

К.т.н., доцент Марченко О. І., студент Іванов Я. О.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ АЛГОРИТМІВ ЦИФРОВОЇ
ОБРОБКИ СИГНАЛІВ НА ПРОЦЕСОРАХ КОМПАНІЙ INTEL, AMD
ТА FREESCALE**

Abstract

Oleksandr I. Marchenko, assoc. prof., PhD; Yaroslav Ivanov, student

Research of digital signal processing productivity for Intel, AMD and Freescale processors

This paper concerns the efficiency of digital signal processing general purpose processors families, such as Intel Core, AMD Athlon, and for special digital processor families, such as Freescale DSP. Finite impulse and infinite impulse filtering are considered as well as specific implementations of filtering algorithms.

Вступ

Цифрова обробка сигналів (ЦОС) є однією з найпотужніших технологій, яка активно проникла в широке коло галузей науки і техніки. Можна сказати, що відбувається повсюдне і глибоке проникнення технологій обробки сигналів в усі сфери діяльності людства. Системи цифрової обробки сигналів характеризуються високою гнучкістю, їх можна доповнювати новими програмами і перепрограмувати на виконання різних операцій без зміни обладнання. Під час цифрової обробки сигналів виникає необхідність створення додаткових програмно-апаратних блоків, які за мінімальний час повинні вирішувати задачі цифрової фільтрації сигналів. Фільтрація є одним з базових алгоритмів ЦОС взагалі.

На сьогоднішній день фірми-виробники процесорів випускають новіші та більш швидкодіючі моделі. Але навіть в рамках одного типу ядра процесора моделі апаратних систем можуть відрізнитися за рахунок введення додаткових модулів процесора, що автоматично впливає на ефективність та вартість апаратного рішення. Окрім того, кожний алгоритм на кожному конкретному процесорі з урахуванням його архітектурних особливостей навіть для задач з однаковими властивостями може мати різні робочі характеристики. Таким чином, використання ефективних алгоритмів в окремому випадку для задачі цифрової фільтрації дозволяє знизити обчислювальні затрати, що суттєво впливає на

продуктивність обчислювальної системи. В свою чергу, правильно зроблений вибір процесора, який ефективно вирішує поставлену задачу, окрім підвищення продуктивності, може знизити собівартість обчислювальної системи. Таким чином, вибір алгоритму вирішення поставленої задачі і процесора, на якому даний алгоритм буде ефективно виконуватись, є одним із найважливіших етапів пошуку ефективного рішення задач ЦОС і є актуальною науково-практичною задачею.

Постановка задачі

Метою даного дослідження є підвищення ефективності процесу проектування і розробки обчислювальних систем на базі процесорів сімейств Intel Core, AMD Athlon та Freescale DSP.

Задача полягає в дослідженні методів і способів реалізації алгоритмів цифрової фільтрації сигналів на процесорах сімейств Intel Core, AMD Athlon та Freescale DSP.

Опис дослідження

ЦОС полягає в застосуванні математичних формул до окремих відліків сигналу, або до груп відліків різної довжини. Виконувані математичні операції можуть або імітувати роботу традиційних аналогових засобів обробки (мікшування двох сигналів, додавання, посилення або ослаблення сигналу, множення на константу, множення на функцію, модуляція, і т.п.), або використовувати альтернативні методи, наприклад, розкладання сигналу в спектр (ряд Фур'є), фільтрацію окремих частотних складових, а потім зворотне "складання" сигналу із спектру.

В загальному випадку процес цифрової фільтрації можна представити у вигляді рівняння:

$$y(k) = \sum_{n=0}^N b_n x(k-n) - \sum_{m=1}^M a_m y(k-m), \quad (1)$$

де $k = 0, 1, 2, \dots$ – порядковий номер відліку дискретизованого сигналу, $x(k)$ – вхідний сигнал, $y(k)$ – вихідний відфільтрований сигнал, a_m і b_n – дійсні або комплексні коефіцієнти.

Коли значення вихідних відліків відфільтрованого сигналу для будь-якого аргументу k визначаються лише значеннями вхідного сигналу, тобто коефіцієнт $a_m = 0$ в рівнянні (1), такий фільтр називається нерекурсивним цифровим фільтром (рис.1) або фільтром з скінченною імпульсною характеристикою.

