

# ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP ƯỚC LƯỢNG ĐỘ TIN CẬY MẠNG MANET DỰA TRÊN KỸ THUẬT PHÂN CỤM VÀ DỰ PHÒNG MẠNG

Lê Khánh Dương<sup>1</sup>, Lê Quang Minh<sup>2</sup>, Nguyễn Anh Chuyên<sup>1</sup>, Tô Hữu Nguyên<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Trường Đại học Công nghệ thông tin và Truyền thông, Đại học Thái Nguyên.

<sup>2</sup> Viện Công nghệ thông tin, Đại học Quốc Gia Hà Nội.

lkduong@ictu.edu.vn, quangminh@vnu.edu.vn, nachuyen@ictu.edu.vn, thnguyen@ictu.edu.vn

**TÓM TẮT**— Trong mạng tùy biến di động các nút có thể tự di chuyển từ vị trí này sang vị trí khác, việc di chuyển này làm cho cấu trúc mạng thay đổi theo thời gian thực và ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng dịch vụ nói chung của toàn mạng. Việc tính toán độ tin cậy của mạng gặp rất nhiều khó khăn vì tính phi cấu trúc của mạng. Bài báo này đề xuất phương pháp tính độ tin cậy của mạng dựa trên việc phân cụm mạng nhằm giảm tính phức tạp của cấu trúc mạng trong việc tính toán và từ đó áp dụng phương án dự phòng để nâng cao độ tin cậy của mạng tùy biến di động.

**Từ khóa**— Mạng tùy biến di động, độ tin cậy, phân cụm mạng, dự phòng.

## I. GIỚI THIỆU

### A. Đặc điểm của mạng MANET

Đặc điểm mạng tùy biến di động MANET (Mobile Ad-hoc Network) được cấu trúc từ các node mạng không dây có đặc tính tự cấu hình và truyền thông đa bước. Do đặc tính tùy biến nên MANET có thể cung cấp một miền rộng các ứng dụng dịch vụ cho các vùng mạng cục bộ và đô thị như: Mạng cộng đồng, mạng hỗ trợ khẩn cấp, các điểm truy cập công cộng, các ứng dụng cho quân đội, các ứng dụng tính toán nhúng và phân tán, các dịch vụ theo khu vực và mạng cảm biến,...

Bên cạnh các ưu điểm, MANET phải đối mặt với một loạt các thách thức do chính cấu trúc mạng tạo ra ví dụ như: tính tự trị của các nút, điều hành phân tán, định tuyến đa bước, cấu hình mạng động, công suất tiêu thụ và sự không ổn định của môi trường, liên kết không dây,...

Trong một mạng MANET các nút có thể tự di chuyển từ vị trí này sang vị trí khác, việc di chuyển này làm cho cấu trúc mạng thay đổi theo thời gian thực và ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng dịch vụ nói chung của toàn mạng. Xét một mạng MANET theo không gian phẳng 2 chiều việc xác định độ tin cậy của mạng là vấn đề quan trọng có ý nghĩa rất lớn đối với việc triển khai các mạng MANET trong thực tế.

Các nút mạng trong mạng có nguồn năng lượng hạn chế vừa đảm bảo nhiệm vụ truyền nhận dữ liệu vừa đảm bảo nhiệm vụ chuyển tiếp do đó tại từng thời điểm mỗi nút mạng có vai trò khác nhau, vai trò này nó thay đổi liên tục theo thời gian. Như nhóm tác giả [3] đề xuất hướng tiếp cận "không-thời gian" cho tối ưu vùng phủ của mạng nhằm giải quyết cả hai yếu tố là tính phi cấu trúc của mạng và tính đa nhiệm của nút mạng.

Theo [4] đề xuất hướng tiếp cận khi tính độ tin cậy của mạng cảm biến không dây di động (MANET) dựa trên việc mô hình hóa cấu trúc của mạng tại từng thời điểm đang xét dưới dạng đồ thị rồi dựa trên cấu trúc đó để tính ra độ tin cậy của mạng, về cơ bản phương pháp này dựa trên hai tham số chính là: độ tin cậy của từng nút và độ tin cậy của liên kết giữa các nút theo cấu trúc của mạng.

