HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG

Đặng Thị Kim Trang

PHƯƠNG PHÁP ẨN CÁC TẬP MỤC CÓ ĐỘ HỮU ÍCH CAO TRONG CƠ SỞ DỮ LIỆU GIAO TÁC LỚN

CHUYÊN NGÀNH: HỆ THỐNG THÔNG TIN

MÃ SỐ: 8.48.01.04

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ

TP.HỒ CHÍ MINH - NĂM 2022

Luận văn được hoàn thành tại:

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG

Người hướng dẫn khoa học: **TS. Nguyễn Khắc Chiến**

(Ghi rõ học hàm, học vị)

Phản biện 1:.....

Phản biện 2:.....

Luận văn sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận văn thạc sĩ tại Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

Vào lúc: ..... giờ ..... ngày ..... tháng ..... năm .....

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Thư viện của Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Hiện nay, trong lĩnh vực kinh doanh việc tính toán doanh số và tối ưu hóa lợi nhuận bán hàng là công việc cực kỳ quan trọng, nó ảnh hưởng trực tiếp đến doanh thu và chiến lược bán hàng của các công ty, siêu thị hay các đơn vị bán lẻ. Đặc biệt, với số lượng hàng hóa lớn, giá cả khác nhau, nên việc tính toán lợi nhuận tối ưu bán hàng càng quan trọng. Với số lượng giao tác mỗi giờ có thể lên đến hàng chục nghìn giao tác, việc tính toán xem mặt hàng nào đem lại doanh số cao, mặt hàng nào kinh doanh không hiệu quả dù bán với số lượng lớn càng trở nên khó khăn do dữ liệu quá lớn, liên tục.

Khai phá tập phổ biến thường được mô tả là một quá trình lấy thông tin có giá trị từ cơ sở dữ liệu lớn, nó bắt nguồn từ dạng mẫu có sẵn tồn tại trong cơ sở dữ liệu, các mẫu này có khuynh hướng gom nhóm lại với nhau và được định nghĩa như là một mô hình khai thác. Khai phá tập mục độ hữu ích cao là một mở rộng của bài toán khai phá tập phổ biến, đã được nhiều tác giả quan tâm với mục đích đánh giá ý nghĩa của các tập mục trong khai phá luật kết hợp. Để khai phá tập mục có độ hữu ích cao, một giá trị được sử dụng đó là lợi nhuận của tập mục, chẳng hạn tổng lợi nhuận mà doanh nghiệp thu được nếu bán tập mục ấy trong giao tác. Khác với khai phá tập phổ biến, độ hữu ích của tập mục không thỏa tính chất bao đóng giảm nên độ phức tạp của bài toán cao.

Ngoài ra, trong hợp tác kinh doanh việc muốn chia sẽ cơ sở dữ liệu với nhau để cùng có lợi, nhưng mang lại nhiều rủi ro để lộ ra các thông tin nhạy cảm như: số định danh cá nhân, số tài khoản ngân hàng,… Để giải quyết vấn đề này, các tri thức nhạy cảm có thể được ẩn bằng cách chuyển đổi cơ sở dữ liệu ban đầu thành cơ sở dữ liệu được sửa đổi theo một số chiến lược cụ thể và quá trình ẩn đó được gọi là làm sạch dữ liệu.

Bên cạnh đó, những năm gần đây, khai phá dữ liệu bảo vệ tính riêng tư đã trở thành hướng nghiên cứu quan trọng. Trong phần luận văn này, tôi xin tập trung nghiên cứu bài toán khai phá các tập mục có độ hữu ích cao được bảo vệ tính riêng tư để ẩn các tập mục có độ hữu ích cao nhạy cảm trong cơ sở dữ liệu giao tác có kích thước lớn. Một trong những vấn đề đặt ra khi giải quyết bài toán này là làm giảm các hiệu ứng phụ như: ẩn nhầm các tập mục có độ hữu ích cao không nhạy cảm, sự khác nhau giữa CSDL ban đầu và CSDL sau khi sửa đổi,… Vì thế, luận văn sẽ tập trung nghiên cứu thuật toán ẩn các tập mục có độ hữu ích cao

nhạy cảm và đề xuất phương pháp ẩn các tập mục có độ hữu ích cao nhạy cảm hiệu quả hơn nhằm giảm thiểu các hiệu ứng phụ.

2. Mục tiêu nghiên cứu

Nghiên cứu các phương pháp ẩn tập mục độ hữu ích cao nhạy cảm hiện có dựa trên các công trình đã công bố gần đây.

Tìm hiểu những ưu điểm và hạn chế của các phương pháp ẩn từ đó đề xuất phương pháp ẩn hiệu quả hơn. Tìm hiểu các thông số đánh giá tính hiệu quả của các phương pháp ẩn tập mục có độ hữu ích cao nhạy cảm.

Tiến hành cài đặt thử nghiệm phương pháp đề xuất, đánh giá dựa trên các thông số, so sánh với các phương pháp ẩn hiện có.

3. Tổng quan nghiên cứu của đề tài

Bài toán ẩn các tập mục độ hữu ích cao nhạy cảm đang là chủ đề được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm. Mục tiêu của bài toán là bảo vệ các thông tin nhạy cảm không thể khai phá được bằng các phương pháp khai phá tập mục độ hữu ích cao với cùng một ngưỡng độ hữu ích tối thiểu do người dùng quy định. Đồng thời, các phương pháp ẩn tập mục có độ hữu ích cao nhạy cảm làm giảm thiểu các hiệu ứng phụ trên các thông tin không nhạy cảm và tính toàn vẹn của cơ sở dữ liệu ban đầu. Hiện đã có một số phương pháp ẩn hiệu quả để giải quyết vấn đề này, tuy nhiên những phương pháp này vẫn còn tạo ra các hiệu ứng phụ không mong muốn. Kết quả thực nghiệm cho thấy thuật toán đề xuất hiệu quả hơn các thuật toán hiện có về mặt các hiệu ứng phụ như ẩn nhầm các thông tin không nhạy cảm, chất lượng của cơ sở dữ liệu sau quá trình ẩn.

4. Đối tượng, phạm vi nghiên cứu

Phương pháp ẩn các tập mục có độ hữu ích cao nhạy cảm trong các cơ sở dữ liệu giao tác lớn.

5. Đóng góp của đề tài

Luận văn đề xuất phương pháp cải tiến thuật toán EHSHUI trong công trình của Trieu và cộng sự (2020) [4]; Vo, B và cộng sự (2013) [14]. Phương pháp được đề xuất sẽ lựa chọn tập mục nhạy cảm hợp lý và mục sửa đổi. Thực nghiệm đã chỉ ra, phương pháp đề xuất hiệu quả hơn EHSHUI [4] và thuật toán [14] về thời gian thực hiện và sử dụng bộ nhớ.

