

**АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ НА ОСНОВІ
КОМБІНОВАНОЇ ВАГИ В РАДІОМЕРЕЖАХ КЛАСУ MANET**

К.В.Лукіна, С.О.Клімович

Військовий інституту телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут,
вул. Князів Острозьких, 45/1, Київ, 01011, Україна, e-mail:
kateryna.lukina@viti.edu.ua

Використання мереж з децентралізованим управлінням, представниками яких є мобільні радіомережі класу MANET (Mobile Ad-Hoc Networks,) є одним з напрямків застосування бездротових технологій в телекомунікаційних системах. Для радіомереж класу MANET характерна відсутність фіксованих маршрутів передачі інформації, відсутність стаціонарних базових станцій, відсутність фіксованої мережевої інфраструктури. Такі характерні риси роблять можливим застосування радіомереж даного типу в тактичній ланці управління, що дозволить забезпечувати обмін інформацією в інтересах підрозділів високої мобільності. Вимоги до системи зв'язку з боку мобільних підрозділів потребують нових підходів до організації системи управління мережею. Варіантом системи управління мобільною радіомережею класу MANET, при застосуванні в тактичній ланці управління, є розбиття мережі на зони та створення сукупності локальних центрів управління зонами у вигляді вузлів (вузлів-координаторів). При цьому виникає задача вибору вузлів зон, які будуть виконувати функції управління іншими вузлами та взаємодіяти між собою, тобто – вузлів координаторів. Одним із шляхів вибору вузлів-координаторів є застосування методів кластеризації (алгоритмів вибору головного вузла кластера), приймаючи зону, як кластер. Проведено аналіз алгоритмів вибору головного вузла кластера в методах кластеризації на основі комбінованої ваги. Аналіз проведено з метою визначення переваг та недоліків існуючих алгоритмів та можливості їх застосування для визначення головного вузла кластеру в мобільних радіомережах класу MANET. В результаті аналізу зроблено висновок, що алгоритм FWCA (Forecast weight based clustering algorithm) є найбільш перспективним для застосування в розробці методів вибору вузла-координатора в радіомережах класу MANET.

Ключові слова: кластеризація, MANET, вузол-координатор, комбінована вага, координація.

Вступ. Створення та використання мереж з децентралізованим управлінням є одним з напрямків використання безпроводових технологій в телекомунікаційних системах передачі даних. Представником цих технологій є мобільні радіомережі (MR) класу MANET (Mobile Ad-Hoc Networks) - радіомережі з динамічною архітектурою. В таких радіомережах передбачена відсутність базових станцій, фіксованої мережевої інфраструктури та фіксованих маршрутів передачі інформації. Всі вузли мережі мобільні і здійснюють обмін інформацією безпосередньо між собою або ретранслюють пакети, що передаються [1].

Сферою застосування мобільних радіомереж класу MANET є, в тому числі, аварійні мережі, які розгортаються в умовах надзвичайних ситуацій. Характерні риси мереж даного класу роблять можливим застосування їх в тактичній ланці управління, і дозволяють забезпечувати обмін інформацією в інтересах всіх військ [2]. При цьому, MR тактичної ланки управління мають наступні особливості: значну розмірність мережі, наявність вузлів з різною мобільністю, потужністю, часто низька пропускну спроможність радіоканалів та ін.

Необхідність вирішення задач управління мобільною радіомережею тактичної ланки управління потребує створення ефективної системи управління,

для координації роботи вузлів мережі та забезпечення інформаційного обміну з заданою якістю. Варіантом системи управління мобільною радіомережею є розбиття мережі на зони та створення сукупності локальних центрів управління зонами у вигляді вузлів [3].

