

1. Before doing any translations, let's use the simulator to study how linear page tables change size given different parameters. Compute the size of linear page tables as different parameters change. Some suggested inputs are below; by using the -v flag, you can see how many page-table entries are filled. First, to understand how linear page table size changes as the address space grows, run with these flags:

-P 1k -a 1m -p 512m -v -n 0

-P 1k -a 2m -p 512m -v -n 0

-P 1k -a 4m -p 512m -v -n 0

Then, to understand how linear page table size changes as page size grows:

-P 1k -a 1m -p 512m -v -n 0

-P 2k -a 1m -p 512m -v -n 0

-P 4k -a 1m -p 512m -v -n 0

Before running any of these, try to think about the expected trends. How should page-table size change as the address space grows? As the page size grows? Why not use big pages in general?

- -P 1k -a 1m -p 512m -v -n 0: Таблиця сторінок матиме 1024 записи
- -P 1k -a 2m -p 512m -v -n 0: Таблиця сторінок матиме 2048 записів
- -P 1k -a 4m -p 512m -v -n 0: Таблиця сторінок матиме 4096 записів

Як бачимо, розмір таблиці сторінок лінійно зростає зі збільшенням адресного простору. Це очікувано, оскільки кількість віртуальних сторінок пропорційна розміру адресного простору.

- -P 1k -a 1m -p 512m -v -n 0: Таблиця сторінок матиме 1024 записи
- -P 2k -a 1m -p 512m -v -n 0: Таблиця сторінок матиме 512 записів
- -P 4k -a 1m -p 512m -v -n 0: Таблиця сторінок матиме 256 записів

Тут ми бачимо, що зі збільшенням розміру сторінки кількість записів у таблиці сторінок зменшується. Це пов'язано з тим, що при більших сторінках потрібно менше записів для покриття того ж адресного простору.

Отже, використання більших сторінок зменшує розмір таблиці сторінок, проте це може мати інші наслідки, такі як зниження гнучкості розподілу пам'яті. Тому вибір розміру сторінки - це компроміс між різними факторами.

2. Now let's do some translations. Start with some small examples, and change the number of pages that are allocated to the address space with the -u flag. For example:

-P 1k -a 16k -p 32k -v -u 0

-P 1k -a 16k -p 32k -v -u 25

-P 1k -a 16k -p 32k -v -u 50

-P 1k -a 16k -p 32k -v -u 75

-P 1k -a 16k -p 32k -v -u 100

What happens as you increase the percentage of pages that are allocated in each address space?

- -P 1k -a 16k -p 32k -v -u 0: Всі сторінки вільні, таблиця повністю заповнена
- -P 1k -a 16k -p 32k -v -u 25: 25% сторінок зайнято, таблиця наполовину заповнена
- -P 1k -a 16k -p 32k -v -u 50: 50% сторінок зайнято, таблиця повністю заповнена
- -P 1k -a 16k -p 32k -v -u 75: 75% сторінок зайнято, таблиця повністю заповнена
- -P 1k -a 16k -p 32k -v -u 100: Всі сторінки зайняті, таблиця повністю заповнена

Зі збільшенням відсотка зайнятих сторінок, кількість записів у таблиці сторінок, які вказують на дійсні фізичні сторінки, збільшується. Це відображає зростання використання адресного простору.

3. Now let's try some different random seeds, and some different (and sometimes quite crazy) address-space parameters, for variety:

-P 8 -a 32 -p 1024 -v -s 1

-P 8k -a 32k -p 1m -v -s 2

-P 1m -a 256m -p 512m -v -s 3

Which of these parameter combinations are unrealistic? Why?

Всі реалістичні.

4. Use the program to try out some other problems. Can you find the limits of where the program doesn't work anymore? For example, what happens if the address-space size is bigger than physical memory?

Якщо розмір адресного простору перевищує розмір фізичної пам'яті, симулятор видаватиме помилки. Це фундаментальне обмеження реальних комп'ютерних систем - віртуальна адресація може працювати лише в межах доступної фізичної пам'яті.

1. Тестування співвідношення адресного простору та фізичної пам'яті:

```
# Адресний простір більший за фізичну пам'ять
-P 1k -a 32m -p 16m -v -n 0
Error: physical memory size must be GREATER than address space size (for
this simulation)

# Адресний простір дорівнює фізичній пам'яті
-P 1k -a 16m -p 16m -v -n 0
Error: physical memory size must be GREATER than address space size (for
this simulation)

# Фізична пам'ять набагато більша за адресний простір
-P 1k -a 1m -p 1g -v -n 0
Error: must use smaller sizes (less than 1 GB) for this simulation.
```

2. Тестування екстремальних розмірів сторінок:

```
# Дуже малий розмір сторінки
-P 8 -a 1k -p 4k -v -n 0

# Дуже великий розмір сторінки
-P 512m -a 1g -p 2g -v -n 0
Error: must use smaller sizes (less than 1 GB) for this simulation.

# Розмір сторінки дорівнює адресному простору
-P 16k -a 16k -p 32k -v -n 0
```

3. Тестування граничних значень:

```
# Спроба використати нульові значення
-P 0 -a 16k -p 32k -v -n 0
ZeroDivisionError: float division by zero
-P 1k -a 0 -p 32k -v -n 0
Error: must specify a non-zero address-space size.
-P 1k -a 16k -p 0 -v -n 0
Error: must specify a non-zero physical memory size.

# Спроба використати дуже великі значення
-P 1k -a 2g -p 4g -v -n 0
Error: must use smaller sizes (less than 1 GB) for this simulation.
```

4. Тестування різних комбінацій параметрів:

```
# Нестандартні розміри
-P 3k -a 17k -p 33k -v -n 0
Error in argument: address space must be a multiple of the pagesize

# Розмір сторінки більший за адресний простір
-P 32k -a 16k -p 64k -v -n 0
Error in argument: address space must be a multiple of the pagesize

# Всі параметри однакового розміру
-P 4k -a 4k -p 4k -v -n 0
Error: physical memory size must be GREATER than address space size (for this simulation)
```

5. Тестування відсотка використання пам'яті:

```
# Спроба використати більше 100% пам'яті
-P 1k -a 16k -p 32k -v -u 150

# Спроба використати від'ємний відсоток пам'яті
-P 1k -a 16k -p 32k -v -u -50
```