

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG

**NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN MÔ HÌNH TIN CẬY NGƯỜI DÙNG
DỰA VÀO TƯƠNG TÁC VÀ NGỮ NGHĨA CỦA THÔNG ĐIỆN TRÊN
MẠNG XÃ HỘI**

Chuyên ngành: Hệ thống thông tin

Mã số: 9.48.01.04

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ HỆ THỐNG THÔNG TIN

Hà Nội - 2024

Công trình được hoàn thành tại: Học viện công nghệ Bưu chính viễn thông.

Người hướng dẫn khoa học:

Phản biện 1:.....
.....

Phản biện 2:.....
.....

Phản biện 3.....
.....

Luận án được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận cấp Học viện
họp tại:.....
.....

Vào hồi giờ ngày tháng năm

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện:.....

MỞ ĐẦU

1.1. Tính cấp thiết của luận án

Mạng xã hội trực tuyến OSN (Online Social Network) ngày càng phổ biến và có ảnh hưởng sâu rộng tới nhiều đối tượng trong các hoạt động hàng ngày của con người. Thế giới ảo, thế giới trên mạng xã hội đã và đang tồn tại song song với thế giới thực và có nhiều tác động qua lại, trực tiếp tới thế giới thực của chúng ta. Với việc con người dành nhiều thời gian cho thế giới trên mạng xã hội, các quyết định, công việc hàng ngày chịu tác động, ảnh hưởng không nhỏ từ các hoạt động, các bạn bè thông qua các kết nối, và thông tin thu thập được từ mạng xã hội. Việc đánh giá các đối tượng, các cộng đồng, hoặc các nội dung/thông tin trên mạng xã hội có tin cậy hay không do đó trở thành nhu cầu thiết yếu với người dùng trên mạng. Từ đó, rất nhiều các nghiên cứu đã tập trung phát triển các mô hình tin cậy trên không gian mạng, đặc biệt là mạng xã hội để giúp người dùng có khả năng đưa ra quyết định/lựa chọn phù hợp, hạn chế rủi ro.

1.2. Mục tiêu và phạm vi nghiên cứu

Mục tiêu chung của luận án là nghiên cứu và đề xuất một họ các mô hình tin cậy **TreeXTrust** của người dùng trên mạng xã hội. Mô hình TreeXTrust được xây dựng từ một hàm tin cậy mà luận án định nghĩa với các tham số như tương tác người dùng, quan tâm và tương tự người dùng. Do vậy, luận án sẽ chia ra thành các mục tiêu nhỏ, gồm: (1) là phân tích các thuộc tính của mạng xã hội, các hoạt động quan trọng của người dùng trên mạng xã hội, cấu trúc của mạng xã hội,... để tìm ra các yếu tố ảnh hưởng đến độ tin cậy; (2) là định nghĩa, khái niệm hóa (conceptualization) tin cậy và tính toán (measurement) độ tin cậy dựa trên các tiền đề (antecedents) – tức là các yếu tố ảnh hưởng tới tin cậy; và (3) là đề xuất các mô hình ước lượng độ tin cậy người dùng và sau đó tiến hành thực nghiệm, đánh giá và so sánh với các nghiên cứu liên quan.

Phạm vi nghiên cứu tiếp cận với hai bài toán cụ thể sau:

- Bài toán 1: Xác định mức độ tin cậy giữa hai người dùng dựa trên lịch sử tương tác và quan tâm người dùng về một chủ đề.
- Bài toán 2: Xác định mức độ tin cậy giữa hai người dùng dựa trên cộng đồng.

1.3. Các đóng góp của luận án

Đóng góp đầu tiên của luận án là đưa ra các phương pháp tính khác nhau cho độ tin cậy trực tiếp giữa hai người dùng dựa vào tương tác và sở thích quan tâm của họ về một chủ đề nào đó. Luận án gọi đó là Mô hình tin cậy dựa trên lịch sử tương tác và quan tâm người dùng.

Đóng góp thứ hai là đề xuất phương pháp ước lượng mức độ tương tự người dùng bằng việc kết hợp giữa tương tự dựa trên bài viết và tương tự dựa trên sở thích, quan tâm của người dùng đó sử dụng các kỹ thuật xử lý ngôn ngữ tự nhiên và biểu diễn vectơ các chủ đề, bài viết.

Đóng góp cuối cùng của luận án là đề xuất một họ các mô hình tin cậy dựa trên cộng đồng bao gồm tin cậy cộng đồng dựa trên đại số đường và tin cậy cộng đồng dựa trên tương tự. Từ đó, luận án xây dựng độ tin cậy tổng thể bằng cách tổng hợp độ tin cậy dựa trên lịch sử tương tác và tin cậy dựa trên cộng đồng.

1.4. Bố cục của luận án

Bố cục của luận án bao gồm phần Mở đầu, ba chương nội dung và phần Kết luận được mô tả ngắn gọn như sau:

- **Mở đầu:** Trình bày tính cấp thiết của luận án, mục tiêu và phạm vi nghiên cứu của luận án, phương pháp nghiên cứu và những đóng góp chính của luận án.
- **Chương 1 “Tổng quan về mô hình tin cậy trên mạng xã hội”:** Giới thiệu tổng quan về những vấn đề liên quan đến luận án, bao gồm: khái niệm và các thuộc tính của mạng xã hội, cộng đồng người dùng trên các trang mạng xã hội, vấn đề quan tâm của người dùng. Tiếp theo, luận án phân tích và

đưa ra các luận giải về “tin cậy”, khái niệm hóa tin cậy. Cũng trong chương này, luận án tìm hiểu, phân tích và đánh giá một số mô hình tin cậy đã được công bố trước đây.