CHƯƠNG 1: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

1.1. Tập mục phổ biến và khai phá tập phổ biến truyền thống

1.1.1. Tập mục phổ biến

1.1.2. Khám phá tri thức và khai thác dữ liệu

1.1.3. Khai phá tập phổ biến truyền thống

1.2. Tập mục độ hữu ích cao và bài toán khai phá tập mục độ hữu ích cao

Khi thực hiện khai phá tập phổ biến người ta đã bỏ qua giá trị độ hữu ích được gắn với mỗi mục. Có những tập mục không phải là tập phổ biến (có tần suất xuất hiện thấp) nhưng lại có giá trị độ hữu ích cao hơn nhiều so với tập phổ biến. Trong thực tế, việc khai phá các tập mục mang giá trị độ hữu ích cao là rất quan trọng và có ý nghĩa rất lớn trong đời sống xã hội. Từ đó dẫn đến một hướng nghiên cứu mới trong khai phá dữ liệu, đó là khai phá tập mục độ hữu ích cao.

Cụ thể, một siêu thị kinh doanh hàng trăm mặt hàng từ nhiều nhà cung cấp khác nhau. Họ bày bán các mặt hàng theo từng khu vực, việc sắp xếp các mặt hàng phụ thuộc vào chiến lược kinh doanh, kích thích khách hàng. Mỗi mặt hàng được bán sẽ đem lại một giá trị lợi nhuận được xác định là chênh lệch giữa giá bán và giá mua. Theo đó, mỗi khách hàng vào siêu thị mua một vài mặt hàng với số lượng nhất định, tập hợp tất cả sản phẩm khách hàng mua sẽ đem lại một giá trị lợi nhuận cho siêu thị, được gọi là một giao tác. Tất cả các giao tác sẽ được siêu thị lưu trữ lại và tạo ra một cơ sở dữ liệu giao tác. Người quản lý siêu thị muốn tập hợp tất cả sản phẩm mà khách hàng đã mua đem lại lợi nhuận cho siêu thị (ví dụ: 30% tổng lợi nhuận), từ đó đưa ra các chiến lược kinh doanh, tiếp thị hoặc sắp xếp các mặt hàng cạnh nhau và đưa ra các chương trình khuyến mãi, khuyến khích khách hàng mua sản phẩm này thì sẽ mua thêm một sản phẩm khác trong các sản phẩm đã tìm ra.

Bài toán khai phá tập mục độ hữu ích cao đã được nhóm tác giả R.C. Chan, Q. Yang, Y.D. Shen đề xuất vào năm 2003 [27]. Cùng với sự phát triển của nền kinh tế, nhu cầu tính toán doanh thu, hiệu quả kinh doanh theo thời gian thực với lượng dữ liệu lớn ngày càng trở nên cấp thiết.

Khai phá tập mục độ hữu ích cao là bài toán mở rộng và tổng quát của khai phá tập phổ biến. Trong khai phá tập mục độ hữu ích cao, giá trị của mục trong giao tác được quan tâm nhiều nhất (như số lượng đã bán của mặt hàng), ngoài ra còn có bảng lợi nhuận cho biết

độ hữu ích mang lại khi bán mặt hàng đó. Độ hữu ích của tập mục là số đo lợi nhuận của tập mục đóng góp trong cơ sở dữ liệu, nó có thể là tổng lợi nhuận hay tổng chi phí của tập mục.

Một trong những lý do của khai phá tập mục độ hữu ích cao là khám phá ra tất cả các tập mục có độ hữu ích không nhỏ hơn ngưỡng độ hữu ích tối thiểu do người dùng quy định. Từ đó xác định được các tập mục độ hữu ích cao, các tập mục độ hữu ích cao nhạy cảm. Sau đó xây dựng các phương pháp bảo vệ các dữ liệu nhạy cảm, làm hạn chế các thông tin nhạy cảm bị lộ ra ngoài, nhất là trong kinh doanh.

Bài toán Khai phá tập mục độ hữu ích cao được sử dụng trên cơ sở dữ liệu giao tác. Mỗi giao tác có thể là một giao tác mua hàng, một truy cập internet. Luận văn này sử dụng CSDL giao tác như sau:

Bảng 1.10: Cơ sở dữ liệu giao tác

TID	Transaction (Item, InUtility)
T1	(a,10), (b,2), (e,5)
T2	(c,4), (d,2), (e,7), (f,15)
T3	(b,15), (c,15), (e,1), (f,1)
T4	(a,5), (b,4), (c,20), (d,2), (e,5)
T5	(b,25), (c,15)
T6	(a,15), (e,7), (f,15)
T7	(a,25), (c,15), (d,40)
T8	(b,15), (d,35), (e,3)
T9	(a,5), (b,10), (c,20), (d,30), (e,2), (f,3)

Bảng 1.11: Bảng lợi nhuận

Item	a	b	c	d	e	f
Profit	7	2	1	1	5	10

Bảng 1.12: Bảng HUI

$minutil = 250$

HID	Itemset	Utility
1	ef	425
2	a	422
3	acd	372
4	aef	367
5	ae	342
6	f	340
7	af	322
8	ad	317
9	ac	300
10	cdef	281
11	cef	279
12	def	257

Một số khái niệm về khai phá tập mục độ hữu ích cao:

Cho $I = \{i_1, i_2, \dots, i_m\}$ là một tập m mục (item) phân biệt, trong đó mỗi mục $i_p \in I$ có độ hữu ích bên ngoài (được gọi là lợi nhuận) $eu(i_p), 1 \le p \le m$ và $D = \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$ là một cơ sở dữ liệu (CSDL) giao tác, trong đó T_i là một giao tác chứa một tập các mục được chứa trong I.

Một tập gồm một hoặc nhiều mục được gọi là tập mục (itemset). Một giao tác T hỗ trợ một tập mục X nếu $X \subseteq I$. Một tập mục $X = \{i_1, i_2, \dots, i_k\}$ chứa k mục được gọi là k-itemset. Mỗi mục i_p trong giao tác T_q được kết hợp với một số lượng các mục i_p có trong giao tác T_q.

Cho CSDL giao tác như Bảng 1.10, Bảng 1.11 chứa lợi nhuận của các giao tác và Bảng 1.12 chứa các tập mục độ hữu ích cao. Luận văn sử dụng một số định nghĩa như sau:

Định nghĩa 1.1: Số lượng mục i_p trong giao tác T_q, ký hiệu là $iu(i_p, T_q)$.

Ví dụ: trong Bảng 1.10 có $iu(b, T_8) = 15$ và $iu(d, T_8) = 35$.

Định nghĩa 1.2: Lợi nhuận của mục i_p, thể hiện độ quan trọng của mục i_p, ký hiệu là $eu(i_p)$.

Ví dụ: trong Bảng 1.11 có $eu(b) = 2$ và $eu(d) = 1$.

Định nghĩa 1.3: Độ hữu ích của mục i_p trong giao tác T_q, ký hiệu là $u(i_p, T_q)$, được tính như sau: $u(i_p, T_q) = iu(i_p, T_q) * eu(i_p)$.

Ví dụ: $u(b, T_8) = iu(b, T_8) * eu(b) = 15 * 2 = 30$.

Định nghĩa 1.4: Độ hữu ích của tập mục X trong giao tác T_q, ký hiệu là $u(X, T_q)$ được tính như sau:

$$u(X, T_q) = \sum_{i_p \in X} u(i_p, T_q)$$

Ví dụ: $u(bd, T_8) = u(b, T_8) + u(d, T_8) = 15 * 2 + 35 * 1 = 65$.

