

4. розрахунок глобального порогу на основі часток бінаризованих об'єктів у зображенні.

III. Експериментальні дослідження та висновки

В результаті проведених експериментальних досліджень розраховані значення середньоквадратичних відхилень яскравостей кольорів у п'яти вхідних зображеннях на основі пікселів, що виділені в результаті сегментування, що представлено у таблиці 1. Чим більше значення середньоквадратичних відхилень тим більш неоднорідними є кольори об'єктів, що сегментовані порогом T і тим гіршим стосовно даного алгоритму є результат бінаризації зображень.

Таблиця 1

Середньоквадратичні відхилення яскравості кольорів зображення у сегментованих пікселях відеозображення

Алгоритм	Зображ. 1	Зображ. 2	Зображ. 3	Зображ. 4	Зображ. 5	Середній показник
Відомий метод ОТСУ [1,2,4,5]	23	27,8	22,53	30,9	22,7	25,4
Запропонований	14,7	25,2	22,51	42,3	21,4	25,2

Таким чином запропоновано та обґрунтовано новий алгоритм формування порогового значення для сегментування зображень, що враховує не лише розподіл кольорів але і їх змістовні характеристики на основі зв'язності пікселів та призводить до більш якісної бінаризації чорно-білих зображень із відтінками сірого кольору. При цьому запропоновано математичне та алгоритмічне забезпечення, яке дозволяє його практично реалізувати та експериментально дослідити програмними засобами. Запропонований алгоритм бінаризації зображень програмно реалізований і дозволяє автоматизувати процеси обробки відеозображень. Експериментальні дослідження підтверджують високу якість при бінаризації чорно-білих зображень із відтінками сірого кольору, що містить в 0.9 рази меншу середньоквадратичну похибку ніж відомі методи.

Список використаних джерел

1. Бакут ПЛ., Колмогоров Г.С., Ворновицкий И.Э. Сегментация изображений: Методы пороговой обработки // Зарубежная радиоэлектроника. — 1987. — № 10. — С. 6-24.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера. – 2005. – 1072с.
3. Селянинов М.Ю., Чернявский Ю.А. Сегментация дактилоскопических изображений в автоматизированных информационных системах // Информатика - 2005. - №2. - С. 86 - 92.
4. Форсайт Д., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход. – М.: Издательский дом «Вильямс». – 2004. – 928 с.
5. Ярославский Л.П. Введение в цифровую обработку изображений. М.: Мир, 1992. – 344 с.

УДК 536.532

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ КОРЕКЦІЇ ПОХИБКИ НЕЛІНІЙНОСТІ ПРЕЦИЗІЙНИХ АНАЛОГО-ЦИФРОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Левицький В.С., Кочан Р.В.

Тернопільський національний економічний університет,
Національний університет «Львівська політехніка»

I. Постановка проблеми

Широко розповсюджені прецизійні сіigma-дельта аналого-цифрові перетворювачі (АЦП) мають роздільну здатність 24 розряди [1]. Однак похибка інтегральної нелінійності їх функції перетворення (ФП) складає 0,015%, що відповідає 16 розрядам. Суттєво знизити цю похибку дозволяють методи її корекції [2, 3]. Особливо перспективним є метод [3], що дозволяє отримати, з врахуванням установки нуля і калібрування, шість точок повірки АЦП, рівномірно розміщених по діапазону перетворення. Реалізацію методу [3] пояснює рис. 1. Для ідентифікації поточної похибки інтегральної нелінійності до джерела напруги калібрування U_{REF} підключено подільник, що складається з послідовно ввімкнених резисторів $R_1...R_n$ однакового номінального опору, причому $n = ML$, де M, L – цілі числа. Для реалізації методу протиставлення спади напруги на M послідовно ввімкнених резисторах перетворюється в код L разів таким чином, щоби спад напруги на кожному резисторі в результаті

перетворення ввійшов один раз. Якщо опір кожного резистора R_i представити як середнє значення R та індивідуальне відхилення δ_i , тобто $R_i = R(1 + \delta_i)$, то можна записати

$$R = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R(1 + \delta_i) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R \delta_i = \frac{1}{n} nR + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R \delta_i = R + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R \delta_i$$

