

Эволюционное глубокое обучение

Майкл Лэнхэм



MANNING



Оглавление

ЧАСТЬ I НАЧАЛО РАБОТЫ.....	21
1 ▣ Введение в эволюционное глубокое обучение.....	22
2 ▣ Введение в эволюционные вычисления.....	42
3 ▣ Введение в генетические алгоритмы с использованием фреймворка DEAP.....	76
4 ▣ Еще больше эволюционных вычислений с использованием фреймворка DEAP.....	109
ЧАСТЬ II ОПТИМИЗАЦИЯ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	146
5 ▣ Автоматизация гиперпараметрической оптимизации.....	147
6 ▣ Нейроэволюционная оптимизация.....	189
7 ▣ Эволюционные сверточные нейронные сети.....	214
ЧАСТЬ III ПРОДВИНУТЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ.....	245
8 ▣ Эволюционное выведение автокодировщиков.....	246
9 ▣ Генеративное глубокое обучение и эволюция.....	283
10 ▣ NEAT: нейроэволюция расширяющихся топологий.....	317
11 ▣ Эволюционное (само)обучение с помощью метода NEAT.....	346
12 ▣ Эволюционное машинное обучение и за его пределами.....	379

Содержание

Предисловие	13
Благодарности	14
Об этой книге	15
Об авторе	19
Об иллюстрации на обложке	20
ЧАСТЬ I НАЧАЛО РАБОТЫ	21
1 Введение в эволюционное глубокое обучение	22
1.1 Что такое эволюционное глубокое обучение?	23
1.1.1 Введение в эволюционные вычисления	25
1.2 Зачем нужно эволюционное глубокое обучение и где оно применяется	28
1.3 Потребность в оптимизации глубокого обучения	29
1.3.1 Оптимизация нейросетевой архитектуры	30
1.4 Автоматизация оптимизации средствами автоматизированного машинного обучения	32
1.4.1 Что такое автоматизированное машинное обучение?	33
1.5 Приложения эволюционного глубокого обучения	36
1.5.1 Отбор модели: поиск весовых коэффициентов	37
1.5.2 Модельная архитектура: архитектурная оптимизация	37
1.5.3 Гиперпараметрическая настройка/оптимизация	37
1.5.4 Валидация и оптимизация функции потери	39
1.5.5 Нейроэволюция расширяющихся топологий	39
1.5.6 Цели	39
Резюме	40
2 Введение в эволюционные вычисления	42
2.1 Игра Конвея в жизнь в Google Colaboratory	43

2.2	Симуляция жизни на языке Python	46
2.2.1	Учебные упражнения	49
2.3	Симуляция жизни как оптимизация	50
2.3.1	Учебные упражнения	53
2.4	Добавление эволюции в симуляцию жизни	54
2.4.1	Симуляция эволюции	54
2.4.2	Учебные упражнения	57
2.4.3	Немного сведений о Дарвине и эволюции	58
2.4.4	Естественный отбор и выживание наиболее приспособленных	59
2.5	Генетические алгоритмы на языке Python	60
2.5.1	Понимание генетики и мейоза	60
2.5.2	Программирование генетических алгоритмов	63
2.5.3	Конструирование популяции	63
2.5.4	Оценивание приспособленности	64
2.5.5	Отбор для размножения (скрещивания)	65
2.5.6	Применение скрещивания: размножение	66
2.5.7	Применение мутации и вариации	68
2.5.8	Сведение всего воедино	69
2.5.9	Понимание гиперпараметров генетического алгоритма	72
2.5.10	Учебные упражнения	74
	Резюме	74

3 Введение в генетические алгоритмы с использованием фреймворка DEAP..... 76

3.1	Генетические алгоритмы во фреймворке DEAP	77
3.1.1	Максимизация числа единиц с помощью фреймворка DEAP	77
3.1.2	Учебные упражнения	81
3.2	Решение задачи о ферзевом гамбите	81
3.2.1	Учебные упражнения	86
3.3	Помощь коммивояжеру	87
3.3.1	Сборка решателя задачи о коммивояжере	89
3.3.2	Учебные упражнения	94
3.4	Выбор генетических операторов для усовершенствования эволюции	94
3.4.1	Учебные упражнения	100
3.5	Рисование с помощью EvoLisa	100
3.5.1	Учебные упражнения	107
	Резюме	107