### B. Tính độ tin cậy dựa trên việc phân cụm mạng

Thời gian hoạt động không lỗi của các nút mạng là đại lượng đặc trưng cho khả năng không lỗi của nó trong khoảng thời gian  $t$ . Độ tin cậy  $P(t)$ : của phần tử hoặc của hệ thống là xác suất để trong suốt khoảng thời gian khảo sát  $t$ , phần tử đó hoặc hệ thống đó vận hành an toàn [1].

Từ đặc điểm của mạng đặt ra nhiều thách thức trong tính toán đánh giá độ tin cậy của mạng, một trong những phương pháp đang được nhiều nghiên cứu lựa chọn hiện nay là phân chia mạng thành các phân cụm nhỏ và trên các phân cụm này sẽ tiến hành tính toán và đánh giá từng phân cụm rồi tiến đến đánh giá toàn mạng dựa trên mối quan hệ giữa các phân cụm với nhau.

## II. PHÂN CỤM MẠNG

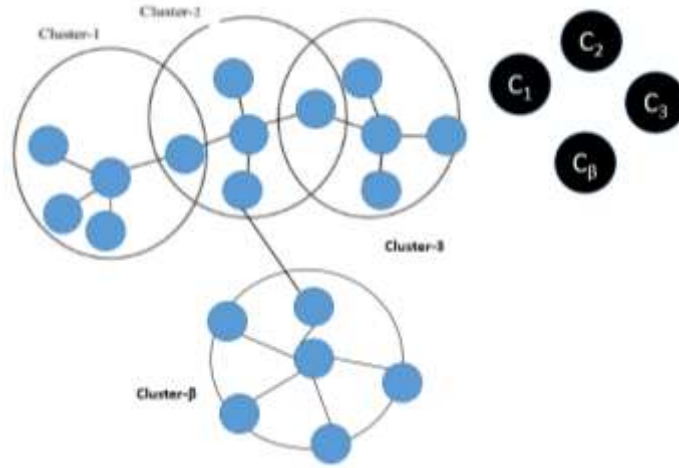
### A. Phân cụm mạng đồng nhất

Các tác giả [2, 5, 6] đã chia mạng MANET thành các phân cụm (cluster) mạng và dựa trên các phân cụm này để tính độ tin cậy của toàn mạng, gọi  $C$  là tập các phân cụm khi đó ta có:

$$C = \{C_1, C_2, \dots, C_\beta\} \text{ với } \beta \text{ là số phân cụm trong mạng.} \quad (1)$$

Với phương pháp phân cụm như trên sẽ giảm độ phức tạp của cấu hình mạng, giả sử xét một mạng MANET với  $\alpha$  nút thì khi đó số lượng cấu hình có thể có của mạng sẽ là  $C = 2^{(\alpha * (\alpha - 1)) / 2}$  cấu hình. Giả sử mạng MANET như

trong hình 1 (24 nút mạng) ta có số lượng cấu hình có thể có là  $C = 2^{(24 \cdot (24-1))/2} = 2^{276}$  trong khi nếu sử dụng phương pháp phân cụm thì có C sẽ nhỏ hơn rất nhiều và độ tin cậy của toàn mạng sẽ không phụ thuộc vào từng cấu hình cụ thể của từng phân cụm cũng như việc tính toán trở nên đơn giản hơn.



Hình 1. Phân cụm mạng MANET

Với S định nghĩa là tập cấu hình hệ thống:

$$S = \bigcup_{i=0}^{\beta} C_i \tag{2}$$

Đặt  $P_{C_i}$  là độ tin cậy của phân cụm  $C_i$ , khi đó độ tin cậy của toàn mạng sẽ là:

$$P(S) = \prod_{i=1}^{\beta} P_{C_i} \tag{3}$$

Nếu mạng là chia đều và đồng nhất thì công thức (3) sẽ thành lý tưởng là:

$$P(S) = P_{C_i}^{\beta} \tag{4}$$

**B. Phân bố nút mạng trong phân cụm**

Theo [7], giả sử các nút mạng được phân bố ngẫu nhiên trong một vùng mạng diện tích  $\Omega$ , xét một kịch bản mạng hình lưới có các nút được phân bố như một quá trình Poisson hai chiều với mật độ  $\gamma$  trong mặt phẳng. Xác suất để tìm thấy k nút trong một miền diện tích  $\Omega$  là:

