

Темы работ лаборатории управления и навигации для студентов для 3-го курса

Имитация алгоритмов выставки и навигации платформенной инерциальной навигационной системы

Разработка системы компьютерной имитации алгоритмов выставки и навигации платформенной инерциальной навигационной системы (ИНС) связана с выполнением ряда прикладных работ лаборатории. В настоящее время такие имитаторы (C++) построены для так называемых бескарданных инерциальных навигационных систем (БИНС). Для платформенных ИНС такая работа пока не была сделана. В процессе выполнения работы студент осваивает основы инерциальной навигации. Работа имеет продолжение на следующих курсах, где с помощью разработанного имитатора будут исследоваться конкретные прикладные навигационные задачи.

Литература:

1. Голован А.А., Парусников Н.А. Математические основы навигационных систем. Часть I. Математические модели инерциальной навигации. 3-е издание, испр. и. доп. – М.: МАКС Пресс, 2011. -136 с. .ISBN 978-5-317-03803-8
2. Богданов О.Н. Методика согласованного моделирования измерений инерциальных датчиков, траекторных параметров объекта с приложением к задачам инерциальной и спутниковой навигации. Диссертация на соискание степени кандидата физико-математических наук.

Исследование алгоритма выставки инерциальной навигационной системы на неподвижном основании на основе компасных моделей

Предлагается провести исследование нового алгоритма выставки инерциальной навигационной системы на неподвижном основании на основе так называемых компасных моделей. Предполагается использование как имитируемых данных, так и телеметрических записей показаний инерциальных датчиков. В процессе выполнения работы студент осваивает основы инерциальной навигации. Продолжение работы на старших курсах - исследование задачи выставки на подвижном основании.

Литература:

1. Голован А.А., Парусников Н.А. Математические основы навигационных систем. Часть I. Математические модели инерциальной навигации. 3-е издание, испр. и. доп. – М.: МАКС Пресс, 2011. -136 с.
2. Голован А.А., Парусников Н.А. Математические основы навигационных систем Часть II. Приложения методов оптимального оценивания к задачам навигации. 2-е издание исправленное и дополненное. . – М.: МАКС Пресс, 2012. -172 с.

Анализ чувствительности алгоритмов навигации к уклонениям отвесной линии

Предлагается провести исследование новой для лаборатории задачи анализа чувствительности инерциальной навигационной системы к уклонениям отвесной линии – гравитационным аномалиям. Планируется провести соответствующее моделирование задачи с использованием карт гравитационных аномалий. В процессе выполнения работы студент осваивает основы инерциальной навигации.

Литература:

1. Голован А.А., Парусников Н.А. Математические основы навигационных систем. Часть I. Математические модели инерциальной навигации. 3-е издание, испр. и. доп. – М.: МАКС Пресс, 2011. -136 с.
2. Отчеты лаборатории, служебные материалы.

Спутниковые дифференциальные навигационные решения при использовании двух базовых станций

Предлагается провести исследования задачи спутниковой навигации, когда в дифференциальном режиме используется информация от двух базовых станций. В лаборатории примерно 10 лет назад был предложен простой, но не вполне оптимальный способ ее решения, который сейчас используется в приложениях. Требуется провести новое исследование и предложить новые алгоритмы ее решения. В процессе выполнения работы студент осваивает основы спутниковой навигации.

Литература:

1. Вавилова Н.Б., Голован А.А., Парусников Н.А., Трубников С.А. Математические модели и алгоритмы обработки измерений спутниковой навигационной системы GPS. Стандартный режим. М.: Изд-во МГУ Москва, 2009, 96 с.
2. Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., Wasle E. GNSS -- Global Navigation Satellite Systems. Springer Wien New York, 2008.
3. A. Leick. GPS satellite surveying, 2nd edn. Wiley, New York Chichester Brisbane Toronto Singapore, 1995.

Моделирование показаний лага, магнитометра, системы воздушных сигналов в имитаторе навигационных алгоритмов

Разработка системы компьютерной имитации алгоритмов навигации инерциальной навигационной системы (ИНС) предполагает имитацию показаний иных датчиков навигационной информации – лага (измеритель скорости судна относительно воды), магнитометра (измеритель компонент вектора напряженности магнитного поля Земли), системы воздушно-скоростных сигналов самолета, вертолета. В процессе выполнения работы студент осваивает основы инерциальной навигации. Работа имеет продолжение на следующих курсах, где с помощью имитатора будут исследоваться конкретные прикладные навигационные задачи.