При цьому, задача управління зоною може бути вирішена за допомогою виділення серед мобільних вузлів цієї зони головного вузла, якій буде виконувати функції управління іншими вузлами та взаємодіяти з головними вузлами інших зон, тобто - визначення вузла-координатора. Вузол-координатор, крім функцій прийому, передачі та ретрансляції інформації, буде виконувати додаткову задачу - створення оптимальних умов для виконання цілей управління всіма вузлами зони і всієї мобільної радіомережі.

Вибір вузла-координатора є важливим етапом процесу створення системи управління як окремою зоною, так і всієї мобільною радіомережею. Тому, актуальною є задача розробки методів визначення вузла - координатора (ВК) з урахуванням особливостей мобільних радіомереж класу MANET тактичної ланки управління [5].

Мета статті та постановка задачі. Метою статті є аналіз алгоритмів пошуку вузла-координатора в МР класу MANET, які застосовуються в методах кластеризації на основі зваженої ваги. Для досягнення мети в роботі проводиться аналіз існуючих алгоритмів вибору головного вузла кластера. В основу визначення методу з найкращим алгоритмом вибору головного вузла покладено низку критеріїв: кількість вузлів, мобільність вузлів, потужність, заряд батареї, пропускна спроможність радіоканалу. Найкращим вважатимемо той метод, алгоритм вибору головного вузла якого враховує крім поточного ще й попередні значення ваги вузла. Об'єктом дослідження є процес кластеризації з визначенням головного вузла кластеру. Предмет – алгоритми вибору головного вузла кластеру.

Основна частина. Головний вузол або вузол-координатор визначається серед інших вузлів залежно від характеристик, таких як апаратне оснащення, розташування в топології радіомережі, кількість сусідів та інше. Крім звичайних функцій, які виконує будь-який вузол, таких як прийом, передача та ретрансляція інформації в мережі, головний вузол має завдання створення умов для досягнення цілей управління.

Під час планування мережі вузол-координатор може бути визначений організаційним шляхом. Проте, під час функціонування МР можливі випадки, коли організаційно призначений вузол стає непридатним для подальшої роботи щодо створення умов для досягнення цілей управління. Це може бути пов'язано з різними причинами, такими як вихід з ладу обладнання вузла, втрата зв'язку між вузлами через збільшення допустимої відстані зв'язку або через властивості рельєфу місцевості та ін.

У зв'язку з цим, виникає необхідність у виборі нового вузла-координатора. Для обґрунтованого вибору необхідна наявність наступної інформації: дані про структуру мережі; характеристики кожного вузла мережі; ознаки (критерії), значення яких є пріоритетними при здійсненні вибору вузла-координатора. У зв'язку з динамічним характером мобільних радіомереж класу MANET та стохастичною природою їх функціонування, в [6] запропоновано розв'язувати задачу пошуку вузла-координатора за допомогою методів кластеризації. Кластеризація – це процес розбиття множини об'єктів на групи, де об'єкти всередині кожної групи подібні між собою, а між об'єктами з різних груп є значні відмінності [7]. Кожен кластер складається з одного головного вузла (Cluster Head або СН), декількох вузлів нижчого рівня, які є членами кластера (Cluster Member або СМ), та шлюзів (Gateway), які можуть сприймати два або більше головних вузлів кластерів (рис.1). Головний вузол кластера (далі - ГВК) відповідає за

координацію всіх інших вузлів у кластері. До особливостей МР тактичної ланки управління відносяться: висока динаміка топології, значна розмірність, низька пропускна спроможність радіоканалу, неоднорідність вузлів (за продуктивністю, потужністю, мобільністю) та ін.

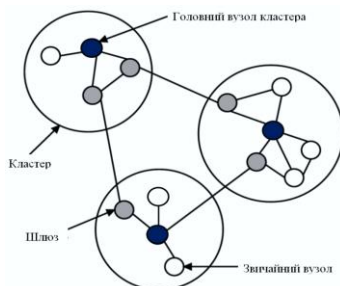


Рис. 2. Структура кластера

Щоб забезпечити кластеризацію, вибір головного вузла кластера має бути здійснений із врахуванням властивостей мережі.

