Beginning\_Python\_Magnus\_00

Beginning Python

From Novice to Professional

Third Edition

Magnus Lie Hetland

■ Contents

x

Blocks: The Joy of Indentation ��������������������������������������������������������������������������������������� 76

Conditions and Conditional Statements ������������������������������������������������������������������������� 76

So That’s What Those Boolean Values Are For �������������������������������������������������������������������������������������� 76

Conditional Execution and the if Statement ����������������������������������������������������������������������������������������� 78

else Clauses ����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 78

elif Clauses ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 79

Nesting Blocks �������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 79

More Complex Conditions ��������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 79

Assertions ��������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 84

Loops ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 85

while Loops ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 85

for Loops����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 86

Iterating Over Dictionaries �������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 87

Some Iteration Utilities ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 87

Breaking Out of Loops �������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 89

else Clauses in Loops ��������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 92

Comprehensions—Slightly Loopy ���������������������������������������������������������������������������������� 92

And Three for the Road��������������������������������������������������������������������������������������������������� 94

Nothing Happened! ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 94

Deleting with del����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 94

Executing and Evaluating Strings with exec and eval �������������������������������������������������������������������������� 96

A Quick Summary����������������������������������������������������������������������������������������������������������� 98

New Functions in This Chapter ������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 99

What Now? ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 99

■Chapter 6: Abstraction��������������������������������������������������������������������������������������� 101

Laziness Is a Virtue������������������������������������������������������������������������������������������������������� 101

Abstraction and Structure �������������������������������������������������������������������������������������������� 102

Creating Your Own Functions ��������������������������������������������������������������������������������������� 102

Documenting Functions ���������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 103

Functions That Aren’t Really Functions ���������������������������������������������������������������������������������������������� 104

■ Contents

xi

The Magic of Parameters ��������������������������������������������������������������������������������������������� 105

Where Do the Values Come From? ����������������������������������������������������������������������������������������������������� 105

Can I Change a Parameter? ���������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 105

Why Would I Want to Modify My Parameters? ������������������������������������������������������������������������������������ 107

What If My Parameter Is Immutable? ��������������������������������������������������������������������������� 110

Keyword Parameters and Defaults ����������������������������������������������������������������������������������������������������� 111

Collecting Parameters ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 113

Reversing the Process ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 115

Parameter Practice������������������������������������������������������������������������������������������������������� 117

Scoping ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 118

Recursion ��������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 121

Two Classics: Factorial and Power ����������������������������������������������������������������������������������������������������� 122

Another Classic: Binary Search ������������������������������������������������������������������������������������ 123

A Quick Summary��������������������������������������������������������������������������������������������������������� 126

New Functions in This Chapter������������������������������������������������������������������������������������� 127

What Now? ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 127

■Chapter 7: More Abstraction ����������������������������������������������������������������������������� 129

The Magic of Objects���������������������������������������������������������������������������������������������������� 129

Polymorphism ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 130

Polymorphism and Methods ��������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 131

Polymorphism Comes in Many Forms ������������������������������������������������������������������������������������������������ 132

Encapsulation ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 133

Inheritance������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 134

Classes ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 135

What Is a Class, Exactly? �������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 135

Making Your Own Classes ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 135

Attributes, Functions, and Methods ���������������������������������������������������������������������������������������������������� 137

Privacy Revisited �������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 137

The Class Namespace ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 139

Specifying a Superclass ��������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 140

■ Contents

xii

Investigating Inheritance �������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 141

Multiple Superclasses ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 142

Interfaces and Introspection ��������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 143

Abstract Base Classes ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 144

Some Thoughts on Object-Oriented Design ����������������������������������������������������������������� 146

A Quick Summary��������������������������������������������������������������������������������������������������������� 147

New Functions in This Chapter ����������������������������������������������������������������������������������������������������������� 148

What Now? ����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 148

■Chapter 8: Exceptions���������������������������������������������������������������������������������������� 149

What Is an Exception? �������������������������������������������������������������������������������������������������� 149

Making Things Go Wrong � � � Your Way ������������������������������������������������������������������������ 149

The raise Statement ��������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 150

Custom Exception Classes������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 151

Catching Exceptions ����������������������������������������������������������������������������������������������������� 151

Look, Ma, No Arguments!�������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 152

More Than One except Clause ������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 153

Catching Two Exceptions with One Block ������������������������������������������������������������������������������������������� 154

Catching the Object ���������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 154

A Real Catchall ����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 155

When All Is Well ���������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 155

And Finally � � � ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 157

Exceptions and Functions �������������������������������������������������������������������������������������������� 158

The Zen of Exceptions �������������������������������������������������������������������������������������������������� 158

Not All That Exceptional������������������������������������������������������������������������������������������������ 160