Литература:

1. Голован А.А., Парусников Н.А. Математические основы навигационных систем. Часть I. Математические модели инерциальной навигации. 3-е издание, испр. и доп. –М.: МАКС Пресс, 2011. -136 с. .ISBN 978-5-317-03803-8
2. Богданов О.Н. Методика согласованного моделирования измерений инерциальных датчиков, траекторных параметров объекта с приложением к задачам инерциальной и спутниковой навигации. Диссертация на соискание степени кандидата физико-математических наук.
3. Отчеты лаборатории, служебные материалы.

Учет подводного течения в морских навигационных приложениях

Предлагается провести исследование новой для лаборатории задачи учета моделей подводных течений в алгоритмов комплексной обработки навигационной информации. Планируется провести соответствующее моделирование в рамках конкретного приложения. В процессе выполнения работы студент осваивает основы инерциальной навигации.

Литература:

1. Голован А.А., Парусников Н.А. Математические основы навигационных систем. Часть I. Математические модели инерциальной навигации. 3-е издание, испр. и доп. – М.: МАКС Пресс, 2011. -136 с. .ISBN 978-5-317-03803-8
2. Отчеты лаборатории, служебные материалы.

Спутниковые навигационные фазовые решения отдельно для горизонтальных и вертикального каналов

Предлагается провести исследование задачи учета априорной модели движения объекта - движение только в горизонтальной плоскости, движение вдоль вертикали – при построении алгоритмов обработки фазовых измерений GPS, ГЛОНАСС. Планируется провести обработку экспериментальных данных. В процессе выполнения работы студент осваивает основы спутниковой навигации.

Литература:

1. Голован А.А., Парусников Н.А. Математические основы навигационных систем. Часть I. Математические модели инерциальной навигации. 3-е издание, испр. и доп. –М.: МАКС Пресс, 2011. -136 с. .ISBN 978-5-317-03803-8
2. Вавилова Н.Б., Голован А.А., Парусников Н.А., Трубников С.А. Математические модели и алгоритмы обработки измерений спутниковой навигационной системы GPS. Стандартный режим. М.: Изд-во МГУ Москва, 2009, 96 с
3. Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., Wasle E. GNSS -- Global Navigation Satellite Systems. Springer Wien New York, 2008.
4. Leick A. GPS satellite surveying, 2nd edn. Wiley, New York Chichester Brisbane Toronto Singapore, 1995.

Задача ориентации и демонстрация работы инерциально-измерительного блока на основе твердотельных волновых гироскопов

Задача ориентации и демонстрация работы инерциально-измерительного блока связана с использованием конкретного прибора, который демонстрируется на выставочном стенде. Надо изучить задачу инерциальной ориентации и навигации, исследовать алгоритмы так называемого датчика движения, научиться работать с экспериментальными данными, системой визуализации. В процессе выполнения работы студент осваивает основы инерциальной навигации, прикладного программирования.

Литература:

1. Голован А.А., Парусников Н.А. Математические основы навигационных систем. Часть I. Математические модели инерциальной навигации. 3-е издание, испр. и доп. –М.: МАКС Пресс, 2011. -136 с. .ISBN 978-5-317-03803-8
2. Отчеты лаборатории, служебные материалы.

Анализ точности интегрированных инерциально-спутниковых навигационных при наличии нескольких антенн с различной геометрией

Исследовательская задача для студентов старших курсов, имеющих начальные знания в области инерциальной и спутниковой навигации.

Литература:

1. Голован А.А., Парусников Н.А. Математические основы навигационных систем. Часть I. Математические модели инерциальной навигации. 3-е издание, испр. и. доп. – М.: МАКС Пресс, 2011. -136 с. .ISBN 978-5-317-03803-8
2. Вавилова Н.Б., Голован А.А., Парусников Н.А., Трубников С.А. Математические модели и алгоритмы обработки измерений спутниковой навигационной системы GPS. Стандартный режим. М.: Изд-во МГУ Москва, 2009, 96 с.
3. Отчеты лаборатории, служебные материалы.

Анализ смещений фазовых центров спутниковых навигационных антенн

Новая исследовательская задача анализа поведения смещений фазовых центров спутниковых навигационных антенн. Планируется проведение экспериментов и использование соответствующих экспериментальных данных – фазовых двухчастотных измерений GPS, ГЛОНАСС. В процессе выполнения работы студент осваивает основы спутниковой навигации,

1. Вавилова Н.Б., Голован А.А., Парусников Н.А., Трубников С.А. Математические модели и алгоритмы обработки измерений спутниковой навигационной системы GPS. Стандартный режим. М.: Изд-во МГУ Москва, 2009, 96 с
2. Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., Waskle E. GNSS -- Global Navigation Satellite Systems. Springer Wien New York, 2008.
3. Leick A. GPS satellite surveying, 2nd edn. Wiley, New York Chichester Brisbane Toronto Singapore, 1995.
4. Отчеты лаборатории, служебные материалы.

