

Bartłomiej Wiśniewski  
Wydział Matematyki, Informatyki i Mechaniki

## Złożoność obliczeniowa

Złożoność obliczeniowa jest dziedziną nauki (działem informatyki teoretycznej) zajmującą się określaniem zapotrzebowania ilości zasobów do rozwiązania problemów obliczeniowych. Rozpatrywane zasoby to przede wszystkim ilość pamięci oraz czas zużycia procesorów o danej mocy obliczeniowej (lub też moc procesorów potrzebna do rozwiązania problemu w danym czasie). Tematem mojej pracy jest próba przewidzenia istotności tej dyscypliny w przyszłości.

W dzisiejszych czasach jesteśmy ograniczeni możliwościami komputerów. Wiele istotnych problemów dla ludzkości nie może zostać przeliczonych w efektywnym czasie. Dla przykładu ustawienie wszystkich użytkowników Facebooka w kółko tak, aby każde dwie sąsiadujące osoby były znajomymi jest zupełnie niemożliwe do wykonania przed śmiercią wszystkich żyjących w tej chwili ludzi (a i do tego nie wystarczyłoby użycie wszystkich komputerów na świecie). Chyba, że mielibyśmy niesamowite szczęście.

Zajmowanie się złożonością obliczeniową jest dzisiaj jak najbardziej sensowne i pożądane. Chcemy, aby algorytmy działały możliwie najszybciej i nie marnowały bezsensownie czasu i pamięci. Pytanie brzmi jednak: jak będzie w przyszłości? Czy komputery będą na tyle szybkie, że algorytmicy staną się bezrobotni? Czy do rozwiązania każdego sensownego i ważnego dla ludzkości problemu wystarczy pierwszy-lepszy program, wykonujący obliczenia siłowo?

Dobrym założeniem jest stwierdzenie, że wielkość interesujących nas problemów jest co najwyżej liniowo zależna od liczby przedstawicieli naszego rodzaju. W każdym momencie każdy z nas posiada liczbę samochodów, znajomych, domów, dzieci, która jest nie większa niż pewna liczba stała ograniczona przez maksimum. Tak samo liczba miast, dróg, czy też zasiedlonych planet nigdy nie będzie większa od liczby ludzi. Spróbujmy się zatem przyjrzeć, jak mają się do siebie wzrost liczby ludności do wzrostu mocy obliczeniowej komputerów.

Prościej będzie ocenić drugi czynnik. Prawdopodobnie prawo Moore'a towarzyszyć będzie ludzkości przez długie lata. Mówi ono nam (w uproszczeniu), że co około 2 lata moc obliczeniowa procesorów zwiększa się około dwukrotnie. Jest to zatem wzrost wykładniczy. Łatwo dający się przedstawić na wykresie, który jest bardzo regularny. Firmom produkującym procesory zawsze będzie zależeć na tym, aby postęp utrzymać w ramach prawa Moore'a.

Jak ma się to do wzrostu liczby ludności? Ta też jest wykładnicza. A przynajmniej jest to przewidywane na XXI wiek. Jednak na przełomie XXI i XXII wieku przyrost ten ma zmaleć. Przewiduje się, że możliwy jest nawet wzrost wielomianowy. Jeśli nawet postęp ten dalej będzie wykładniczy, to łatwą obserwacją jest, że na chwilę obecną i zapewne na następne kilkaset lat wykładnik ten przy jednostce czasu równej 2 lata będzie mniejszy od 2 (liczba ludności nie powiększa się dwukrotnie co 2 lata).

Wniosek stąd jest bardzo prosty – moc obliczeniowa komputerów wzrastać będzie (dużo) szybciej niż liczba ludności! Przypuszczać możemy, że ten trend utrzyma się przez kolejnych kilkaset lat. Wszelkie prawa analizy matematycznej mówią nam więc jedno: jeśli mamy utworzyć dwa wykresy, gdzie na osi OX odłożymy czas w takich samych jednostkach, zaś na osi OY odpowiednio: zapotrzebowanie ludzkości na moc obliczeniową oraz możliwą do uzyskania moc

obliczeniową, to wykresy te w końcu się przetną. A możliwa do uzyskania przez człowieka moc obliczeniowa będzie od tego okresu już zawsze większa niż moc rzeczywiście mu potrzebna!

Dojdziemy więc jako ludzkość do takiego momentu, w którym obliczenie prognozy pogody na następne 16 dni trwać będzie sekundę i cechować będzie się dokładnością bliską 100%. Obliczenie najkrótszej trasy wycieczki przebiegającej przez każde zaplanowane miasto będzie trwać tyle, co naciśnięcie klawisza Enter. Ustawienie wszystkich użytkowników Facebooka w kółko będzie kwestią zapisania bardzo prostego algorytmu i odczekania kilku milisekund (o ile chcemy ich ustawić wirtualnie, a nie w rzeczywistości).

Algorytmicy mogą już zacząć się bać. Prawdopodobnie w przyszłości ich zajęcie ograniczy się do wymyślania bardzo prostych rozwiązań. Złożoność obliczeniowa pozostanie działalnością czysto naukową, bez praktycznego zastosowania.

Możemy w naszych przewidywaniach pójść jeszcze dalej. Być może za kilkaset lat komputery będą tak szybkie, że wszystkim ludziom na świecie wystarczy tylko jeden, wspólny superkomputer oraz urządzenia dostępne o mniejszej mocy? Wyeliminowałoby zatem problem zasilenia jednostek obliczeniowych, gdyż wystarczyłoby zasilić tylko jedną. Prawdopodobnie do jej działania potrzebna byłaby spora elektrownia, ale zmniejszyłoby się zużycie prądu przez użytkowników. Któż (prócz koncernów energetycznych) burzyłby się na słuch o wybudowaniu zaledwie jednej elektrowni zamiast kilkuset?