Định nghĩa 1.5: Độ hữu ích của tập mục X, ký hiệu là $u(X)$, được tính như sau:

$$u(X) = \sum_{X \subseteq T_q \wedge T_q \in D} u(X, T_q)$$

Ví dụ: $u(bd) = u(bd, T_4) + u(bd, T_8) + u(bd, T_9) = 10 + 65 + 50 = 125$.

Định nghĩa 1.6: Độ hữu ích của giao tác T_q, ký hiệu là $tu(T_q)$, được tính như sau:

$$tu(T_q) = \sum_{i_p \in T_q} u(i_p, T_q)$$

Ví dụ: $tu(T_8) = u(b, T_8) + u(d, T_8) + u(e, T_8) = 15 * 2 + 35 * 1 + 3 * 5 = 80$

Định nghĩa 1.7: Bài toán khai phá tập mục độ hữu ích cao. Một tập mục X được gọi là tập mục độ hữu ích cao nếu độ hữu ích của X lớn hơn hoặc bằng ngưỡng độ hữu ích tối thiểu do người dùng quy định, ký hiệu là minutil. Gọi HUI là tập hợp các tập mục độ hữu ích cao, ta có $HUI = \{X \mid X \in I, u(X) \geq minutil\}$.

1.3. Một số thuật toán khai phá tập mục độ hữu ích cao

Bài toán khai phá tập mục độ hữu ích cao giúp giải quyết vấn đề mà bài toán khai phá tập phổ biến không giải quyết được. Trong khai phá tập mục độ hữu ích cao các mục có thể xuất hiện nhiều lần trong một giao tác, mỗi mục có một trọng số (lợi nhuận, độ hữu ích…). Kết quả của khai phá tập mục độ hữu ích cao được ứng dụng để tìm ra các tập mục trong cơ sở dữ liệu mang lại lợi nhuận cao.

Hiện có nhiều nhà nghiên cứu và đề xuất ra các thuật toán khai phá tập mục độ hữu ích cao hiệu quả. Năm 2005, Liu và các đồng sự đề xuất thuật toán Two-Phase với các khái niệm về độ hữu ích của giao tác (Transaction Utility - TU) và độ hữu ích của giao tác có trọng số (Transaction Weighted Utility -TWU) để cải tiến không gian tìm kiếm khai phá tập mục độ hữu ích cao [17]. Giá trị TWU của tập mục độ hữu ích thỏa mãn tính bao đóng giảm, do đó hoàn toàn có thể dựa vào TWU và sửa đổi các thuật toán khai phá tập phổ biến để khai phá tập mục độ hữu ích cao. Vì vậy, tác giả đã sửa đổi thuật toán Apriori để khai phá tập mục độ hữu ích cao.

Liu và Qu đã đề xuất thuật toán HUI-Miner (High Utility Itemset Miner) [20] để khai phá tập mục độ hữu ích cao sử dụng một cấu trúc mới, được gọi là danh sách lợi ích, để lưu trữ tất cả các thông tin hữu ích về một tập và tìm ra thông tin để cắt tỉa không gian tìm kiếm. Thuật toán HUI-Miner được xem là thuật toán tốt nhất để khai phá tập mục độ hữu ích cao cho đến khi có sự xuất hiện của thuật toán FHM [21], một thuật toán khai phá tập mục độ hữu ích cao được đề xuất bởi Phillipe và các đồng sự vào năm 2014.

Mỗi thuật toán đều phát huy hiệu quả chiến lược tỉa ứng viên của mình và đẩy nhanh tốc độ tìm kiếm tập mục độ hữu ích cao. Tuy nhiên, trong quá trình khai phá, các thuật toán vẫn quét các giao tác rỗng và chưa có phương án xử lý các dòng dữ liệu tương đồng với nhau (giống các phần tử xuất hiện trong giao tác và chỉ khác số lượng).

Năm 2014, Philippe Fournier và cộng sự [3] xem xét thấy rằng HUI-Miner thực hiện khai phá một giai đoạn, không tạo các tập ứng viên theo mô hình hai giai đoạn. Do đó HUI-Miner tiêu tốn thời gian cho việc liên kết để tạo ra các tập và tốn thời gian để đánh giá độ hữu ích của mỗi tập. Để giảm các liên kết cần thực hiện, Philippe và cộng sự đề xuất một chiến lược cắt tỉa mới gọi là EUCP (Estimated Utility Cooccurrence Pruning). Phương pháp này cho phép cắt tỉa không cần ghép nối dựa trên ước tính độ hữu ích các cặp phần tử cùng xuất

hiện. Thuật toán này có tên là FHM (Fast High-utility Minner). Thực nghiệm so sánh FHM với thuật toán HUI-Miner cho thấy giảm 95% các kết nối và nhanh hơn sáu lần.

Đồng thời, đã có nhiều thuật toán được phát triển nhằm nâng cao hiệu quả khai phá HUI, trong đó EFIM (EFfcient high utility Itemset Mining) là thuật toán mới nhất áp dụng nhiều kỹ thuật để cải thiện tốc độ và không gian tìm kiếm. Tuy nhiên, EFIM vẫn còn tốn nhiều chi phí quét các dòng dữ liệu để xác định sự liên quan đến ứng viên đang xét làm giảm hiệu quả của thuật toán, đặc biệt là đối với cơ sở dữ liệu thưa.

Năm 2017, Bảy Võ và cộng sự đề xuất một thuật toán cải tiến từ EFIM (IEFIM - Improve EFfcient high utility Itemset Mining). Thuật toán đề xuất dùng giải pháp chiếu ngược P-set để giảm số lượng giao tác cần xét trong thuật toán EFIM và làm giảm thời gian khai phá HUI. Thuật toán IEFIM làm giảm đáng kể số lượng giao tác cần xét và thời gian thực thi trên các CSDL thưa.

1.4. Kết luận Chương 1

Bài toán khai phá tập mục độ hữu ích cao đã tìm ra các giá trị hữu ích dựa trên ngưỡng tối thiểu do người dùng quy định. Tuy nhiên, trong kinh doanh dữ liệu cần được chia sẻ để cùng nhau hợp tác. Do đó, vấn đề đặt ra là làm thế nào để dữ liệu vẫn được chia sẻ giữa các doanh nghiệp mà vẫn đảm bảo được tính bảo mật trong dữ liệu. Để giải quyết vấn đề đó, bài toán ẩn tập mục có độ hữu ích cao được đề xuất.

CHƯƠNG 2: MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP ẨN TẬP MỤC ĐỘ HỮU ÍCH CAO

2.1. Một số khái niệm cơ bản

Phương pháp ẩn các tập mục có độ hữu ích cao nhạy cảm (gọi tắt là tập mục nhạy cảm) là nhằm bảo vệ các thông tin nhạy cảm trong các cơ sở dữ liệu giao tác, sao cho chúng không thể khám phá được bằng các phương pháp khai phá tập mục độ hữu ích cao với cùng một ngưỡng độ hữu ích tối thiểu do người dùng quy định.

