

## Международный военно-технический форум «Армия-2019»

### Круглый стол

#### «Системы технического зрения в задачах управления и навигации летательных аппаратов»

25 июня 2019 г.



Круглый стол «Системы технического зрения в задачах управления и навигации летательных аппаратов» был организован Главным командованием Воздушно-космических сил и ВУНЦ ВВС «Военно-Воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» и проходил в конференц-зале аэродрома «Кубинка».

*Мероприятие было хорошо организовано и проходило в максимально комфортной обстановке, как с точки зрения самого помещения конференц-зала, так и в плане его оснащения современной аудио-визуальной техникой. Параллельно была организована прямая видеоконференцсвязь с конференц-залом ВУНЦ ВВС «ВВА» в г. Воронеже.*

Модератором круглого стола выступил начальник подразделения ФГУП «ГосНИИАС», доктор физико-математических наук, профессор РАН **Ю.В. Визильтер**.

В рамках круглого стола состоялись выступления докладчиков, представивших основные и дополнительные (резервные) доклады. Участники круглого стола имели возможность задавать вопросы и высказывать свое мнение по представленным докладам.

**Постановочный доклад на тему «Системы технического зрения в решении задач вооруженной борьбы в воздушном пространстве» представил начальник научно-исследовательского отдела ВУНЦ ВВС «ВВА», подполковник А.М. Агеев.**

В начале выступления докладчик отметил недостатки современных бортовых систем технического зрения (СТЗ), в числе которых: слабая помехозащищенность, недостаточные точностные характеристики, большие габариты, большое время обработки информации, низкий уровень автоматизации, низкий уровень унификации.

В настоящее время, по мнению докладчика – имеются возможности реализации высокоэффективных решений на основе внедрения технологий технического зрения, включая такие направления, как: видеокамеры высокого разрешения, мультиспектральные датчики, алгоритмы обработки изображений, искусственный интеллект (нейросети глубокого обучения), возрастание вычислительных мощностей, автоматизация, миниатюризация. В докладе были обозначены перспективные задачи и формы применения авиации воздушно-комических сил, а также основные этапы совершенствования технологий.

Докладчик отметил, что системы технического зрения, наряду с искусственным интеллектом, большими данными, автоматизацией, автономной электроэнергетикой, миниатюризацией и сетевыми технологиями, являются одними из ключевых технологических направлений создания робототизированных комплексов. В докладе было представлено место систем технического зрения в структуре комплекса бортового оборудования, а также отмечены особенности использования СТЗ в задачах управления и навигации ЛА, основными из которых являются:

- 1) Задачами СТЗ, помимо обнаружения и распознавания изображений, является определение полного вектора координат и других параметров целей;
- 2) Информация, получаемая в СТЗ, должна быть использована в последующем для передачи во вне, либо для использования на борту с целью выполнения целевой задачи ЛА;
- 3) Информация уходит во вне в виде сформированного пакета кодовой информации о цели;
- 4) Информация используется на борту путем интеграция ее с бортовым ПНК/ПрНК;
- 5) Максимум всех вычислительных и управляющих процессов должно быть реализовано на борту, в перспективе – и функция принятия решения.

С докладом на тему **«Перспективы создания интеллектуальных авиационных систем технического зрения»** выступил начальник подразделения ФГУП «ГосНИИАС» **Ю.В. Визильтер**. Доклад был посвящен разрабатываемой ФГУП «ГосНИИАС» системе автоматического обнаружения и распознавания объектов на базе глубоких нейронных сетей (ГНС), обучение которых осуществляется на основе сверхбольших данных. В начале доклада докладчик отметил, что в предыдущие годы по данному направлению институтом были разработаны:

- система улучшенного синтезированного видения на базе ИМА (2015 г.);
- алгоритмы автоматической семантической сегментации аэроснимков (2015 г.);
- алгоритмы автоматического обнаружения самолетов на аэроснимках (2016 г.);
- алгоритмы автоматического обнаружения объектов на аэроснимках (2017);
- алгоритмы обнаружения и распознавания объектов в реальном времени (2017 г.).

