

MÔ HÌNH HÒA NHẬP THÔNG TIN DỰA TRÊN ĐA TÁC TỬ TRONG PHÁT HIỆN CHÁY RỪNG

INFORMATION FUSION MODEL BASED ON MULTI AGENT FOR DETECTING FOREST FIRES

Hoàng Thị Thanh Hà

Trường Đại học Kinh tế, Đại học Đà Nẵng, httha@yahoo.com,

Tóm tắt - Hòa nhập thông tin đóng vai trò quan trọng trong việc phát triển mạng cảm biến không dây (WSN). Chúng dựa trên sự dung sai lỗi, phối hợp và hòa nhập thông tin từ những dữ liệu rời rạc thu thập được. Bài báo này giới thiệu mô hình đa tác tử đa tầng nhằm hòa nhập thông tin từ WSN. Mô hình này gồm 3 tầng. Tầng thứ nhất gồm các tác tử cảm biến nằm rải rác trong rừng làm nhiệm vụ đo nhiệt độ, độ ẩm, mưa và phối hợp các thông tin này lại với nhau, hình thành nên cái nhìn đầu tiên về tình trạng cháy rừng. Tầng 2 gồm các tác tử giám sát có nhiệm vụ quản lý các cảm biến tầng 1, đo nồng độ CO₂ và chụp ảnh rừng trong trường hợp cần thiết. Các tác tử giám sát hòa nhập thông tin lần 2 và gửi về trạm trung tâm ở tầng 3. Tầng 3 là tầng dịch vụ và ra quyết định báo cháy hay không. Hệ thống được mô hình hóa và cài đặt dựa trên mô hình đa tác tử nguyên âm AEIO.

Từ khóa - hệ thống đa tác tử; mạng cảm biến không dây; phát hiện cháy rừng; đa tầng; hòa nhập thông tin.

1. Đặt vấn đề

Việc giám sát và phát hiện sớm cháy rừng trở thành một vấn đề cấp bách trong công tác bảo vệ nguồn tài nguyên rừng. Để phát hiện cháy rừng, người ta vẫn sử dụng các biện pháp từ thô sơ như sử dụng các nhân viên kiểm lâm phụ trách giám sát từng khu vực hằng ngày, tới các biện pháp công nghệ hiện đại như quan sát trực địa, sử dụng vệ tinh viễn thám, sử dụng hệ thống định vị GPS, các hệ thống phát hiện khói thông qua hệ thống camera, các hệ thống phát hiện nồng độ các chất khí sản sinh trong quá trình cháy trong môi trường, sử dụng hệ thống cảm biến không dây (WSN - Wireless Sensor Network). Trong đó, với công nghệ sử dụng WSN mỗi cảm biến sẽ đóng vai trò thu thập một hoặc một số loại thông tin như: nhiệt độ, độ ẩm, áp suất khí quyển, khói, nồng độ CO₂... và cuối cùng hòa nhập các thông tin đó lại với nhau để cảnh báo và phát hiện sớm cháy rừng. Đây là công nghệ tiên tiến đang được sử dụng, nghiên cứu và phát triển ở các nước phát triển như Mỹ, Đức, Pháp, Hi Lạp... và được đánh giá là một trong những phương pháp có hiệu quả cao.

Mỗi cảm biến thường chỉ thực hiện chức năng “cảm nhận” một loại thông tin nhất định nào đó [6]. Công đoạn hòa nhập các loại thông tin “rời rạc” này để có được thông tin đầy đủ nhất về thế giới thực là một khâu quan trọng trong cảnh báo và phát hiện sớm cháy rừng. Sự hòa nhập thông tin càng tốt, càng “thông minh” thì việc phát hiện càng chính xác.

Công nghệ đa tác tử là một xu thế mới, phù hợp với các mô hình phân tán, đòi hỏi phải có những xử lý thông minh và quyết định phân tán trong hệ thống mạng [5]. Bài báo này tập trung nghiên cứu mô hình hòa nhập thông tin dựa trên hệ thống đa tác tử được ứng dụng trên WSN để cảnh và báo

Abstract - Information fusion plays an important role in the development of wireless sensor network (WSN) applications by fault tolerance, integration, making decisions from discrete data and from multiple distributed sensors. In this paper, we introduce a multi-layered, multi-agent, interoperable architecture for distributed WSN that collects diverse measurable information from sensors and has to make early detection of forest fires. Our proposed model consists of three layers. The first is composed of agent sensors that pick up temperature, rain, air humidity and integrates them together, making the first fusion. The second contains *observers agents* that manage sensors of layer 1, pick up CO₂ and take photo of forest when necessary. This layer makes the second integration and fusion, transfers information to the centre at the third layer. The last layer is an application layer which makes decisions. Our model is modelled and implemented based on multiagent AEIO vowel decomposition.

