

Технічні науки

УДК 004

Куц Михайло Сергійович

студент

*Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Куц Михаил Сергеевич

студент

*Национального технического университета Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

Kuts Mykhailo

Student of the

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

**ОПТИМАЛЬНЕ РОЗМІЩЕННЯ ДАТЧИКІВ ДЛЯ СИСТЕМИ
РОЗУМНОЇ ПАРКОВКИ
ОПТИМАЛЬНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ ДАТЧИКОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ
УМНОЙ ПАРКОВКИ
OPTIMAL POSITIONING OF SENSORS FOR SMART PARKING
SYSTEM**

Анотація. Розглянуто алгоритм оптимального розміщення датчиків для системи розумної парковки.

Ключові слова: система розумної парковки, сенсор, передавач, комутатор.

Аннотация. Рассмотрен алгоритм оптимального размещения датчиков для системы умной парковки.

Ключевые слова: система умной парковки, датчик, передатчик, коммутатор.

Summary. The optimal positioning of sensors for smart parking system is considered.

Key words: smart parking system, sensor, transmitter, switch.

Оптимальне розміщення комутаторів у системі розумної парковки може вплинути не тільки на технічну спроможність системи з точки зору ефективного збору даних та своєчасної доставки до серверу, а й економічну вигоду, виражену в кількості датчиків, які необхідні для моніторингу стоянки, оскільки це відображає фінансові витрати на розгортання. Як правило, формулювання оптимального розміщення вузла в мережах полягає у визначенні позиції вузлів, яка мінімізує / максимізує попередньо визначену функцію вигоди за умови набору специфікацій та / або обмежень для певної зони розгортання, що підлягає охопленню. Оптимальне розміщення вузла широко застосовується як для розташування базової станції (БС) у стільникових мережах, так і для розташування датчиків у мережах бездротових сенсорів. На Рисунку 1 зображено схему інтелектуальної системи паркування.

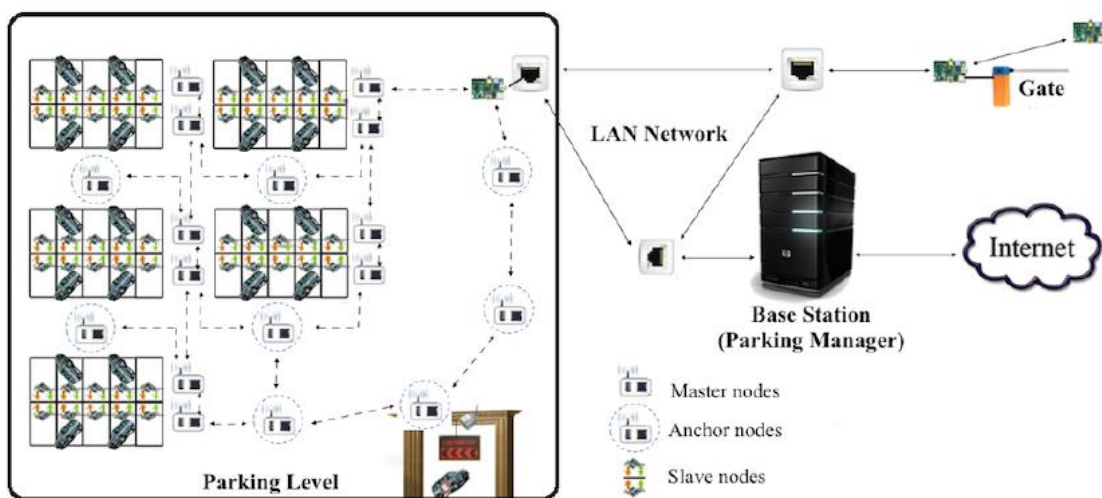


Рис. 1

Оптимальне розміщення пов'язаних пристроїв - це проблема інженерії в мережі, яка може бути вирішена за допомогою лінійної формули, запропонованої в цьому документі. Покрита площа (парковка) представлена як квадрат $L \times L$ клітин. Ми припускаємо, що будь-яка клітина повністю або частково не покрита, тобто часткове покриття комірки не допускається. Кожен датчик охоплює всі комірки, що потрапляють в діапазон чутливості і спілкується з усіма іншими датчиками, розташованими в межах діапазону зв'язку. Тривалість життя залежить від відстані між вузлами датчиків і між датчиками та комутатором: чим менше відстань, тим довше тривалість життя і навпаки. Ми також припускаємо, що сенсорна мережа підключена, тобто кожен датчик повинен перебувати в межах діапазону зв'язку іншого датчика, а комутатор повинен перебувати в діапазоні зв'язку щонайменше з одним датчиком. Відстань між двома об'єктами обчислюється як евклідова відстань.

