

Лабораторна робота №6

Тема: Дослідження режимів роботи обчислювальної системи та обробки переривань в ОС Windows за допомогою консолі Performance Monitor

Мета: одержання практичних навичок використання консолі Performance Monitor.

Теоретичний матеріал

Режими роботи обчислювальної системи

Для запобігання доступу додатків до критично важливих даних операційної системи та усунення ризику їх модифікації Windows використовує два режими доступу до процесора (навіть, якщо він підтримує більше двох режимів): *користувачький* (user mode) і *ядра* (kernel mode). Код додатків працює в режимі користувача, тоді як код операційної системи (наприклад, системні сервіси і драйвери пристройів) — у режимі ядра. У режимі ядра надається доступ до всієї системної пам'яті і дозволяється виконувати будь-які машинні команди процесора.

Хоча кожен Windows-процес має свою (закриту) пам'ять, код операційної системи і драйвери пристройів, що працюють в режимі ядра, ділять єдиний віртуальний адресний простір. Кожна сторінка віртуальної пам'яті позначається тегом, який визначає, у якому режимі повинен працювати процесор для читання і/або запису даної сторінки. Сторінки в системному просторі доступні лише у режимі ядра, а всі сторінки в користувачькому адресному просторі — у режимі, який призначений для користувача.

Windows не передбачає ніякого захисту системної пам'яті від компонентів, що працюють у режимі ядра. Інакше кажучи, код операційної системи і драйверів пристройів в режимі ядра отримує повний доступ до системної пам'яті і може обходити засоби захисту Windows для звернення до будь-яких об'єктів. Оскільки основна частина коду Windows виконується в режимі ядра, вкрай важливо, щоб компоненти, що працюють у цьому режимі, були ретельно продумані і протестовані.

Це також підкреслює, наскільки необхідно бути обережним при завантаженні драйвера пристрою від стороннього постачальника: перейшовши в режим ядра, він отримає повний доступ до всіх даних операційної системи. Така вразливість стала однією з причин, за якими в Windows введено механізм перевірки цифрових підписів драйверів, що попереджає користувача про спробу установки неавторизованого (непідписаного) драйвера.

Для взаємодії користувача та обчислювальної системи Windows надає зручний графічний інтерфейс. Віконна і графічна підсистема, що відповідає за функціонування інтерфейсу у Windows, працює в режимі ядра. Тому додатки, які інтенсивно працюють із графікою, більшу частину часу перебувають саме в режимі ядра, а не у режимі користувача.

Ця підсистема складається із декількох рівнів: менеджер вікон, інтерфейс графічних пристрій, драйвери графічних пристрій.

Менеджер вікон реалізує високорівневі функції. Він керує віконним виведенням, обробляє введення з клавіатури або миші та передає додаткам повідомлення користувача.

Інтерфейс графічних пристрій (Graphical Device Interface, GDI) складається із набору базових операцій графічного виведення, які не залежать від конкретного пристрію (креслення ліній, відображення тексту тощо).

Драйвери графічних пристрій (відеокарт, принтерів тощо) відповідають за взаємодію з контролерами цих пристрій.

Під час створення вікон або елементів керування запит надходить до менеджера вікон, який для виконання базових графічних операцій звертається до GDI. Потім запит передається драйверу пристрію, далі — апаратному забезпеченню через HAL.

Апаратні переривання, системні виклики, виключні ситуації

Система переривань є основним механізмом, що забезпечує функціонування ОС. За допомогою переривань процесор отримує інформацію про події, не пов'язані з основним циклом його роботи (отриманням

інструкцій з пам'яті та їх виконанням). Переривання бувають двох типів: апаратні і програмні.

Апаратне переривання — це спеціальний сигнал (irq, interrupt request, запит переривання), що передається процесору від апаратного пристрою.

До апаратних переривань належать:

- переривання введення-виведення, що надходять від контролера периферійного пристрою; наприклад, таке переривання генерує контролер клавіатури при натисканні на клавішу;
- переривання, пов'язані з апаратними помилками (такі переривання виникають, наприклад, у разі збою контролера диска).

Системний виклик — це засіб доступу до певної функції ядра ОС із прикладних програм. Набір системних викликів визначає дії, які ядро може виконати за запитом процесів користувача. Системні виклики задають інтерфейс між прикладною програмою і ядром ОС.

