

Informatyka to dyscyplina, która ma na celu tworzenie podstaw naukowych dla takich tematów, jak projektowanie komputerów, programowanie komputerów, przetwarzanie informacji, rozwiązywanie problemów za pomocą algorytmów i samego procesu tworzenia algorytmów. Daje podstawy dla dzisiejszych zastosowań komputerów, a także fundamenty przyszłej infrastruktury komputerowej.

Ta książka stanowi obszerne wprowadzenie do tej nauki. Będziemy badać szeroki zakres tematów, w tym większość z tych, które składają się na typowy uniwersytecki program nauczania informatyki. Chcemy pokazać pełen zakres i dynamikę tej dziedziny. Dlatego, oprócz samych tematów, interesować nas będzie ich historyczny rozwój, aktualny stan badań oraz perspektywy na przyszłość. Naszym celem jest przedstawienie funkcjonalnego rozumienia informatyki – takiego, które będzie wspierać tych, którzy chcą prowadzić bardziej specjalistyczne studia w tej nauce, a także takiego, które umożliwi osobom z innych dziedzin rozwijanie się w coraz bardziej zaawansowanym technicznie społeczeństwie.

0.1 Rola algorytmów

Zacniemy od najbardziej podstawowego pojęcia w informatyce – **algorytmu**. Nieformalnie algorytm to zestaw kroków, które określają sposób wykonywania zadania. (Dokładniej omówimy to w dalszej części, w rozdziale 5). Istnieją na przykład algorytmy gotowania (przepisy kulinarne), znajdowania drogi w obcym mieście (trasy), obsługi pralek (zwykle znajdujące się od wewnątrz pokrywy pralki lub być może na ścianie pralni), odtwarzania muzyki (wyrażone w postaci nut) oraz do wykonywania magicznych sztuczek (rysunek 0.1).

Zanim maszyna taka jak komputer będzie mogła wykonać zadanie, musi zostać opracowany algorytm wykonania tego zadania i przedstawiony w formie odpowiedniej dla maszyny. Reprezentacja algorytmu nazywana jest **programem**. Dla wygody ludzi programy komputerowe są zwykle drukowane na papierze lub wyświetlane na ekranach komputerów. Dla wygody maszyn programy zapisywane są w sposób zgodny z technologią maszyny. Proces tworzenia programu, zapisywania go w formie odpowiedniej dla maszyny i przekazywania go maszynie nazywa się **programowaniem**, a czasem **kodowaniem**. Programy i reprezentowane przez nie algorytmy są zbiorczo określane jako **oprogramowanie**, w przeciwieństwie do samej maszyny, która jest traktowana jako **sprzęt**.

Badanie algorytmów rozpoczęło się jako jeden z tematów matematyki. Poszukiwanie algorytmów było ważną działalnością matematyków na długo przed powstaniem współczesnych komputerów. Celem było znalezienie jednego zestawu wskazówek opisujących, jak można rozwiązać wszystkie problemy określonego typu. Jednym z najbardziej znanych przykładów tych wczesnych badań jest algorytm dzielenia do znajdowania ilorazu dwóch liczb wielocyfrowych. Innym przykładem jest algorytm odkryty przez starożytnego greckiego matematyka Euklidesa, do

Sztuczka: Iluzjonista kładzie na stole kilka zakrytych kart do gry i dokładnie je miesza. Następnie, gdy publiczność zażąda odkrycia czerwonej lub czarnej karty, magik odwraca kartę w żądanym kolorze.

Sekret sztuczki i sposób jej wykonania

- Krok 1. Z normalnej talii kart wybierz dziesięć czerwonych kart i dziesięć czarnych kart. Rozłóż na stole zakryte karty w dwóch stosach według koloru.
- Krok 2. Poinformuj, że wybrałeś kilka kart czerwonych i kilka czarnych.
- Krok 3. Podnieś czerwone karty. Pod pretekstem, że układasz je w małą talię, trzymaj je zakryte w lewej ręce, a kciukiem oraz pierwszym palcem prawej ręki zagnij do tyłu róg talii, tak aby każda karta była lekko zagięta do tyłu. Następnie połóż zakrytą talię czerwonych kart na stole, mówiąc: „Na tym stosie znajdują się czerwone karty”.
- Krok 4. Podnieś czarne karty. W sposób podobny do tego z kroku 3 zagnij te karty lekko do przodu. Następnie odłóż te karty na stół w zakrytej talii, mówiąc: „Na tym stosie znajdują się czarne karty”.
- Krok 5. Natychmiast po odłożeniu czarnych kart na stół, użyj obu rąk, aby wymieszać czerwone i czarne karty (nadal zakryte), rozkładając je na stole. Wyjaśnij, że karty są dokładnie wymieszane.
- Krok 6. Dopóki na stole znajdują się zakryte karty, powtarzaj następujące kroki:
 - 6.1. Poproś publiczność o wybór, czy ma zostać odkryta czerwona czy czarna karta.
 - 6.2. Jeśli żądany kolor jest czerwony i istnieje (zakryta) karta z odpowiednim zagięciem, odwracamy taką kartę, mówiąc: „Oto czerwona karta”.
 - 6.3. Jeśli żądany kolor jest czarny i istnieje (zakryta) karta z odpowiednim zagięciem, odwracamy taką kartę, mówiąc: „Oto czarna karta”.
 - 6.4. W przeciwnym razie powiedz, że nie ma już kart w żądanym kolorze i odwróć pozostałe karty, aby udowodnić swoje stwierdzenie.

