

Функциональная схемотехника

КР 2

Реферат

Выполнили: Баянов Равиль Динарович,
Кузнецов Даниил Александрович
Группа Р3334

Санкт-Петербург

2024 г.

На данный момент существует много высокотехнологичных устройств, помогающих современным врачам проводить точную диагностику заболеваний людей. Спирограф – это медицинский прибор для измерения функций внешнего дыхания. Он анализирует объём и скорость воздушного потока, измеряемого через специальный датчик при вдохе и выдохе пациентов. Почему бы не разместить основной набор функций данного устройства на ПЛИС и, тем самым расширить возможности и область применения обычного спирографа.

Немного о микроархитектуре. Наше устройство обладает модулем сбора данных, которое включает в себя аналогово-цифровой преобразователь и интерфейсы с датчиками потока дыхания (возможно, такие интерфейсы как I2C или UART могли бы помочь в организации этого модуля). Также улучшенный спирограф будет преобразовывать, полученные данные в определённые параметры, с помощью быстрого преобразования информации в ряды Фурье (например: скорость потока, объём дыхания, частота дыхания), которые напрямую зависят от конфигурации логических блоков ПЛИС. Затем данные будут отправляться на вычислительный блок, который в зависимости от настройки логических схем на ПЛИС, будет высчитывать такие характеристики, как жизненная ёмкость лёгких, объём форсированного выдоха за 1 секунду, зависимость сердцебиения от дыхательного процесса. Конечно же, общую картину нашего устройства на базе ПЛИС будет возможно визуализировать на экране в реальном времени для мгновенного анализа состояния пациента. И напоследок модуль хранения данных, для последующей работы над лечением на основе визуализаций и численных значений.

В чём же собственно преимущество проектирования микроархитектуры спирографов на базе FPGA.

- **Обработка данных в реальном времени:** для всех медицинских аппаратов крайне важна минимизация задержки, так как наличие задержки может сильно повлиять на точность выводов, сделанных врачами в процессе диагностики.
- **Гибкость настройки:** алгоритмы обработки можно модифицировать или улучшать без замены аппаратной части. Появляется возможность переконфигурировать устройство для выявления болезней разных классов, также появляется возможность прописывать на аппаратуре

различные между собой алгоритмы по нахождению совершенно разных зависимостей биохимических показателей от дыхания человека.

- **Внедрение ИИ:** гибкое и универсальное использование нейросетей может облегчить процесс обнаружения самых разных человеческих заболеваний. ПЛИС позволит нам изменять модели искусственного интеллекта для нахождения непохожих друг на друга опасных состояний организма без замены аппаратуры, что не позволит нам обычный процессор.

- **Высокая производительность и параллельность:** это позволит нашему устройству очень быстро обрабатывать данные. А параллельность даст нам возможность быстро обрабатывать данные, полученные от разных людей и в реальном времени сравнивать их между собой, чтобы находить сходства или различия состояний здорового и больного человека.

Спирограф на базе FPGA может помочь находить новые болезни, ускорить обработку данных и визуализировать зависимости, полученные на основе дыхания живых организмов. Например, без использования ФГДС можно будет по дыханию и химическому составу, выдыхаемого воздуха определять у человека наличие опасной для желудка бактерии *Helicobacter pylori*.

