
유니코드 HOWTO

출시 버전 3.8.13

Guido van Rossum
and the Python development team

3월 17, 2022

Contents

1	유니코드 소개	2
1.1	정의	2
1.2	인코딩	3
1.3	참조	4
2	파이썬의 유니코드 지원	4
2.1	문자열 형	4
2.2	바이트열로 변환	5
2.3	파이썬 소스 코드에서 유니코드 리터럴	6
2.4	유니코드 속성	6
2.5	문자열 비교	7
2.6	유니코드 정규식	8
2.7	참조	9
3	유니코드 데이터 읽고 쓰기	9
3.1	유니코드 파일 이름	10
3.2	유니코드 인식 프로그램 작성 팁	11
3.3	참조	12
4	감사 인사	12
	색인	13

버전 1.12

이 HOWTO는 텍스트 데이터를 나타내기 위한 유니코드 명세를 지원하는 파이썬에 대한 설명과 유니코드로 작업할 때 일반적으로 마주하는 다양한 문제들에 관해 설명합니다.

1 유니코드 소개

1.1 정의

오늘날의 프로그램은 다양한 문자를 처리할 수 있어야 합니다. 응용 프로그램은 종종 국제화되어 다양한 사용자 선택 가능한 언어로 메시지를 표시하고 출력합니다; 같은 프로그램이 영어, 프랑스어, 일본어, 히브리어 또는 러시아어로 에러 메시지를 출력해야 할 수 있습니다. 웹 콘텐츠는 이러한 언어로 작성될 수 있으며 다양한 이모티콘 기호를 포함할 수도 있습니다. 파이썬의 문자열형은 문자를 표현하기 위해 유니코드 표준을 사용하므로, 파이썬 프로그램은 가능한 모든 다른 문자로 작업 할 수 있습니다.

유니코드(<https://www.unicode.org/>)는 인간 언어에서 사용하는 모든 문자를 나열하고 각 문자에 고유한 코드를 부여하고자 하는 명세입니다. 새로운 언어와 기호를 추가하기 위해 유니코드 명세가 계속 개정되고 갱신됩니다.

문자는 텍스트의 가능한 최소 구성요소입니다. <A>, , <C> 등은 전부 다른 문자입니다. <È>와 <Í> 역시 그렇습니다. 문자는 언어나 문맥에 따라 다릅니다. 예를 들어 대문자 <I>와는 별개로, 《로마 숫자 하나(Roman Numeral One)》를 위한 문자 < I ’가 있습니다. 이들은 보통 똑같아 보이지만, 서로 다른 의미를 가진 두 개의 다른 문자입니다.

유니코드 표준은 문자를 어떻게 코드 포인트로 표현하는지 서술하고 있습니다. 코드 포인트 값은 0에서 0x10FFFF 사이의 정수입니다(약 110만 개의 값입니다, 지금까지 약 11만 개가 할당되었습니다). 표준과 이 문서에서 코드 포인트는 U+265E 표기법을 사용하며, 이는 값 0x265e(10진수로는 9,822)인 문자를 의미합니다.

유니코드 표준은 문자와 그에 상응하는 코드 포인트를 나열한 수많은 표를 포함하고 있습니다:

0061	'a'; LATIN SMALL LETTER A
0062	'b'; LATIN SMALL LETTER B
0063	'c'; LATIN SMALL LETTER C
...	
007B	'{'; LEFT CURLY BRACKET
...	
2167	'□'; ROMAN NUMERAL EIGHT
2168	'□'; ROMAN NUMERAL NINE
...	
265E	'♞'; BLACK CHESS KNIGHT
265F	'♟'; BLACK CHESS PAWN
...	
1F600	'☺'; GRINNING FACE
1F609	'😉'; WINKING FACE
...	

엄밀히 말하자면, 이러한 정의는 <이것이 문자 U+265E’라고 말하는 것은 의미가 없음을 뜻합니다. U+265E는 어떤 특정 문자를 표현하는 코드 포인트일 뿐입니다; 이 경우에는 <BLACK CHESS KNIGHT>(<♞>)를 나타냅니다. 일상적인 문맥에서 코드 포인트와 문자 사이의 구분은 때때로 잊힐 겁니다.

문자는 화면이나 종이에 글리프라 불리는 그래픽 요소의 집합으로 표시됩니다. 예를 들어 대문자 A의 글리프는 두 개의 대각 획과 한 개의 수평 획이지만, 정확한 세부사항은 글꼴에 따라 다릅니다. 대부분의 파이썬 코드는 글리프를 걱정할 필요가 없습니다; 표시할 올바른 글리프를 찾는 것은 일반적으로 GUI 툴킷이나 터미널의 글꼴 렌더러의 일입니다.

