

DOI 10.36074/logos-31.03.2023.30

НАДІЙНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ МАТРИЧНИХ СПЕЦПРОЦЕСОРІВ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Благодарний Микола Петрович

кандидат технічних наук, доцент,

професор кафедри мехатроніки та електротехніки

Національний аерокосмічний університет "Харківський авіаційний інститут"

УКРАЇНА

У більшості застосувань матричні спецпроцесори (МСП) функціонують циклічно або неперервно [1-3]. Охарактеризуємо умови застосування МСП точками тривимірного простору (T_0, t_a, q) , де T_0 , t_a , q – відповідно тривалість застосування МСП за призначенням, тривалість активного інтервалу t_a , шпаруватість застосування МСП за призначенням q ($q = t_n/t_a$, де t_n – тривалість пасивного інтервалу) і діаграмою функціонування, наведеними на рис.1.

Наприклад, множина точок циліндра 1 може характеризувати режими функціонування систем навігації, множина точок циліндра 2 – режими функціонування критичних об'єктів тривалого застосування, множина точок циліндра 3 – функціонування невідновлюваних систем [2].

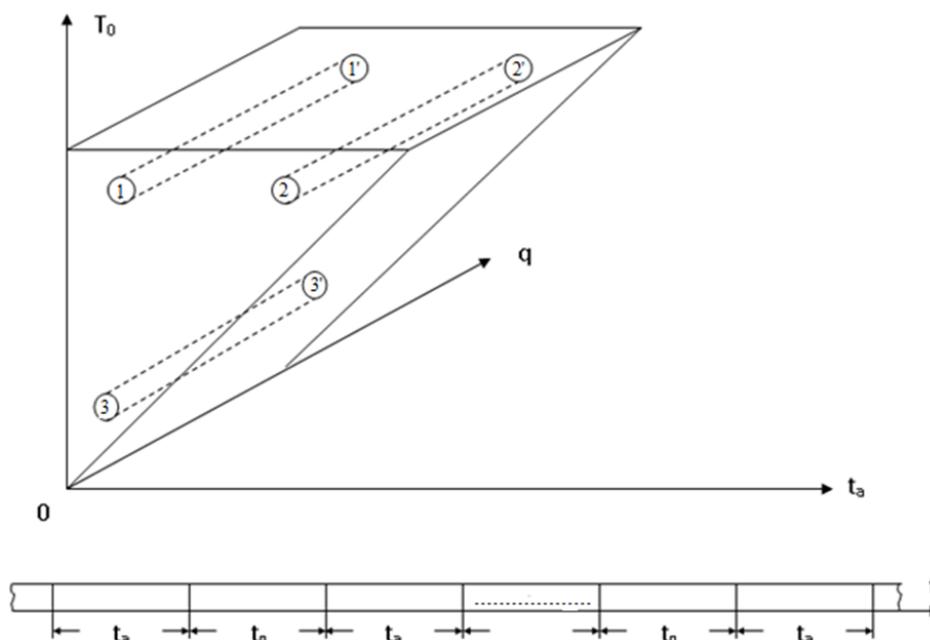


Рис. 1. Умови застосування та режими роботи МСП

Параметри T_0 , t_a , q визначають умови використання методів забезпечення відмовостійкості МСП і накладають обмеження на їх характеристики.

Для сучасних МСП реального часу (РЧ) характерними є такі вимоги:

- можливість збереження працездатності при їх застосуванні в агресивних середовищах;
- можливість обробки даних у реальному часі.

Надійність функціонування МСП доцільно оцінювати комплексним показником – коефіцієнтом збереження $K_s(t)$ [2]. Коефіцієнт $K_s(t)$ визначає відносний об'єм та корисність виконуваних МСП функцій в поточний момент часу у порівнянні з гранично можливими

$$K_s(t) = \frac{W(t)}{W_0}, \quad (1)$$

де $W(t)$ – продуктивність МСП в поточний час;

W_0 – продуктивність абсолютно надійного МСП.

Значення $W(t)$ в загальному випадку залежить від параметрів T_0 , t_a , d та параметрів потоків збоїв та відмов, які діють на елементи МСП та методів забезпечення відмовостійкості [1].

