

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич
Должность: Директор
Дата подписания: 04.09.2023 11:54:25
Уникальный программный ключ:
b683afe664d7e9f64175886cf9626a196149ad36

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Факультет Математики и информационных технологий
Кафедра Математического моделирования

Аннотация рабочей программы дисциплины (модуля)

дисциплина ***Б1.В.03 Глубокое машинное обучение***

часть, формируемая участниками образовательных отношений

Направление

01.03.02 ***Прикладная математика и информатика***
код наименование направления

Программа

Искусственный интеллект и анализ данных

Форма обучения

Очная

Для поступивших на обучение в
2023 г.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-4. Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач	ПК-4.1. Знания	Обучающийся должен: проводить анализ требований и определять необходимые классы задач машинного обучения
	ПК-4.2. Умения	Обучающийся должен: определять метрики оценки результатов моделирования и критерии качества построенных моделей
	ПК-4.3. Навыки	Обучающийся должен: принимать участие в оценке, выборе и при необходимости разработке методов машинного обучения
ПК-5. Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения	ПК-5.1. Знания	Обучающийся должен: Осуществляет оценку и выбор инструментальных средств для решения поставленной задачи
	ПК-5.2. Умения	Обучающийся должен: Разрабатывает модели машинного обучения для решения задач
	ПК-5.3. Навыки	Обучающийся должен: Создает, поддерживает и использует системы искусственного интеллекта, включающие разработанные модели и методы, с применением выбранных инструментов машинного обучения
ПК-6. Способен создавать и поддерживать системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов	ПК-6.1. Знания	Обучающийся должен: Осуществляет оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи
	ПК-6.2. Умения	Обучающийся должен: Разрабатывает системы искусственного интеллекта на основе моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств
	ПК-6.3. Навыки	Обучающийся должен: Создает, поддерживает и использует системы искусственного интеллекта, включающие разработанные модели и методы, с

		применением выбранных инструментов машинного обучения
--	--	---

2. Цели и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Цели изучения дисциплины:

Предлагаемый курс посвящён методам “глубокого обучения” - нового поколения нейросетевых методов машинного обучения, вызвавших бурный всплеск развития в ряде прикладных областей. В первую очередь курс направлен на формирования у студентов навыков решения прикладных задач при помощи глубоких нейронных сетей. За последние несколько лет, методы глубокого обучения прочно закрепились в таких прикладных областях, как:

- Компьютерное зрение: распознавание визуальных образов, сегментация, восстановление цвета по ч/б картинкам, описание картинки тэгами и многое другое
- Обработка текстов: анализ тональности, вопросно-ответные системы, синтез текста, машинный перевод, семантический анализ и ряд других задач
- Обработка речи: распознавание, синтез, классификация акцентов, тональностей и пр.,
- Робототехника и игрушки: оптимизация стратегии поведения.

Вопросы служат скорее для самопроверки. Формальный контроль знаний будет ориентирован на навыки применения нейронных сетей, а не на теоретические вопросы.

Тема 1.

1. Из чего должна состоять простая нейронная сеть?
2. Как обучение представлений связано с глубокими нейросетями?
3. Как обучать нейронную сеть? Какие адаптивные методы оптимизации вы знаете?
4. Чем expit отличается от tanh ? Что такое ReLU и LeakyReLU? Зачем нужен SoftMax?

Тема 2.

1. Вам нужно во что бы то ни стало найти все фотографии котиков в интернете. Ваши действия? 2. Кто такие свёрточные нейронные сети зачем они нужны?
3. На вход подаётся картинка $3 \times 100 \times 100$. К нему применяются подряд 3 свёртки 3×3 с 64 фильтрами, $\text{max-pooling } 3 \times 3$, еще 3 свёртки 3×3 с 128 нейронами. Какой будет размер у последнего слоя? Какой слой труднее всего вычислять? Padding не используется, stride тоже.
4. Вы должны определить пол, возраст, религиозные убеждения и ожидаемую продолжительность жизни человека по истории комментариев в YouTube. Как же быть? (Считайте, что у вас есть толпа ассессоров и свой маленький youtube)

Тема 3.

