

повної адреси файлів). Звичайно існують так звані руткіти, і інші способи злому Unix-систем. Але грамотний фахівець, який відповідає за безпеку Unix-системи, цілком може забезпечити захист. (Мається на увазі відсутність потреби використання в школі багатьох потенційно небезпечних і уразливих сервісів і "демонів").

Підсумовуючи можна константувати, що використання GNU/Linux в умовах школи є найбільш економічно вигідним і перспективним для навчання учнів основам комп'ютерної грамотності та основам програмування.

Застосування бібліотеки обчислень довільної точності GNU MPFR для реалізації алгоритму перетворення Фур'є методом апроксимації спектрів кубічними сплайнами

Флюнт О. Є.

Факультет електроніки, Львівський національний університет імені Івана Франка, flunt@electronics.lnu.edu.ua

Numerical approximation of dielectric spectra of solids by cubic splines allows to calculate transition characteristics in time domain. Under some conditions this numerical method leads to significant errors. It is shown, that problem is caused by not enough accuracy of numerical variables of even extended precision type. Higher increasing of digits numbers using GNU MPFR library allows to realize Fourier transformation method using cubic splines approximation without complicated procedure of grouping of different order terms and increases safety of the method.

Переважно, експериментальні діелектричні спектри вимірюють на частотах, відстані між якими однакові або майже однакові на залежності від логарифму частоти. Це дає змогу на одній частотній залежності спостерігати різні релаксаційні процеси, характерні частоти яких відрізняються навіть на багато порядків. Обчислення перетворень Фур'є спектрів дає змогу отримувати перехідні та імпульсні характеристики, які характеризують реакцію системи залежно від часу на різку зміну вхідного сигналу. Розв'язання зворотної задачі дає змогу за допомогою експериментальних перехідних характеристик, записаних за допомогою швидкодійних аналого-цифрових перетворювачів (АЦП), отримувати діелектричні спектри досліджуваних матеріалів. Актуальність цієї задачі значно зростає також внаслідок значного підвищення в наш час швидкодії інтегральних АЦП, що дає змогу застосовувати перехідні вимірювання у часовому просторі для дослідження процесів з характерними частотами гігагерцового діапазону.

Поширені методи обчислення перетворення Фур'є переважно підходять для роботи з спектрами, які задані на частотах, відстані між якими однакові. Тому актуальною є задача розробки нових методів чисельного обчислення перетворень Фур'є, які, зокрема, можна було б надійно

застосовувати до спектрів, заданих на частотах, абсолютні відстані між якими сильно зростають з підвищенням частоти.

Апроксимація частотних спектрів за допомогою кубічних сплайнів дає змогу проводити обчислення інтегралів Фур'є спектрів, заданих у точках відстані між якими неоднакові за частотою [1]. Метод приводить до виразів, які є точними результатами аналітичного обчислення інтегралів

виду $a_i \int_{\omega_{m-1}}^{\omega_m} \omega^i \cos(\omega t) d\omega$ з $i = 0, 1, 2, 3$. Наприклад, для $i = 3$ аналітичний

вираз для інтеграла в інтервалі за циклічними частотами від ω_{m-1} до ω_m має вигляд

$$a_3 \int_{\omega_{m-1}}^{\omega_m} \omega^3 \cos(\omega t) d\omega = \left\{ \frac{3\omega^2}{t^2} \cos(\omega t) - \frac{6}{t^4} \cos(\omega t) + \frac{\omega^3}{t} \sin(\omega t) - \frac{6\omega}{t^3} \sin(\omega t) \right\} \Big|_{\omega_{m-1}}^{\omega_m}$$

Видно, що він містить доданки, які відрізняються між собою, наприклад, за часом на три порядки, що у разі значної відмінності значення часу від одиниці, приведе до значної різниці порядків значень доданків. На малих частотах, відмінність порядків значень буде ще значнішою.