Таким чином характерними рисами функціонування МСП є наступні:

- ефективне функціонування в реальному масштабі часу;
- використання в якості структурного базису НВІС-архітектур на кристалах і напівпровідникових пластинах[1];
- високі вимоги до надійносних характеристик (безвідмовне функціонування на всьому інтервалі застосування за призначенням або безпечне закінчення функціонування (можливість функціонування зі зниженим рівнем якості) при настанні фатальних відмов)[2];
- істотне перевищення інтенсивності збоїв λ_c над інтенсивністю відмов λ_0 ($\lambda_c = \beta \lambda_0$, $\beta = 10 \div 100$)[3];
- кластеризація (групування) відмов і збоїв[3];
- функціонування МСП на активних часових інтервалах і простої – на пасивних часових інтервалах застосування[2].

Порівняльний аналіз значень $K_s(t)$ показує наявність значного запасу ефективності МСП, який неможливо використовувати, реалізуючи тільки відомі методи забезпечення відмово стійкості [1, 3]. Почергове знаходження МСП на активних часових інтервалах тривалістю t_a ($t_a = t_{i0} - t_{iH}$, $i = 1, 2, \dots$, де t_{iH} – момент початку i -го активного часового інтервалу, t_{i0} – момент закінчення i -го активного часового інтервалу) і на пасивних часових інтервалах тривалістю t_n ($t_n = t_{(i+1)H} - t_{i0}$, $i = 1, 2, \dots$) вимагає уточнення поняття відмови МСП. Відмова МСП настає в таких випадках [2]:

- протягом часового інтервалу Δt_a (допустимий часовий інтервал збільшення значення t_a , $\Delta t_a \ll t_a$) в МСП не можуть бути усунені наслідки відмов (збоїв) ПМ, що виникають на активному часовому інтервалі;
- на інтервалі (t_{Hi}, t_{oi}) функціонування не забезпечується постійне значення $K_s(t)$, тобто $\forall t \in (t_{Hi}, t_{oi}) : K_s(t) = const, K_s(t) \geq K_{mp}$.

Вимоги до безвідмовного функціонування МСП визначимо системою нерівностей:

$$\begin{cases} l(t_a)\tau_p \leq \Delta t_a; \\ K_s(t_{Hi}) \rightarrow \max; \\ P_{\text{МСП}}(t) \geq P_{\text{МСП}}^{\text{TP}}(t), t \in (t_{Hi}, t_{oi}), \end{cases} \quad (1)$$

де $P_{\text{МСП}}(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи МСП.

Розв'язок системи (1) нерівностей визначає умови забезпечення максимальної ефективності функціонування МСП.

Високі вимоги до значень $K_s(t)$ і $P_{мсп}(t)$ не можуть бути задоволені при використанні відомих методів забезпечення активної відмовостійкості для МПС з наступних причин [1-3]:

- мала кратність ковзного резервування робочих ПМ МСП;
- низька ефективність використання частково-працездатних ПМ для забезпечення ефективного функціонування МСП;
- неможливість використання відомих методів реконфігурації при функціонуванні МСП в реальному масштабі часу;
- неможливість повторного використання на активних часових інтервалах функціонування МСП в робочих конфігурацій ПМ, які відновилися після дії збоїв;
- відсутність властивості адаптації структури МСП до особливостей застосування за призначенням (зміни параметрів t_a , t_n , T_0 , інтенсивностей відмов і збоїв, вимог до продуктивності та відмовостійкості).

Забезпечення надійності функціонування матричних спецпроцесорів реального часу повинно досягатися розв'язанням наступних завдань:

- розробки і дослідження методів реконфігурації МСП, використання яких дозволить здійснювати реконфігурацію в реальному часі і оптимально витратити резервні ПМ;
- об'єднання частково-працездатні ПМ в еквіваленти справних ПМ з подальшим їх використанням за призначенням;
- здійснення перед активними часовими інтервалами застосування МСП деградації або редеградації їх структури при збереженні необхідного рівня реконфігуроздатності.

Список використаних джерел:

- [1] Кун С. Матричные процессоры на СБИС: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991.–672 с.
- [2] Н. П. Благодарный. Модели эффективности использования однородных процессорных сред. Радиоэлектронні і комп'ютерні системи, науково-технічний журнал, 6(47), Харків "ХАІ", 2010. – С.229-235.
- [3] 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.