Визначення вузла-координатора можна розділити на два етапи: перший – розділення мережі (або зони) на кластери, другий – вибір вузла-координатора серед інших вузлів, що належать до обраного кластера.

Алгоритм вибору вузла повинен бути підпорядкований властивостям мережі, таким як територіальний розподіл вузлів мережі (зони), характеристики та взаємне розташування вузлів мережі (зони), їх параметрами. В [7, 8] приведено класифікацію методів кластеризації на основі яких ґрунтується вибір головного вузла кластеру.

В результаті аналізу груп алгоритмів виявлена перевага алгоритму на основі комбінованої ваги (головний вузол кластеру обирається за результатами оцінки ваги кожного з вузлів мережі). Під вагою розуміємо набір певних показників, характеристик, можливостей. Тому, пропонується розглянути алгоритми саме цієї групи.

В [7-10] розглядається алгоритм **WCA** (*Weighted Cluster Algorithm*), який здійснює вибір головного вузла кластеру у відповідності з: кількістю вузлів, які він може обслуговувати; відстанню між вузлами, мобільністю вузлів; потужністю передавачів; потужністю акумулятора кожного вузла. Цей алгоритм не є періодичним, процедура вибору головного вузла здійснюється або при переміщенні вузла, або при виході вузла з ладу. Для застосовують заздалегідь визначену межу (поріг), який відображує оптимальну кількість вузлів. Вага вузла v визначається з виразу:

$$W_v = w_1 \Delta v + w_2 D_v + w_3 M_v + w_4 P_v \quad (1)$$

де W_v – вага вузла v ; w_1, w_2, w_3, w_4, w_5 – вагові коефіцієнти відповідних параметрів; Δv - різниця між граничною кількістю вузлів, які може обслуговувати головний вузол кластеру та кількістю вузлів; D_v – сума відстаней від вузла v до всіх його сусідів; M_v – міра мобільності (рухливості); P_v – загальний час перебування вузла головним вузлом кластеру.

Вагові коефіцієнти обираються таким чином, щоб задовільнити умову:

$$w_1 + w_2 + w_3 + w_4 = 1 \quad (2)$$

Головою кластеру обирається вузол з найменшою вагою.

Алгоритм **WBACA** (*Weight-based adaptive clustering algorithm*) розглядається в [7] – це адаптований зважений алгоритм кластеризації. Недоліком алгоритму WCA є те, що кожен вузол повинен знати ваги всіх інших вузлів ще до початку процесу кластеризації. Цей процес потребує багато часу. Підхід, запропонований в

алгоритмі WBACA ґрунтується на залученні глобальної системи навігації GPS (Global Position System) для отримання інформації про місцезнаходження вузлів.

В WBACA для визначення головного вузла кластеру враховуються параметри: потужність передачі, швидкість передачі, мобільність, потужність батареї та пропускна спроможність радіоканалу. Вузол з найменшою вагою обирається головним. Вага вузла v визначається як:

$$W_v = w_1M + w_2B + w_3T_x + w_4D + \frac{w_5}{T_R} \quad (3)$$

де w_1, w_2, w_3, w_4, w_5 – вагові коефіцієнти для відповідних параметрів; M – мобільність (рухливість) вузла; B – ємність акумуляторної батареї; T_x – потужність передачі; D – сума відстаней від вузла v до всіх його сусідів, T_R – пропускна спроможність радіоканалу.

Головні вузли кластерів, які перетинаються, зв'язуються один з одним через шлюз. Звичайні вузли знаходяться на відстані 1 крок від голови кластеру.

Алгоритм **EWBCA** (*An Efficient Weight-based clustering algorithm*) розглядається в [11]. Алгоритм розроблений для покращення використання таких обмежених ресурсів, як пропускна здатність та енергія, шляхом створення стабільних кластерів, мінімізації накладних витрат на маршрутизацію та збільшення пропускної здатності мережі. В алгоритмі кожен вузол має певну вагу (якість), яка визначає його придатність бути головним вузлом кластера. Вага обчислюється чотирма параметрами: кількість сусідів, залишковий заряд акумулятора, стабільність та відстані до усіх сусідів [9].