На текущий момент в высокой стадии готовности находятся ГНС на процессорах NM6407 и NM6408:

- создан прототип системы автоматического обнаружения и распознавания целей на основе глубоких сверточных нейронных сетей – система на базе платы MC121.01 производства НТЦ «Модуль» с процессором NM6407 (5 кадров/сек);
- разрабатывается решение для АТР с ГНС на базе NM6408, работающее в 32 раза быстрее (скорость обработки – 60 кадров/сек и выше).

Докладчик отметил, что существующие отечественные решения пока уступают зарубежным аналогам в 5-6 раз при таком же энергопотреблении.

Основной задачей ведущейся в настоящее время ФГУП «ГосНИИАС» ОКР «Платформа-ГНС» является создание унифицированной программной платформы (программного обеспечения) для разработки конечно-ориентированных программных комплексов, входящих в состав изделий перспективных летательных аппаратов и решающих задачу распознавания наземных объектов на основе нейросетевых подходов. Согласно представленной информации, подобных российских программных продуктов в настоящее время не существует – на рынке имеются только зарубежные средства обучения ГНС (системы Caffe, Caffe2, Pytorch, TensorFlow, Theano и др.).

В состав Платформы будут входить:

- серверное ПО формирования и обучения ГНС;

- база данных аннотированных эталонных данных для обучения ГНС;
- аппаратно-ориентированное ПО реализации алгоритмов на основе ГНС;
- АРМ администратора Платформы (АРМ-А),
- АРМы разработчиков, осуществляющих решение конечных задач (АРМ-Р);
- программная и эксплуатационная документация Платформы.

Основным преимуществом разрабатываемого программного обеспечения «Платформа-ГНС» является его унифицированный характер. Другими особенностями данной Платформы являются:

- полностью сертифицированный на НДВ исходный код;
- возможность использования библиотек NVIDIA и т.д.;
- единая экосистема;
- унифицированный формат хранения БД и моделей;
- импорт/экспорт из основных фреймворков и оппх;
- наличие типовых решений для основных задач;
- поддержка отечественных аппаратных платформ;
- поддержка зарубежных аппаратных платформ;
- поддержка отечественных ОС;
- контроль доступа к данным и проектам;
- множество возможностей для командной разработки;
- низкие требования к квалификации ИТР.

Разрабатываемая Платформа должна стать основным типовым средством автоматизированного проектирования (формирования и обучения) алгоритмов и бортового нейросетевого ПО всех будущих систем автоматического распознавания объектов. Потенциальными пользователями Платформы-ГНС должны стать не только разработчики СТЗ, но и их практические пользователи, поскольку алгоритмы на основе ГНС предполагают возможность дообучения непосредственно в процессе эксплуатации. Это уникальное свойство СТЗ нового поколения, с которым и разработчикам, и заказчикам, и эксплуатантам придется осваиваться в ближайшие годы.

Завершение работ по созданию «Платформы-ГНС» планируется в 2020 г., а первая версия данного ПО должна появиться до конца 2019 г. Она будет предложена всем заинтересованным организациям - пользователям для широкого тестирования и отработки, а также для использования в учебном и исследовательском процессе по профилю деятельности.

Доклад заведующего сектором «Механика и управление движением робототехнических систем» Института прикладной математики имени М.В. Келдыша РАН **С.М. Соколова** на тему **«К вопросу технологии создания СТЗ автономных БЛА»** был посвящен разрабатываемой ИПМ унифицированной, модульной программно-аппаратной архитектуре СТЗ реального времени. Согласно представленной информации, каркас программного обеспечения СТЗ рассчитан на использование типовых решения для сокращения временных затрат. Нарастиваемая среда разработки ПО СТЗ реализована на языке программирования C++, основные компоненты – классы и подсистемы. Архитектура каркаса основана на применении 3-х параллельных подсистем:

- подсистема ввода зрительных данных;
- интерфейс пользователя;
- подсистема обработки ввода зрительных данных.

