

## СИНХРОНІЗАЦІЯ ЗОБРАЖЕНЬ У МУЛЬТИМОНІТОРНИХ СИСТЕМАХ

© Іващук Т.С., Квурт Л.С., 2007

Метою цієї роботи є дослідження різних аспектів роботи мультимоніторних систем. Використання таких систем є дуже перспективним, оскільки дає змогу відобразити більше інформації у разі зменшення вкладень порівняно з одноекранними системами. Постає задача організації роботи мультимоніторної системи. Для цього можна використати декілька методів. Три з них розглянуті в даній роботі. Для моделювання роботи мультимоніторної роботи запропоновано використовувати комп'ютерну мережу.

The aim of this work is to investigate different aspects of work of multimonitor systems. The usage of multimonitor systems is very prospective as it allows to display more information and invest less money compared to a large single screen. But to organize the work of a multimonitor system many problems should be solved. Several methods can be used to solve this problem. Three of them are mentioned in this work. A computer network is offered to show the work of a multimonitor system.

**Вступ.** Мультимоніторні комп'ютерні системи (МКС) приваблюють користувачів комп'ютерної техніки можливостями якісного збільшення інформації, що висвітлюється в системі, внести додатковий комфорт у розв'язання низки науково-технічних та інженерних задач, реалізувати паралельне представлення процесів [1]. Серед задач, які потребують розв'язання в процесі створення МКС, однією із найважливіших є задача забезпечення синхронізованого представлення інформації. Особливої ваги вирішення цієї задачі набуває у випадку необхідності відображення єдиної картини багатьма моніторами, кожен з яких використовується для візуалізації частини цієї єдиної картини. При цьому інформація на сусідніх моніторах не повинна повторюватися і не повинна мати “провали”, коли якась перехідна смуга між кадрами сусідніх моніторів втрачається. Задача ускладнюється при відображенні анімаційних процесів.

**Відображення інформації в МКС.** Узагальнену схему відображення інформації в МКС наведено на рис. 1. Система має  $M$  моніторів, кількість яких  $M = N \times K$ , де  $K$  – кількість моніторів, які розгорнуто за горизонталлю,  $N$  – кількість моніторів, які розгорнуто за вертикаллю.

Інформація в МКС представляється в одній із систем координат, наприклад, у світовій декартовій системі [2]. Тоді монітор  $M_{ij}$  відображає 2D-зображення за координатами

$$X_{ij \min} \dots X_{ij \max}; Y_{ij \min} \dots Y_{ij \max}.$$

Різні класи МКС можуть визначатись такими значеннями координат.

1 клас. Характеризується однорядковим полем моніторів. Область визначення координат для цього класу  $X_{11 \min} \dots X_{1K \max}; Y_{11 \min} \dots Y_{1K \max}$ , при цьому  $Y_{11 \min} = Y_{12 \min} = \dots = Y_{1K \min}$ .

При  $X_{1K \max} = X_{11 \min}$  МКС реалізує однолінійну кругову панораму.

2 клас. Характеризується  $m$ -рядковим полем моніторів. Область визначення координат цього класу

$$X_{11 \min} \dots X_{MK \max}; Y_{11 \min} \dots Y_{1K \max}.$$

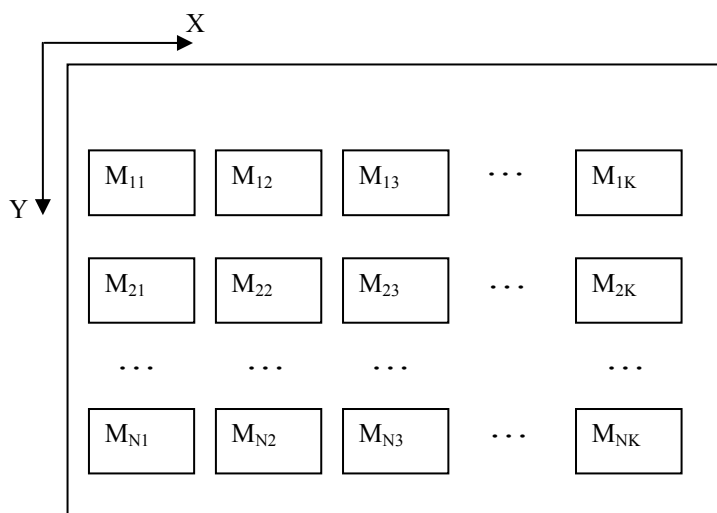


Рис. 1. Відображення зображення групою моніторів

При  $X_{1K \max} = X_{11 \min}$  та  $Y_{1K \max} = Y_{11 \min}$  МКС реалізує т-лінійну кругову діаграму.