Відповідно до стандарту IEEE Std 754-2008 найбільша розрядність чисел у поширених мовах програмування (extended у Pascal або long double у C++) становить 18–19 цифр, що відповідає використанню 80 біт оперативної пам'яті для однієї змінної [2]. У разі проведення операцій сумування доданків, порядки яких відрізняються на більші значення, можна отримати зовсім некоректні результати. Процедuru групування доданків важко реалізувати тому, що співвідношення між доданками у виразах для окремих інтегралів та у їхніх сумах можуть неодноразово якісно змінюватись залежно від часу та частоти, до того ж по різному залежно від характеру дисперсії. Також складно визначати від чого у конкретному діапазоні часів та частот значення сум доданків залежать від різниці великих доданків, яких може бути більше двох, чи від сумування малих. Недоліком потенційного розв'язання проблеми за допомогою групування доданків є перехід до наближених виразів.

Бібліотека GNU MPFR [3] надає можливість проводити обчислення мовою C++ з використанням чисел з плаваючою комою з довільною наперед заданою розрядністю, що дає змогу проводити обчислення використовуючи точні вирази аналітичних значень інтегралів. Для отримання достовірних результатів перетворення Фур'є важливо, щоб кількість цифр у змінних щонайменше на 8–10 значень перевищувала різницю порядків доданків, значення порядків яких відрізняються найбільше. Фрагмент програми мовою C++ з використанням бібліотеки GNU MPFR для обчислення найпростішого інтеграла має такий вигляд

```
#include <mpfr.h>
```

```
mpfr_t t, om1, om2, f1, f2, sin1, sin2, y;  
mpfr_inits2 (256, t, om1, om2, f1, f2, sin1, sin2, y,  
            (mpfr_ptr)0);  
...  
//cos0= (sin(om2*t)-sin(om1*t))/t;  
mpfr_mul (f1, om1, t, MPFR_RNDU);  
mpfr_mul (f2, om2, t, MPFR_RNDU);  
mpfr_sin (sin2, f2, MPFR_RNDU);  
mpfr_sin (sin1, f1, MPFR_RNDU);  
mpfr_sub (y, sin2, sin1, MPFR_RNDU);  
mpfr_div (y, y, t, MPFR_RNDU);  
...  
mpfr_clear (t, om1, om2, f1, f2, sin1, sin2, y);
```

У цьому фрагменті використано числа з розрядністю 256 біт, що відповідає десятковим числам з приблизно 73 розрядами.

Отже, підвищення розрядності чисел дає змогу обчислювати перетворення Фур'є спектрів, які задані у широкому частотному діапазоні, де частота зазнає змін на 10 і більше порядків за величиною. До переваг такого підходу належить те, що обчислення проходять з застосуванням точних виразів для аналітичних інтегралів. Уникнення складної процедури групування доданків робить програму обчислення менш громіздкою, а метод надійнішим та простішим у використанні.

Література

1. Флюнт О. Розрахунок перехідної характеристики низькоомних шаруватих кристалів GaSe // Вісник Львів. ун-ту. Сер. фіз. 2009. – Вип. 44. – С. 226–233.
2. IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic. IEEE Std 754-2008. – [Approved 2008-06-12]. – The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. 3 Park Avenue, New York, NY 10016-5997, USA, 2008. – 58 p.
3. The Multiple Precision Floating-Point Reliable Library // The MPFR team. – 2013. – 56 p.– <http://www.mpfr.org/mpfr-current/mpfr.pdf>.

Використання відкритих журнальних систем

Франчук В.М., Галицький О.В.

*Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова,
vfranchuk@ukr.net*

The aim of the study is to review the main features using open journal systems (OJS) in higher educational establishment. OJS - is freely distributed software using which allows you to organize and manage the full cycle of the publishing process from manuscript to the download on the site, review, literary editing before its publication, archiving, distribution and indexing.

Вступ. Впродовж тривалого часу фахові видання були представлені у паперовому вигляді, що було єдиним можливим способом для оприлюднення і поширення наукових досягнень. Науковці є зацікавленими у створенні нового виду видавничої діяльності, а саме