# 알고리즘이란?

> 문제를 해결하려고 하는데, 어떻게 해결하면 좋을까를 고민
> 그래서 그 해결과정을 단계적으로, step by step으로 진행하는 방법을 안내.
>
> 직관적으로 설명하면, 입력에서 출력까지의 중간 과정을 알고리즘 이라고 한다.
> 그 중간에 정렬, 재귀, 검색 등의 알고리즘이 있다.
> code로는 for문, 비교.
>
> 입력 = value, index
> 출력 = 어디에 있는지, index
>
> 어떻게 찾아야 빨리 찾을 수 있을까?
> [ 시간, 비용 ]을 고려한 알고리즘 비교
> 비교도 컴퓨터 입장에서 하나의 연산이다.

## 1. Search

> 검색 알고리즘 = 내가 원하는 데이터를 찾는 방법

**- 종류는?**

1. **linear Search**
   선형검색, 순차검색, Sequential Search, 차례대로 검색한다는 뜻
   출력 : 위치 정보(index)
2. **Binary Search**
   이진검색
   출력 : 위치 정보(index)
3. **Hash**
   출력 : 내가 원하는 데이터를 찾는다.

## 2. Linear Search

```
def search(array, key):              # list, key = 찾으려는 값

    for i in range(array):           # 리스트에서 for
        if list1[i] == key:          # 찾으려는 값이 리스트 안의 값과 같다면
            return i                 # 그 값의 리스트 index 반환

array1 = ['a', 'b', 'c', 'd']
key = 'c'

print(search(array1, key))
```

> 실행횟수 몇 번 등이 중요한 게 아니라,
> 코드에서  무엇이 중요한가 위주로 보자.

> 위의 코드에서 **가장 중요한 부분, 가장 힘을 들인 곳은?**
> **[ list1[i] == key: ]**
> 이렇게 Sequential Search는 compare, 비교하는 것에 가장 큰 힘을 들이고 있다..

> +복잡도
>
> 그 결과 값을 구하는데까지
> 최소로 든 시간 복잡도 = O(1), 한 번에 찾는 것
> 최악으로 든 시간 복잡도 = O(n), n번째, 맨 마지막에 찾는 것.
>
> 즉, linear search의 최악의 경우 시간 복잡도 = O(n)

# 3. Complexity, 복잡도

1. Time Complexity( 시간 복잡도 ) :
   실행하는데 필요한 시간 ( 처리 시간 )
   얼마나 연산을 적게 하는가. 시간 효율성
2. space complexity( 공간 복잡도 ) :
   메모리 ( 기억 공간 )와 파일 공간
   컴퓨터 메모리를 얼마나 적게 먹는가.

> - 위의 **복잡도가 낮은 알고리즘**이 좋은 알고리즘이다.
> - 어떤 과정을 처리하는데 **처리 시간이 짧을수록**, 컴퓨터의 **메모리를 적게 사용할수록** 좋은 알고리즘

## - Big-O notation

- 알고리즘의 Time Complexity는 주로 Big-O notation을 사용하여 나타낸다.
- 어떠한 문제를 해결 하기 위한 방법은 다양하기 때문에 ***방법(알고리즘) 간에 효율성을 비교***하기 위해 **빅오(big-O) 표기법**을 보통 가장 많이 사용한다.

- 빅-오 표기법 특징
  - $O(2N)$ -> $O(N)$
  - $O(N^2+2N+1)$ -> $O(N^2)$

    = 힘이 가장 쌘 애만 남고 나머지는 무시

    (참고로, n이 매우 큰 숫자라는 것을 가정한다.)

    ex-1.
    그러면 이 2가지 경우 중 어떤 게 시간 복잡도가 클까?
    빅오표기법으로 보면

    $$f(n) = n^2 + 2n + 3$$

    $$g(n) = n^2$$

    이렇게 둘 다 똑같다.