- **Chương 2 “Mô hình tin cậy dựa trên lịch sử tương tác và quan tâm người dùng”**: Luận án chỉ ra các dạng tương tác khác nhau của người dùng trên mạng xã hội. Tiếp theo là mối liên hệ giữa yếu tố quan tâm người dùng và độ đo tin cậy, từ đó đề xuất mô hình tin cậy dựa trên tương tác và quan tâm người dùng.
- **Chương 3 “Mô hình tin cậy dựa trên cộng đồng và tin cậy tích hợp”**: Chương 3 tiếp tục đưa ra các đề xuất ước lượng độ tin cậy dựa trên cộng đồng. Đánh giá ảnh hưởng của yếu tố tương tự người dùng đối với độ đo tin cậy. Chương này đề xuất 4 phương pháp xác định tin cậy dựa trên cộng đồng, bao gồm: repmaX, repaP (dựa trên đại số đường) và repeeS, repeS (dựa trên tương tự).
- **Kết luận và hướng phát triển**: Phần này tổng kết lại những đóng góp chính của luận án và nêu ra những hạn chế, những vấn đề còn chưa thực hiện được và có những đề xuất cũng như định hướng nghiên cứu phát triển tiếp theo.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ MÔ HÌNH TIN CẬY TRÊN MẠNG XÃ HỘI

1.1. Tổng quan mạng xã hội

1.1.1 *Khái niệm và các thuộc tính của mạng xã hội*

Mạng xã hội là một loại của phương tiện truyền thông xã hội, giúp mọi người kết nối với nhau và có thể chia sẻ suy nghĩ của mình, thành lập các nhóm dựa trên sở thích, quản lý nội dung, tải ảnh, video lên và tham gia thảo luận nhóm. Ngày nay với khả năng truy cập công khai của các mạng xã hội dựa trên Web bằng điện thoại di động làm cho các nền tảng như vậy trở nên phổ biến [17].

Các thuộc tính của mạng xã hội [32] thông thường đó là: dữ liệu lớn (Big), gồm rất nhiều liên kết (Linked), nhiều nhiễu (Noisy), không có cấu trúc (Unstructured) và chưa hoàn chỉnh (Incomplete).

1.1.2 *Mô hình hóa mạng xã hội*

Luận án sử dụng cách mô hình hóa mạng xã hội bằng **đồ thị**. Theo đó, một mạng xã hội được định nghĩa là một đồ thị $\mathcal{S} = (\mathcal{U}, \mathcal{J}, \mathcal{E}, \mathcal{T})$ trong đó:

- $\mathcal{U} = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$: tập các người dùng trên mạng xã hội. Mỗi người dùng là một nút (đỉnh).
- \mathcal{J} là một tập tất cả các tương tác/kết nối I_{ij} từ u_i đến u_j , xuất hiện khi u_i gửi một bài đăng (post), bài bình luận (comment), lượt thích (like),... tới u_j . $\|I_{ij}\|$ là số phần tử của I_{ij} . \mathcal{J} chính là tập tất cả các cạnh của đồ thị.
- $\mathcal{E} = \{E_1, \dots, E_n\}$ là một tập các bài viết được gửi bởi người dùng trong \mathcal{U} . $E_i = \{e_{i1}, \dots, e_{in_i}\}$ là các bài viết của người dùng u_i . Một bài viết là một đoạn văn bản ngắn do người dùng đưa ra như các bài báo, sách, phim, video, ...
- $\mathcal{T} = \{t_1, \dots, t_p\}$ là một tập các chủ đề trong đó mỗi chủ đề được định nghĩa là một tập các từ/ thuật ngữ.

1.1.3 *Cộng đồng người dùng trên mạng xã hội*

Cộng đồng người dùng trên các mạng xã hội là một tập hợp người dùng cùng chia sẻ các sở thích, quan tâm chung về một sự kiện, đối tượng hay chủ

đề nào đó. Họ có mối liên kết chặt chẽ với nhau theo cùng một mối quan tâm chung hơn so với những người dùng khác.

Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng những người dùng mạng xã hội có khuynh hướng chỉ liên hệ, tương tác với những người giống mình, một hiện tượng được các nhà khoa học xã hội gọi là tính tương đồng (*homophily*). Các nhà xã hội học [38] phân tích hàng trăm nghiên cứu về homophily trên mạng xã hội. Homophily là xu hướng của các cá nhân liên kết và gắn kết với những người tương tự.

1.1.4 Cấu trúc phân cấp mạng xã hội

Ta biểu diễn mô hình phân cấp người dùng trên mạng xã hội [41] [42] như sau:

Với mỗi người dùng u_i , kí hiệu L_i^1 là tập tất cả các người dùng có tương tác trực tiếp với u_i . L_i^2 là tập tất cả người dùng có tương tác với một số người dùng ở mức L_i^1 nhưng không có tương tác trực tiếp với u_i . Một cách đệ quy, chúng ta có một dãy mức k , L_i^k của người dùng u_i .

Như vậy, đối với mỗi người dùng u_i , tồn tại một số h_i sao cho $L_i^0, \dots, L_i^{h_i}$ là các tập con của \mathcal{U} , được gọi là k người hàng xóm của u_i và thỏa mãn các điều kiện sau:

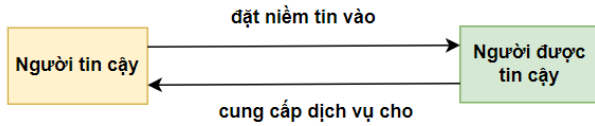
1. Với mọi $v \in L_i^k$ ($k = 2, \dots, h_i$), v không tương tác với bất kì người dùng nào trong $\cup_{l=0}^{k-1} L_i^l$.
2. $L_i^k \cap (\cup_{l=0}^{k-1} L_i^l) = \emptyset, \forall k \geq 1$.

Phát biểu này cho phép tập trung vào các người dùng trên mỗi lớp trong khi tính toán độ tin cậy giữa họ [43].

1.2. Tin cậy

1.2.1 Định nghĩa và khái niệm hóa độ tin cậy

Tin cậy là mối quan hệ giữa Người tin cậy (trustor) và Người được tin cậy (trustee):



Hình 1.1. Mối quan hệ giữa người tin cậy và người được tin cậy

Độ tin cậy trong khoa học máy tính: “tin cậy là sự sẵn sàng của một bên trước hành động của một bên khác dựa trên kỳ vọng rằng bên kia sẽ thực hiện một hành động cụ thể quan trọng đối với mình”, Mayer và cộng sự [60].