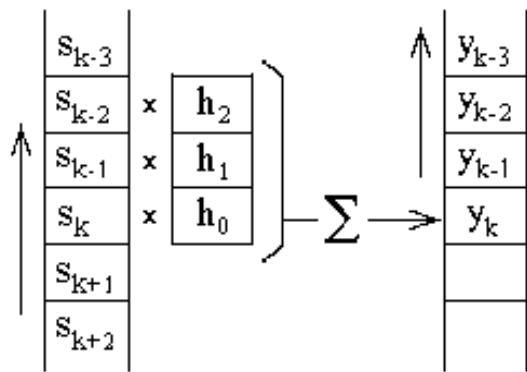


Рис. 1. Нерекурсивний цифровий фільтр

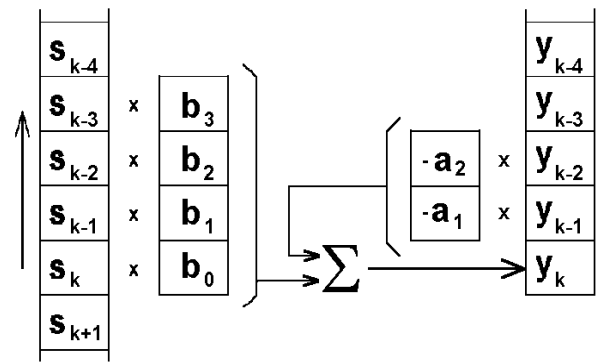


Рис. 2. Рекурсивний цифровий фільтр

Якщо ж значення вихідних відліків залежать від вхідного сигналу і попередніх значень вихідного сигналу, коефіцієнт $a_m \neq 0$ в рівнянні (2), то такий фільтр називається рекурсивним цифровим фільтром (рис. 2) або фільтром з нескінченною імпульсною характеристикою.

Цифрова фільтрація сигналів може виконуватись як у реальному часі, так і над попередньо записаним сигналом. Обробка сигналів у реальному часі вимагає високої швидкодії обчислювальної системи. У тих випадках, коли суміщення необхідної швидкодії і якості неможливе, то використовується спрощена обробка зі зниженою якістю. Обробка попередньо записаного сигналу ніяк не обмежена в часі, тому для неї можуть бути використані обчислювальні ресурси будь-якої потужності, а час обробки може досягати декількох хвилин і навіть годин.

Для обробки застосовуються як універсальні процесори – Intel Core, AMD Athlon – так і спеціалізовані цифрові сигнальні процесори Freescale DSP. Різниця між універсальним процесором і процесором ЦОС полягає в тому, що перший орієнтований на широкий клас задач та містить великий набір команд загального призначення, в якому переважають звичайні математичні і логічні операції. Процесори ЦОС спеціально орієнтовані на обробку сигналів і можуть виконувати специфічні команди такі, як множення з накопиченням за один такт. Реалізація обробки звуку на універсальному процесорі вимагає високої швидкодії, в той час як спеціалізовані процесори потребують менше обчислювальних потужностей.

Тактова частота універсальних процесорів сімейств Intel Core та AMD Athlon на порядок більша за тактову частоту процесорів сімейства Freescale DSP (див. табл. 1) Процесори Intel Core мають багатоядерну архітектуру, що дозволяє розпаралелити виконання алгоритму нерекурсивної цифрової фільтрації. До складу процесора ЦОС Freescale DSP56311, крім основного процесорного ядра, входить покращений

співпроцесор для фільтрації, який може виконувати алгоритми фільтрації паралельно з основним процесором. При вирішенні задачі проектування системи фільтрації сигналів також необхідно враховувати характеристики процесорів, що досліджуються. Ці характеристики наведені в табл. 1.

Таблиця 1.

Характеристики процесорів

Процесор Характеристика	Intel Core i3- 2100	AMD Athlon 3500+	Freescale DSP56311
Тактова частота	3.1 ГГц	2.2 ГГц	150 МГц
Вартість	122 \$	92 \$	26.84 \$
Напруга живлення	0.65-1.4 В	1.25-1.5 В	1.8
Рівень тепловіддачі, що вимагає охолодження	65 Вт	89 Вт	-
Додаткове охолодження	+	+	-
Кількість ядер	2	1	1 + EFC

Висновки

Незважаючи на те, що процесори ЦОС Freescale DSP мають на порядок меншу тактову частоту в порівнянні з процесорами Intel Core та AMD Athlon, завдяки наявності у них спеціальних команд, таких як множення з накопиченням, що виконуються за один такт, та наявності співпроцесора для фільтрації, вони можуть ефективно вирішувати задачі цифрової фільтрації. При проектуванні обчислювальних систем, окрім швидкості виконання заданого алгоритму на конкретному процесорі, також потрібно враховувати вартість процесора, потужність, яку він споживає, його розміри, тепловіддачу, та інші показники.

Література

1. М. С. Куприянов, Б. Д. Матюшкин. Цифровая обработка сигналов: процессоры, алгоритмы, средства проектирования. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 1999. – 592с., ил.
2. <http://www.freescale.com/>