1.2 인코딩

이전 섹션 요약: 유니코드 문자열은 코드 포인트의 시퀀스이며, 0부터 0x10FFFF (십진수 1,114,111)의 범위를 갖는 수입니다. 이 코드 포인트의 시퀀스는 메모리에서 **코드 단위 (code units)**의 집합으로 표현될 필요가 있고, 그런 다음 **코드 단위**는 8비트 바이트로 매핑됩니다. 유니코드 문자열을 바이트 시퀀스로 변환하는 규칙을 **문자 인코딩 (character encoding)**, 또는 단지 **인코딩 (encoding)**이라고 부릅니다.

생각할 수 있는 첫 번째 인코딩은 코드 단위로 32비트 정수를 사용한 다음 32비트 정수의 CPU 표현을 사용하는 것입니다. 이 표현에서 문자열 《Python》은 다음과 같습니다:

P	y	t	h	o	n
0x50 00 00 00	79 00 00 00	74 00 00 00	68 00 00 00	6f 00 00 00	6e 00 00 00
0 1 2 3	4 5 6 7	8 9 10 11	12 13 14 15	16 17 18 19	20 21 22 23

이 표현은 간단하지만 여러 문제를 가지고 있습니다.

1. 이식성이 없습니다; 다른 프로세서는 바이트를 다르게 정렬합니다.
2. 이는 공간을 매우 낭비하는 겁니다. 대부분 텍스트에서 주요 코드 포인트는 127 또는 255보다 작으므로 많은 공간이 0x00으로 채워집니다. 위의 문자열은 ASCII 표현에 필요한 6 바이트와 비교하여 24 바이트를 사용합니다. 늘어난 RAM 사용은 중요하지 않지만(데스크톱 컴퓨터는 기가바이트 단위의 RAM을 갖고 있고, 문자열은 대개 그 정도로 크지 않습니다), 디스크와 네트워크 대역폭 사용을 4배로 확장하는 것은 용납할 수 없습니다.
3. `strlen()`과 같은 기존의 C 함수와 호환이 안 되기 때문에 새로운 와이드 문자열 함수 계열을 사용해야 합니다.

따라서 이 인코딩은 많이 사용되지 않으며, 사람들은 UTF-8과 같은 더 효율적이고 편리한 다른 인코딩을 선택합니다.

UTF-8은 일반적으로 가장 많이 사용되는 인코딩 중 하나이고, 파이썬은 종종 기본적으로 이것을 사용합니다. UTF는 《Unicode Transformation Format》의 약자이며 ‘8’은 8비트 값이 인코딩에 사용됨을 뜻합니다. (UTF-16과 UTF-32 인코딩도 있지만, UTF-8보다 낮은 빈도로 사용됩니다.) UTF-8은 다음의 규칙을 따릅니다:

1. 만약 코드 포인트가 128보다 작다면, 해당 바이트 값으로 표현됩니다.
2. 만약 코드 포인트가 128보다 크거나 같다면, 시퀀스의 각 바이트가 128에서 255 사이인 둘, 셋 또는 네 개의 바이트 시퀀스로 바뀝니다.

UTF-8은 몇 가지 편리한 특징이 있습니다:

1. 모든 유니코드 코드 포인트를 처리 할 수 있습니다.
2. 유니코드 문자열은 널 문자를 표현하는 곳에만 내장된 0바이트를 포함하는 바이트 시퀀스로 변환됩니다. 이는 UTF-8 문자열을 `strcpy()`와 같은 C 함수로 처리하고 문자열 끝 표시 이외의 0바이트를 처리하지 못하는 프로토콜을 통해 전송할 수 있음을 의미합니다.
3. ASCII 텍스트의 문자열 역시 유효한 UTF-8 텍스트입니다.
4. UTF-8은 꽤 알차다; 일반적으로 사용되는 문자 대부분을 한두 개의 바이트로 표현할 수 있습니다.
5. 만약 바이트가 손상 또는 손실되었다면, 다음 UTF-8 인코딩 코드 포인트의 시작을 결정하고 다시 동기화할 수 있습니다. 무작위 8비트 데이터가 유효한 UTF-8처럼 보일 가능성은 낮습니다.
6. UTF-8은 바이트 지향 인코딩입니다. 인코딩은 각 문자가 하나 이상의 바이트의 특정 시퀀스로 표시되도록 지정합니다. 이렇게 하면 UTF-16과 UTF-32와 같이 바이트의 시퀀스가 문자열이 인코딩된 하드웨어에 따라 달라지는 정수와 워드(word) 지향 인코딩에서 발생할 수 있는 바이트 순서 문제를 피할 수 있습니다.

1.3 참조

유니코드 컨소시엄 사이트는 유니코드 사양의 문자 차트, 용어집 그리고 PDF 버전의 유니코드 명세를 갖고 있습니다. 어려운 읽기를 준비하세요. 유니코드의 기원과 개발의 연대기 역시 이 사이트에서 볼 수 있습니다.

Computerphile 유튜브 채널에서, Tom Scott가 간략하게 유니코드와 UTF-8의 역사를 논의합니다 (9분 36초).