Формулювання моделі вимагає наступного визначення координат кожної комірки. Нехай $N = L \times L$ - кількість доступних клітин. Координати $x_c(i)$ та $y_c(i)$ i -ї клітини, $i = 1; \dots; N$:

$$x_c(i) = \begin{cases} L & \text{if } (i \text{ MOD } L) = 0 \\ L \text{ MOD } L & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

$$y_c(i) = \begin{cases} i \text{ DIV } L & \text{if } (i \text{ MOD } L) = 0 \\ (i \text{ DIV } L) + 1 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

Отже, евклідова відстань між кожною можливою клітиною:

$$d_{ij} = \sqrt{[x_c(i) - x_c(j)]^2 + [y_c(i) - y_c(j)]^2} \quad (3)$$

Рішення змінних

$$\begin{aligned} x_i & \begin{cases} 1, & \text{если датчик находится в ячейке } i; \\ 0, & \text{иной случай.} \end{cases} \\ s_i & \begin{cases} 1, & \text{если раковина расположена в ячейке } i; \\ 0, & \text{иной случай.} \end{cases} \\ y_i & \begin{cases} 1, & \text{если ячейка } i \text{ покрыта, то она попадает в диапазон чувствительности датчика;} \\ 0, & \text{иной случай.} \end{cases} \end{aligned} \quad (4)$$

$z_{ij} \begin{cases} 1, & \text{если датчик находится в ячейке } i, \text{ а другой (или приемник) находится в ячейке } j \\ & \text{, и они находятся в пределах диапазона связи, то есть; } d_{ij} \leq C_R; \\ 0, & \text{если ячейки } i \text{ и } j \text{ находятся в пределах диапазона связи и по меньшей мере одна ячейка пуста.} \end{cases}$

Об'єктивна функція

Спираючись на вищезазначені позначення та визначення, цільова функція може бути виражена як сума покритих комірок мінус загальна відстань між усіма датчиками і комутаторами:

$$\max \left\{ \sum_{i=1}^N y_i - \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N d_{ij} \cdot z_{ij} \right\} \quad (5)$$

Обмеження:

Набір обмежень для моделі такий:

$$\sum_{i \in N} x_i = N_S \quad (6)$$

$$\sum_{i \in N} s_i = 1 \quad (7)$$

$$x_i + s_i \leq 1 \quad \forall i \in N \quad (8)$$

$$x_i \leq s_i \quad \forall i, j \in N | d_{ij} \leq S_R \quad (9)$$

$$y_i \leq \sum_{j \in N | d_{ij} \leq S_R} x_j \quad \forall i \in N \quad (10)$$

$$x_i + s_i \leq \sum_{j \in N | d_{ij} \leq S_R} x_j \quad \forall i \in N \quad (11)$$

$$z_{ij} \leq x_j \quad \forall i, j \in N | j > i \text{ и } d_{ij} \leq C_R \quad (12)$$

$$z_{ij} \leq x_j + s_j \quad \forall i, j \in N | j > i \text{ и } d_{ij} \leq C_R \quad (13)$$

$$z_{ij} \geq x_j + x_j + s_j - 1 \quad \forall i, j \in N | j > i \text{ и } d_{ij} \leq C_R \quad (14)$$

$$x_i \leq \sum_{j \in N} z_{i,j} \quad \forall i \in N \quad (15)$$

$$s_i \leq \sum_{j \in N} z_{i,j} \quad \forall i \in N \quad (16)$$

Обмеження (6) та (7) гарантують, що всі доступні датчики та комутатор розташовані в зоні розгляду. Обмеження (8) накладає на те, що в кожній клітині може розміщуватися не більше одного датчика або комутатора. Покриття осередку здійснюється за допомогою обмежень (9) та (10). Фактично, якщо в клітині і є датчик, то всі клітини на допустимій відстані (обмеження 9). З іншого боку, якщо клітина покрита, то там повинен існувати датчик на відстані покриття (обмеження (10)). Наступні обмеження

складають мережу. Зокрема, якщо датчик або комутатор ϵ в комірці i , у допустимій дальності (обмеження (11)) повинен бути датчик. Обмеження (12) - (14) реалізують функцію AND, яка в тому випадку, якщо відстань нижча або рівна допустимій, встановлює зв'язок (тобто $z_{ij} = 1$) тоді і тільки тоді, коли ϵ датчик або комутатор в j . Модель зони покриття зображена на Рисунку 2.

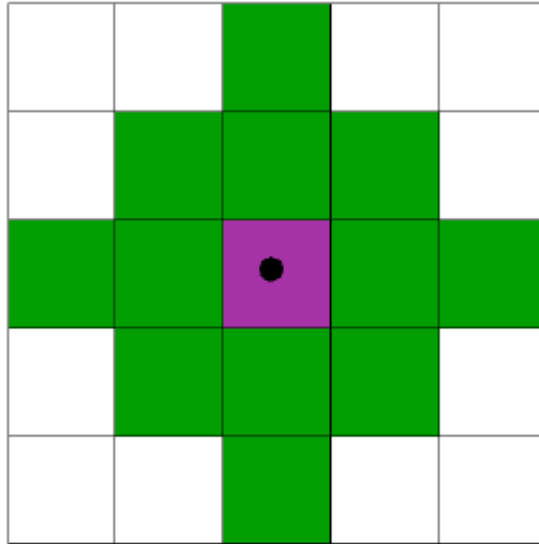


Рис. 2

Отже, ми розглянули алгоритм для оптимізації розміщення сенсорів в системі розумної парковки, описали обмеження та умови що необхідні для даної задачі.

Література

1. Radio-frequency identification – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency_identification/ – Дата доступу: 01.05.2018.
2. Smart Parking System – Режим доступу: <https://www.gsma.com/iot/smart-cities/smart-parking/> – Дата доступу: 15.03.2018.