В докладе была представлена программно-аппаратная реализация разработанного комплекса в составе летающей лаборатории на базе легкого самолета, а также результаты проведенных экспериментов, основными из которых являются:

- Система технического зрения с регистрирующим блоком в виде пары видеокамер, направленных вперед и вниз со стереобазой 1,3 метра и малогабаритным вычислительно-управляющим блоком доступной вычислительной мощности в условиях хорошей видимости позволяет получать устойчивую оценку высоты полета, крена и тангажа при полете на высотах от 150 до 0 метров;

- Такое информационное обеспечение может выступать как независимый канал информационной поддержки автоматической автономной посадки БПЛА в условиях хорошей видимости;
- Есть результаты, позволяющие с помощью СТЗ подобного состава решать задачи следования по маршруту без информации от СНС, дозаправки и ряда других.

Затем докладчик остановился на проблемах использования нетрадиционных вычислительных архитектур. По его мнению, переход на любую более совершенную в коммуникационном отношении архитектуру имеет смысл только при значительном вложении сил программиста в явное совершенствование организации вычислительной процедуры, что означает значительное, причем не механическое, а содержательное, усложнение исходного текста. Причем для разных новых архитектур усложнение должно быть различным.

Таким образом, само понятие нетрадиционной архитектуры можно сформулировать другими словами – как отсутствие автоматизма ускорения при переносе приложений. Даже при формальном совпадении языков программирования, механический перенос текста приложения с традиционного процессора на ускоритель вычислений не ускоряет его «хоть как-нибудь», а замедляет, иногда – многократно. Другая архитектура – по определению, другая программа, причем более сложная. Даже если язык программирования формально один и тот же.

Вывод: механическое, «рецептурное» использование новых архитектур без кропотливого вникания в детали, вообще говоря, невозможно.

Для примера в докладе была рассмотрена разработка гибридного, то есть выполняющегося на связке «процессор(ы) + ускоритель(и)» вычислительного приложения. Аспектами, которые придется учитывать, являются:

- свойства алгоритма и/или численного метода в отношении возможности максимальной локализации обработки в минимальных по размеру блоках;
- объем внутренней памяти ускорителя и скорость канала передачи данных между ускорителем и процессором;
- язык программирования ускорителя, степень и характер его своеобразия, трудоемкость.

В докладе были представлены имеющиеся в настоящее время ускорители:

- GPGPU. Векторно-мультитредовые машины с явно многоуровневой внутренней памятью, со своеобразной моделью очень слабой когерентности. Главная особенность – многоуровневость памяти;
- Xeon Phi. SMP-система с очень слабыми процессорными ядрами. Векторная память малого объема сосредоточена в отдельных процессорных ядрах;
- Эльбрус. Типичный представитель класса VLIW. Умеет быть сам себе универсальным процессором. Может оснащаться дополнительными ускорителями;
- Google TPU и Intel Movidius. Специализированные вычислители для сверточных нейросетей;
- Ускорители на базе FPGA. Массивы низкочастотного сырого материала для изготовления произвольных процессоров одной задачи, с запасом мелкоблочной синхронной памяти в несколько мегабайт на кристалл.

Все они подключаются по PCI Express, кроме Эльбруса, который сам себе процессор, и Movidius'a, который подключается по USB. Сопоставим их кратко по упомянутым выше 3-м аспектам. При этом сразу увидим, что все ускорители распадаются на 2 группы, и Эльбрус между ними.

Промежуточный итог о нетрадиционных вычислителях.