Jukka Korpela는 표준을 이해할 수 있도록 유니코드 문자표 읽기에 대한 입문 안내서를 작성했습니다.

또 다른 좋은 입문 글을 Joel Spolsky가 썼습니다. 이 입문서로도 명확하지 않은 경우 계속하기 전에 이 대체 문서를 읽으세요.

위키피디아 항목은 때때로 도움이 됩니다; 예를 들어, 《문자 인코딩》과 UTF-8 항목을 보세요.

2 파이썬의 유니코드 지원

이제 유니코드의 기초를 배웠으므로 파이썬의 유니코드 기능을 살펴볼 수 있습니다.

2.1 문자열 형

파이썬 3.0부터는 언어의 str 형은 유니코드 문자를 포함하고, 이는 어떤 문자열이든 "unicode rocks!", 'unicode rocks!' 또는 삼중 따옴표로 묶인 문자열 문법을 사용한다면 유니코드로 저장됨을 뜻합니다.

파이썬 소스 코드의 기본 인코딩은 UTF-8이므로 문자열 리터럴에 유니코드 문자를 쉽게 포함할 수 있습니다:

```
try:
    with open('/tmp/input.txt', 'r') as f:
        ...
except OSError:
    # 'File not found' error message.
    print("Fichier non trouvé")
```

사이드 노트: 파이썬 3은 유니코드 문자를 식별자에서도 지원합니다:

```
répertoire = "/tmp/records.log"
with open(répertoire, "w") as f:
    f.write("test\n")
```

편집기에서 특정 문자를 입력 할수 없거나 어떤 이유에서 ASCII만으로 소스 코드를 작성하고자 한다면, 문자열 리터럴에 이스케이프 시퀀스를 사용할 수 있습니다. (시스템에 따라 다르지만, u 이스케이프 대신에 진짜 대문자 델타 글리프가 나타날 수 있습니다.)

```
>>> "\N{GREEK CAPITAL LETTER DELTA}" # Using the character name
'\u0394'
>>> "\u0394"                         # Using a 16-bit hex value
'\u0394'
>>> "\U00000394"                     # Using a 32-bit hex value
'\u0394'
```

추가로, 문자열을 bytes의 decode() 메서드를 사용하여 만들 수 있습니다. 이 메서드는 UTF-8과 같은 encoding 인자와 선택적으로 errors 인자를 받습니다.

errors 인자는 인코딩의 규칙에 따라 입력 문자열을 변환할 수 없는 경우의 응답을 지정합니다. 이 인자의 유효한 값은 'strict' (UnicodeDecodeError 예외 발생), 'replace' (U+FFFD, REPLACEMENT CHARACTER 사용), 'ignore' (유니코드 결과에서 문자를 그냥 생략), 또는 'backslashreplace' (\xNN 이스케이프 시퀀스를 삽입)입니다. 다음 예제는 그 차이점을 보여줍니다:

```
>>> b'\x80abc'.decode("utf-8", "strict")
Traceback (most recent call last):
...
UnicodeDecodeError: 'utf-8' codec can't decode byte 0x80 in position 0:
    invalid start byte
>>> b'\x80abc'.decode("utf-8", "replace")
'\ufffdabc'
>>> b'\x80abc'.decode("utf-8", "backslashreplace")
'\\x80abc'
>>> b'\x80abc'.decode("utf-8", "ignore")
'abc'
```

인코딩은 인코딩의 이름을 포함하는 문자열로 지정됩니다. 파이썬에는 대략 100개의 서로 다른 인코딩이 있습니다. 리스트는 `standard-encodings`에서 파이썬 라이브러리 레퍼런스를 보세요. 어떤 인코딩은 다양한 이름을 갖습니다; 예를 들어, 'latin-1', 'iso_8859_1' 그리고 '8859'는 전부 같은 인코딩의 동의어입니다.

한 문자 유니코드 문자열은 정수를 받고 해당 코드 포인트를 포함하는 길이 1인 유니코드 문자열을 반환하는 `chr()` 내장 함수로도 만들 수 있습니다. 반대 작업은 한 문자 유니코드 문자열을 받고 코드 포인트 값을 반환하는 `ord()` 내장 함수입니다:

```
>>> chr(57344)
'\ue000'
>>> ord('\ue000')
57344
```

2.2 바이트열로 변환

`bytes.decode()`의 반대 메서드는 요청된 *encoding*으로 인코딩된 유니코드 문자열의 `bytes`를 반환하는 `str.encode()`입니다.

errors 매개변수는 `decode()` 메서드의 매개변수와 같지만 가능한 핸들러를 조금 더 제공합니다. 'strict', 'ignore', 'replace' (이 경우 인코딩할 수 없는 문자 대신에 물음표를 삽입) 뿐만 아니라 'xmlcharrefreplace' (XML 문자 참조 삽입), 'backslashreplace' (`\uNNNN` 이스케이프 시퀀스 삽입) 그리고 'namereplace' (`\N{...}` 이스케이프 시퀀스 삽입)도 있습니다.