При  $X_{MK \max} = X_{11 \min}$  та  $Y_{MK \max} = Y_{11 \min}$  МКС реалізує замкнену сферичну панораму.

Зображення фрпмується  $Z_{ij}$  на моніторі  $M_{ij}$  із врахуванням інформаційного впливу на цей монітор інших моніторів (рис. 2), тобто  $Z_{ij}$  є функцією векторів  $V_{ij}$ :

$$Z_{ij} = f\left(\sum_{i-1}^{i+1} \sum_{j-1}^{j+1} \overline{V_{ij}}\right) \quad (1)$$

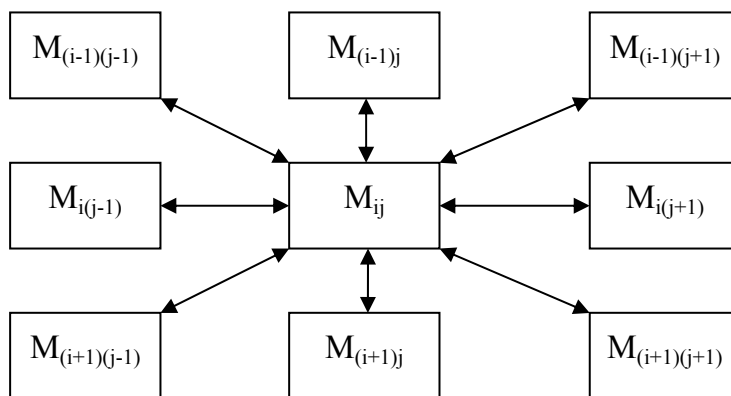


Рис. 2. Схема формування зображення моніторами  $M_{ij}$ .

**Методи організації роботи МКС.** Для організації мультимоніторної системи можна використати декілька методів.

Перший метод полягає в тому, що використовується один комп'ютер з однією відеокартою, до якої під'єднано певну кількість моніторів. Це найзручніший метод, оскільки інформація обробляється лише на одному комп'ютері, причому всі команди виведення зображення відправляються одному відеоадаптеру. Алгоритм роботи зводиться до відправки відповідної команди адаптеру. На основі цієї команди адаптер сам визначає, на який монітор і що виводити.

Другий метод передбачає використання одного комп'ютера з декількома відеокартами, під'єднаними через PCI-слоти. Алгоритм виводу такий: визначити, на який монітор треба вивести зображення; відправити команду адаптеру, до якого під'єднано монітор. При цьому центральний

процесор використовується для координації роботи кожного монітора, розрахунки ж проводяться з використанням відеопроцесорів, якими укомплектовується кожен з моніторів. Цей метод складніший за попередній, оскільки відбувається робота з декількома відеокартами. Тут необхідно розділяти графічні дані між різними адаптерами.

Третій метод ґрунтується на використанні в МКС декількох відеопроцесорів, робота яких координується центральним процесором. Відеопроцесор працює з групою моніторів, кількість моніторів у групі залежить від продуктивності відеопроцесора та необхідності досягнення заданого рівня якості візуалізації. Система будується за принципом модульного нарощування, в якій як модуль приймають відеопроцесор із закріпленою за ним групою моніторів.

**Стратегія досліджень МКС.** Стратегія досліджень у вирішенні питань якісної візуалізації зображень відповідно до зазначених методів може будуватись за правилом „від простішого до складнішого”. При цьому доцільно покроково розв’язувати задачу. З кожним кроком підвищуються вимоги до умов розв’язання задач, знімаються обмеження, накладені на вирішення задач у попередніх кроках, розширюються функціональні можливості.

Схема покрокового розв’язання задачі синхронного представлення інформації в МКС може характеризуватись такими кроками.

1. Відображення статичної (нерухомої) картини на N моніторах, при якому за кожним із моніторів „закріплюється” своя частина єдиної картини. Обмеження – статичне зображення.

2. Система відображення нерухомої картини ускладнюється появою рухомого об’єкта на одному із моніторів МКС. Обмеження – 1 екран, 1 рухомий об’єкт.

3. Рухомий об’єкт переміщується на сусідні монітори МКС. Обмеження – 1 рухомий об’єкт у взаємодії зі всіма екранами МКС.

4. Збільшення числа рухомих об’єктів до значення, що визначається продуктивністю МКС. Застосування до об’єктів в МКС анімації, спецефектів. Обмеження – продуктивність МКС.

У зв’язку із технічною складністю реалізації процеси в МКС можна моделювати роботою комп’ютерної мережі.