1.2.2 Các tiền đề tính toán độ tin cậy

Các tiền đề của sự tin cậy được chia thành 3 loại dựa trên 3 thành phần cấu thành nên một mối quan hệ tin cậy: (1) các tiền đề liên quan đến các đặc điểm cụ thể của người tin cậy, cách gọi khác là các tiền đề về nhân khẩu học; (2) tiền đề liên quan đến sự tương tác và/hoặc mối quan hệ giữa người tin cậy và người được tin cậy, cách gọi khác là tiền đề tương tác giữa người tin cậy và người được tin cậy và (3) tiền đề liên quan đến các đặc điểm cụ thể của người được tin cậy.

1.2.3 Các thuộc tính của độ tin cậy

Trong một môi trường xã hội dựa trên web, nhiều thuộc tính của độ tin cậy được đề xuất [75] [76] [77]. Các thuộc tính này giúp ta có thể xác định độ tin cậy trong các mạng xã hội và cách chúng có thể được sử dụng trong tính toán. Các thuộc tính đó là (i) Tính cá nhân hóa; (ii) Lan truyền; và (iii) Bất đối xứng.

Ngoài ra, độ tin cậy còn có các thuộc tính khác như: Khả năng kết hợp, tính tự củng cố, phụ thuộc vào ngữ cảnh, tính động và tính nhạy với sự kiện.

1.3. Mô hình tin cậy

Golbeck [84] đã phân loại mô hình tin cậy bằng cách phân biệt các đối tượng, mục tiêu khác nhau. Ví dụ, tính toán độ tin cậy của các dịch vụ Web hoàn toàn khác với tính toán độ tin cậy giữa những người dùng trong mạng xã

hội. Các phương pháp đánh giá độ tin cậy và ứng dụng của nó phụ thuộc rất nhiều vào đối tượng được đánh giá độ tin cậy.

Một cách phân loại mô hình tin cậy thứ hai xuất phát từ việc kết nối của người dùng trên mạng xã hội, có thể chia thành: mô hình tin cậy dựa trên tương tác, mô hình tin cậy dựa trên cấu trúc mạng và mô hình tin cậy lai (kết hợp dựa trên tương tác và dựa trên cấu trúc mạng).

Có rất nhiều các ứng dụng của việc tính toán độ tin cậy như trong bài toán phân tích dữ liệu, truy hồi thông tin, các hệ gợi ý hay như trong khoa học web, ... **Độ tin cậy trong hệ gợi ý** (recommendation system – RS) được định nghĩa là mức độ tin cậy của một người đối với người khác trong việc ***cung cấp các gợi ý chính xác*** liên quan đến sở thích của người dùng đang hoạt động [95] [96].

Như vậy, luận án tiến hành đưa ra các đề xuất ước lượng giá trị tin cậy từ đó xây dựng các mô hình tin cậy người dùng và ứng dụng trong hệ gợi ý.

1.4. Các bộ dữ liệu sử dụng trong luận án

Luận án thu thập và thực hiện tiền xử lý trên ba bộ dữ liệu:

- DAR – DONG ANH RUNNERS: Đây là một nhóm facebook những người yêu thích chạy ở huyện Đông Anh, Hà Nội. Nhóm gồm 497 thành viên. Luận án xây dựng một tool để lấy dữ liệu từ facebook của nhóm này. Bộ dữ liệu gồm 2 files: post.xls – lưu thông tin của người đăng bài và nội dung bài đăng; comment.xls – lưu thông tin của các người dùng bình luận tương ứng với từng bài đăng.
- CG - Cheltenham's Facebook Groups: Đây là nhóm trao đổi của cư dân về những vấn đề xung quanh thị trấn Cheltenham, bang Pennsylvania, Mỹ. Bộ dữ liệu được lấy từ Kaggle, gồm 4 files: member.csv – lưu thông tin của các cư dân; post.csv – lưu thông tin của các bài đăng; comment.csv – lưu thông tin của các bình luận tương ứng với các bài đăng; và like.csv – lưu thông tin các lượt thích và phản hồi.
- Epinions (trust networks): Đây là một bộ dữ liệu thực, được sử dụng rất nhiều trong các bài toán đánh giá của hệ gợi ý. Bộ dữ liệu này chứa các

đánh giá (từ mức 1 đến mức 5) của người dùng về các bài đăng và mối quan hệ tin cậy giữa các người dùng đó dựa trên các đánh giá của họ.

Như vậy, luận án có 3 bộ dữ liệu dùng để đánh giá: bộ dữ liệu với các thông điệp (bài đăng, bình luận) dưới dạng văn bản Tiếng Việt, một bộ văn bản Tiếng Anh và một bộ dưới dạng số (các đánh giá từ 1 đến 5).

CHƯƠNG 2. MÔ HÌNH TIN CẬY DỰA TRÊN LỊCH SỬ TƯƠNG TÁC VÀ QUAN TÂM NGƯỜI DÙNG

2.1. Quan tâm người dùng theo chủ đề

2.1.1 Biểu diễn vector bài viết và chủ đề

Biểu diễn vector bài viết:

Giả sử rằng $V_E = \{e_1, \dots, e_r\}$ là một tập của r thuật ngữ khác nhau trong tất cả các bài viết $e_{ij} \in E_i$ trong \mathcal{E} . Một vectơ bài viết e_{ij} được định nghĩa như sau:

$$e_{ij} = (e_{ij}^1, \dots, e_{ij}^{\|V_E\|}), i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, n_j \quad (2.5)$$

Trong đó:

$$e_{ij}^k = tf(e_l, e_{ij}) \times idf(e_l, E_i), e_l \in V_E, l = 1, \dots, r; k = 1, \dots, \|V_E\|$$

Biểu diễn vector chủ đề:

Định nghĩa 2.1: Cho một tập các chủ đề $\mathcal{T} = \{t_1, \dots, t_p\}$ trên mạng xã hội, khi đó, mỗi chủ đề t_i được biểu diễn bởi một tập các thuật ngữ hoặc các từ: $t_i = \{t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{ip_i}\}$. Gọi $\mathcal{V}_T = \{v_1, \dots, v_q\}$ là tập gồm q từ hoặc thuật ngữ khác nhau từng đôi một trong tất cả các $t_i \in \mathcal{T}$. Khi đó, mỗi t_i có một vector số được ký hiệu như sau:

$$t_i = (w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{iq}) \quad (2.6)$$

Trong đó mỗi $w_{ik} = tf(v_k, t_i) \times idf(v_k, \mathcal{T}), v_k \in \mathcal{V}_T$

Biểu diễn vector bài viết theo chủ đề

Định nghĩa 2.2: Giả sử $e_{il} \in E_i$ là một bài viết của người dùng u_i trên mạng xã hội, được mô tả bởi một tập hợp các từ, thuật ngữ, khi đó, vectơ trọng số của bài viết e_{ij} đối với chủ đề được định nghĩa như sau:

$$e_{il}^t = (e_{il}^1, e_{il}^2, \dots, e_{il}^p) \quad (2.7)$$

Trong đó, $e_{il}^k = tf(v_k, e_{il}) \times idf(v_k, E_i), v_k \in \mathcal{V}_T$

2.1.2 Xác định mức độ quan tâm người dùng

Để xác định mức độ quan tâm của người dùng về một chủ đề, trước hết xác định mức độ tương quan giữa bài viết của người dùng đó với chủ đề.

