

1 Cele projektu

Wiele praktycznych zastosowań wymaga więcej niż jednego urządzenia wykonującego pracę lub obliczenia. Na przykład wyszukiwarki sieciowe odświeżają swój lokalny indeks sieci www przez wielokrotnie odwiedzanie sieci stron internetowych przy użyciu wielu działających współbieżnie agentów. Kolejnym przykładem jest sieć sensorów monitorujących pewien obszar. Używanie jednego urządzenia jest niewystarczające ze względu na ograniczenia czasowe (chcemy odświeżać indeks każdego dnia) lub ze względu na fizyczne ograniczenia (pojedynczy sensor nie jest w stanie obserwować całego obszaru). Używanie wielu urządzeń rozwiązuje te problemy ale stwarza nowe. Jak zorganizować pracę urządzeń żeby wszystkie urządzenia nie robiły tego samego? Jak rozsyłać informacje pomiędzy urządzeniami? Jak projektować urządzenia i algorytmy tak żeby urządzenia były nieskomplikowane? Znajdowaniem odpowiedzi na te pytania zajmuje się nauka obliczeń rozproszonych. W tym projekcie skupimy się na trzech modelach obliczeń rozproszonych inspirowanych praktycznymi zastosowaniami.

W pierwszym modelu będziemy badać agentów eksplorujących nieznaną sieć. Taki agent może odwiedzać wierzchołki i przekraczać krawędzie w celu odwiedzenia całej sieci. Jeżeli agent miałby dużo pamięci (proporcjonalnie do rozmiaru całej sieci), to wtedy problem moglibyśmy rozwiązać używając klasycznych algorytmów przeszukiwania (BFS, DFS). Ale oczywiście większość ciekawych i ważnych współczesnych sieci nie zmieści się na żadnej pojedynczej maszynie więc musimy znaleźć inne rozwiązanie. Naszym pomysłem jest używanie mniejszej pamięci w agencie i dodatkowo albo losowości albo pewnej liczby bitów pamięci na każdym wierzchołku sieci.

W modelu sieci radiowych, każdy wierzchołek jest stacją zdolną do transmitowania i odbierania wiadomości. Jednak kiedy kilka stacji próbuje nadawać do jednego odbiorcy, ich sygnały kolidują i niemożliwe staje się odekodowanie żadnej wiadomości. Jest to oczywiście uproszczony model sieci komunikacyjnej ale efektywne algorytmy w takim modelu mogą prowadzić do zastosowań w praktyce. Chcemy się skupić na rozwiązaniach, które używają mało energii. Zakładając, że każda stacja jest urządzeniem zasilanym z baterii i każda transmisja to wydatek energetyczny to chcielibyśmy zminimalizować wydawaną energię (i zmaksymalizować czas działania każdego urządzenia) przez minimalizowanie liczby transmisji. Naszym drugim celem będzie algorytm odporny na zmieniającą się topologię sieci. W praktyce większość sieci komunikacyjnych nie jest statycznych więc algorytmy działające efektywnie mimo zmieniającej się topologii są bardzo potrzebne.

Naszym trzecim modelem są kolonie insektów. Chcemy zbadać jak to jest możliwe że niektóre gatunki takie jak mrówki czy pszczoły osiągają efektywną kolaborację we wspólnej pracy nad zadaniami roju mimo braku centralnej kontroli i ograniczonej komunikacji. Zarówno mrówki jak i pszczoły są prostymi zwierzętami więc algorytmy których używają też powinny być nieskomplikowane. Naszym głównym celem będzie alokacja zadań – jak przydzielić robotników do zadań tak żeby każde zadanie było dobrze wykonane. Chcemy zbadać ile pamięci w każdym robotniku jest potrzebne do efektywnej alokacji. Drugim tematem jest algorytm alokacji zadań w sytuacji zmiennych zapotrzebowań.

2 Metodologia

Podczas tego projektu proponujemy algorytmy dla mobilnych agentów, sieci radiowych, kolonii insektów w różnych scenariuszach. Przeanalizujemy proponowane rozwiązania używając dowodów matematycznych (zwykle poprzedzonych symulacjami). Taka analiza będzie wymagała różnych narzędzi zależnie od scenariusza. W przypadku zrandomizowanym będziemy badali niesymetryczne błędzenia losowe, obliczenia z ograniczoną pamięcią i Łańcuchy Markova. W przypadku deterministycznym będziemy używać kombinatoryki i teorii grafów.

3 Wpływ projektu

Problemy eksploracji, rozgłaszania i alokacji zadań są dobrze przebadane. Jednak chcielibyśmy przeanalizować podejścia i uogólnienia oryginalnych problemów które nie zostały jeszcze dostatecznie przebadane. Głównym wynikiem projektu będą nowe, efektywne algorytmy eksploracji grafów, rozgłaszania i alokacji zadań. Proponujemy co najmniej dwa nowe algorytmy do każdego z trzech problemów. Naszym celem jest projektowanie prostych algorytmów gdyż wierzymy, że takie algorytmy są naturalnie odporne i lepiej nadają się do praktycznych zastosowań.