

Камеры и фреймграбберы Basler в системах автономного вождения

Пассажиры беспилотных автомобилей, оборудованных системой автономного вождения самого высокого 5-го уровня автономности, выступают простыми наблюдателями и обходятся совершенно без водителя. Это технологическое достижение уже стало реальностью и успешно воплощено в жизнь студентами GreenTeam Stuttgart – на специальных тренировочных и соревновательных трассах без риска несчастных случаев.

Заказчик

- GreenTeam Uni Stuttgart e.V.
- Местоположение: Штутгарт (Германия)
- Отрасль: автомобилестроение
- Год реализации: 2018/2019

Клуб GreenTeam Uni Stuttgart e.V. был основан в 2009 году. В нем состоит более 60 студентов различных факультетов, которые воплощают в жизнь выдающиеся технологические достижения. Их цель состоит в том, чтобы занимать первые места в инженерных соревнованиях «Формула Студент» во всех семи дисциплинах. На протяжении некоторого времени команда удерживала мировой рекорд Гиннеса за самый быстрый разгон пилотируемого электромобиля – с 0 до 100 км/ч за 1,779 секунды. Чтобы оставаться в числе лучших, студенты тестируют свои автомобили на гоночной трассе в течение дня и обслуживают их до поздней ночи.



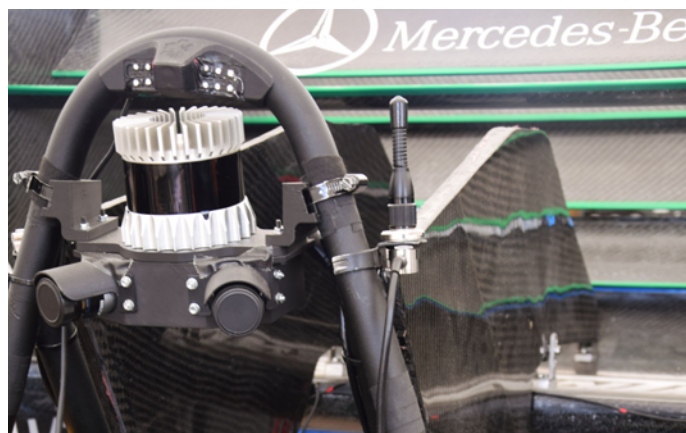
Беспилотный электрический гоночный болид

Область применения

Студенты GreenTeam Stuttgart начиная с 2009 года каждый год проектируют новые гоночные автомобили, которые уже подтвердили свои характеристики в международных инженерных соревнованиях – гонках «Формула Студент». Первоначально автомобили оснащались двигателями внутреннего сгорания, однако в

настоящее время основное внимание уделяется электрическим гоночным автомобилям – как пилотируемым, так и беспилотным. Команда GreenTeam уже на протяжении многих лет чрезвычайно успешна и с 2010 года не покидает десятку лидеров мирового рейтинга электрических гоночных автомобилей.

Ребята месяцами круглосуточно трудятся над своими гоночными автомобилями (которые также называются болидами), чтобы занимать первые места в гонках по четырем динамическим дисциплинам. Общая концепция сводится к следующему: масса и скорость, КПД двигателя, аэродинамика, охлаждение аккумуляторной батареи, но прежде всего – аппаратное и программное обеспечение, которое в том числе отвечает за обработку изображений.



Установленный на автомобиль лидар вместе с матричными камерами

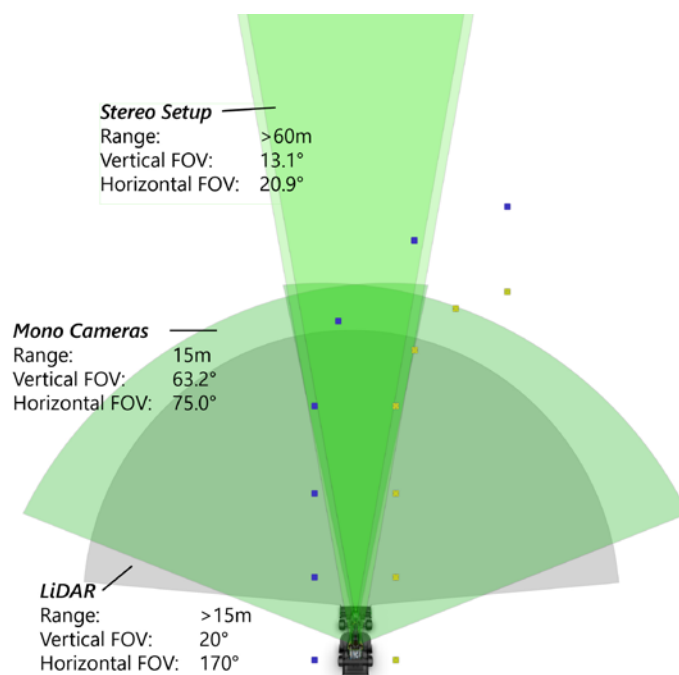
Основные задачи системы обработки изображений, которой оснащаются автомобили, заключается в быстром и надежном распознавании с близкого расстояния конусов различных цветов, отмечающих границы трассы, старт и финиш, а также в определении расстояния до конусов, присвоении им цветов и воссоздании всей трассы в виде карты с 2D-координатами. «На гонках все гоночные автомобили проезжают одну и ту же трассу по очереди. Сначала неизвестная трасса проходится с помощью системы машинного зрения, чтобы создать карту. Полученные данные используются на следующем этапе для анализа поворотов в целях расчета оптимальной траектории движения автомобиля на максимально возможной скорости», – поясняет Кристиан Витте, руководитель проекта GreenTeam в сезоне 2018/2019. Решающим фактором при выборе системы стала поддержка работы в режиме реального времени, начиная с полу-