- 3 вида ускорителей имеют 3 разных источника ускорения, и 3 качественно разных системы памяти;
- ни о какой единой структуре программы, в которой при замене ускорителя надо было бы «переписывать только небольшие процедуры нижнего уровня», как нас учит программистская наука, и речи идти не может. Все совсем различно;
- но мы еще не рассмотрели Google TPU и Intel Movidius. Правда, TPU применяется только в библиотеке TensorFlow, которая, между прочим, устроена именно «по науке»: замена CPU на

GPGPU или на TPU выливается в необходимость подмены именно что «только небольших процедур нижнего уровня»;

- а еще TensorFlow написана на интерпретируемом языке Python, который по скорости реализации численных алгоритмов уступает «нормальным» компилируемым языкам более чем в 1 000 раз.

Таким образом, предварительные выводы (гипотезы):

- TPU 3-го поколения имеет внутреннюю память гигабайтных объемов с огромной пропускной способностью, и систему команд, о которой мы ничего не знаем. Не в этом ли дело? Нет, не в этом. TPU 1-го поколения не имел такой памяти, и вообще не имел программного управления, то есть выполнял команды, передаваемые из CPU, одну за одной, по мере поступления.
- Все дело в том, что алгоритмы тренировки сверточных нейросетей состоят в значительной степени из небольшого числа стандартных операций, каждая из которых обеспечивает очень высокую плотность вычислений на очень небольшом блоке обрабатываемых данных.
- Именно это позволяет не только выстроить структуру программ «по науке», но и избавиться от необходимости мучить прикладного программиста специфическими моделями программирования.
- Если закодированные раз и навсегда стандартные операции настолько трудоемки, что допускают ускорение даже по отдельности, то способы их комбинирования (то есть архитектура) становятся несущественными. Можно, например, комбинировать последовательно, как в языках традиционного фоннеймановского типа.
- Мечта сбылась: архитектурные подробности теперь действительно скрыты от программиста. Но это стало возможным не благодаря архитектуре, а благодаря алгоритму.

Окончательный итог в части использования гетерогенных вычислительных структур:

- Существует простой критерий для выяснения того, насколько то или иное приложение подходит для реализации на нетрадиционных вычислительных архитектурах.
- Выбор приложения, заведомо подходящего по этому критерию даже для таких «капризных» архитектур, как FPGA, не просто позволяет получить максимальный выигрыш в любой разумной метрике.
- Такой выбор дает нам громадный дополнительный бонус в виде возможности грамотно спрятать архитектурные особенности реализации как можно глубже, и, как следствие, многократно снизить цену перехода на новые архитектуры, из совершенно непомерной сделать ее приемлемой.
- Критерий «подходящего» приложения отнюдь не нов: максимальная плотность вычислений в минимальных по размеру блоках данных, обрабатываемых независимо.

В заключение докладчик привел ближайшие перспективы использования СТЗ в составе СУ БЛА, основными из которых, по его мнению, являются:

- Эксперименты с имеющимся заделом;
- Сертификация бортового ПО;
- Использование гетерогенных вычислителей;
- Рациональные методы обработки данных, включая нейросетевые;
- Миниатюризация и уменьшение энергопотребления всех компонент.

Очень полезным и информативным, на наш взгляд, было выступление Генерального директора АО «КТ-Беспилотные системы» Д.М. Дрягина. Тема доклада – **«Разнородные средства обеспечения посадки БЛА»**. Основным содержанием доклада стали результаты работ Группы «Кронштадт» по обеспечению взлетно-посадочных операций и навигации беспилотных летательных аппаратов тяжелого класса с использованием средств (систем), работающих на различных физических принципах.

В начале докладчик остановился на сравнении основных преимуществ и недостатках различных навигационных систем, основными из которых являются:



- радиотехнические:
  - спутниковая – достоинства: доступность, точность; недостатки: низкая помехоустойчивость;
  - радиолокационная – достоинства: всепогодность, помехоустойчивость; недостатки: доступность только в районе аэродрома;
  - радиокоординатометрия – достоинства: совмещенный широкополосный канал связи и канал измерений, большая дальность; недостатки: двухкоординатные измерения (пеленг и дальность), низкая точность;
- оптические:
  - ЛСОК – достоинства: точность, помехоустойчивость (условно, т.к. измерения нужно передавать на борт по радиоканалу); недостатки: метеозависимость, малая дальность;
  - видеонавигация по ИК маякам – достоинства: помехоустойчивость, автономность; недостатки: малая дальность, точность зависит от геометрии расположения маяков, метеозависимость;
  - видеонавигация по карте – достоинства: автономность; недостатки: низкая точность на малых высотах, метеозависимость;