Виключна (виняткова) ситуація — подія, що виникає в результаті спроби виконання програмою команди, яка з якихось причин не може бути виконана до кінця. Приkładами таких команд можуть бути спроби доступу до ресурсу за відсутності достатніх привілей чи звернення до відсутньої сторінки пам'яті, ділення на нуль.

Performance Monitor

Монітор продуктивності (Performance Monitor) – консоль Windows, що використовує лічильники, кожен з яких пов'язаний із (і стежить за) певними об'єктами в операційній системі. Приклад лічильників, з якими працює Монітор ресурсів: кількість процесів, які очікують на роботу з дисками, відсоток завантаженості процесора, кількість пакетів, що проходять через мережу за секунду. Консоль може збирати дані у файл, малювати діаграми або надсиляти повідомлення в разі досягнення лічильником певного значення. У можливості монітора входить:

- перегляд даних одночасно від будь-якої кількості комп'ютерів;
- негайна видача відгуку після внесення змін в систему.

- оперативний аналіз – перегляд та динамічна зміна графіків, що відображають показники поточної активності системи (Продуктивність – Засоби спостереження – Системний монітор);
- експорт даних із графіків, log-файлів і звітів у бази даних і електронні таблиці (наприклад: Excel, Access, SQL Server);
- створення порогових значень для будь-яких лічильників, у разі досягнення яких з'явиться запис в log-файлі і за бажанням буде відправлено повідомлення користувачу;
- створення log-файлів для даних із різних комп'ютерів, що включають різні (або однакові) лічильники, протягом різних (або однакових) проміжків часу для подальшого спільногого аналізу;
- дописування до існуючих log-файлів для організації довготривалої статистики;
- збереження конфігурацій, графіка або звіту для подальшого використання.

Спостереження за режимами роботи обчислювальної системи

Ситуація, коли користувальницький потік частину свого часу працює в режимі користувача, а частина — в режимі ядра, абсолютно нормальна. Оскільки підсистема, що відповідає за підтримку графіки і вікон в ОС Windows, функціонує в режимі ядра, то додатки, які інтенсивно працюють із графікою, більшу частину часу діють у режимі ядра, а не в режимі користувача. Найпростіший спосіб перевірити це — запустити додаток на зразок Microsoft Paint і за допомогою лічильників оснастки Performance, що наведені у таблиці 1, поспостерігати за показниками часу роботи процесора в режимі користувача і в режимі ядра.

Таблиця1. Лічильники консолі Performance Monitor

№	Об'єкт: Лічильник	Опис
1	Processor:% Processor Time Процесор: % Завантаженості процесора	процент часу, який процесор витрачає на обробку всіх потоків команд, крім простою максимально допустимим значенням відсотку завантаженості процесору є 85% — перевищення цього значення є приводом для встановлення більш швидкого процесору або установки додаткових процесорів
2	Processor: % Idle Time Процесор: % Часу простою	процент часу, який процесор простоює протягом інтервалу вибірки
3	Processor: %Privileged Time Процесор: % Роботи в привілейованому режимі	процент часу, на протязі якого окремий процесор (чи всі процесори) працюють у режимі ядра
4	Processor: %User Time Процесор: % Роботи в режимі користувача	процент часу, на протязі якого окремий процесор (чи всі процесори) працюють у режимі користувача
5	Process\Idle:%Privileged Time Процес\Idle: %Роботи в привілейованому режимі	процент часу, на протязі якого процес Idle працює у режимі ядра
6	Process\Idle:% User Time% Процес\Idle: %Роботи в режимі користувача	процент часу, на протязі якого процес Idle працює у режимі користувача

Системний процес Idle

Процесор завжди повинен виконувати код. Якщо процесор не виконує процес, що містить корисний код, то в ОС Windows він виконує процес Idle. Це забезпечує зайнятість процесора. Процес Idle має по одній нитці для виконання на кожному з процесорів і майже 100% свого часу перебуває в режимі ядра. Він використовується для обліку тактів процесора у стані простою. Бездіяльність системи використовується Windows для зниження енергоспоживання процесора. Конкретна схема зниженого енергоспоживання

визначається апаратним забезпеченням і можливостями мікропрограми системи. Наприклад, на x86 процесорах цей процес буде виконувати в циклі інструкцію HLT, яка вказує процесору відключити деякі внутрішні компоненти і чекати апаратного переривання.

