EUnS

∦략적인 복잡도 ╛서

의학의 문활 게이스 일반적인 케이스 직관적인 방법 항상 9:1로 분할하는 20

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

상세 분석

|악의 케이스 분석 |대 수행 시간

## Quick Sort

 $\mathsf{EUnS}$ 

May 5, 2020

#### EUnS

### i저이 보자드

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스 지과저이 바버

항상 9:1로 분할하는 경우

4

5

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

### 상세 분석

기대 수행 시간

```
QUICKSORT(A, p, r)

if p < r

q = PARTITION(A, p, r)

QUICKSORT(A, p, q - 1)

QUICKSORT(A, q + 1, r)
```

보석 최악의 분할 케이스 일반적인 케이스

항상 9:1로 분할하는 경우

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

### 상세 분석

최악의 케이스 분석

기대 수행 시간

```
4
5
6
```

9

4

```
QUICKSORT(A, p, r)

if p < r
q = PARTITION(A, p, r)
QUICKSORT(A, p, q - 1)
QUICKSORT(A, q + 1, r)
```

EUnS

략적인 복잡의

### 최악의 분할 케이스

일반적인 케이스 직관적인 방법

항상 9:1로 분할하는 경우

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

#### 상세 분석

|악의 케이스 분석

# 최악의 경우 분할 케이스

H략적인 복집

최악의 분할 케이스

직관적인 방법 항상 9:1로 분할하는

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

상세 분석

최악의 케이스 분

기대 수행 시간

# 최악의 경우 분할 케이스

대략적인 복잡

최악의 분할 케이스

직관적인 방법 항상 9:1로 분할하는

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는

상세 분석

 | | 악의 케이스 분

기대 수행 시간

# 최악의 경우 분할 케이스

$$T(n) = T(n-1) + cn$$

직관적인 방법 항상 9:1로 분할하는

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

상세 분석 최악의 케이스 분

기대 수행 시간

# 최악의 경우 분할 케이스

$$T(n) = T(n-1) + cn$$

$$T(n) = T(n-1) + cn$$

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

상세 분석

최악의 케이스 분

기대 수행 시간

# 최악의 경우 분할 케이스

$$T(n) = T(n-1) + cn$$

$$T(n) = T(n-1) + cn$$
  
=  $T(n-2) + c(n-1) + cn$ 

### 최악의 분할 케이스

항상 9:1로 분할하는

# 최악의 경우 분할 케이스

$$T(n) = T(n-1) + cn$$

$$T(n) = T(n-1) + cn$$

$$= T(n-2) + c(n-1) + cn$$

$$= c \sum_{k=1}^{n} k$$

내략적인 복잡

### 최악의 분할 케이스

일반적인 케이스

항상 9:1로 분할하는 경우

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

### 상세 분석

최악의 케이스 분석

기대 수행 시간

# 최악의 경우 분할 케이스

$$T(n) = T(n-1) + cn$$

$$T(n) = T(n-1) + cn$$

$$= T(n-2) + c(n-1) + cn$$

$$= c \sum_{k=1}^{n} k$$

$$= \frac{1}{2} cn^{2}$$

#략적인 복잡

최악의 분할 케이스

직관적인 방법 항상 9:1로 분할하는

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

상세 분석

최악의 케이스 분

기대 수행 시간

# 최악의 경우 분할 케이스

$$T(n) = T(n-1) + cn$$

$$T(n) = T(n-1) + cn$$

$$= T(n-2) + c(n-1) + cn$$

$$= c \sum_{k=1}^{n} k$$

$$= \frac{1}{2} cn^{2}$$

$$= \Theta(n^{2})$$

EUnS

|략적인 복잡의

### 최악의 분할 케이스

일반적인 케이스 직관적인 방법

항상 9:1로 분할하 경우