а также представил структуру средств навигации, реализованных в наземном комплексе (системе) обеспечения посадки БЛА, основными элементами которой являются:

- бортовые датчики:
  - ГНСС;
  - ИНС;
  - радиовысотомеры;
- СИВСП;
- КОИ;
- наземные средства навигации:
  - ЛККС;
  - РСОК;
  - ЛСОК.

Затем были представлены основные разработанные и (или) реализованные АО «КТ-Беспилотные системы» радиотехнические и оптические системы, включая их технические характеристики и результаты летных испытаний:

- Контрольно-корректирующая станция сигналов ГНСС ГЛОНАСС/GPS (разработчик – АО «КТ-Беспилотные системы»);
- Радиолокационная система определения координат (РСОК) (разработчик – ПАО «Радиофизика»);
- Радиокоординатный метод (разработчик – ОКБ «Луч», РТИ);
- Лазерная система определения координат (ЛСОК);
- Система посадки по ИК маякам;
- Бортовая система обработки информации.

Выступление заведующего кафедрой автоматики и информационных технологий в управлении Рязанского государственного радиотехнического университета имени В.Ф. Уткина **П.В. Бабаяна** было посвящено проводимым в институте совместно со своим индустриальным партнером – АО «РИФ» результатам научных исследований, связанных с **разработкой перспективных технологий обработки и анализа изображений для повышения ситуационной осведомленности при пилотировании ЛА.**

Основное направление деятельности научной школы Рязанского государственного радиотехнического университета – проведение НИОКР по созданию алгоритмов и программного

обеспечения для решения задач обнаружения, сопровождения и оценивания параметров объектов в ОЭС реального времени.

Основные результаты научных исследований, связанных с технологиями повышения ситуационной осведомленности при пилотировании ЛА:

- моделирование траектории полета и наблюдаемых изображений;
- обнаружение и распознавания наземных ориентиров;
- обнаружение, распознавание, оценка положения и параметров движения воздушных объектов;
  - координаты;
  - скорость;
  - расстояние;
  - пространственная ориентация;
- обнаружение опасных ситуаций:
  - сближение с препятствиями (зданиями, сооружениями, трубами, вышками и т.п.);
  - сближение с посторонними воздушными объектами;
  - сближение с линиями электропередач.

Базовые алгоритмы, применяемые для обнаружения и сопровождения объектов:

- алгоритмы сопоставления с эталоном с межкадровой фильтрацией;
- алгоритмы на основе статистической сегментации;
- алгоритмы на основе выделения динамических изменений;
- алгоритмы на основе пространственной фильтрации;
- структурные алгоритмы.

В докладе были приведены примеры (структурная схема и результаты) совместного использования нескольких алгоритмов анализа изображений для слежения за объектом, распознавания и оценивания параметров ориентации летательного аппарата в реальном времени, обнаружения линий электропередач.

Также, в выступлении были сформулированы основные проблемные вопросы развития технологий обработки и анализа изображений в ОЭС ЛА, характерные для Российской Федерации, в числе которых были названы:

- разработка отечественных мультиспектральных, гиперспектральных сенсоров;
- разработка отечественных активных сенсоров времяпролетного типа;
- разработка отечественных высокопроизводительных процессоров обработки сигналов;
- отсутствие или ограниченность доступа к стандартизованным базам данных сигнатур типовых объектов;
- разработка стандартизованных баз данных и методик сравнения качества обнаружения, сопровождения и оценивания параметров объектов.