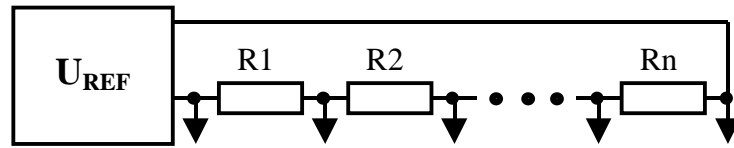


Рисунок 1 - Структура подільника напруги для визначення похибки нелінійності АЦП

Звідси сумарне відхилення опору резисторів середнього значення R рівне нулю, а середнє значення спаду напруги на M резисторах не залежить від відхилення опору резисторів $R_1 \dots R_n$ від номіналу. Тоді похибку нелінійності АЦП $\Delta_{NL/M}$ в точці $M U_{REF} / n$ можна визначити як

$$\Delta_{NL/M} = \frac{M}{n} (N_{REF} - \sum_{i=1}^n N_i)$$

де N_{REF}, N_i –результати перетворення напруги калібрування і спадів напруги на $R_1 \dots R_n$.

Однак, при детальному розгляді впливу індивідуального відхилення опору резисторів $R_1 \dots R_n$ від середнього значення, виявляється, що воно не впливає на корекцію лише коли при обчисленні коефіцієнтів функції корекції її аргументи (напруги в точках визначення похибки нелінійності) відомі з високою точністю. А при реалізації методу [3] значення аргументів або визначені наперед через номінальні значення опору резисторів $R_1 \dots R_n$, або їх визначає сам АЦП до виконання процедури корекції похибки нелінійності. Хоча похибка корекції, викликана відхилення опору резисторів $R_1 \dots R_n$ від середнього значення, є величиною другого порядку малості, то, при допустимому відхиленні резисторів $\pm 1\%$ і необхідності зменшення похибки нелінійності $0,015\%$ в $5 \dots 10$ разів, слід дослідити цю залишкову похибку.

II. Мета роботи

Метою роботи є дослідження залишкової похибки методу корекції похибки нелінійності АЦП [3], викликаної індивідуальним відхиленням опору резисторів подільника від їх середнього значення.

III. Дослідження похибки методу корекції похибки нелінійності АЦП

Аналітичне дослідження похибки запропонованого в [3] методу корекції похибки нелінійності АЦП [1] вимагає знання характеру і параметрів функції, що описує цю нелінійність, а такі відомості в доступних джерелах відсутні. Тому дослідження похибки корекції інтегральної нелінійності ФП АЦП необхідно провести для широкого класу функцій, які описують нелінійність АЦП, і при значній зміні їх параметрів. Провести такі дослідження дозволяє метод імітаційного моделювання.

Першим етапом таких досліджень є формування набору функцій, які описують можливі варіанти похибки інтегральної нелінійності АЦП. Такі функції повинні враховувати результати попередньо проведених процедур установки нуля і калібрування АЦП. Це означає, що значення цих функцій повинні бути рівні нулю при вхідній напрузі $U_x = 0$ і $U_x = U_{REF}$. Максимальна амплітуда цих функцій не повинна перевищувати максимальну похибку нелінійності, а їх порядок повинен бути не нижче 5-го. Для генерування поліномів з такими властивостями спочатку, з допомогою генератора випадкових чисел з рівномірним законом розподілу в межах $r_M = \overline{0,1}$, формуються “ідеальні” результати визначення нелінійності АЦП у точках, що відповідають всім можливим значенням M для вибраного n , шляхом центрування та масштабування цих “ідеальних” результатів згідно формули $U_{Mi} = K_A (r_M - 0,5)$. Далі складаємо систему M рівнянь з M невідомими i , рішивши її методом Гауса, отримуємо коефіцієнти полінома K_{Mi} , що імітує похибку нелінійності АЦП. Коефіцієнт K_A вибираємо таким чином, щоби амплітуда більшості сформованих поліномів була більшою від допустимої нелінійності АЦП, тому, в наступному кроці, перевіряємо амплітуду сформованих поліномів в 20-ти точках, рівномірно розміщених по діапазону перетворення АЦП. Ті варіанти, амплітуда яких перевищує допуск, відкидаємо, інші, які мають амплітуду близьку до допустимої нелінійності АЦП, служать для імітації варіантів похибки його нелінійності.