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나 경우

#### 상세 분석

i)악의 케이스 분석

# 최선의 분할 케이스

EUnS

략적인 복잡

### 최악의 분할 케이스

일반적인 케이스 직관적인 방법 항상 9:1로 분할하는 경우

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

### 상세 분석

파막의 게이드 군<sup>.</sup> 기대 수행 시간

# 최선의 분할 케이스

• 정확하게 반으로 나누어 졌을때

항상 9:1로 분할하는

# 최선의 분할 케이스

• 정확하게 반으로 나누어 졌을때

$$T(n) = 2T\left(\frac{n}{2}\right) + cn$$

• 마스터 정리 case 2

$$\Theta(n \log n)$$

EUnS

대략적인 목섭! 리서

최악의 분할 케이: 일반적인 케이스 직관적인 방법

항상 9:1로 분할하는 경우

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

상세 분석

최악의 케이스 분석

기대 수행 시간

- 항상 9:1로 분할하는 경우
- 최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

대략적인 복잡도

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스

항상 9:1로 분할하는 경우

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

상세 분석

최악의 케이스 분

기대 수행 시간

# 9:1로 분할

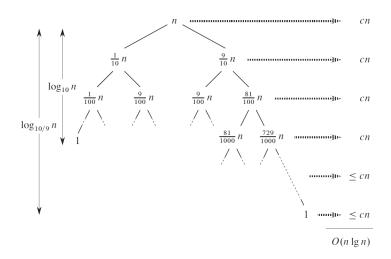


Figure: 9:1로 분할하는 재귀 트리[?]

EUnS

약자이 보자도

로식 최아이 보하 케이스

의익의 준일 게이스 일반적인 케이스

항상 9:1로 분할하는 경우

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

상세 분석

최악의 케이스 분석

기대 수행 시간

•  $T(n) \leq T\left(\frac{9n}{10}\right) + T\left(\frac{n}{10}\right) + cn$ 

### later Water

분석

죄악의 문할 케이스 일반적인 케이스

#### 항상 9:1로 분할하는 경우

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

### 상세 분석

최악의 케이스 분석

기대 수행 시간

• 
$$T(n) \leq T\left(\frac{9n}{10}\right) + T\left(\frac{n}{10}\right) + cn$$

• 
$$n \log_{10/9} n = O(n \log n)$$

내략적인 복잡도

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스

항상 9:1로 분할하는 경우

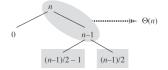
최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

상세 분석

최악의 케이스 분

기대 수행 시간

# 최악 최선



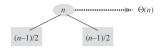


Figure: 최악,최선이 번갈아 나타나는 재귀 트리[?]

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스 지과저이 바버

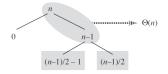
항상 9:1로 분할하는 경우 최악의 경우와

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

상세 분석

피막의 게이드 문· 기대 수행 시간

# 최악 최선



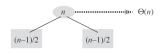


Figure: 최악,최선이 번갈아 나타나는 재귀 트리[?]

• T(n) T(n-1) 둘다  $\Theta(n)$ 

H략적인 복잡5

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스 직관적인 방법

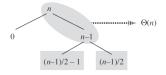
항상 9:1로 분할하는 경우

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

상세 분석

최악의 케이스 분

# 최악 최선



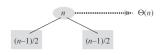


Figure: 최악,최선이 번갈아 나타나는 재귀 트리[?]

- T(n) T(n-1) 둘다  $\Theta(n)$
- $\Theta(n \lg n)$

EUnS

내략적인 복잡!