A Quick Summary��������������������������������������������������������������������������������������������������������� 161

New Functions in This Chapter ����������������������������������������������������������������������������������������������������������� 162

What Now? ����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 162

■ Contents

xiii

■Chapter 9: Magic Methods, Properties, and Iterators���������������������������������������� 163

If You’re Not Using Python 3 ����������������������������������������������������������������������������������������� 163

Constructors ����������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 164

Overriding Methods in General, and the Constructor in Particular ����������������������������������������������������� 165

Calling the Unbound Superclass Constructor ������������������������������������������������������������������������������������� 167

Using the super Function �������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 168

Item Access ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 169

The Basic Sequence and Mapping Protocol ��������������������������������������������������������������������������������������� 170

Subclassing list, dict, and str�������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 172

More Magic ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 173

Properties ��������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 174

The property Function ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 175

Static Methods and Class Methods ���������������������������������������������������������������������������������������������������� 176

\_\_getattr\_\_, \_\_setattr\_\_, and Friends ����������������������������������������������������������������������������������������������� 177

Iterators ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 178

The Iterator Protocol ��������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 178

Making Sequences from Iterators ������������������������������������������������������������������������������������������������������ 180

Generators �������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 180

Making a Generator ���������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 181

A Recursive Generator ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 182

Generators in General ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 183

Generator Methods ����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 184

Simulating Generators ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 185

The Eight Queens ��������������������������������������������������������������������������������������������������������� 186

Generators and Backtracking ������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 186

The Problem ��������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 187

State Representation �������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 187

Finding Conflicts ��������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 188

The Base Case ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 188

The Recursive Case ���������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 189

Wrapping It Up ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 191

■ Contents

xiv

A Quick Summary��������������������������������������������������������������������������������������������������������� 192

New Functions in This Chapter ����������������������������������������������������������������������������������������������������������� 193

What Now? ����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 193

■Chapter 10: Batteries Included �������������������������������������������������������������������������� 195

Modules ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 195

Modules Are Programs ����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 195

Modules Are Used to Define Things ���������������������������������������������������������������������������������������������������� 197

Making Your Modules Available ���������������������������������������������������������������������������������������������������������� 199

Packages �������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 201

Exploring Modules �������������������������������������������������������������������������������������������������������� 202

What’s in a Module? ��������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 202

Getting Help with help ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 203

Documentation ����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 204

Use the Source ����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 204

The Standard Library: A Few Favorites������������������������������������������������������������������������� 205

sys ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 205

os �������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 207

fileinput����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 208

Sets, Heaps, and Deques �������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 210

time ���������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 215

random ����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 216

shelve and json����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 219

re �������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 223

Other Interesting Standard Modules ��������������������������������������������������������������������������������������������������� 237

A Quick Summary��������������������������������������������������������������������������������������������������������� 238

New Functions in This Chapter ����������������������������������������������������������������������������������������������������������� 239

What Now? ����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 239

■ Contents

xv

■Chapter 11: Files and Stuff �������������������������������������������������������������������������������� 241

Opening Files���������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 241

File Modes ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 241

The Basic File Methods ������������������������������������������������������������������������������������������������ 242

Reading and Writing ��������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 243

Piping Output �������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 244

Reading and Writing Lines ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 245

Closing Files ��������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 246

Using the Basic File Methods ������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 247

Iterating over File Contents ������������������������������������������������������������������������������������������ 248

One Character (or Byte) at a Time������������������������������������������������������������������������������������������������������� 248

One Line at a Time ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 249

Reading Everything����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 249

Lazy Line Iteration with fileinput �������������������������������������������������������������������������������������������������������� 250

File Iterators ��������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 250

A Quick Summary��������������������������������������������������������������������������������������������������������� 251

New Functions in This Chapter ����������������������������������������������������������������������������������������������������������� 252

What Now? ����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 252

■Chapter 12: Graphical User Interfaces �������������������������������������������������������������� 253

Building a Sample GUI Application ������������������������������������������������������������������������������� 253

Initial Exploration �������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 254

Layout ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 256

Event Handling������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 256

The Final Program ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 257

Using Something Else �������������������������������������������������������������������������������������������������� 259

A Quick Summary��������������������������������������������������������������������������������������������������������� 259

What Now? ����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 259

■ Contents

xvi

■Chapter 13: Database Support��������������������������������������������������������������������������� 261

The Python Database API ��������������������������������������������������������������������������������������������� 261

Global Variables ���������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 262

Exceptions ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 263

Connections and Cursors�������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 263

Types �������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 265

SQLite and PySQLite ����������������������������������������������������������������������������������������������������� 265

Getting Started ����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 267

A Sample Database Application ���������������������������������������������������������������������������������������������������������� 267