Алгоритм **iWCA** (*Improved Weight Clustering Algorithm*) проаналізовано в [12, 13]. Модифікований (вдосконалений) зважений алгоритм кластеризації ваги. Вдосконаленням цього алгоритму є можливість застосування його в сенсорних мережах, з урахуванням конкретних обмежень. До формули оцінки додається фактор оцінки характеристики вузла [10]. Таким чином вузли, що обираються в якості головного вузла кластера, можуть мати ефективнішу поведінку в неоднорідних сенсорних мережах, ніж ті, що не мають додаткового фактора.

Обчислюється загальна вага для кожного вузла V за формулою:

$$W_v = w_1\Delta v + w_2D_v + w_3M_v + w_4T_v + w_5Cv \quad (4)$$

В якості головного вузла кластеру обирається вузол з мінімальною вагою W_v . Обрані головні вузли кластерів діятимуть як вузли додатків у бездротовій мережі і можуть змінюватися через різні часові інтервали. Через фіксований інтервал часу цей алгоритм повторно запускається знову, щоб додати нові вузли додатків, так що очікується, що тривалість життя системи триватиме довше.

Алгоритм **FWCA** (*Forecast weight based clustering algorithm*) – прогнозований зважений алгоритм кластеризації ґрунтується на основі WCA, який розраховує вагу кожного вузла та обирає в якості головного вузла кластера вузол з найменшою вагою, розглянуто в [11, 14]. У випадку використання WCA, головний вузол кластера обирається лише за миттєвим значенням ваги. У разі виникнення факторів, які можуть вплинути на можливість вузла надіслати миттєве значення ваги, наприклад, через високе навантаження мережі, цей вузол не буде врахований під час вибору кластера, хоча міг би бути обраним навіть головним вузлом. Отже, може статися неправильний вибір головного вузла кластера. Щоб запобігти виникненню такої ситуації, був запропонований алгоритм FWCA. На відміну від WCA, FWCA враховує крім поточного ще й попереднє значення ваги вузла. Це призводить до більш зваженого вибору головного вузла кластера.

Розрахунок прогнозованої ваги здійснюється за допомогою обчислення експоненційного ковзного середнього (ЕМА – exponential moving average) [15]. Вибір ЕМА обумовлений тим, що його обчислення не вимагає всіх попередніх

даних, залежить лише від поточного значення зважування та попереднього значення прогнозованої ваги. Вузли кластера транслюють лише свої значення ваги.

Вага розраховується за виразом:

$$FW = aW_{current} + (1-a)FW_{previous} \quad (5)$$

де a – коефіцієнт згладжування, регульований параметр, має значення від 0 до 1.

Вага кожного вузла розраховується методом WCA згідно формул (2, 3).

В методі FWCA прогнозовану вагу розраховують згідно формули:

$$FW_{i(t+1)} = a \sum_{k=0}^{t-1} (1-a)^k FW_{i(t-k)} + (1-a)^t W_i \quad (6)$$

де $FW_{i(t+1)}$ – прогнозована вага за період $(t+1)$ виміряна в час t ; W_i – поточне значення в час t , $FW_{i(t-k)}$ – прогнозована вага за попередній період часу $(t-1)$.

В [7] розглядається алгоритм **VBCA** (*Vote-based clustering algorithm*) - алгоритм кластеризації на основі голосування, оцінюється за двома факторами: кількістю сусідів та залишком заряду батареї кожного вузла) [7]. Кожен мобільний вузол має унікальний ідентифікатор (*ID*), який є цілим числом. Основною інформацією всередині мережі є *hello*-повідомлення, які передаються від вузлів. Використовуючи цю інформацію та інформацію про заряд батареї, алгоритм представляє концепцію «голосування». Формат *hello*-повідомлення наведений нижче (рис. 3).