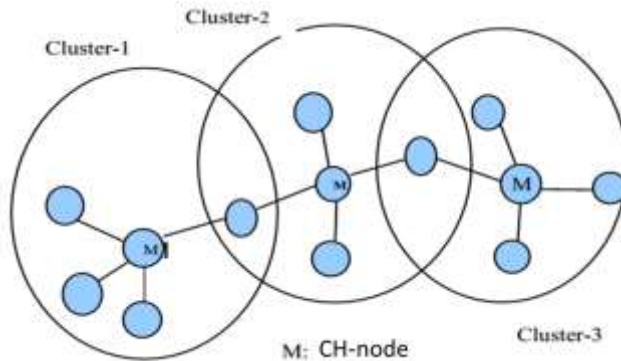
$$P_k = \frac{(\gamma \cdot \Omega)^k}{k!} e^{-(\gamma \cdot \Omega)} \tag{5}$$

**III. ƯỚC LƯỢNG ĐỘ TIN CẬY CỦA PHÂN CỤM MẠNG CÓ SỬ DỤNG NÚT CH**

**A. Nút CH**

Trong MANET, khi chia mạng thành S phần như công thức (2); với mỗi phân cụm  $c \in C$  định nghĩa một head node (clusterhead node-CH node) được ký hiệu là  $h(c)$  của phân cụm phải là một nút mà khoảng cách của nó đến các nút còn lại trong phân cụm phải nhỏ hơn hoặc bằng bán kính truyền dẫn  $r$  của nút đó [6], tức là:

$$\forall c \in C, \forall i \in c, dist(i, h(c)) < r \tag{6}$$



Hình 2. Phân cụm sử dụng nút CH

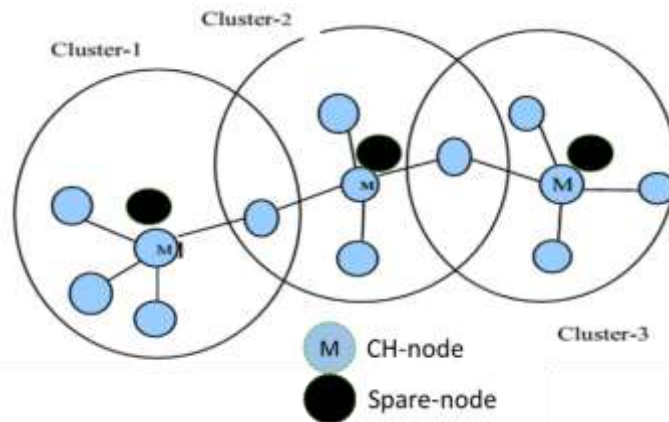
Nút CH yêu cầu có nguồn năng lượng cao hơn các nút còn lại trong mạng bởi khi tổ chức theo phân cụm, mỗi khi một nút CH hết năng lượng hay ra khỏi vùng (địa lý) của một phân cụm thì sẽ kích hoạt một hoạt động “phân cụm lại” (reclustering) của toàn bộ các nút trong phân cụm, bản thân hành động phân cụm lại này đòi hỏi tiêu tốn một năng lượng không nhỏ, do đó độ tin cậy của phân cụm phần nhiều phụ thuộc vào độ tin cậy của những nút CH này [6].

Với việc sử dụng các nút CH này đảm bảo các nút thành viên trong phân cụm luôn trong phạm vi truyền của CH, mỗi khi nó di chuyển ra khỏi phân cụm và ra nhập phân cụm khác vẫn không kích hoạt hoạt động “phân cụm lại” toàn bộ mạng bởi khi đó chỉ là việc xử lý tại các nút CH của mỗi phân cụm có biến động về cấu trúc mạng (khi thêm, bớt thành viên).