최악의 분할 케이: 임반적인 케이스

항상 9:1로 분할하 경우

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

상세 분석

최악의 케이스 분석

기대 수행 시간

# 최악의 케이스 분석

대략적인 복잡의

스 그 최악의 분합 케이스

일반적인 케이스

항상 9:1로 분할하는 경우

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나 경우

상세 분석

최악의 케이스 분석

기대 수행 시간

# 최악의 케이스 분석

$$T(n) = \max_{0 \le q \le n-1} (T(q) + T(n-q-1)) + \Theta(n)$$

### 대략적인 복잡의

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스

작관적인 방법 항상 9:1로 분할하는 경우

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나 경우

#### 상세 분석

최악의 케이스 분석

# 최악의 케이스 분석

$$T(n) = \max_{0 \le q \le n-1} (T(q) + T(n-q-1)) + \Theta(n)$$

•  $T(n) \leq c_1 n^2$ 이라 가정

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

#### 상세 분석

최악의 케이스 분석

기대 구영 시간

# 최악의 케이스 분석

$$T(n) = \max_{0 \le q \le n-1} (T(q) + T(n-q-1)) + \Theta(n)$$

•  $T(n) \leq c_1 n^2$ 이라 가정

$$T(n) \le \max_{0 \le q \le n-1} (c_1 q^2 + c_1 (n-q-1)^2) + \Theta(n)$$

### |략적인 복잡<u>|</u>

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스 직관적인 방법

정우 최악의 경우와 최선의 경우가

### 산세 부선

최악의 케이스 분석

기대 수행 시간

# 최악의 케이스 분석

•

$$T(n) = \max_{0 \le q \le n-1} (T(q) + T(n-q-1)) + \Theta(n)$$

•  $T(n) \leq c_1 n^2$ 이라 가정

•

$$T(n) \leq \max_{0 \leq q \leq n-1} (c_1 q^2 + c_1 (n-q-1)^2) + \Theta(n)$$

•  $f(q) = c_1 q^2 + c_1 (n - q - 1)^2 (0 \le q \le n - 1)$ 

### 내략적인 복잡.

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스 진과적이 방법

항상 9:1로 분할하는 경우

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나 경우

#### 상세 분석

최악의 케이스 분석

# 최악의 케이스 분석

 $T(n) = \max (T(q) + T(n - q))$ 

$$T(n) = \max_{0 \le q \le n-1} (T(q) + T(n-q-1)) + \Theta(n)$$

•  $T(n) \leq c_1 n^2$ 이라 가정

$$T(n) \leq \max_{0 \leq q \leq n-1} (c_1 q^2 + c_1 (n-q-1)^2) + \Theta(n)$$

- $f(q) = c_1 q^2 + c_1 (n q 1)^2 (0 \le q \le n 1)$
- 극댓값이자 최댓값은 q=0일때와 q=n-1일때 둘중하나.

EUnS

FZLOL HIZLE

본석

일반적인 케이스 직관적인 방법 항상 9:1로 분할하는

경우 최악의 경우와

최선의 경우가 번갈아 나타나 경우

상세 분석

최악의 케이스 분석

기대 스해 시간

$$T(n) \leq c_1(n-1)^2 + \Theta(n)$$

EUnS

FZIOL H ZIC

본석

최악의 분할 케이스 임반적인 케이스

항상 9:1로 분할하는 경우

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나 경우

상세 분석

최악의 케이스 분석

기대 수행 시간

$$T(n) \le c_1(n-1)^2 + \Theta(n)$$
  
  $\le c_1 n^2 - c(2n-1) + \Theta(n)$ 

2101 2216

문식 최악의 분할 케이스

일반적인 케이스 직관적인 방법

항상 9:1로 분할하 경우

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나 경우

상세 분석

최악의 케이스 분석

기대 수행 시간

$$T(n) \le c_1(n-1)^2 + \Theta(n)$$
  
 $\le c_1 n^2 - c(2n-1) + \Theta(n)$   
 $\le c_1 n^2$ 

기대 수행 시간

# 기대 수행 시간

## Lemma

크기가 n인 배열에 대해 QUICKSORT의 전체 실행 동안 PARTITION 의 4행에서 수행되는 비교 횟수를 X라 하자. QUICKSORT의 실행시간은 O(N+X)이다.

항상 9:1로 분할하는 경우 최악의 경우와

번갈아 나타나는 경우

최악의 케이스 분 기대 수행 시간

# 기대 수행 시간

### Lemma

크기가 n인 배열에 대해 QUICKSORT의 전체 실행 동안 PARTITION 의 4행에서 수행되는 비교 횟수를 X라 하자. QUICKSORT의 실행시간은 O(N+X)이다.

## Proof.

알고리즘은 PARTITION을 최대 n회 호출한다. 각 호출은 for 루프를 실행하는데, for 루프의 각 반복은 4행 비교문을 실행한다. □

EUnS

대략적인 복잡되

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스

식관석인 방법 항상 9:1로 분할하는 경우

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

상세 분석

희악의 케이스 분

기대 수행 시간

• 각 호출에 대한 비교를 분석하지않고 총 비교수를 계산

EUnS

일반적인 케이스

기대 수행 시간

- 각 호출에 대한 비교를 분석하지않고 총 비교수를 계산
- 배열  $A = \{z_1, z_2, ..., z_n\}$ 의 각 요소가 내림차순으로 정렬

EUnS

#### 내닥식인 목습의 부석

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스 진과적이 방법

항상 9:1로 분할하는 경우

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

상세 문석 최악의 케이스 분석 기대 수행 시간

- 각 호출에 대한 비교를 분석하지않고 총 비교수를 계산
- 배열  $A = \{z_1, z_2, ..., z_n\}$ 의 각 요소가 내림차순으로 정렬
- 집합  $Z_{ij} = \{z_i, z_{i+1}, ..., z_j\}$