Mức độ tương quan bài viết và chủ đề:

$cor(e_{ij}^t, t_k)$ – mức độ tương quan giữa bài viết e_{ij} được gửi bởi người dùng u_i về chủ đề t_k . Ta có định nghĩa về mức độ tương quan giữa hai vector được xác định là độ đo cosin giữa hai vector đó.

Mức độ quan tâm người dùng: $intX(u_i, t)$

Luận án đề xuất 3 cách xác định như sau:

$$intMax(u_i, t) = \max \left(cor(e_{ij}^t, t) \right) \quad (2.10)$$

$$intCor(u_i, t) = \frac{\sum_j cor(e_{ij}^t, t)}{\|E_i\|} \quad (2.11)$$

$$intSum(u_i, t) = \frac{1}{2} \left(\frac{n_i^t}{\sum_{l \in \mathcal{T}} n_l^t} + \frac{n_i^t}{\sum_{u_k \in \mathcal{U}, l \in \mathcal{T}} n_k^t} \right) \quad (2.12)$$

2.2. Tin cậy dựa trên lịch sử tương tác và quan tâm người dùng

Luận án đưa ra định nghĩa ba loại tương tác khác nhau giữa các người dùng trên mạng xã hội, đó là: mức độ quen biết (familiarity), mức độ phản hồi (responds) và tần suất tương tác (dispatch).

Mức độ quen biết:

Định nghĩa 2.3: Đặt $I_{i \rightarrow} = \{ \text{tất cả người dùng } u_j \text{ có tương tác của } u_i \text{ đến } u_j \}$. Mức độ quen biết của hai người dùng u_i và u_j được định nghĩa như sau:

$$famil(i, j) = \frac{\|I_{i \rightarrow} \cap I_{j \rightarrow}\|}{\|I_{i \rightarrow} \cup I_{j \rightarrow}\|} \quad (2.13)$$

Mức độ phản hồi:

Định nghĩa 2.4: Giả sử $I_{i \leftarrow j}^{resp}$ là một tập tất cả các phản hồi của người dùng u_j tới người dùng u_i . Trong đó, một phản hồi được tính là một trả lời từ u_j khi nhận được một thông điệp được gửi đi từ u_i . Khi đó, mức độ phản hồi của người dùng u_j tới người dùng u_i , kí hiệu $respond(i, j)$ được định nghĩa như sau:

$$respond(i, j) = \frac{\|I_{i \leftarrow j}^{resp}\|}{\|\cup_k I_{k \leftarrow j}^{resp}\|} \quad (2.14)$$

Tần suất tương tác:

Định nghĩa 2.5: Tần suất tương tác của người dùng u_i và người dùng u_j , kí hiệu là $dispatch(i, j)$ được định nghĩa bởi công thức sau:

$$dispatch(i, j) = \frac{\|I_{ij}\|}{\sum_{k=1}^n \|I_{ik}\|} \quad (2.15)$$

Trong đó, $\|I_{ik}\|$ là số tương tác của u_i với mỗi $u_k \in \mathcal{U}$.

Dựa trên ba dạng tương tác trên, luận án đưa ra cách ước lượng giá trị ***tin cậy dựa trên lịch sử tương tác*** như sau:

Định nghĩa 2.6: Độ tin cậy của người dùng u_i đối với người dùng u_j dựa trên lịch sử tương tác, kí hiệu là $trust^{exp}(i, j)$ được định nghĩa như sau:

$$trust^{exp}(i, j) = w_1 \times respond(i, j) + w_2 \times dispatch(i, j) + w_3 \times famil(i, j) \quad (2.16)$$

Trong đó, $w_1, w_2, w_3 \geq 0, w_1 + w_2 + w_3 = 1$.

Tiếp theo, luận án đề xuất cách ước lượng ***tin cậy dựa trên lịch sử tương tác và quan tâm người dùng*** bằng cách kết hợp có trọng số của hai thành phần đó:

Định nghĩa 2.8: Giả sử rằng, $trust^{exp}(i, j)$ là độ tin cậy dựa trên tương tác của người dùng u_i với người dùng u_j , $intX(j, t)$ là mức độ quan tâm của người dùng u_j đối với chủ đề t . Khi đó, ta định nghĩa mức độ tin cậy dựa trên chủ đề của người dùng u_i đối với người dùng u_j được định nghĩa theo công thức sau:

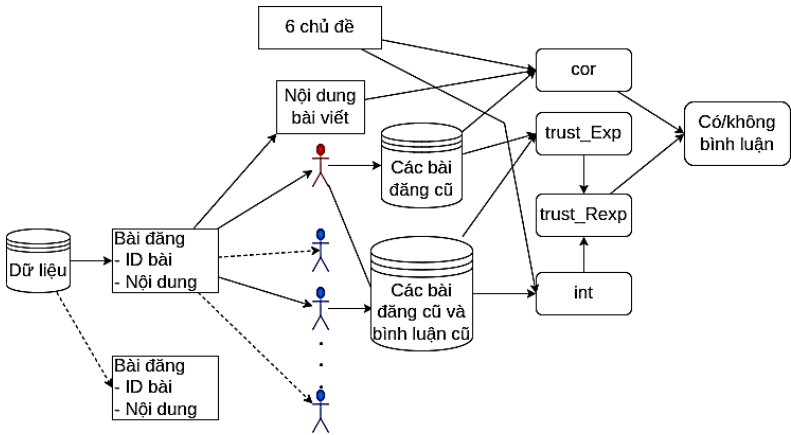
$$trust_{topic}^{exp}(i, j, t) = \lambda \times trust^{exp}(i, j) + \mu \times intX(j, t) \quad (2.17)$$

Với $\lambda, \mu \geq 0, \lambda + \mu = 1$.