Предполетные испытания бескарданной инерциальной навигационной системы на центрифуге

В настоящее время центрифуга, позволяющая создавать перегрузки на уровне 10 g, используется для испытания опытного образца бескарданной инерциальной навигационной системы (БИНС) перед запуском производства. При этом БИНС помещается на центрифугу в выключенном состоянии с тем, чтобы проверить ее работоспособность после столь значительных перегрузок. Представляет интерес испытания системы на центрифуге с оценкой точности навигации перед выпуском ее в эксплуатацию. Такие эксперименты позволят проверить точность системы в условиях, приближенных к полетным, и тем самым сократить число дорогостоящих полетов в летных испытаниях. Тема для лаборатории новая. Задача по этой теме на 3 курсе будет состоять в построении алгоритмов формирования эталонной позиционной и скоростной информации на основе данных БИНС и параметров центрифуги. Потребуется оценить точность такой информации. Для этого необходимо будет изучить уравнения ошибок БИНС, модели инструментальных погрешностей и познакомиться с основами инерциальной навигации. Дальнейшее развитие этой темы на следующих курсах предполагает построение плана экспериментов.

Литература:

1. Голован А.А., Парусников Н.А. Математические основы навигационных систем. Часть I. Математические модели инерциальной навигации. 3-е издание, испр. и. доп. – М.: МАКС Пресс, 2011. -136 с.
2. Отчеты лаборатории, служебные материалы.

Оценка скорости ветра в полете при помощи данных спутниковой навигационной системы и системы воздушных сигналов

Система воздушных сигналов (СВС) является простым и надежным средством, доставляющим информацию о высоте и воздушной скорости в полете. Однако неизвестная скорость ветра резко снижает ценность этой информации вообще и, в частности, для коррекции бескарданной инерциальной навигационной системы (БИНС). Наличие данных спутниковой навигационной системы (СНС) позволяет оценить скорость ветра с тем, чтобы использовать эти оценки на интервалах времени, когда данные СНС недоступны.

Задача на 3 курсе состоит в построении алгоритмов оценки на основе асимптотических фильтров и моделировании построенных алгоритмов. Также необходимо составить реферат по инерциальной навигации, так как продолжение этой темы – задача коррекции БИНС при помощи информации СВС с учетом скорости ветра.

Литература:

1. Голован А.А., Парусников Н.А. Математические основы навигационных систем. Часть I. Математические модели инерциальной навигации. 3-е издание, испр. и. доп. – М.: МАКС Пресс, 2011. -136 с.
2. Голован А.А., Парусников Н.А. Математические основы навигационных систем Часть II. Приложения методов оптимального оценивания к задачам навигации. 2-е издание исправленное и дополненное. . – М.: МАКС Пресс, 2012. -172 с.

Адаптивная фильтрация данных авиагравиметрии методами L1/L2-аппроксимации

Руководитель – профессор Ю.В. Болотин

В лаборатории управления и навигации для получения оценки аномалии силы тяжести по данным авиагравиметрии используется фильтр Калмана, который эквивалентен задаче L2-аппроксимации. Этот алгоритм оптимален в рамках стохастической гипотезы о поле тяжести и погрешностях, но плохо реагирует на сбои, зачастую интерпретируя их как детали поля. В курсовой работе предлагается попробовать использовать смешанную L2/L1-аппроксимацию данных, где поле описывается L1-гипотезой, а погрешности измерений – L2-гипотезой. Известные свойства L1-аппроксимаций позволяют ожидать, что будет получено «экономное» решение, лишенное различных артефактов, свойственных L2-аппроксимации. Работа предполагает знакомство с литературой, теоретический анализ задачи, проверка результатов на модельных и реальных данных.

Литература:

1. Болотин Ю.В., Голован А.А., Парусников А.А. Уравнения аэрогравиметрии. Некоторые результаты испытаний. Москва. МГУ, 2002. 120 с.

Уравнения и алгоритмы векторной гравиметрии

Руководитель – профессор Ю.В. Болотин

Аэрогравиметрия – прикладная наука об измерении силы тяжести Земли с борта летательного аппарата (самолета). Поле силы тяготения – векторное поле, причем оно подчиняется вне Земли уравнению Лапласа. Стандартным подходом к аэрогравиметрии является измерение вертикальной составляющей поля, которое проще по многим причинам. Между тем набор датчиков аэрогравиметра потенциально позволяет измерять все три компонента поля.

В курсовой планируется выписать уравнения векторной гравиметрии (используя как основу уравнения инерциальной навигации), и провести их качественное исследование.