아래 예제에서 서로 다른 결과를 보여줍니다:

```
>>> u = chr(40960) + 'abcd' + chr(1972)
>>> u.encode('utf-8')
b'\xea\x80\x80abcd\xde\xb4'
>>> u.encode('ascii')
Traceback (most recent call last):
...
UnicodeEncodeError: 'ascii' codec can't encode character '\ua000' in
    position 0: ordinal not in range(128)
>>> u.encode('ascii', 'ignore')
b'abcd'
>>> u.encode('ascii', 'replace')
b'?abcd?'
>>> u.encode('ascii', 'xmlcharrefreplace')
b'&#40960;abcd&#1972;'
>>> u.encode('ascii', 'backslashreplace')
b'\\ua000abcd\\u07b4'
>>> u.encode('ascii', 'namereplace')
b'\\N{YI SYLLABLE IT}abcd\\u07b4'
```

사용 가능한 인코딩을 등록하고 접근할 수 있도록 하는 저수준 루틴은 codecs 모듈에서 찾을 수 있습니다. 새로운 인코딩을 구현하는 것도 codecs 모듈의 이해가 필요합니다. 하지만 이 모듈에 의해서 반환되는 인코딩과 디코딩 함수는 대체로 편만한 것보다는 저수준이며, 새로운 인코딩을 작성하는 것은 전문적인 작업이므로 HOWTO에서 이 모듈을 다루지는 않습니다.

2.3 파이썬 소스 코드에서 유니코드 리터럴

파이썬 소스 코드에서 특정한 유니코드 코드 포인트는 `\u` 이스케이프 시퀀스로 쓸 수 있으며, 코드 포인트를 의미하는 네 개의 16진수가 뒤따릅니다. `\U` 이스케이프 시퀀스와 비슷하지만 네 개가 아닌 여덟 개의 숫자여야 합니다:

```
>>> s = "a\xac\u1234\u20ac\U00008000"
... #      ^^^^ two-digit hex escape
... #      ^^^^^ four-digit Unicode escape
... #      ^^^^^^^^^ eight-digit Unicode escape
>>> [ord(c) for c in s]
[97, 172, 4660, 8364, 32768]
```

127보다 큰 코드 포인트에 대해 이스케이프 시퀀스를 사용하는 것은 양이 적을 때 괜찮지만, 프랑스어나 다른 악센트를 사용하는 언어로 작성된 프로그램 메시지 같이 악센트가 있는 문자를 사용할 경우 성가십니다. `chr()` 내장 함수를 이용하여 문자열을 조립할 수는 있지만 더 짜증납니다.

사용하는 언어의 자연스러운 인코딩으로 리터럴을 쓸 수 있어야 이상적입니다. 그래야 악센트가 있는 문자를 자연스럽게 표시하는 사용자가 가장 좋아하는 편집기로 파이썬 소스 코드를 편집할 수 있고, 실행시점에 올바른 문자를 가질 수 있습니다.

파이썬은 소스 코드를 UTF-8로 작성하는 것을 기본으로 지원하지만, 원하는 인코딩을 선언한다면 거의 모든 인코딩을 쓸 수 있습니다. 이는 소스 파일의 첫 번째 또는 두 번째 줄에 특별한 주석을 포함해 작동합니다:

```
#!/usr/bin/env python
# -*- coding: latin-1 -*-

u = 'abcdé'
print(ord(u[-1]))
```

이 문법은 파일에 지역적인 변수를 명시하는데 사용되는 이맥스 표기법에서 영감을 받았습니다. 이맥스는 수많은 서로 다른 변수를 지원하지만 파이썬은 오직 `<coding>` 만을 지원합니다. `-*-` 기호는 이맥스에게 주석이 특별함을 나타냅니다; 파이썬에게 아무 의미도 없지만 그저 관례를 따르는 것뿐입니다. 파이썬은 주석에서 `coding: name`이나 `coding=name`을 찾습니다.

이러한 주석을 포함하지 않는다면, 이미 언급한 것처럼 기본 인코딩으로 UTF-8이 사용됩니다. **PEP 263**에서 정보를 더 보시기 바랍니다.

2.4 유니코드 속성

유니코드 사양은 코드 포인트에 대한 정보 데이터베이스를 포함합니다. 각각 정의한 코드 포인트에 대해서, 정보는 문자의 이름, 카테고리, 적용 가능한 숫자 값(로마 숫자와 같은 숫자 개념을 나타내는 문자, 3분의 1이나 5분의 4와 같은 분수를 표현하는 문자 등)을 포함합니다. 양방향 텍스트에서 코드 포인트를 사용하는 방법과 같은 디스플레이 관련 속성도 있습니다.

