재귀 함수

주요 내용

- 재귀 개념
- 재귀 함수

재귀 함수

- 재귀recursion: 주어진 문제를 해결하기 위해 보다 간단한 문제들로 쪼개어 해결하는 과정을 반복하는 기법
- 분할 정복 기법으로 풀릴 수 있는 문제가 재귀를 활용하여 쉽게 해결될 수 있음
- **재귀 함수**recursive function: 재귀를 이용하여 정의된 함수

예제: 리스트 항목들의 합

- 항목들의 누적합을 0으로 지정하고 시작
- 각 항목을 확인할 때마다 누적합 계산

In [1]:
```
def sum(num_list):
    # 누적 합 저장
    the_sum = 0

    # 모든 항목을 누적합에 더하기
    for item in num_list:
        the_sum = the_sum + item

    return the_sum
```

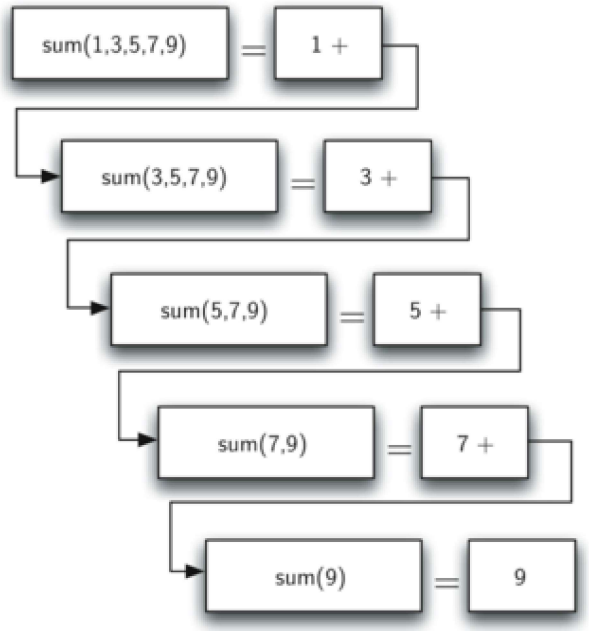
In [2]:
```
print(sum([1, 3, 5, 7, 9]))
```

`the_sum` 변수가 업데이트 되는 과정:

$$(((1+3)+5)+7)+9$$

재귀 기법 적용: `the_sum`의 값이 업데이트 되는 과정

$$1 + (3 + (5 + (7 + 9)))$$



리스트의 머리와 꼬리 활용

```
sum(num_list) = num_list[0] + sum(num_list[1:])
```

머리와 꼬리 개념을 이용하여 재귀를 설명하면 다음과 같다.

- **머리**(head): 리스트의 0번 인덱스 값, 즉 `num_list[0]`
- **꼬리**(tail): 0번 인덱스를 제외한 나머지, 즉 `num_list[1:]`

1. 먼저 꼬리에 재귀를 적용한다.
2. 꼬리에 대한 재귀가 특정 값을 반환할 때까지 기다린 다음 머리와 합한다.

In [3]:
```
def sum(num_list):
    if len(num_list) == 1:  # 항목이 1개 일때
        return num_list[0]
    else:                   # 항목이 2개 이상일 때: 머리와 꼬리 재귀 결과의 합
        return num_list[0] + sum(num_list[1:])
```

In [4]:
```
print(sum([1, 3, 5, 7, 9]))
```

```
25
```

재귀 호출

- **재귀 호출**recursive call: 함수가 실행될 때 함수 자신을 호출하는 것
- **재귀 알고리즘**recursive algorithml: 재귀 호출을 이용하여 구현된 알고리즘

재귀 알고리즘의 특징

1) 재귀 호출이 반드시 발생해야 한다.

2) **종료조건**base case이 존재해야 한다.

- `sum()` 함수의 경우 `len(num_list) == 1`이 종료조건을 다룬다.
- 종료조건이 없는 재귀 알고리즘은 실행이 종료되지 않을 수 있다.

3) 재귀 호출에 사용되는 입력값의 크기가 줄어들어야 하며, 결국에는 종료조건을 만족하는 상태에 다달해야 한다.

- `sum()` 함수의 경우 `sum(num_list[1:])`에 사용된 리스트 `num_list[1:]`의 크기는 `num_list` 보다 1 작다.

예제 1: 종료 조건이 없는 경우

종료조건이 없는 재귀 호출은 실행이 종료되지 않을 수 있다.

```
def f(x):
    return f(x-1) + 1
```

예제 2: 종료조건에 다달하는지 여부를 알 수 없는 경우

아래 `collatz(n)` 함수는 임의의 양의 정수 `n`에 대해 짝수면 2로 나누고, 홀수면 세 배 더하기 1을 반복적으로 실행하여 언젠가 1이 나오면 멈춘다.

