

2021年5月27日
電気電子情報工学実験II (b)
実践的・競技プログラミング (2021年度) 第2回

競技プログラミングの問題を 解くための考え方

廣田悠輔 *)

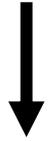
*) y-hirota@u-fukui.ac.jp

はじめに

- 本資料は、競技プログラミング（以下、競プロ）の問題を解くための考え方について説明する。
- 本資料の説明はあくまで考え方の一例であるので、必ずしも説明の通りに考える必要はない。
- 自分なりの考え方・解き方の確立を目指すこと。

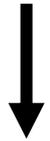
基本的なプロセス

自然言語(日本語や英語)で書かれた問題文



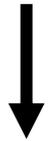
回答に関係のある部分の抽出

問題の本質部分



アルゴリズムの組み合わせへの落とし込み【難】

アルゴリズムの組み合わせによる回答の表現



コーディング

回答ソースコード

問題例（「それにつけても金の欲しさよ」）

問題文

お金が入った袋が n 個ある。第 $1, 2, \dots, n$ 番目の袋には、それぞれ A_1, A_2, \dots, A_n 円のお金が入っている。あなたは n 個の袋のうち、 m 個を自由に選んで受け取ることができる。あなたが受け取る金額の合計が最大になるように袋を選んだ時の、受け取り金額を出力するプログラムを作成せよ。

制約

- $1 \leq m \leq n \leq 10^5$
- $1 \leq A_i \leq 10^3$

出力

受け取る金額の合計が最大になるように袋を選んだ時の、受け取り金額を出力せよ。

問題の本質部分の抽出

問題文

お金が入った袋が n 個ある. 第 $1, 2, \dots, n$ 番目の袋には, それぞれ A_1, A_2, \dots, A_n 円のお金が入っている. あなたは n 個の袋のうち, m 個を自由に選んで受け取ることができる. あたが受け取る金額の合計が最大になるように袋を選んだ時の, 受け取り金額を出力するプログラムを作成せよ.



回答に関係のある部分の抽出

既知の値

$n, m, A_1, A_2, \dots, A_n$ (いずれも正整数)

求めるべき値

A_1, A_2, \dots, A_n から m 個を選んで総和をとったときの最大値

アルゴリズムの組み合わせへの落とし込み [1/9]

既知の値

$n, m, A_1, A_2, \dots, A_n$ (いずれも正整数)

求めるべき値

A_1, A_2, \dots, A_n から m 個を選んで総和をとったときの最大値

【やるべきこと】

- 様々なアルゴリズムを検討して、問題を解く方法の候補を考える.
- 問題を解く方法の候補の計算量や記憶領域を大まかに見積もる.
 - 計算資源制約を満たさない候補は除外する.
- 残った候補の中から、1つを選んでコーディングの対象とする.

アルゴリズムの組み合わせへの落とし込み [2/9]

既知の値

$n, m, A_1, A_2, \dots, A_n$ (いずれも正整数)

求めるべき値

A_1, A_2, \dots, A_n から m 個を選んで総和をとったときの最大値

愚直な方法

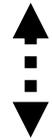
- A_1, A_2, \dots, A_n から m 個を選ぶ組み合わせすべてについて, その総和を求める.
- 組合せごとの総和の中から最大値を選んで出力する.
- ✓ 計算量の概算
 - $n, m, A_1, A_2, \dots, A_n$ の読み込み. $\rightarrow O(n)$
 - 全組み合わせについてそれぞれ総和計算. $\rightarrow O\left(\binom{n}{m} m\right)$
 - $1 \leq m \leq n \leq 10^5$ なので, 時間制約を満たせないと予想できる.

アルゴリズムの組み合わせへの落とし込み [3/9]

【1】 より扱いやすい等価な別の問題への読み替え

求めるべき値

A_1, A_2, \dots, A_n から m 個を選んで総和をとったときの最大値



問題の読み替え

求めるべき値

A_1, A_2, \dots, A_n の大きい方から m 個の値を選んだときの総和

アルゴリズムの組み合わせへの落とし込み [4/9]

【2】問題の分割

■ 単純化された問題を考える：

- $A_1 \geq A_2 \geq \dots \geq A_n$ という都合の良い状況が成立すると仮定する.
- この仮定の下では, A_1, A_2, \dots, A_m を選んで総和を取れば, それが求めるべき値となる.

