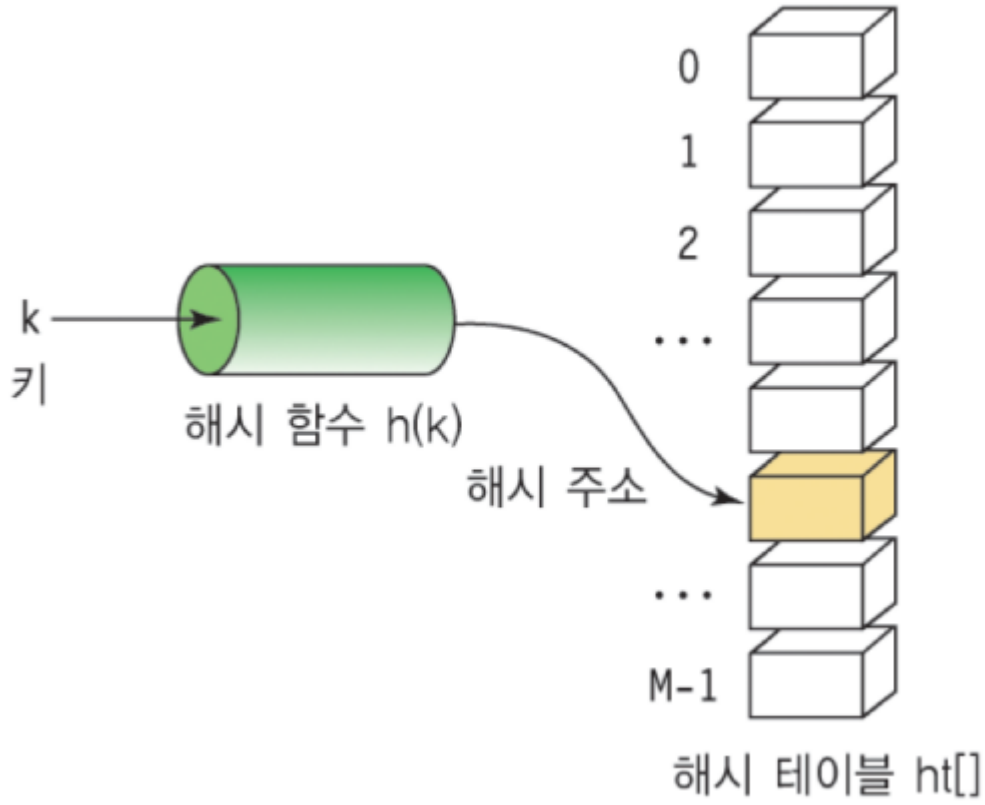
해쉬 테이블(Hash Table)

1. 해쉬 구조

- Hash Table : 키(key)에 데이터(Value)를 저장하는 데이터 구조
  - Key를 통해 바로 데이터를 받아올 수 있으므로, 속도가 획기적으로 빨라짐
  - 파이썬 딕셔너리(Dictionaty)타입이 해쉬 테이블의 예 : Key를 가지고 바로 데이터(Value)를 꺼냄
  - 보통 배열로 미리 Hash Table사이즈만큼 생성 후에 사용(공간과 탐색 시간을 맞바꾸는 기법)
  - 단, 파이썬에서는 해쉬를 별도 구현할 이유가 없음 - 딕셔너리 타입을 사용하면 됨

2. 알아둘 용어

- 해쉬(Hash) : 임의 값을 고정 길이로 변환하는 것
- 해쉬 테이블(Hash Table) : 키 값의 연산에 의해 직접 접근이 가능한 데이터 구조
- 해싱 함수(Hashing Function) : key에 대해 산술 연산을 이용해 데이터 위치를 찾을 수 있는 함수
- 해쉬 값(Hash Value)또는 해쉬 주소(Hash Address) : Key를 해싱 함수로 연산해서, 해쉬 값을 알아내고, 이를 기반으로 해쉬 테이블에서 해당 key에 대한 데이터 위치를 일관성 있게 찾을 수 있음
- 슬롯(Slot) : 한 개의 데이터를 저장할 수 있는 공간
- 저장할 데이터에 대해 Key를 추출할 수 있는 별도 함수도 존재할 수 있음



3. 간단한 해쉬 예

3.1 hash table 만들기

```
hash_table =  list([i for i in range(10)])
print(hash_table)
>>[0,1,2,3,4,5,6,7,8,9]
```

3.2 이번엔 초간단 해쉬 함수를 만들어 보자!

- 다양한 해쉬 함수 고안 기법이 있으며, 가장 간단한 방식이 **Division법**(나누기를 통한 나머지 값을 사용하는 기법)

```
def hash_func(key):
  return key%5
```

3.3 해쉬 테이블에 저장해보자!