Key words - multi-agent system; wireless sensor network; fusion; forest fires detection; multi- layers; information fusion.

phát hiện sớm cháy rừng.

2. Tổng quan các mô hình hòa nhập thông tin trong WSN phát hiện cháy rừng

Cháy rừng là bất kỳ một vụ cháy nào ngoài tầm kiểm soát của con người, xảy ra khi hội tụ đủ ba yếu tố: Vật liệu cháy; oxy và nguồn nhiệt. Có nhiều nhân tố ảnh hưởng đến cháy rừng như [3]: nhiệt độ, độ ẩm, gió, mưa, vật liệu cháy, vùng sinh thái, địa hình...

Các công nghệ tiên tiến ngày càng được sử dụng rộng rãi trong việc cảnh báo và phát hiện sớm cháy rừng. So với các công nghệ như viễn thám, hệ thống thông tin địa lý GIS, hệ thống định vị toàn cầu GPS, xử lý ảnh thì WSN có nhiều ưu điểm hơn như giá thành, độ chính xác, trang bị đơn giản, thích hợp với tất cả các địa hình và thời tiết và quy mô. Tùy từng yêu cầu cụ thể, các công nghệ trên có thể được sử dụng để tăng tính hiệu quả của hệ thống.

Do giới hạn khả năng tính toán cũng như năng lượng, WSN thường sử dụng các phương pháp tính toán và xử lý tín hiệu phi tập trung và phải tái cấu trúc hoặc gửi thông tin cần tính toán cho các trạm cơ sở (có khả năng xử lý tín hiệu mạnh và ít ràng buộc về tiêu thụ năng lượng).

2.1. Hòa nhập thông tin trong WSN

Hòa nhập thông tin trong mạng cảm biến đóng vai trò vô cùng quan trọng để giải quyết các vấn đề về giới hạn công suất, năng lượng, khả năng tính toán, bộ nhớ đồng thời nâng cao hiệu suất, tuổi thọ cho mạng cảm biến. Hơn nữa, tri thức thu nhận được không thể chỉ dựa vào thông tin từ một hay một vài cảm biến để giải quyết nhiệm vụ nào đó, mà phải hòa nhập chúng lại để cho ra những kết luận đúng đắn và chính xác nhất.

Sự hòa nhập thông tin của các cảm biến là việc sử

dùng hiệp đồng các thông tin được cung cấp bởi nhiều thiết bị cảm ứng. Hòa nhập thông tin đa cảm biến liên quan tới tất cả các giai đoạn trong quá trình tích hợp, nơi có sự gắn kết thực sự của các nguồn dữ liệu đo đạc khác nhau vào một định dạng chung.

Sự hòa nhập dữ liệu theo thời gian từ một hay nhiều cảm biến có thể xảy ra ở các cấp độ biểu diễn khác nhau [10]. Các cấp độ khác nhau của sự hòa nhập thông tin của mạng cảm biến có thể được sử dụng để cung cấp thông tin đến một hệ thống sử dụng khác.

2.2. Một số mô hình hòa nhập thông tin trong WSN nhằm cảnh báo và phát hiện sớm cháy rừng

Mô hình phát hiện cháy rừng của trường Đại học Concepción [7] sử dụng mạng WSN có khả năng đo đặc nhiệt độ, độ ẩm và lượng khí CO₂. Hệ thống sử dụng chỉ số FFMC (Fine Fuel Moisture Code) để định lượng độ ẩm của tầng nhiên liệu cháy trong đất và được lưu trữ theo chuỗi thời gian. Mô hình này có kiến trúc 2 tầng. Tầng 1 gồm các cảm biến đo các thông số: độ ẩm, nhiệt độ môi trường và nồng độ CO₂. Chúng được triển khai dày đặc trong rừng tạo thành các cụm. Tầng 2 gồm các nút sink và máy chủ trung tâm. Nút sink nhận và tiền xử lý thông tin từ các cảm biến ở tầng 1, sau đó chuyển thông tin đến máy chủ. Máy chủ này sẽ lưu trữ dữ liệu và tạo ra các dịch vụ giám sát cũng như phát ra báo động.

Việc đưa vào nút sink giải quyết vấn đề tiêu hao năng lượng của các cảm biến, thay vì phải gửi thông tin về trung tâm, các cảm biến chỉ gửi về nút sink. Tuy nhiên, việc hòa nhập thông tin ở [7] còn khá đơn giản.

