

скопа під гострішим кутом, ніж за відсутності іоносфери. В процесі руху джерела по небосхилу зі сходу через точку кульмінації на захід з позиції спостерігача, що знаходиться на поверхні Землі, це джерело прискорюється, і біля кульмінації має максимальну кутову швидкість. Після кульмінації видиме положення джерела, навпаки, випереджає його фактичне положення, що і знаходить своє відображення в часовому розузгодженні сканів.

Орієнтація ДС прямо на джерело без врахування ефекту рефракції на іоносферному шарі при значних зенітних кутах (різниця зенітних кутів – у випадку інтерферометричної системи) призводить до неточного наведення і, як наслідок, зниження відношення сигнал/шум на входах приймальних трактів інтерферометричної системи, зменшення ділянок когерентності сигналів, погіршення чутливості радіоінтерферометра загалом. Врахування регулярної компоненти іоносферної рефракції оперативною корекцією положення ДС антенних систем елементів інтерферометричної системи та додаткового калібрування даних за описаною процедурою дозволить зменшити заважаючий вплив іоносфери Землі на результати радіоастрономічних спостережень.

1. Megn A.V., Braude S.Ya., Rashkovsky S.L., et al. VLBI network URAN and interferometric studies in the decameter waveband // J. of Physics. 1994 P. 813-818.
2. Построение изображений в астрономии по функциям когерентности: / Под ред. К. ван Схонвельда. М., 1982.
3. Komesaroff M.M. Ionospheric refraction in radio astronomy // Australian J. Phys. 1960. 13. Pp. 153-167.
4. Kelder H., T.A.Th.Spoelstra, Effects produced by the ionosphere on radio interferometry. Radio Sci., V.19. No.3, 1984. Pp.779-788
5. Томпсон Р., Моран Дж., Свенсон Д. Интерферометрия и синтез в радиоастрономии: М., 1989.
6. Исмаиру А. Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах. М., 1981.
7. Гершман Б.Н., Ерухимов Л.М., Яшин Ю.Я. Волновые явления в ионосфере и космической плазме. М., 1984.

УДК 681.3:614.842.86

МЕТОД ОПТИМІЗАЦІЇ ЧАСУ ПРИБУТТЯ ПОЖЕЖНИХ АВТОМОБІЛІВ НА МІСЦЕ ВИКЛИКУ

© Т. Рак

Національний університет "Львівська політехніка"

Запропоновано метод оптимізації часу прибуття пожежних автомобілів на місце виклику, який базується на зонному розподілі території та аналітичному визначенні мінімального часу прибуття.

The article deals with one approach to optimization of fire-engine arrival time on call places based on splitting of territory into zones and analytical definition of the minimal arrival time.

Однією з важливих вимог, які висувуються до комп'ютеризованої системи управління пожежною охороною [9], є забезпечення якомога швидшого прибуття необхідної кількості пожежних автомобілів (ПА) на місце виклику. Процеси надходження викликів за часом та місцем, а також тривалості обслуговування викликів мають випадковий характер. На час прибуття ПА до вогнищ пожеж мають вплив різні фактори, і його оптимізація є досить складною теоретичною та практичною задачею. Отже, враховуючи важливість оптимізації часу прибуття ПА на місце виклику, дослідження з розв'язання цієї задачі є актуальними.

Діяльність служб та підрозділів пожежної охорони регламентується різноманітними оперативними документами, які складаються на основі статутів, настанов та різних вказівок. Одним з них є "Розклад виїзду пожежних підрозділів гарнізону" [3, 7]. Цей оперативний документ визначає кількість сил та засобів, що залучаються, і порядок їх залучення до гасіння пожеж і формується на основі узагальнених вказівок, але з врахуванням особливостей конкретного гарнізону. Кожна пожежна частина (ПЧ) має закріплений за нею район виїзду. Границі району виїзду у містах визначаються, як правило, певними вулицями. В розкладі виїзду визначається, ПА яких сусідніх ПЧ будуть залучатися до гасіння складної пожежі в деякому районі. При цьому враховуються особливості району, в якому виникла пожежа (забезпечення вододжерелами, можливості під'їзду до району тощо) і наявність різної пожежної техніки (автоцистерни, автодрабини, автонасоси тощо), але, як правило, залучається пожежна техніка з тих ПЧ, які територіально розташовані ближче. Як показує практика, такий вибір не завжди є оптимальним. Припустимо, що є дві ПЧ – ПЧ 1 і ПЧ 2, райони виїзду яких межують. Досить часто виникають такі ситуації. Надходить виклик з об'єкта, наприклад, в районі виїзду ПЧ 1, близького до границі між районами. За певних умов ПА з ПЧ 2 можуть дістатись до цього об'єкта швидше, ніж ПА ПЧ 1, але на виклик, згідно з діючими правилами, виїдуть ПА з ПЧ 1.

Для розв'язання цієї задачі можливі декілька підходів.

