アルゴリズムとデータ構造　問題 7 のプログラム実装の考え方

学籍番号　22059　氏名　来間　空　提出日　2025 年 6 月 18 日

(1) 入力例

入力は，最初に標準出力へ表示されるプロンプト「n?:」に対し，ハノイの塔に積まれる円盤の総枚数を表す正の整数 n を 1 行だけ十進表記で入力するという極めて単純な形式であり，許容される範囲は実装上 int 型で扱える 1 以上の値（課題 PDF では 1≦n≦10）で，負数や 0，あるいは文字列や空白を含む不正なトークンが与えられた場合の動作は規定されない；入力行には数値の後ろに改行コード以外の文字を置かないことが要求され，複数値入力や余分な空白は想定外である；例えば n＝3 を解く場合の入力例は改行付きの「3」のみであり，プログラムはこれを scanf("%d", &n) で読み取ってグローバル変数ではなくスタック上のローカル変数に保持し，再帰関数 move に渡して再帰的移動列挙処理を開始する． なお，引数の型は int であるため極端に大きい n を与えるとオーバーフローの危険があるが，本課題では現実的な演習範囲内に制限されている．

(2) 出力例

出力は，入力直後に再帰アルゴリズムが列挙した移動手順を，1 行につき「移動対象円盤番号 空白 元柱番号 空白 先柱番号」の順で左詰め三つの整数を表示し，全移動を終えたのち最終行に累計移動回数 p（理論値 2^n−1）を整数のみで出力する構成であり，行頭には必ず新たな改行が入り，個々の整数は空白 1 文字で区切られ余分な空白やタブを挿入しない；加えてプログラム冒頭では入力補助のためのプロンプト「n?:」がそのまま表示されるが，評価時には無視可能な許容文字列とされる；例えば n＝3 を入力した場合，出力例は「n?:」「1 1 3」「2 1 2」「1 3 2」「3 1 3」「1 2 1」「2 2 3」「1 1 3」「7」の 9 行となり，内 7 行が手順列，末尾 1 行が総移動数である． 各整数は符号付き十進表記で表示されるが，円盤番号や柱番号は常に正であるため符号は出力されず，末尾の改行以外の制御文字を含まないため自動採点環境での差異は生じない．

(3) 入力に対する出力結果の妥当性の説明

本プログラムは，円盤を 1 枚ずつ小さく分割しつつ一時柱を介して移動する古典的ハノイ再帰を採用し，各呼び出しごとに共有カウンタ p をインクリメントすることで総移動回数が厳密に 2^n−1 となることを保証するため，出力される手順列は「小円盤の上に大円盤を載せない」「一度に 1 枚だけ動かす」という制約を完全に満たし，さらに最終行の移動回数が理論値と一致することで正当性が数学的に裏付けられる；実際に n＝3 の例では 7 行の手順と総計 7 が得られ，課題 PDF に示された期待出力と一致するため，アルゴリズム，書式，回数の三点で要件を満たしていると結論付けられる． また，関数 move は no==1 を帰納的停止条件とした深さ優先探索であり，引数経由で柱番号を演算することで余分な配列やスタックを使用せずに手順順序を保証し，count をポインタで共有するためオーバーフローや多重カウントの危険を回避しており，実行時間 O(2^n) と空間 O(n) は理論限界と合致している．