4 Еще больше эволюционных вычислений с использованием фреймворка DEAP.....109

4.1	Генетическое программирование средствами фреймворка DEAP	110
4.1.1	Решение регрессии с помощью генетического программирования	110
4.1.2	Учебные упражнения	118
4.2	Оптимизация роя частиц средствами фреймворка DEAP	118
4.2.1	Решение уравнений с помощью оптимизации роя частиц	118

4.2.2	Учебные упражнения	124
4.3	Коэволюционное выведение решений средствами фреймворка DEAP.....	124
4.3.1	Коэволюционное выведение с использованием генетического программирования в паре с генетическими алгоритмами	125
4.4	Эволюционные стратегии средствами фреймворка DEAP	131
4.4.1	Применение эволюционных стратегий для аппроксимации функций	131
4.4.2	Повторный обзор проекта EvoLisa	138
4.4.3	Учебные упражнения	139
4.5	Дифференциальная эволюция средствами фреймворка DEAP ..	139
4.5.1	Аппроксимация комплексных и прерывных функций с помощью дифференциальной эволюции	140
4.5.2	Учебные упражнения	144
	Резюме	144

ЧАСТЬ II ОПТИМИЗАЦИЯ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ146

5 Автоматизация гиперпараметрической оптимизации

5.1	Выбор опций и гиперпараметрическая настройка	148
5.1.1	Стратегии гиперпараметрической настройки.....	148
5.1.2	Выбор модельных опций	154
5.2	Автоматизация ГПО посредством случайного поиска	157
5.2.1	Применение случайного поиска к ГПО	157
5.3	Поиск в параметрической решетке и ГПО.....	164
5.3.1	Использование поиска в параметрической решетке в автоматической ГПО	165
5.4	Эволюционные вычисления для ГПО	171
5.4.1	Оптимизация роя частиц для ГПО.....	171
5.4.2	Добавление эволюционных вычислений и фреймворка DEAP в автоматическую ГПО.....	171
5.5	Генетические алгоритмы и эволюционные стратегии для ГПО...177	
5.5.1	Применение эволюционных стратегий к ГПО.....	177
5.5.2	Редукция размерностей с помощью анализа главных компонент	180
5.6	Дифференциальная эволюция для ГПО	183
5.6.1	Дифференциальный поиск для эволюционной ГПО.....	183
	Резюме	188

6 Нейроэволюционная оптимизация

6.1	Многослойный перцептрон средствами NumPy.....	190
6.1.1	Учебные упражнения	195
6.2	Генетические алгоритмы в качестве оптимизаторов моделей глубокого обучения	196
6.2.1	Учебные упражнения	200
6.3	Другие эволюционные методы нейрооптимизации	201
6.3.1	Учебные упражнения	202

6.4	Применение нейроэволюционной оптимизации к фреймворку Keras	203
6.4.1	<i>Учебные упражнения</i>	208
6.5	Понимание ограничений эволюционной оптимизации.....	208
6.5.1	<i>Учебные упражнения</i>	211
	Резюме	212

7 Эволюционные сверточные нейронные сети 214

7.1	Краткий обзор сверточных нейронных сетей во фреймворке Keras	215
7.1.1	<i>Понимание проблем слоев сверточной нейронной сети</i>	221
7.1.2	<i>Учебные упражнения</i>	224
7.2	Кодирование нейросетевой архитектуры в генах	225
7.2.1	<i>Учебные упражнения</i>	230
7.3	Создание операции спаривания/скрещивания	231
7.4	Разработка конкретно-прикладного оператора мутации	234
7.5	Эволюционное выведение архитектуры сверточной нейронной сети	237
7.5.1	<i>Учебные упражнения</i>	242
	Резюме	243

ЧАСТЬ III ПРОДВИНУТЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ 245

8 Эволюционное выведение автокодировщиков 246

8.1	Сверточный автокодировщик	247
8.1.1	<i>Введение в автокодировщики</i>	247
8.1.2	<i>Сборка сверточного автокодировщика</i>	249
8.1.3	<i>Учебные упражнения</i>	253
8.1.4	<i>Усиление способности сверточного автокодировщика к обобщению</i>	254
8.1.5	<i>Улучшение автокодировщика</i>	255
8.2	Эволюционная оптимизация автокодировщика.....	257
8.2.1	<i>Формирование последовательности генов автокодировщика</i>	258
8.2.2	<i>Учебные упражнения</i>	263
8.3	Спаривание и мутирование последовательности генов автокодировщика	264
8.4	Эволюционное выведение автокодировщика	267
8.4.1	<i>Учебные упражнения</i>	270
8.5	Сборка вариационных автокодировщиков	270
8.5.1	<i>Вариационные автокодировщики: краткий обзор</i>	271
8.5.2	<i>Реализация вариационного автокодировщика</i>	272
8.5.3	<i>Учебные упражнения</i>	280
	Резюме	281