### B. Ước lượng độ tin cậy của phân cụm có CH node

Theo nhóm các tác giả [3, 5, 6] việc lựa chọn một nút làm Nút CH dựa trên nguồn năng lượng còn lại của một nút so với tổng năng lượng trung bình của các nút trong nhóm, việc lựa chọn theo tiêu chí này đảm bảo nút CH là nút có năng lượng lớn hơn các nút còn lại trong nhóm và đảm bảo cấu trúc của nhóm xoay quanh nút CH được duy trì lâu hơn, tuy nhiên việc lựa chọn theo hướng này có những hạn chế nhất định như: độ tin cậy của một nút khi đặt trong vấn đề truyền thông không hoàn toàn phụ thuộc vào mức năng lượng hiện có của nút đó, bởi lẽ với một nút còn rất ít năng lượng (ví dụ còn dưới 5% năng lượng) nhưng ở vị trí kết nối thuận lợi thì hoạt động truyền thông nội nhóm vẫn đảm bảo tốt thì sẽ có độ tin cậy cao hơn nhiều so với một nút CH có nhiều năng lượng nhưng ở vị trí không thuận lợi cho các nút trong nhóm truyền thông cho nhau. Ngoài ra các công thức tính toán năng lượng suy hao trong truyền thông đều dựa trên khoảng cách giữa nút gửi và nút nhận.

Do đó trong bài báo này xác định việc chọn một nút CH cho một nhóm dựa trên vị trí của nút đó sao cho “thuận lợi nhất” trong liên kết nội nhóm, đề xuất phương án dự phòng cho nút CH theo phương án dự phòng lạnh [1] (hình 3).



Hình 3. Sử dụng nút dự phòng trong phân cụm

**Mệnh đề:** cho một phân cụm có  $n$  nút, phân cụm gọi là hoạt động (trong trường hợp này không tính đến liên kết nội nhóm của cụm) khi có tối thiểu  $k$  ( $0 < k \leq n$ ) nút hoạt động, giả sử các nút mạng là đồng nhất và có độ tin cậy là  $p(t)$ . Khi đó độ tin cậy  $P_C(t)$  của phân cụm (với tối thiểu  $k$  nút hoạt động) sẽ là:

$$P_C(t) = \sum_{i=k}^n C_n^i (1-p(t))^{n-i} p(t)^i \quad (7)$$

**Chứng minh:** Xét trường hợp cụm có  $n$  nút hoạt động thì độ tin cậy của cụm sẽ là  $P_0(t) = p(t)^n$ , trong trường hợp có 01 nút bị hỏng thì độ tin cậy của cụm sẽ là  $P_1(t) = C_n^1 (1-p(t)) p(t)^{n-1}$ , trong trường hợp 02 nút hỏng ta có  $P_2(t) = C_n^2 (1-p(t))^2 p(t)^{n-2}$ , trong trường hợp  $n-k$  nút hỏng (có  $k$  nút còn hoạt động)  $P_{n-k}(t) = C_n^{n-k} (1-p(t))^{n-k} p(t)^k$ .

Xét một phân cụm có sử dụng nút CH (độ tin cậy của nút CH này là  $p_{CH}(t)$ ), giả sử phân cụm có  $n$  nút mạng đồng nhất, phân cụm chỉ được coi là hoạt động khi có  $k$  nút hoạt động (mệnh đề) và nút CH node hoạt động. Vậy độ tin cậy của phân cụm sẽ là:

$$P_C(t) = p_{CH}(t) * p(t)^k \quad (8)$$

### C. Nâng cao độ tin cậy của phân cụm dựa trên dự phòng cho nút CH

Trong mỗi phân cụm nút CH có vai trò rất quan trọng, nó được coi là nút điều khiển của cả phân cụm, trong các mạng cảm biến không dây việc chọn một nút làm nút CH có thể dựa trên khoảng cách của nút đó với các nút còn lại hay dựa trên nguồn năng lượng còn lại của nó so với các nút còn lại trong phân cụm, trong phạm vi bài báo này chúng tôi không đề cập đến vị trí hay nguồn năng lượng hiện có của một nút CH, bài báo tập trung giải quyết phương

án dự lầy m nút ( $n-m > k$ ) bất kỳ xung quanh nút CH làm nút dự phòng với một ràng buộc là nó thỏa mãn công thức (6), nhằm nâng cao độ tin cậy của nút CH, dự phòng cho nút CH có 02 phương án dự phòng là [1]:

- Dự phòng nóng: là các nút làm dự phòng hoạt động đồng bộ với thành phần được dự phòng và sẵn sàng thay thế bất cứ lúc nào khi thành phần dự phòng bị lỗi.
- Dự phòng lạnh: là các nút làm dự phòng không được sử dụng cho đến khi thành phần được dự phòng bị lỗi cần được thay thế, nó sẽ phù hợp với những nút mạng có nguồn ngân lượng hạn chế.