Sửa đổi cơ sở dữ liệu là quá trình chuyển đổi cơ sở dữ liệu ban đầu thành một cơ sở dữ liệu đã được sửa đổi, sao cho không thể khai phá các tập mục nhạy cảm từ cơ sở dữ liệu đã sửa đổi và giảm thiểu các hiệu ứng phụ trên các tập mục không nhạy cảm.

Trong luận văn này sử dụng một số định nghĩa sau được tham khảo trong công trình [3,4,13,14,15,16].

Cho các tập mục có độ hữu ích cao nhạy cảm (gọi tắt là: tập mục nhạy cảm) cần phải ẩn, ký hiệu là SHUI = $\{S_1, S_2, \ldots, S_m\}$, trong đó $S_d \in SHUI, (1 \leq d \leq m)$. Bài toán ẩn tập mục nhạy cảm là việc sửa đổi CSDL D ban đầu thành CSDL D' sao cho độ hữu ích của tất cả tập mục nhạy cảm $S_d \in SHUI$ phải nhỏ hơn ngưỡng độ hữu ích tối thiểu do người dùng quy định, tức là $u(S_i) < minutil, với\ i = 1 \div m$.

Định nghĩa 2.1: Gọi SHUI = $\{S_1, S_2, \ldots, S_m\}$ là tập hợp các mục nhạy cảm, trong đó S_i là tập mục nhạy cảm cần được ẩn trước khi đưa CSDL ra bên ngoài, ta có SHUI, HUI. Gọi NSHUI là tập hợp các mục độ hữu ích cao không nhạy cảm (gọi tắt là: tập mục không nhạy cảm), ta có $SHUI \cup NSHUI = HUI$.

Định nghĩa 2.2: Gọi ST là tập hợp các giao tác nhạy cảm mà mỗi giao tác trong ST có chứa ít nhất một tập mục nhạy cảm.

Quá trình sửa đổi dữ liệu của bài toán ẩn các tập mục nhạy cảm gồm ba bước sau:

Bước 1: Áp dụng các thuật toán khai phá độ hữu ích cao trên cơ sở dữ liệu giao tác D để có được tất cả các tập mục độ hữu ích cao (HUI);

Bước 2: Xác định tập hợp các tập mục nhạy cảm (các tập mục độ hữu ích cao nhạy cảm) SHUI dựa trên các yêu cầu của người dùng;

Bước 3: Áp dụng thuật toán ẩn các tập mục nhạy cảm để tạo ra cơ sở dữ liệu được sửa đổi D'.

Hình 2.1: Quá trình sửa đổi cơ sở dữ liệu

2.2. Một số công trình liên quan

Những năm gần đây, phương pháp khai phá tập mục có độ hữu ích bảo vệ tính riêng tư được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm. Bài toán này trở nên quan trọng vì nó xem xét cả số lượng và lợi nhuận của mỗi mục có trong cơ sở dữ liệu giao tác để ẩn các tập mục có độ hữu ích cao nhạy cảm. Vì mục đích của khai phá tập mục có độ hữu ích cao bảo vệ tính riêng tư để ẩn các thông tin nhạy cảm trong cơ sở dữ liệu, trong khi đó vẫn đảm bảo các thông tin quan trọng khác vẫn được chia sẽ với nhau và bài toán này được xem như là bài toán tối ưu. Việc tìm ra các giao tác và mục sửa đổi trong quá trình ẩn các tập mục có độ hữu ích cao nhạy cảm một cách tối ưu là một bài toán khó và không khả thi.

Năm 2010, Yeh và cộng sự [6] là nhóm tác giả đầu tiên đưa ra hai thuật toán heuristic HHUIF và MSICF để ẩn các tập mục có độ hữu ích cao nhạy cảm. Hai thuật toán chọn mục độ hữu ích cao nhất làm mục sửa đổi cho quá trình ẩn. Thuật toán HHUIF loại bỏ các mục có độ hữu ích cao nhất. Thuật toán MSICF xem xét số lượng xung đột trong quá trình ẩn.

Sau đó, có một số tác giả khác cũng đề xuất các thuật toán nhằm cải tiến hai thuật toán trên, như Vo, B và cộng sự (2013) [5] đề xuất thuật toán nhằm cải tiến thuật toán HHUIF về mặt thời gian.

Trieu và cộng sự (2020) [4] đề xuất cải tiến thuật toán HHUIF. Thuật toán này nhằm mục đích sửa đổi số lượng các mục trong giao tác sửa đổi để ẩn các tập mục có độ hữu ích cao nhạy cảm. Kết quả cho thấy, thuật toán này hiệu quả hơn HHUIF và MSICF về các hiệu ứng phụ và thời gian chạy.

2.3. Phương pháp ẩn tập mục độ hữu ích cao nhạy cảm

Mục tiêu bài toán: Ẩn các tập mục có độ hữu ích cao nhạy cảm và giảm hiệu ứng phụ đối với tri thức không nhạy cảm do quá trình sửa đổi gây ra.

Trieu và cộng sự (2020) [4] đề xuất cải tiến thuật toán HHUIF. Thuật toán này nhằm mục đích sửa số lượng các mục trong giao tác sửa đổi, để ẩn các tập mục có độ hữu ích cao nhạy cảm. Thuật toán hiệu quả hơn HHUIF và MSICF về các hiệu ứng phục và thời gian chạy.

Thuật toán EHSHUI bao gồm ba bước heuristic:

- Giao tác chứa $S_i \in$ SHUI có độ hữu ích cao nhất được chọn là giao tác sửa đổi.
- Mục tác động đến các NSHUI ít nhất được chọn làm mục sửa đổi.
- Xác định giá trị độ hữu ích: $diffu = u(Si) - minutil + 1$ để giảm số lượng của mục i_{vic} từ giao tác T_{vic}.

Input: Cơ sở dữ liệu giao tác D, tập mục có độ hữu ích cao HUI;

Tập mục có độ hữu ích cao nhạy cảm SHUI = {S_1, S_2,…. S_s}

Ngưỡng tối thiểu minutil

Output: Cơ sở dữ liệu đã sửa đổi D'

```
1   Computer f_HSUIs(S_i), 1 ≤ i ≤ |SHUIs| ∧ S_i ∈ SHUIs;
2   Sort SHUIs in decreasing order of f_HSUIs(S_i);
3   foreach (S_i ∈ SHUIs) do
4       DSi = projectData (D, S_i);
5       diffu = u(S_i) - minutil + 1;
6       while (diffu > 0) do
7           T_vic = findVictimTransaction (DSi, S_i);
8           i_vic = findVictimItem (S_i,T_vic);
9           if (u (i_vic, T_vic) > diffu) then
10              dec = ⌈diffu / eu(i_vic)⌉;
11              iu(i_vic, T_vic) = iu(i_vic, T_vic) – dec;
12              diffu = 0;
13          else
14              diffu = diffu – u(S_i, T_vic);
15              remove i_vic from T_vic ;
16  Update (D);
```

Chạy thử thuật toán trên với CSDL trong bảng 1.10, bảng 1.11 và bảng 1.12, với tập mục nhạy cảm SHUI = {acd, cdef}.