아래의 프로그램은 몇몇 개의 문자에 대한 정보를 표시하고 특정한 문자의 숫자 값을 출력합니다:

```
import unicodedata

u = chr(233) + chr(0x0bf2) + chr(3972) + chr(6000) + chr(13231)
```

(다음 페이지에 계속)

```

for i, c in enumerate(u):
    print(i, '%04x' % ord(c), unicodedata.category(c), end=" ")
    print(unicodedata.name(c))

# Get numeric value of second character
print(unicodedata.numeric(u[1]))

```

실행했을 때 다음을 출력합니다:

```

0 00e9 Ll LATIN SMALL LETTER E WITH ACUTE
1 0bf2 No TAMIL NUMBER ONE THOUSAND
2 0f84 Mn TIBETAN MARK HALANTA
3 1770 Lo TAGBANWA LETTER SA
4 33af So SQUARE RAD OVER S SQUARED
1000.0

```

카테고리 코드는 문자의 유형을 설명하는 약어입니다. 이것들은 《Letter》, 《Number》, 《Punctuation》, 또는 《Symbol》과 같은 카테고리로 묶여 있고, 이는 하위 카테고리로 나누어 집니다. 위 결과물에서 코드를 가져와 보면, 'Ll'는 《Letter, lowercase》, 'No'는 《Number, other》, 'Mn'은 《Mark, nonspacing》, 그리고 'So'는 《Symbol, other》를 뜻합니다. 카테고리 코드 목록에 대해서는 유니코드 문자 데이터베이스 문서의 일반 카테고리값 섹션을 보세요.

2.5 문자열 비교

유니코드는 문자열 비교를 약간 복잡하게 만듭니다, 같은 문자 집합이 다른 코드 포인트 시퀀스로 표시될 수 있기 때문입니다. 예를 들어, ⟨ê⟩와 같은 문자는 단일 코드 포인트 U+00EA로 표시되거나, ⟨e⟩의 코드 포인트 다음에 ⟨COMBINING CIRCUMFLEX ACCENT⟩의 코드 포인트가 오는 U+0065 U+0302로 표시될 수 있습니다. 인쇄될 때 같은 출력을 생성하지만, 하나는 길이 1의 문자열이고 다른 하나는 길이 2입니다.

대소 문자를 구분하지 않는 비교를 위한 한 가지 도구는 문자열을 유니코드 표준에 설명된 알고리즘에 따라 대소 문자를 구분하지 않는 형식으로 변환하는 `casefold()` 문자열 메서드입니다. 이 알고리즘은 독일어 문자 ⟨ß⟩(코드 포인트 U+00DF)를 소문자 ⟨ss⟩ 쌍이 되도록 하는 것과 같이 문자를 특수하게 처리합니다.

```

>>> street = 'Gürzenichstraße'
>>> street.casefold()
'gürzenichstrasse'

```

두 번째 도구는 `unicodedata` 모듈의 `normalize()` 함수인데, 문자열을 여러 정규 형식 중 하나로 변환합니다. 여기서 뒤에 결합 문자가 오는 문자는 단일 문자로 바뀝니다. `normalize()`를 사용하면 두 문자열이 문자 결합을 다르게 사용할 때 같지 않다고 잘못 보고하지 않는 문자열 비교를 수행할 수 있습니다:

```

import unicodedata

def compare_strs(s1, s2):
    def NFD(s):
        return unicodedata.normalize('NFD', s)

    return NFD(s1) == NFD(s2)

single_char = 'ê'
multiple_chars = '\N{LATIN SMALL LETTER E}\N{COMBINING CIRCUMFLEX ACCENT}'
print('length of first string=', len(single_char))
print('length of second string=', len(multiple_chars))
print(compare_strs(single_char, multiple_chars))

```


실행했을 때 다음을 출력합니다:

```
$ python3 compare-strings.py
length of first string= 1
length of second string= 2
True
```

`normalize()` 함수의 첫 번째 인자는 원하는 정규화 형식을 제공하는 문자열입니다. <NFC>, <NFKC>, <NFD> 및 <NFKD> 중 하나일 수 있습니다.

유니코드 표준은 또한 대소 문자를 구별하지 않고 비교하지 않는 방법을 지정합니다:

```
import unicodedata

def compare_caseless(s1, s2):
    def NFD(s):
        return unicodedata.normalize('NFD', s)

    return NFD(NFD(s1).casefold()) == NFD(NFD(s2).casefold())

# Example usage
single_char = 'ê'
multiple_chars = '\N{LATIN CAPITAL LETTER E}\N{COMBINING CIRCUMFLEX ACCENT}'

print(compare_caseless(single_char, multiple_chars))
```

이것은 True를 인쇄합니다. (왜 `NFD()` 가 두 번 호출될까요? `casefold()` 가 정규화되지 않은 문자열을 반환하도록 하는 문자가 몇 개 있기 때문입니다, 그래서 결과를 다시 정규화해야 합니다. 토론과 예제는 유니코드 표준의 3.13 절을 참조하십시오.)