- 데이터에 따라 필요시 key생성 방법 정의가 필요함

```
data1 = 'Andy'
data2 = 'Dave'
data3 = 'Trunp'
data4 = 'Anthor'
##ord() : 문자의 ASCII(아스키)코드 리턴
print (ord(data1[0]), ord(data2[0]), ord(data3[0]))
print (ord(data1[0]), hash_func(ord(data1[0])))
print (ord(data1[0]), ord(data4[0]))
>>65 68 84
  65 0
  65 65
```

3.3.2 해쉬 테이블에 값 저장 예

- data : value와 같이 data와 value를 넣으면, 해당 data에 대한 key를 찾아서, 해당 key에 대응하는 해쉬주소에 value를 저장하는 예

>> data=(key,value)

3.4 해쉬 테이블에서 특정 주소의 데이터를 가져오는 함수도 만들어보자!

```
def storage_data(data,value):
  key = ord(data[0])
  hash_address = hash_func(key)
  hash_table[hash_address] = value
```

```
storage_data('Andy', '01055553333')
storage_data('Dave', '01044443333')
storage_data('Trump', '01022223333')
```

3.5 실제 데이터를 저장하고, 읽어보자!

```
def get_data(data):
  key = ord(data[0])
  hash_address = hash_func(key)
  return hash_table[hash_address]
```

```
get_data('Andy')
>>'01055553333'
```

4. 자료 구조 해쉬 테이블의 장단점과 주요 용도

- 장점
  - 데이터 저장/읽기 속도가 빠르다.(검색 속도가 빠르다.)
  - 해쉬는 키에 대한 데이터가 있는지(중복)확인이 쉬움
- 단점
  - 일반적으로 저장공간이 좀 더 많이 필요하다.
  - **여러 키에 해당하는 주소가 동일할 경우 충돌을 해결하기 위한 별도 자료구조가 필요함**
- 주요 용도
  - 검색이 많이 필요한 경우
  - 저장, 삭제, 읽기가 빈번한 경우
  - 캐쉬 구현시(중복 확인이 쉽기 때문)

5. 프로그래밍 연습

연습 1 : 리스트 변수를 활용해서 해쉬 테이블 구현해보기

1. 해쉬 키 생성 : hash(data)
2. 해쉬 함수 : key % 8

```
hash_table=list([0 for i in range(8)])

def get_key(data):
  return hash(data)

def hash_function(key):
  return key%8

def save_data(data,value):
  hash_address = hash_function(get_key(data))
  hash_table[hash_address] = value
def read_data(data):
  hash_address=hash_function(get_key(data))
  return hash_table[hash_address]
```

```
save_data('Dave','0102030200')
save_data('Andy','01033232200')
read_data('Dave')
>>'0102030200'
```

```
print(hash_table)
>>[0, 0, 0, '01033232200', 0, 0, 0, '0102030200']
```

6. 충돌(Collision) 해결 알고리즘(좋은 해쉬 함수 사용하기)

- 해쉬 테이블의 가장 큰 문제점은 충돌(Collision)의 경우이다. 이 문제를 충돌(Collision) 또는 해쉬 충돌(Hash Collision)이라고 부른다.

6.1 Chaining기법

- **개방 해싱 또는 Open Hashing**기법 중 하나 : 해쉬 테이블 저장 공간 외의 공간을 활용하는 기법
- 충돌이 일어나면, **링크드 리스트**라는 자료구조를 사용해서, 링크드 리스트로 데이터를 추가로 뒤에 연결시켜서 저장하는 기법

연습 2 : 연습1의 해쉬 테이블 코드에 Chaning기법으로 충돌 해결 코드를 추가해보기

1. 해쉬 함수 : key%8
2. 해쉬 키 생성 : hash(data)

```
hash_table = list([0 for i in range(8)])

def get_key(data):
  return hash(data)
def hash_function(key):
  return key % 8
def save_data(data,value):
  index_key = get_key(data)
  hash_address = hash_function(inedex_key)
  if hash_table[hash_address]!=0:
    for i in range(len(hash_table[hash_address])):
      if hash_table[hash_address][i][0] == index_key:
        hash_table[hash_address][i][1] = value
        return
```

```
    hash_table[hash_address].append([index_key,value])
  else:
    hash_table[hash_address] = [[index_key,value]]

def read_data(data):
  index_key = get_key(data)
  hash_address = hash_function(data)

  if hash_table[hash_address]!=0:
    for index in range(len(hash_table[hash_address])):
      if hash_table[hash_address][index][0] == index_key:
        return hash_table[hash_address][index][1]
    return None
  else:
    return None
```

```
print (hash('Dave') % 8)
print (hash('Dd') % 8)
print (hash('Data') % 8)
>>7
4
2
```

```
save_data('Dd', '1201023010')
save_data('Data', '3301023010')
read_data('Dd')
>>'1201023010'
```

```
hash_table
>>[0,
 0,
 [[7362909385362810034, '3301023010']],
 0,
 [[3528044216198156828, '1201023010']],
 0,
 0,
 0]
```

