

Манжай Олександр Володимирович,
завідувач кафедри протидії
кіберзлочинності ННІ № 4
Харківського національного
університету внутрішніх справ,
кандидат юридичних наук, професор;
Манжай Ірина Андріївна,
старший викладач кафедри
інформаційних систем та технологій
ННІ № 4 Харківського національного
університету внутрішніх справ

ЗАСТОСУВАННЯ ОКРЕМИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕОРІЇ ГРАФІВ ПІД ЧАС МЕРЕЖНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ

Під час вирішення завдань, пов'язаних із протидією кримінальним правопорушенням, аналітикам нерідко доводиться працювати з великими об'ємами розрізнених даних. Серед них відомості про комунікаційні з'єднання, зустрічі, фінансові трансакції, відео з камер спостереження, авторизаційні дані в різноманітних облікових записах та дані соцмереж. За цим масивом інформації як правило стоїть складна мережа зв'язків, для аналізу та візуалізації якої можна ефективно застосовувати різноманітні елементи теорії графів. Граф виступає математичною моделлю, яка містить два ключові види елементів: вершини (фізичні особи, місця, події) та ребра (зв'язки між цими об'єктами, такі як комунікації чи трансакції).

Залежно від характеру злочинної взаємодії, графи можуть бути простими, неповними, змішаними, а також орієнтованими (мають чіткий напрямок, наприклад, грошовий переказ) або неорієнтованими. Якщо ж ребро графа містить числове значення (наприклад, суму переданих коштів), він називається зваженим.

Для аналізу ролі кожної особи в кримінальній мережі використовується низка метрик. Потужність вузла (ступінь вершини) визначає загальну кількість контактів особи. З практичної точки зору, особа з найвищою потужністю часто є координатором або організатором слабо структурованих злочинних груп. Коли ж потрібно врахувати не лише наявність знайомства, а й інтенсивність спілкування, розраховується зважений ступінь, що дозволяє виокремити найбільш міцні зв'язки.

Окрему увагу в розслідуваннях варто приділяти метрикам центральності, які визначають ключових фігурантів:

1. Центральність за степенем (degree centrality) вказує на осіб, які фігурують у більшості комунікацій та, ймовірно, виконують координаційну роль.

2. Центральність за близькістю (closeness centrality) допомагає виявити посередників, які мають найкоротший шлях до решти учасників мережі.

3. Центральність за посередництвом (betweenness centrality) визначає осіб, через яких проходять найкоротші шляхи комунікації; найчастіше так виявляють тіньових бухгалтерів, які передають гроші між різними злочинними угрупованнями.

4. Центральність за впливовістю (eigenvector centrality) вказує на тіньових лідерів – осіб, які можуть мати мінімум безпосередніх контактів, але чий знайомі є ключовими фігурами злочинної схеми.

Для розуміння глобальної структури мережі аналізуються інші специфічні коефіцієнти. Зокрема, коефіцієнт асортативності у кримінальних угрупованнях зазвичай є низьким, оскільки лідери уникають прямих контактів з виконавцями і спілкуються через посередників. Високий коефіцієнт кластеризації дозволяє виявляти осередки міцної взаємодії (сім'ї, друзі, колеги). Щільність графа слугує індикатором конспірації. Так, низька щільність притаманна інтернет-наркомагазинам, натомість висока – підлітковим кримінальним співтовариствам. Своєю чергою, модулярність дозволяє розбити велику кримінальну мережу на регіональні, рольові або функціональні групи.

Для того, щоб результати розрахунків були зрозумілими та наочними, застосовуються різні алгоритми укладки (візуалізації): Force layout (розподіл вузлів за силою зв'язків, що ідеально для пошуку фінального бенефіціара у схемах відмивання коштів), Circular layout (для замкнених мереж) та Hierarchical layout (для ієрархічних моделей «замовник – координатор – виконавець»).

Отже, застосування теорії графів у мережному аналізі є невід'ємною частиною сучасної правоохоронної діяльності. Цей математичний інструментарій дає змогу виокремлювати ключові фігури, формувати обґрунтовані слідчі версії та виявляти у великих наборах даних ті неочевидні елементи, без яких проведення якісного розслідування в сучасних умовах є неможливим.