✓ 計算量の概算

- $n, m, A_1, A_2, \dots, A_n$ の読み込み. $\rightarrow O(n)$
- A_1, A_2, \dots, A_m の総和計算. $\rightarrow O(m)$

アルゴリズムの組み合わせへの落とし込み [5/9]

【2】問題の分割（続き）

■ 単純化された問題への帰着：

- 実際の問題は、 $A_1 \geq A_2 \geq \dots \geq A_n$ という都合の良い入力を与えられるわけではない。
- では、どうすれば元の問題を、簡単な問題に変換できるか？
- この問題は、入力 A_1, A_2, \dots, A_m を降順ソートすれば、単純化された問題に帰着できる。

アルゴリズムの組み合わせへの落とし込み [6/9]

【2】問題の分割（続き）

- 元の問題を，以下の2つの小問題の組み合わせと考える：
 - 与えられた n 個の入力を降順にソートする問題.
 - 降順ソートされた値から大きい順に m 個を選んだときの総和を求める問題.

- ✓ 計算量の概算
 - $n, m, A_1, A_2, \dots, A_n$ の読み込み. $\rightarrow O(n)$
 - A_1, A_2, \dots, A_n の降順ソート. $\rightarrow O(n \log n)$ から $O(n^2)$
 - A_1, A_2, \dots, A_m の総和計算. $\rightarrow O(m)$

- ✓ 計算量 $O(n^2)$ では時間制限を超過するが，計算量 $O(n \log n)$ のソートアルゴリズム（マージソート等）を使えば制限時間内で可能と見積もられる.

アルゴリズムの組み合わせへの落とし込み [7/9]

- ✓ 以上の思考プロセスは、回答者が組合せやソートについて理解している場合のもの.
- 競プロでは（あるいは競プロに限らず）、その場で使える基本アルゴリズムやデータ構造、数学的知識が少ないと著しく不利.
 - コンテスト時間内に閃くことは稀.
 - **事前の勉強**が重要.
- 問題を適切に読み替えたり分割するには、上記の知識に加え、ある程度の経験や慣れが必要.
 - 競プロ関連書籍に掲載されている定番テクニックを知る.
 - 競プロの過去問を解いて経験を積む.
 - 問題の入力例を紙上で処理してその流れを追い洞察する.
 - 日頃から複雑事象を細かなプロセスに分解して考える癖をつける.

アルゴリズムの組み合わせへの落とし込み [8/9]

- ✓ 計算資源制約を守りつつ正答できそうな方法が複数存在する場合：
 - 簡単に実装できる方法を選択する.
 - 無理に最も効率的なアルゴリズムを使う必要はない.

アルゴリズムの組み合わせへの落とし込み [9/9]

- ✓ 競技プログラミングでは必ず適切な解法が存在すると仮定できる.
- 入力サイズから使用すべきアルゴリズムが推定できる場合がある.
 - 【例1】 制限時間が 1 [sec.] で入力 n の最大値が 10^5 のケース :
 - 計算量 $O(n^2)$ 以上では時間制限を超過.
 - 計算量 $O(n \log n)$ 以下の解答例が存在すると推測可能.
 - 【例2】 入力 n の最大値が 10 といった小さい値のケース :
 - 2^n 回の処理が許容される.
 - 探索問題であれば全探索も検討の範囲内となる.
- ✓ 邪道だが非常に強力なヒントになる.

コーディング

- 素早く正確にコードを記述する.
- アルゴリズム完成後にコーディングを開始する必要はない.
 - アルゴリズムを検討しながら、並行してソースコードの大枠を記述しても良い.
 - 簡単な問題では、問題を読んだ時点で使うべきアルゴリズムは半ば見えているので、並行して記述する方がより早いことが多い.
- 使用する型の表現可能範囲に注意.
 - 例えば、符号付き32ビットの表現範囲を超えることはないか.
 - 浮動小数点数を使う場合、精度は十分か.
- コンパイラの警告に注意.
 - 変数の未初期化などの警告が出ている場合は無視しない.