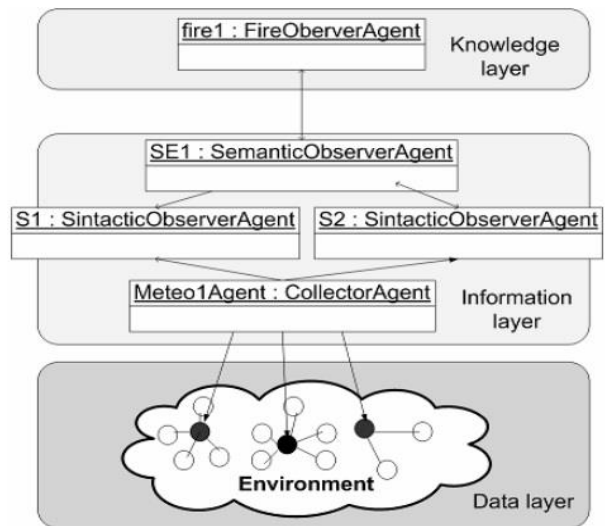
Hệ thống SCIER[10] sử dụng 3 loại cảm biến: cảm biến cùng trường (nhiệt độ, độ ẩm) và các cảm biến khác trường (tầm nhìn - dựa trên camera có độ tương phản cao có thể nhận dạng được khói hoặc lửa và cũng có hơn cho khả năng phát hiện cháy). Hai loại cảm biến nhiệt độ, độ ẩm được kết hợp theo một chu trình hòa nhập 2 cấp. Cấp đầu tiên áp dụng kỹ thuật hòa nhập thông tin từ những cảm biến cùng trường và gán một khả năng xảy ra cháy cho mỗi cảm biến. Trong cấp 2 của sự hòa nhập (hòa nhập thông tin), những giá trị khả năng xảy ra sự kiện cháy từ cấp 1 được kết hợp và hòa nhập thông qua lý thuyết chứng cứ Dempster-Shafer [10] với những giá trị khả năng xảy ra sự kiện cháy từ cảm biến tầm nhìn. Việc áp dụng mô hình hòa nhập 2 cấp như vậy có lợi thế là phát hiện cháy sớm và giảm tỷ lệ báo động giả.

Hệ thống giám sát cháy rừng của FGCA [8] là hệ thống các cảm biến giám sát thông tin, lưu trữ và xử lý thời gian quan sát và giám sát cháy rừng. Kiến trúc hệ thống này gồm 3 tầng (Hình 1):

- + Tầng cảm biến và mạng (tầng dữ liệu): chứa các nút cảm biến, bao gồm các thiết bị cảm biến khác nhau, đơn vị xử lý và thiết bị liên lạc. Dữ liệu cảm biến được xử lý trong đơn vị xử lý và đi vào tầng dịch vụ.

- + Tầng dịch vụ (tầng thông tin): gồm tất cả các dịch vụ quan trọng để hỗ trợ cho tầng cảm biến như: dịch vụ tra cứu và dịch vụ thông tin.

- + Tầng ứng dụng (tầng kiến trúc): bao gồm các ứng dụng và quyết định cảnh báo cháy hay không.



Hình 1. Hệ thống đa tác tử của mô hình FGCA [8]

FGCA sử dụng kiến trúc đa tác tử. Các tác tử chủ yếu được cài đặt ở tầng thông tin và tầng ứng dụng. Tầng thông tin báo gồm 3 loại tác tử:

- + Collector Agent: kết nối với các cảm biến ở tầng 1 để thu thập và lưu trữ dữ liệu.

- + Syntactic Observer Agent: kiểm tra tính hợp lý của dữ liệu từ các Collector Agent.

- + Semantic Observer: phát hiện các bất thường cũng như loại bỏ các trường hợp không cần thiết từ các Syntactic Observer Agent.

Kiến trúc 3 tầng của hệ thống này được xây dựng lấy cảm hứng từ quá trình nhận thức sinh học - quá trình mà các thực thể sinh học sử dụng trong việc thể hiện dữ liệu cảm nhận: thu nhận dữ liệu, tổng hợp thông tin và biến thông tin thành tri thức. Dựa trên dữ liệu khí tượng và sự quan sát các hình ảnh quang phổ để phát hiện cháy rừng. Hệ thống sử dụng công nghệ đa tác tử. Kiến trúc đa tác tử mang lại cho người quan sát sự linh hoạt và mô đun hóa. Quan sát cháy rừng dựa trên các quan sát mức thấp và mức cao, nơi rất nhiều thông tin hòa nhập đã được sử dụng.

