

Семестровый курс «Искусственный интеллект в космических системах» (3-й семестр магистратуры)

Курс составил: Ширококов Максим Геннадьевич, к.ф.-м.н., с.н.с. ИПМ им. М.В. Келдыша РАН

Лекции читает: Ширококов Максим Геннадьевич, к.ф.-м.н., с.н.с. ИПМ им. М.В. Келдыша РАН

Отчётность: экзамен

Контакты: shirobokov@phystech.edu, +7 (499) 220-79-77

Разделы курса

1. Понятие искусственного интеллекта

Понятие искусственного интеллекта и ключевые исторические события, связанные с его разработкой. Экспертные системы. Фреймы, семантические сети. Процедурные/продукционные модели. Вывод на знаниях. Языки программирования Lisp и Prolog.

2. Базовые аспекты машинного обучения

Задачи, которые помогает решать машинное обучение. Классификация видов машинного обучения: обучение с учителем, без учителя и с подкреплением, активный и пассивный обучаемый, активное и пассивное окружение, пакетное и онлайн-обучение. Переобучение, недообучение. Регуляризация. Кривые обучения.

3. Методы обучения с учителем и без учителя

Линейная регрессия. Логистическая регрессия, метод опорных векторов, ядерные методы. Метод k-средних. Иерархические методы кластеризации.

4. Искусственные нейронные сети

Нейронные сети прямого распространения, многослойные сети персептронов, сети радиально-базисных функций, машины с экстремальным обучением, рекуррентные нейронные сети (сеть Элмана, сеть Джордана, модель долгой краткосрочной памяти, управляемый рекуррентный блок), сверточные сети. Универсальные теоремы аппроксимации.

5. Классические методы обучения нейронных сетей

Методы стохастического градиентного спуска (SGD), стохастического градиентного спуска с импульсом (SGDM), скользящего среднего (RMSprop), адаптивной оценки моментов (ADAM). Аспекты машинного обучения: переобучение, недообучение, регуляризация, кривые обучения.

6. Язык программирования Python

Особенности языка, распространенные библиотеки численных методов и машинного обучения. Облачные сервисы.

7. Понятия машинного обучения с подкреплением

Среда, агент, состояние, действие, вознаграждение, функция перехода, функция вознаграждения, марковский процесс принятия решений, стационарный процесс, стратегия, оптимальная стратегия. Теорема о существовании оптимальной стратегии. Функция ценности состояния, функция ценности действия. Уравнение Беллмана (с выводом), уравнение оптимальности Беллмана.

8. Классические методы обучения с подкреплением

Итерация по ценностям (value iteration), метод Монте-Карло оценивания стратегии, метод Монте-Карло с изучающими стартами, градиентный метод Монте-Карло, неградиентный метод Монте-Карло без функций ценности, метод временных различий (TD-learning), метод Q-обучения (Q-learning). Роль методов эволюционного программирования для решения задач астродинамики методами машинного обучения.

9. Современные градиентные методы обучения с подкреплением

Теорема о градиенте целевой функции (Policy gradient theorem). Градиентные методы обучения с подкреплением: REINFORCE и REINFORCE с функцией ценности, Advantage Actor-Critic (A2C), Proximal policy optimization (PPO).

В конце семестра слушателям будут предложены на выбор научные работы, решающие астродинамические задачи методами машинного обучения. Оценка за курс будет выставляться по результатам выступления с докладом о выбранной работе. В докладе должны быть отражены:

- 1) Мотивация работы, проблематика
- 2) Цель работы и постановка задачи
- 3) Используемые средства машинного обучения
- 4) Достигнутые результаты и выводы

Литература по курсу

- 1) Конспект лекций и материалы, подготовленные автором курса и расположенные по адресу <https://www.notion.so/shmaxg/731e78431f7b4ea28a3cb18b72159ebd>
- 2) Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. Учебник. — СПб.: Питер, 2000.
- 3) Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение / пер. с англ. А. А. Слинкина. — 2-е изд., испр. — М.: ДМК Пресс, 2018. — 652 с.
- 4) Шалев-Шварц Ш., Бен-Давид Ш. Идеи машинного обучения: от теории к алгоритмам / пер. с англ. А. А. Слинкина. — М.: ДМК Пресс, 2019. — 436 с.
- 5) Вьюгин В.В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования. Электронное издание. — М.: МЦНМО, 2014. — 304 с.