    $$O(n^2)$$

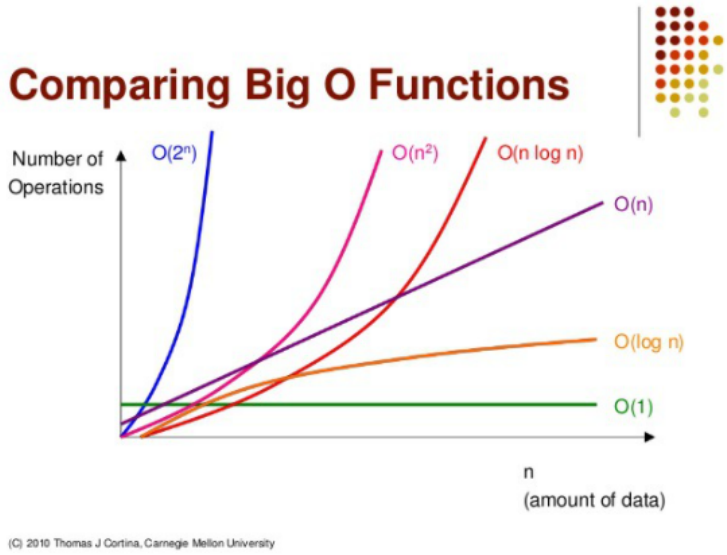
    그렇기 때문에 빅오표기법은 가장 큰 차수가 뭔지만 비교하면 된다.

    ex-2.
    이 두 가지도 동일하다. 가장 큰 차수의 계수도 신경 안 쓴다.

$$f(n) = 2n^2 -> O(n^2)$$
$$g(n) = n^2 -> O(n^2)$$

- 시간복잡도가 크다 = 차수(order)가 크다.
  = 비효율적이다.

- 알고리즘의 성능평가 : 최선, 최악, 평균 유형(best, worst, average case)
  그 중 **최악의 경우**로 알고리즘 성능을 파악한다.




- 따라서, 가장 효율 좋은 건 초록색 O(1)
- 가장 효율이 안 좋은 건 O(2^n)
  - linear search의 시간 복잡도 = O(n)
  - binary search의 시간 복잡도 = O(log n)

faster $O(1) < O(\log n) < O(n) < O(n \log n) < O(n^2) < O(2^n)$ slower

**( 상수함수 < 로그함수 < 선형함수 < 다항함수 < 지수함수 )**

💡 중요!
이건 sort에서 복잡해질 거기 때문에 잘 알아둬야 함.

1. O(1) : 스택에서 Push, Pop
2. O(log n) : 이진트리
3. O(n) : for 문
4. O(n log n) : 퀵 정렬(quick sort), 병합정렬(merge sort), 힙 정렬(heap Sort) Sort ☆
5. O($n^2$ ): 이중 for 문, 삽입정렬(insertion sort), 거품정렬(bubble sort), 선택정렬(selection sort)
6. O($2^n$ ) : 피보나치 수열

# 4. Binary Search

- linear search의 최악의 시간 복잡도를 대신할 효율적인 알고리즘
- 이진검색, sequence형을 둘로 나눠서 검색하는 알고리즘

- 꼭 **정렬(sort)**가 되어 있어야 한다.

  **ex** ) list2 = [11, 12, 13, 14, 15, **16**, 17, 18, 19, 20, 21]
  가운데 index를 계산하는 방법 = ( 맨 왼쪽의 index + 맨 오른쪽의 index) / 2 )
  cf. 홀수개일 땐 가운데가 2개. 그 중 왼쪽 index부터 체크.

  - 이 때, 최소의 경우 = 1회.
  - 최악의 경우는? 4번

  $$log_2 n$$

  binary search는 반을 계속 날리는 방식이라 위의 식과 같다.
  증명 참조: https://jwoop.tistory.com/9

-

```
def BinarySearch(array, key, low, high)
    if low > high:      # 예외 처리
         return false # 맨 끝까지 찾았는데도 못 찾은 경우

    mid = (low+high) / 2  # 나눈 몫.

    if value < array[mid]: # 찾는 값이 가운데 기준 왼쪽
        return binarySearch(array, value, low, mid-1)
    elif array[mid] < value: # 찾는 값이 가운데 기준 오른쪽
        return binarySearch(array, value, mid+1, high)
    else:
        return mid
```

- 이 함수의 특징: 재귀함수,
  계속해서 구간을 다르게 하면서 자기 함수를 콜한다.