In [5]:
```
def collatz(n):
    if n == 1:
        print(n)
    elif n % 2 == 0:
        print(n, end=', ')
        collatz(n//2)
    else:
        print(n, end=', ')
        collatz(3*n + 1)
```

In [6]:
```
collatz(7)
```

```
7, 22, 11, 34, 17, 52, 26, 13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1
```

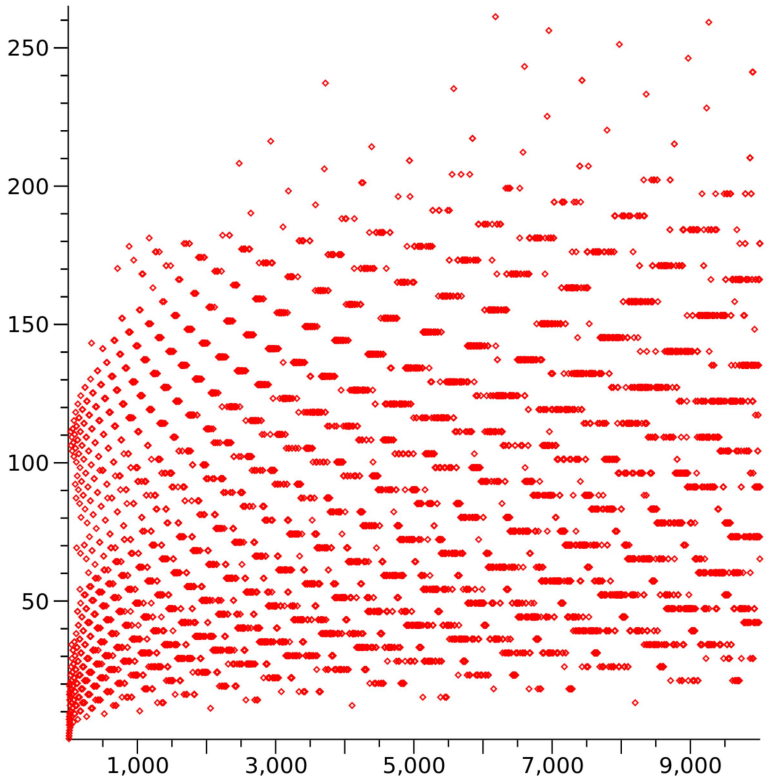
In [7]:
```
collatz(101)
```

```
101, 304, 152, 76, 38, 19, 58, 29, 88, 44, 22, 11, 34, 17, 52, 26, 13, 4
0, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1
```

In [8]:
```
collatz(1024)
```

```
1024, 512, 256, 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1
```

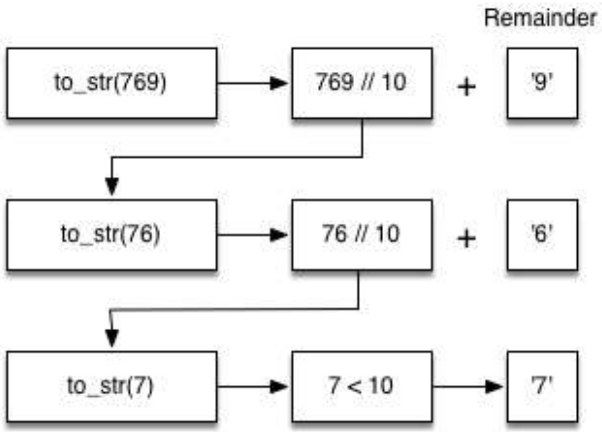
콜라츠 함수 재귀 호출 횟수



재귀 함수 예제

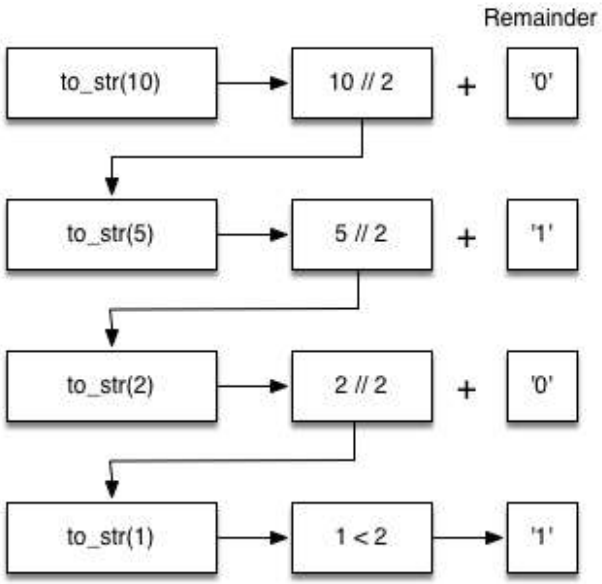
십진법 변환

769를 십진법으로 표현하려면 아래 그림에서처럼 10으로 나눈 몫과 나머지를 확인하는 작업을 반복한다.



