КЕРУВАННЯ ПОТУЖНІСТЮ З'ЄДНАНЬ D2D У МЕРЕЖІ 5G

І.І. Діхтярук, С.І. Пільтай; А.В. Булашенко

Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського

kotovan99@i.ua, s.piltai@kpi.ua, an_bulashenko@i.ua

На теперішній час на перевагу поляризаційній обробці сигналів [1-10] використовують технології безпроводного зв'язку 5G. Найпоширенішими технологіями мереж 5G є взаємодія між абонентами D2D [11-14] та взаємодія між пристроями M2M [15-17].

Варіанти використання технології «пристрій-пристрій» (device to device, D2D) представлені на рис. 1. Пристрої, що працюють за цією технологією підтримують високу швидкість передачі даних та низький час затримки завдяки прямому обміну даними на коротких відстанях. А це вимагає менших витрат енергії, таким чином технологія D2D дозволяє розвантажити трафік базової мережі та збільшити зони їх дії за рахунок ретрансляції даних від одного пристрою до іншого.

Рис. 1

Більшість мобільних додатків намагаються знаходити користувачів, що розміщені у безпосередній близькості, але процедури пошуку пристроїв не працюють у автономному режимі. Спочатку на центральному сервері реєструється інформація про місце розташування абонентського терміналу при запуску додатку. Потім центральний сервер поширює цю інформацію іншим користувачам, що не завжди є ефективним.

На рис.2 наведена схема, що не вимагає інформації каналу швидкого масштабування, але залежить лише від геометрії D2D. Можна порівнювати продуктивність цієї схеми із оптимальною схемою керування потужністю. У схемі один і той же PRB можна використовувати одночасно для D2D- та стільникової ліній. Потужність мінімізується для конкретної пари користувачів.

Рис. 2

Ілюстрація комунікацій D2D, коли обладнання користувача (OK1) та пара D2D (Tx OK - Rx OK) можуть використовувати ту саму OFDM PRB (мультиплексування з ортогональним частотним розділом). Інтерференція між комірками D2D і мобільними зв'язками (OK3 до Rx OK) можуть бути дуже високими. Покладемо, що посилення D2D використовує мобільні ресурси UL.

Пара D2D може взаємодіяти в двох режимах:

Режим D2D: два ОК пари D2D з'єднуються через прямий зв'язок. У цьому режимі посилення D2D використовує ті самі блоки ресурсів OFDM, що і ОК1, для зв'язку з обслуговуючим АР(точкою доступу).

2) Мобільний режим: Два ОК (обладнання користувача) пари D2D з'єднуються через АР, що обслуговується. У цьому випадку ОК1 і ОК2 використовують ортогональні ресурси вихідної лінії зв'язку (або в часовій, або в частотній області).

Дві міри ефективності використовують сумарну потужність для даної цілі (OK1 + OK2 + OK3).

На рис. 3 подана залежність середньої сумарної потужності від позиції користувача для випадку SIMO 1x2.

Рис. 3

Коли користувач ОК1 рухається із свого центру комірки до межі комірки, середня сумарна потужність необхідна для досягнення відповідних значень SINR, що поступово зростає, коли D2D-пара спілкується у режимі D2D та коли вони спілкуються у стільниковому

режимі. Зазначимо, що середня потужність завжди нижче на 30% у режимі D2D від середньої потужності, що використовується у стільниковому режимі.

Таким чином, проаналізовано алгоритм управління розподіленою потужністю, застосований у сценаріях комунікації D2D, що спирається на вимірювання втрат на повільному масштабі, а не вимагає повного стану каналу. Запропонована робота схеми виконує близьку до оптимальної з точки зору необхідної сумарної потужності.

Список літературних джерел

1. Piltyay S., Bulashenko A., Kushnir H., Bulashenko O. (2020) Information resources economy in satellite systems based on new microwave polarizers with tunable posts, *Path of Science*, vol. 6, no. 11, pp. 5001–5010, 2020. DOI: 10.22178/pos.55-1.

2. Bulashenko A.V., Piltyay S.I., Kalinichenko Y.I., Bulashenko O.V. (2020) Tunable square waveguide polarizer with irises and posts. *Technical Engineering*, Vol. 86, No. 2, pp. 108–116. (in Ukrainian). [http://doi.org/10.26642/ten-2020-2\(86\)-108-116](http://doi.org/10.26642/ten-2020-2(86)-108-116).

3. Bulashenko A.V., Piltyay S.I., Kushnir H.S., Bulashenko O.V. (2020) Compact waveguide polarizer with three antiphase posts, *Visnyk of Vinnytsia Polytechnical Institute*, Vol. 5, pp. 97–104. (in Ukrainian). <http://doi.org/10.31649/1997-9266-2020-152-5-97-104>.

4. Bulashenko A.V., Piltyay S.I. (2020) Equivalent microwave circuit technique for waveguide iris polarizers development, *Visnyk NTUU KPI Seriya – Radiotekhnika, Radioaparobuduvannia*, Vol. 83, pp. 17–28. <http://doi.org/10.20535/RADAP.2020.83.17-28>.

5. Piltyay S.I., Bulashenko A.V., Herhil Y.Y. (2021) Numerical performance of FEM and FDTD methods for the simulation of waveguide polarizers, *Visnyk NTUU KPI Seriya – Radiotekhnika, Radioaparobuduvannia*, Vol. 84, pp. 11–21. <http://doi.org/10.20535/RADAP.2020.84.11-21>.

6. Bulashenko A.V., Piltyay S.I., Demchenko I.V. (2020) Optimization of a polarizer based on a square waveguide with irises. *Science-Based Technologies*, Vol. 47, No. 3, pp. 287–297. (in Ukrainian). <http://doi.org/10.18372/2310-5461.47.14878>.

7. Piltyay S.I., Bulashenko A.V., Kalinichenko Ye.I., Bulashenko O.V. (2020) High performance waveguide polarizer for satellite information systems, *Visnyk Cherkaskogo derzhavnogo tehnologichnogo universitetu*, Vol. 4, pp. 14–26. (in Russian). DOI: 10.24025/2306-4412.4.2020.217129