2.3. Kết quả thực nghiệm

Để đánh giá được các phương pháp ước lượng độ tin cậy, luận án đánh giá thông qua việc xây dựng một hệ gợi ý những bài đăng mà một người dùng có thể quan tâm với đầu vào là các độ đo tin cậy đã được đề xuất.

Kết quả của chương này, luận án tiến hành thực nghiệm trên hai bộ dữ liệu DAR và CG. Luận án sử dụng học máy với phương pháp đánh giá K -folds (do kích thước của bộ dữ liệu nhỏ). Hình sau mô tả luồng dữ liệu của mô hình:



Hình 2.1 Luồng thông tin của mô hình

Kết quả thực nghiệm chỉ ra các độ đo Recall, Recall@k, Precision và F1 của các mô hình luận án đề xuất, đồng thời so sánh với mô hình của Shahram Saeide [13].

Bảng 2.1 So sánh các mô hình tin cậy dựa trên lịch sử tương tác và quan tâm người dùng

a- Bộ dữ liệu DAR; b- Bộ dữ liệu CG

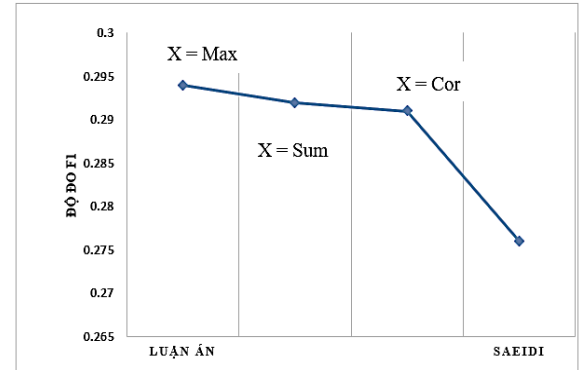
Model	Resp	Disp	Famil	X= Max	X= Sum	X= Cor	Recall	Precision	F1	Recall @1	Recall@ 5	Recall@ 10	Recall@ 20
	✓	✓	✓	✓			0.167	0.634	0.263	0.29	0.61	0.70	0.77
	✓	✓	✓		✓		0.185	0.602	0.283	0.30	0.62	0.73	0.81
	✓	✓	✓			✓	0.185	0.602	0.283	0.30	0.61	0.72	0.79

Model	Resp	Disp	Famil	X= Max	X= Sum	X= Cor	Recall	Precision	F1	Recall @1	Recall @5	Recall @10	Recall @20
	✓	✓	✓	✓			0.297	0.291	0.294	0.07	0.35	0.58	0.77
	✓	✓	✓		✓		0.289	0.296	0.292	0.08	0.33	0.56	0.79
	✓	✓	✓			✓	0.292	0.291	0.291	0.07	0.33	0.56	0.79

Chúng ta có thể nhận thấy từ bảng kết quả thực nghiệm trên, đầu ra của bài toán gợi ý là đưa ra một bài viết mà người dùng quan tâm nhất thì ta thấy độ chính xác chỉ là gần 30% (thể hiện ở giá trị recall@1). Nhưng nếu với đầu ra là gợi ý 5 bài viết mà người dùng có khả năng quan tâm cao nhất thì độ chính xác tăng lên hơn 60% (thể hiện ở giá trị recall@5), và độ chính xác lên tới 80% khi đầu ra là đưa ra gợi ý 20 bài viết mà người dùng có khả năng quan tâm cao nhất (recall@20). Với tập dữ liệu gồm 4049 bài viết, việc hệ thống gợi ý ra 20 bài viết mà một người dùng có khả năng quan tâm cao nhất với độ chính xác lên tới 80% thì đây là một kết quả khả quan và có thể áp dụng cho bài toán thực tế.

Kết quả so sánh với mô hình của Shahram Saeidi:

Model	Respond	Dispatch	Famil	X= Max	X= Sum	X= Cor	Recall	Precision	F1
1.	✓	✓	✓	✓			0.167	0.634	0.294
2.	✓	✓	✓		✓		0.185	0.602	0.292
3.	✓	✓	✓			✓	0.185	0.602	0.291
4.	Shahram Saeidi. 2020						0.293	0.262	0.276



Hình 2.2 So sánh mô hình tin cậy dựa trên lịch sử tương tác và mô hình của Shahram Saeidi

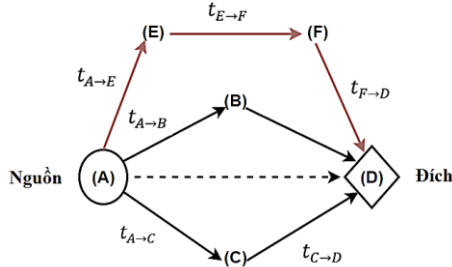
Quan sát ta thấy được độ lệch chuẩn F1 với mô hình tính toán tin cậy của Shahram Saeidi đều có kết quả thấp hơn ($F1 = 0.276$) so với các mô hình tin cậy dựa trên lịch sử tương tác mà luận án đề xuất.

CHƯƠNG 3. MÔ HÌNH TIN CẬY DỰA TRÊN CỘNG ĐỒNG VÀ TIN CẬY TÍCH HỢP

3.1. Xác định cộng đồng

Để xác định độ tin cậy giữa hai người dùng không có tương tác trực tiếp thì ta phải xác định thông qua những người dùng trung gian (những người dùng này có tương tác trực tiếp với những người dùng đang xét) -gọi là cộng đồng người dùng. Như vậy công việc đầu tiên, luận án nghiên cứu và đề xuất hai phương pháp xác định cộng đồng như sau:

- Thứ nhất, xác định cộng đồng người dùng dựa trên đại số đường (các đường dẫn tin cậy) dựa trên *thuộc tính lan truyền* của tin cậy. Để đánh giá độ tin cậy của A về D, ta có thể có nhiều đường dẫn tin cậy như: $A \rightarrow B \rightarrow D$; $A \rightarrow C \rightarrow D$ hay $A \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow D$. Vậy đâu sẽ đường dẫn đáng tin cậy nhất trong số các đường dẫn đó và cách ước lượng giá trị tin cậy của các đường dẫn đó như nào?