9 Генеративное глубокое обучение и эволюция 283

9.1	Генеративные состязательные сети.....	284
-----	---------------------------------------	-----

9.1.1	Введение в генеративные состязательные сети	284
9.1.2	Сборка сверточной генеративной состязательной сети средствами Keras	286
9.1.3	Учебные упражнения	292
9.2	Трудности тренировки генеративной состязательной сети	293
9.2.1	Проблема оптимизации генеративной состязательной сети	294
9.2.2	Визуализация исчезающих градиентов	295
9.2.3	Визуализация коллапса режима в генеративных состязательных сетях	297
9.2.4	Визуализация неспособности к сходимости в генеративных состязательных сетях	300
9.2.5	Учебные упражнения	302
9.3	Устранение проблем генеративных состязательных сетей с помощью потери Вассерштейна	303
9.3.1	Понятие потери Вассерштейна	304
9.3.2	Улучшение глубокой сверточной генеративной состязательной сети с помощью потери Вассерштейна	305
9.4	Кодирование глубокой сверточной генеративной состязательной сети Вассерштейна для эволюции	308
9.4.1	Учебные упражнения	313
9.5	Оптимизация глубокой сверточной генеративной состязательной сети с помощью генетических алгоритмов	313
9.5.1	Учебные упражнения	315
	Резюме	316

10 NEAT: нейроэволюция расширяющихся топологий

10.1	Обследование метода NEAT средствами реализующей его библиотеки NEAT-Python	319
10.1.1	Учебные упражнения	323
10.2	Визуализация эволюционно выведенной нейросети NEAT	324
10.3	Использование возможностей метода NEAT	327
10.3.1	Учебные упражнения	332
10.4	Выполнение упражнения с NEAT для классифицирования изображений	333
10.4.1	Учебные упражнения	338
10.5	Раскрытие роли видообразования в эволюционном выведении топологий	339
10.5.1	Настройка видообразования NEAT	340
10.5.2	Учебные упражнения	345
	Резюме	345

11 Эволюционное (само)обучение с помощью метода NEAT

11.1	Введение в (само)обучение с подкреплением	347
11.1.1	Агент Q-обучения на замерзшем озере	349
11.1.2	Учебные упражнения	356
11.2	Обследование сложных задач из OpenAI Gym	357
11.2.1	Учебные упражнения	362

11.3	Решение задач (само)обучения с подкреплением с помощью NEAT.....	363
	11.3.1 Учебные упражнения.....	367
11.4	Решение задачи Gutm о лунном спускаемом аппарате с помощью агентов NEAT.....	368
	11.4.1 Учебные упражнения.....	372
11.5	Решение задачи Gutm о лунном спускаемом аппарате с помощью глубокой Q-нейросети.....	372
	Резюме.....	377

12	Эволюционное машинное обучение и за его пределами.....	379
12.1	Эволюция и машинное обучение с использованием программирования генных выражений.....	380
	12.1.1 Учебные упражнения.....	387
12.2	Повторное рассмотрение (само)обучения с подкреплением с использованием фреймворка Gerru.....	387
	12.2.1 Учебные упражнения.....	393
12.3	Введение в инстинктивное (само)обучение.....	393
	12.3.1 Основы инстинктивного (само)обучения.....	394
	12.3.2 Развитие обобщенных инстинктов.....	396
	12.3.3 Эволюционное выведение обобщенных решений без инстинктов.....	401
	12.3.4 Учебные упражнения.....	404
12.4	Обобщенное (само)обучение с помощью генетического программирования.....	404
	12.4.1 Учебные упражнения.....	413
12.5	Будущее эволюционного машинного обучения.....	413
	12.5.1 Нарушена ли эволюция?.....	413
	12.5.2 Эволюционная пластичность.....	414
	12.5.3 Улучшение эволюции с помощью пластичности.....	415
	12.5.4 Вычисления и эволюционный поиск.....	417
12.6	Обобщение с использованием инстинктивного (само)обучения и глубокого (само)обучения с подкреплением..	418
	Резюме.....	423
	Дополнение А.....	425
	Тематический указатель.....	428