Trong trường hợp này sử dụng phương án dự phòng lạnh, tức là các nút làm dự phòng sẽ không hoạt động cho đến khi nút CH bị lỗi thì nó sẽ chuyển sang giữ vai trò là nút CH.

Sau đây sẽ tính đến độ tin cậy của phân cụm trong các trường hợp lần lượt có 1 nút, 2 nút, 3 nút làm dự phòng lạnh [1] cho nút CH, có tính đến yêu cầu tối thiểu có k nút hoạt động như nêu trong mệnh đề ở trên, từ công thức (5), (6), (7) và (8) suy ra:

- Nút CH có 01 nút dự phòng:

$$P_{C1}(t) = \left(\frac{(\gamma^* \Omega)^k}{k!} e^{-(\gamma^* \Omega)}\right) p_{CH}(t) (p(t)^{n-1} + C_{n-1}^1(1-p(t))p(t)^{n-2} + C_{n-1}^2(1-p(t))^2 p(t)^{n-3} + \dots + C_{n-1}^{n-1-k}(1-p(t))^{n-1-k} p(t)^k) = \left(\frac{(\gamma^* \Omega)^k}{k!} e^{-(\gamma^* \Omega)}\right) p_{CH}(t) (p(t)^{n-1} + \sum_{i=1}^{n-1-k} C_{n-1}^i(1-p(t))^i p(t)^{n-1-i}) \tag{9}$$

- Nút CH có 02 nút dự phòng:

$$P_{C2}(t) = \left(\frac{(\gamma^* \Omega)^k}{k!} e^{-(\gamma^* \Omega)}\right) (p_{CH}(t)^2 + 2(1-p_{CH}(t))p_{CH}(t)) (p(t)^{n-2} + C_{n-2}^1(1-p(t))p(t)^{n-3} + \dots + C_{n-2}^{n-2-k}(1-p(t))^{n-2-k} p(t)^k) = \left(\frac{(\gamma^* \Omega)^k}{k!} e^{-(\gamma^* \Omega)}\right) (p_{CH}(t)^2 + 2(1-p_{CH}(t))p_{CH}(t)) (p(t)^{n-2} + \sum_{i=1}^{n-2-k} C_{n-2}^i(1-p(t))^i p(t)^{n-2-i}) \tag{10}$$

- Nút CH có 03 nút dự phòng:

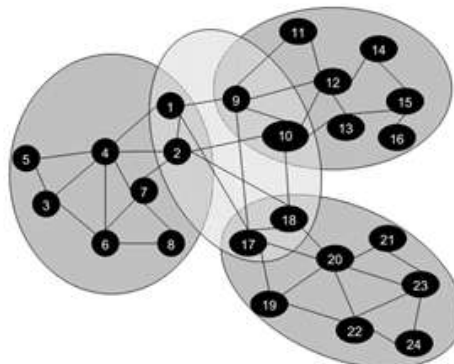
$$P_{C3}(t) = \left(\frac{(\gamma^* \Omega)^k}{k!} e^{-(\gamma^* \Omega)}\right) (p_{CH}(t)^3 + 3(1-p_{CH}(t))p_{CH}(t)^2 + 3(1-p_{CH}(t))^2 p_{CH}(t)) (p(t)^{n-3} + C_{n-3}^1(1-p(t))p(t)^{n-4} + \dots + C_{n-3}^{n-3-k}(1-p(t))^{n-3-k} p(t)^k) = \left(\frac{(\gamma^* \Omega)^k}{k!} e^{-(\gamma^* \Omega)}\right) (p_{CH}(t)^3 + 3(1-p_{CH}(t))p_{CH}(t)^2 + 3(1-p_{CH}(t))^2 p_{CH}(t)) (p(t)^{n-3} + \sum_{i=1}^{n-3-k} C_{n-3}^i(1-p(t))^i p(t)^{n-3-i}) \tag{11}$$

Với  $\Omega$  trong trường hợp này trùng với miền truyền dữ liệu của các nút CH (và các nút được chọn là dự phòng).