Hình 3.1. Xác định cộng đồng người dùng dựa trên đại số đường

Định nghĩa 3.1: Giả sử rằng $u_k (k = 0, 1, \dots, m + 1)$ lần lượt là các người dùng trung gian để nối từ người dùng u_i tới người dùng u_j , sao cho: $u_i = u_0$ và $u_j = u_{m+1}$.

Một hàm:

$$f_{path}^{trust} : [0,1]^m \rightarrow [0,1] \quad (3.1)$$

được gọi là một hàm đường tin cậy, hay ngắn gọn là đường tin cậy nếu và chỉ nếu thỏa mãn tính chất $f_{path}^{trust}(u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{im}) \leq u_{k,k+1}$ với mọi $k = 0, \dots, m$.

Để tính toán độ tin cậy tổng thể từ một tập hợp các đường dẫn $\Phi(i, j)$ kết nối u_i và u_j , chúng ta có thể sử dụng các hàm được hình thức hóa trong định nghĩa sau:

Định nghĩa 3.2: Một hàm $f: [0,1]^n \rightarrow [0,1]$ là một độ tin cậy tham khảo nếu và chỉ nếu nó là một trong các hàm sau:

- (i) $f(x_1, \dots, x_n) = \min(x_1, \dots, x_n)$
- (ii) $f(x_1, \dots, x_n) = f_{path}^{trust}(p_l)$ trong đó p_l là một đường đi “ngắn nhất” trong số các đường đi p_1, \dots, p_n .
- (iii) $f(x_1, \dots, x_n) = \frac{x_1 + \dots + x_n}{n}$
- (iv) $f(x_1, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n x_i$

- Thứ hai, xác định cộng đồng dựa trên tương tự xuất phát từ hiện tượng được rất nhiều tác giả nghiên cứu [74][97] – hiện tượng “homophily”: những người dùng tương tự nhau thường có xu hướng kết nối với nhau. Họ tạo nên một cộng đồng những người tương tự. Để xác định mức độ tương tự giữa hai người dùng, luận án đề xuất các cách xác định tương tự sau:

<p>Tương tự người dùng dựa trên quan tâm</p> <p>$sim_t(i, j)$ – tương tự dựa trên quan tâm trên một chủ đề nào đó.</p> <p>$sim^X(i, j)$ – tương tự dựa trên quan tâm trên tất cả các chủ đề.</p>	<p>$sim_t(i, j) = 1 - intX(i, t) - intX(j, t) -$ mức độ tương tự của hai người dùng u_i và u_j về chủ đề t.</p> <p>$sim^X(i, j) = \frac{\sum_{k \in \mathcal{T}} u_i^k - u_j^k }{\ \mathcal{V}_T\ }$ – mức độ tương tự của hai người dùng u_i và u_j theo độ đo Manhattan.</p> <p>$sim^X(i, j) = \frac{\langle u_i^t, u_j^t \rangle}{\ u_i^t\ \times \ u_j^t\ }$ - mức độ tương tự của hai người dùng u_i và u_j theo độ đo Cosine.</p>
<p>Tương tự người dùng dựa trên bài viết:</p> <p>$sim_{prof}(i, j)$</p>	<p>$sim_{prof}(i, j) = \max \left(sim_{k=1, \dots, n; j=1, \dots, m} (e_{ik}, e_{jl}) \right)$</p>
<p>Tương tự kết hợp:</p> <p>$sim(i, j)$</p>	<p>$sim(i, j) = \alpha \times sim_{prof}(i, j) + \beta \times sim_t(i, j)$</p> <p>$sim(i, j) = \alpha \times sim_{prof}(i, j) + \beta \times sim^X(i, j)$</p>

3.2. Tin cậy dựa trên cộng đồng

Khi một người dùng không chắc chắn đánh giá của mình về độ tin cậy với một số người dùng khác họ sẽ sử dụng, tham khảo ý kiến đánh giá từ cộng đồng. **Độ tin cậy dựa trên cộng đồng được coi là mức độ đáng tin cậy mà một số cộng đồng chỉ định cho một người dùng** [140]. Trong phần này, trên cơ sở xác định cộng đồng dựa vào đại số đường và dựa vào mức độ tương tự giữa hai người dùng, luận án tiếp tục đề xuất các cách xác định độ tin cậy giữa hai người dùng không có kết nối trực tiếp thông qua cộng đồng người dùng có quan hệ với họ. Luận án chia ra thành hai nhóm tin cậy tương ứng đó là tin cậy dựa trên đại số đường (với hai cách xác định được đặt tên là *repmaX* và *repaP*) và tin cậy cộng đồng dựa trên tương tự (luận án đặt tên là *repeeS* và *repeS*). Trong đó:

- **repmaX**: Tin cậy cộng đồng dựa trên các đường dẫn sử dụng các toán tử thông thường là *max* và \times .
- **repaP**: Tin cậy cộng đồng dựa trên các đường dẫn sử dụng mức độ tin cậy trung bình và toán tử \times .
- **repeS**: Tin cậy cộng đồng dựa trên mức độ tương tự của những người hàng xóm với người tin cậy *truster*.
- **repeeS**: Tin cậy cộng đồng dựa trên mức độ tương tự của những người hàng xóm với người được tin cậy *trustee*.