Xây dựng các Bảng: I-List; HUI-Table; T-Table

Bảng 2.1: Bảng I-List thuật toán EHSHUI

TID	Giao tác (Mục, số lượng)	TU(T)	I-List
T1	(a,10),(b,2),(e,5)	99	(a,10,70) (b,2,4) (e,5,25)
T2	(c,4), (d,2), (e,7), (f,15)	191	(c,4,4) (d,2,2), (e,7,35), (f,15,150)
T3	(b,15), (c,15), (e,1), (f,1)	60	(b,15,30) (c,15,15) (e,1,5) (f,1,10)
T4	(a,5), (b,4), (c,20), (d,2), (e,5)	90	(a,5,35)(b,4,8)(c,20,20)(d,2,2)(e,5,25)
T5	(b,25), (c,15)	65	(b,25,50)(c,15,15)
T6	(a,15), (e,7), (f,15)	290	(a,15,105)(e,7,35)(f,15,150)
T7	(a,25), (c,15), (d,40)	230	(a,25,175)(c,15,15)(d,40,40)
T8	(b,15), (d,35), (e,3)	80	(b,15,30)(d,35,35)(e,3,15)
T9	(a,5),(b,10),(c,20),(d,30),(e,2),(f,3)	145	(a,5,35)(b,10,20)(c,20,20)(d,30,30)(e,2,10)(f,3,30)

Bảng 2.2: Bảng HUI-Table thuật toán EHSHUI

HID	Itemset	Utility	TIDs
1	ef	425	T2, T3,T6,T9
2	a	422	T1,T4,T6,T7,T9
3	acd	372	T4,T7,T9
4	aef	367	T6,T9
5	ae	342	T1,T4,T6,T9
6	f	340	T2,T3,T6,T9
7	af	322	T6,T9
8	ad	317	T4,T7,T9
9	ac	300	T4,T7,T9
10	cdef	281	T2,T9
11	cef	279	T2,T9
12	def	257	T2,T9

Bảng 2.3: Bảng T-Table thuật toán EHSHUI

TID	SID	NSID	I-List
T2	10	1,6,11,12	(c,4,4) (d,2,2) (e,7,35) (f,15,150)
T4	3	2,5,8,9	(a,5,35) (b,4,8) (c,20,20) (d,2,2) (e,5,25)
T7	3	2,8,9	(a,25,175)(c,15,15)(d,40,40)
T9	3,10	1,2,4,5,6,7,8,9,11,12	(a,5,35)(b,10,20)(c,20,20)(d,30,30)(e,2,10)(f,3,30)

Sắp xếp các S_i trong SHUI giảm dần theo tần suất: f(acd) = 3, f(cdef) =2

*** Chọn ngẫu nhiên: S_1 = {cdef}** để ẩn trước và có 2 giao tác được hỗ trợ là T2, T9.

Độ hữu ích của S_1: u(cdef) = 281 và munitil = 250, muốn ẩn S_1 thì độ hữu ích của S_1 phải < 250.

Tính toán diffu = 281 – 250 + 1 = 32, muốn ẩn S_1 thì phải giảm độ hữu ích u(S_1) ít nhất là 32.

Bảng 2.4: Bảng CSDL chiếu trên S_1:

TID	SID	NSID	I-List
T2	10	1,6,11,12	(c,4,4) (d,2,2), (e,7,35), (f,15,150)
T9	3,10	1,2,4,5,6,7,8,9,11,12	(c,20,20)(d,30,30)(e,2,10)(f,3,30)

Tìm giao tác nạn nhân Tvic cần sửa đổi:

u(cdef, T2) = 191

u(cdef, T9) = 90

→ Chọn T2 làm giao tác sửa đổi

Tìm mục nạn nhân mà Ivic cần sửa đổi:

u(c, T2) = 4; u(d, T2) = 2; u(e, T2) = 35; u(f, T2) =150

→ Có mục e và f lớn hơn diffu

Tính toán các mục e phải giảm để ẩn các tập mục nhạy cảm S1: dec = $\left\lceil \frac{\text{diffu}}{\text{eu}(i_{vic})} \right\rceil$

dec(e, T2) = |diffu/eu(e)| = 32/5 = 7 → coi như loại e ra khỏi giao tác T2.

Tính độ hữu ích của tập mục SID và NSID

u(cdef) = 281 - 191 = 90 < minutil = 250 → được ẩn

→ u(ef) = 425 - 35 - 150 = 240 < minutil = 250 → ẩn nhầm

→ u(f) = 340 – 150 = 190 < minutil = 250 → ẩn nhầm

→ u(cef)= 279 – 4 – 35 - 150 = 90 < minutil = 250 → ẩn nhầm

→ u(def) = 257 – 2 – 35 - 150 = 70 < minutil = 250 → ẩn nhầm

Tính toán các mục f phải giảm để ẩn các tập mục nhạy cảm S1: dec = $\left\lceil \frac{\text{diffu}}{\text{eu}(i_{vic})} \right\rceil$

dec(f, T2) = |diffu/eu(f)| = 32/10 = 4 → giảm f đi 4 → độ hữu ích giảm đi 40.

Tính độ hữu ích của tập mục SID và NSID

u(cdef) = 281- 40 = 241 < minutil = 250 → được ẩn

→ u(ef) = 425 – 40 = 385

→ u(f) = 340 - 40 = 300

→ u(cef) = 279 - 40 = 239 < minutil = 250 → ẩn nhầm

→ u(def) = 257 – 40 = 217 < minutil = 250 → ẩn nhầm

→ Vậy mục f khi sửa sẽ tạo ra ẩn nhầm ít nhất, vậy chọn mục f làm mục sửa đổi.

Cập nhật các giá trị: bảng T-Table và HUI-Table

Bảng 2.5: cập nhật lại HUI-Table (lần 1)

HID	Itemset	Utility	ẩn cdef	TIDs
1	ef	425	***385***	T2, T3,T6,T9
2	a	422	422	T1,T4,T6,T7,T9
3	acd	372	372	T4,T7,T9
4	aef	367	367	T6,T9
5	ae	342	342	T1,T4,T6,T9
6	f	340	3***00***	T2,T3,T6,T9
7	af	322	322	T6,T9
8	ad	317	317	T4,T7,T9
9	ac	300	300	T4,T7,T9
10	***cdef***	***281***	***241***	***T2,T9***
11	cef	279	2***39***	T2,T9
12	def	257	***217***	T2,T9

Bảng 2.6: cập nhật lại T-Table (lần 1)

TID	SID	NSID	I-List
T2	10	1,6,11,12	(c,4,4) (d,2,2), (e,7,35), ***(f,11,110)***
T4	3	2,5,8,9	(a,5,35)(b,4,8)(c,20,20)(d,2,2)(e,5,25)
T7	3	2,8,9	(a,25,175)(c,15,15)(d,40,40)
T9	3,10	1,2,4,5,6,7,8,9,11,12	(a,5,35)(b,10,20)(c,20,20)(d,30,30)(e,2,10)(f,3,30)

*** Tiếp tục ẩn S2** = {acd} và có 3 giao tác hỗ trợ là T4, T7, T9.

Độ hữu ích của S2: u(acd) = 372 và munitil = 250, muốn ẩn S2 thì độ hữu ích của S2 phải < 250.