  > **binary search**는 **재귀함수**로 이루어져 있다.
  >
  > 후에 재귀 알고리즘 나올 거라 기억하자.

- Binary Search의 최악의 경우 Time Complexity

  : O(n) = log(n)

# 5. Compare

> Binary vs Linear

- 비교의 입장에서 보면 최소는 동일.
- 그러나 최악의 경우에는 binary가 유리
- 기본적인 차이점은,
  `Linear Search` : 정렬이 되든, 안되든 상관이 없다. 한 쪽에서부터 **순차적**으로 같은지만 확인한다.
  `Binary Search` : 필수적으로 **정렬**이 되어 있는 상태이어야 한다.

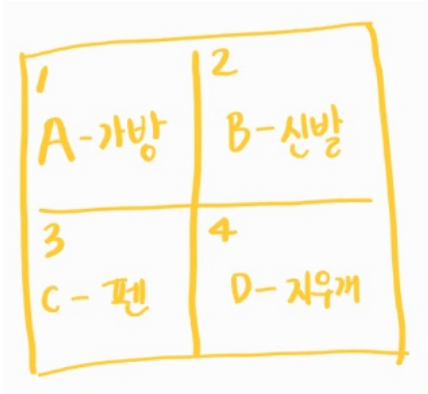
# 6. Hash

> linear & binary search는 index 검색이었다.
>
> 여기서 추가로 데이터의 검색 뿐만 아니라, 추가, 삭제 등에도 용이한 알고리즘이 해시법이다.

ex) git commit -m "blahblah"
하고 나서 git log 에 나오는 노란색 글씨들
이게 다 hash다.

- hash table
  ㅁㅁㅁㅁㅁㅁㅁㅁㅁㅁㅁㅁㅁㅁㅁ
  이 칸 안에 data가 들어가 있는 상태.
- hashing 종류
  - chaining
  - open hashing
- hashing 방법
  - 앞에선 value를 주고 key를 찾아왔다.
  - 여기선 key를 주고 value를 찾아올 거다.

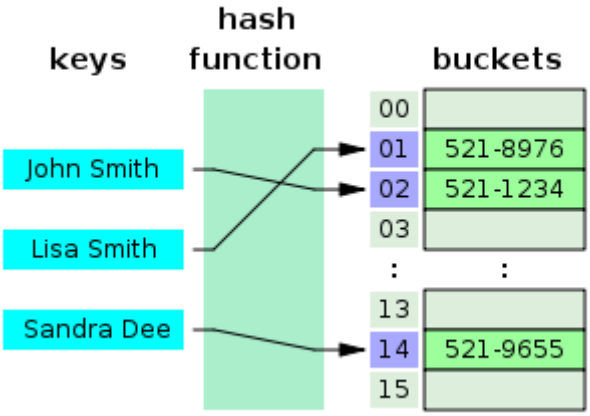
    ex) git switch 48c7... 여기서 [48c7] 이 값이 key가 되는 거다. 이 key가 있어야 사물함을 열 수 있다.
  - 가방 갖다줘 : 못 갖다줘, key가 없어서
    key(1) 주면서 물건 꺼내줘 : 갖고 올 수 있어.