В завершении доклада были представлены наиболее перспективные, по мнению докладчика, направления развития алгоритмического обеспечения оптико-электронных систем летательных аппаратов

- эффективное использование информации, полученной мультиспектральными и гиперспектральными датчиками изображений;
- разработка подходов к комплексному использованию алгоритмов обработки информации;
- эффективное использование информации, полученной с использованием датчиков активного видения;
- распознавание объектов в реальном масштабе времени;
- разработка методов обнаружения опасных ситуаций, связанных со сближением летательного аппарата с препятствиями.

Ведущий научный сотрудник ФГУП «ЦАГИ» **В.И. Желонкин** выступил с докладом **«Использование технологии технического зрения в задачах управления ЛА»**. Докладчик назвал следующие основные задачи систем технического зрения в задачах управления ЛА:

- обеспечение решения пилотажно-навигационных задач, включая:
  - посадку на повышенных углах тангажа без прямой видимости ВПП;
  - посадку вертолета из режима висения в СМУ (без видимости площадки);
  - маневрирование на закритических углах атаки (40-50 град.) без существенной потери скорости (с использованием технологии управляемого вектора скорости);
- контроль работы системы автоматического управления;
- обеспечение работы систем интеллектуальной поддержки летчика (СИПЛ) на особых режимах пилотирования, включая:
  - управление ЛА на больших закритических углах атаки (больше 80 град.);
- режимы работы по земле с телевизионными прицелами с наложением на кадр МФИ не только прицельной, но и пилотажной информации.

В качестве особенностей использования систем технического зрения в задачах управления ЛА были отмечены:

- использование при формировании изображения навигационной информации с земли;
- использование только бортовой навигационной информации.

Главный конструктор ОАО «РПКБ» **Т.В. Сазонова** рассказала о разработанной в РПКБ **многофункциональной системе технического и виртуального зрения (МСТВЗ)**. Данная система предназначена для легких воздушных судов – самолетов, вертолетов, БЛА и позволяет значительно снизить риски управления и посадки летательных аппаратов.

Определенный вклад в разработку данной системы внес проект «Разработка алгоритмов бортовой системы обеспечения безопасности полета для предотвращения столкновений в воздухе и выполнения маловысотного полета с использованием малогабаритной РЛС», поддержанный Технологической платформой и выполненный в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» в 2014-2016 гг.

В состав МСТВЗ входят следующие элементы:

- цветная камера видимого диапазона;
- тепловизионная камера;
- вычислительный модуль;
- комплект монтажных частей;
- функциональное программное обеспечение.

Основные технические характеристики МСТВЗ:

- масса – 2,6 кг;
- габаритные размеры – 493 мм x 163 мм x 80 мм;
- электропитание – постоянный ток 27 В;
- мощность потребления – не более 90 Вт;
- время непрерывной работы – не менее 12 ч.

МСТВЗ предназначена для выполнения следующих функций в реальном масштабе времени:

- наблюдение окружающего пространства с помощью телевизионных (ТВ) и тепловизионных (ТПВ) датчиков;
- визуальное улучшение потоковой видеоинформации, поступающей от ТВ и ТПВ датчиков (функция улучшенного видения);
- комплексирование одновременно поступающих изображений от ТВ и ТПВ датчиков (в том числе с функцией улучшения одного отдельного изображения или двух одновременно);
- синтез виртуального изображения окружающего пространства;



- комбинирование виртуального изображения окружающего пространства с ТВ или ТПВ изображением, или их интегральным изображением;
- обнаружение и распознавание взлетно-посадочной полосы (ВПП) в районе аэродрома;
- выдача корректирующих поправок к навигационным параметрам ЛА на основе корреляционно-экстремальной обработки виртуального и ТВ, ТПВ изображений, содержащих ВПП.