**Опис схеми досліджень.** Для проведення досліджень необхідно використовувати декілька комп’ютерів, кількість яких дорівнює кількості моніторів у системі. При цьому комп’ютери об’єднані в мережу. На одному з них працює програма-сервер, яка займається виведенням на екран і відправляє команди програмам-клієнтам. На інших комп’ютерах виконуються програми-клієнти, які отримують команди від програми-сервера та відповідно до них виводять необхідну інформацію на екран свого комп’ютера.

Під час відображення статичних зображень, наприклад, графічних файлів програма-сервер пересилає відповідні частини зображення по мережі іншим комп’ютерам, де програми-клієнти виводять ці частини на свої екрани. При відображенні динамічних зображень суттєве значення має швидкість передавання даних мережею. У цьому випадку необхідно застосовувати стиск відеоданих. Але при динамічному виведенні елементів векторної графіки програмі-серверу достатньо відправляти лише команди, які вказуватимуть програмі-клієнту на виведення певних графічних примітивів. Це вимагає значно меншої швидкодії мережі. Для цього використовується такий алгоритм:

1. Програма-сервер відправляє команду програмам-клієнтам.

2. Всі програми виконують цю команду.

3. При виконанні команди кожна програма промальовує лише свою область зображення.

Необхідно також зазначити, що під час візуалізації зображень необхідно використовувати бібліотеки DirectX або OpenGL. Лише за їх допомогою можна забезпечити високу продуктивність виведення на екран. Без використання цих бібліотек неможливо отримати доступ до регістрів відеоадаптера, які використовуються для швидкого оброблення даних, тому при виведенні таких графічних елементів як лінії чи еліпси доведеться перекласти роботу на центральний процесор. А це вимагатиме значно більшого часу, оскільки програмно доведеться обчислювати координати

кожної точки графічного елемента. Відеоадаптер же виконує цю роботу апаратно за допомогою спеціалізованого процесора, що й забезпечує високу продуктивність.

Наприклад, треба на декількох екранах відобразити 3D-сцену, об'єкти якої постійно змінюють своє положення. Для цього кожному типу об'єктів присвоюється свій код. При промальовуванні сцени програма-сервер виконує команди виведення цих елементів та відправляє по мережі коди цих команд з параметрами програмам-клієнтам. Програми-клієнти отримують ці дані та на їх основі виводять на екрани своїх комп'ютерів відповідні об'єкти. Після цього програми-клієнти відправляють програмі-серверу спеціальний код, який є підтвердженням завершення виведення. При цьому програма-сервер не відправляє коди наступних об'єктів і не виводить їх на свій екран, поки не отримає відповіді від усіх програм-клієнтів. Це робиться для синхронізації виведення сцени. В цьому випадку зображення виводиться рівномірно на всі монітори, враховуючи можливість різної швидкодії у різних комп'ютерів. Такі операції, як поворот камери також мають свій код. Необхідно також зазначити, що хоча всі комп'ютери виконують одні й ті самі команди виведення, кожен з них відображає лише свою частину зображення.

При виведенні статичного зображення воно розбивається на частини. У цьому випадку для правильного відображення та зручності реалізації всі монітори повинні мати встановлену однакову роздільну здатність. При цьому для ефективного використання ресурсів мережі частини зображення, які передаються програмам-клієнтам, мають бути стиснені. Для відображення малюнка треба виконати послідовність дій, показано на рис. 3.



Рис. 3. Процес відображення картини

**Висновки.** У роботі розглянуто різні аспекти роботи мультимоніторних комп'ютерних систем та способи їх організації. Для забезпечення нормального функціонування таких систем досліджувалися різні алгоритми. Вибір алгоритму залежить від конкретного застосування МКС – для статичного чи динамічного відображення інформації. Основна увага приділялася задачі синхронізації представлення інформації, оскільки її розв'язання забезпечує коректну роботу системи під час представлення динамічних даних. Для представлення статичних даних синхронізацію можна не застосовувати.

Використання МКС збільшує кількість візуальної інформації, яку отримує користувач, вносить додатковий комфорт у розв'язання низки науково-технічних та інженерних задач. МКС є доброю альтернативою системам з одним великим екраном, оскільки забезпечують значно більшу роздільну здатність та потребують менше інвестицій.

1. Квурт Л.С. Мультимоніторні комп'ютерні системи // Зб. матеріалів II Міжвуз. НТК наук.-педагог. працівників "Проблеми та перспективи розвитку економіки і підприємництва та комп'ютерних технологій в Україні". – Львів: Ліга-Прес, 2007. – С. 220–221. 2. Блінова Т.О., Порєв В.М. Комп'ютерна графіка. – К.: Юніор, 2004. – 456 с.