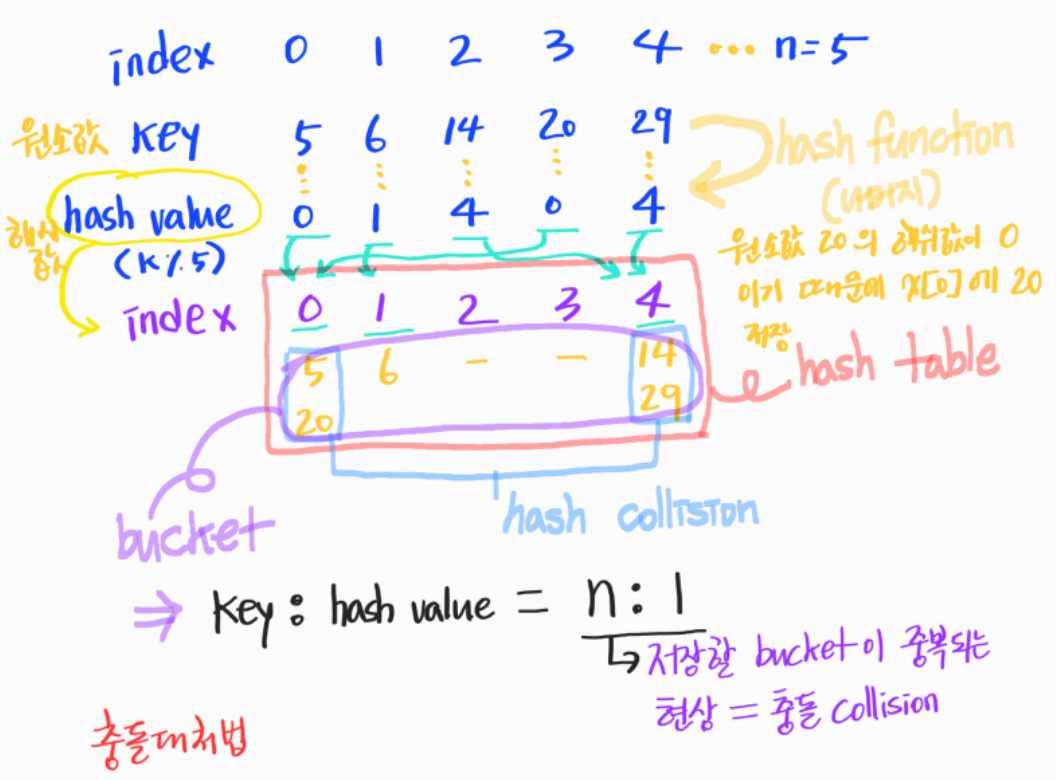

ex) value : 인증서, key : 열쇠
내 인증서를 갖고 오고 싶은데 개인정보 주면서 갖고 오라고 하는 게 아니라 key 주면서 갖고 오게 하는 것.

cf. key 값은 겹치지 않음.
git log처럼, 아파트 열쇠 처럼.
단, hash의 key는 다 int형 해쉬값이다.

- hash의 특징
  - 해싱된 키(Hash Key)를 가지고 배열의 인덱스로 사용하기 때문에 **삽입, 삭제, 검색이 매우 빠르다**.
  - 해시 함수(Hash Function)를 사용하는데 **추가적인 연산이 필요**하다.
  - 해시 테이블(Hash Table)의 크기가 유한적이고 해시 함수(Hash Function)의 특성상 **해시 충돌(Hash Collision)이 발생**할 수 밖에 없다.
  - 충돌이 없거나 적으면 O(1)의 상수 시간에 가까워지고, 충돌이 발생하면 할수록 성능은 점점 O(n)에 가까워진다. ( 극단적 경우 )
  - int 값들이 들어있는 key의 해시 함수는 `나누기` 함수가 대표적이다.