#### 대략석인 목삽5 분석

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스 직관적인 방법

경우 취약의 경우와

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

상세 분석 최악의 케이스 분석 기대 수행 시간

- 각 호출에 대한 비교를 분석하지않고 총 비교수를 계산
- 배열  $A = \{z_1, z_2, ..., z_n\}$ 의 각 요소가 내림차순으로 정렬
- 집합  $Z_{ij} = \{z_i, z_{i+1}, ..., z_j\}$
- z<sub>i</sub>와 z<sub>j</sub>는 최대 한번 비교

### 분석 최악의 분할 케이스 일반적인 케이스 직관적인 방법 항상 9:1로 분할하

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

상세 분석 최악의 케이스 분석 기대 수행 시간

- 각 호출에 대한 비교를 분석하지않고 총 비교수를 계산
- 배열  $A = \{z_1, z_2, ..., z_n\}$ 의 각 요소가 내림차순으로 정렬
- 집합  $Z_{ij} = \{z_i, z_{i+1}, ..., z_j\}$
- z<sub>i</sub>와 z<sub>j</sub>는 최대 한번 비교
- PARTITION에서 비교를 하는 경우는 하나의 원소가 pivot으로 선택 되었을 때인데, 이후에 이 pivot은 절대로 다른 원소와 비교하지 않는다.

항상 9:1로 분할하는

### l랴전이 보자도

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스 직관적인 방법

항상 9:1로 분할하 경우 최악의 경우와

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

## 상세 분석

최악의 케이스 분 기대 수행 시간 •  $X = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} X_{ij}$ 

$$E[x] = E\left[\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} X_{ij}\right]$$

EUnS

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스 직관적인 방법

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는

# 상세 분석

최악의 케이스 분

- $X = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} X_{ij}$

$$E[x] = E\left[\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} X_{ij}\right]$$
$$= \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} E[X_{ij}]$$

EUnS

### |략적인 복잡도

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스 지과저이 바버

학생 9:1로 분할하는 경우

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

# 상세 분석

희악의 케이스 분

- $X = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{i=i+1}^{n} X_{ij}$

$$E[x] = E\left[\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} X_{ij}
ight]$$

$$= \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} E\left[X_{ij}
ight]$$

$$= \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} Pr\{z_{i} 7 | z_{j} 와 비교한다\}$$

EUnS

IZIOI HZLE

제학의한 축납포 본석

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스

항상 9:1로 분할하는 경우

최석의 경우가 최선의 경우가 번갈아 나타나 경우

상세 분석

최악의 케이스 분석

기대 수행 시간

 $Pr\{z_i$ 가 $z_j$ 와 비교한다 $\}$ 

EUnS

대략적인 복잡도

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스 직관적인 방법

항상 9:1로 분할하는 경우

최막의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

상세 분석

최악의 케이스 분석 기대 수행 시간  $Pr\{z_i$ 가 $z_j$ 와 비교한다 $\}=Pr\{Z_{ij}$ 에서 $z_i$ 또는 $z_j$ 가 첫번째로 선택된다. $\}$ 

EUnS

### 대략석인 목삽도 <sup>보서</sup>

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스 직관적인 방법

항상 9:1로 분할하는 경우

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

### 상세 분석

최악의 케이스 분석 기대 수행 시간  $Pr\{z_i$ 가 $z_j$ 와 비교한다} =  $Pr\{Z_{ij}$ 에서 $z_i$ 또는 $z_j$ 가 첫번째로 선택된다.} =  $Pr\{Z_{ij}$ 에서 $z_i$ 가 첫번째로 선택된다.}

EUnS

항상 9:1로 분할하는

기대 수행 시간

 $Pr\{z_i 가 z_i 와 비교한다\}$  $= Pr\{Z_{ii}$ 에서 $z_i$ 또는 $z_i$ 가 첫번째로 선택된다. $\}$  $= Pr\{Z_{ii}$ 에서 $z_{i}$ 가 첫번째로 선택된다. $\}$  $+ Pr{Z_{ii}$ 에서 $z_{i}$ 가 첫번째로 선택된다.}

# 대략적인 복잡도

죄악의 문할 케이스 일반적인 케이스 직관적인 방법 항상 9:1로 분할하는

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는

# 상세 분석

죄악의 케이스 문석 기대 수행 시간

$$Pr\{z_i 
depta z_j 
depta$$
 비교한다} 
$$= Pr\{Z_{ij} 
depta 서 z_i 
depta 는 z_j 
dept 
depta 번째로 선택된다.\} \\ = Pr\{Z_{ij} 
depta 서 z_i 
dept 
depta 번째로 선택된다.\} \\ + Pr\{Z_{ij} 
depta 서 z_j 
dept 
depta 번째로 선택된다.\} \\ = rac{1}{j-i+1} + rac{1}{j-i+1}$$