Creating and Populating Tables ���������������������������������������������������������������������������������������������������������� 268

Searching and Dealing with Results ��������������������������������������������������������������������������������������������������� 269

A Quick Summary��������������������������������������������������������������������������������������������������������� 270

New Functions in This Chapter ����������������������������������������������������������������������������������������������������������� 271

What Now? ����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 271

■Chapter 14: Network Programming������������������������������������������������������������������� 273

A Handful of Networking Modules�������������������������������������������������������������������������������� 273

The socket Module ����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 274

The urllib and urllib2 Modules ������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 275

Opening Remote Files������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 276

Retrieving Remote Files���������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 276

Other Modules ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 277

SocketServer and Friends �������������������������������������������������������������������������������������������� 278

Multiple Connections ���������������������������������������������������������������������������������������������������� 279

Forking and Threading with SocketServer ����������������������������������������������������������������������������������������� 280

Asynchronous I/O with select and poll ����������������������������������������������������������������������������������������������� 281

Twisted ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 283

Downloading and Installing Twisted ��������������������������������������������������������������������������������������������������� 284

Writing a Twisted Server��������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 284

■ Contents

xvii

A Quick Summary��������������������������������������������������������������������������������������������������������� 286

New Functions in This Chapter ����������������������������������������������������������������������������������������������������������� 287

What Now? ����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 287

■Chapter 15: Python and the Web ����������������������������������������������������������������������� 289

Screen Scraping ����������������������������������������������������������������������������������������������������������� 289

Tidy and XHTML Parsing ��������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 290

What’s Tidy? ��������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 290

Getting Tidy ����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 292

But Why XHTML? �������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 293

Using HTMLParser ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 293

Beautiful Soup ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 295

Dynamic Web Pages with CGI��������������������������������������������������������������������������������������� 296

Step 1: Preparing the Web Server������������������������������������������������������������������������������������������������������� 296

Step 2: Adding the Pound Bang Line �������������������������������������������������������������������������������������������������� 297

Step 3: Setting the File Permissions ��������������������������������������������������������������������������������������������������� 297

CGI Security Risks ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 298

A Simple CGI Script����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 298

Debugging with cgitb ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 299

Using the cgi Module �������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 300

A Simple Form ������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������ 301

Using a Web Framework ���������������������������������������������������������������������������������������������� 303

Other Web Application Frameworks ��������������������������������������������������������������������������������������������������� 303

Web Services: Scraping Done Right ����������������������������������������������������������������������������� 304

RSS and Friends ��������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 304

Remote Procedure Calls with XML-RPC ��������������������������������������������������������������������������������������������� 305

SOAP ��������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������� 306

A Quick Summary��������������������������������������������������������������������������������������������������������� 306

New Functions in This Chapter ����������������������������������������������������������������������������������������������������������� 306

What Now? ����������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������������

■ Contents

xvii

A Quick Summary 286

New Functions in This Chapter 287

What Now? 287

**■Chapter 15: Python and the Web 289**

Screen Scraping 289

Tidy and XHTML Parsing 290

What’s Tidy? 290

Getting Tidy 292

But Why XHTML? 293

Using HTMLParser 293

Beautiful Soup 295

Dynamic Web Pages with CGI 296

Step 1: Preparing the Web Server 296

Step 2: Adding the Pound Bang Line 297

Step 3: Setting the File Permissions 297

CGI Security Risks 298

A Simple CGI Script 298

Debugging with cgitb 299

Using the cgi Module 300

A Simple Form 301

Using a Web Framework 303

Other Web Application Frameworks 303

Web Services: Scraping Done Right 304

RSS and Friends 304

Remote Procedure Calls with XML-RPC 305

SOAP 306

A Quick Summary 306

New Functions in This Chapter 306

What Now? 306

■ Contents

xviii

**■Chapter 16: Testing, 1-2-3 307**

Test First, Code Later 307

Precise Requirement Specification 307

Planning for Change 309

The 1-2-3 (and 4) of Testing 310

Tools for Testing 310

doctest 310

unittest 312

Beyond Unit Tests 315

Source Code Checking with PyChecker and PyLint 315

Profiling 318

A Quick Summary 319

New Functions in This Chapter 320

What Now? 320

■Chapter 17: Extending Python 321

The Best of Both Worlds 321

The Really Easy Way: Jython and IronPython 322

Writing C Extensions 325

A Swig of … SWIG 326

What Does It Do? 327

I Prefer Pi 327

The Interface File 328

Running SWIG 328

Compiling, Linking, and Using 329

A Shortcut Through the Magic Forest of Compilers 330

Hacking It on Your Own 330

Reference Counting 331

A Framework for Extensions 332

Palindromes, Detartrated1 for Your Enjoyment 333

■ Contents

xix

A Quick Summary 335

New Functions in This Chapter 336

What Now? 336

■Chapter 18: Packaging Your Programs 337

Setuptools Basics 337

Wrapping Things Up 339

Compiling Extensions 340

Creating Executable Programs with py2exe 341

A Quick Summary 342

New Functions in This Chapter 342

What Now? 342

■Chapter 19: Playful Programming 343

Why Playful? 343

The Jujitsu of Programming 343

Prototyping 344

Configuration 345

Extracting Constants 345

Configuration Files 346

Logging 348

If You Can’t Be Bothered 349

If You Want to Learn More 350

A Quick Summary 350

What Now? 351

■Chapter 20: Project 1: Instant Markup 353

What’s the Problem? 353

Useful Tools 354

Preparations 354

■ Contents

xx

First Implementation 355

Finding Blocks of Text 355

Adding Some Markup 356

Second Implementation 358

Handlers 358

A Handler Superclass 359

Rules 360

A Rule Superclass 361

Filters 361

The Parser 362

Constructing the Rules and Filters 363

Putting It All Together 366

Further Exploration 370

What Now? 371

■Chapter 21: Project 2: Painting a Pretty Picture 373

What’s the Problem? 373

Useful Tools 374

Preparations 374

First Implementation 375

Drawing with ReportLab 375

Constructing Some PolyLines 376

Writing the Prototype 377

Second Implementation 379

Getting the Data 379

Using the LinePlot Class 380

Further Exploration 382

What Now? 382

■ Contents

xxi

■Chapter 22: Project 3: XML for All Occasions 383

What’s the Problem? 383

Useful Tools 384

Preparations 385

First Implementation 386

Creating a Simple Content Handler 386

Creating HTML Pages 388

Second Implementation 391

A Dispatcher Mix-In Class 391

Factoring Out the Header, Footer, and Default Handling 392

Support for Directories 393

The Event Handlers 394

Further Exploration 396

What Now? 396

■Chapter 23: Project 4: In the News 397

What’s the Problem? 397

Useful Tools 398

Preparations 398

First Implementation 398

Second Implementation 400

Further Exploration 407

What Now? 408

■Chapter 24: Project 5: A Virtual Tea Party 409

What’s the Problem? 409

Useful Tools 409

Preparations 410

■ Contents

xxii

First Implementation 411

The ChatServer Class 411

The ChatSession Class 412

Putting It Together 414

Second Implementation 416

Basic Command Interpretation 416

Rooms 417

Login and Logout Rooms 417

The Main Chat Room 418

The New Server 418

Further Exploration 424

What Now? 424

■Chapter 25: Project 6: Remote Editing with CGI 425

What’s the Problem? 425

Useful Tools 425

Preparations 426

First Implementation 426

Second Implementation 427

Creating the File Name Form 428

Writing the Editor Script 428

Writing the Save Script 429

Running the Editor 431

Further Exploration 432

What Now? 433

■Chapter 26: Project 7: Your Own Bulletin Board 435

What’s the Problem? 435

Useful Tools 436

Preparations 436

First Implementation 437

Second Implementation 442

■ Contents

xxiii

Writing the Main Script 442

Writing the View Script 443

Writing the Edit Script 445

Writing the Save Script 446

Trying It Out 447

Further Exploration 449

What Now? 449

■Chapter 27: Project 8: File Sharing with XML-RPC 451

What’s the Problem? 451

Useful Tools 452

Preparations 453

First Implementation 453

Implementing a Simple Node 453

Trying Out the First Implementation 458

Second Implementation 459

Creating the Client Interface 460

Raising Exceptions 461

Validating File Names 461

Trying Out the Second Implementation 466

Further Exploration 466

What Now? 466

■Chapter 28: Project 9: File Sharing II—Now with GUI! 467

What’s the Problem? 467

Useful Tools 467

Preparations 467

First Implementation 468

Second Implementation 470

Further Exploration 472

What Now? 473

■ Contents

xxiv

■Chapter 29: Project 10: Do-It-Yourself Arcade Game 475

What’s the Problem? 475

Useful Tools 476

pygame 476

pygamelocals 476

pygamedisplay 476

pygamefont 477

pygamesprite 477

pygamemouse 477

pygameevent 478

pygameimage 478

Preparations 478

First Implementation 479

Second Implementation 482

Further Exploration 493

What Now? 493

■Appendix A: The Short Version 495

The Basics 495

Functions 497

Objects and Stuff 498

Some Loose Ends 501

■Appendix B: Python Reference 503

Expressions 503

Statements 513

Simple Statements 513

Compound Statements 516

Index 519