

Ukrywanie informacji dla wybranych modeli sieci z ograniczeniami

Streszczenie

Rozprawa skupia się na zapewnianiu bezpieczeństwa pewnych aspektów komunikacji dla różnych modeli sieci. Dla popularnego modelu SINR zaprezentowane są różne algorytmy blokujące sygnał radiowy dla wybranych fragmentów przestrzeni, nazwanych *obszarem ograniczonym*, z wykorzystaniem techniki nazwanej *zagłuszaniem ochronnym*. To podejście wykorzystuje dodatkowe stacje, które generują zakłócenia, mające na celu pokryć cały obszar ograniczony i zablokować sygnał chronionej sieci na tym obszarze. Algorytmy są zaprojektowane tak, aby jednocześnie maksymalizować *pokrycie* sieci, czyli wartość, która pozwala mierzyć negatywny wpływ zagłuszania na sieć poza obszarami ograniczonymi. Ponadto, jako dodatkowy cel, algorytmy starają się minimalizować wykorzystanie energii przez sieć zakłócającą. Rozwiązania dla tego problemu są przedstawione dla modelu jedno oraz dwuwymiarowego sieci SINR.

Dla modelu SINR w 1D rozprawa prezentuje kilka algorytmów dla jednolitego modelu sieci, gdzie wszystkie stacje transmitują z identyczną mocą. Dwa podstawowe algorytmy wykorzystują specjalny schemat pozycjonowania stacji dla obszarów ograniczonych reprezentowanych przez jeden lub dwa punkty ograniczające, ale z pewną gwarancją dotyczącą wpływu ich rozwiązań na *pokrycie*. Opisany jest również precyzyjny algorytm pozycjonujący, który wykorzystując iteracyjną procedurę w celu ustawienia stacji zakłócających, gwarantuje niemal idealną wartość *pokrycia*. Dla modelu 1D z niejednolitymi stacjami przedstawione są dwa algorytmy. Jeden bazuje na wykorzystaniu jednej stacji o dużej mocy, aby zapewnić jednostronne zagłuszanie. Drugi algorytm wykorzystuje strategię *noisy-dust*, która zakłada wykorzystanie bardzo dużej liczby stacji zagłuszających o małej mocy — poprzez poprawne ich ustawienie, mogą efektywnie pokryć zakłóceniami wybrane obszary. Ten algorytm umożliwia również redukcję zużycia energii, która maleje razem z mocą pojedynczych stacji i wzrostem ich liczby w celu zagłuszania danego obszaru. Przedstawiony jest również wariant algorytmu, który kosztem większego zużycia energii umożliwia łatwiejsze pozycjonowanie stacji.

Dla modelu 2D zdefiniowane są specjalne typy obszarów ograniczonych, ze względu na skomplikowanie problemu dla dowolnych kształtów. Dla jednolitych sieci 2D przedstawiony jest algorytm umożliwiający zagłuszanie obszarów ograniczonych zdefiniowanych jako strefy otaczające różne wypukłe wielokąty. Przedstawiona jest metoda, jak wykorzystać ten algorytm, gdy strefy bazują na kołach oraz przedstawiona jest eksperymentalna analiza efektywności tego algorytmu. Dla modelu niejednolitego przedstawiony jest algorytm *noisy dust*, który ponownie bazuje na stacjach o niewielkich mocach, ale tym razem układa je wewnątrz sześciokątów, które tworzą siatkę wypełniającą obszary ograniczone. Ten algorytm również dla modelu 2D wykazuje własność redukcji zużycia energii stacji zakłócających razem z ich mocą i wzrostem ilości stacji, umożliwiając uzyskanie niemal zerowego zużycia energii, oraz dużej efektywności względem wartości pokrycia.

W rozprawie analizowany jest również problem ukrywania liczby stacji dla sieci typu *single-hop* z wykorzystującą tzw. *beeping model*. Zdefiniowana jest własność ukrywania rozmiaru sieci (*size-hiding*) oparta o popularną koncepcję prywatności różnicowej. Przedstawiamy także uniwersalny algorytm, który może być wykorzystany jako wstępny krok dla wybranych typów protokołów w celu zapewnienia własności ukrywania rozmiaru. Przedstawione są ograniczenia tego algorytmu oraz jego efektywność jest porównana z własnościami ukrywania rozmiaru sieci wybranych, klasycznych algorytmów.

Podobny problem jest analizowany w kontekście sieci *multi-hop*. Przedstawiona jest wstępna analiza tego bardziej skomplikowanego modelu, razem z taksonomią możliwych modeli adwersarza i konfiguracji sieci. Przedstawione zostały dwa uniwersalne algorytmy dla wybranych założeń modelu oraz przeprowadzona została analiza ich własności.

Mateusz Morciniaś

Wrocław, 19.02.2024