Như vậy, hầu hết các mô hình đều sử dụng cấu trúc 2 hoặc 3 tầng. Tầng đầu tiên thường là các cảm biến đo thông số môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, khí CO₂. Ở tầng này thông tin thường được hòa nhập, nhưng ở mức đơn giản. Tầng 2 và tầng 3 là tầng nhận thông tin từ tầng một và có thể kết hợp với một loại cảm biến cao cấp hơn như camera hình ảnh, khí CO₂. Ngoài nhiệm vụ hòa nhập thông tin, tầng này thường chứa các nút cơ sở có nhiệm vụ chứa thông tin đại diện tại một khu vực mà các cảm biến ở tầng dưới kiểm soát. Hơn thế nữa, tầng này còn có nhiệm vụ giao vận, tức là chuyển thông tin về trạm trung tâm.

3. Đề xuất mô hình đa tác tử hòa nhập thông tin trong phát hiện cháy rừng

Với mong muốn xây dựng WSN phát hiện cháy rừng dựa trên những ưu điểm của các mô hình nêu ở phần trước cũng như khắc phục các nhược điểm của chúng; mặt khác, để tạo nên được một hệ thống tối ưu về mặt chi phí cũng như khả năng tự chủ, linh hoạt, không đòi hỏi quá phức tạp nhưng vẫn đảm bảo hiệu quả, dễ dàng triển khai ở những

khu vực không quá rộng lớn, bài báo đề xuất mô hình hòa nhập thông tin dựa trên hệ đa tác tử như sau:

3.1. Kiến trúc của mô hình

Theo [3], các chỉ tiêu dự báo cháy rừng bao gồm: nhiệt độ, mưa, độ ẩm không khí, độ ẩm vật liệu cháy. Dựa trên kết quả dự báo cháy của các cảm biến và dựa vào các thông số trong [7], [8], [10], hệ thống thêm 2 chỉ tiêu là nồng độ khí CO₂ và hình ảnh camera.

3.1.1. Kiến trúc đa tầng của hệ thống

Hệ thống xây dựng dựa trên mô Hình 3 tầng (Hình 2):

- Tầng 1 gồm các cảm biến được phân nhóm (cụm) cảm nhận thông tin từ môi trường và truyền về cho nút trưởng nhóm theo định kỳ. Mỗi nút trưởng nhóm hòa nhập thông tin và gửi về cho các nút cảm biến ở tầng 2;
- Tầng 2 gồm các nút *giám sát* (observer) nhận các thông tin từ tầng 1, thực hiện hòa nhập thông tin, nếu cần thiết thì tiến hành đo nồng độ khí CO₂ trong không khí, chụp ảnh bằng camera. Các nút *giám sát* này chuyển thông tin về trạm trung tâm, nơi có hệ thống điều hành quản lý tổng thể. Ngoài ra, nút *giám sát* còn có trách nhiệm chọn trưởng nhóm cho nhóm mà nó quản lý.
- Tầng 3 gồm trạm trung tâm có nhiệm vụ quản lý, giám sát, điều hành chung cho toàn hệ thống và ra các quyết định báo cháy cũng như cung cấp vị trí tọa độ của nút *giám sát*, đồng thời nó còn là nơi lưu trữ cơ sở dữ liệu theo thời gian.

3.1.2. Cơ chế hoạt động chung của hệ thống

Hoạt động của mạng gồm 2 pha. Pha thiết lập: các nhóm được tổ chức và các nút trưởng nhóm được lựa chọn. Pha hoạt động: đo dữ liệu môi trường, hòa nhập thông tin, truyền thông tin về trạm gốc.

3.1.3. Cơ chế phân nhóm và chọn trưởng nhóm

Cơ chế phân nhóm được thực hiện một cách phân tán tại các nhóm. Ở những phương thức tiếp cận phân tán này, một nút quyết định gia nhập một nhóm nào đấy hoặc trở thành nút trưởng nhóm dựa trên thông tin nhận được chủ yếu từ các nút lân cận k chặng với nó [4]. Ở đây, để đơn giản, bài báo chỉ xét cho $k = 1$, tức là các nút thành viên của nhóm sẽ liên kết single hop (một bước) với nút trưởng nhóm.

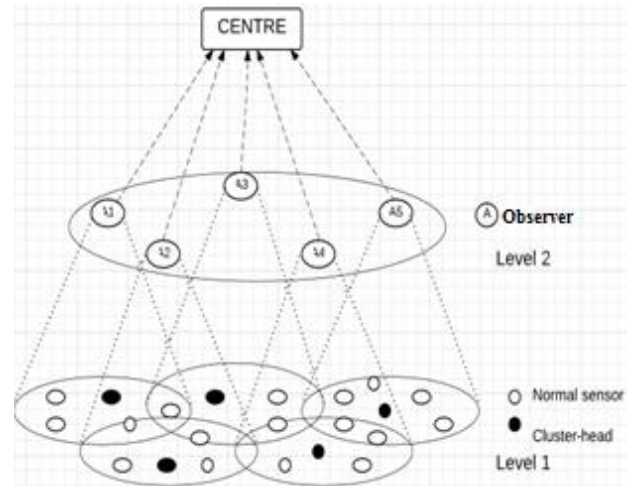
Sau pha ổn định, nút *giám sát* đã có được danh sách các cảm biến mà nó quản lý. Nút *giám sát* sẽ tiến hành chọn trưởng nhóm và gửi thông điệp thông báo đến trưởng nhóm. Nút này sẽ gửi tin quảng bá cho các nút trong nhóm thông báo nó là trưởng nhóm.