MH_ID	CH_ID	Vote	Option
-------	-------	------	--------

Рис. 3. Формат *hello*-повідомлення

MH_ID – власний ідентифікатор мобільного вузла, CH_ID – ідентифікатор мобільного вузла, що виконує функції головного вузла кластера, Vote – кількість голосів, тобто зважена сума кількості сусідів та залишку заряду батареї, розраховується за формулою (7). Елемент опції використовується для реалізації балансу навантаження кластера:

$$Vote = w_1 \cdot \left(\frac{n}{N} \right) + w_2 \cdot \left(\frac{m}{M} \right) \quad (7)$$

де w_1, w_2 – зважені коефіцієнти кількості сусідів та заряду батареї відповідно, n – кількість сусідів, N – розмір мережі або максимальна кількість вузлів в кластері, m – залишок заряду батареї, M – максимальний залишок заряду батареї.

Кожен мобільний вузол надсилає *hello*-повідомлення протягом періоду встановлення з'єднання. Якщо мобільний вузол є новим в мережі, то він надсилає відповідь типу: «CH_ID» яка означає, що вузол не був раніше в жодному кластері і не має інформації про своїх сусідів. Кожен мобільний вузол рахує скільки *hello*-повідомлень він отримав протягом періоду встановлення з'єднання та присвоює собі їх кількість, як його власний id. Кожен вузол надсилає іншому ще одне *hello*-повідомлення, в якому для здійснення "ранжування" встановлюється власне значення рангу, яке отримується з рівняння. Формуючи привітальне повідомлення під час другого циклу привітання, кожен вузол знає, що відправник, з найбільшим рангом не належить жодному існуючому кластеру, є головним вузлом цього кластера. Він відправляє в наступному привітальному повідомленні позначку "ch_id" та значення ідентифікатора голови кластера. У випадку коли два або більше мобільних вузла отримують однакове число привітальних повідомлень, в пріоритеті буде той, хто має нижчий id. Дослідження показали, що кожен мобільний вузол знає головний вузол кластера після двох періодів привітальних повідомлень. Алгоритм **PMW** (*Power, Mobility and Workload*) розглянуто в [16] – зважений алгоритм кластеризації, де вага кожного вузла обчислюється за трьома

параметрами: потужністю, мобільністю та навантаженням. Цей алгоритм формує стабільні кластери та має високу масштабованість [9].

Порівняльна характеристика розглянутих алгоритмів представлена в таб.1.

Загальною перевагою алгоритмів кластеризації на основі зваженої ваги є їх здатність враховувати кілька показників одночасно, у зв'язку з тим, що показники, їх кількість, їх вагу можливо встановлювати в залежності від вимог до вибору вузла-координатора для певної мережі, для певних вимог.

Загальним недоліком всіх цих алгоритмів кластеризації є обчислювальна складність, яка підвищується при збільшенні рухомості вузлів, ймовірність якої при застосуванні в тактичній ланці управління висока. Тобто, вузол буде витрачати час на визначення вузла-координатора при кожній зміні місцеположення вузла. Тому, доцільно застосовувати алгоритми кластеризації на основі зваженої ваги для мобільних мереж, де рухомість вузлів не дуже висока або для таких мобільних мереж, де обмін службовою інформацією є більш важливим, чим передача інформації. Для таких випадків серед алгоритмів кластеризації на основі зваженої ваги найкращим є алгоритм FWCA, у зв'язку з тим, що дозволяє запобігати ситуаціям, коли нові вузли кластеру не враховуються при виборі головного вузла.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика алгоритмів кластеризації на основі комбінованої ваги

