

## РОЗПАРАЛЕЛЮВАННЯ В СИСТЕМАХ ОБРОБКИ ДАНИХ ЗАДАЧ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

© Грицик В. (1973 р.н.), 2010

**Досліджено системний підхід розпаралелювання обробки даних задач комп'ютерного зору у забезпеченні реального часу. Розглянуто відповідні системи паралельної і магістральної обробки даних.**

**The article presents a systematic research approach to parallel processing of computerized tasks in providing real-time. The article also discussed, trunk and parallel processing.**

### Постановка проблеми

Дослідивши наявні теоретичні та практичні розробки, можна стверджувати, що сьогодні потрібні розробки підходів та опис налаштування у складних системах обробки даних. Можна згадати нові дослідження обчислювальних біологічних систем у межах наноструктур. Тому важливим є підхід до налаштування обробки даних для високої кількості однорідних середовищ. У напрямку реалізації задач великої розмірності важливими є дослідження з виявлення паралелізму алгоритму, а також розроблення принципово нових підходів конструктивних алгоритмів паралельної структури для розв'язання задач великих розмірностей у системах комп'ютерного зору для різних задач предметних областей знань, практичного застосування. Незважаючи на значні досягнення в різних задачах комп'ютерного зору, надалі наявна проблема необхідності розв'язання практичних задач обробки зображень у реальному часі. Така ситуація пов'язана із зростанням вимог до кількості інформації, яку потрібно обробляти в момент часу.

Важливим надалі є розвиток теоретичних досліджень розпаралелювання відносно структурних підходів, системних застосувань, методів реалізації задач комп'ютерного зору [1–3].

### Мета дослідження

Мета дослідження – це налаштування системи обробки даних, алгоритми і синтез складних систем паралельної обробки даних у реальному часі.

### Налаштування системи обробки даних.

#### Синтез складних систем паралельної обробки даних

Розглянемо можливість розпаралелювання обробки інформації під час синтезу складних систем обробки даних на рівні ярусно-паралельних структур алгоритму, застосування також магістральних методів реалізації процесу обробки даних. Такий підхід дає можливість налаштування системи на реалізацію задач у заданому режимі обробки даних, які надходять. У цьому підході важливим є вибір основних операторів, що дають змогу налаштовувати системи. Розглянемо систему

$$S_i \subset X_i \times Y_i, \quad (1)$$

і нехай

$$X_i = \times \{X_{ij} : j \in I_{X_i}\}, \quad Y_i = \times \{Y_{ij} : j \in I_{Y_i}\}$$

Позначимо через  $Z_{X_i}$  декартовий добуток компонентних множин  $X_i$ , які можуть бути для реалізації з'єднань систем; а через  $\bar{Z}_{X_i}$  – сімейство всіх компонентів множин  $X_i$  і позначимо через

$$\bar{X}_i^* = \left\{ X_{ij} : X_{ij} \in \bar{X}_i \wedge X_{ij} \notin \bar{Z}_{X_i} \right\},$$

де  $\bar{X}_i$  – сімейство компонентних множин  $X_i$ ;

$$X_i^* = \times \left\{ X_{ij} : X_{ij} \in \bar{X}_i \wedge X_{ij} \notin Z_{X_i} \right\} = \times \left\{ X_{ij} \cdot X_{ij} \in \bar{X}_i^* \right\}$$

Отже, отримаємо:

$$X_i = X_i^* \times Z_{X_i}. \quad (2)$$

Аналогічно

$$Y_i = Y_i^* \times Z_{Y_i}. \quad (3)$$

Із ((1) : (3)) можна синтезувати множину синтезованих (з'єднаних) систем

$$S_{iz} \subset (X_i^* \times Z_{X_i}) \times (Y_i^* \times Z_{Y_i}). \quad (4)$$

Системи  $S_i$  і  $S_{i\bar{z}}$  не однакові системи; система  $S_{i\bar{z}}$  визначає можливість з'єднання (синтезування) систем. Клас синтезованих систем із (4) визначаємо так

$$\bar{S}_z = \left\{ S_{iz} : S_{iz} \subset (X_i^* \times Z_{X_i}) \times (Y_i^* \times Z_{Y_i}) \right\}.$$

У цьому класі систем знайдемо основні параметри синтезу систем.

I. Каскадний синтез (з'єднання)

Нехай  $S_1 \subset X_1 \times (Y_1^* \times Z_{X_1})$ ,  $S_2 \subset (X_2^* \times Z_{Y_1}) \times Y_2$ .