В докладе были продемонстрированы примеры функционирования МСТВЗ, включая:

- наблюдение окружающего пространства с помощью ТВ и ТПВ датчиков;
- визуальное улучшение потоковой видеoinформации, поступающей от ТВ и ТПВ датчиков (функция улучшенного видения)

Данная функция разработана специалистами ГосНИИАС и отличается от аналогов вычислительно-эффективными процедурами построения разномасштабных карт освещенности и нормировки локально-контрастного изображения;

- формирование интегрального изображения от ТВ и ТПВ датчиков;

ТВ и ТПВ изображения предварительно (на этапе технологической отладки) юстируются, т.е. преобразуются к одинаковым размерам в пикселах.

- синтез виртуального изображения окружающего пространства;
- комбинирование виртуального изображения с ТВ, или ТПВ, или интегральным изображением;
- обнаружение и распознавание ВПП в районе аэродрома

Данная функция разработана специалистами ГосНИИАС. Основу алгоритма автоматического обнаружения и распознавания ВПП составляет ортонормальное преобразование Хафа;

- Выдача корректирующих поправок к навигационным параметрам ЛА на основе корреляционно-экстремальной обработки виртуального изображения и изображений от ТВ и ТПВ датчиков

В заключение Т.В. Сазонова отметила основные преимущества разработанной МСТВЗ, к числу которых относятся:

- повышение безопасности полетов (изображение формируется при любых метеоусловиях полета);
- снижение психофизических нагрузок на экипаж (работа с одним комбинированным изображением);
- повышение эксплуатационных характеристик ЛА;
- высокие точностные характеристики автономной навигации (важно в условиях неустойчивой работы СНС);
- малые габариты и удобство размещения на объекте;
- невысокая цена по сравнению с аналогами;
- функционал МСТВЗ содержит уникальные инновационные решения; программный код, выполненный в виде динамических библиотек, может использоваться в других подобных системах, а также в вычислителях беспилотных ЛА, например, для обнаружения ВПП или для уменьшения трафика передачи по широкополосным линиям связи изображений от целевой нагрузки за счет их интеграции;
- МСТВЗ хорошо вписывается в концепцию диверсификации.

Потенциальными потребителями МСТВЗ могут быть:

- авиакомпании региональных авиалиний;
- малая авиация, включая бизнес-авиацию, частные авиаклубы, ЛА нефте-и газодобывающей промышленности, ФСБ и МЧС.

Директор - главный конструктор научно-конструкторского центра видеoinформационных и лазерных технологий АО «РИФ» **Л.Н. Костяшкин** представил доклад **«Видеоинформационные и лазерные технологии в разработках и серийных изделиях для авиационных систем»**.

В числе наиболее интересных с точки зрения технологической направленности деятельности Технологической платформы разработок АО «РИФ» следует отметить многофункциональные системы обработки видеозображений МСОВИ «Охотник», в состав которых входят многоспектральные системы технического зрения (МСТЗ) на базе оптико-электронных систем (ОЭС), лидара и 3 мм-РЛС.

Доклад на тему **«Техническое зрение – как технология реконструкции 3-мерного пространства в задачах автопилотирования»** представил сотрудник Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) **А.Л. Шум**. Доклад носил обзорный характер, но в то же время в нем в достаточно систематизированном виде, на основании опыта ТУСУР в области систем технического зрения для беспилотных автомобилей были представлены ключевые направления развития систем технического зрения, в том числе для применения на летательных аппаратах.

Основные используемые в настоящее время датчики:

- в оптическом диапазоне – видеокамеры (КМОП матрицы);
- в инфракрасном диапазоне – видеокамеры с подсветкой;
- в тепловом диапазоне – тепловизоры;
- в радиодиапазоне – лидары, радары;
- гибридные и специальные инженерные устройства:
  - стробоскопическое зрение;
  - узкоспектральные датчики с подсветкой в одном диапазоне.

