

УДК 004.94

ТЕСТОВИЙ ВИРІШУВАЧ: MIMD-ГЕНЕРАТОР КОЛИВАНЬ

Кушнарєнко В.Г.

Донецький національний технічний університет, Україна,
 Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme, Magdeburg, Germany

Розроблено та відлагоджено програму генератора синусоїдального сигналу, так званого кільцевого тесту, його послідовну та паралельну реалізації. Використовувались різні чисельні методи (Ейлера, Адамса-Башфорта, Рунге-Кутта), було проведено їх порівняння за швидкодією та сталістю. Різні варіанти програми були запуснені як на персональному комп'ютері (ноутбуці з процесором Intel Core i5-450M з частотою 2.4ГГц), так і на суперкомп'ютерах (кластерах NeClus та Nec SX-9). Було порівняно результати роботи в залежності від конкретної системи.

Вступ

При паралельному моделюванні та симуляції динамічної комплексної технічної системи як проблеми реального часу велику роль грає спроможність симуляторів відповідати вимогам реального часу. Симулятори реалізуються на проблемно-орієнтованих системах (ПОС) у рамках розподіленого паралельного моделюючого середовища (РПМС). ПОС мають динамічні властивості, які залежать від параметрів процесорів, пропускної спроможності комутаційного каналу (при обміні даними між процесорами) та іншого.

У якості коефіцієнта оцінювання швидкодії певної ПОС можна використовувати значення частоти синусоїдального сигналу, який би дана система могла генерувати. Для перевірки максимально можливої частоти, яку здатен забезпечувати генератор та при цьому відповідати критеріям системи реального часу, необхідно розробити певну тестову програму.

Послідовний вирішувач-генератор

В даній роботі необхідно розробити дві версії програми, що буде тестувати продуктивність як однопроцесорних, так і двохпроцесорних систем. Опис математичної моделі тестового вирішувача наведено в джерелі [1].

Спочатку необхідно розробити послідовну версію програми, а далі вже за допомогою бібліотеки MPI переробити її так, щоб вона могла працювати на двохпроцесорній системі.

Розробку послідовного варіанту генератора синусоїдальної функції можна розбити на наступні етапи.

1. Розробка послідовного вирішувача рівнянь (2) з початковими умовами (3,4), в якому повинні використовуватися всі зазначені вище чисельні методи (E, AB, RuKu) [1].
2. Складання блок-схеми послідовної C-програми, короткий опис основних її блоків.
3. Кодування та відлагодження C-програми. Перевірка правильності роботи чисельних методів, що використовуються.
4. Візуалізація результатів роботи.
5. Складання плану експерименту, перевірка роботи генератора на персональному комп'ютері, складання протоколу експерименту.

Послідовний варіант генератора повинен задовольняти наступним вимогам:

- надання користувачеві змоги обрати один з наведених чисельних методів для роботи;
- надання змоги змінення параметрів ω , δx , часу моделювання (Tend) та амплітуди сигналу [1];
- обчислення величини кроку чисельного методу h .

Блок-схему послідовної програми наведено на рис.1.

