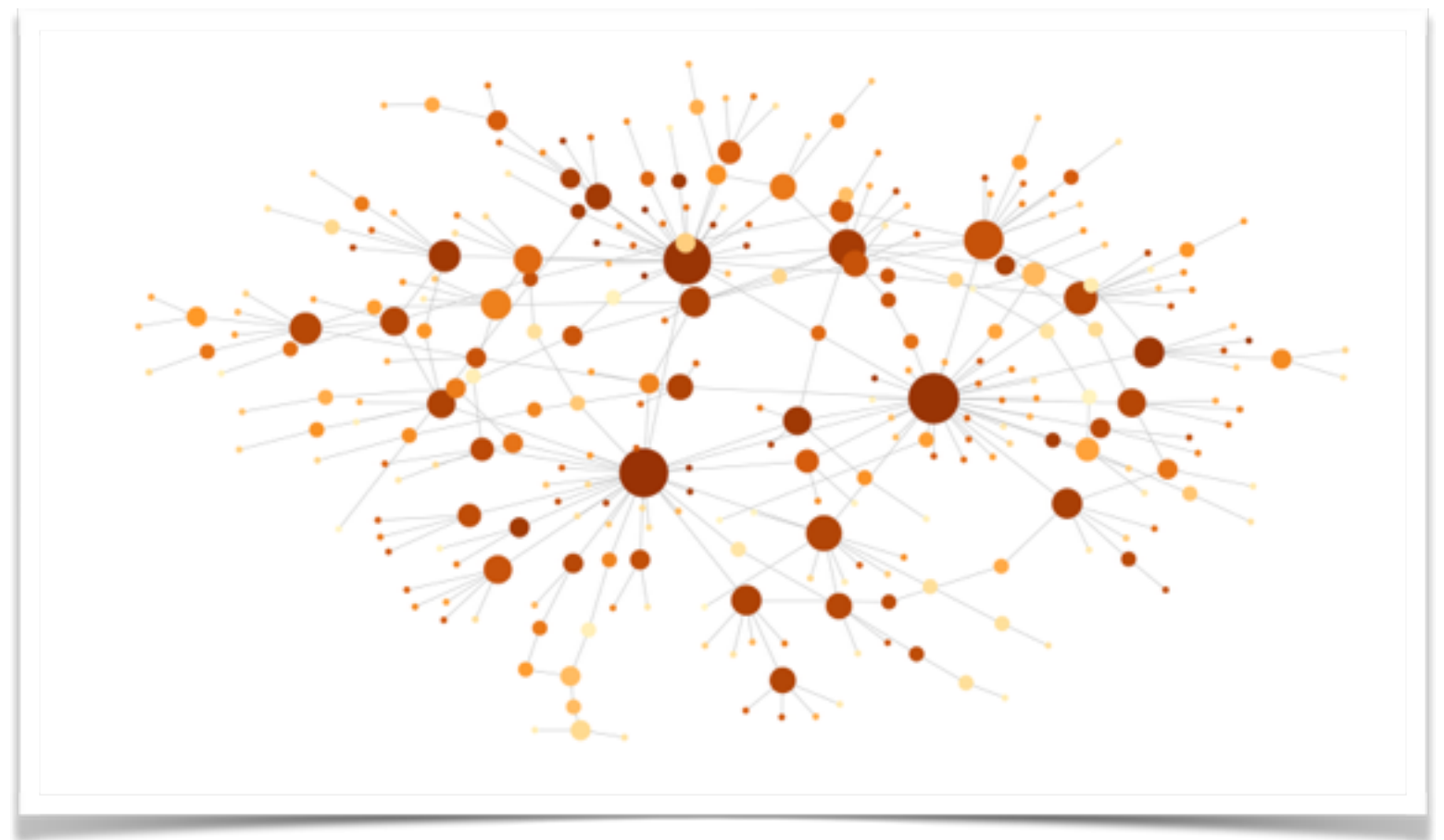
Använd ett bättre sätt att räkna fram det värde du vill ha

# Exempel: Preferential Attachment

- Problem: simulera uppbyggnad av nätverk, t.ex. sociala nätverk

Sannolikheten för att X skall vara kopplad till varje ny person ökar ju fler kopplingar X redan har