Định nghĩa 3.7: Giả sử ta có một người dùng nguồn u_i và người dùng đích u_j ; L_{ij}^1 là những người bạn chung mức 1 của u_i và u_j . Độ tin cậy dựa trên cộng đồng của người dùng u_i với người dùng u_j với **repmaX** được cho bởi công thức:

$$trust_{topic}^{repmaX}(i, j, t) = \max_{v \in L_{ij}^1} \left(trust_{topic}^{exp}(i, v, t) \times trust_{topic}^{exp}(v, j, t) \right) \quad (3.8)$$

Định nghĩa 3.8: Giả sử ta có một người dùng nguồn u_i và người dùng đích u_j ; L_{ij}^1 là những người bạn chung mức 1 của u_i và u_j . Độ tin cậy dựa trên cộng đồng của người dùng u_i với người dùng u_j với **repaP** được cho bởi công thức:

$$trust_{topic}^{repaP}(i, j, t) = \frac{\sum_{v \in L_{ij}^1} \left(trust_{topic}^{exp}(i, v, t) \times trust_{topic}^{exp}(v, j, t) \right)}{\sum_{v \in L_{ij}^1} trust_{topic}^{exp}(v, j, t)} \quad (3.9)$$

Trong đó: $trust_{topic}^{exp}(v, j, t)$ là độ tin cậy dựa trên lịch sử tương tác và quan tâm của người dùng v đối với người dùng j về chủ đề t (đã được định nghĩa ở chương 2).

Định nghĩa 3.9: Cho một người dùng u_i và L_{ij}^1 là những người hàng xóm mức 1 của u_i và u_j . Độ tin cậy cộng đồng về chủ đề của u_i và u_j với độ tương tự người cần đánh giá (*repeeS*) được định nghĩa bởi công thức sau:

$$trust_{topic}^{repeeS}(i, j, t) = \frac{\sum_{v \in L_{ij}^1} trust_{topic}^{exp}(i, v, t) \times sim(v, j)}{\sum_{v \in L_{ij}^1} sim(v, j)} \quad (3.10)$$

Định nghĩa 3.10: Cho một người dùng u_i và L_{ij}^1 là những người hàng xóm mức 1 của u_i và u_j . Độ tin cậy cộng đồng về chủ đề của u_i và u_j với độ tương tự người đánh giá (*repeS*) được định nghĩa bởi công thức sau:

$$trust_{topic}^{repeS}(i, j, t) = \frac{\sum_{v \in L_{ij}^1} trust_{topic}^{exp}(v, j, t) \times sim(i, v)}{\sum_{v \in L_{ij}^1} sim(i, v)} \quad (3.11)$$

Trong đó $sim(i, v)$ là độ tương tự giữa hai người dùng đã được định nghĩa.

3.3. Tin cậy tích hợp

Trong phần này, luận án đề xuất một mô hình tính toán độ tin cậy của hai người dùng về một chủ đề là một hàm được tích hợp từ độ tin cậy dựa lịch sử tương tác và độ tin cậy dựa trên cộng đồng với các trọng số tương ứng.

Định nghĩa 3.11: Giả sử $trust_{topic}^{exp}(i, j, t)$ và $trust_{topic}^{repY}(i, j, t)$ tương ứng là độ tin cậy lịch sử, độ tin cậy cộng đồng của người dùng u_i và người dùng u_j . Khi đó độ tin cậy tổng quát của người dùng u_i với người dùng u_j về chủ đề t được định nghĩa bởi công thức sau:

$$trust_{topic}(i, j, t) = \gamma \times trust_{topic}^{exp}(i, j, t) + \delta \times trust_{topic}^{repY}(i, j, t) \quad (3.12)$$

Trong đó $\gamma, \delta \geq 0$; $\gamma + \delta = 1$; *repY* có thể là *repmaX*, *repaP*, *repeeS* hay *repeS* đã được xây dựng trong các định nghĩa trước đó.

3.4. Kết quả thử nghiệm

Trong chương này, luận án đã đề xuất bốn phương pháp tính độ tin cậy giữa hai người dùng dựa trên cộng đồng ($repmaX$, $repaP$, $repeeS$ và $repeS$) và độ tin cậy tích hợp dựa trên lịch sử và tin cậy dựa trên cộng đồng ($trust_{topic}(i, j, t)$). Các phương pháp tính này được xây dựng dựa trên độ tin cậy trực tiếp giữa hai người dùng và mức độ tương tự giữa hai người dùng. Lúc này hàm tin cậy gồm 3 tham số sau:

$$Trust(i, j) = T(\text{tương tác}(i, j); \text{quan tâm}(i, t); \text{tương tự}(i, j))$$

Trong phần thực nghiệm của chương này, ngoài kịch bản thực nghiệm đã nêu trong chương 2, luận án sẽ sử dụng kịch bản thực nghiệm trong nghiên cứu của Wenqi Fan và cộng sự [96] trên bộ dữ liệu Epinions để đánh giá và so sánh hiệu năng của các mô hình đề xuất. Như vậy, trong phần kết quả thực nghiệm luận án sẽ tiến hành so sánh với hai nghiên cứu: (1) Luận án tiến sĩ của Hamdi [8] và (2) Nghiên cứu của Wenqi và cộng sự [96].

- Đối với đề xuất hai mô hình tin cậy dựa trên tương tự ($repeeS$ và $repeS$): Luận án tiến hành cài đặt mô hình đề xuất dựa trên tương tự của Hamdi trên hai bộ dữ liệu DAR, CG đã lựa chọn để thử nghiệm mô hình.
- Đối với đề xuất hai mô hình tin cậy dựa trên đại số đường ($repmaX$, $repaP$), luận án cũng làm một so sánh tương tự với mô hình của Hamdi sử dụng thuật toán MTP (Most Trustable Path) và đặc biệt luận án sẽ đánh giá và so sánh với trường hợp tốt nhất mà Hamdi kì vọng, được gọi với cái tên là đường dẫn “hoàn hảo”.
- Kết quả cuối cùng, luận án đưa ra hai độ đo MAE và RMSE để so sánh với mô hình của Wenqi Fan.

Với so sánh thứ nhất, kết quả được thể hiện trong hai Bảng 3.1, ta có thể quan sát thấy F1_TreeXTrust là giá trị độ đo F1 đối với mô hình do luận án đề xuất, F1_Hamdi025, F1_Hamdi05, F1_Hamdi075 là giá trị độ đo F1 với đề xuất của Hamdi lần lượt với các ngưỡng 0.25; 0.5 và 0.75. Ta thấy rằng với cả ba ngưỡng, kết quả độ đo F1 của Hamdi vẫn cho kết quả thấp hơn so với các mô hình của luận án.