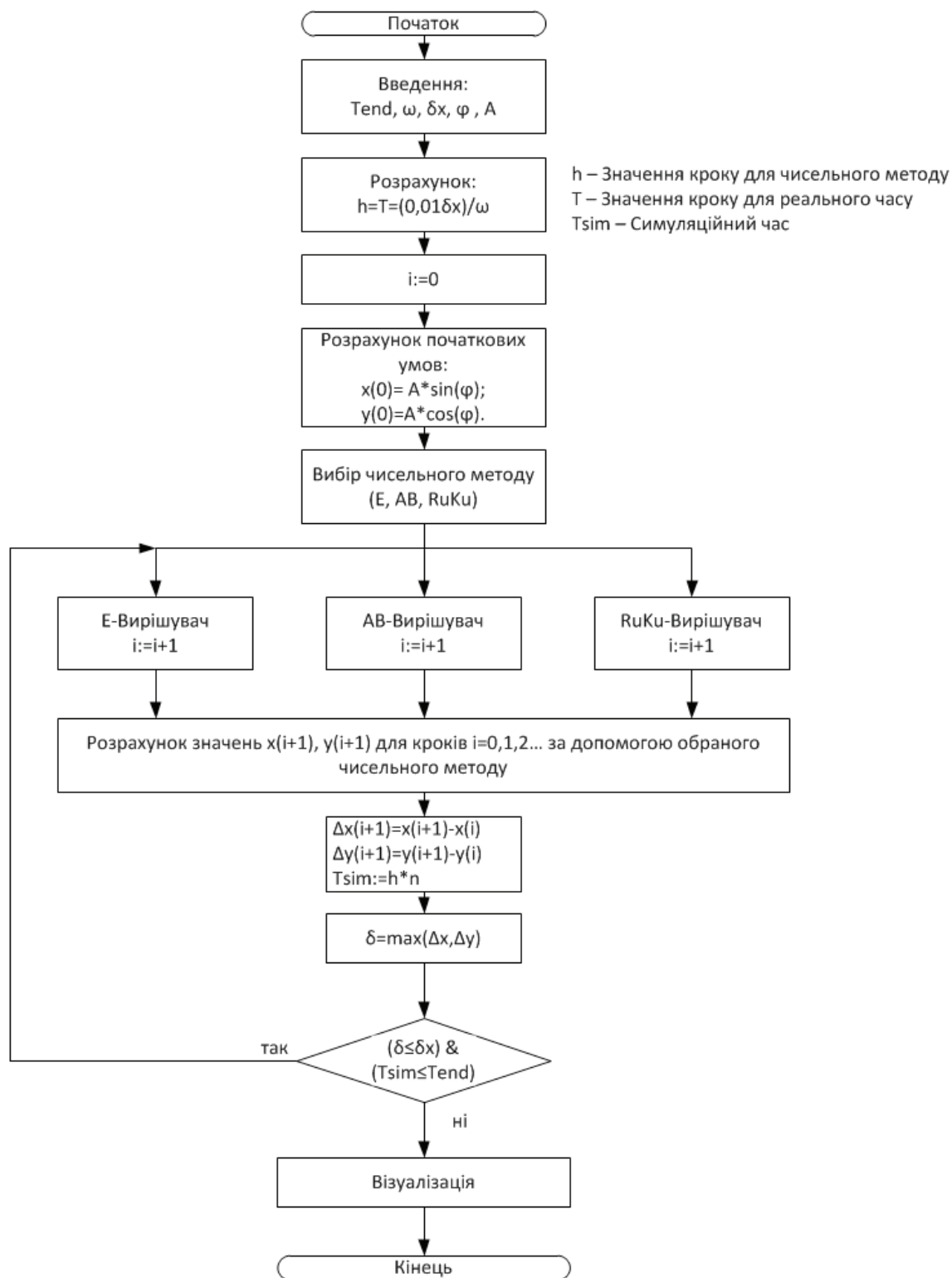


Рисунок 1. Блок-схема послідовної програми

Паралельний MIMD-генератор: структура, MPI-програма, реалізація

Після того, як було повністю підлагоджено роботу послідовної версії програми генератора синусоїдальної функції, необхідно розробити її паралельну версію, щоб можна було тестувати її в двохпроцесорній системі.

Розробку паралельного варіанту генератора синусоїдальної функції можна розбити на наступні етапи.

1. Розробка паралельного вирішувача рівнянь (2) з початковими умовами (3,4), в якому повинні використовуватися всі зазначені вище чисельні методи (E, AB, RuKu) [1].

2. Складання блок-схеми паралельної С-програми, короткий опис основних її блоків.
3. Кодування та відлагодження С-програми. Перевірка правильності роботи чисельних методів, що використовуються.
4. Візуалізація результатів роботи.
5. Складання плану експерименту, перевірка роботи генератора на паралельних обчислювальних системах, а саме:
 - кластер NEC SX-9 (HLRS, Штутгарт);
 - кластер NeClus (ДонНТУ, Донецьк).
6. Складання протоколу експерименту.

Паралельний варіант генератора повинен задовольняти наступним вимогам:

- надання користувачеві можливості обрати один з наведених чисельних методів для роботи;
- можливість змінення параметрів ω , δx , часу моделювання (T_{end}) та амплітуди сигналу [1];
- обчислення величини кроку чисельного методу h .

Блок-схему паралельної програми наведено на рис.2.

Методика тестування цільових ПОС за допомогою MIMD-генератора

Як було зазначено раніше, програма генератора повинна відповідати певним умовам, серед яких є надання можливості користувачу змінювати такі вхідні параметри, як частота (f , $\omega=2\pi f$) або крок зміни частоти, фаза, похибка δx , час моделювання (T_{end}) та амплітуда сигналу. Змінюючи ці параметри, користувач буде отримувати різні вихідні результати.

На виході програми користувач бачить, скільки часу знадобилося на генерування певної синусоїди. Також створюється файл, до якого заносяться проміжні результати роботи програми (точки, за якими потім можна побудувати синусоїду).