Введемо операцію  $\circ$ :  $\bar{S}_Z \times \bar{S}_Z \Rightarrow \bar{S}_Z$ , таку, що  $S_1 \circ S_2 = S_3$ , де

$$S_3 \subset (X_1 \times X_2^*) \times (Y_1^* \times Y_2), \quad Z_{X_1} = Z_{Y_2} = Z$$

i

$$((X_1, X_2), (Y_1, Y_2)) \in S_3 \Leftrightarrow (\exists z)((X_1, (Y_1, Z)) \in S_1 \wedge ((X_2, Z), Y_2) \in S_2),$$

Операцію  $\circ$  визначимо як каскадний синтез, або каскадну операцію.

II. Паралельний синтез (з'єднання)

Нехай  $S_1 \subset (X_1^* \times Z_{X_1}) \times Y_1$ ,  $S_2 \subset (X_1^* \times Z_{X_2}) \times Y_2$ .

Введемо операцію  $+$ :  $\bar{S}_Z \times \bar{S}_Z \Rightarrow \bar{S}_Z$  таку, що  $S_1 + S_2 = S_3$ , де

$$S_3 \subset (X_1^* \times X_2^* \times Z) \times (Y_1 \times Y_2), \quad Z_{X_1} = Z_{X_2} = Z$$

i

$$((X_1, X_2, Z), (Y_1, Y_2)) \in S_3 \Leftrightarrow ((X_1, Z)Y_1) \in S_1 \wedge ((X_2, Z), Y_2) \in S_2$$

Операцію + назвемо паралельним синтезом (з'єднання), або паралельною операцією.

III. Замикання зворотного зв'язку (організація операції циклів).

Нехай F – відображення F:  $\overline{S}_Z \Rightarrow \overline{S}_Z$ , таке що  $F(S_1) = S_2$ ,

де  $S_1 \subset (X^* \times Z_X) \times (Y^* \times Z_Y)$ ,

а  $S_2 \subset X^* \times Y^*$ ,  $Z_X = Z_Y = Z$  і  $(X, Y) \in S_2 \Leftrightarrow (\exists Z)((X, Z), (Y, Z)) \in S_1$ .

Відображення F називається замиканням зворотного зв'язку, або операцією замикання оберненого зв'язку.

Отже, введені три основні операції синтезу систем, які практично вичерпують можливості організації операцій складних систем обробки даних.

Нижче наведено основні властивості синтезу операцій обробки даних.

1. Якщо операція  $(S_1 \circ S_2) \circ S_3$  визначена, тоді справедлива рівність

$$(S_1 \circ S_2) \circ S_3 = S_1 (S_2 \circ S_3).$$

2.  $S_1 \circ S_2 \neq S_2 \circ S_1$ .

3. Якщо операції  $(S_1 + S_2) + S_3$  і  $S_1 + (S_2 + S_3)$  визначені, тоді справедлива рівність

$$(S_1 + S_2) + S_3 = S_1 + (S_2 + S_3).$$

4.  $S_1 + S_2 = S_2 + S_1$ .

5. В операції  $\circ$  немає одиничного елемента.

6. Роль одиничного елемента для операції + відіграє пуста система .

7.  $F(S_1 \circ S_2) = F(S_2 \circ S_1)$ , якщо обидві частини цієї рівності мають сенс.

8. Якщо системи  $S_1 \subset X_1 \times (Y_1 \times Z)$  і  $S_2 \subset (X_2 \times Z) \times Y_2$  не попереджують, тоді не попереджує і система  $S_3 = S_1 + S_2$ .

9. Якщо системи  $S_1 \subset (X_1 \times Z) \times Y$  і  $S_2 \subset (X_2 \times Z) \times Y$  не попереджують, тоді не попереджуватиме і система  $S_3 = S_1 + S_2$ .

10. Якщо системи  $S_1$  і  $S_2$  лінійні, тоді системи  $S_1 \circ S_2$ ,  $S_1 + S_2$  і  $F(S_1)$  так само будуть лінійними, якщо вони є визначені.

11. Якщо системи  $S_1$  і  $S_2$  функціональні, тоді функціональними є і системи  $S_1 \circ S_2$  і  $S_1 + S_2$  за умови, що вони визначені; каскадно і паралельно з'єднання зберігаються властивості

взаємно однозначної функціональності; операції замикання зворотного зв'язку у загальному випадку функціональності не зберігають.

