

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
прикладной математики и
информатики
А.М. Райгородский**

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Распознавание трехмерных сцен
по направлению:	Информатика и вычислительная техника
профиль подготовки:	Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра когнитивных технологий
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 7 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составили:

В.В. Постников, канд. техн. наук

В.Е. Прун

Программа обсуждена на заседании кафедры когнитивных технологий 21.05.2020

Аннотация

Курс посвящен геометрическим аспектам компьютерного зрения, а именно таким задачам как восстановление 3х-мерных координат объектов сцены, а также восстановление траектории собственного движения по наблюдениям с сенсоров. Курс знакомит слушателей с необходимой математической базой для решения таких задач, а также затрагивает несколько конкретных примеров.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Изучение на реальных примерах основных понятий и методов распознавания 3х-мерной сцены на основе данных с разных датчиков мультисенсорных систем.

Задачи дисциплины

Выработать у студентов понимание важности постоянного внимания к эффективности алгоритмов, используемых при программировании и познакомить их с методами, которые могут использоваться для достижения эффективности. овладение студентами методами оценки эффективности, овладение типовыми алгоритмами, используемыми в задачах обработки информации, выработка умения применять типовые структуры данных и вырабатывать на их основе структуры, адекватные решаемым задачам.

Подготовка к участию в научных семинарах, научно-технических конференциях и симпозиумах, составлению научных обзоров, рефератов и библиографии по тематике исследований.

Подготовка к оказанию консалтинговых услуг по данной тематике.

Подготовка к участию в международных проектах по тематике дисциплины.

Подготовка к участию в разработке корпоративной политики и мероприятиях в области повышения социальной ответственности бизнеса перед обществом, включая разработку и реализацию решений, направленных на поддержку социально-значимых проектов.

Совершенствование и расширение общенаучной базы. Повышение уровня общекультурного и нравственного совершенствования своей личности.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценить качество разработанной модели

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

Фундаментальные концепции и профессиональные результаты, системные методологии в профессиональной области; современное состояние и принципиальные возможности языков и систем программирования. Основные методы быстрой сортировки, методы организации динамически изменяемых справочных систем, методы решения оптимизационных задач на графах.

уметь:

Использовать новые знания и применять их в профессиональной деятельности; использовать современные теории, методы, системы и средства прикладной математики и информационных технологий для решения научно-исследовательских и прикладных задач.

владеть:

Основами методологии научного познания и системного подхода при изучении различных уровней организации материи, информации, пространства и времени.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Введение.	2	2		2
2	Модель центральной проекции камеры.	4	4		4
3	Проективные проекции изображения с камеры.	4	4		4
4	Восстановление формы по движению.	6	4		4
5	Мультисенсорные системы восприятия.	6	4		6
6	Задача локализации по распознанным маркерам.	4	8		6
7	Задача одновременной локализации и картирования.	4	4		4
Итого часов		30	30		30
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 7 (Осенний)

1. Введение.

Обзор курса, обзор типичной архитектуры автономно движущихся ТС, обзор областей приложения знаний курса.

2. Модель центральной проекции камеры.

Модель камеры-обскуры, параметры проекции. Радиальная дисторсия. Модель проекции во внешней системе координат. Проблема потери глубины. Репроекция точки на заданной высоте.

Практикум на c++\python

3. Проективные проекции изображения с камеры.

Проективное преобразование изображения и его свойства. Пространственные преобразования изображения общего вида. Преобразование вида сверху (Birds' eye view). Выпрямляющая ректификация.

Практикум на c++\python

4. Восстановление формы по движению.

Видеопоток. Оптический поток. Преобразования оптического потока. Робастные алгоритмы вычисления. Определение плоскости земли, Определение собственного движения, Построение карты глубин (Proximity map)

Определение точки расхождения (FOE)

5. Мультисенсорные системы восприятия.

Связь данных с разных сенсоров, особенности программной архитектуры (на примере ROS). Датасет KITTI как канонический пример мультисенсорного датасета.

Внутренние и внешние параметры калибровки. Совместная калибровка устройств: стереопара, камера-лидар. Построение стереокарты глубин, сравнение с данными лидара. Radar Fusion

6. Задача локализации по распознанным маркерам.

Картографическая проекция меркатора. Методы глобального позиционирования.

7. Задача одновременной локализации и картирования.

Проекция данных из карты в кадр камеры. Принцип построения высокоточных карт. Подходы к задаче локализации на известной карте.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная медиапроектором и экраном.

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Аналитическая геометрия [Текст] : учебник для ун-тов / П. С. Моденов .— М. : Изд-во МГУ, 1969 .— 704 с.

Дополнительная литература

1. Геометрические преобразования [Текст]/П. С. Моденов, А. С. Пархоменко, -М., Изд-во Московского ун-та, 1961

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Документация модуля calib3d библиотеки OpenCV,
https://docs.opencv.org/2.4/modules/calib3d/doc/camera_calibration_and_3d_reconstruction.html
(accessed 2019.06.19)

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

На занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Методические рекомендации позволяют студенту оптимальным образом организовать процесс обучения. В структуре учебного плана значительное время отводится на самостоятельное изучение данной дисциплины. В рабочей программе приведено примерное распределение часов аудиторной и внеаудиторной нагрузки по различным темам данной дисциплины.

