

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ КОНТРОЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ТОЧЕЧНОГО И ЛИНЕЙНОГО ИСТОЧНИКА ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ МАТРИЦЫ

В.И. Замятин, С.А. Отморский

В статье приводится сравнение центроидальных алгоритмов контроля перемещения источника светового излучения. Приведено сравнение алгоритмической погрешности методов для точечного и линейного источника.

Ключевые слова: контроль перемещений, светочувствительная матрица, центроидальные алгоритмы

Введение

Развитие микро- и нанометрических технологий предъявляет весьма жесткие требования к точности измерения перемещений узлов механизмов, машин и приборов и требует создания новых типов датчиков перемещений, имеющих невысокую цену, небольшие размеры и обладающих высокой разрешающей способностью и точностью. Датчики и измерители малых перемещений и колебаний являются составными частями многих современных прецизионных автоматизированных и измерительных устройств, используются при производстве специализированных станков и научных приборов, широко применяются в таких областях как робототехника, строительство, машиностроение, производство печатных плат, промышленная техника измерения и регулирования, приборостроение и многих других областях науки и техники. Алгоритмы вычисления координат X, Y на фоточувствительной поверхности ПЗС или КМОП (CCD или CMOS) матриц являются основой математического и программного обеспечения измерителей угловых и декартовых координат точечных источников излучения [1].

Для измерения координат точечного источника излучения на поверхности фоточувствительной матрицы применяют центроидальные алгоритмы или основанные на аппроксимации видеосигнала гауссоидой, параболоидой и другими функциями.

Для исключения из результатов измерения погрешностей обусловленных аппаратной погрешностью и случайными шумами, в качестве входных данных для алгоритмов, использовались изображения синтезированные средствами трехмерного моделирования.

Применялись следующие виды алгоритмов вычисления координаты источника излу-

чения на фоточувствительной поверхности матрицы:

1. Центроидальный алгоритм вычисления координаты в строке с максимальной амплитудой видеосигнала:

$$X_c = \frac{\sum_{k=-n}^n A_{x_{m-k}} \times X_{m-k}}{\sum_{k=-n}^n A_{x_{m-k}}}$$

где X_{m-k} - координата центра ячейки по

оси X, амплитуда которой равна $A_{X_{m-k}}$; n - количество ячеек, используемых для вычислений [2].

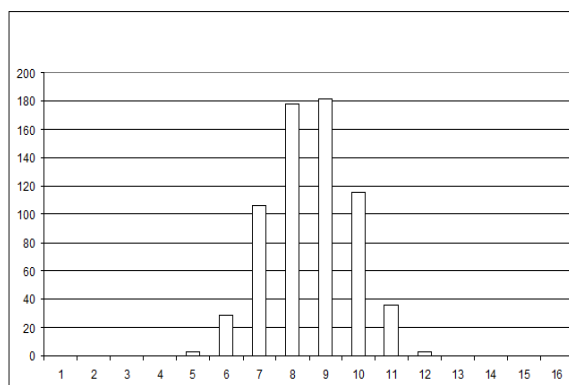


Рисунок 1 - гистограмма строки видеосигнала

Нелинейность пеленгационной характеристики составила 0,03 пикселя.

2. Центроидальный алгоритм со сложением амплитуд нескольких строк видеосигнала:

$$X_c = \frac{\sum_{k=-n}^n A_{x_{m-k}} \times X_{m-k}}{\sum_{k=-n}^n A_{x_{m-k}}}$$

РАЗДЕЛ I. ТРУДЫ УЧЕНЫХ АЛТАЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

где $A_{x_{m-k}} = (\sum_{i=-p}^p A_i) / p$ - сумма амплитуд строк выше и ниже строки с максимальной амплитудой p – количество строк [2].

