

POPULARNONAUKOWY OPIS BADAŃ PROWADZONYCH W RAMACH ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Zgodnie z klasycznym paradygmatem szybkie algorytmy to algorytmy wielomianowe, czyli takie, których czas działania nie przekracza wartości pewnej funkcji wielomianowej od rozmiaru danych wejściowych. Wraz z ciągle rosnącą ilością przetwarzanych danych takie uproszczenie staje się nieadekwatne. W wielu zastosowaniach wystarczająco szybkie są tylko algorytmy liniowe, czyli takie, których czas działania ograniczony jest funkcją liniową.

Na przestrzeni lat badania nad algorytmami doprowadziły do powstania arsenału różnorodnych technik, których bezpośrednie zastosowanie daje szybkie, liniowe lub prawie liniowe, algorytmy dla wielu problemów obliczeniowych. Jest też jednak wiele podstawowych problemów, dla których znane techniki dają znacznie wolniejsze algorytmy, np. działające w czasie kwadratowym, i nie potrafimy ich jak dotąd w żaden sposób przyspieszyć.

W ramach przygotowywanej rozprawy doktorskiej badamy, czy taki stan rzeczy wynika z niedoskonałości obecnych technik algorytmicznych, czy też z fundamentalnej trudności niektórych problemów, powodującej, że wydajne algorytmy dla tych problemów nie mogą istnieć. W szczególności, skupiamy się na kilku wybranych problemach obliczeniowych, które są nieuchwytnie dla dotychczasowych technik, i badamy złożoność tych problemów, czyli czas potrzebny programowi komputerowemu na ich rozwiązanie. Są to:

- problem **Wyznaczenia Najdłuższego Wspólnego Podciągu Rosnącego**, pojawiający się przy porównywaniu ciągów, m.in. podczas lokalizowania podobieństw w sekwencjach biologicznych;
- problem **Aproksymacji Najdłuższego Wspólnego Podciągu Rosnącego**, czyli potencjalnie łatwiejszy wariant poprzedniego problemu, w którym pytamy tylko o przybliżone rozwiązanie;
- problem **Wyszukiwania Wzorca z Błędami**, pojawiający się, gdy przybliżone wystąpienia zadanego wzorca muszą zostać zlokalizowane w długim tekście.

Dla każdego z tych problemów podstawowe pytanie jest takie samo: Czy najszybszy obecnie znany algorytm da się jeszcze przyspieszyć? Stawiamy hipotezę, że odpowiedź na to pytanie dla wszystkich trzech problemów jest negatywna. W przypadku pierwszego z nich nasze dotychczasowe badania potwierdziły już to przypuszczenie.

Postawione pytania wpisują się w popularną ostatnio problematykę *fine-grained complexity*, która koncentruje się na badaniu precyzyjnych ograniczeń dolnych czasu działania algorytmów. Najczęstszą metodą dowodową w tym nurcie są tzw. *fine-grained reductions*. Redukcje takie dowodzą, że szybszy algorytm dla wyjściowego problemu dawałby natychmiast szybszy algorytm dla pewnego obliczeniowo trudnego problemu – czyli takiego, dla którego, pomimo znacznego zainteresowania, od wielu lat nie udało się poprawić obecnych metod i w związku z tym postawiono hipotezę, że są one optymalne.

Wyników tego typu nie należy traktować jako ostatecznych dowodów na nieistnienie szybszych algorytmów – wszak zakładane hipotezy mogą okazać się nieprawdziwe. Warunkowe ograniczenia dolne wskazują natomiast na prawdziwe źródła trudności rozważanych problemów i dowodzą, że postęp w tych problemach jest niemożliwy bez postępu w innych, często bardzo odległych. Odkrywając kolejne tego typu zależności, zbliżamy się do odpowiedzi na nurtujące pytanie: Czy spośród problemów, dla których istnieją algorytmy wielomianowe, wszystkie trudne problemy są trudne z tego samego fundamentalnego powodu?