2.6 유니코드 정규식

`re` 모듈이 지원하는 정규식은 바이트열 또는 문자열로 제공됩니다. `\d`와 `\w` 같은 특별한 문자 시퀀스 몇몇은 패턴이 바이트열 또는 문자열에 의해 지원되는지 여부에 따라 다른 의미가 있습니다. 예를 들어, 바이트열에서 `\d`는 `[0-9]`와 일치하지만, 문자열에서는 `'Nd'` 카테고리에 속하는 아무 문자와 일치합니다.

이 예제의 문자열은 태국과 아라비아 숫자로 쓰인 숫자 57을 갖고 있습니다:

```
import re
p = re.compile(r'\d+')

s = "Over \u0e55\u0e57 57 flavours"
m = p.search(s)
print(repr(m.group()))
```

실행했을 때, `\d+`은 태국 숫자와 일치하고 출력합니다. `re.ASCII` 플래그를 `compile()`에 제공했을 경우, `\d+`은 부분 문자열 `《57》`을 대신 일치시킵니다.

비슷하게, `\w`는 매우 다양한 유니코드와 일치하지만, 바이트열이거나 `re.ASCII`가 제공되면 오직 `[a-zA-Z0-9_]`과 일치하고, `\s`는 유니코드 공백 문자나 `[\t\n\r\f\v]`와 일치합니다.

2.7 참조

파이썬 유니코드 지원에 대한 몇 개의 좋은 대안 토론은 다음과 같습니다:

- Nick Coghlan의 [파이썬 3의 텍스트 파일 처리](#).
- Ned Batchelder가 PyCon 2012에서 발표한 [실용 유니코드](#).

`str` 타입은 파이썬 라이브러리 레퍼런스 `textseq`에 설명되어 있습니다.

`unicodedata` 모듈에 대한 문서입니다.

`codecs` 모듈에 대한 문서입니다.

Marc-André Lemburg는 EuroPython 2002에서 발표한 《파이썬과 유니코드》라는 제목의 프레젠테이션 (PDF 슬라이드)을 주었습니다. 이 슬라이드는 파이썬 2의 유니코드 기능(유니코드 문자열 타입을 `unicode`라 부르고 리터럴 `u`로 시작하는) 디자인에 대한 훌륭한 개요서입니다.

3 유니코드 데이터 읽고 쓰기

유니코드 데이터로 동작하는 코드를 작성했다면, 다음은 입출력이 문제입니다. 프로그램에 유니코드 문자열을 어떻게 집어넣을 것인가, 그리고 유니코드를 어떻게 저장 또는 전송에 적합한 형식으로 유니코드를 전환할 것인가?

입력 소스 및 출력 대상에 따라 아무것도 할 필요 없을 수도 있습니다; 응용 프로그램에서 사용되는 라이브러리가 유니코드를 기본 지원하는지 확인해야 합니다. 예를 들어, XML 파서는 종종 유니코드 데이터를 반환합니다. 많은 관계형 데이터베이스 역시 유니코드 값 칼럼을 지원하고, SQL 질의로부터 유니코드 값을 반환받을 수 있습니다.

유니코드 데이터는 디스크에 쓰이거나 소켓에 전달되기 전에 보통 특정 인코딩으로 변경됩니다. 다음의 모든 작업을 직접 할 수 있습니다: 파일 열기, 8-bit 바이트열 객체 읽기, 그리고 `bytes.decode(encoding)` 로 바이트열 전환하기. 하지만 이러한 수동 접근은 권장하지 않습니다.

한 가지 문제는 인코딩의 멀티 바이트 특성입니다; 하나의 유니코드 문자는 여러 바이트로 표현됩니다. 임의의 크기의 청크로 파일을 읽으려면 (1024 또는 4096 바이트라 할 때), 단일 유니코드 문자를 인코딩하는 바이트 일부만 청크 끝에 읽는 경우를 잡기 위해 예러 처리 코드를 작성해야 합니다. 한 가지 해결책은 파일 전체를 메모리에 읽고 디코딩을 수행하는 것이지만, 극도로 큰 파일로 작업하는 것을 방해합니다; 2기가바이트 파일을 읽어야 한다면, 2기가바이트 메모리가 필요합니다. (인코딩된 문자열과 유니코드 버전을 잠깐 메모리에 가지고 있어야 하므로 실제로는 더 필요합니다.)

부분 코딩 시퀀스의 경우를 잡기 위해 저수준 디코딩 인터페이스를 사용하는 것이 해결방법입니다. 이를 구현하는 작업은 이미 수행되었습니다: 내장 `open()` 함수는 파일 내용물이 지정된 인코딩이라고 가정하고, `read()` 또는 `write()` 와 같은 메서드에서 유니코드 매개변수를 받아들이는 파일 객체를 반환할 수 있습니다. 이는 `str.encode()` 와 `bytes.decode()` 에서처럼 해석되는 `open()` 의 `encoding` 과 `errors` 매개변수를 통해 작동합니다.