12. Нехай  $S \subset (X + Z) \times (Y \times Z)$  є функціональними і

$$S(X) = \{Z : (\exists y)((x, z, y, z) \in S)\},$$

$$S(x, y) = \{Z : (\exists z')((x, z, y, z') \in S)\}.$$

Тоді система  $F(S)$  є функціональна в тому і тільки тому випадку, коли для кожного  $x \in X$

$$(\exists y) (S(x) \subset S(x, y)).$$

Нижче буде досліджено можливості розпаралелювання обробки інформації для різних операцій синтезу систем на рівні заданих систем  $S_i$ . Вважаємо, що операція замикання оберненого зв'язку дає змогу обробляти дані лише на рівні однієї системи  $S_i$ . Тому важливо дослідити можливість розпаралелювання обробки даних при побудові різних систем за допомогою каскадного і паралельного поєднання (з'єднання) операцій на рівні заданих систем  $S_i$ .

**Теорема 1.** Нехай задано системи обробки даних

$$S_1 \subset X_1 \times (Y_1^* \times Z_{X_1}), S_2 \subset (X_2^* \times Z_{Y_2}) \times Y_2$$

і визначено каскадні з'єднання цих систем за допомогою каскадної операції

$$S_1 \circ S_2 = S = (X_1 \times X_2^*) \times (Y_1^* \times Y_2),$$

тоді система  $S$  допускає магістральну обробку даних на рівні  $S_1$  і  $S_2$ .

**Доведення.** Нехай системи  $S_1, S_2, S$  реалізують деякі функції  $f_1, f_2, f$  (рис. 1). Побудуємо магістральну схему обробки даних для одиничного потоку даних для визначення функції  $f$ .

Час  $\rightarrow$

$$\text{Крок 1} \quad f_1^1 \quad f_1^2 \quad f_1^3 \quad \dots$$

$$\text{Крок 2} \quad f_2^1 \quad f_2^2 \quad \dots \quad (5)$$

де  $f_i^r$  – функція  $f_i$  залежно від  $r$ -аргумента в одиничному потоці даних.

Аналогічно побудуємо магістральну схему функціонування системи  $S$  при одиничному потоці даних на входах  $S_1$  і  $S_2$ . Позначимо через  $S_i^r$  – систему  $S_i$  в момент  $r$  для визначення  $f_i^r$ .

$$\text{Крок 1} \quad S_1^1 \quad S_1^2 \quad S_1^3 \quad \dots$$

$$\text{Крок 2} \quad S_2^1 \quad S_2^2 \quad \dots$$

Аналогічні результати можна отримати для мультимагістральних систем обробки даних.

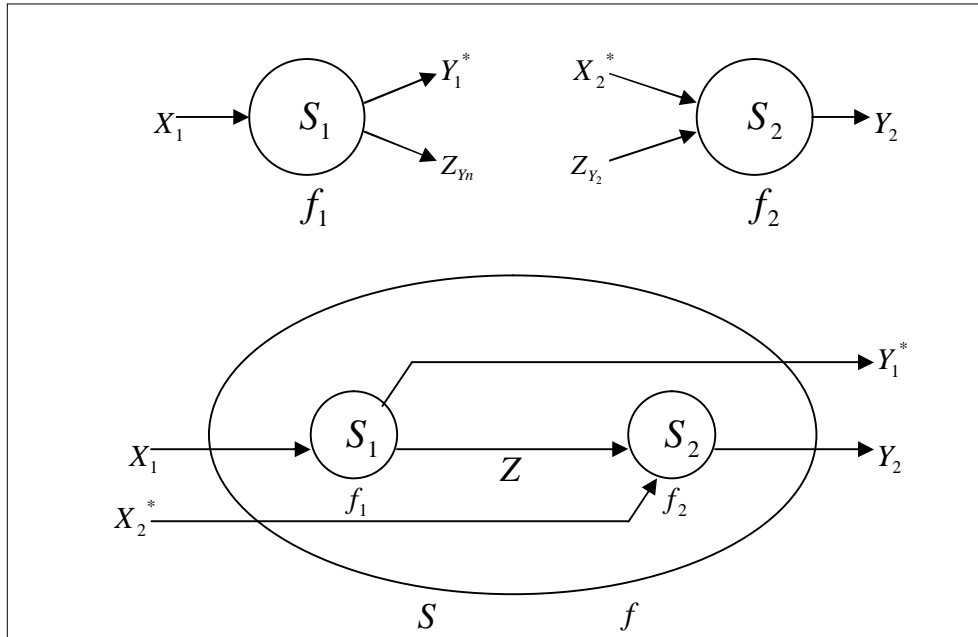


Рис. 1. Системи  $S_1, S_2, S$

**Теорема 2.** Нехай задано системи обробки даних

$$S_1 \subset X_1 \times (Y_1^* \times Z_{X_1}), S_2 \subset (X_2^* \times Z_{Y_2}) \times (Y_2^* \times Z_{Y_2}),$$