6. У вас завалилась коллекция старых немецких фильмов известного содержания. Всё бы хорошо, но они бесцветные (сепия), а фильмы хочется наблюдать в цвете. Ваши действия?
7. Вы сняли с полки школьный фотоальбом с фотографиями одноклассников. Где они? Кто они? Что они делают? Можно ли научиться находить их на фотографиях в новостях, VK, fb и так далее? Как бы вы это сделали?
8. Есть чёрно-белая картинка 32×32 подаётся на вход однослойному автоэнкодеру со скрытым состоянием в 900 нейронов. Автоэнкодер обучается по среднеквадратичной ошибке между картинкой на входе и её же — на выходе. Что произойдёт? Что выучит автоэнкодер?
9. У вас есть большой и толстый файлообменник с тэгированными картинками. Хочется находить в нём картинки похожие на референсную картинку по смыслу. Алсо хочется уметь искать по ключевой фразе. Важи действия?
10. Есть много неразмеченных фотографий лиц. Мы хотим заставить их всех улыбаться.

Что делать?

11. Котики — вечный источник лайков. Нужно научиться порождать их в неограниченных количествах. Как?

Тема 4.

1. Так что там у вас за задача?
2. Как её можно формализовать?
3. С какими данными будем работать?
4. Что об этом думает мир?
5. Как вы планируете её решать?

Тема 5.

1. Пушкин написал великие вещи, но слишком рано умер. Можно ли дописать за него ещё стихотворений? Ещё лучше — как научиться их зачитывать?
2. Как сделать свой маленький GoogleTranslate?
3. Зачем нейронкам внимание?
4. А зачем им аугментации(стэк, NTM, RAM)?

Тема 6.

1. Так что вы всё это время делали?
2. Опишите архитектуру нейронки? Почему она такая?
3. Как вы её учите?
4. Как эту штуку запускать?

Практически работы

1. Основные архитектуры и слои,
2. Обзор основных задач
3. Краткий обзор предметной области
4. Предполагается решение задачи в semi-supervised режиме в течение всего курса с периодическими выступлениями о том, что удалось сделать, что не заработало и обсуждений, как с этим бороться.
5. Нейронные сети. Градиентные методы оптимизации. Биологический нейрон

Лабораторные работы

1. Численные методы для глубокого обучения Выполнить задание по варианту, предоставляемому преподавателем. Предоставить алгоритм и текст программы. Предоставить отчет о выполненной работе.
2. Гиперпараметры, переобучение и недообучение Выполнить задание по варианту, предоставляемому преподавателем. Предоставить алгоритм и текст программы. Предоставить отчет о выполненной работе.
3. Глубокие сети прямого распространения Выполнить задание по варианту, предоставляемому преподавателем. Предоставить алгоритм и текст программы. Предоставить отчет о выполненной работе.
4. Регуляризация в глубоком обучении Выполнить задание по варианту, предоставляемому преподавателем. Предоставить алгоритм и текст программы. Предоставить отчет о выполненной работе.
5. Оптимизация в обучении глубоких моделей Выполнить задание по варианту, предоставляемому преподавателем. Предоставить алгоритм и текст программы. Предоставить отчет о выполненной работе.

Перечень вопросов к экзамену

1. Обучение градиентными методами
2. Функции стоимости
3. Выходные блоки
4. Скрытые блоки
5. Блоки линейной ректификации и их обобщения
6. Логистическая сигмоида и гиперболический тангенс
7. Обратное распространение и другие алгоритмы дифференцирования
8. Графы вычислений
9. Рекурсивное применение правила дифференцирования сложной функции для получения алгоритма обратного распространения
10. Вычисление обратного распространения в полносвязной сети
11. Общий алгоритм обратного распространения
12. Регуляризация параметров по норме L2
13. Штраф по норме как оптимизация с ограничениями
14. Робастность относительно шума
15. Обучение с частичным привлечением учителя
16. Глубокие сети: современные подходы
17. Глубокие сети прямого распространения
18. Обучение градиентными методами
19. Обратное распространение и другие алгоритмы дифференцирования
20. Регуляризация в глубоком обучении
21. Штраф по норме как оптимизация с ограничениями
22. Регуляризация и недоопределенные задачи
23. Обучение с частичным привлечением учителя
24. Многозадачное обучение
25. Баггинг и другие ансамблевые методы
26. Состязательное обучение
27. Сверточные сети
28. Свертка и пулинг как бесконечно сильное априорное распределение
29. Варианты базовой функции свертки
30. Эффективные алгоритмы свертки
31. Моделирование последовательностей: рекуррентные и рекурсивные сети
32. Развертка графа вычислений
33. Архитектуры кодировщик-декодер или последовательность в последовательность

Дисциплина изучается на 3, 4 курсах в 6, 7 семестрах

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 9 зач. ед., 324 акад. ч.