Для успешного освоения данной дисциплины студенту необходимо:

- посещать лекции и семинары;
- выполнять задания, задаваемые преподавателем на лекциях и семинарах;
- написать промежуточную контрольную работу по дисциплине;
- написать итоговую контрольную работу по дисциплине;
- сдать дифференцированный зачет по дисциплине.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению: Информатика и вычислительная техника

профиль подготовки: Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики
кафедра когнитивных технологий

курс: 4

квалификация: бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 7 (осенний) - Дифференцированный зачет

Разработчики:

В.В. Постников, канд. техн. наук

В.Е. Прун

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценить качество разработанной модели

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Распознавание трехмерных сцен» обучающийся должен:

знать:

Фундаментальные концепции и профессиональные результаты, системные методологии в профессиональной области; современное состояние и принципиальные возможности языков и систем программирования. Основные методы быстрой сортировки, методы организации динамически изменяемых справочных систем, методы решения оптимизационных задач на графах.

уметь:

Использовать новые знания и применять их в профессиональной деятельности; использовать современные теории, методы, системы и средства прикладной математики и информационных технологий для решения научно-исследовательских и прикладных задач.

владеть:

Основами методологии научного познания и системного подхода при изучении различных уровней организации материи, информации, пространства и времени.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

1. Геометрические преобразования: аффинные, движения. Запись в виде линейного. Общий вид матрицы поворота (3D), формула Родригеса.
2. Однородные координаты. Проективная плоскость. Собственные и несобственные точки.
3. Проективная 2D геометрия. Уравнение прямой. Уравнение прямой, проходящей через две заданные точки.
4. Проективная 3D геометрия. Уравнение плоскости. Уравнение плоскости, проходящей через три заданные точки.
5. Центральная проекция - вывод из геометрической оптики. Матрица центральной проекции.
6. Матрица центральной проекции. Типичное направление осей в С.К. камеры. Вид матрицы камеры в произвольно расположенной С.К.
7. Модель центральной проекции. Радиальная дисторсия. Процесс калибровки.
8. Восстановления точки, лежащей на нулевой высоте, по ее изображению на камере.
9. Вычисление линии горизонта на изображении по заданной матрице камеры.
10. Восстановление точки, лежащей на заданной плоскости, по ее изображению на камере.
11. Проективное преобразование. Вычисление проективного преобразования, связывающего изображение плоскости с двух разных камер.
12. Проективное преобразование. Выпрямление произвольного прямоугольника.
13. Стереозрение. Недостаточность одной камеры для восстановления сцены. Принцип вычисления глубины по диспаратности. Понятие о ректификации.
14. Стереозрение. Эпиполярная геометрия. Вывод фундаментального соотношения через

проективную плоскость.

15. Стереозрение. Фундаментальная матрица. Essential matrix. Определение через МНК. Алгоритм

8 точек.

16. Стереозрение. Калибровка стереопары. Алгоритм 8 точек. Связь с задачей определения собственного движения.

практические работы: <https://github.com/vicproon/camgeom>

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Представление визуального и аудио сигнала.
2. Принципы цветного зрения. Системы цветовых координат RGB, CMY, CMYK, HSI.
3. Выделение компонент связности и контуров.
4. Анализ изображений текстовых документов.
5. Обучаемые классификаторы образов.
6. Алгоритм обучения методом обратного распространения ошибки. RBF сети. Лингвистические ограничения. Словари. N-граммы.

Билет 1:

1. Выделение компонент связности и контуров.;
2. Обучаемые классификаторы образов.

Билет 2:

1. Анализ изображений текстовых документов;
2. Представление визуального и аудио сигнала.

Критерии оценивания

отлично (10) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

отлично (9) - выставляется студенту, показавшему свободное оперирование знаниями учебной программы дисциплины, выполнение заданий творческого характера.

отлично (8) - выставляется студенту, показавшему владение программным учебным материалом с наличием несущественных ошибок в действиях, самостоятельно исправляемых учащимся.

хорошо (7) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускается в ответе или в решении задач некоторые неточности.

хорошо (6) - выставляется студенту если он осознает воспроизведение программного учебного материала, в том числе и различной степени сложности, с несущественными ошибками, затруднения в применении отдельных навыков.

хорошо (5) - выставляется студенту если теоретическое содержание освоено не полностью, некоторые практические навыки сформированы недостаточно, в некоторых случаях были допущены ошибки.

удовлетворительно (4) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

удовлетворительно (3) - выставляется студенту в случае большого количества недочетов и неправильных ответов, а также пассивной работе в ходе занятий, многие учебные задания не выполнены.

неудовлетворительно (2) - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

неудовлетворительно (1) - выставляется студенту, который не освоил теоретическое и практическое содержание курса, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Во время проведения дифференцированного зачета по дисциплине "Распознавание трехмерных сцен" обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины. Дифференцированный зачет проходит путем специального опроса, проводимого в устной форме.