그러므로 파일에서 유니코드를 읽는 것은 간단합니다:

```
with open('unicode.txt', encoding='utf-8') as f:
    for line in f:
        print(repr(line))
```

업데이트 모드로 파일을 열어 읽기 또는 쓰기를 할 수도 있습니다:

```
with open('test', encoding='utf-8', mode='w+') as f:
    f.write('\u4500 blah blah blah\n')
    f.seek(0)
    print(repr(f.readline()[1:]))
```

유니코드 문자 U+FEFF는 바이트 순서 표시(BOM)로 사용되고, 파일의 바이트 순서를 자동감지하기 위해 파일의 맨 처음 문자로 쓰이기도 합니다. UTF-16과 같은 일부 인코딩에서는 파일 시작 부분에 BOM이 있어야 합니다; 이러한 인코딩이 쓰일 때, BOM이 자동으로 첫 번째 문자로 작성되고 파일을 읽을 때 조용히 없어집니다. 리틀 엔디안과 빅 엔디안을 위해 특정 바이트 순서를 지정하고 BOM을 생략하지 않는 <utf-16-le>와 <utf-16-be> 같은 인코딩의 변종들이 있습니다.

일부 영역에서는 UTF-8로 인코딩된 파일의 시작 부분에 <BOM>을 사용하는 것이 관례이기도 합니다; UTF-8은 바이트 순서에 의존하지 않으므로 이 이름은 오해의 소지가 있습니다. 이 표시는 이 파일이 UTF-8로 인코딩했음을 단순히 알립니다. 그런 파일을 읽으려면 자동으로 이 표시를 건너뛰기 위해 <utf-8-sig> 코덱을 사용하세요.

3.1 유니코드 파일 이름

오늘날 자주 쓰이는 대부분의 운영체제는 임의의 유니코드 문자를 갖는 파일 이름을 지원합니다. 이는 보통 유니코드 문자열을 시스템에 의존적인 인코딩으로 변환하여 구현합니다. 오늘날의 파이썬은 UTF-8을 사용하는 것으로 수렴하고 있습니다: 맥 OS X의 파이썬은 여러 버전에서 UTF-8을 사용했으며, 파이썬 3.6은 윈도우에서도 UTF-8을 사용하도록 전환했습니다. 유닉스 시스템에서 LANG 또는 LC_CTYPE 환경변수를 설정했다면, 파일 시스템 인코딩만을 사용합니다; 그렇지 않은 경우, 기본 인코딩은 다시 UTF-8입니다.

인코딩을 수동으로 하고 싶을 때를 대비하여 sys.getfilesystemencoding() 함수는 현재 사용하고 있는 시스템의 인코딩을 반환하지만, 귀찮게 그럴 이유는 없습니다. 읽기 또는 쓰기를 위해 파일을 열 때, 보통 파일 이름으로 유니코드 문자열을 제공하기만 하면 되고, 자동으로 올바른 인코딩으로 변환됩니다:

```
filename = 'filename\u4500abc'
with open(filename, 'w') as f:
    f.write('blah\n')
```

os 모듈 안의 os.stat()과 같은 함수 역시 유니코드 파일 이름을 수용합니다.

os.listdir() 함수는 파일 이름을 반환하는데, 문제를 일으킵니다: 이 함수가 파일 이름의 유니코드 버전을 반환해야 할까요? 아니면 인코딩 버전을 포함한 바이트열을 반환해야 할까요? os.listdir()은 디렉터리 경로를 바이트열이나 유니코드 문자열로 제공했는지에 따라 둘 모두를 수행할 수 있습니다. 경로를 유니코드 문자열로 넘겨주었을 때 파일 이름은 파일 시스템의 인코딩으로 디코딩되고 유니코드 문자열의 목록이 반환되는 반면, 바이트를 넘겨주었을 때 파일 이름을 바이트열로 반환합니다. 예를 들어, 기본 파일 시스템 인코딩이 UTF-8이라 가정할 때, 다음의 프로그램을 실행할 시:

```
fn = 'filename\u4500abc'
f = open(fn, 'w')
f.close()

import os
print(os.listdir(b'.'))
print(os.listdir('.'))
```

아래의 출력을 만들 것입니다:

```
$ python listdir-test.py
[b'filename\xe4\x94\x80abc', ...]
['filename\u4500abc', ...]
```

첫 번째 리스트는 UTF-8로 인코딩된 파일 이름을 갖고, 두 번째 리스트는 유니코드 버전을 갖습니다.

대부분의 경우, 이러한 API로 유니코드만 사용할 수 있음에 유의하십시오. 바이트열 API는 디코딩할 수 없는 파일 이름이 존재하는 시스템에서만 사용해야 합니다; 지금은 유닉스 시스템에 불과합니다.

