

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ РЕКУРЕНТНИХ МЕТОДІВ
ОБЧИСЛЕННЯ ДВОВИМІРНИХ ДПФ І ДПХ В СИСТЕМІ
КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ MATLAB**

Волинець В. І.

Вінницький навчально-науковий інститут економіки ТНЕУ

21017, Вінниця, вул. Гонти 37, тел. (0432) 554955

E-mail: victvol@mail.ru

В основі динамічного спектрального аналізу двовимірних сигналів, який проводиться на ковзних або стрибкових інтервалах вхідного сигналу, тобто коли черговий фрагмент вхідного сигналу відрізняється від попереднього фрагменту відповідно на одну або декілька груп відліків по одному або двох вимірах, лежить використання рекурентних методів обчислення двовимірних дискретних перетворень Фур'є (ДПФ) і Хартлі (ДПХ), арифметична складність яких значно нижча за складність прямих та швидких методів обчислення дискретних перетворень.

Важливим критерієм вибору методу обчислення є точність обчислення, яку він забезпечує. В працях [1 – 3], проведено теоретичний аналіз точності рекурентних методів обчислення двовимірних ДПФ і ДПХ в арифметиці з фіксованою та плаваючою комою, в основу якого покладений статистичний метод аналізу, при якому кожному джерелу елементарної похибки ставиться у відповідність генератор випадкової похибки з рівномірним законом розподілу та робиться припущення, що всі джерела елементарних похибок не корелюють між собою та з вхідним сигналом. Оскільки обчислювальними операціями рекурентних методів обчислення перетворень є операції додавання та множення, то при реалізації цих методів в арифметиці з плаваючою комою джерелами похибок можуть бути як операції додавання, так і операції множення, а при реалізації в арифметиці з фіксованою комою – лише операції множення, оскільки похибки операцій додавання внаслідок переповнення розрядної сітки відсутні за рахунок вхідного масштабування, при якому значення вхідного сигналу масштабуються так, щоб в процесі

обчислення не було переповнень. В якості кількісної оцінки точності обчислення отримано вирази визначення середньоквадратичних значень (СКЗ) похибок обчислення перетворень та відношення СКЗ похибок обчислення перетворень до СКЗ перетворень, що фізично інтерпретується як відношення потужності шуму до потужності сигналу.

Метою даної роботи є проведення експериментального дослідження точності рекурентних методів обчислення двовимірних ДПФ і ДПХ в арифметиці з фіксованою та плаваючою комою.

Для цього була застосована система комп'ютерного моделювання Matlab, котра широко використовується в різних наукових і технічних сферах, зокрема в цифровій обробці сигналів [4], в якій була розроблена програма визначення та побудови графіків СКЗ похибок обчислення перетворень або відношення СКЗ похибок обчислення перетворень до СКЗ перетворень для заданих методів, формату та параметрів обчислення в залежності від розмірів перетворень.

Моделювальна програма включає такі етапи:

1. Введення вхідних даних моделювання: виду рекурентного методу обчислення (метод обчислення двовимірного ДПФ або ДПХ, метод обчислення зміщеного двовимірного ДПФ або ДПХ, покращений метод обчислення зміщеного двовимірного ДПФ або ДПХ), формату обчислення (з фіксованою або плаваючою комою), діапазон даних та точність обчислення (розмір коду даних та дробової або експоненціальної частини даних в бітах), методу округлення проміжних результатів операцій множення та додавання (округлення або усікання).

2. Генерація вхідного сигналу з рівномірним законом розподілу в діапазоні значень від -1 до 1 у випадку реалізації в форматі з плаваючою комою або від $-1/N^2$ до $1/N^2$ у випадку реалізації в форматі з фіксованою комою для усунення можливих переповнень, де N – розмір перетворення.

3. Обчислення перетворення з форматі з плаваючою комою з подвійною точністю, яке приймається в якості точного обчислення перетворення, що не

містить похибок обчислення.

4. Обчислення перетворення в форматі з фіксованою або плаваючою комою з заданими параметрами обчислення, яке приймається в якості реального обчислення перетворення, що містить похибки обчислення.

5. Визначення похибок обчислення значень перетворення як різниці між реальним та точним обчисленням перетворення.

6. Визначення середнього значення, дисперсії, СКЗ похибки обчислення та відношення СКЗ похибок обчислення перетворення до СКЗ перетворення.

7. Побудова графіків СКЗ похибок обчислення перетворень або відношення СКЗ похибок обчислення перетворень до СКЗ перетворень в залежності від розмірів перетворень.

Отримані результати експериментального дослідження точності рекурентних методів обчислення двовимірних ДПФ і ДПХ повністю підтвердили теоретичні результати аналізу точності відповідних методів.

Література

1. Волинець В. І. Аналіз точності рекурентних методів обчислення двовимірних дискретних перетворень Фур'є та Хартлі в арифметиці з фіксованою комою / В. І. Волинець // Вісник Хмельницького національного університету. – 2007. – № 3. – Т. 2. – С. 180–185.
2. Волинець В. І. Аналіз точності рекурентних методів обчислення двовимірних дискретних перетворень Фур'є та Хартлі в арифметиці з плаваючою комою / В. І. Волинець // Збірник наукових праць «Відбір і обробка інформації» фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України. – 2009. – Випуск 30 (106). – С. 62–70.
3. Волинець В. І. Рекурентні методи обчислення двовимірних дискретних перетворень Фур'є та Хартлі в арифметиці з фіксованою комою з підвищеною точністю обчислення / В. І. Волинець // Математичне моделювання – 2011. – Випуск 1 (24). – С. 3–8.
4. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – 3-е изд. – СПб : БХВ-Петербург, 2011. – 768 с.