Перший – стратегічне планування розміщення ПЧ на основі прогнозування ситуації з пожежами при проектуванні населених пунктів і розміщення ПЧ в центрі або поблизу від центру прогнозованих пожежонебезпечних районів. Такий підхід практично реалізувати досить важко через високу складність і навіть в деяких випадках неможливість прогнозування з достатньою ймовірністю ситуації з пожежами в районах міста на період декількох найближчих років.

Другий – це вдосконалення розкладу виїзду пожежних підрозділів гарнізону на основі наявного розміщення ПЧ та їх забезпечення ПА різних видів. В літературі досить часто зустрічаються алгоритми оптимізації часу прибуття пожежних автомобілів, які базуються на цьому підході [2, 6, 11].

Зокрема в [11] пропонується розрахунок часу прибуття шляхом визначення оптимального району

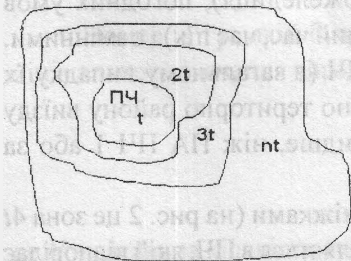


Рис.1. Розбиття території на зони

виїзду. Район виїзду визначається через величину середнього радіуса виїзду пожежних автомобілів на виклики. Величину середнього радіуса виїзду пропонується оцінювати через середнє квадратичне довжини шляху пожежних автомобілів від пожежних частин до місць викликів за період часу тривалістю один рік. При цьому враховуються виїзди ПА в райони виїзду інших ПЧ. Розроблена математична модель, яка реалізована програмно. Такий підхід має суттєві недоліки. Досить складно визначити величину середнього радіуса виїзду, яка, крім того, не завжди має прямо пропорційну залежність з часом. Як зазначає сам автор, його підхід до визначення оптимального району виїзду можливий лише для населених пунктів, кількість жителів яких не перевищує 500 тисяч.

В деяких роботах [2, 6] пропонується підхід, при якому територія міста статистичних даних про кількість пожеж розбивається на пожежонебезпечні зони і аналізується можливість застосування пожежних підрозділів з кожної ПЧ у випадку виникнення пожежі у кожній із зон. На основі цього аналізу для кожної зони вибираються ПЧ, підрозділи з яких можуть прибути на виклик з найменшими затратами часу. Наприклад, в [2] територія міста розбивається на пожежні зони, причому в загальному випадку кількість зон може не збігатися з кількістю ПЧ. Пропонується підхід до визначення раціонального порядку висилання пожежних підрозділів до кожної пожежної зони. При аналізі враховується відстань від кожної ПЧ до центру пожежної зони, імовірність надходження викликів з пожежної зони, час зайнятості пожежних підрозділів. Результатом аналізу є матриця, в якій зібрані числові еквіваленти можливих додаткових витрат на висилання пожежних підрозділів від кожної ПЧ на виклик до кожної пожежної зони. В пожежну зону висилаються першими підрозділи тієї ПЧ, якій відповідає мінімальне число витрат. Даний підхід досить складний у практичній реалізації і є нечутливим до обстановки з пожежами та завантаженості вулиць міста.

В даній роботі для оптимізації порядку виїзду пожежних підрозділів на пожежу пропонується метод зонного розподілу території навколо кожної ПЧ за часовими показниками та алгоритм визначення мінімального часу прибуття пожежних автомобілів на місце виклику, який дозволяє більш оптимально визначати район виїзду ПЧ.

Територія навколо кожної ПЧ (з частковим захопленням території сусідніх ПЧ) розбивається на n зон (рис. 1). Кожна зона містить об'єкти, до яких ПА з ПЧ можуть дістатись за певний проміжок часу it , де i – номер зони $i = 1 \dots n$. Границі зон залежать від стану покриття автомобільних доріг (сухе, мокре, ожеледиця), погодних умов (сонячно, дощ, сніг, туман) та часу виїзду (нічний час, денний час, час пік) і є змінними.

Проводиться накладання карт території сусідніх ПЧ (в загальному випадку їх може бути N) з розбиттям на зони. На рис. 2 заштриховано територію району виїзду ПЧ 1, на об'єкти якої ПА з ПЧ 2 можуть дістатись швидше, ніж ПА ПЧ 1 або за однаковий проміжок часу.

У випадку накладання зон з різними часовими проміжками (на рис. 2 це зона 4t на території ПЧ 1 і зона 3t на території ПЧ 2) виклик направляється в ПЧ, якій відповідає зона з меншим часовим проміжком.

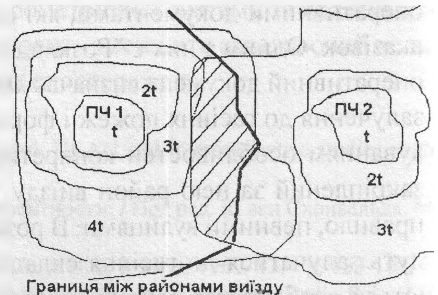


Рис.2. Приклад накладання карт двох сусідніх ПЧ з розбиттям на зони

У випадку накладання двох однакових зон (на рис. 2 це зони 3*i*) визначається, в яку ПЧ буде направлено виклик. Це можна зробити, виходячи із завантаженості ПЧ.