EUnS

대략석인 목삽도 <sup>보서</sup>

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스 직관적인 방법

최악의 경우와 최선의 경우가 버강아 나타나는

상세 분석

최악의 케이스 분석 기대 수행 시간

$$E[X] = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} \frac{2}{j-i+1}$$

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스 직과적인 방법

항상 9:1로 분할 경우 최악의 경우와

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나 경우

상세 분석

최악의 케이스 분석

기대 수행 시간

$$E[X] = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} \frac{2}{j-i+1}$$

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스 직관적인 방법 항상 9:1로 분할하는

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

상세 분석

최악의 케이스 분석

기대 수행 시간

$$E[X] = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} \frac{2}{j-i+1}$$

$$E[X] = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} \frac{2}{j-i+1}$$

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스 직관적인 방법 항상 9:1로 분할하는

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나 경우

상세 분석

최악의 케이스 분석

기대 수행 시간

$$E[X] = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} \frac{2}{j-i+1}$$

$$E[X] = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} \frac{2}{j-i+1}$$
$$= \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=1}^{n-i} \frac{2}{k+1}$$

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

상세 분석

최악의 케이스 분석

기대 수행 시간

$$E[X] = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} \frac{2}{j-i+1}$$

$$E[X] = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} \frac{2}{j-i+1}$$
$$= \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=1}^{n-i} \frac{2}{k+1}$$
$$\leq \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=1}^{n} \frac{2}{k}$$

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스 직관적인 방법

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나 경우

상세 분석

최악의 케이스 분석

기대 수행 시간

$$E[X] = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} \frac{2}{j-i+1}$$

$$E[X] = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} \frac{2}{j-i+1}$$

$$= \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=1}^{n-i} \frac{2}{k+1}$$

$$\leq \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=1}^{n} \frac{2}{k}$$

$$\leq \sum_{i=1}^{n-1} c \lg n$$

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스 직관적인 방법

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나 경우

상세 분석

최악의 케이스 분석 기대 수행 시간

$$E[X] = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} \frac{2}{j-i+1}$$

j-i을 k로 치환

$$E[X] = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} \frac{2}{j-i+1}$$

$$= \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=1}^{n-i} \frac{2}{k+1}$$

$$\leq \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=1}^{n} \frac{2}{k}$$

$$\leq \sum_{i=1}^{n-1} c \lg n$$

$$\leq cn \lg n$$

EUnS

\_....

대략적인 복잡도

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스 직관적인 방법

항상 9:1로 분할하 경우

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나

상세 분석

최악의 케이스 분석 기대 수행 시간  $E[X] = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=1}^{n-i} \frac{2}{k+1}$ 

# 상세 분석

최악의 케이스 분석 기대 수행 시간

$$E[X] = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=1}^{n-i} \frac{2}{k+1}$$
$$= \sum_{k=1}^{n-1} \frac{2}{k+1} + \sum_{k=1}^{n-2} \frac{2}{k+1} + \dots + \sum_{k=1}^{1} \frac{2}{k+1}$$

HZIOL HZIC

문석 최악의 분할 케이스

일반적인 케이스 직관적인 방법 항상 9:1로 분할하는

경우 최악의 경우와 최선의 경우가

상세 분석

성세 군식 최악의 케이스 분선

$$E[X] = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=1}^{n-i} \frac{2}{k+1}$$

$$= \sum_{k=1}^{n-1} \frac{2}{k+1} + \sum_{k=1}^{n-2} \frac{2}{k+1} + \dots + \sum_{k=1}^{1} \frac{2}{k+1}$$

$$= (n-1)\frac{2}{1+1} + (n-2)\frac{2}{2+1} + \dots + 1 \times \frac{2}{(n-1)+1}$$

기대 수행 시간

 $E[X] = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=1}^{n-i} \frac{2}{k+1}$  $=\sum_{k=1}^{n-1}\frac{2}{k+1}+\sum_{k=1}^{n-2}\frac{2}{k+1}+\cdots+\sum_{k=1}^{n-2}\frac{2}{k+1}$  $= (n-1)\frac{2}{1+1} + (n-2)\frac{2}{2+1} + \cdots + 1 \times \frac{2}{(n-1)+1}$  $=\sum_{k=1}^{n-1}\frac{2}{k+1}\times(n-k)$ 