Tính toán diffu = 372 – 250 + 1 = 123, muốn ẩn S_2 thì phải giảm độ hữu ích u(S_2) ít nhất là 123.

Bảng 2.7: Bảng CSDL chiếu trên S_2

TID	SID	NSID	I-List
T4	3	2,5,8,9	(a,5,35)(c,20,20)(d,2,2)
T7	3	2,8,9	(a,25,175)(c,15,15)(d,40,40)
T9	3,10	1,2,4,5,6,7,8,9,11,12	(a,5,35)(c,20,20)(d,30,30)

Tìm giao tác nạn nhân T_{vic} cần sửa đổi:

u(acd, T4) = 57

u(acd, T7) = 230

u(acd, T9) = 85

→ Vậy chọn T_{vic} = T7

Tìm mục nạn nhân mà I_{vic} cần sửa đổi:

u(a,T7) = 175, u(c,T7) = 15, u(d,T7) = 40

→ Vậy có u(a,T7) = 175 > diffu → I_{vic} = a

Tính toán các mục *a* phải giảm để ẩn các tập mục nhạy cảm S_2: dec = $\left\lceil \frac{\text{diffu}}{\text{eu}(i_{vic})} \right\rceil$

dec(a, T7) = |123/7| = 18 → vậy giảm 18 a → độ hữu ích giảm đi 126

Tính độ hữu ích của tập mục SID và NSID

u(acd) = 372 - 18*7 = 246 < minutil =250 → được ẩn

→ u(a) = 422 - 18*7 = 296

→ u(ad) = 317 - 18*7 = 191 < minutil = 250 → ẩn nhầm

→ u(ac) = 300 - 18*7 = 174 < minutil = 250 → ẩn nhầm

Cập nhật các giá trị: bảng T-Table và HUI-Table

Bảng 2.8: cập nhật lại HUI-Table (lần 2)

HID	Itemset	Utility	ẩn cdef	ẩn acd	TIDs
1	ef	425	***385***	385	T2, T3,T6,T9
2	a	422	422	***296***	T1,T4,T6,T7,T9
3	***acd***	372	***372***	***246***	***T4,T7,T9***
4	aef	367	367	367	T6,T9
5	ae	342	342	342	T1,T4,T6,T9
6	f	340	***300***	300	T2,T3,T6,T9
7	af	322	322	322	T6,T9
8	ad	317	317	***191***	T4,T7,T9
9	ac	300	300	***174***	T4,T7,T9
10	***cdef***	281	***241***	241	***T2,T9***
11	cef	279	2***39***	239	T2,T9
12	def	257	***217***	217	T2,T9

Bảng 2.9: cập nhật lại T-Table (lần 2)

TID	SID	NSID	I-List
T2	10	1,6,11,12	(c,4,4) (d,2,2), (e,7,35), ***(f,11,110)***
T4	3	2,5,8,9	(a,5,35)(b,4,8)(c,20,20)(d,2,2)(e,5,25)
T7	3	2,8,9	***(a,7,35)***(c,15,15)(d,40,40)
T9	3,10	1,2,4,5,6,7,8,9,11,12	(a,5,35)(b,10,20)(c,20,20)(d,30,30)(e,2,10)(f,3,30)

2.4. Kết luận Chương 2

Thuật toán EHSHUI đã hoàn thành được việc ẩn các tập mục độ hữu ích cao nhạy cảm. Tuy nhiên, Thời gian chạy của thuật toán tăng lên cùng với sự phát triển của HUI. Lý do là tốn thời gian bằng cách tính toán để chỉ định số lượng không phải SHUI bị ảnh hưởng cho mỗi mục nhạy cảm. Sau khi nhận thấy những tồn tại của thuật toán này. Luận văn đề xuất thuật toán để cải tiến thuật toán trên. Phương pháp đề xuất thuật toán ẩn tập mục nhạy cảm hiệu quả được trình bày ở Chương 3.

CHƯƠNG 3: ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP ẨN TẬP MỤC ĐỘ HỮU ÍCH CAO

3.1. Cơ sở để đề xuất thuật toán

Phương pháp ẩn các tập mục nhạy cảm để bảo vệ quyền riêng tư không chỉ để ẩn tất cả các tập mục nhạy cảm mà còn để giảm thiểu hiệu ứng phụ đối với thông tin không nhạy cảm và tính toàn vẹn của cơ sở dữ liệu gốc. Trên cơ sở phương pháp ẩn tổng quát này, bài toán ẩn các tập mục nhạy cảm là sửa đổi cơ sở dữ liệu ban đầu bằng cách xóa hoặc giảm số lượng các mục để độ hữu ích của các tập mục nhạy cảm này giảm xuống dưới ngưỡng độ hữu ích tối thiểu.

Hầu hết các công trình đã tập trung vào việc xác định: giao tác nào được chọn để sửa đổi T_{vic} và mục nào được chọn để sửa đổi I_{vic} trong giao tác sửa đổi T_{vic}. Trong luận văn này, tập trung vào:

(i) Khi ẩn các tập mục nhạy cảm, thứ tự chọn ẩn tập mục nhạy cảm nào trước tiên sẽ ảnh hưởng đến quá trình ẩn và gây ra các hiệu ứng phụ không mong muốn. Luận văn chọn tập mục có độ hữu ích cao nhạy cảm lớn nhất cần được ẩn trước. Vì khi ẩn các tập mục nhạy cảm này thì có thể ẩn các tập mục nhạy cảm khác, khi đó chúng ta không cần ẩn tập mục nhạy cảm đó nữa. Điều này được chứng minh trong ví dụ minh họa. Do đó, có thể tăng hiệu quả của quá trình ẩn.

(ii) Luận văn chọn mục cần sửa đổi (i_{vic}) nằm trong số các tập mục nhạy cảm nhiều nhất để sửa đổi trước. Nếu có nhiều mục như vậy, luận văn chọn mục nằm trong số các tập mục không nhạy cảm ít nhất để sửa đổi. Điều này giảm thiểu các hiệu ứng phụ đối với các tập mục có độ hữu ích cao không nhạy cảm.

(iii) Trong hầu hết các thuật toán đã xuất bản như [4, 13, 14, 15, 16], chúng chỉ sửa đổi từng giao tác một. Điều này có thể làm tăng thời gian xử lý. Trong luận văn sử dụng hệ số α được đề xuất trong [14] để tính tỷ lệ giảm số lượng của mục cần sửa đổi i_{vic} trong tất cả các giao tác nhạy cảm hỗ trợ tập mục nhạy cảm S_i cần ẩn. Sau đó, thuật toán được đề xuất sẽ sửa đổi tất cả các giao tác nhạy cảm cùng một lúc. Điều này làm giảm số lần quét cơ sở dữ liệu cũng như thời gian cần thiết để ẩn các tập mục nhạy cảm.