Завантаженість ПЧ оцінюється через $P_i\{k\}$ – ймовірність того, що в будь-який момент часу в районі виїзду ПЧ *i* зайнято *k* ПА. Ця ймовірність обчислюється за рекурентною формулою [4]:

$$P_i\{k\} = \frac{\lambda_i \bar{\tau}_i}{k} \sum_{j=1}^k j P_i\{k-j\}, \quad (1)$$

де *i* – номер однієї з сусідніх пожежних частин $i = 1, 2, \dots, N$; λ_i – середньо-статистична інтенсивність надходження викликів з ПЧ *i*, одиниць/годину; $\bar{\tau}_i$ – середня тривалість обслуговування викликів ПА *i*-ої ПЧ.

Середньо-статистична інтенсивність надходження викликів визначається за формулою

$$\lambda_i = \frac{\rho_i}{8760}, \quad (2)$$

де ρ_i – середнє значення викликів за рік, які обслуговує *i*-та ПЧ, одиниць; 8760 – кількість годин в році.

Середньо-статистична інтенсивність надходження викликів визначається протягом року, оскільки такий період часу дозволяє досить точно оцінити процес надходження викликів з врахуванням сезонних коливань [8].

Значення величини $\bar{\tau}_i$ оцінюється для конкретної ПЧ на основі статистичного аналізу процесу функціонування гарнізону пожежної охорони протягом тривалого періоду часу.

Ймовірності $P_i\{k\}$ для кожної *i*-тої пожежної частини обчислюються послідовно для $k = 1, 2, \dots, K$, виходячи зі довільного значення $P_i\{0\}$, а потім нормуються так, щоби виконувалась умова [4]:

$$\sum_{k=1}^K P_i\{k\} = 1. \quad (3)$$

При великому значенні *K* (орієнтовно $K \geq 5$) ймовірність $P_i\{0\}$ з достатньою точністю можна оцінити за формулою [4]

$$P_i\{0\} = e^{-\lambda_i \bar{\tau}_i}. \quad (4)$$

Номер ПЧ *p*, якій буде направлено виклик, визначається шляхом знаходження мінімального значення виразу (5)

$$P_p = \min_{i=1, \dots, N} \{P_i\}, \quad (5)$$

де *N* – загальна кількість сусідніх пожежних частин.

Далі можна шукати оптимальний шлях від вибраної ПЧ до місця пожежі за

допомогою відомих алгоритмів пошуку найкоротшого шляху – таких, як Беллмана-Форда [1] зі складністю $O(n^3)$, Дейкстри [1, 5] зі складністю $O(n^2)$, які є дещо складними при практичній реалізації або методом, описаним в [10], який є спеціально розробленим для визначення оптимального шляху прямування ПА до місця пожежі і є простішим в реалізації порівняно з вищезгаданими.

Запропонований метод дозволяє оптимізувати час досягнення пожежними підрозділами місця виклику, більш рівномірно розподілити навантаження на ПЧ і ефективніше використовувати ПА гарнізону пожежної охорони міста, що у результаті приводить до зменшення втрат від пожеж та зменшення витрат на утримання підрозділів пожежної охорони.

1. Бартсекас Д., Галлагер Р. Сети передачи данных: Пер. с англ. М., 1989.
2. Белан С.В. Составление рационального расписания выезда пожарных автомобилей на пожар./Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. труд. Выпуск 4. Харьков, 1998.
3. Боевой устав пожарной охраны Украины. МВС Украины, 1995 г.
4. Брушлинский Н.Н. Системный анализ и проблемы пожарной безопасности народного хозяйства. / Под ред. Н.Н. Брушлинского. М., 1988.
5. Компьютер и задачи выбора/ Сб. ст. М., 1989.
6. Мамон В.П. Розроблення методу визначення маршрутів прямування пожежних автомобілів до вогнищ пожеж: Автореф. дис. канд. наук, Харків: ХПБ МВС України, 1998 р.
7. Повзик Я.С., Матвейкин А.М., Ключ П.П. Пожарная тактика. М., 1990.
8. Проблемы безопасности объектов народного хозяйства и административно-территориальных единиц: Сб. науч. труд. М., 1988.
9. Рак Т. Особливості побудови комп'ютеризованої системи управління регіональною пожежною охороною./ Вісник Національного університету "Львівська політехніка", № 322, 1997 р.
10. Рак Т., Метод визначення оптимального шляху прямування пожежних автомобілів до місця пожежі./ Вісник Національного університету "Львівська політехніка", № 413, 2000 р.
11. Соболев Н.Н. Модель для оценки эффективности организации гарнизонной службы пожарной охраны в городе./ Пожарная безопасность - 95: Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции. М., 1995.

УДК 62.519

ФУНКЦІЙНА ДЕКОМПОЗИЦІЯ В КЛАСІ ДНФ МЕТОДОМ Q-РОЗБИТТЯ КОН'ЮНКТЕРМІВ

© Б. Рицар

Національний університет "Львівська політехніка"

Розглянуто метод декомпозиції повних і часткових булевих функцій, заданих у диз'юнктивній нормальній формі, що ґрунтується на процедурі q-розбиття