

Projektowanie algorytmów rozproszonych dla silnie obciążonych sieci

Klasyczne modele algorytmów rozproszonych zakładają, że wiele urządzeń (komputerów) wspólnie realizuje zadanie komunikując się poprzez wcześniej zaprojektowane bezpośrednie łącza. Odpowiednie algorytmy pozwalają na wykorzystanie mocy wielu komputerów do przyspieszenia obliczeń, wymaga to jednak odpowiedniej synchronizacji, dobrze zaplanowanego podziału zadań i przesyłania przez sieć danych oraz wyników obliczeń. Współczesne wszechobecne zastosowania technologii informatycznych wykraczają poza te proste, badane od lat modele.

Na przykład w sieciach bezprzewodowych łącza komunikacyjne nie są ustalone na stałe, konieczne jest współdzielenie tych samych kanałów komunikacyjnych przez wiele urządzeń, urządzenia mobilne mają ograniczone zasoby energetyczne. Zastosowania komunikacji bezprzewodowej w sieciach sensorych (np. monitorujące środowisko naturalne lub procesy technologiczne), internecie rzeczy (Internet of Things) czy w nadchodzących sieciach 5G istotność tych czynników jest jeszcze większa, powodując nieprzydatność klasycznego podejścia do algorytmów rozproszonych.

Szybkie współczesne łącza komputerowe umożliwiają tworzenie wirtualnych połączeń wykorzystujących np. internet, niezależnych od fizycznych połączeń między poszczególnymi komputerami. Podobnie, przetwarzanie ogromnych danych w centrach obliczeniowych (obliczenia w chmurze) umożliwia szybką wymianę informacji między jednostkami obliczeniowymi. W tej sytuacji nieistotna jest odległość urządzeń w fizycznej sieci komputerowej, lecz takie planowanie zadań, aby optymalnie korzystać z mocy obliczeniowych mimo ograniczonej przepustowości łącza i (konieczności) rozproszenia danych.

Główne cele projektu zakładają budowanie szybkich algorytmów, dopasowanych do ograniczeń urządzeń i łączy komunikacyjnych, dla przedstawionych powyżej architektur sieciowych: sieci bezprzewodowych ad hoc, pozbawionych scentralizowanej koordynacji pracy urządzeń (np. poprzez stacje bazowe w telefonii komórkowej) oraz dużych gęstych sieci z ograniczoną przepustowością. W pierwszym scenariuszu niełatwe jest nawet szybkie rozgłaszanie wiadomości (np. o zagrożeniu pożarowym w sieci sensorowej), ze względu na brak centralnej koordynacji i możliwe kolizje. W przypadku gęsto połączonych sieci wyzwaniem jest uzyskanie informacji o danych rozproszonych w węzłach bez możliwości przesłania istotnej części z nich.

W ramach projektu budować będziemy algorytmy dla problemów we współczesnych sieciach, z ograniczeniami opisanymi powyżej. Uzyskane rozwiązania będą przygotowane na wyzwania wynikające z nowych zastosowań i technologii, w tym uwzględniające ograniczone zasoby (np. urządzenia zasilane bateriami) i możliwości urządzeń, dynamiczny i nietypowy ruch danych w sieciach bezprzewodowych. Uzyskane techniki algorytmiczne mogą stanowić istotne uzupełnienie nowych rozwiązań sprzętowych.

Nasze algorytmy dla gęstych sieci pozwolą na lepsze wykorzystanie zasobów we współczesnych architekturach rozproszonych. Prowadzone badania mają charakter podstawowy, ale stworzona metodologia i narzędzia algorytmiczne mogą znaleźć zastosowanie we współczesnych systemach dużej skali, np. zmniejszając liczbę rund synchronizacji zadań do wykonania.

Oprócz badań poświęconych bezpośrednio algorytmom rozproszonym, będziemy też rozwijać matematyczne narzędzia służące jako podstawowe bloki takiej komunikacji. W szczególności, zajmiemy się rozszerzeniem schematu testowania grup (group testing), wprowadzonego w latach 40tych XX wieku jako narzędzie do identyfikacji (niewielkiej) grupy zarażonych osobników z dużej populacji przy pomocy niewielkiej liczby testów laboratoryjnych (dużo mniejszej od rozmiaru populacji).

Tematyka naszych badań jest intensywnie uprawiana w czołowych akademickich ośrodkach informatycznych, uzyskiwane rozwiązania pozwolą wypracować metody algorytmiczne o potencjalnych zastosowaniach w ważnych obszarach zastosowań technologii IT, są to zarazem atrakcyjnie naukowo problemy pozwalające rozwijać szeroko uprawianą na świecie dziedzinę badań.

Istotnym elementem metodologii projektu jest budowanie rozwiązań wraz z precyzyjnymi matematycznymi dowodami ich poprawności i efektywności. Oznacza to, że zarówno poprawność, szybkość działania i inne parametry algorytmów jak i dowody na brak możliwości uzyskania efektywnych rozwiązań będą potwierdzone precyzyjnym matematycznym rozumowaniem.