#### IV. PHƯƠNG ÁN DỰ PHÒNG SỬ DỤNG PHÂN CỤM LỖI

##### A. Phân cụm lỗi

Xét mạng MANET có N nút cảm biến được phân thành  $\beta$  phân cụm với mỗi cụm có  $\alpha$  nút mạng ( $N = \beta * \alpha$ ). Đặc điểm của các nút trong mạng MANET vừa là nút nhận và gửi tin cũng đồng thời là nút chuyển tiếp (router) trong mạng. Vì vậy các nút ở trung tâm của mạng sẽ có xác suất làm router cao hơn các nút ở vùng biên, do đó ảnh hưởng rất lớn đến khả năng kết nối và truyền tin thành công trong mạng, đây cũng là nút sẽ tốn nhiều năng lượng trong thời gian hoạt động của nó vì tất cả các truyền thông giữa các nút ở các vùng biên xa nhau đều đi qua các nút trung gian ở vùng trung tâm (hình 4) [4]. Vấn đề đặt ra ở đây là trong kỹ thuật phân cụm với những nút ở vùng trung tâm cần có cơ chế dự phòng nhằm đảm bảo vùng này có độ tin cậy cao nhất.



Hình 4. Phân cụm lỗi

## B. Tính độ tin cậy của mạng

Gọi phân cụm lõi  $C_b$  với số nút là  $\alpha$  vậy khi đó công thức (3) độ tin cậy của mạng sẽ là:

$$P(S) = P_{C_b} * \prod_{i=1}^{\beta-1} P_{C_i} \quad (12)$$

Có nhiều cách để tăng độ tin cậy của phân cụm lõi này, trong bài báo này đề xuất ba cách:

- Cách thứ nhất: sử dụng 1, 2, 3 nút dự phòng lạnh như ở các công thức (9), (10), (11) hoặc sử dụng  $m$  nút dự phòng cho nút CH ( $3 < m < k$ ); ở cách này các nút dự phòng cần được lựa chọn đảm bảo sao cho thỏa mãn (5) và (6).
- Cách thứ hai: do là cụm lõi nên ưu tiên các nút dự phòng cho cụm này, trong cụm này ngoài các nút hoạt động bình thường kèm với nó là các nút dự phòng cùng thuộc tính tương tự nó và được dự phòng theo phương thức dự phòng lạnh như trên [1]. Khi đó số lượng nút ở cụm trung tâm  $C_b$  sẽ là  $2\alpha$ .
- Cách thứ ba: tổng hợp cả hai cách trên, tức là ngoài các nút CH được dự phòng theo cách thứ nhất thì bản thân các nút thành viên của phân cụm lõi được dự phòng theo cách thứ hai. Cách tính độ tin cậy theo cách này suy ra từ cách tính của hai cách trên.

Tính độ tin cậy của phân cụm lõi theo cách thứ 2, cụm lõi sẽ gồm  $2\alpha$  trong đó có  $\alpha$  nút dự phòng cho  $\alpha$  nút hoạt động, trong bài báo này xét mạng là đồng nhất tức là các nút đều có độ tin cậy là  $p(t)$  khi đó có thể coi phân cụm lõi gồm  $\alpha$  nút với độ tin cậy của mỗi nút là:

$$p'(t) = p(t) + (1 - p(t)) * p(t) = 2 * p(t) - p^2(t) \quad (13)$$

Từ hai công thức (8) và (13) ta có:

$$P_{C_b}(t) = p_{CH}(t) * p'(t)^k = p_{CH}(t) * (2 * p(t) - p^2(t))^k \quad (14)$$

## V. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG NGHIÊN CỨU

Trong bài báo này đã trình bày phương pháp tính độ tin cậy cho mạng MANET dựa trên kỹ thuật phân cụm, trong đó việc sử dụng hàm tính xác suất tìm thấy  $k$  nút mạng trong một miền diện tích  $\Omega$  làm đại lượng đặc trưng cho khả năng kết nối trong nội bộ phân cụm giữa các nút với nhau thông qua nút CH, vừa đảm bảo tính đơn giản của việc tính toán độ tin cậy dựa trên cấu hình, vị trí của nút CH cũng như những nút dự phòng cho nó.