Cơ chế chọn trưởng nhóm tại nút *giám sát*:

- + nút có bậc cao nhất (có nhiều nút lân cận nhất);
- + nút có chỉ số năng lượng còn lại lớn nhất;
- + nút có khoảng cách đến nút *giám sát* là ngắn nhất;
- + nút có số thứ tự lớn hơn (chỉ số này là duy nhất, khi thêm mới một cảm biến vào mạng).

Với cơ chế hoạt động mở, việc xuất hiện nút mới hoặc mất đi một nút trong hệ thống là điều không tránh khỏi. Trong trường hợp có cảm biến mới được thêm vào, nó sẽ gửi tin nhắn đến *giám sát* (nằm trong vùng phủ sóng của

nó) để xin gia nhập nhóm. Nút mới liên lạc được với bao nhiêu nút *giám sát* thì nó sẽ thuộc bấy nhiêu nhóm. Sau khi đã biết trưởng nhóm, nó sẽ bắt đầu gửi dữ liệu về cho nút đó.



Hình 2. Kiến trúc hệ thống

3.2. Mô hình hòa nhập thông tin

3.2.1. Tầng 1

Trưởng nhóm có nhiệm vụ thu thập và tổ chức lại thông tin, loại bỏ các tin nhắn sai. Đây là bước hòa nhập đầu tiên của hệ thống.

- Nếu trưởng nhóm nhận được dữ liệu từ 2 hay nhiều hơn các cảm biến cùng loại (ví dụ cảm biến nhiệt độ) thì nó sẽ tính trung bình cộng các giá trị này trước khi gửi đến nút *giám sát*.

- Cứ mỗi chu kỳ đo, trưởng nhóm sẽ dựa vào luật cảnh báo do người dùng cung cấp và gửi các thông tin: nhiệt độ, độ ẩm không khí, độ ẩm vật liệu cháy, tình trạng mưa cho nút *giám sát* ở tầng 2.

- Khi một nhóm ở tầng 1 thiếu thông tin cảm nhận của một trong 4 loại thì trưởng nhóm của nó sẽ hỏi thông tin ở các nhóm lân cận. Nếu không có nhóm lân cận nào gửi thông tin thì trưởng nhóm sẽ báo với nút *giám sát* về tình trạng thiếu thông tin.

- Khi trưởng nhóm không thể liên lạc với nút *giám sát* thì trưởng nhóm gửi thông điệp khẩn cấp sang nhóm lân cận và nhờ nút *giám sát* lân cận gửi thông điệp này đến trung tâm ở tầng 3. Trong trường hợp này, có thể sẽ giải tán nhóm hoặc chờ đợi một nút *giám sát* mới.

3.2.2. Tầng 2

Bao gồm các nút *giám sát*, chúng có khả năng đo nồng độ CO₂ trong môi trường và chụp ảnh, chúng được trang bị GPS để xác định vị trí và gắn với một sim card điện thoại di động để có thể truyền thông tin về trung tâm bằng sóng 3G. Nút *giám sát* có bộ vi xử lý và bộ nhớ lớn hơn các cảm biến ở tầng 1 để đảm bảo việc xử lý và lưu trữ dữ liệu và đưa ra quyết định ở báo cháy ở mức đầu tiên.

Tại nút *giám sát*, người dùng có thể cài đặt các luật ra quyết định về việc có báo cháy hay không. Các luật này còn phụ thuộc vào phương pháp dự báo cháy rừng dựa theo chỉ tiêu tổng hợp P của V.G.Nesterop [1] hay dựa

theo độ ẩm của vật liệu cháy và mức độ bén lửa. Điều đó còn phụ thuộc vào đặc điểm của rừng giám sát (rừng thông, rừng tràm...).