Алгоритм позволяет уменьшить систематическую и случайную составляющие погрешности в \sqrt{p} раз

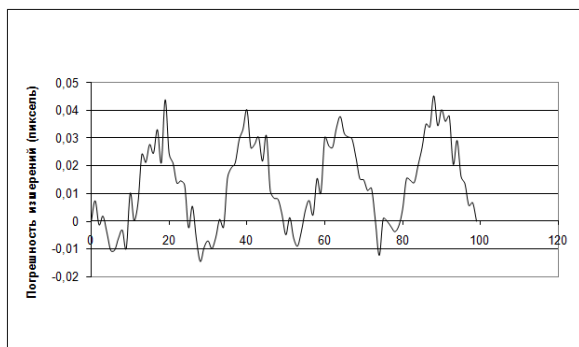


Рисунок 2 - Нелинейность пеленгационной характеристики центроидального алгоритма. Отношение сигнал/шум 160

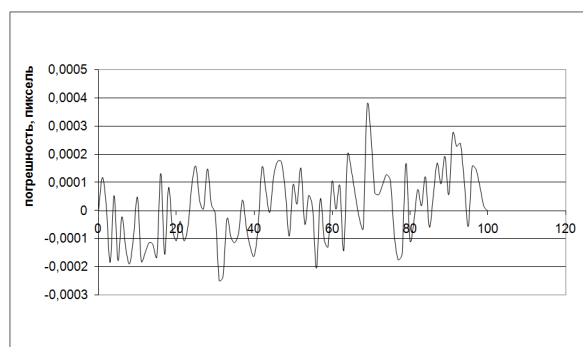


Рисунок 3 - Нелинейность пеленгационной характеристики центроидального алгоритма со сложением амплитуд нескольких строк видеосигнала. Отношение сигнал/шум 160, число строк 4000

3. Центроидальный алгоритм со сложением амплитуд нескольких строк с учетом весовых коэффициентов:

$$X_c = \frac{\sum_{k=-n}^n A_{x_{m-k}} \times X_{m-k}}{\sum_{k=-n}^n A_{x_{m-k}}}$$

где $A_{x_{m-k}} = \sum_{i=-p}^p A_i \times (A_i / A_{sum})$;

$$A_{sum} = \sum_{i=-p}^p A_i ;$$

A_i - амплитуды ячеек строк выше и ниже строки с максимальной амплитудой[2].

Нелинейность пеленгационной характеристики во всех случаях определялась алгоритмической погрешностью

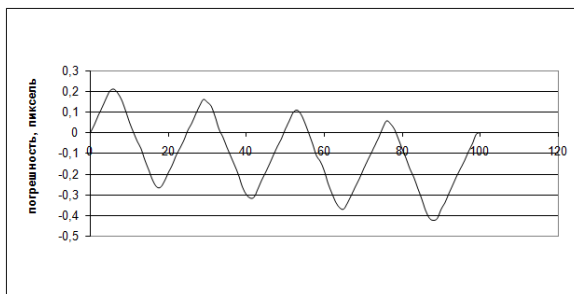


Рисунок 4 - Алгоритмическая погрешность

Погрешность алгоритма снижалась при обработке N строк

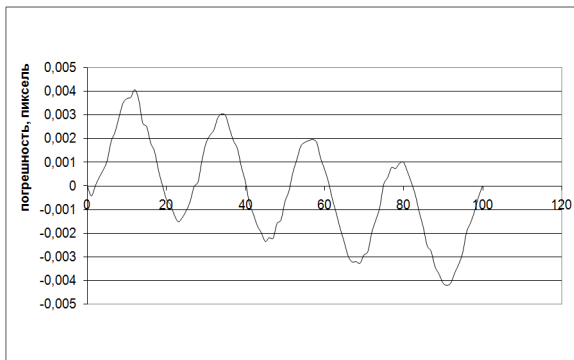


Рисунок 5 - Погрешность центроидального алгоритма со сложением амплитуд нескольких строк с учетом весовых коэффициентов при использовании 4000 строк, отношение сигнал/шум 160

4. Центроидальный алгоритм со сложением координат источника излучения в нескольких строках:

$$X_c = (\sum_{i=-p}^p X_i) / p$$

$$X_i = \frac{\sum_{k=-n}^n A_{x_{m-k}} \times X_{m-k}}{\sum_{k=-n}^n A_{x_{m-k}}}$$

где X_{m-k} - координата центра ячейки по оси X в строке i , амплитуда которой равна $A_{x_{m-k}}$; p – количество строк.

Погрешность измерения координаты линии при отношении сигнал/шум 3 уменьшилась в \sqrt{p} раз [2].

