

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

На правах рукописи

УДК 004.021

ЛОБЕЙКО
Алексей Сергеевич

**АЛГОРИТМЫ И СТРУКТУРЫ ПРОЦЕССОРОВ БЫСТРЫХ
ПРЕОБРАЗОВАНИЙ УОЛША**

АВТОРЕФЕРАТ

магистерской диссертации на соискание степени
магистра технических наук

по специальности 1-39 81 03 «Информационные радиотехнологии»

Научный руководитель
канд.техн.наук, доцент
Будько А.А.

Минск 2019

Нормоконтроль

Работа выполнена на кафедре информационных радиотехнологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель:

Будько Анатолий Антонович,
кандидат технических наук, доцент кафедры информационных радиотехнологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Рецензент:

Урядов Владимир Николаевич,
кандидат технических наук, доцент кафедры инфокоммуникационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет»

Защита диссертации состоится «__» _____ 20__ г. года в ____ часов на заседании Государственной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, г.Минск, ул. П.Бровки, 6, 1 уч. корп., ауд. _____, тел.: 293-89-92, e-mail: kafei@bsuir.by.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

ВВЕДЕНИЕ

С развитием новых методов передачи цифровой информации внимание исследователей привлекли функции Уолша [1]. Появилось множество работ, посвященных теории и практическому применению данных функций. В различных странах ведутся работы в области теории и практического применения функций Уолша.

В связи с развитием средств вычислительной техники и применения их для обработки сигналов широко используются преобразования, содержащие в качестве ортогонального базиса кусочно-постоянные, знакопеременные функции. Эти функции легко реализуются с помощью средств вычислительной техники (аппаратно или программно), и их использование позволяет свести к минимуму время машинной обработки (за счет исключения операции умножения).

Проведённые к настоящему времени исследования показывают, что функции Уолша позволяют:

- в области уплотнения каналов связи обеспечить в определённых приложениях преимущества как частотного, так и временного уплотнения [2, 3-5];
- в области обработки данных ускорить процессы кодирования и декодирования, экономичнее и более удобно осуществлять накопление и обработку информации [6, 7, 8-10];
- в области радиотелефонной связи создать более простые, компактные, дешёвые, эффективные и надёжные средства связи, а также уменьшить полосу занимаемых частот [2, 7, 11].

Спектральные преобразования Уолша допускают применение быстрых алгоритмов преобразования, что объясняется большой избыточностью матрицы преобразования. Функции Уолша легко реализуются с помощью средств вычислительной техники (аппаратно или программно), и их использование позволяет свести к минимуму время машинной обработки (за счет исключения операции умножения). Цифровые фильтры, построенные на основе процессоров БПУ позволяют сократить объем выполняемых операций и реализовать возможности современной микроэлектроники. Даже при использовании схем средней степени интеграции аппаратные затраты во многих случаях оказываются вполне приемлемыми.

Кроме фильтрации изображений и сокращения избыточности процессоры БПУ могут быть использованы для декодирования помехоустойчивых кодов и синхронизации [8-10]. Процессоры БПУ можно

разделить на последовательные, параллельные и последовательно-параллельные. Структуры процессоров параллельного типа повторяют структуры графов БПУ и для их реализации подходят все алгоритмы быстрого преобразования, однако при этом требуются большие аппаратные затраты. Процессоры последовательного типа значительно проще [12, 13].

Процессоры БПУ последовательного и параллельного типа приспособлены для вычисления коэффициентов преобразования от последовательностей, составленных из первых N значений входного сигнала, затем следующих N значений и т.д. Однако при обнаружении, выделении и обработке сигналов необходимо вычислять мгновенный спектр по Уолшу. Процессоры БПУ последовательно-параллельного типа требуют при вычислении мгновенного спектра по Уолшу выполнения $2(N - 1)$ операций, что примерно в $\frac{n}{2}$ раз меньше, по сравнению с процессорами БПУ последовательного и параллельного типов.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Функции Уолша находят применение в различных областях передачи и обработки цифровой информации. Преобразование Уолша осуществляется с помощью быстрых алгоритмов.