чения изображения и до вывода результата, поэтому предпочтение было отдано технологии фреймграббера (платы захвата изображения) с FPGA, при этом разрешение камеры не играло такой важной роли.

Решение и его преимущества

Система обработки изображений в гоночном автомобиле включает в себя сенсорную матрицу, состоящую из лидара, подключенного к графическому процессору, и двух цветных матричных камер Basler ace acA1300-75gc, которые передают изображение с частотой 88 кадров в секунду на разрешении 1,3 Мп по интерфейсу GigE Vision на фреймграббер microEnable IV VQ4-GPoE. Для обработки цифровых управляющих сигналов фреймграббер оснащен специальной расширительной платой Opto-Trigger 5. Функциональные возможности системы обработки изображений определяются в графической среде разработки VisualApplets, с помощью которой команда запрограммировала FPGA на решение соответствующих задач.

Датчик лидара определяет наличие конусов по границам трассы, а также на старте и финише с расстояния не менее 10 метров. Принцип заключается в измерении расстояния с помощью вращающегося лазера и последующем выводе плотного множества точек, где определяются конусы без информации о цвете. Точки, расположенные близко друг к другу, представляют собой один конус в виде кластера точек. Параллельно с этим две камеры с помощью фреймграббера определяют цвета и назначают их конусам в плотном множестве точек. Фреймграббер, установленный в ПК автомобиля, выделяет контур конуса с помощью операторов анализа больших двоичных объектов и классифицирует его цветовую информацию в цветовом пространстве HSV (цвет – насыщенность – яркость).



Сенсорная матрица с различными апертурными углами

Сенсорная матрица и глубокое обучение

Полученный результат затем анализируется с помощью алгоритма глубокого обучения. Используемая для этой цели сверточная нейронная сеть (СНС) классифицирует конусы на маленькие желтые, синие или оранжевые и большие оранжевые. Студенты адаптировали базовую сеть Yolo-v3 (tiny) соответствии со своими потребностями на основе ранее размеченных ими обучающих изображений. «Учитывая, что для работы нейронной сети необходима огромная вычислительная мощность, в дополнение к существующим графическим процессорам был установлен фреймграббер. Нейронные сети при этом работали на ресурсах графического процессора. Это гарантирует более быструю классификацию в режиме реального времени», – отмечает Витте.

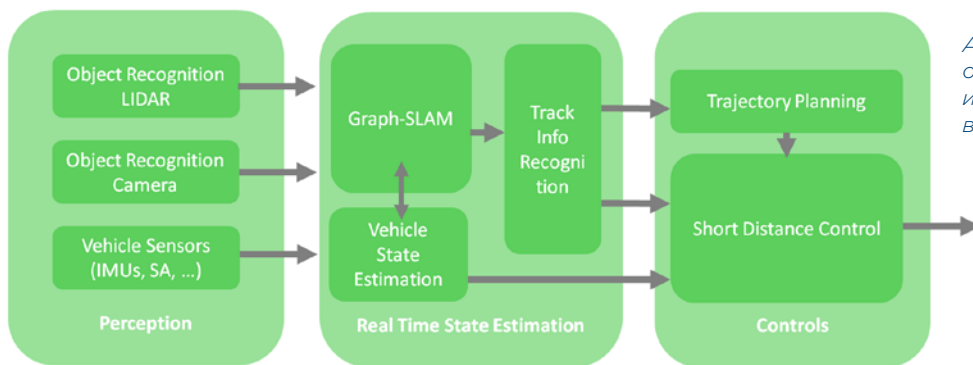
Две камеры делают снимки с горизонтальным апертурным углом 75 градусов, которые комбинируются с изображениями, полученными лидаром, образуя апертурный угол 150/160 градусов. Подключенная к фреймграбберу триггерная плата управляет срабатыванием двух камер, синхронизируя их. Метка времени в операционной системе ROS обеспечивает синхронизацию с лидаром.

