

УДК 004.7
ББК 16.263
М50

Менцер Ф., Фортунато С., Дэвис К. А.

М50 Наука о сетях: вводный курс / пер. с англ. А. В. Логунова. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 338 с.: ил.

ISBN 978-5-97060-984-2

В этой книге представлены общие принципы построения и функционирования сетей, связанных с разными областями человеческой деятельности. Рассматриваются концепция малых миров и принцип кластеризации применительно к социальным сетям. Обсуждаются роль хабов, тема устойчивости сетей, направленные и взвешенные сети. Всемирная паутина, «Википедия», цитирование, трафик и Twitter используются для иллюстрации роли направления и веса. В заключение исследуются модели возникновения сетей, методы обнаружения сообществ и динамические сетевые процессы.

Каждая глава включает в себя практические занятия по программированию и упражнения, позволяющие читателям проверить свои знания в области построения и анализа сетей. Учебный материал основан на реальных примерах.

Издание рассчитано на широкий круг читателей, знакомых с основами программирования и желающих изучить основы и приложения науки о сетях.

УДК 004.7
ББК 16.263

This translation of *A First Course in Network Science* is published by arrangement with Cambridge University Press. Russian-language edition copyright © 2021 by DMK Press. All rights reserved.

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

ISBN 978-1-10847-113-8 (англ.)

ISBN 978-5-97060-984-2 (рус.)

© Filippo Menczer, Santo Fortunato,
and Clayton A. Davis, 2020

© Перевод, оформление, издание,
ДМК Пресс, 2022

Содержание

Предисловие	10
Признательности	16
Введение	17
0.1 Социальные сети.....	18
0.2 Коммуникационные сети	21
0.3 Всемирная паутина и «Википедия»	24
0.4 Интернет.....	26
0.5 Транспортные сети.....	27
0.6 Биологические сети.....	29
0.7 Резюме.....	30
0.8 Дальнейшее чтение.....	31
Упражнения.....	32
1 Сетевые элементы	34
1.1 Базовые определения	34
1.2 Манипулирование сетями в исходном коде	36
1.3 Плотность и разреженность	39
1.4 Подсети	42
1.5 Степень.....	43
1.6 Направленные сети.....	44
1.7 Взвешенные сети	45
1.8 Многослойные и темпоральные сети	46
1.9 Представления сетей	49
1.10 Рисование сетей.....	51
1.11 Резюме.....	52
1.12 Дальнейшее чтение.....	53
Упражнения.....	53
2 Малые миры	58
2.1 Рыбак рыбака видит издалека.....	58
2.2 Пути и расстояния	62
2.3 Соединенность и компоненты	67
2.4 Деревья.....	69

2.5	Отыскание кратчайших путей	71
2.6	Социальное расстояние.....	75
2.7	Шесть степеней сепарации.....	78
2.8	Друг моего друга	81
2.9	Резюме.....	84
2.10	Дальнейшее чтение.....	85
	Упражнения.....	86
3	Хабы.....	94
3.1	Меры центральности	95
3.1.1	Степень	95
3.1.2	Близость.....	95
3.1.3	Промежуточность.....	96
3.2	Распределения значений центральности.....	99
3.3	Парадокс дружбы.....	104
3.4	Ультрамалые миры.....	107
3.5	Устойчивость.....	108
3.6	Разложение ядра	110
3.7	Резюме.....	112
3.8	Дальнейшее чтение.....	113
	Упражнения.....	113
4	Направления и веса	119
4.1	Направленные сети	119
4.2	Всемирная паутина	120
4.2.1	Краткая история Всемирной паутины	121
4.2.2	Как работает Всемирная паутина.....	122
4.2.3	Обходчики Всемирной паутины.....	124
4.2.4	Структура Всемирной паутины	127
4.2.5	Тематическая локальность.....	129
4.3	Метрика PageRank	132
4.4	Взвешенные сети	137
4.5	Информация и дезинформация.....	138
4.6	Сети совместной встречаемости.....	143
4.7	Весовая гетерогенность.....	147
4.7.1	Трафик Всемирной паутины	147
4.7.2	Фильтрация связей	149
4.8	Резюме.....	151
4.9	Дальнейшее чтение.....	153
	Упражнения.....	155
5	Сетевые модели.....	162
5.1	Случайные сети	162
5.1.1	Плотность	165
5.1.2	Степенное распределение.....	166

5.1.3	Короткие пути	168
5.1.4	Коэффициент кластеризации.....	169
5.2	Малые миры.....	170
5.3	Конфигурационная модель	174
5.4	Преференциальное прикрепление	177
5.5	Другие преференциальные модели	182
5.5.1	Модель на основе привлекательности	184
5.5.2	Модель на основе приспособленности	185
5.5.3	Модель на основе случайного блуждания	187
5.5.4	Модель на основе копирования.....	190
5.5.5	Модель на основе ранга	191
5.6	Резюме.....	193
5.7	Дальнейшее чтение.....	194
	Упражнения.....	194
6	Сообщества	200
6.1	Базовые определения	203
6.1.1	Переменные сообщества	203
6.1.2	Определения сообщества	205
6.1.3	Разделы.....	207
6.2	Смежные проблемы	209
6.2.1	Деление сети на разделы.....	209
6.2.2	Кластеризация данных	212
6.3	Обнаружение сообществ.....	215
6.3.1	Устранение мостов	216
6.3.2	Оптимизация модулярности	218
6.3.3	Распространение меток.....	225
6.3.4	Стохастическое блочное моделирование	227
6.4	Оценивание методов	230
6.4.1	Искусственные эталоны.....	230
6.4.2	Реально существующие эталоны.....	233
6.4.3	Сходство между разделами.....	234
6.5	Резюме.....	236
6.6	Дальнейшее чтение.....	237
	Упражнения.....	238
7	Динамика.....	244
7.1	Идеи, информация, влияние	246
7.1.1	Пороговые модели	247
7.1.2	Независимо-каскадные модели	250
7.2	Распространение эпидемий.....	252
7.2.1	Модели SIS и SIR	254
7.2.2	Распространение слухов	259
7.3	Динамика мнений	261
7.3.1	Дискретные мнения	262
7.3.2	Непрерывные мнения.....	265

7.3.3 Козволюция сетей и динамика	267
7.4 Поиск	270
7.4.1 Локальный поиск.....	270
7.4.2 Доступность поиска	273
7.5 Резюме.....	278
7.6 Дальнейшее чтение.....	280
Упражнения.....	281
Приложение А. Руководство по языку Python.....	288
A.1 Блокнот Jupyter.....	288
A.2 Условный блок	289
A.3 Списки	290
A.4 Циклы	292
A.5 Кортежи.....	295
A.6 Словари	297
A.7 Комбинирование типов данных	300
A.7.1 Список кортежей	300
A.7.2 Список словарей.....	301
A.7.3 Словарь словарей.....	302
A.7.4 Словарь с кортежными ключами.....	302
A.7.5 Еще один словарь словарей	303
Приложение В. Модели NetLogo.....	305
B.1 Модель PageRank.....	306
B.2 Гигантская компонента.....	307
B.3 Малые миры.....	308
B.4 Преференциальное прикрепление	309
B.5 Вирус в сети.....	310
B.6 Изменение языка.....	312
Справочные материалы	314
Предметный указатель.....	331