Đặt Sj là tập mục có độ hữu ích cao nhạy cảm. Để ẩn Sj, độ hữu ích của Sj phải giảm ít nhất một lượng theo công thức sau:

$$diffu = u(S_j) - minutil + 1$$

Trong đó, u(Sj) là độ hữu ích của tập mục nhạy cảm Sj và minutil là ngưỡng độ hữu ích tối thiểu.

Hệ số α được tính như sau:

$$\alpha = diu \times \frac{eu(i_p)}{sum(i_p)}$$

Trong đó, $diu = \left\lceil \frac{diffu}{eu(i_p)} \right\rceil$, $sum(i_p)$ là tổng độ hữu ích của mục i_p trong tất cả các giao tác nhạy cảm hỗ trợ S_j.

Định nghĩa 3.1: Xác định mục cần sửa đổi (i_{vic}): mục nằm trong số các tập mục nhạy cảm nhiều nhất. Nếu có nhiều mục thỏa mãn, luận văn chọn mục nằm trong số tập mục không nhạy cảm ít nhất.

Đối với các thuật toán ẩn tập mục nhạy cảm đã có, thường phải quét cơ sở dữ liệu nhiều lần, trong luận văn này tôi sẽ sử dụng cấu trúc dữ liệu được trình bày trong [4] để giảm số lần quét cơ sở dữ liệu, cấu trúc dữ liệu được giới thiệu trong các Định nghĩa 3.2, Định nghĩa 3.3 và Định nghĩa 3.4

Định nghĩa 3.2: Cho một giao tác T, danh sách mục (I-list) lưu trữ thông tin của các mục trong T. Mỗi mục i trong **I-list** gồm ba thành phần: $i = \langle Item, InUtility, Utility \rangle$. Trong đó Item là mục i, InUtility là số lượng của i trong T, Utility là độ hữu ích của i trong T.

Ví dụ trong Bảng 2.1, I-list của T1 là (a,10,70) (b,2,4) (e,5,25).

Định nghĩa 3.3: Cho một cơ sở dữ liệu D, một tập hợp các tập mục độ hữu ích cao $HUI = \{X \mid X \in I, u(X) \geq minutil\}$, một Bảng tập mục độ hữu ích cao (HUI-table) chứa thông tin về các tập mục độ hữu ích cao được khai thác từ D. Mỗi tập mục độ hữu ích cao X trong bảng **HUI-table** có bốn thành phần: X =<HID, Items, HUI-utility, TIDs>. Trong đó HID là định danh duy nhất của X, Items là danh sách các mục có trong X, HUI-utility là độ hữu ích của X, TIDs cho biết các giao tác hỗ trợ X trong D.

Với cơ sở dữ liệu giao tác cho trong Bảng 1.10 và Bảng 1.11, ngưỡng độ hữu ích tối thiểu là minutil = 250. Chúng ta xây dựng được bảng HUI-Table như trong Bảng 1.12.

Định nghĩa 3.4: Cho cơ sở dữ liệu D, một tập hợp các tập mục nhạy cảm $SHUI = \{S_1, S_2, \ldots, S_k\}$, Bảng giao tác (T-table) chứa thông tin của các giao tác nhạy cảm trong D. Mỗi giao tác T trong bảng **T-table** có bốn thành phần: T = <TID, SID, NSID, I-list>. Trong đó TID là mã định danh duy nhất của T, SID và NSID lần lượt là mã định danh các tập mục nhạy cảm và tập mục không nhạy cảm được hỗ trợ bởi T. I-list là danh sách mục của T.

3.2. Thuật toán đề xuất

Thuật toán IEHSHUI

Input: Cơ sở dữ liệu giao tác D, tập mục có độ hữu ích cao HUI;

Tập mục có độ hữu ích cao nhạy cảm SHUI = {S_1, S_2,…. S_s}

Ngưỡng tối thiểu minutil

Output: Cơ sở dữ liệu đã sửa đổi D'

1 Sort $SHUI$ in decreasing order of $u(S_i)$;
2 **foreach** ($S_j \in SHUI$) **do**
3 $diffu = u(S_j) - minutil + 1$.
4 Find set of sensitive transaction ST support S_i.
5 **while** ($diffu > 0$) **do**
6 Find i_{vic} by *Definition 10.*
7 $diu = \left\lceil \frac{diffu}{eu(i_{vic})} \right\rceil$
8 Calculate factor $\alpha = diu \times \frac{eu(i_{vic})}{sum(i_{vic})}$,
where $sum(i_{vic}) = \sum_{T_q \in ST} u(i_{vic}, T_q)$
9 **for each** $T_q \in ST$ **do**
10 Modify the quantity of i_{vic}.
11 $iu(i_{vic}) = \begin{cases} iu(i_{vic}) - iu(i_{vic}) \times \alpha \; if \; \alpha < 1 \\ 1 \; if \; \alpha \geq 1 \end{cases}$
12 Modify $diffu$.
13 Update (D);

Ví dụ minh họa:

Với cơ sở dữ liệu được đưa ra trong bảng 1.10, bảng 1.11 và ngưỡng độ hữu ích tối thiểu là minutil = 250, chúng ta có thể khai thác tất cả các tập mục có độ hữu ích cao HUI được trình bày trong bảng 1.12.

Bảng 1.10: Cơ sở dữ liệu giao tác

TID	Transaction (Item, InUtility)
T1	(a,10),(b,2),(e,5)
T2	(c,4), (d,2), (e,7), (f,15)
T3	(b,15), (c,15), (e,1), (f,1)
T4	(a,5), (b,4), (c,20), (d,2), (e,5)
T5	(b,25), (c,15)
T6	(a,15), (e,7), (f,15)
T7	(a,25), (c,15), (d,40)
T8	(b,15), (d,35), (e,3)
T9	(a,5),(b,10),(c,20),(d,30),(e,2),(f,3)

Bảng 1.11: Bảng lợi nhuận

Item	a	b	c	d	e	f
Profit	7	2	1	1	5	10

Bảng 1.12: Bảng HUI

$minutil = 250$

HID	Itemset	Utility
1	ef	425
2	a	422
3	acd	372
4	aef	367
5	ae	342
6	f	340
7	af	322
8	ad	317
9	ac	300
10	cdef	281
11	cef	279
12	def	257

Giả sử các tập mục nhạy cảm cần ẩn là SHUI = {ae, ef, aef}

Dòng 1: Sắp xếp theo thứ tự giảm dần của u(S_j): SHUI = {ef (425), aef (367), ae (342)}

Dòng 2: chọn ẩn S_1 = {ef}

Dòng 3: tính toán $diffu = u(\text{ef}) - minutil + 1 = 425 - 250 + 1 = 176$

Dòng 4: Tìm tập các giao tác nhạy cảm hỗ trợ S_1 như: ST = {T2, T3, T6, T9}.

Dòng 5: diffu > 0

Dòng 6: Tìm mục i_{vic} cần sửa đổi: Có 2 mục e và f.

Mục e có trong các tập mục nhạy cảm: {ae}, {ef} và {aef}.

Mục f có trong các tập mục nhạy cảm: {ef} và {aef}.

Vì vậy, chọn mục e để sửa đổi vì nó nằm trong số các tập mục nhạy cảm nhiều nhất.