이진법 변환

이진법으로 변환하는 과정도 동일하다. 아래 그림은 10을 이진법으로 변환하는 과정을 보여준다.



진법 변환 함수: to_str()

In [9]:
```
def to_str(n, base):
    convert_string = "0123456789ABCDEF"    # 종료조건에 사용될 자료

    if n < base:                           # 종료조건
        return convert_string[n]
    else:                                  # 재귀
        return to_str(n // base, base) + convert_string[n % base]
```

In [10]:
```
print(to_str(46685, 2))
```

```
1011011001011101
```

In [11]:
```
print(to_str(46685, 16))
```

```
B65D
```

문자열 뒤집기

In [12]:
```
def reverse(s):
    if len(s) == 0:
        return s
    else:
        return reverse(s[1:]) + s[0]
```

In [13]:
```
print(reverse("hello"))
print(reverse("l"))
print(reverse("follow"))
```

```
olleh
l
wollof
```

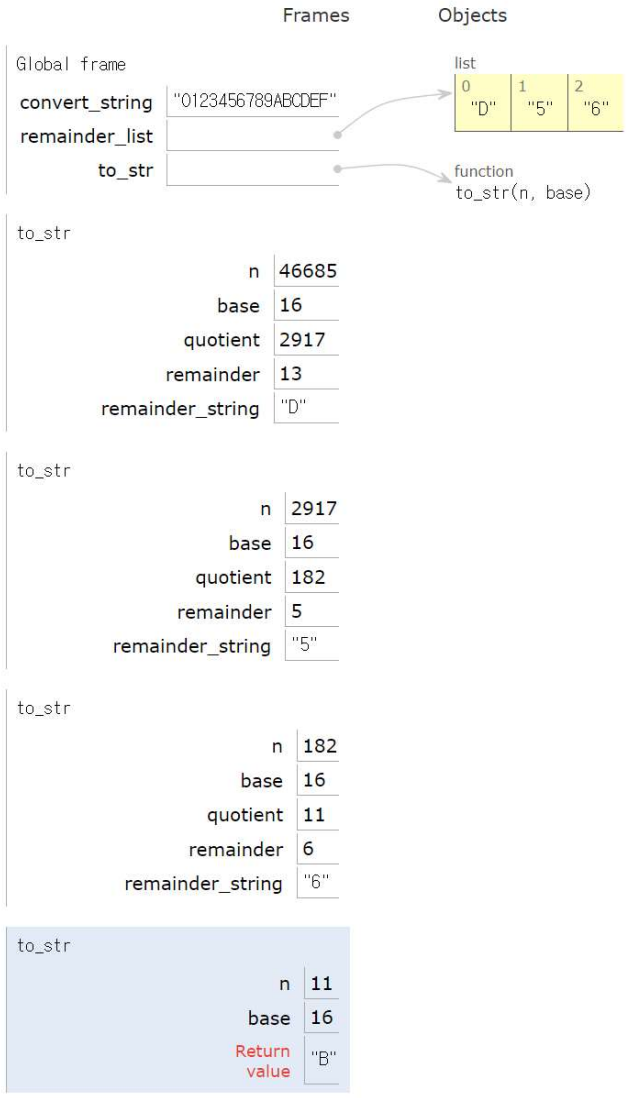
콜 스택

- 파이썬의 경우 재귀 함수가 실행되면 재귀 호출이 발생할 때마다 함수 호출의 실행을 관리하는 **프레임**frame 생성
- 생성되는 프레임은 스택으로 관리되며, 이를 **콜 스택**call stack이라 부름.
- 참고: PythonTutor: 콜 스택

In [14]:

```
convert_string = "0123456789ABCDEF"                                    # 진법 표현에 사용될
remainder_list = []                                                    # 나머지 기호 저장용

def to_str(n, base):
    if n < base:                                                       # 종료조건
        return convert_string[n]
    else:
        quotient = n // base                                           # 몫
        remainder = n % base                                           # 나머지
        remainder_string = convert_string[remainder]
        remainder_list.append(remainder_string)                        # 나머지 기호 저장
        return to_str(quotient, base) + remainder_list.pop()  # 몫에 대한 재귀 호
```


Frames
Objects
Global frame
convert_string
"0123456789ABCDEF"
remainder_list
to_str
list
0
"D"
1
"5"
2
"6"
function
to_str(n, base)
to_str
n
46685
base
16
quotient
2917
remainder
13
remainder_string
"D"
to_str
n
2917
base
16
quotient
182
remainder
5
remainder_string
"5"
to_str
n
182
base
16
quotient
11
remainder
6
remainder_string
"6"
to_str
n
11
base
16
Return value
"B"