Объем дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	324
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	32
практических (семинарских)	48
лабораторных	48

другие формы контактной работы (ФКР)	1,4
Учебных часов на контроль (включая часы подготовки):	34,8
зачет	
экзамен	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	159,8

Формы контроля	Семестры
зачет	6
экзамен	7

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

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
		Контактная работа с преподавателем			СР
		Лек	Пр/Сем	Лаб	
1	Раздел 1	6	8	8	40
1.1	Введение. Что такое глубокое обучение и обучение представлений. Основные абстракции. Знакомство с Lasagne.	6	8	8	40
2	Раздел 2	4	10	10	40
2.1	Краткий обзор сфер применения и решение простых задач анализа изображений и текстов. Выбор тем проектов.	4	10	10	40
3	Раздел 3	8	8	8	42
3.1	Практические задачи компьютерного зрения и особенности их решения.	8	8	8	42
4	Раздел 4	6	10	10	20
4.1	Анализ проектных задач и способов их решения. Краткий доклад по итогам.	6	10	10	20
5	Раздел 5	8	12	12	14,8
5.1	Практические задачи обработки последовательностей (текст, речь и т.д.), приёмы для их решения. Поддержка в разработке базового решения проектных задач.	8	12	12	14,8
	Итого	32	48	48	156,8

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Курс лекционных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1	Раздел 1	

1.1	Введение. Что такое глубокое обучение и обучение представлений. Основные абстракции. Знакомство с Lasagne.	1. Основные архитектуры и слои, 2. Специфичные методы оптимизации (Momentum SGD, RMSprop, ada*, etc.) 3. Общий pipeline решения прикладных задач, 4. Решение простейших задач на практике (NotMnist)
2	Раздел 2	
2.1	Краткий обзор сфер применения и решение простых задач анализа изображений и текстов. Выбор тем проектов.	1. Обзор основных задач 2. Свёрточные сети, Pooling 3. Специфические архитектуры – AutoEncoders, Siamese, Stacked 4. Прикладные эвристики: Batch Normalization, Dropout, DropConnect, added noise, 1x1 convolution 5. “Зоопарк моделей”, дообучение сетей, Fine-tuning.
3	Раздел 3	
3.1	Практические задачи компьютерного зрения и особенности их решения.	1. Краткий обзор предметной области 2. Сведение прикладных задач к DeepLearning 3. Свёрточные и рекуррентные сети в обработке текстов, GRU, LSTM 4. Специфические архитектуры: TextConvolution, Recurrent ,Encoder-Decoder, 5. Ситуативные эвристики, nudgingdataset
4	Раздел 4	
4.1	Анализ проектных задач и способов их решения. Краткий доклад по итогам.	1. Предполагается решение задачи в semi-supervised режиме в течение всего курса с периодическими выступлениями о том, что удалось сделать, что не заработало и обсуждений, как с этим бороться. 2. Основные этапы – (1) исследование особенностей задачи, (2) формирование базового решения и (3,4,...) итерации улучшения качества решения. 3. После каждого этапа следует мини-конференция (1 семинар), где студенты кратко рассказывают о своих задачах и ходе исследований, слушают рассказы других студентов и предлагают возможные улучшения. 4. К концу курса из таких шагов формируется решение выбранной прикладной задачи. Если в ходе работы удалось добиться научно актуальных результатов, на их основе публикуется статья в одном из тематических журналов.
5	Раздел 5	
5.1	Практические задачи обработки последовательностей (текст, речь и т.д.), приёмы для их решения. Поддержка в разработке базового решения проектных задач.	Нейронные сети. Градиентные методы оптимизации. Биологический нейрон, модель МакКаллока-Питтса как линейный классификатор. Функции активации. Проблема полноты. Задача исключаящего или. Полнота двухслойных сетей в пространстве булевых функций. Алгоритм обратного распространения ошибок. Эвристики для формирования начального приближения. Метод послойной настройки сети. Нейронные сети глубокого