3.2.3. Tầng 3

Là trung tâm điều hành chung, chứa phần mềm ứng dụng để cho phép người dùng thiết lập các luật quyết định có cảnh báo cháy hay không ở tầng 1, tầng 2. Quản lý lịch đo của các cảm biến tầng 1. Việc lập lịch tùy thuộc theo thời điểm trong ngày và vào thời kỳ (mùa mưa, mùa khô...) có nguy cơ cháy rừng ở mức độ cao hay thấp [2]. Trung tâm còn chứa phần mềm xử lý và nhận dạng ảnh, khi có cảnh báo từ các cảm biến cũng như chứa luật phát hiện cháy rừng từ các hình ảnh.

3.3. Mô hình đa tác tử

Bài báo sử dụng mô hình phân rã nguyên âm AEIO [9]. Mỗi hệ thống đa tác tử bao gồm tập các tác tử, tập các đối tượng môi trường, các tương tác giữa chúng và cấu trúc tổ chức của hệ thống.

3.3.1. Tác tử

Mỗi tác tử tương ứng với mỗi cảm biến ở tầng 1 và tầng 2 và các dịch vụ ở tầng 3. Do đó, các tác tử cũng thuộc một trong 2 loại: *tác tử cảm biến* (đo nhiệt độ, độ ẩm không khí, độ ẩm vật liệu cháy, mưa, nồng độ CO₂), *tác tử dịch vụ*. Mỗi *tác tử cảm biến* ở tầng 1 & 2 có các thuộc tính sau:

- + id: mỗi cảm biến sẽ có một ID phân biệt;
- + type: loại cảm biến;
- + power: mức năng lượng;
- + radius: bán kính hoạt động của cảm biến;
- + vị trí: là cặp (x,y), đối với cảm biến giám sát;
- + Danh sách trường nhóm của nó;
- + Danh sách các cảm biến lân cận;
- + Role: có 3 loại vai trò trong cơ cấu tổ chức (Head - trường nhóm; Link - nút nằm ở vùng biên, thuộc 2 hay nhiều nhóm; Normal - nút cảm biến bình thường);
- + 2 biến lưu giá trị môi trường đo đạc hoặc chụp ảnh được ở hiện tại và lần trước đó;

- + Danh sách lưu dữ liệu gần nhất của tầng 1 (đối với nút giám sát ở tầng 2);

- + Số simcard (đối với tác tử loại giám sát).

Các *tác tử dịch vụ* ở tầng 3 có các thuộc tính sau:

- + ID: mỗi cảm biến sẽ có một ID phân biệt;
- + type: loại dịch vụ (dịch vụ xử lý ảnh; dịch vụ hòa nhập thông tin; dịch vụ quản lý lịch đo; dịch vụ quản lý các nút giám sát).

3.3.2. Môi trường

Môi trường là tập hợp các đối tượng nằm trong vùng phủ sóng của các cảm biến và có tác động đến các tác tử như: đối tượng bức ảnh rừng, đối tượng nồng độ khí CO₂, đối tượng độ ẩm không khí, độ ẩm vật liệu cháy, đặc tính của khu rừng.

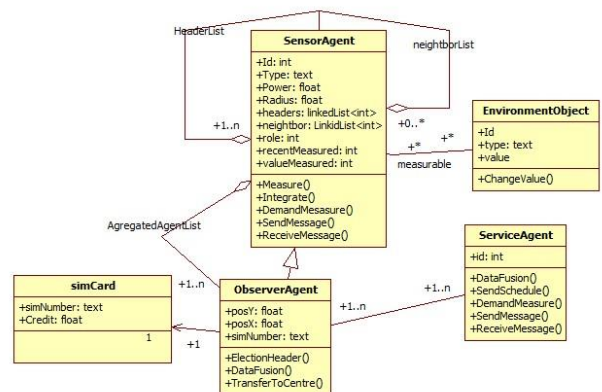
3.3.3. Tương tác

Các tác tử sẽ liên lạc bằng cách gửi/ nhận tin nhắn. Có 2 loại tin nhắn: tin nhắn dành cho pha thiết lập và duy trì

mạng; tin nhắn dành cho pha hoạt động.

3.3.4. Tổ chức

Là tập hợp các mối quan hệ giữa các tác tử và các đối tượng môi trường, thể hiện ở sơ đồ lớp Hình 3.



Hình 3. Sơ đồ lớp

Trong mô hình này, lớp *Sensor Agent* có mối quan hệ nhiều-nhiều với lớp *Environment Object* (mỗi tác tử có thể nhìn thấy nhiều đối tượng môi trường và mỗi đối tượng môi trường tác động lên nhiều tác tử), lớp *Observer Agent* (nút giám sát) mỗi quan hệ chứa danh sách các *Sensor Agent* mà nút này quản lý. Mỗi tác tử *Observer Agent* tương ứng với một *simCard* làm nhiệm vụ định vị vị trí và truyền thông dữ liệu. Mỗi tác tử *Service Agent* quản lý lịch trình đo đạc của nhiều các *Observer Agent* cũng như các dịch vụ khác.