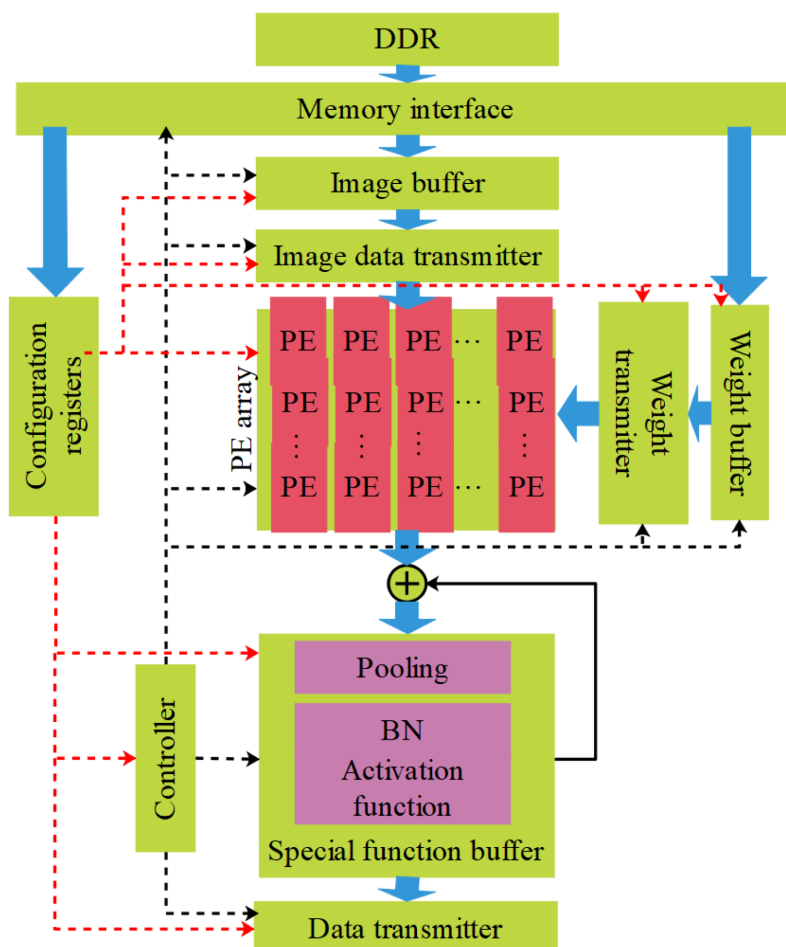
FPGA позволяют снизить задержку систем ввода-вывода, что очень важно в контексте систем реального времени, т.к. у нас нет необходимости обрабатывать множество сигналов и распределять время между процессами как в CPU, мы можем сфокусироваться на только на одной задаче и оптимизировать архитектуру под неё. FPGA позволяют еще и распараллеливать обработку данных, что является особенно важным фактором в нашей задаче.

Спирограф оценивает сразу несколько показателей:

- **Форсированный жизненный объем (FVC):** Максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть после полного вдоха.
- **Объем форсированного выдоха за первую секунду (FEV1):** Объем воздуха, который можно выдохнуть в первую секунду.
- **Максимальная скорость выдоха (PEF):** Максимальная скорость, с которой воздух может быть выдохнут.
- **Динамика изменения объема воздуха:** Временные графики (спирограммы), отображающие изменение объема воздуха во времени.

Все эти данные мы можем обрабатывать параллельно - для каждого из показателей можно сделать отдельные вычислительные блоки. Каждая метрика может обрабатываться с использованием потоков данных, поступающих с датчиков спирографа - не будет узких мест ввода-вывода.

Пример вычислительного блока:



Наша архитектура может быть устроена аналогично, за исключением того, что вместо буфера изображения, у нас будет буфер входных показателей FVC, FEV1, PEF, динамики изменения объема в виде матрицы, что позволит так же эффективно выполнять матричное умножение весов на наши данные и получать предсказание с минимальной задержкой.

Выводы

Интеграция основных функций спирографа на базе FPGA (ПЛИС) предлагает новые горизонты для диагностики заболеваний, позволяя не только проводить стандартные измерения, но и реализовывать более сложные алгоритмы обработки данных в реальном времени.

Преимущества FPGA в контексте нашей задачи:

- **Обработка в реальном времени:** Минимизация задержек критически важна для медицинских устройств, что позволяет врачам быстро и точно интерпретировать результаты.
- **Гибкость настройки:** Возможность модификации алгоритмов и переопределения конфигураций без необходимости замены аппаратной части делает устройство более адаптивным к различным медицинским задачам. А так же является более выгодным предложением для медицинских учреждений, особенно в условиях ограниченного бюджета.
- **Внедрение ИИ:** Использование нейросетевых моделей для анализа данных спирограммы увеличивает шансы на обнаружение заболеваний, позволяя использовать точные модели с минимальной задержкой.
- **Высокая производительность и параллельная обработка:** FPGA обеспечивают быструю обработку данных и возможность одновременной работы с несколькими потоками данных, что значительно увеличивает эффективность анализа.