Курс лабораторных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1	Раздел 1	
1.1	Введение. Что такое глубокое обучение и обучение представлений. Основные абстракции. Знакомство с Lasagne.	1. Напоминание про линейные модели классификации и регрессии. Модели, функции потерь, алгоритмы обучения, регуляризация. Ограничения линейных моделей. 2. Обучение признаков без учителя (unsupervisedfeaturelearning). Метод главных компонент (PCA), Ограниченные Машины Больцмана(RBM) (без подробного описания CD). DBM и DBN. 3. Использование RBM для классификации лиц (openml-faces). Преимущества и недостатки обучения признаков без учителя.
2	Раздел 2	
2.1	Краткий обзор сфер применения и решение простых задач анализа изображений и текстов. Выбор тем проектов.	1. Задачи машинного зрения. Классификация, сегментация, генерация изображений. Свёрточные сети, Pooling, BatchNormalization. Стандартный пайплайн решения задачи при помощи нейронных сетей. 2. Решение задачи классификации NotMnist при помощи свёрточных сетей, или, быть может, любых других методов, которыми студент попытается улучшить точность. 3. Задачи автоматической обработки текстов. Классификация, тэгирование, языковые модели, машинный перевод, диалоговые системы, тематическое моделирование. WordEmbeddings (w2v, glove, trainedembedding), текстовые свёрточные сети.
3	Раздел 3	
3.1	Практические задачи компьютерного зрения и особенности их решения.	Защитарефератов.Реализациязащитагруппового проекта.
4	Раздел 4	
4.1	Анализ проектных задач и способов их решения. Краткий доклад по итогам.	1. Сегментация изображений. Раскрашивание. Предсказание boundingbox. Полносвёрточные сети. Deconvolution. Maxout и прочие хитрые нелинейности. Fine-tuning и дообучение сетей. Net2net. 2. Использование сети VGG19, предобученной на ImageNet, для классификации объектов на небольшой выборке изображений. 3. Генеративныесети. Generative adversarial networks (GAN). Gradient reversal trick. LapGAN, DC-GAN. Domainadaptationviagradientreversal.
5	Раздел 5	
5.1	Практические задачи обработки последовательностей (текст, речь и т.д.), приёмы для их решения. Поддержка в	Изучениеиприменениеразличныхметодовиметодиканалитическо йобработки данных.

	разработке базового решения проектных задач.	
--	--	--

Курс практических/семинарских занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1	Раздел 1	
1.1	Введение. Что такое глубокое обучение и обучение представлений. Основные абстракции. Знакомство с Lasagne.	1. Интерфейсы подключения к источникам и провайдерам данных. 2. Элементы теории информации. Вероятностные модели. Специализированные разделы линейной алгебры. 3. Численные методы. Стохастические градиентные методы. Оптимизация с ограничениями.
2	Раздел 2	
2.1	Краткий обзор сфер применения и решение простых задач анализа изображений и текстов. Выбор тем проектов.	1. Входные-выходные блоки. Скрытые блоки. Универсальная архитектура. Графы вычислений. 2. Регуляризация. L1, L2-регуляризации. Робастность относительно шума. Остановка обучения. Ансамблевые методы. Состязательное обучение. 3. Неточные градиенты. Плато. Седловые точки. Импульсный метод. Алгоритмы с адаптивной скоростью обучения. Метаалгоритмы.
3	Раздел 3	
3.1	Практические задачи компьютерного зрения и особенности их решения.	Защита рефератов. Реализация защиты группового проекта.
4	Раздел 4	
4.1	Анализ проектных задач и способов их решения. Краткий доклад по итогам.	1. Программирование многоядерных процессоров. Библиотека multiprocessing. 2. Нечеткая логика. Построение функций принадлежности. Приближенный и нечеткий вывод. 3. Ограниченные машины Больцмана. Глубокие сети доверия. Сверточные машины Больцмана. Ориентированные порождающие сети. Порождающие стохастические сети.
5	Раздел 5	
5.1	Практические задачи обработки последовательностей (текст, речь и т.д.), приёмы для их решения. Поддержка в разработке базового решения проектных задач.	Изучение и применение различных методов и методик аналитической обработки данных.