Характеристики Алгоритм	Параметри ваги, що враховуються	Принцип вибору ГВК	Переваги	Недоліки
WCA	кількість вузлів в зоні, мобільність, потужність передачі, заряд батареї	Вузол з найменшою вагою	Запобігає перевантаженню вузлів	Необхідність знання ваги вузлів.
WBACA	потужність передачі, швидкість передачі, мобільність, потужність батареї	Вузол з найменшою вагою	Залучення GPS	Потребує багато часу
EWBCA	кількість сусідів, залишковий заряд батареї, стабільність, відстані до сусідів	Вузол з найменшою вагою	Мінімальні витрати ресурсів	-
IWCA	кількість вузлів, мобільність, потужність передачі, потужність батареї, поведінка в сенсорних мережах	Вузол з найменшою вагою	Можливість застосування в сенсорних мережах	-
FWCA	кількість вузлів, мобільність, потужність передачі, потужність батареї	Вузол з найменшою вагою	Застосування ЕМА	-
VBCA	кількість сусідів, залишок заряду батареї	Вузол з найменшим id	Швидкість вибору ГВК	-
PMW	потужність, мобільність, навантаження	Вузол з найменшою вагою	Збільшує тривалість життя мережі	-

Висновки. В статті проведено аналіз методів кластеризації відповідно вимог застосування їх в радіомережах класу MANET. Проведено аналіз алгоритмів на основі комбінованої ваги, як перспективних щодо застосування в радіомережах обраного класу. Аналіз показав, що застосування приведеної групи алгоритмів забезпечує необхідну в радіомережах класу MANET мобільність та мінімальність споживання енергії для забезпечення тривалості життя мережі. Серед алгоритмів на основі комбінованої ваги, алгоритм FWCA є найбільш перспективним, у зв'язку

з тим, що дозволяє запобігати ситуаціям, коли нові вузли кластеру не враховуються при виборі головного вузла.

Водночас, ці методи мають високу обчислювальну складність, у зв'язку з тим, що вузли в мережі переміщуються. Із збільшенням мобільності більше часу, трафіку та потужності буде витрачатися на процес перерахунку головного вузла. Тобто, доцільно застосовувати методи на основі зваженої ваги в мобільних мережах, де рухомість вузлів низька.

Напрямок подальших досліджень є розробка та наукове обґрунтування механізму застосування алгоритмів кластеризації на основі комбінованої ваги на практиці, в умовах активних бойових дій.

Список літератури

1. Сова О.Я., Романюк В.А., Міночкін Д.А., Романюк А.В. Методи обробки знань про ситуацію в мобільних радіомережах класу MANET для побудови вузлових інтелектуальних систем управління. *Збірник наукових праць ВІТІ ДУТ*. 2014. С. 97-110.
2. Романюк В.А. Еволюція тактичних радіомереж. *Пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення: тези доп. VI наук.-практ. семінару (м. Київ 20 жовтня 2011 року)*. Київ, 2014. С. 45-52.
3. Романюк В.А., Сова О.Я., Жук О.В. Архітектура системи управління мережами MANET. *Проблеми телекомунікацій – 2011: тези доп. V міжнар. конф., (м. Київ, 19-22 квітня 2011р.)*. Київ, 2011. С. 58–60.
4. Романюк В., Стемповська Я., Симоненко О., Сова О. Координація цільових функцій інтелектуальних систем управління тактичними радіомережами класу MANET. *Збірник наукових праць ХУПС*. 2014. №3 (40). С. 85–92.
5. Романюк В.А. Інтелектуальні мобільні радіомережі. *Пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення: зб. мат. V наук.-тех. конф., (м. Київ, 20-21 жовтня 2010 року)*. Київ, 2010. С. 28–36.
6. Сова О., Лукіна К., Олексенко В., Шаповал О. Аналіз методів кластеризації для визначення вузла-координатора в мобільних радіомережах класу MANET. *Збірник наукових праць ВІТІ НТУУ*. 2017. №4. С. 121-128.
7. Agarwal R., Motwani M.. Survey of clustering algorithms for MANET. *International Journal on Computer Science and Engineering*. 2009. Vol. 1(2). P. 98-104.
8. Лукіна К., Сова О., Марилів О., Олексенко В. Аналіз вибору головного вузла кластера в радіомережах класу MANET. *Збірник наукових праць ВІТІ*. 2018. №3. С. 38-48.
9. Malhotra P, Dureja A. A Survey of Weight-Based Clustering Algorithms in MANET *IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE)*. 2013. Vol. 9. Issue 6. P.34-40. URL: www.iosrjournals.org.
10. Goriya N., Rajput I.J., Mehta Mihir A survey paper on cluster head selection techniques for Mobile ad-hoc network *IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE)*. 2015. Vol. 17. Issue 1. P. 34-39. URL: www.iosrjournals.org.
11. Bentaleb A., Boibetra A., Harous S. Survey of Clustering Schemes in Mobile ad-hoc networks *Communications and Network*. 2013. 5. P.8-14
12. Gupta K.D., Prakash J. Cluster head selection algorithms in MANET: a survey. *International Journal of Advance Research in Science and Engineering*. 2017. Vol. 6. Issue 02. P.342-347.
13. Tzung-Pei Hong, Cheng-Hsi Wu An Improved Weighted Clustering Algorithm for Determination of Application Nodes in Heterogeneous Sensor Networks. *Journal*