Даний тест дає можливість оцінити дві речі. По-перше, можна порівняти еталонну синусоїду з тією, яка була отримана за допомогою генератора. Річ у тому, що однаковість двох синусоїд буде залежати від обраного чисельного методу та обраної точності. Також може з'явитися різниця у фазах двох сигналів, на що впливає швидкодія даної цільової ПОС.

Друге, що дає даний тест, це відповідь на запитання, а на скільки швидкою є дана цільова ПОС, на скільки вона придатна до вирішення задач реального часу. На початку тесту серед інших параметрів користувач вводить час моделювання (наприклад, 1 секунду) та частоту (f , $\omega=2\pi f$). Згідно з [1], похибка моделювання залежить саме від цих двох параметрів. Є варіант програми, коли похибка не обчислюється, а задається користувачем.

Як результат роботи програми користувач отримує час роботи програми. І тут необхідно порівняти цей час з часом моделювання, який задавався на початку роботи програми. Якщо тест відпрацював швидше за час моделювання, це означає, що синусоїду з даними параметрами система може генерувати в реальному часі. Інакше – ні. Особливість полягає у тому, що якщо для низьких частот ПОС може справитися з задачею реального часу, то для більш високих частот система може і не впоратися за максимально допустимий час (час моделювання). Існує варіант роботи програми, коли визначається максимально можлива частота синусоїдального сигналу, яку б здатна була забезпечити цільова ПОС при заданій точності. Для кожної системи ця частота буде своєю. Таким чином, даний кільцевий тест можна використовувати для порівняння швидкодії різних ПОС. Чим більш високу частоту зможе згенерувати система, тим краща за швидкодією вона є.

Результати тестування паралельних ресурсів РПМС та ресурсів персонального комп'ютера

Як зазначалося раніше, для повноти експерименту було розроблено два варіанти програми – послідовний та паралельний. Роботу послідовного варіанту було перевірено на персональному комп'ютері (ноутбук з процесором Intel Core i5-450M з частотою 2.4ГГц) та на кластері NeClus

