

СЕКЦІЯ XVI. КОМП'ЮТЕРНА ТА ПРОГРАМНА ІНЖЕНЕРІЯ

РЕКОНФІГУРОЗДАТНІСТЬ ВІДКАЗОСТІЙКИХ МАТРИРИЧНИХ ПРОЦЕСОРІВ ЗА УМОВИ КЛАСТЕРІЗАЦІЇ ВІДКАЗІВ

Благодарний Микола Петрович

кандидат технічних наук, доцент, професор ЗВО кафедри
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
"Харківський авіаційний інститут", Україна

Високоінтегровані матричні процесори реального часу (МП РЧ) широко застосовуються в системах обробки сигналів та зображень і являють собою сукупність регулярно з'єднаних между собою n^2 процесорних модулів (ПМ) ($n > 4$) [1, 2]. МП РЧ використовують для обробки інформації циклічно на активних інтервалах t_{a_i} обробки сигналів та зображень [2]

$$t_{a_i} = t_{z_i} - t_{п_i} = t_a = \text{const}, \forall i = 1, 2, \dots, \quad (1)$$

де t_{z_i} – момент закінчення активного інтервалу обробки;

$t_{п_i}$ – момент початку активного інтервалу обробки.

На МП РЧ на активних часових інтервалах застосування за призначенням діє потік відмов ПМ [1 – 3]. Для боротьби з відмовами в структурі МП призна-чають та оперативно використовують (шляхом ковзного резервування) резервні ПМ [1]. Множину процесорних модулів МП РЧ у момент часу $t_{п_i}$ можна задати у вигляді рівності

$$V(t_{п_i}) = V_v(t_{п_i}) \cup V_p(t_{п_i}) \cup V_n(t_{п_i}), \quad (2)$$

де $V_v(t_{п_i})$, $V_p(t_{п_i})$, $V_n(t_{п_i})$ – відповідно множини ПМ, які відмовили, резервних ПМ та робочих ПМ.

У перервах між суміжними активними часовими інтервалами функціонування МП (на пасивних часових інтервалах) повинно відбуватися налаштування МП РЧ на безвідмовну роботу на наступних активних часових інтервалах (призначення перед черговим активним часовим інтервалом резервних та робочих ПМ з урахуванням апіорного числа відмов ПМ та їх розміщення на множині ПМ МП) [3].

У загальному випадку за час функціонування МП РЧ на активному часовому інтервалі t_a очікується $l_v(t_a)$ відмов ПМ

$$l_v(t_a) = |V \setminus V_v(t_{п_i})| \lambda t_a, \quad (3)$$

де λ – інтенсивність потоку відмов ПМ.

Для оперативного маскуванню на інтервалі t_a ПМ, які відмовили, резервними ПМ та забезпечення реального часу роботи МП потужність множини резервних ПМ перед черговим активним інтервалом застосування повинна задовольняти вимозі [2]

$$|V_p(t_{pi})| \geq l_b(t_a).$$

Тоді поточний запас реконфігуроздатності МП (властивості маскувати у реальному масштабі часу відмови робочих ПМ) запишемо таким чином

$$W(t_{pi}) = \frac{|V_p(t_{pi})|}{|V \setminus V_b(t_{pi})|} \geq \frac{l_b(t_a)}{|V \setminus V_b(t_{pi})|}. \quad (4)$$

Середня відстань $l_{сер}$ між ПМ, які відмовили протягом активного часового інтервалу тривалістю t_a за умови їх рівномірного (регулярного) розподілу на множині $V \setminus V_b(t_{pi})$ процесорних модулів МП може бути визначена так

$$l_{сер} = \sqrt{\frac{|V(t_{pi})|}{|V_p(t_{pi})|}}. \quad (5)$$

Відомо [1-4], що при функціонуванні високоінтегрованого елементного базису (МП РЧ) має місце групування (кластеризація) відмов ПМ. При цьому значення $l_{кл}$ середньої відстані між ПМ, які мали суміжні відмови задається у відповідності до умов функціонування ПМ або визначається експериментально [4]. Явище кластеризації відмов призводить до зменшення відстані між ПМ, які відказали на активному часовому інтервалі, в δl разів

$$\delta l = \frac{l_{кл}}{l_{сер}}.$$

Ця обставина обумовлює збільшення вимог до потужності множини резервних ПМ $|V_p^*(t_{pi})|$, значення якої може бути оцінено за виразом (6)

$$|V_p^*(t_{pi})| = |V_p(t_{pi})| \cdot \delta l. \quad (6)$$

Тоді уточнену оцінку $W^*(t_{pi})$ поточного запасу реконфігуроздатності МП знайдемо за виразом

$$W^*(t_{pi}) = \frac{|V_p^*(t_{pi})|}{|V \setminus V_b(t_{pi})|}. \quad (7)$$

Отримані оцінки (3)–(7) складають основу методики синтезу відмовостійкості високоінтегрованого елементного базису МП РЧ. Перед кожним активним часовим інтервалом застосування МП РЧ за призначенням необхідно оцінювати запас реконфігуроздатності $W^*(t_{pi})$ з урахуванням можливої кластеризації відмов та апіорних оцінок кількості відмов ПМ. Якщо поточна множина $V_p(t_{pi})$ резервних ПМ недостатня для маскування відмов робочих ПМ ($|V_p(t_{pi})| \leq |V_p^*(t_{pi})|$), то потужність множини резервних ПМ необхідно збільшувати до значення $|V_p^*(t_{pi})|$. Це можливо зробити тільки за умови деградації структури МП РЧ (зменшення потужності $V_n(t_{pi})$ робочих ПМ).

У разі виконання умови $|V_p(t_{pi})| = |V_p^*(t_{pi})|$ перед черговим активним часовим інтервалом застосування МП РЧ за призначенням потужність множини $V_n(t_{pi})$ залишається незмінною. При цьому МП РЧ буде функціонувати зв сталим рівнем якості.

У разі виконання нерівності $|V_p(t_{pi})| \geq |V_p^*(t_{pi})|$ надлишкові резервні ПМ з множини $\Delta V_p(t_{pi}) = V_p(t_{pi}) \setminus V_p^*(t_{pi})$ доцільно перевести у множину робочих ПМ $V_n^*(t_{pi})$, $V_n^*(t_{pi}) = V_n(t_{pi}) \cup V_p(t_{pi})$. У цьому випадку збільшується розмірність матриці ПМ МП РЧ (можливе проведення ретеградації МС РЧ), а отже і продуктивність

обробки сигналів та зображень з заданим рівнем безвідмовності функціонування МП РЧ.

Список використаних джерел:

1. Кун С. Матричные процессоры на СБИС: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. - 672 с.
2. Н.П. Благодарный. Модель запаса реконфигурируемости матричных спецпроцессоров реального времени в условиях кластеризации отказов // Системы обработки информации. - 2000. Вып.4(10). - С.104-106.
3. Н.П. Благодарный. Модели эффективности использования однородных процессорных сред. Радіоелектронні і комп'ютерні системи, науково-технічний журнал, 6(47), Харків "ХАИ", 2010.-С.229-235.
4. V.S. Kharchenko, V.V. Gostishchev, N.P. Blagodarny, V.A. Melnikov A Reconfigurability of Fault-Tolerant Systems: the Measures, Algorithms and Modeling Technique // Успехи современной радиоэлектроники, 2002. №5. – с.62-72.