FZIOL H ZIC

문석 최악의 분할 케이스

일반적인 케이스 직관적인 방법

경우 의 경우이

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

상세 분석

최악의 케이스 분석

$$E[X] = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=1}^{n-i} \frac{2}{k+1}$$

$$= \sum_{k=1}^{n-1} \frac{2}{k+1} + \sum_{k=1}^{n-2} \frac{2}{k+1} + \dots + \sum_{k=1}^{1} \frac{2}{k+1}$$

$$= (n-1)\frac{2}{1+1} + (n-2)\frac{2}{2+1} + \dots + 1 \times \frac{2}{(n-1)+1}$$

$$= \sum_{k=1}^{n-1} \frac{2}{k+1} \times (n-k)$$

$$= \sum_{k=1}^{n-1} \left(\frac{2n}{k+1} - \frac{2k}{k+1}\right)$$

 양자이 보자드

문석 최악의 분할 케이스

직관적인 방법 항상 9:1로 분합하는

최악의 경우와 최선의 경우가 번호아 나타나

상세 분석

최악의 케이스 분석

$$E[X] = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=1}^{n-i} \frac{2}{k+1}$$

$$= \sum_{k=1}^{n-1} \frac{2}{k+1} + \sum_{k=1}^{n-2} \frac{2}{k+1} + \dots + \sum_{k=1}^{1} \frac{2}{k+1}$$

$$= (n-1)\frac{2}{1+1} + (n-2)\frac{2}{2+1} + \dots + 1 \times \frac{2}{(n-1)+1}$$

$$= \sum_{k=1}^{n-1} \frac{2}{k+1} \times (n-k)$$

$$= \sum_{k=1}^{n-1} \left(\frac{2n}{k+1} - \frac{2k}{k+1}\right)$$

$$= 2n \sum_{k=1}^{n-1} \frac{1}{k+1} - 2 \sum_{k=1}^{n-1} \frac{k}{k+1}$$

EUnS

최악의 케이스 분석

기대 수행 시간

$$= \sum_{k=1}^{n-1} \left( \frac{2n}{k+1} - \frac{2k}{k+1} \right)$$

 $=\sum_{k=1}^{n-1}\frac{2}{k+1}\times(n-k)$ 

 $E[X] = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=1}^{n-i} \frac{2}{k+1}$ 

$$=2n\sum_{k=1}^{n-1}\frac{1}{k+1}-2\sum_{k=1}^{n-1}\frac{k}{k+1}$$

 $=\sum_{k=1}^{n-1}\frac{2}{k+1}+\sum_{k=1}^{n-2}\frac{2}{k+1}+\cdots+\sum_{k=1}^{n}\frac{2}{k+1}$ 

 $= (n-1)\frac{2}{1+1} + (n-2)\frac{2}{2+1} + \dots + 1 \times \frac{2}{(n-1)+1}$ 

16 / 17

Quick Sort EUnS

 $E[X] = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=1}^{n-i} \frac{2}{k+1}$ 

 $=\sum_{n=1}^{n-1}\frac{2}{k+1}\times(n-k)$ 

 $=\sum_{k=1}^{n-1}\left(\frac{2n}{k+1}-\frac{2k}{k+1}\right)$ 

 $\geq \Omega(n \lg n)$ 

 $=2n\sum_{k=1}^{n-1}\frac{1}{k+1}-2\sum_{k=1}^{n-1}\frac{k}{k+1}$ 

 $=\sum_{k=1}^{n-1}\frac{2}{k+1}+\sum_{k=1}^{n-2}\frac{2}{k+1}+\cdots+\sum_{k=1}^{n}\frac{2}{k+1}$ 

 $= (n-1)\frac{2}{1+1} + (n-2)\frac{2}{2+1} + \dots + 1 \times \frac{2}{(n-1)+1}$ 

 $\geq 2nc \lg n - 2(n-1) \left( \because -\sum_{k=1}^{n-1} \frac{k}{k+1} \geq -\sum_{k=1}^{n-1} \left( \frac{k}{k+1} + \frac{1}{k+1} \right) \right)$ 

<ロケス部を<きたる意と、意

16 / 17

최악의 케이스 분석 기대 수행 시간



EUnS

대략석인 목삽도 부석

최악의 분할 케이스 일반적인 케이스 직관적인 방법 항상 9:1로 분할하는 경우

최악의 경우와 최선의 경우가 번갈아 나타나는 경우

상세 분

되악의 케이스 문식

기대 수행 시간

따라서

 $\Theta(n \lg n)$