Целью магистерской работы является разработка алгоритмов и структур процессоров быстрых преобразований Уолша.

Задачами исследования являются:

- 1) Изучение систем ортогональных функций Уолша;
- 2) Оценка известных и возможных алгоритмов быстрых преобразований Уолша и методов их получения;
- 3) Исследование возможности получения новых алгоритмов быстрых преобразований Уолша;
- 4) Использование подхода для получения новых алгоритмов быстрых преобразований Уолша, основанного на представлении любого элемента матриц Уолша в экспоненциальной или показательной форме;
- 5) Исследование применения новых алгоритмов быстрых преобразований Уолша в построении структур процессоров быстрых преобразований Уолша.

Объект исследования – функции Уолша и ортогональные преобразования в базисе функций Уолша.

Предмет исследования – алгоритмы быстрых преобразований Уолша, структуры процессоров быстрых преобразований Уолша.

По результатам работы сделано заключение.

Практическое применение полученных результатов заключается в обеспечении дополнительной гибкости при использовании новых алгоритмов быстрых преобразований Уолша, а также процессорах, построенных на этих алгоритмах. Это позволяет расширить области применения быстрых преобразований Уолша.

Результаты работы были опубликованы в сборнике тезисов докладов 54-ой Белорусско-российской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, 2018.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении рассмотрены различные области применения функций и быстрых преобразований Уолша, а также их преимущества по сравнению с функциями и преобразованиями Фурье. Также описаны процессоры быстрых преобразований последовательного, параллельного и последовательно-параллельного типа и возможности их применения.

В общей характеристике работы сформулированы ее цель и задачи, даны сведения об объекте исследования и обоснован его выбор, представлены положения, выносимые на защиту, приведены сведения о личном вкладе соискателя, апробации результатов диссертации и их опубликованность, а также, структура и объем диссертации.

В главе 1 рассмотрены все системы упорядочений функций Уолша, показана взаимосвязь одномерных и многомерных функций, одномерных и многомерных преобразований Уолша, операторов кругового сдвига для преобразований в различных системах упорядочения, полных спектров мощности инвариантных к круговому циклическому сдвигу в различных системах упорядочения;

В главе 2 проведен обзор известных алгоритмов быстрых преобразований Уолша и рассмотрен подход для получения новых алгоритмов БПУ в упорядочении Уолша-Пэли, основанный на представлении любого элемента матриц Уолша в экспоненциальной или показательной форме.

В главе 3 на основании теоретических результатов для построения последовательных и последовательно-параллельных процессоров быстрых преобразований Уолша, описано построение новых структур процессоров как последовательного, так и последовательно-параллельного типа для реализации полученных в главе 2 новых алгоритмов быстрых преобразований Уолша. Также были разработаны структуры процессоров последовательно-параллельного типа для реализации алгоритма Уолша-Трахтмана.

По результатам работы сделано заключение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения магистерской работы рассмотрены все системы упорядочений функций Уолша, показана взаимосвязь одномерных и многомерных функций, одномерных и многомерных преобразований Уолша, операторов кругового сдвига для преобразований в различных системах упорядочения, полных спектров мощности инвариантных к круговому циклическому сдвигу в различных системах упорядочения;

Также был проведен обзор известных алгоритмов быстрых преобразований Уолша и рассмотрен подход для получения новых алгоритмов БПУ, основанный на представлении любого элемента матриц Уолша в экспоненциальной или показательной форме.

Этот подход был использован для получения большого числа новых алгоритмов БПУ, в том числе «замечательных», путём изменения очередности итераций и перестановки элементов каждой итерации в уравнении (2.18).

Используя некоторые из полученных алгоритмов быстрых преобразований Уолша с упорядочением по Уолшу-Пэли были разработаны новые структуры процессоров быстрых преобразований Уолша последовательного и последовательно-параллельного типа.

Кроме того, были разработаны структуры процессоров быстрого преобразования Уолша последовательно-параллельного типа для алгоритма Уолша-Трахтмана.

Полученные алгоритмы быстрых преобразований Уолша, а также построенные на них процессоры позволят расширить область применения быстрых преобразований Уолша.