4. Thảo luận

Trong mô hình hòa nhập thông tin đề xuất, chúng tôi đã xây dựng mô hình kiến trúc đa tầng nhằm tối ưu hóa việc gửi nhận tin nhắn về trung tâm, làm tăng tính chính xác của hệ thống cảnh báo cũng như tuổi thọ của các cảm biến. Chúng tôi cũng đã đề xuất mô hình đa tác tử cài đặt lên hệ thống, làm tăng tính mềm dẻo của hệ thống cũng như cài đặt các phần mềm khác. Cụ thể:

4.1. Về cấu trúc đa tầng

Mô hình sẽ sử dụng cấu trúc phân nhóm và đa tầng, bởi có nhiều ưu thế hơn cấu trúc phẳng:

- WSN phân nhóm có khả năng làm giảm khối lượng thông tin trao đổi giữa các nút bằng việc khoanh vùng truyền dẫn số liệu trong phạm vi các nhóm. Việc phân định vai trò của nhóm trưởng cũng làm giảm đáng kể việc gửi tin nhắn đến các nút khác trong nhóm.
- Chỉ có các nút *giám sát* ở tầng 2 mới chịu trách nhiệm đo nồng độ CO₂ và chụp ảnh trong phạm vi hạt động. Điều này làm giảm chi phí của hệ thống vì các cảm biến loại này thường có giá thành cao, nhưng phạm vi hoạt động rộng lớn hơn các loại cảm biến ở tầng 1. Ngoài ra, vì đặc tính khí CO₂ lan tỏa khá nhanh trong không khí, nếu có trường hợp cháy và sản sinh bất thường khí CO₂ nên việc đặt các cảm biến loại này với mật độ thưa hơn các cảm biến tầng 1 là hợp lý. Mặt khác, các nút này còn có chức năng chụp ảnh, nên cần nguồn năng lượng lớn hơn. Các loại cảm biến này có thể đặt tại các trạm quan sát của kiểm lâm để dễ dàng bảo quản cũng như cung cấp/thay thế nguồn điện.

- Ở tầng 1, mô hình đề xuất 2 loại cảm biến đo độ ẩm không khí và đo độ ẩm vật liệu cháy riêng biệt, chứ không gộp chung như các mô hình [7,8,10] vì lý do việc đo độ ẩm vật liệu cháy còn tùy thuộc vào tính chất của lớp vật liệu (thông, trầm, rừng trồng, rừng già...), nên các chỉ số về nguy cơ cháy sẽ khác nhau và chỉ số này đóng vai trò quan trọng trong việc tính toán các chỉ số báo cháy trong một số mô hình như mô hình của Bể Minh Châu [1].
- Mỗi nút *giám sát* được gắn với một điện thoại di động có thể 3G để có thể truyền tin về trung tâm. Như vậy các cảm biến tầng 1 hầu như không quan tâm đến việc khoảng cách của nó đến trung tâm là bao nhiêu.
- Cảm biến hình ảnh Camera để gửi hình ảnh về trung tâm trong trường hợp cần thiết, chứ không phải theo định kì. Điều này làm giảm dung lượng truyền tin và tăng độ chính xác của việc cảnh báo hơn so với [8].
- Tầng 3 gồm các dịch vụ cài đặt ở trung tâm. Tại đây, cài đặt tất cả mọi tính toán phức tạp.
- Mô hình 3 tầng này có nét tương đồng so với mô hình [8], tuy nhiên, mô hình này chỉ cho phép truyền dữ liệu về trung tâm ở tầng 2, chứ không thực hiện trực tiếp từ tầng 1. Đồng thời, tầng 2 không tiến hành nhận dạng hình ảnh để giảm tiêu hao năng lượng cho tầng này. Chúng tôi sử dụng mạng điện thoại di động để truyền tin về trung tâm làm giảm chi phí khi phải trang bị hệ thống riêng.

4.2. Về mô hình hòa nhập thông tin

Việc hòa nhập thông tin diễn ra trên cả 3 tầng với mức độ đòi hỏi càng lúc càng phức tạp. Tại tầng 1 đã có sự tham gia của việc hòa nhập thông tin. Nhóm trưởng đã lọc bớt được những thông tin thiếu, sai lệch. Tầng 2 là quá trình hòa nhập thông tin cấp cao hơn. Tuy nhiên, chưa có mức xử lý ảnh. Tầng 3 là mức hòa nhập cao nhất xảy ra ở trung tâm với sự hỗ trợ của dịch vụ nhận dạng ảnh thực tế, trong trường hợp cần thiết thì có sự giám sát của con người.