6.2 Linear Probing 기법

- 폐쇠 해싱 또는 Close Hashing기법 중 하나 : 해쉬 테이블 저장공간 안에서 충돌 문제를 해결하는 기법

- 충돌이 일어나면, 해당 hash address의 다음 address부터 맨 처음 나오는 빈공간에 저장하는 기법
    - 저장공간 활용도를 높이기 위한 기법

연습 3 : 연습1의 해쉬 데이블 코드에 Linear Probing 기법으로 충돌 해결 코드를 추가해 보기

1. 해쉬 함수 : key % 8
2. 해쉬 키 생성 : hash(data)

```
hash_table = list([0 for i in range(8)])

def get_key(data):
  return hash(data)

def hash_function(key):
  return key % 8

def save_data(data,value):
  index_key = get_key(data)
  hash_address = hash_function(index_key)
  if hash_table[hash_address]!=0:
    for index in range(hash_address,len(hash_table)):
      if hash_table[index]==0:#비어있으면
        hash_table[index]=[index_key,value]#넣기
        return#종료
      elif hash_table[index][0]==index_key:#비어있지않은데 저장하고자 하는 key가 같으면
        hash_table[index][1] = value
        return
  else:#비어있으면
    hash_table[hash_address] = [index_key,value]

def read_data(data):
  index_key = get_key(data)
  hash_address = hash_function(index_key)

  if hash_table[hash_address]!=0:
    for index in range(hash_address,len(hash_table)):
      if hash_table[index]==0:
        return None
      elif hash_table[index][0]==index_key:
        return hash_table[index][1]
  else:
    return None
```

```
print (hash('dk') % 8)
print (hash('da') % 8)
print (hash('dc') % 8)
```

```
>>
4
4
4
```

```
save_data('dk', '01200123123')
save_data('da', '3333333333')
read_data('dc')
```

6.3 빈번한 충돌을 개선하는 기법

- 해쉬 함수를 재정의 및 해쉬 테이블 저장공간을 확대

참고 : 해쉬 함수와 키 생성 함수

- 파이썬의 hash()함수는 실행할 때마다, 값이 달라질 수 잇음
- 유명한 해쉬 함수들이 있음 : SHA(Secure Hash Algorithm, 안전한 해쉬 알고리즘)
    - 어떤 데이터도 유일한 고정된 크기의 고정값을 리턴해주므로, 해쉬 함수로 유용하게 활용 가능

SHA-1

```
import hashlib

data = 'test'.encode()
hash_object = hashlib.sha1()
hash_object.update(data)
hex_dig = hash_object.hexdigest()
print(hex_dig)
>>a94a8fe5ccb19ba61c4c0873d391e987982fbbd3
```

SHA-256

```
import hashlib

data = 'test'.encode()
hash_object = hashlib.sha256()
hash_object.update(data)
hex_dig = hash_object.hexdigest()
```

```
print (hex_dig)#string임
>>9f86d081884c7d659a2feaa0c55ad015a3bf4f1b2b0b822cd15d6c15b0f00a08
```

```
import hashlib

hash_table = list([0 for i in range(8)])

def get_key(data):
        hash_object = hashlib.sha256()
        hash_object.update(data.encode())
        hex_dig = hash_object.hexdigest()
        return int(hex_dig,16)#16진수 문자열을 int로 변환

def hash_function(key):
    return key % 8

def save_data(data, value):
    index_key = get_key(data)
    hash_address = hash_function(index_key)
    if hash_table[hash_address] != 0:
        for index in range(hash_address, len(hash_table)):
            if hash_table[index] == 0:
                hash_table[index] = [index_key, value]
                return
            elif hash_table[index][0] == index_key:
                hash_table[index][1] = value
                return
    else:
        hash_table[hash_address] = [index_key, value]

def read_data(data):
    index_key = get_key(data)
    hash_address = hash_function(index_key)

    if hash_table[hash_address] != 0:
        for index in range(hash_address, len(hash_table)):
            if hash_table[index] == 0:
                return None
            elif hash_table[index][0] == index_key:
                return hash_table[index][1]
    else:
        return None
```

```
print (get_key('db')%8)
print (get_key('da') % 8)
print (get_key('dh') % 8)
>>
1
2
2
```

```
save_data('da', '01200123123')
save_data('dh', '3333333333')
read_data('dh')
>>'3333333333'
```

7. 시간 복잡도

- 일반적인 경우(Collision이 없는 경우)는 O(1)
- 최악의 경우 (Collision이 모두 발생하는 경우)는 O(n)

해쉬 테이블의 경우, 일반적인 경우를 기대하고 만들기 때문에, 시간 복잡도는 O(1)이라고 말할 수 있음

검색에서 해쉬 테이블의 사용 예

- 16개의 배열에 데이터를 저장하고, 검색할 때 O(n)
- 16개의 데이터 저장공간을 가진 위의 해쉬 테이블에 데이터를 저장하고, 검색할 때 O(1)