Другим етапом досліджень є імітація результатів перетворення АЦП під час реалізації методу корекції похибки інтегральної нелінійності АЦП. Для цього, аналогічно як і на першому етапі, формуються індивідуальні випадкові відхилення δ_i опору резисторів $R_1 \dots R_n$, обчислюють спади напруги на цих резисторах і, згідно досліджуваної реалізації отриманого на першому етапі полінома, обчислюють “реальні” результати перетворення АЦП для всіх точок визначення нелінійності АЦП.

Третім етапом досліджень є імітація самої корекції похибки інтегральної нелінійності АЦП. Для цього, склавши систему рівнянь на базі отриманих на другому етапі “реальних” результатів перетворення АЦП і рішивши її методом Гауса, отримують коефіцієнти коригуючого полінома K_{Ki} .

На четвертому етапі оцінюють залишкову похибку досліджуваного методу корекції шляхом порівняння в 20-ти точках, рівномірно розміщених по діапазону перетворення АЦП, значень “ідеальної” похибки АЦП (отриманої на базі коефіцієнтів полінома K_{Mi}) та “реальної” коригуючої дії (отриманої на базі коефіцієнтів полінома K_{Ki}). За отриманою різницею обчислюють відносну похибку корекції. Отримані для 126 реалізацій максимальні значення останньої приведені на рис. 2.

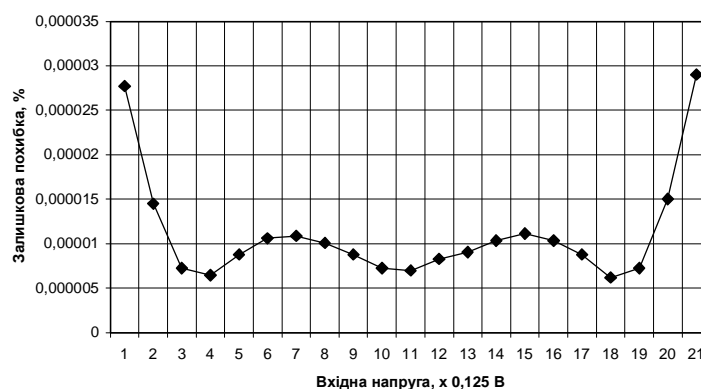


Рисунок 2 – Відносна похибка дослідженого методу корекції інтегральної нелінійності АЦП

Список використаних джерел

1. AD7714: CMOS, 3V/5V, 500 μ A, 24-BIT SIGMA-DELTA, SIGNAL CONDITIONING ADC. [Електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.analog.com/en/analog-to-digital-converters/ad-converters/ad7714/products/product.html>.
2. Кочан Р.В., Кочан О.В. Пристрій визначення інтегральної нелінійності характеристики перетворення аналого-цифрових перетворювачів. Пат. 200703921 Україна, МПК 7Н01Н51/00. Заявл. 10.04.2007.
3. Кочан Р.В., Кочан О.В. Спосіб перевірки аналого-цифрових перетворювачів на місці експлуатації. Пат. 200805621 Україна, МПК 7Н01Н51/00. Заявл. 29.04.2008.

УДК 004.93:633.1

АВТОМАТИЗОВАНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ЗА ЙОГО ЦИФРОВИМ ЗОБРАЖЕННЯМ

Матвійків В.П.

Тернопільський національний педагогічний університет

Зерновим культурам належить важлива роль в усіх областях України, особливо областях степової та лісостепової зон. Навіть в Закарпатській та Івано-Франківській областях, де частка зернових культур є найнижчою в Україні, вони займають біля 40% посівних площ. Щороку в Україні сільськогосподарські підприємства збирають близько 300 млн. ц зернових та зернобобових культур [1]. Україна є одним із лідерів серед світових експортерів грубих зернових. В той же час при будь-яких операціях із зерном (заготівля, переробка, зберігання) необхідно знати якість даного зерна, щоб забезпечити об'єктивний розрахунок з товаровиробниками, а також ефективно зберігання. Для одержання правильної характеристики зерен і оцінки усієї партії потрібно знати їх відмінності, з'ясувати ступінь неоднорідності партії за тією чи іншою ознакою, встановити межу відмінностей і середні величини їх значень. Неоднорідність зерна спостерігається уже в межах одного колоса. Наприклад, у колосі пшениці є зерна крупні з масою понад 50 мг, і дрібні з масою, меншою 25 мг.