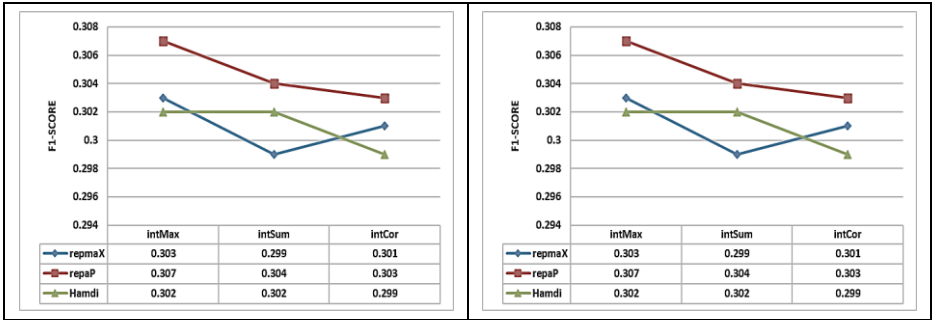
Với so sánh thứ hai, kết quả được thể hiện ở Hình 3.2, ta có thể quan sát được thể hiện trên cả hai bộ dữ liệu kết quả của độ tốt của mô hình tin cậy dựa trên đại số đường (repaP và repmaX – màu đỏ và xanh lam) của luận án đã cho độ đo F1 tốt hơn so với mô hình đã được đề xuất của Hamdi (màu xanh lá) trong trường hợp mà Hamdi đã kì vọng là đường dẫn tin cậy ở mức “hoàn hảo”.

So sánh cuối cùng với nghiên cứu của Wenqi Fan, quan sát Bảng 3.2, ta thấy rằng các chỉ số RMSE và MAE trong luận án thấp hơn so với những kết quả được báo cáo trong nghiên cứu gốc. Điều này có thể phản ánh việc cải thiện về mặt mô hình hóa hoặc sự khác biệt trong cách xử lý và chất lượng của dữ liệu đầu vào. Trong bài báo của Wenqi Fan [96], GraphRec, mô hình được đề xuất đạt được RMSE 1.0878 và MAE 0.8441 trên tập dữ liệu Epinions cho tỉ lệ huấn luyện 60%, và RMSE 1.0631 và MAE 0.8186 cho tỉ lệ huấn luyện 80%. Những kết quả này đều cao hơn so với kết quả thu được trong luận án.

model	resp	disp	famil	X= Max	X= Sum	X= Cor	repeeS	repeS	F1 TreeXTrust	F1 Hamdi025	F1 Hamdi05	F1 Hamdi075
1	x	x	x	x			x		0.31	0.296	0.3	0.303
2	x	x	x		x		x		0.305	0.298	0.297	0.298
3	x	x	x			x	x		0.311	0.295	0.295	0.297
4	x	x	x	x				x	0.305	0.298	0.296	0.302
5	x	x	x		x			x	0.308	0.297	0.298	0.299
6	x	x	x			x		x	0.298	0.299	0.294	0.296

Bảng 3.1. So sánh tin cậy dựa trên tương tự với mô hình của Hamdi: a- CG; b- DAR

model	res	dis	fam	X= Max	X= Sum	X= Cor	repeeS	repeS	F1 TreeXTrust	F1 Hamdi025	F1 Hamdi05	F1 Hamdi075
1	x	x	x	x			x		0.302	0.282	0.283	0.282
2	x	x	x		x		x		0.309	0.289	0.29	0.283
3	x	x	x			x	x		0.306	0.285	0.279	0.286
4	x	x	x	x				x	0.295	0.283	0.278	0.283
5	x	x	x		x			x	0.311	0.288	0.286	0.282
6	x	x	x			x		x	0.308	0.293	0.281	0.285



Hình 3.2. Tin cậy dựa trên đại số đường và mô hình của Hamdi

a- Bộ dữ liệu CG; b- bộ dữ liệu DAR

Bảng 3.2. So sánh mô hình của Wenqi Fan với mô hình của luận án

Dữ liệu	Độ đo	GraphRec	Dis	Res	Famil	X= Max	X= Sum	X = Cor	repees
Epinions (80%)	MAE	0.8441	x	x	x	x			0.4052
	RMSE	1.0878	x	x	x	x			0.5737
	MAE	0.8441	x	x	x		x		0.4769
	RMSE	1.0878	x	x	x		x		0.6029
	MAE	0.8441	x	x	x			x	0.5327
	RMSE	1.0878	x	x	x			x	0.6399

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Luận án hướng tới một chủ đề có ý nghĩa về lý thuyết và thực tiễn của ngành khoa học máy tính được cộng đồng nghiên cứu quan tâm từ rất sớm, đó là nghiên cứu phát triển mô hình tin cậy trên mạng xã hội.

Luận án tổng kết những nghiên cứu cơ bản và mở rộng nghiên cứu mô hình tin cậy kết hợp giữa tin cậy dựa trên tương tác và tin cậy dựa trên cộng đồng. Kết quả luận án đưa ra 3 đề xuất chính: 1) Phát triển các độ đo quan tâm và độ đo tương tự; (2) Đề xuất độ đo tin cậy dựa trên kết hợp lịch sử tương tác và độ đo quan tâm và (3) Đề xuất độ đo tin cậy kết hợp lịch sử cá nhân và đánh giá cộng đồng dựa trên đại số đường và độ đo tương tự.

Một số hướng nghiên cứu tác giả dự định thực hiện thời gian tới như sau:

Hướng tới việc nghiên cứu một mô hình tin cậy có thêm tham số về thời gian để đánh giá xu hướng thay đổi quan tâm. Điều này có thể phụ thuộc vào các yếu tố như độ tuổi, giới tính, nghề nghiệp... ví dụ như khi ta còn trẻ, chủ đề chúng ta quan tâm là thời trang và du lịch, nhưng khi lớn tuổi hơn chủ đề chúng ta quan tâm lớn nhất lại là chủ đề sức khỏe.

Tiếp tục phân tích để tìm ra mối liên hệ giữa người dùng u_i với những người dùng thuộc lớp L_i^k , $k \geq 2$ từ đó đề xuất các mô hình tính toán độ tin cậy giữa hai người dùng này.

Luận án sẽ xem xét mở rộng mô hình của mình để giải quyết những vấn đề liên quan đến người dùng “độc hại” và các yếu tố ảnh hưởng, gây nhiễu đến việc tính toán độ tin cậy.