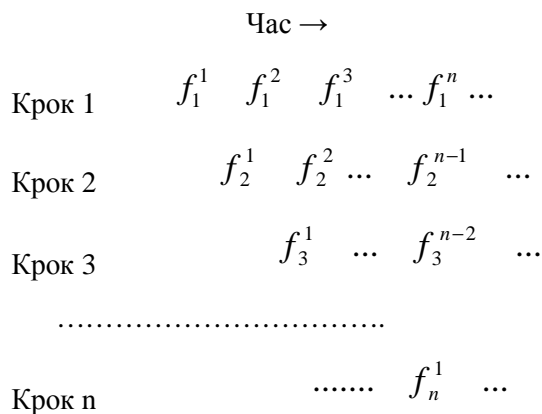
$$S_3 \subset (X_3^* \times Z_{Y_3}) \times (Y_3^* \times Z_{X_3}), \dots, S_n \subset (X_n^* \times Z_{Y_n}) \times Y_n$$

і визначено каскадне з'єднання цих систем за допомогою каскадного з'єднання операцій

$$S_1 \circ S_2 \circ S_3 \circ \dots \circ S_n = S \subset (X_1 \times X_2^* \times X_3^* \times \dots \times X_n^*) \times \\ \times (Y_1^* \times Y_2^* \times Y_3^* \times \dots \times Y_{n-1}^* \times Y_n);$$

тоді система  $S$  допускає магістральну обробку даних на рівні  $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ .

Нехай системи  $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n, S$  реалізують функції  $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n, f$ . На рис. 2 зображено систему  $S$  обробки даних для визначення  $f$ . Побудуємо магістральну схему обробки даних для одиничного потоку даних, щоби визначити  $f$ .



Аналогічно можна побудувати магістральну схему функціонування  $S$  для одиничного потоку даних на входах  $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ .

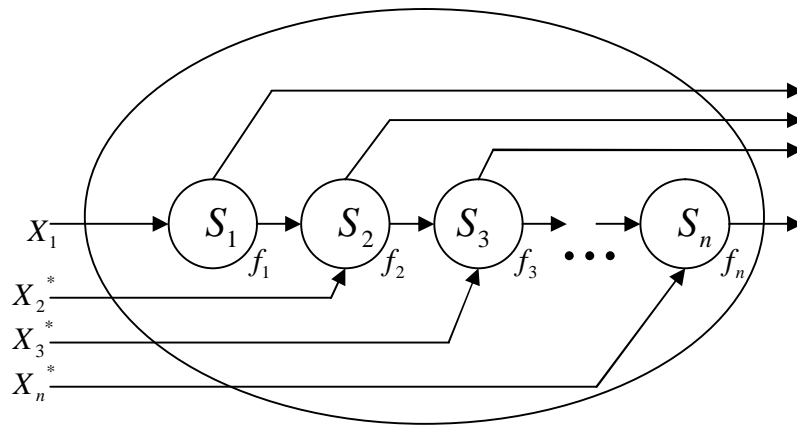
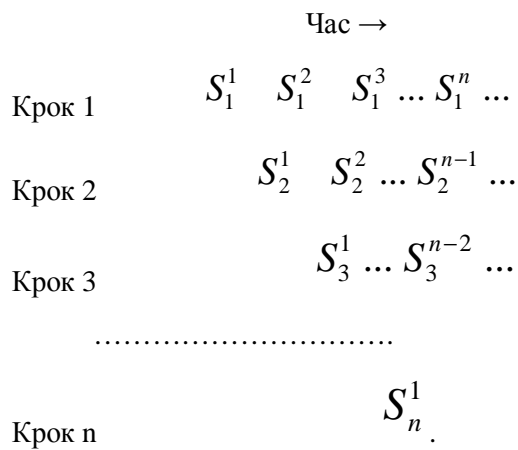