Trong bài báo này các phép tính toán đều được xét trong điều kiện gắn với tham số  $k$  (là số nút tối thiểu cần thiết để một phân cụm được coi là hoạt động). Bài báo gợi mở hướng hoàn thiện công thức (8) tính độ tin cậy của phân cụm mạng có tính đến độ tin cậy của liên kết mạng thông qua “khoảng cách” giữa các nút trong phân cụm là một hàm phụ thuộc khoảng cách và năng lượng giữa các nút với nút CH trong các phương án dự phòng nhằm đảm bảo nút CH có độ tin cậy cao nhất.

Hướng nghiên cứu tiếp theo của nhóm sẽ tập trung vào tính toán độ tin cậy của liên kết giữa các nút trong phân cụm, vấn đề ảnh hưởng vị trí của các nút đối với năng lượng để truyền thông, vấn đề suy hao năng lượng trong truyền tin giữa các nút và năng lượng tiêu hao khi chuyển vùng [8, 9]. Việc đưa ra được một mô hình tính độ tin cậy của liên kết dựa trên độ phủ vừa đảm bảo giảm sự phụ thuộc vào tính phức tạp rất lớn của cấu hình mạng vừa gắn được với vấn đề năng lượng trong tính toán độ tin cậy của bản thân các nút và đây cũng là hướng nghiên cứu tiếp theo.

## VI. LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả bài báo này bày tỏ lòng cảm ơn đối với Dự án sản phẩm công nghệ cao của Bộ Công thương "Ứng dụng công nghệ bảo đảm an ninh, an toàn mạng và bí mật thông tin ở mức cao để phát triển bộ giải pháp an toàn an ninh mạng LAN cho cơ quan nhà nước và doanh nghiệp".

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lê Khánh Dương, Nguyễn Văn Tào, Lê Quang Minh, Nguyễn Anh Chuyên, Quách Xuân Trường, “Ảnh hưởng của nhiệt độ đối với độ tin cậy của mạng manet”, FAIR 2015.
- [2] Anil Choudhary, O. P. Roy and T. Tuithung, “Reliability Modeling of a Cluster Based Distributed Mobile Ad-hoc Network”, International Journal of Computing and Digital Systems, 2015
- [3] Changlei Liu, Guohong Cao, “Spatial-Temporal Coverage Optimization in Wireless Sensor Networks”, IEEE, 2011.
- [4] JasonCook, “Reliability of Mobile Ad-hoc Wireless Networks”, 2008.
- [5] L. Venkatesan and S. Shanmugavel, “Reliable Energy Efficient Fault Tolerant Clustering in Wireless Sensor Network”, Asian Journal of Scientific Research, Page No.: 33-44, 2014.
- [6] Tao Wang and William N. N. Hung, “Reliable Node Clustering for Mobile Ad Hoc Networks”, 2013.
- [7] Zeyu Sun, Heng Li, Heng Chen and Wei Wei, “Optimization Coverage of Wireless Sensor Networks Based on Energy Saving”, International Journal of Future Generation Communication and Networking, Vol.7, No.4 (2014).
- [8] Youssef Charfi, Naoki Wakamiya and Masayuki Murata, “Trade-off between Reliability and Energy Cost for Content-Rich Data Transmission in Wireless Sensor Networks”, IEEE, 2006.
- [9] Jietai Wang; Guangxue Yue, “Multipath Routing Protocol of Wireless Multimedia Sensor Networks Based on Mobile Agent”, Information Technology Journal;2013, Vol. 12 Issue 18, p3804.

## **A PROPOSED RELIABILITY ESTIMATION METHOD FOR MANET BASED ON CLUSTERING ALGORITHM AND NETWORK REDUNDANCY**

**Le Khanh Duong, Le Quang Minh, Nguyen Anh Chuyen, To Huu Nguyen**

**ABSTRACT**— *In mobile ad-hoc network, nodes can move from location to a new location, this movement makes network topology changes in realtime and greatly influenced to the quality of services of the network. The calculation of the reliability of the network encounters many difficulties because of the network unstructured. This paper proposes a method for calculating the reliability of the network-based clustering to reduce the complex of network structure in calculation and thereby applying the contingency plan to improve the reliability of mobile ad-hoc network.*

**Keywords** – *MANET, Reliability, Clustering, Redundancy.*