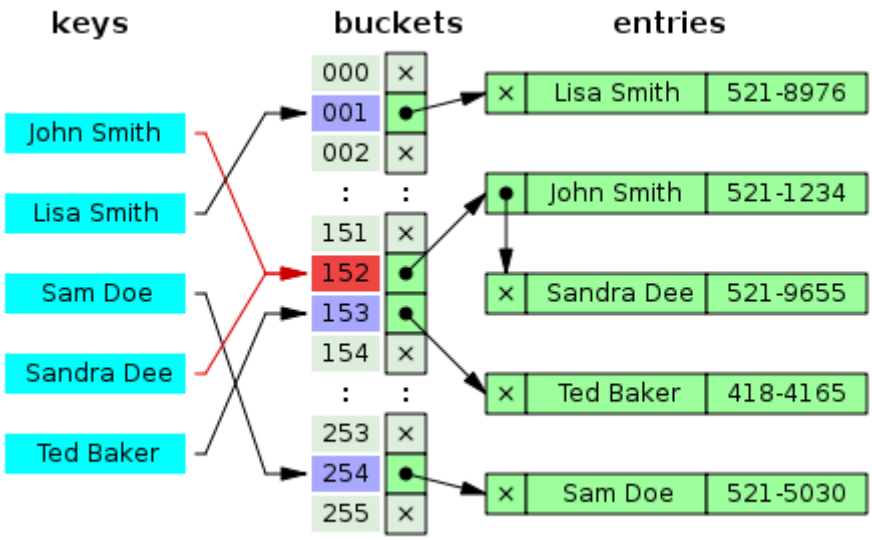



구조로 데이터를 저장하면 Key값으로 데이터를 찾을 때 해시 함수를 1번만 수행하면 되므로 매우 빠르게 데이터를 저장/삭제/조회할 수 있다. 해시테이블의 평균 시간복잡도는 O(1)이다.



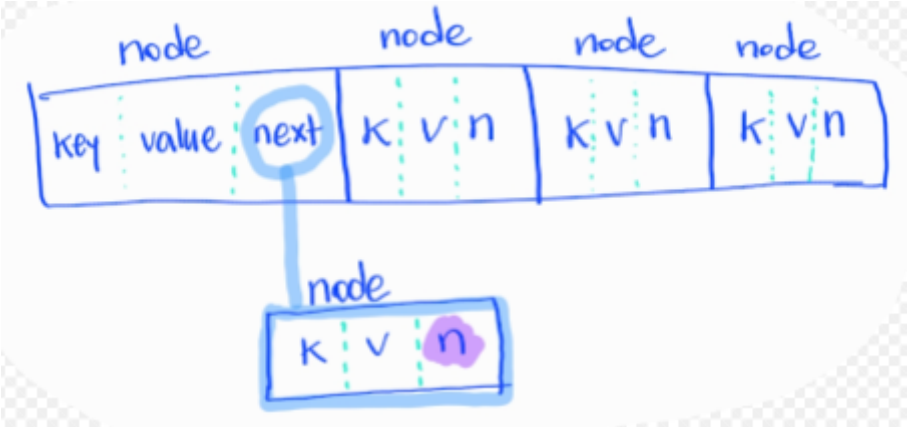

- n=5
  key 데이터 형태가 int일 때, 대부분 배열의 크기(capacity)로 나눈 나머지를 hash value=new index로 삼는다.
- capacity(용량) = table 크기 = 원소 갯수 = 배열 크기
- 충돌대처법
  1. 체인법
  2. 오픈주소법

