Отзыв рецензента на выпускную квалификационную работы бакалавра

«Трекинг движения частей тела человека радиотехническими методами»

студентки группы ЭР-16-12 А.В. Антипенковой

Работа посвящена разработке алгоритма фильтрации датчиков положения, используемых в системе слежения (трекинга). Трекинг используется в системах виртуальной реальности для взаимодействия с пользователем. Ввиду бурного развития технологий виртуальной реальности, наблюдаемых в настоящее время, тема работы представляется актуальной.

Работа состоит из введения, шести глав, раздела с выводами и списка литературы.

Во введении даётся обзор приложений систем виртуальной реальности и обозначается направление исследования: повышение точности известных систем трекинга путём фильтрации их измерений с учётом предполагаемого характера движения пользователя и ограничений на взаимное движение датчиков, вызванных анатомическими особенностями человека.

В первой главе изложены основы теории оптимальной фильтрации: линейной и нелинейной.

Во второй главе представлена краткая классификация систем радионавигации.

Третья глава посвящена описанию радиосистемы производства DecaWave для навигации внутри помещений. В работе разрабатывается алгоритм для дополнительной фильтрации измерений датчиков этой системы.

В четвёртой главе вводится нелинейная модель движения двух связанных точек и ставится задача фильтрации координат этих точек, измеряемых радиосистемой. Связанные точки моделируют движение части конечности пользователя, например, голени.

В пятой главе синтезирован квазиоптимальный нелинейный фильтр на базе модели, введённой в четвёртой главе.

Шестая глава посвящена изложению результатов имитационного компьютерного моделирования синтезированного алгоритма. Для тех же входных данных проведена фильтрация с помощью сглаживающего ФНЧ. Показано, что в этом случае среднеквадратическая ошибка возрастает в полтора раза.

В разделе выводов проведен обзор решенных в работе задач.

К работе есть ряд замечаний:

1. Автором вводится модель движения голени человека. Для этой модели приводятся параметры, выбранные, как утверждается, на основе некоторых экспериментальных данных ‑ измерений инерциальных датчиков при ходьбе человека. При этом ни описание эксперимента, ни экспериментальные данные, ни методика выбора параметров модели по экспериментальным данным не приводятся.
2. Ошибки измерений датчиков системы трекинга считаются белыми гауссовскими случайными процессами. Данная модель является грубой, т.к. шумовая компонента в погрешности датчиков не является доминирующей.
3. При синтезе нелинейного фильтра в модель наблюдений включены как измерения координат двух датчиков, так и измерения расстояния между ними. При этом шумы этих измерений считаются независимыми. В то же время оценки координат и расстояния между точками в системе трекинга DecaWave DW1000 тесно связаны, используют единые измерения радиопараметров, а значит и их ошибки жестко коррелированы. Добавление измерений расстояния между датчиками в вектор наблюдений представляется излишним – увеличивается размерность фильтра, а неадекватность математической модели не приводит к улучшению точности.
4. Основной метод исследования синтезированного алгоритма – имитационное моделирование. Но автор не приводит описания имитационной модели. Не указывается модель процесса координат голени, который принимается за истинный и относительно которого рассчитываются ошибки слежения. Можно предположить, что используется модель, положенная в основу синтеза. В этом случае улучшение точности слежения по сравнению с некоторым ФНЧ говорит лишь о правильности реализации фильтра, т.к. он оптимален для такого входного воздействия. Выводы о повышении точности решения целевой задачи можно будет делать только после проверки алгоритма на экспериментальных входных данных.
5. Не приводится структура и параметры ФНЧ, с которым производится сравнение синтезированного алгоритма.
6. Параметры синтезированного фильтра выбраны неинвариантными изменению темпа работы фильтра. Кроме того, не учитывается асинхронность формирования измерений датчиками.
7. Графики не оформлены должным образом – оси не подписаны, нет легенды. Это затрудняет анализ результатов моделирования.

Указанные замечания не следует рассматривать как критику работы, а лишь как указания возможных путей её дальнейшего развития и улучшения. Уровень проведенного исследования превосходит требования и ожидания, свойственные бакалаврским выпускным квалификационным работам. Тема исследования актуальна, а использованный подход перспективен.

А.В. Антипенкова показала умение ставить и решать задачи оптимальной нелинейной фильтрации, анализа технической документации, компьютерного моделирования.

Считаю, что работа «Трекинг движения частей тела человека радиотехническими методами» соответствует направлению 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии», а её автор, студентка группы ЭР-16-12 А.В. Антипенкова, заслуживает квалификации бакалавр.

Рецензент И.В. Корогодин, к.т.н.,

доцент кафедры Радиотехнических систем