

УДК 521.43

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЦИФРОВОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ЗІ СКІНЧЕННОЮ ТА НЕСКІНЧЕННОЮ ІМПУЛЬСНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НА ПРОЦЕСОРАХ ЗАГАЛЬНОГО ТА СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Іванов Я.О.

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", студент

Вступ

Цифрова фільтрація сигналів є однією з найпотужніших технологій, яка активно проникла в широке коло галузей науки і техніки. Системи цифрової фільтрації сигналів характеризуються високою гнучкістю, їх можна доповнювати новими програмами і перепрограмувати на виконання різних операцій без зміни обладнання. На сьогоднішній день фірми-виробники процесорів випускають новіші та більш швидкодіючі моделі. Але навіть в рамках одного типу ядра процесора моделі апаратних систем можуть відрізнятися 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. 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 цифрової фільтрації сигналів і є актуальною науково-практичною задачею.

Постановка задачі

Метою дослідження є підвищення ефективності процесу проектування і розробки обчислювальних систем на базі процесорів загального призначення, представниками яких є сімейства Intel Core та AMD Athlon, та спеціалізованих процесорів, до яких належать Freescale ColdFire та DSP.

Опис дослідження

Цифрова фільтрація сигналів полягає в застосуванні математичних формул до окремих відліків сигналу або до груп відліків різної довжини. Виконувати 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 та інші), 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 або фільтром з скінченною імпульсною характеристикою. Якщо ж значення вихідних відліків залежать від вхідного сигналу і попередніх значень вихідного сигналу, коефіцієнт $a_m \neq 0$ в рівнянні (1), то такий фільтр називається рекурсивним цифровим фільтром або фільтром з нескінченною імпульсною характеристикою.

Для обробки застосовуються як універсальні процесори Intel Core, AMD Athlon, так і спеціалізовані цифрові сигнальні процесори Freescale DSP та Freescale ColdFire. Різниця між універсальним і спеціалізованим процесорами 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. Спеціалізовані процесори орієнтовані на обробку сигналів і можуть

виконувати специфічні команди, наприклад, 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 та ColdFire (див. табл. 1) Процесори Intel Core мають багатоядерну архітектуру, що дозволяє розпаралелити виконання алгоритму нерекурсивної цифрової фільтрації. До складу спеціалізованого процесора Freescale DSP56311, крім основного процесорного ядра, входить покращений співпроцесор для фільтрації, який може виконувати алгоритми фільтрації паралельно з основним процесором. Процесор Freescale ColdFire MCF5249 не містить додатково співпроцесора, проте має більшу тактову частоту. 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	Freescale ColdFire MCF5249
Тактова частота	3.1 ГГц	2.2 ГГц	150 МГц	266 МГц
Вартість	122 \$	92 \$	26.84 \$	10.20 \$
Напруга живлення	0.65-1.4 В	1.25-1.5 В	1.8 В	1.5 В
Рівень тепловіддачі, що вимагає охолодження	65 Вт	89 Вт	-	-
Додаткове охолодження	+	+	-	-
Кількість ядер	2	1	1 + EFC	1

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.

Висновки

Порівнюючи процесори загального призначення, такі як Intel Core та AMD Athlon, зі спеціалізованими процесорами, Freescale ColdFire і DSP, для задач цифрової фільтрації сигналів необхідно враховувати велику кількість показників. Процесори загального призначення мають на порядок більшу тактову частоту, проте процесори фірми Freescale містять спеціальні команди, такі, як множення з накопиченням, що виконуються за один такт. Процесор Freescale DSP містить у своєму складі додатковий покращений співпроцесор для фільтрації, що дозволяє розпаралелити або виконувати фільтрацію одночасно з основною програмою. Процесор Freescale ColdFire не містить додаткового співпроцесора, проте працює на більших тактових частотах. Окрім швидкості виконання заданого алгоритму на конкретному процесорі потрібно враховувати вартість процесора, потужність, яку він споживає, його розміри, тепловіддачу та інші показники.

Список використаних джерел

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/>