Диспетчер завдань

За тією ж активністю перемикань процесору між режимом ядра та користувача можна поспостерігати через Task Manager (Диспетчер завдань). Просто перейдіть у ньому на вкладку Performance (Швидкодія), а потім виберіть із меню View (Вид) команду Show Kernel Times (Відображати час ядра). Відсоток завантаженості процесора відображається зеленим кольором, а відсоток часу роботи в режимі ядра — червоним.

Спостереження за обробкою переривань

Для спостереження за частотою переривань використовуються лічильники, наведені в табл.2.

Таблиця 2. Лічильники консолі Performance Monitor

№	Об'єкт: Лічильник	Опис
1	Processor: Interrupts /sec Процесор: Переривань/сек	частота, з якою процесор отримує і обслуговує апаратні переривання максимально допустиме значення кількості переривань залежить від покоління процесору
2	Processor: %Interrupt Time Процесор (%Переривань)	відсоток часу, який процесор витрачає на обробку апаратних переривань максимально допустимим значенням є 20-30% — значне і тривале перевищення цього порогу без адекватного завантаження пристрій вказує на апаратні проблеми
3	System: System Calls/sec Система: Системних викликів/сек	частота звернень до процедур системних служб операційної системи з боку всіх процесів, які виконуються на комп'ютері
4	System: Exceptions/ Sec Система: Обробка виключчих ситуацій/сек	частота виконуваної системою обробки виключчих ситуацій (exceptions)

Детальний опис лічильників Performance Monitor

«Processor: % Processor Time» — це частка часу, яку процесор витрачає на обробку всіх потоків команд, крім простою. Це значення дорівнює різниці між 100% і відсотком часу, який процесор витрачає на виконання потоку простою. Цей лічильник є основним показником завантаженості процесора. Він показує середнє значення зайнятості процесора протягом інтервалу вимірювання. Визначення того, чи простоює процесор, виконується за внутрішній інтервал опитування по системному таймеру (15.6 мсек).

«Processor: % Idle Time» — частка часу, коли процесор простоює протягом інтервалу вибірки (виконується процес Idle).

«Processor: %Privileged Time» — це частка часу, який потік команд процесора витратив на виконання коду в привілейованому режимі. При виклику системних служб Windows вони часто виконуються в привілейованому режимі для того, щоб отримати доступ до критичних системних даних. Такі дані захищені від доступу потоків команд, виконуваних в режимі користувача. Звернення до системи можуть бути явними або неявними, наприклад при помилках виклику сторінок пам'яті або обробці переривань. При цьому результати роботи Windows з обробки додатків може з'являтися в процесах інших підсистем додатково до привілейованого часу процесів.

«Processor: %User Time» — це відсоток часу роботи процесора, коли він перебував в режимі користувача. Режим користувача є обмеженим режимом роботи процесора. В режимі користувача працюють додатки, підсистеми забезпечення середовища (наприклад, Win32, POSIX) і інтегровані підсистеми. Цей лічильник відображає середній відсоток часу зайнятості процесора по відношенню до всього часу зразка.

«Process\Idle: % User Time» — це відсоток сумарного часу, протягом якого потоки процесу Idle перебували в режимі користувача. У цьому режимі працюють додатки, а також підсистеми забезпечення середовища (Win32, OS / 2 і POSIX) і вбудовані підсистеми.

«Process\Idle:%Privileged Time» — це частка часу, який потік команд процесора витратив на виконання коду в привілейованому режимі.

«Processor: Interrupts /sec» — частота, з якою процесор отримує і обслуговує апаратні переривання. Ця величина є непрямим показником активності пристрійв, що формують апаратні переривання, наприклад системного таймера, миші, драйверів дисків, ліній передачі даних, мережевих адаптерів і інших периферійних пристрійв. Ці пристрії зазвичай переривають роботу процесора при завершенні своєї роботи або при виникненні необхідності обробки запиту. При цьому звичайне виконання потоку команд припиняється. Системний таймер, зазвичай, перериває роботу процесора кожні 10 мілісекунд, створюючи "фон" апаратних переривань. Тому ця величина показує різницю між значеннями останніх двох вибірок, поділену на тривалість інтервалу вибірки.