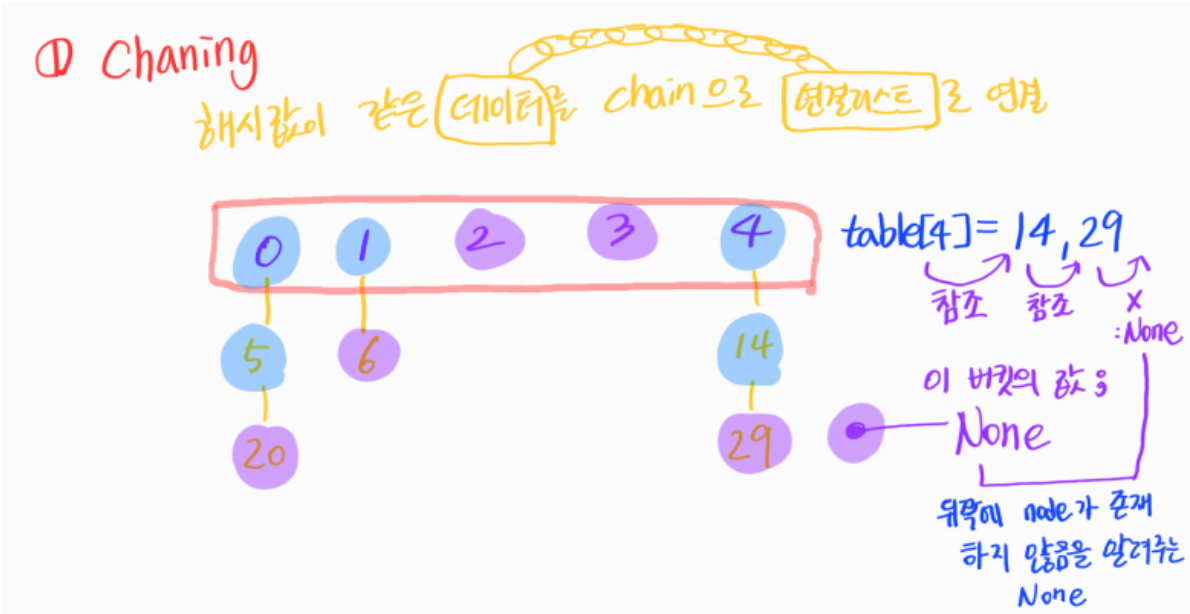
## Chaning




[key-value-next]

- key와 value의 타입은 any
  : 숫자, 문자열 다 가능
- next : 뒤쪽 node를 참조 / node가 중요




- linked list 형태가 된다.

```
def hash_value(self, key: Any) -> int:
#     """해시값을 구함"""
     if isinstance(key, int):
         return key % self.capacity
     return(int(hashlib.sha256(str(key).encode()).hexdigest(), 16) %
self.capacity)
```

> int(hashlib.sha256(str(key).encode()).hexdigest(), 16

hashlib 통해서 string, int, float 형태가 될 수 있는 원소를 int형인 key 값으로 받겠다. 이 정도로만 이해하고 넘어가도 될 듯하다.

```
# value를 넣을 필요가 없다. 즉,해시에서 데이터를 찾을 때에는 'key'만을 이용해서 찾는다.
    def search(self, key: Any) -> Any:
        """키가 key인 원소를 검색하여 값을 반환"""
        hash = self.hash_value_int(key)  # 검색하는 키의 해시값을 구한다.
        # hash = self.hash_value(key\
        p = self.table[hash]          # 노드를 노드

        while p is not None: # 다음 노드(값)이 있으면 다음 계속 탐색
            if p.key == key:      # p의 key와
                return p.value  # 검색 성공
            p = p.next            # 뒤쪽 노드를 주목

        return None               # 검색 실패
```

> def search(self, key: Any) -> Any:

찾을 때는 key로.
return은 value로. 이 때, value는 어떤 형태든 될 수 있으므로 any.