Литература:

1. Болотин Ю.В., Голован А.А., Парусников А.А. Уравнения аэрогравиметрии. Некоторые результаты испытаний. Москва. МГУ, 2002. 120 с.
2. Голован А.А., Парусников Н.А. Математические основы навигационных систем. Часть I. Математические модели инерциальной навигации. 3-е издание, испр. и. доп. – М.: МАКС Пресс, 2011. -136 с.

Навигация по угловым измерениям или измерениям дальности

Руководитель – профессор Ю.В. Болотин

Навигация по угловым измерениям – один из важнейших способов навигации, начиная с древних приемов навигации по звездам и солнцу. Навигация по дальности --- как подводная навигация по данным доплеровских датчиков, так и спутниковая навигация по разности времен передачи и приема сигнала. Тем не менее, здесь остались нерешенные задачи. В курсовой предлагается рассмотреть задачу определения координат движущейся цели по измерениям, проводимым с борта неподвижного или движущегося наблюдателя. Требуется определить, какие типы траекторий наблюдаемы (то есть могут быть определены), какие нет, в зависимости от характера движения наблюдателя.

Фильтрация данных статического гравиметра

Руководитель – профессор Ю.В. Болотин

Статический гравиметр измеряет силу тяжести в неподвижной точке на поверхности Земли. Его измерительным элементом является высокоточный акселерометр, измеряющий силу реакции основания, действующую на пробную массу прибора. Требуемая точность гравиметра весьма высока – до $10^{-8}g$. Данные прибора возмущаются сейсмическими колебаниями поверхности Земли, достигающими $10^{-3}g$, то есть шум на пять порядков превосходит полезный сигнал. Компенсация шума достигается с помощью специальных фильтров. В курсовой предполагается освоить известные и разработать новые методы фильтрации, и применить их к реальным данным гравиметра

Коррекция БИНС по вертикали при ее движении

Руководитель – доцент В.В. Тихомиров

В некоторых случаях использования БИНС с МЭМС гироскопами низкой точности необходимо поддерживать ориентацию вертикали в течение длительного времени в условиях ограниченного движения носителя системы. Алгоритмы такого типа встречаются в современных гаджетах.

Под ограниченным движением понимается состояния, близкое к неподвижному, с интервалами угловых и поступательных перемещений с относительно большими линейными и угловыми скоростями. Задача заключается в создании алгоритмов коррекции вертикали с выбором критерия, обеспечивающего наименьшие ошибки построения вертикали при заданном уровне возмущений и определении возможности создания самонастраивающихся алгоритмов.

В курсовой работе должны быть описаны алгоритмы решения задачи навигации БИНС: модельные уравнения, уравнения ошибок и задача коррекции БИНС. Для построения алгоритма коррекции вертикали в качестве одного из вариантов может быть использован алгоритм горизонтирования в задачи выставки и проведен анализ точности этого алгоритма при возмущениях, возникающих в результате движения основания, на котором установлена система.

Литература

1. Голован А.А., Парусников Н.А. Математические основы навигационных систем. Изд-во МГУ. 2010.

Случайная составляющая погрешности МЭМС гироскопов

Руководитель – доцент В.В. Тихомиров

В настоящее время при решении многих задач, возникающих при управлении и анализе механического движения объектов, используются грубые датчики угловой скорости, называемые МЭМС гироскопами. Выходной сигнал таких датчиков содержит ошибки разной физической природы. Среди этих ошибок присутствует значительная по величине ошибка, которую можно считать случайной составляющей. Для алгоритмического уменьшения влияния этой ошибки на результат измерения необходимо знать ее особенности. Проводятся различные эксперименты, позволяющие при соответствующей обработке их результатов строить некоторые модели этой составляющей ошибки конкретного датчика. В курсовой работе предполагается проведение экспериментов с реальными МЭМС гироскопами с записью цифровых данных и анализ этих данных для построения математических моделей, описывающих случайные составляющие ошибки датчиков. Для обработки данных надо построить алгоритмы, выделяющие стационарные случайные составляющие ошибки из полученных данных, и провести оценки свойств этих случайных составляющих. К основным свойствам стационарных случайных процессов во временной области относятся корреляционные функции и в частотной - спектральные плотности. В курсовой работе должны быть описаны алгоритмы решения задачи угловой ориентации подвижного объекта при измерении его угловой скорости в проекции на связанные с ним оси, приведены основные сведения о стационарных случайных процессах и проведен анализ влияния этих случайных составляющих на ошибки решения задачи ориентации. На основе предложенных алгоритмов по данным, полученным при экспериментах с реальными МЭМС датчиками должен быть проведен анализ свойств стационарной составляющей их ошибки.

Литература

1. Голован А.А., Парусников Н.А. Математические основы навигационных систем. Изд-во МГУ. 2010.
2. Яглом А.М. Корреляционная теория стационарных случайных функций. Ленинград. Гидрометеоиздат. 1981.