*A **preferential attachment process** is any of a class of processes in which some quantity, typically some form of wealth or credit, is distributed among a number of individuals or objects according to how much they already have, so that those who are already wealthy receive more than those who are not.*



# Hur attackerar vi problemet?

---

- Varje gång en ny person läggs till i grafen skall hen kopplas till  $K$  personer i grafen
- Sannolikheten är proportionell mot antalet kopplingar en redan har
- Om man tillåts ha flera kopplingar till samma person blir sannolikheten skev
- Problem:

*Hur håller vi reda på antalet kopplingar för varje person?*

*Hur tar vi hänsyn till det när vi slumpar fram nya kopplingar?*

# Optimera för minne eller hastighet?

---

- I regel svårt att göra båda!



# Lösning: datastrukturen för grafen

5	1	5	3	5	4	6	1	6	5	6	3	7	1	7	5	7	6	8	7	...
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----



länk från 5 till 1

- Varje gång vi lägger till något i grafen på plats P kan vi bara välja ett slumpvist element till vänster om P

*Sannolikheten att bli vald är proportionell mot kopplingsgraden*

*Vi optimerar nu för att slumpvalet skall vara effektivt — hur vet vi att det ens är viktigt?*

# Profilering

---

- Använda gprof för att ta fram en profil för ett program

```
$ gcc -pg myprog.c -o myprog
```

```
$ ./myprog
```

```
$ gprof gmon.out myprog > profile.txt
```

```
$ less profile.txt
```

```
c=0;
/*
```

Nu pekar c på minnesadressen 00000 (?), som är ett read-only minne och bara säger noll. ?  
det är bra att göra en sådan initialisering direkt så att man inte råkar skriva över random data.  
Varför görs inte det automatiskt då?

```
----- */
```

Flat profile:

Each sample counts as 0.01 seconds.

%	cumulative	self		self	total	
time	seconds	seconds	calls	s/call	s/call	name
16.01	1.30	1.30	32001519	0.00	0.00	treeinsert
15.83	2.59	1.29	15999889	0.00	0.00	worker_commit
12.19	3.58	0.99	1599989	0.00	0.00	treeinsert
10.10	4.40	0.82				array_get
9.91	5.20	0.81	15999890	0.00	0.00	worker_generate_connection
8.99	5.93	0.73				run
6.65	6.47	0.54	1599989	0.00	0.00	worker_add_full_node
6.04	6.96	0.49	16001630	0.00	0.00	random_rand
4.31	7.31	0.35	16001630	0.00	0.00	random_coin_flip
2.40	7.51	0.20	15999889	0.00	0.00	dependencies_fire
2.34	7.70	0.19	8000865	0.00	0.00	worker_resolved_backward_dependency
2.09	7.87	0.17	8000765	0.00	0.00	worker_resolved_node
0.86	7.94	0.07				run_thread
0.62	7.99	0.05	1	0.05	6.37	worker_explore
0.49	8.03	0.04				cpu_core_pause
0.37	8.06	0.03				array_set
0.12	8.07	0.01	1	0.01	0.01	random__init
0.12	8.08	0.01	1	0.01	0.01	treeinsert__init
0.12	8.09	0.01				array_size
0.12	8.10	0.01				messageq_push
0.12	8.11	0.01				pony_thread_create
0.12	8.12	0.01				quiescent
0.06	8.12	0.01				dependencies_insert



# Hur attackerar vi problemet?

---

- Varje gång en ny person läggs till i grafen skall hen kopplas till  $K$  personer i grafen
- Sannolikheten är proportionell mot antalet kopplingar en redan har
- Om man tillåts ha flera kopplingar till samma person blir sannolikheten skev
- Problem:

>30% av tiden

*Hur håller vi reda på antalet kopplingar för varje person?*

*Hur tar vi hänsyn till det när vi slumpar fram nya kopplingar?*

# Profilering och optimering under kursen

---

- Profiler inte ett interaktivt program! (t.ex. lagerhanteraren)

99,999% av dess tid går åt till att vänta på att användaren trycker på en tangent

- Välj någon liten del

T.ex. det binära sökträd som håller i alla varor

Skriv ett program som lägger in 1 M varor och tar bort 100 k varor

Profiler detta program!