//////////////코드이해필요//////////////

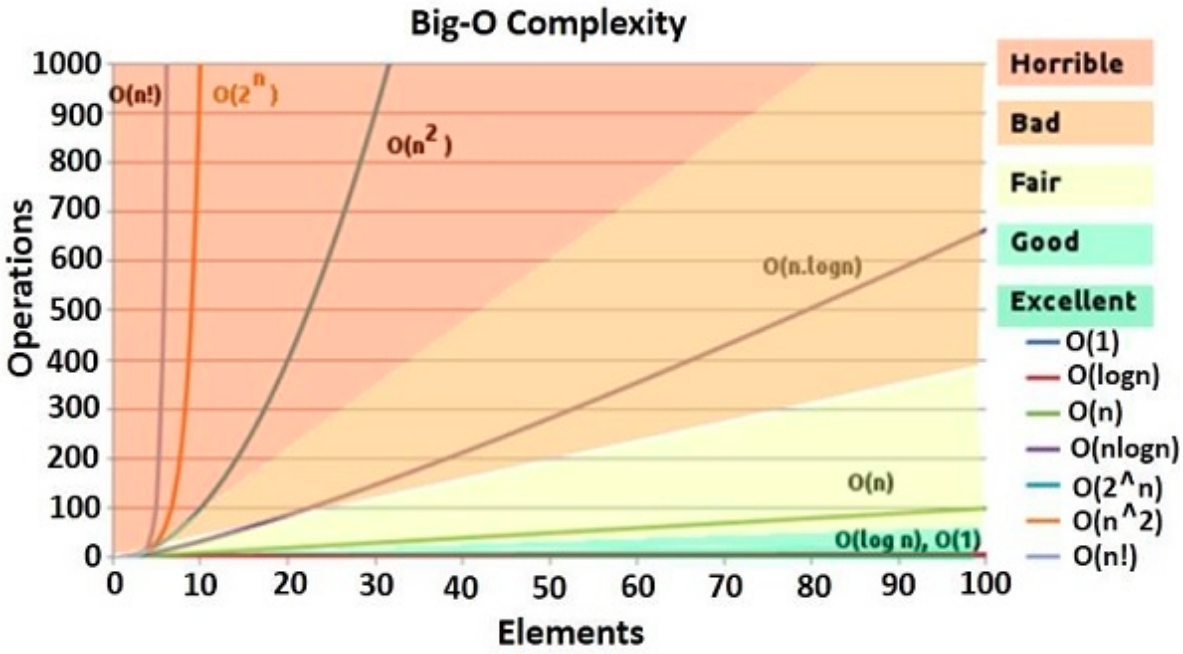
## Open Addressing

- open addressing는
  hash collision이 발생 했을 때 rehashing(재해시)를 통해 빈 버킷을 찾아 데이터를 추가하는 방법이다.
- chaining처럼 지정한 메모리 외에 추가적인 저장공간이 필요가 없다.
- 삽입,삭제시 오버헤드가 적다.
  - **오버헤드**(overhead)는 어떤 처리를 하기 위해 들어가는 간접적인 처리 시간 · 메모리 등을 말한다.
- 저장할 데이터가 적을 때 더 유리하다.

  → 저장할 데이터가 많을 경우에는 chained hash가 더 유리할 수 있다.

# cf. 참고사항

- 코드를 실제로 구현해보자. 외우는 것이 아니라 이렇게 나오는 구나를 직접 보고 실험해보기
-




마지막 주제는 알고리즘하면 놓칠 수 없는 부분이죠! 바로 '**시간 복잡도 분석(Analysis of Time Complexity)**' 입니다.
그럼 시작해보죠!

간단히 유도를 해보겠습니다. 우선, 이진 탐색을 반복할수록 남아있는 (탐색할) 자료의 개수가 어떻게 될까요?

처음에 입력된 갯수를 N 이라하면,

첫 시행 후에는 반이 버려져서 $\frac{N}{2}$ ,

두 번째 시행 후에는 또 그 반이 버려져서 $\frac{1}{2} \times \frac{N}{2}$ ,

세 번째 시행 후에는 또 그 반이 버려져서 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{N}{2}$ ,

규칙이 보이시나요? 그렇습니다. 매 시행마다 탐색할 자료의 개수가 점점 반씩 풀어드는 걸 알 수 있죠.

그럼 K 번의 시행 후에는? $\left(\frac{1}{2}\right)^K N$ 개가 남게 되겠죠.

이렇게 계속해서 탐색을 반복하다보면 탐색이 끝나는 시점에는 (최악의 경우 즉, 찾는 데이터가 없는 경우) 남은 자료가 1개가 남게 되겠죠.

따라서, $\left(\frac{1}{2}\right)^K N \approx 1$ 라고 표기할 수 있겠군요.

이 때, 양 변에 $2^K$ 을 곱해주면 $2^K \approx N$

마지막으로 양 변에 2를 밑으로 하는 로그를 취해주면, $K \approx \log_2 N$

https://jwoop.tistory.com/9

출처: https://mangkyu.tistory.com/102 [MangKyu's Diary]

[출처: https://noahlogs.tistory.com/27 [인생의 로그캣]]