Rysunek 0.1 Algorytm magicznej sztuczki

znajdowania największego wspólnego dzielnika dwóch dodatnich liczb całkowitych (rysunek 0.2).

Po znalezieniu algorytmu wykonanie zadania nie wymaga już zrozumienia zasad, na których ten algorytm się opiera. Wystarczy jedynie postępować zgodnie ze wskazówkami. (Możemy zastosować algorytm dzielenia, aby znaleźć iloraz, lub algorytm Euklidesa, aby znaleźć największy wspólny dzielnik, nie wiedząc, dlaczego algorytm działa akurat w taki sposób). W pewnym sensie inteligencja wymagana do rozwiązania danego problemu jest zakodowana w algorytmie.

Wychwytywane i przekazywanie inteligencji (lub przynajmniej inteligentnego zachowania) za pomocą algorytmów pozwala nam budować maszyny, które wykonują użyteczne zadania. W konsekwencji poziom inteligencji prezentowany przez maszyny jest ograniczony przez inteligencję, którą można im przekazać za pomocą algorytmów. Możemy skonstruować maszynę do wykonania zadania tylko wtedy, gdy istnieje algorytm do wykonania tego zadania. Z kolei jeśli nie istnieje algorytm do rozwiązania problemu, to rozwiązanie leży poza możliwościami maszyn.

Opis: Algorytm zakłada, że jego dane wejściowe składają się z dwóch dodatnich liczb całkowitych i polega na obliczeniu największego wspólnego dzielnika tych dwóch wartości.

Procedura:

Krok 1. Przypisz M i N odpowiednio wartość większej i mniejszej z dwóch wartości wejściowych.

Krok 2. Podziel M przez N i nazwij resztę R .

Krok 3. Jeśli R nie jest równe 0, przypisz M wartość N , przypisz N wartość R i wróć do kroku 2; w przeciwnym razie największym wspólnym dzielnikiem jest wartość aktualnie przypisana do N .

Rysunek 0.2 Algorytm Euklidesa do znajdowania największego wspólnego dzielnika dwóch dodatnich liczb całkowitych

Określenie ograniczeń możliwości algorytmicznych zostało wprowadzone jako element matematyki w latach 30. XX wieku wraz z publikacją twierdzenia o niezupełności Kurta Gödla. Twierdzenie to zasadniczo mówi, że w każdej teorii matematycznej obejmującej nasz tradycyjny system arytmetyczny istnieją twierdzenia, których prawdziwości lub fałszu nie można ustalić metodami algorytmicznymi. Krótko mówiąc, jakiegokolwiek pełne badanie naszego systemu arytmetycznego wykracza poza możliwości działań algorytmicznych. Ta świadomość wstrząsnęła podstawami matematyki, a badanie możliwości algorytmicznych, które po tym nastąpiło, było początkiem dziedziny znanej dziś jako informatyka. W rzeczywistości to właśnie nauka o algorytmach stanowi rdzeń informatyki.

0.2 Historia informatyki

Dzisiejsze komputery mają bogatą genealogię. Jednym z początkowych narzędzi obliczeniowych było liczydło. Historia mówi nam, że prawdopodobnie miało ono swoje korzenie w starożytnych Chinach i było używane we wczesnych cywilizacjach greckich i rzymskich. Maszyna jest dość prosta, składa się z koralików nawleczonych na pręty, które z kolei są zamontowane w prostokątnej ramie (rysunek 0.3). Gdy koraliki są przesuwane wzdłuż prętów, ich pozycje reprezentują zapisane wartości. To właśnie w pozycjach koralików tego typu „komputer” reprezentuje i przechowuje dane. Sterowanie wykonaniem algorytmu wymaga udziału człowieka. Zatem samo liczydło jest jedynie systemem przechowywania danych i musi być połączone z człowiekiem, aby stworzyć kompletną maszynę obliczeniową.

W okresie po średniowieczu, a przed epoką nowożytną zaczęto poszukiwać bardziej wyrafinowanych maszyn obliczeniowych. Kilku wynalazców zaczęło eksperymentować z technologią kół zębatych. Wśród nich byli Blaise Pascal (1623–1662) z Francji, Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716) z Niemiec i Charles Babbage (1792–1871) z Anglii. Maszyny te reprezentowały dane poprzez pozycje kół