ROS содержит все разграничиваемые компоненты программного обеспечения, выполняющие единственную функцию, – алгоритм SLAM (одновременная локализация и картирование) для одновременного расчета карты и позиционирования на ней автомобиля. Нейронная сеть также развернута в ROS, где осуществляется обработка информации, поступающей от фреймграббера, и ее анализ средствами СНС.

Предварительная обработка изображений с помощью VisualApplets

Центральным компонентом программного обеспечения гоночных автомобилей является графическая среда разработки VisualApplets, предназначенная для простого и быстрого графического программирования FPGA-процессоров в пользовательском интерфейсе. Процесс начинается с предварительной обработки изображения, которая предназначена для повышения качества изображения путем корректировки баланса белого, преобразования цветов с помощью дебайеризации и преобразования цветового пространства из RGB в HSV. Последующее применение операторов анализа больших двоичных объектов имеет целью объединение пикселей похожих цветов одним контуром. Предварительная обработка, а также задачи обработки изображений запрограммированы в апплете (скомпилированное приложение, которая выполняется на FPGA) на фреймграббере. Однодневного тренинга было достаточно для GreenTeam, чтобы настроить апплет.

Basler предлагает полный комплект, который включает в себя камеры, фреймграббер и среду VisualApplets, а также консультационные услуги, что и стало главной причиной, по которой команда GreenTeam выбрала этого поставщика. «Полная совместимость камер с другими компонентами системы, надежное получение изображений без потери данных, встроенные



Архитектура программного обеспечения системы обработки изображений для автономного вождения

функции предварительной обработки изображения и обработка данных в режиме реального времени для быстрой и точной идентификации конусов – вот решающие факторы, которые обусловили выбор этого высококачественного решения для обработки изображений. Кроме того, следует добавить специализацию в области глубокого обучения и VisualApplets, благодаря чему мы получили преимущество за счет экспертных знаний сотрудников технической поддержки», – подчеркивает Витте.

В целом, проектной группе удалось без особых усилий настроить систему обработки изображений, которая также справляется со своими задачами при любом освещении в любых погодных условиях без специального дополнительного источника света. Благодаря этому автомобиль всегда остается на трассе – даже в сильный дождь или палящую жару. Если что-то пойдет не так, остается последнее средство: дистанционное экстренное торможение, с помощью которого можно резко тормозить автомобиль.

Используемые технологии

- Камера: Basler acA1300-75gc
- Фреймграббер: microEnable IV VQ4-GPoE
- Дополнительные компоненты: Opto-Trigger 5 (обработка сигналов)

microEnable IV VQ4-GE

Устройство обработки изображений с интерфейсом PCIe, которое поддерживает работу четырех камер GigE Vision на полной пропускной способности.

- Низкая загрузка процессора даже в режиме работы нескольких устройств
- Стабильная поддержка нескольких камер по промышленным стандартам

- Простое в использовании программное обеспечение для настройки
- Профессиональная поддержка Machine Vision SDK
- DMA900 / пропускная способность PCIe до 900 МБ/с (PCIe x4)
- Профессиональное решение GigE Vision
- Широкая поддержка сторонних программных интерфейсов
- Универсальное применение и промышленный класс
- Процессор машинного зрения с простыми возможностями программирования функций для работы в реальном времени
- Длина кабеля до 100 м

Дополнительная информация

<https://www.GreenTeam-stuttgart.de>

Basler ace

<https://www.baslerweb.com/ru/produkty/kamery/matrichnye-kamery/ace/>

Фреймграббер Basler frame

<https://www.baslerweb.com/ru/produkty/assortiment-frejmgrabberov/frejmgrabbery/>

Фотоматериал [Источник: GreenTeam Uni Stuttgart e.V.]



Basler acA1300-75gc

Дополнительную информацию о политике конфиденциальности и об исключении ответственности можно получить по ссылке www.baslerweb.com/disclaimer-ru ©Basler AG, No. 1, 06/2020

Basler AG
Головной офис в Германии
Тел. +49 4102 463 500
Факс +49 4102 463 599
sales.europe@baslerweb.com
www.baslerweb.com

Basler, Inc.
США
Тел. +1 610 280 0171
Факс +1 610 280 7608
sales.usa@baslerweb.com

Basler Asia Pte Ltd.
Сингапур
Тел. +65 6367 1355
Факс +65 6367 1255
sales.asia@baslerweb.com

BASLER
the power of sight