«System: System Calls/sec» — це частота звернень до процедур системних служб операційної системи з боку всіх процесів, які виконуються на комп'ютері. Ці процедури визначають основний розклад і виконують синхронізацію всієї діяльності комп'ютера, забезпечують доступ до неграфічних пристрійв, управління пам'яттю, управління розбором імен. Значення цього лічильника обчислюється як різниця між двома послідовними вимірами, поділена на тривалість інтервалу між ними.

«System: Exceptions/Sec» — це частота обробки системою виключних ситуацій.

«Processor: %Interrupt Time» — відсоток часу, витрачений процесором на обробку апаратних переривань.

Хід виконання роботи

1. Побудова лічильників продуктивності із таблиці 1 для дослідження режимів роботи процесора.
2. Побудова лічильників продуктивності із таблиці 2 для дослідження обробки переривань.
3. Збір даних при відсутності взаємодії із системою (інтервал оновлення — 5 с, інтервал спостереження — 1 хв.). Після виконання цього завдання повинно бути 2 відформатованих рисунки gif та 2 файли .blg (перші рисунок та файл відповідають відсотковим значенням, другі — чисельним).
4. Збір даних при взаємодії із обраним процесом (інтервал оновлення — 5 с, інтервал спостереження — 1 хв.). Після виконання цього завдання повинно бути 2 відформатованих рисунки gif та 2 файли .blg (перші рисунок та файл відповідають відсотковим значенням, другі — чисельним).
5. Створення електронного звіту.
 - 5.1. Дослідження відсотку роботи процесору у режимах ядра та користувача.
 - 5.2.1. На одній сторінці розмістіть 2 рисунки із графіками лічильників таблиці 1, отриманих в п. 3 та 4.
 - 5.2.2. На основі рисунків потрібно заповнити відповідними даними таблиці 3 та 4 (середнє та максимальне значення лічильника будуться автоматично).
 - 5.2.3. Зробіть висновок, у якому режимі (користувача чи ядра) здебільшого працював процесор, чи залежить це від процесів, які на ньому виконувалися? Які дії досліджуваний вами процес виконував у режимі користувача, а що переадресував на виконання ОС? Чи не перевищує показник Processor:%Processor Time рекомендованого максимального значення?

5.2. Дослідження роботи операційної системи по обробці переривань

- 5.2.1. На одній сторінці розмістіть 2 рисунки із графіками лічильників таблиці 2, отриманих в п. 3 та 4.

5.2.2. На основі рисунків потрібно заповнити відповідними даними таблиці 3 та 4.

5.2.3. Зробіть висновки, чи не перевищує показник Processor:%Interrupt Time рекомендованого максимального значення.

Вимоги до оформлення результатів роботи

Електронний звіт про лабораторну роботу повинен містити:

- 1) 4 рисунки;
- 2) заповнені таблиці 3, 4;
- 3) висновки з виконання лабораторної роботи.

Питання для самоперевірки

1. Характеристики режиму ядра.
2. Для чого використовується процес Idle в ОС Windows?
3. Як можна прослідкувати за часом роботи у режимі користувача та ядра за допомогою Task Manager?
4. Які можливості утиліти Performance Monitor з оперативного спостереження за станом обчислювальної системи?
5. Які можливості утиліти Performance Monitor зі створення звітів?
6. Які граничні значення лічильників вказують на можливі негаразди в роботі системи?

Таблиця 3. Середнє значення лічильників

Лічильник	Середнє значення лічильника	
	відсутність взаємодії, %	взаємодія з обраним процесом, %
Processor: % Processor Time		
Processor: % Idle Time		
Processor: %Privileged Time		
Processor: %User Time		
Process\Idle: %Privileged Time		
Process\Idle: % User Time		
Processor: Interrupts /sec		
Processor: %Interrupt Time		
System: System Calls/sec		
System: Exceptions/ Sec		

Таблиця 4. Максимальне значення лічильників

Лічильник	Максимальне значення лічильника		Тривалість перевищення, с
	відсутність взаємодії, %	взаємодія з процесом, %	
Processor: % Processor Time			
Processor: % Interrupt Time			

Таблиця 5. Перелік процесів для взаємодії

Остання цифра номеру студента за списком визначає номер його варіанта

№ варіанта	Програма
1.	Текстовий редактор
2.	Файловий менеджер
3.	Браузер
4.	Гра
5.	Калькулятор
6.	Графічний редактор
7.	Середовище розробки
8.	VirtulBox
9.	Програма для пошти
0	Торент-клієнт