- of Information Hiding and Multimedia Signal Processing*. 2011. Vol. 2, №2. P.173-184
14. Vijayalakshmi J., Prabu K. A Survey of various weighted based clustering algorithm for MANET. *International Journal of Data Mining Techniques and Applications*. 2018. Vol. 07. Issue 01, P. 146-153.
 15. Експоненційне ковзне середнє URL: <https://wiki.tntu.edu.ua>.
 16. Poonam Thakur Clustering sacheams in wireless sensor networks and mobile adhoc network: classification and comparison. *International Journal of computer networks and wireless communications*. 2012. Vol.2, №6.

ANALYSIS OF THE APPLICATION OF CLUSTERING ALGORITHMS BASED ON COMBINED WEIGHT IN MANET CLASS RADIO NETWORKS.

K.V. Lukina, S.O. Klimovych

Military Institute of Telecommunications and Informatization Technologies named after
Heroes of Kruty 45/1, Kniaziv Ostrozkyh St, Kyiv, 01011, Ukraine, e-mail:
kateryna.lukina@viti.edu.ua

The use of networks with decentralized management, represented by mobile radio networks of the MANET class (Mobile Ad-Hoc Networks), is one of the areas of application of wireless technologies in telecommunication communication systems. Radio networks of the MANET class are characterized by the absence of fixed information transmission routes, the absence of stationary base stations, and the absence of a fixed network infrastructure. Such characteristic features make it possible to use radio networks of this type in the tactical chain of command, which will ensure the exchange of information in the interests of all troops. This requires new approaches to the organization of the network management system. A variant of the MANET-class mobile radio network control system, when applied in the tactical control chain, is the division of the network into zones and the creation of a set of local zone control centers in the form of nodes (coordinator nodes). At the same time, there is a problem of selecting zone nodes that will perform the functions of controlling other nodes and interacting with each other, that is, coordinator nodes. One of the ways to select coordinator nodes is to use clustering methods (algorithms for selecting the main node of the cluster), taking the zone as a cluster. The article analyzes algorithms for selecting the main cluster node in clustering methods based on combined weight. The analysis was carried out in order to determine the advantages and disadvantages of the existing algorithms and the possibility of their application to determine the main node of the cluster in mobile radio networks of the MANET class. As a result of the analysis, it was concluded that the FWCA algorithm (Forecast weight based clustering algorithm) is the most promising for use in the development of methods for selecting a coordinator node in MANET class radio networks.

Keywords: clustering, MANET, coordinator node, combined weight, coordination.