РЕАКЦИЯ НЕСЕЛЕКТИВНОГО ДАТЧИКА НА МНОГОЧАСТОТНЫЙ ТЕСТОВЫЙ СИГНАЛ

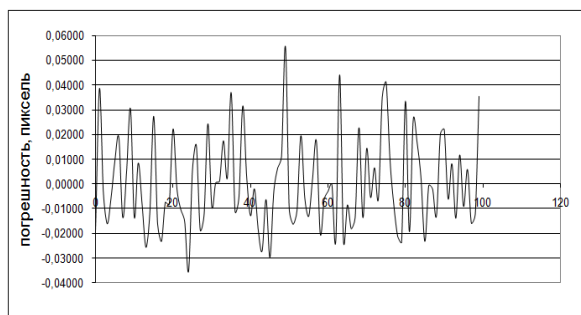


Рисунок 6 - Случайная составляющая результатов измерений для отношения сигнал/шум 3

Наибольшей точности удалось достигнуть алгоритмами 2 и 4. Точность этих алгоритмов, вероятнее всего, вырастет, если использовать не точечный источник излучения, а источник в форме линии.

УДК: 53.083.2

РЕАКЦИЯ НЕСЕЛЕКТИВНОГО ДАТЧИКА НА МНОГОЧАСТОТНЫЙ ТЕСТОВЫЙ СИГНАЛ

А.С. Воронов, С.П. Пронин, В.И. Замятин

В данной работе исследована реакция неселективного датчика на многочастотный тестовый сигнал. На персональном компьютере исследованы три метода измерения комплексного коэффициента передачи неселективного датчика. Установлено, что для измерения параметров неселективных датчиков с помощью аудио-карт, целесообразно использовать сложный входной сигнал, состоящий из ряда гармоник, с последующим вычислением АЧХ и ФЧХ по формуле дискретного преобразования Фурье

Ключевые слова: неселективный датчик, имитационное моделирование, многомерные измерения, преобразование Фурье

Введение

Для получения данных с неселективных датчиков применяется метод вспомогательных измерений, который предполагает использовать для коррекции результатов измерений большое количество датчиков [1]. В качестве альтернативы известному методу предложена схема, приведенная на рис.1.

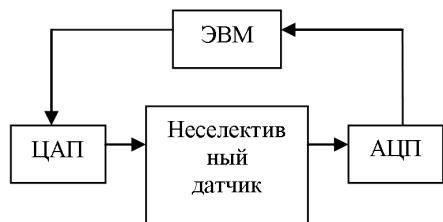


Рисунок 1. Схема измерительной системы с неселективным датчиком

Для обеспечения возможности многомерных измерений предлагается использо-

А.С. ВОРОНОВ, С.П. ПРОНИН, В.И. ЗАМЯТИН

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Замятин, В.И. Моделирование приборов контроля перемещения источника излучения на фоточувствительной матрице [Текст] / В.И. Замятин, С.А. Отморский // Измерение. Контроль. Информатизация : материалы десятой Международной научно-технической конференции. – Барнаул, АлтГТУ, 2010.
2. Замятин, В.И. Центроидальные алгоритмы контроля координаты точечного источника излучения на основе светочувствительной матрицы [Текст] / В.И. Замятин, С.А. Отморский // Измерение. Контроль. Информатизация : материалы десятой Международной научно-технической конференции. – Барнаул, АлтГТУ, 2010.

Аспирант **Отморский С.А.** тел. 8-913-087-58-59, atomosk87@gmail.ru, профессор, д.т.н. Замятин В.И. - каф. информационных технологий Алтайского государственного технического университета

вать функцию комплексного коэффициента передачи неселективного датчика [2]:

$$\overline{S(\omega)} = \overline{y(\omega)} / \overline{x(\omega)},$$

где $\overline{y(\omega)}$ – выходной сигнал, $\overline{x(\omega)}$ – входной сигнал.

Комплексную величину $\overline{S(\omega)}$ можно представить двумя компонентами: $|\overline{S(\omega)}|$ – АЧХ датчика; $Arg(\overline{S(\omega)})$ – ФЧХ датчика.

ЭВМ, выступая в качестве генератора и регистратора, способна осуществить измерение АЧХ и ФЧХ.

Цель работы - исследовать реакцию неселективного датчика на многочастотный тестовый сигнал.

Предлагаемое решение

Примем, что неселективный датчик может быть представлен эквивалентной электрической схемой, которая представлена на