3.2 유니코드 인식 프로그램 작성 팁

이 섹션은 유니코드를 다루는 소프트웨어를 작성할 때의 몇 가지 제안을 제공합니다.

가장 중요한 팁은:

소프트웨어는 가능한 한 빨리 입력 데이터를 디코딩하고 마지막에만 출력을 인코딩하여 내부적으로는 유니코드 문자열에서만 작동하는 것이 좋습니다.

유니코드와 바이트 문자열을 수용하는 처리 함수를 작성하려고 시도한다면, 두 가지 다른 종류의 문자열을 결합할 때마다 프로그램이 버그에 취약하다는 것을 알 수 있습니다. 자동 인코딩이나 디코딩은 없습니다: `str + bytes`을 수행한다면 `TypeError`가 발생합니다.

웹 브라우저나 다른 신뢰할 수 없는 소스로부터 온 데이터를 사용할 때, 일반적인 기법은 생성된 명령행에서 문자열을 사용하거나 데이터베이스에 저장하기 전에 문자열에서 잘못된 문자를 검사하는 것입니다. 이렇게 하고 있다면, 인코딩된 바이트열 데이터가 아닌 디코딩된 문자열을 검사하도록 조심하기 바랍니다; 어떤 인코딩은 일대일 대응되지 않거나 ASCII와 완전히 호환되지 않는 흥미로운 속성을 가지고 있습니다. 입력 데이터가 인코딩을 지정하는 경우 특히 그러한데, 공격자가 인코딩한 바이트 스트림 안에 악의적인 텍스트를 숨기는 방법을 택할 수 있기 때문입니다.

파일 인코딩끼리 변환

`StreamRecoder` 클래스는 인코딩 #1으로 데이터를 반환하는 스트림을 받아서 인코딩 #2로 데이터를 반환하는 스트림처럼 동작하여 인코딩 간에 투명하게 변환할 수 있습니다.

예를 들어, Latin-1을 사용하는 `f` 입력 파일을 가지고 있다면, 이를 UTF-8로 인코딩한 바이트열을 반환하기 위해 `StreamRecoder`로 감쌀 수 있습니다:

```
new_f = codecs.StreamRecoder(f,
    # en/decoder: used by read() to encode its results and
    # by write() to decode its input.
    codecs.getencoder('utf-8'), codecs.getdecoder('utf-8'),

    # reader/writer: used to read and write to the stream.
    codecs.getreader('latin-1'), codecs.getwriter('latin-1') )
```

알 수 없는 인코딩의 파일

파일을 변경해야 하지만 파일의 인코딩을 모를 때 할 수 있는 일은 무엇일까요? 인코딩이 ASCII 호환이라는 것을 알고 있고 ASCII 일부분을 검토 또는 수정만 하고자 한다면, `surrogateescape` 에러 핸들러와 함께 파일을 열 수 있습니다:

```
with open(fname, 'r', encoding="ascii", errors="surrogateescape") as f:
    data = f.read()

# make changes to the string 'data'

with open(fname + '.new', 'w',
    encoding="ascii", errors="surrogateescape") as f:
    f.write(data)
```

`surrogateescape` 에러 핸들러는 비 ASCII 바이트들을 U+DC80부터 U+DCFF까지의 특수한 범위에 있는 코드 포인트로 디코딩합니다. 이러한 코드 포인트는 `surrogateescape` 에러 핸들러가 데이터를 인코딩하고 다시 쓰는 경우에 사용될 때 같은 바이트열로 다시 되돌려집니다.

3.3 참조

David Beazley가 PyCon 2010에서 발표한 파이썬3 입출력 마스터하기의 한 섹션은 텍스트 처리와 바이너리 데이터 처리에 대해 논의합니다.

Marc-André Lemburg의 프레젠테이션 PDF 슬라이드 《파이썬에서 유니코드 인식 프로그램 작성》은 문자 인코딩에 관한 질문은 물론 응용 프로그램을 국제화하고 지역화하는 방법에 관해 설명합니다. 이 슬라이드는 파이썬 2.x만을 다룹니다.

PyCon 2013에서 Benjamin Peterson이 발표한 파이썬에서 유니코드의 내부은 파이썬 3.3에서 내부 유니코드 표현에 대해 논의합니다.

4 감사 인사

이 문서의 초안은 Andrew Kuchling이 썼습니다. 이후 Alexander Belopolsky, Georg Brandl, Andrew Kuchling, 그리고 Ezio Melotti에 의해 개정되었습니다.

이 문서에 오류를 알려주거나 제안을 해주신 아래의 사람들에게 감사를 전합니다: Éric Araujo, Nicholas Bastin, Nick Coghlan, Marius Gedminas, Kent Johnson, Ken Krugler, Marc-André Lemburg, Martin von Löwis, Terry J. Reedy, Serhiy Storchaka, Eryk Sun, Chad Whitacre, Graham Wideman.

색인

Y

파이썬 향상 제안

PEP 263, 6