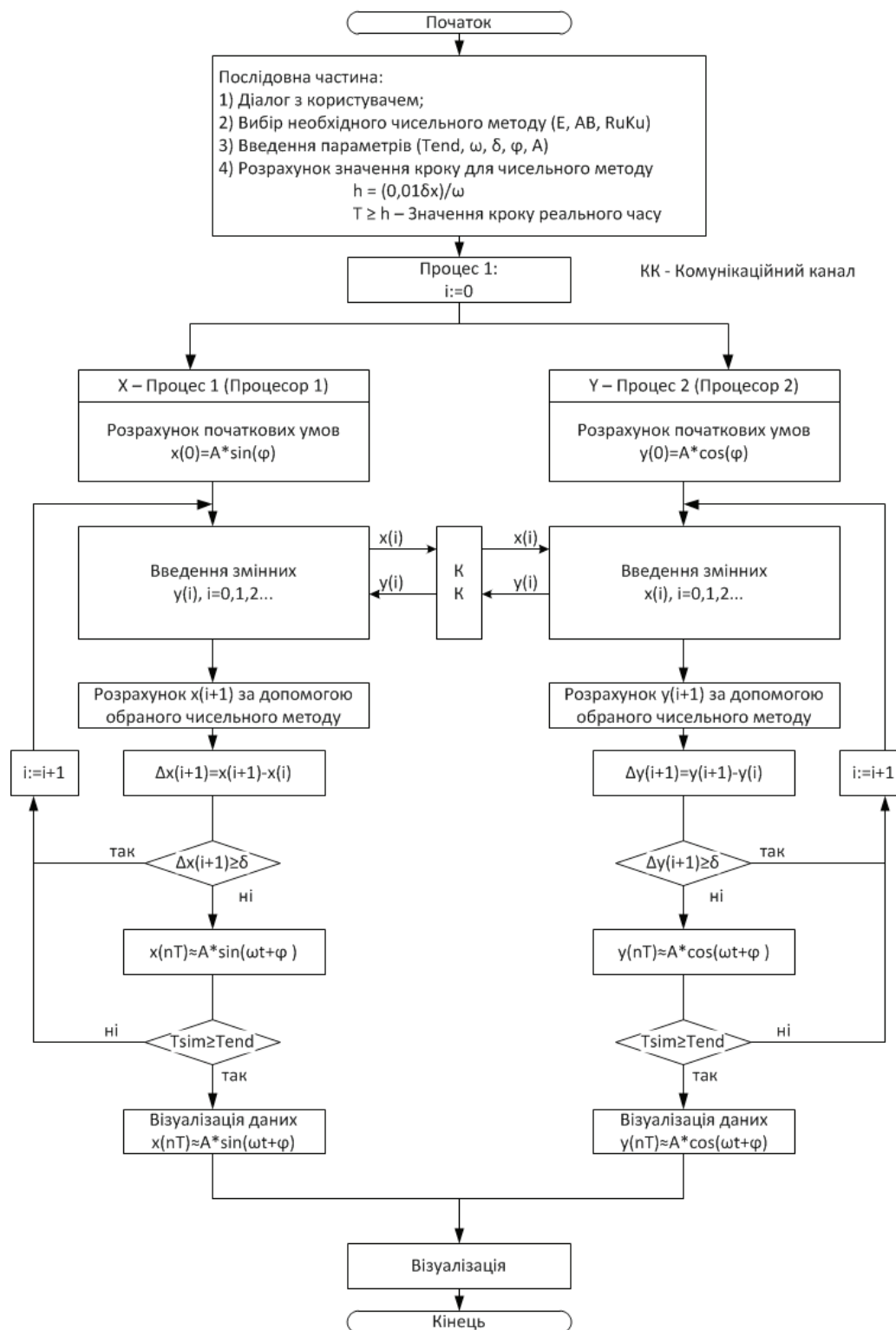


Рисунок 2. Блок-схема паралельної програми

(Донецьк, ДонНТУ) з процесором Intel Xeon з частотою 3.2ГГц. Паралельний варіант програми тестувався на кластерах NecClus (Донецьк, ДонНТУ) та Nec SX-9 (Штутгарт, HLRS).

Було проведено декілька порівняльних експериментів, результати яких наведено в таблиці 1. Аналізуючи результати, можна помітити, що час, затрачений на роботу паралельної програми на кластері Nec SX-9 у 20 разів менший, ніж на NeClus. Це можна пояснити більш новими технологіями та більш сучасною архітектурою кластера Nec SX-9. І найголовнішим є той факт, що у більш сучасному кластері замість двох гігабітних Ethernet комунікаторів HP Procurve використовуються чотири двохгігабітні FC, що у рази підвищує швидкість обміну інформацією [2,3].



Таблиця 1. Результати, отримані на різних ПОС

№	Входные параметры	Послідовний варіант, сек.			Паралельний варіант, сек.	
		PC (Intel Core i5-450M)	Neclus (Донецьк)	Nec SX9 (HLRS)	Neclus (Донецьк)	Nec SX9 (HLRS)
1	Частота - 10 Кругова частота - 62.38 Амплітуда - 1 Фаза - 0 Похибка - 1.00% Час моделювання - 1сек. Кількість кроків - 6284	0,078	0,0351	0,0198	0,9492	0,0806
2	Частота - 100 Кругова частота - 628.32 Амплітуда - 1 Фаза - 0 Похибка - 0.01% Час моделювання - 1сек. Кількість кроків - 6283186	52,0333	52,0333	20,161	787,155	39,5123

Висновки

В результаті виконання даної роботи було розроблено та відлагоджено програму генератора синусоїдального сигналу, так званого кільцевого тесту, його послідовну та паралельну реалізацію.

У програмі для побудови синусоїдального сигналу використовувались різні чисельні методи (Ейлера, Адамса-Башфорта, Рунге-Кутта), було проведено їх порівняння за швидкістю та сталістю. Найшвидшим виявився чисельний метод Ейлера, а найкращий показник сталості показав метод Адамса-Башфорта.

Окрему увагу було приділено паралельному варіанту програми кільцевого тесту, адже сама його ідея відповідає двохпроцесорній архітектурі.

Різні варіанти програми були запущені як на персональному комп'ютері (ноутбук з процесором Intel Core i5-450M з частотою 2.4ГГц), так і на суперкомп'ютерах (кластерах NeClus та Nec SX-9). Було порівняно результати роботи в залежності від конкретної системи.

Програма буде застосовуватись в навчальному процесі та при тестуванні ресурсів дослідного зразка РПМС.

Література

- [1] Стародубцев Д.М., Кушнарєнко В.Г. Розробка та дослідження двохпроцесорної системи на базі ПЛІС, дослідження її роботи за допомогою кільцевого тесту. Режим доступу: <http://masters.donntu.edu.ua/2011/fknt/kushnarenko/library/article1.htm>
- [2] Специфікація системи Nec SX9. Режим доступу: <http://www.hlrs.de/systems/platforms/nec-sx-9-12m192/>
- [3] Специфікація системи NeClus. Режим доступу: <http://neclus.donntu.edu.ua/>