Решаемые задачи и проблемы:

- проблемы – каждый из приборов решает часть задачи, дает часть информации об окружающем мире;
- пример – видеокамера (видимый диапазон):
  - при съемке 30-50 кадров в секунду в разрешении FullHD – всего 20 мс на кадр;
  - на скорости 60 км/ч (16-17 м/с), значит обработать можно 3-5 кадров в секунду;
  - т.е. 40 км/ч – это максимальная скорость, на которой можно успевать принимать решения;
- стереоскопическое зрение – пример решения для оценки расстояния до поверхности объекта;
- стробоскопическое зрение – специальная матрица, которая снимает слоями отражение света при распространении в тумане;
- инфракрасная подсветка для камер – видимый диапазон в темноте;
- тепловизоры – скорость и температура;
  - лидары – до 260 м, важна радио-отражаемость объектов; отражаемость 20% – уже только 100 метров;
  - датчики активные – значит легко будут выходить из строя при нескольких транспортах в одном пространстве;
- погодные условия, радиозашумление.

Применения для пилотирования на земле:

- решающее значение – скорость, ближние объекты, ограничения при такой ситуации;
- лидары – для мгновенного реагирования;
- построение информации для предсказания маневра;
- на земле – нужна информация о срезе пространства, окружающего машину, о состоянии покрытия дороги, разметке. Информация о дороге – серьезный ориентир в решениях по маневрированию.

Пилотирование в пространстве:

- в воздухе задача усложняется тем, что пространство – сферическое, требуется возрастание вычислимой мощности;

- кроме этого, задача распадается на две – реагирование на ближние объекты (столкновение и урон);
- и на построение дальнего окружения для предсказания маневров;
- изменение конструктива датчиков – так же как и корпуса в целом.

Выводы и перспективы развития:

- наш центр занимается работой с оптическими камерами, мониторингом ситуации со смежными направлениями, развитием датчиков потоковых данных;
- мы видим результатом нашей деятельности несколько модулей:
  - гиперспектральная камера для сбора информационных потоков со всех датчиков 360x360;
  - вычислительный модуль для построения 3D-модели пространства по данным с нескольких датчиков, каждый из которых может уточнять эту модель;
  - модуль ИИ для извлечения и подготовки отсортированной по актуальности информации для модуля управления и принятия решений.

Директор Центра разработки ПО АО «КТ-Беспилотные системы» **А.М. Федюлин** представил доклад на тему **«Решение задачи навигации беспилотного летательного аппарата с использованием методов видеонавигации»**, посвященный результатам разработок и экспериментов, выполненных ГК «Кронштадт».

Постановка задачи – определить по снятому в надир кадру соответствующую ему область на топографической карте. Преимущества такой постановки:

- низкие требования к объему бортовой энергонезависимой памяти;
- достаточно редкое обновление карт, не требующее сложной предобработки;
- устойчивость к спектру сенсора (видео, ИК, БРЛС), времени суток и года.

Основная идея – первичная декомпозиция на компоненты (слои) и далее покомпонентный корреляционный анализ. Используемый математический аппарат – распараллеливаемые векторные и матричные вычисления.

В качестве результатов эксперимента были представлены:

- допущения:
  - 1) ориентация кадра на север;
  - 2) фиксированная высота;
  - 3) размер зоны 50x50 км<sup>2</sup>;
  - 4) персональная ЭВМ;
  - 5) 1 класс для сегментации (дороги);
- сличение:
  - 1) вероятность правильного определения координат – 95%;
  - 2) время расчета – 3-5 сек.

В качестве направлений дальнейших исследований докладчик назвал:

- 1) определение курса;
- 2) работа с различных высот;
- 3) наличие крена и тангажа;
- 4) расширение перечня сегментируемых классов;
- 5) перенос ФПО на бортовой вычислитель.

*Благодаря информационному взаимодействию с организаторами, Ассоциация «ТП «АМиАТ» получила доступ к презентациям докладов, представленных на мероприятии. В случае заинтересованности, по согласованию с авторами, возможно ознакомление с данными материалами.*



Контактные лица для решения организационных и оперативных вопросов – Ким Алексей Анатольевич, Попов Алексей Викторович (тел. +7 (495) 980-04-25, e-mail: [info@aviatp.ru](mailto:info@aviatp.ru)).