Рис. 2. Система  $S$  обробки даних для визначення  $f$

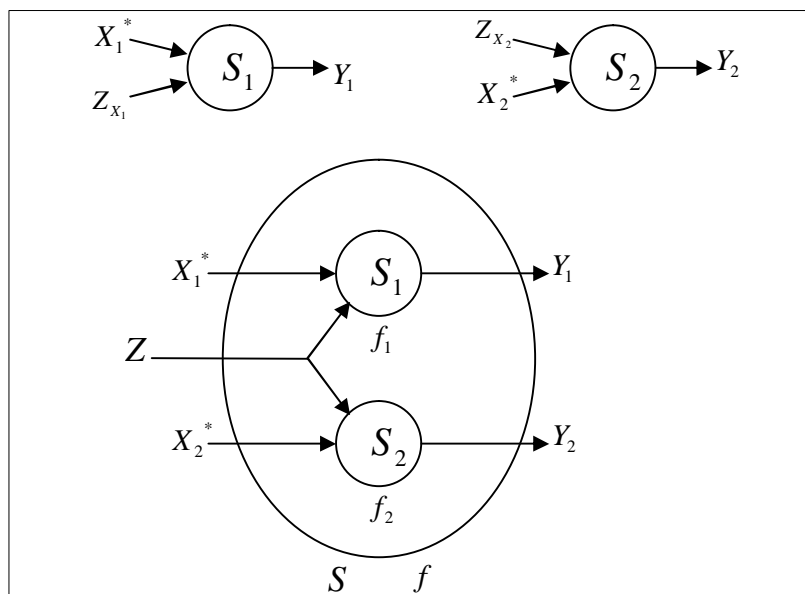


Рис. 3. Система обробки даних

**Теорема 3.** Нехай задані системи обробки даних  $S_1 \subset (X_1^* \times Z_{X_1}) \times Y_1$ ,  $S_2 \subset (X_2^* \times Z_{X_2}) \times Y_2$  і визначено паралельне з'єднання (синтезу) цих систем з допомогою паралельного з'єднання операції

$$S_1 + S_2 = S = (X_1^* \times X_2^* \times Z) \times (Y_1 \times Y_2).$$

Тоді система  $S$  допускає розпаралелювання обробки даних на рівні  $S_1$  і  $S_2$ .

**Доведення.** Якщо за умови побудови синтезу  $S$

$$X_1^* \cap Y_2 = \wedge X_2^*, \quad Z_{X_2} \cap Y_1 =$$

Тобто системи  $S_1$  і  $S_2$  згідно з означенням є інформаційно незалежні, тоді система  $S$  допускає розпаралелювання обробки даних на рівні  $S_1$  і  $S_2$ . На рис. 3 представлена система  $S$  обробки даних.

### Висновок

Описано методи та алгоритми складних систем паралельної обробки даних, що можуть бути ефективно застосовані у задачах комп'ютерного зору. Показано також можливості синтезу паралельних реалізацій.

1. Форсайт Д., Понс Ж. *Комп'ютерне зривне. Современный подход.* – М., СПб., К.: Изд. дом "Вильямс", 2004. – 908 с. 2. Джордж Ф. Люггер. *Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем.* – М., СПб., К.: Изд. дом "Вильямс", 2002. – 848 с. 3. Грицик В.В., Грицик В.В. *Розпаралелювання обробки даних для реалізації інформаційно-аналітичних систем.* – Львів: ДНДШ, 2009. – 120 с.

УДК 004.414.3:004.432.45:681.5

М. Лобур, О. Маркелов, С. Бобало

Національний університет "Львівська політехніка",  
кафедра систем автоматизованого проектування

## АНАЛІЗ МОВ ОПИСУ КОРИСТУВАЦЬКИХ ІНТЕРФЕЙСІВ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ У ПРОГРАМНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ САПР

© Лобур М., Маркелов О., Бобало С., 2010

**Аналітичний огляд перспективних концепцій декларування користувацьких інтерфейсів для розроблення програмного забезпечення (ПЗ) систем автоматизованого проектування (САПР) та їхній ваговий критеріальний експертний аналіз.**

**Perspective concepts declaration of user interfaces for software development computer-aided design (CAD): review and objective appraisal.**

### Постановка проблеми та актуальність

Користувацький інтерфейс є однією з найоб'ємніших і найбільш трудомістких частин розроблення будь-якої системи автоматизованого проектування. Саме завдяки зручності і продуманості інтерфейсів значно підвищується ефективність та швидкість виконання проектувальником поставленої задачі. Практично усі сучасні САПР створені з використанням