

КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ЗАЯВКИ (SUMMARY)

МЯСНИКОВ ВЛАДИСЛАВ ВАЛЕРЬЕВИЧ

АЛГЕБРАИЧЕСКАЯ СИСТЕМА АЛГОРИТМОВ ЛИНЕЙНОЙ ЛОКАЛЬНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ И ПОСТРОЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНО ЭФФЕКТИВНОГО АЛГОРИТМА

Предлагаемый проект направлен на *развитие алгебраической системы алгоритмов линейной локальной фильтрации* (ЛЛФ) цифровых сигналов/изображений и разработку методов построения эффективных алгоритмов ЛЛФ. В теории цифровой обработки сигналов алгоритм ЛЛФ – это вычислительная процедура, выполняющая вычисление линейной свертки входного сигнала/изображения с финитным ядром, называемым *конечной импульсной характеристикой* (КИХ) фильтра. Эффективность алгоритма ЛЛФ определяется вычислительной сложностью (числом операций) его применения для решения конкретной задачи фильтрации (конкретного цифрового сигнала и импульсной характеристики). Задачей построения вычислительно эффективных алгоритмов ЛЛФ не одно десятилетие занимались многие ученые, но до сих пор нет решения основной проблемы: *как для конкретной задачи ЛЛФ построить алгоритм с минимальной вычислительной сложностью*. Сложность проблемы возрастает, если учесть, что различные задачи ЛЛФ имеют различную *априорную информацию*: КИХ фильтра может быть задана явно или неявно (в форме ограничений и критерия), может отсутствовать или присутствовать информация о *свойствах входного сигнала* (его алгебраические, функциональные, статистические и другие свойства) и т.д.

Автором заявки предложен *новый оригинальный подход*, развитие которого является основной целью предлагаемого проекта, позволяющий формализовать и решить указанную проблему построения эффективных алгоритмов ЛЛФ. Суть подхода заключается в рассмотрении алгоритмов ЛЛФ как элементов новой *алгебраической системы*, введении для них операций (распространения, сужения, сложения и др.) и отношений (лучше, хуже и др.), определении их свойств. В рамках введенной алгебраической системы *метод построения эффективного алгоритма* ЛЛФ заключается в построении *расширения* исходного множества алгоритмов и поиске в этом расширении алгоритма ЛЛФ с наименьшей вычислительной сложностью. Построенный таким образом новый – *эффективный* - алгоритм любую наперед заданную задачу фильтрации решает с вычислительными затратами, гарантированно не превосходящими затраты лучшего алгоритма ЛЛФ из исходного множества, а для некоторых задач – с меньшими. Доказано, что нахождение эффективного алгоритма в расширении может быть выполнено с использованием трех последовательно выполняемых операций, результатами которых также являются алгоритмы ЛЛФ. Причем первые две операции выполняют построение алгоритмов аналитически (напрямую), а третья операция конструирует искомый эффективный алгоритм в результате решения оптимизационной задачи определенного вида. При этом свойства аналитической и вычислительной корректности этой задачи (по Адамару) и, как следствие, ее аналитическая и вычислительная разрешимость существенно зависят от свойств входного сигнала. Для случаев, когда цифровой сигнал и КИХ – элементы евклидовых пространств, найдены условия и разработаны численные методы решения указанной оптимизационной задачи в ситуациях явно и неявно заданной КИХ. В ситуации неявно заданной КИХ решаемую задачу можно интерпретировать как задачу построения *линейных локальных признаков* цифровых сигналов и изображений. Общим недостатком разработанных методов является их «переборный» характер, поскольку объем перебора имеет экспоненциальную сложность от размера КИХ-фильтра.

В рамках предлагаемого проекта ожидается получение следующих новых результатов:

- 1) Развитие алгебраической системы алгоритмов ЛЛФ (построение базиса алгоритмов; новые методы распространения алгоритмов ЛЛФ; анализ свойств алгоритмов из расширения и др.).
- 2) Развитие общего метода построения эффективного алгоритма ЛЛФ (анализ корректности, условия и способы редукции).
- 3) Развитие численных методов построения эффективного алгоритма ЛЛФ (для новых свойств входного сигнала, специализированные быстрые численные методы и алгоритмы).
- 4) Результаты анализа свойств последовательностей, конструируемых в процессе построения линейных локальных признаков (задача с неявно заданной КИХ).