4.3. Về mô hình đa tác tử

Mô hình đa tác tử đa tầng tương ứng với mô hình hòa nhập thông tin đề xuất. Mô hình đa tác tử cho phép kết nối dễ dàng với các cảm biến cũng như cài đặt các module phần mềm khác như thuật toán hòa nhập thông tin. Dễ dàng thêm mới hoặc loại bỏ một cảm biến ra khỏi mạng và quyết định phân nhóm phân tán. Các nhóm có cơ chế hoạt động riêng, độc lập và phân tán. Đặc biệt, ở tầng thứ 3, cho phép cài đặt các tác tử thực hiện các nhiệm vụ như lập lịch đo đạc, hòa nhập thông tin bằng các thuật toán trí tuệ nhân tạo, xử lý ảnh...

5. Kết luận

Bài báo đã tìm hiểu các nhân tố liên quan đến cháy rừng, các nhân tố phát hiện cháy rừng cũng như tìm hiểu các mô hình đa tầng trong dự báo và phát hiện sớm cháy rừng. Bài báo đã đề xuất mô hình hòa nhập thông tin dự báo và phát hiện sớm cháy rừng, sử dụng mạng cảm biến dựa trên đa tác tử. Mô hình gồm 3 tầng, tầng 1 gồm các cảm biến đo các thông số độ ẩm không khí, độ ẩm vật liệu cháy, nhiệt độ, mưa. Tầng 2 bao gồm các cảm biến *giám sát* có nhiệm vụ đo nồng độ khí CO₂, chụp ảnh khu rừng, hòa nhập thông tin, gửi thông tin về cho trung tâm. Tầng 3 gồm trạm trung tâm và các dịch vụ khác. Tại đây diễn ra pha hòa nhập thông tin cuối cùng và ra quyết định cảnh báo hay không.

Hướng phát triển sắp tới sẽ xây dựng cơ sở dữ liệu về các phương pháp phát hiện cháy rừng để người dùng tự chọn. Xây dựng các tập luật phát hiện tự động cháy rừng dựa vào các phương pháp phát hiện cháy rừng. Lập trình mô phỏng trên máy tính để đánh giá độ chính xác của mô hình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bể Minh Châu, Phùng Văn Khoa, “*Lửa rừng (Giáo trình Đại học Lâm nghiệp)*”, NXB Nông nghiệp, Hà Nội, 2002.
- [2] Bộ Nông Nghiệp Và Phát Triển Nông Thôn, “*Tài liệu tập huấn công tác phòng cháy chữa cháy rừng*”, Hà Nội, 2007.
- [3] Bộ Tài Nguyên và Môi trường (2005), “*Báo cáo Hiện trạng Môi trường Quốc gia*”, Hà Nội.
- [4] Lê Nhật Thăng, Nguyễn Quý Sỹ, “*Các kỹ thuật phân nhóm trong các mạng cảm biến vô tuyến*”.
- [5] Lê Tấn Hùng, Từ Minh Phương, Huỳnh Quyết Thắng, “*Tác tử công nghệ phần mềm hướng tác tử*”, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2006.
- [6] Khoa Điện-Điện Tử, Đại Học Bách Khoa Thành Phố Hồ Chí Minh. “*Wireless Sensor Network (Kỹ thuật, giao thức và ứng dụng)*”.
- [7] Bagheri, M.. Efficient K-Coverage Algorithms for Wireless Sensor Networks and Their Applications to Early Detection of Forest Fires. Computing Science, Simon fraser university, 2007, msc: 75.
- [8] Ljiljana Šerić, Darko Stipaničev, Maja Štula, Observer network and forest fire detection, *Information Fusion*, Volume 12, Issue 3, July 2011, Pages 160-175, ISSN 1566-2535,
- [9] Thi-Thanh-Hà Hoang, Michel Ocelllo, Jean-Paul Jamont, “A generic recursive multi-agent model to simplify large scale multi-level systems observation”, *Proceedings of IEEE/WIC/ACM International Conference on Intelligent Agent Technology - IAT11*, France, No: 10, 2011, pp. 155-158.
- [10] Ren C. Luo, Fellow, IEEE, Chih-Chen Yih, and Kuo Lan Su, “Multisensor Fusion and Integration: Approaches, Applications, and Future Research Directions”, 2002.
- [11] Nguyễn Vũ Nhật Quang, *Luận văn thạc sĩ*, “*Xây dựng hệ thống phát hiện cháy rừng sử dụng mô hình đa tác tử*”, Đại học Đà Nẵng, 2014.

(BBT nhận bài: 08/06/2015, phản biện xong: 24/06/2015)