Dòng 7: Tính toán các mục e phải giảm để ẩn các tập mục nhạy cảm S_1 = {ef} như:

$$diu = \left\lceil \frac{diffu}{eu(e)} \right\rceil = \left\lceil \frac{176}{5} \right\rceil = 36$$

Dòng 8: Tính hệ số α cho mục e.

$$sum(e) = u(e,T2) + u(e,T3) + u(e,T6) + u(e,T9) = 35 + 5 + 35 + 10 = 85$$

$$\alpha = diu \times \frac{eu(e)}{sum(e)} = 36 \times \frac{5}{85} = 2.12 > 1$$

Dòng 11: Vì α > 1, thuật toán IEHSHUI điều chỉnh số lượng mục e trong giao tác T2, T3, T6, T9 đến giá trị 1 (không cho về 0)

Số mục e trong T2 là 7 --> giảm mất 6 (Còn lại 1)

Số mục e trong T3 là 1 --> giữ nguyên

Số mục e trong T6 là 7 --> giảm đi 6 (Còn lại 1)

Số mục e trong T9 là 2 --> giảm 1 (Còn 1)

Vậy số lượng mục e đã giảm là: 6 + 0 + 6 + 1 = 13, Mà profit(e)=5 Vậy đã giảm độ hữu ích đi: 13x5 = 65

Dòng 12: cập nhật các giá trị: Độ hữu ích của tập mục nhạy cảm S_1 = {ef}, giảm xuống còn lại là: u(ef) = 425 – 65 = 360.

Cập nhật: diffu = 360 – 250 + 1 = 111

Dòng 13: Cập nhật lại cơ sở dữ liệu

Vì diffu > 0 tiếp tục quay lại dòng 5, 6. Thuật toán IEHSHUI chọn mục f để sửa đổi.

Dòng 7: Tính toán số lượng mục f cần phải giảm để ẩn tập mục nhạy cảm S_1 = {ef} thì:

$$diu = \left\lceil \frac{diffu}{eu(F)} \right\rceil = \left\lceil \frac{111}{10} \right\rceil = 12$$

Dòng 8: Tính hệ số α cho mục f

$$sum(F) = u(F,T2) + u(F,T3) + u(F,T6) + u(F,T9) = 150 + 10 + 150 + 30 = 340$$

$$\alpha = diu \times \frac{eu(F)}{sum(F)} = 12 \times \frac{10}{340} = 0.35$$

Vì α = 0.35 < 1. Tính số mục f phải giảm trong các giao tác T2, T3, T6, T9 như sau:

Số mục f phải giảm trong T2 là 15 * 0.35 = 5

Số mục f phải giảm trong T6 là 15 * 0.35 = 5

Số mục f phải giảm lại trong T9 là 3 * 0.35 = 1

Tổng số mục f cần phải giảm để ẩn {ef} là: 12

Vậy số mục f phải giảm trong T3 là 12 – 5 – 5 - 1 = 1

Nhưng số mục f trong T3 chỉ là 1, vì vậy khi giảm một mục f khỏi giao tác T3, nó được coi là loại bỏ mục f khỏi giao tác T3. Do đó, T3 sẽ không hỗ trợ tập mục nhạy cảm {ef}. Độ hữu ích của tập mục {ef} phải giảm đi u(ef, T3) khi f bị loại bỏ khỏi giao tác T3.

Cập nhật lại các giá trị: u(ef) = 360 - 5*10 – 5*10 – 1*10 – u(ef,T3) = 360 -110 - 15= 235 < $minutil$ = 250

Như vậy mục tập mục S_1 = <ef> đã được ẩn thành công.

Diffu = 235 - 250 + 1 = -14 < 0

Dòng 13: cập nhật lại cơ sở dữ liệu.

Làm tương tự để ẩn các tập mục nhạy cảm S_2 = <ae> và S_3 = <aef>. cuối cùng Thuật toán đề xuất của IEHSHUI ẩn tất cả các tập mục nhạy cảm và ẩn nhầm 5 tập mục không nhạy cảm, đó là < f >, < af >, < cdef>, < cef > và < def >.

Do đó, trong thuật toán đề xuất IEHSHUI, có thể sửa đổi nhiều giao tác tại cùng thời điểm và nhanh chóng ẩn các tập mục nhạy cảm. Trong phần 4, thực nghiệm sẽ so sánh và đánh giá thuật toán đề xuất IEHSHUI với thuật toán EHSHUI trong [4].

3.3. Kết luận Chương 3

Như vậy, với thuật toán đề xuất, có thể ẩn nhầm tập mục không nhạy cảm ít hơn, sự thay đổi về cơ sở dữ liệu trước và sau khi sửa đổi cũng có thể ít hơn. Về giá trị độ hữu ích của toàn bộ cơ sở dữ liệu có thể ít hơn so với thuật toán EHSHUI. Để có cơ sở đánh giá khách quan hơn, thuật toán đề xuất được chạy thực nghiệm trên cơ sở dữ liệu thực tế và được trình bày trong Chương 4.

CHƯƠNG 4: THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ

4.1. Môi trường thực nghiệm và dữ liệu sử dụng

Thực nghiệm được thực hiện trên máy tính Intel ® Core™ i7 CPU 2.00 GHz, RAM 8GB chạy trên Windows 10. Các thuật toán được thực hiện bằng ngôn ngữ Java. Cơ sở dữ liệu thử nghiệm thu được trên trang web http://www.philippefournier-viger.com/spmf/index.php?link=datasets.php có các đặc điểm sau trong Bảng 4.1:

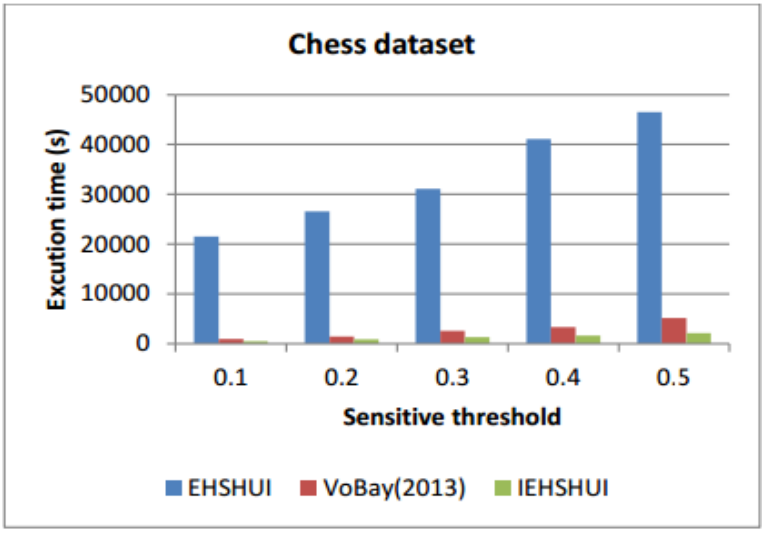
Bảng 4.1: Cơ sở dữ liệu dùng cho thực nghiệm

Cơ sở dữ liệu giao tác	Số giao tác	Số lượng mục
Chess	3196	75
Mushroom	8124	120

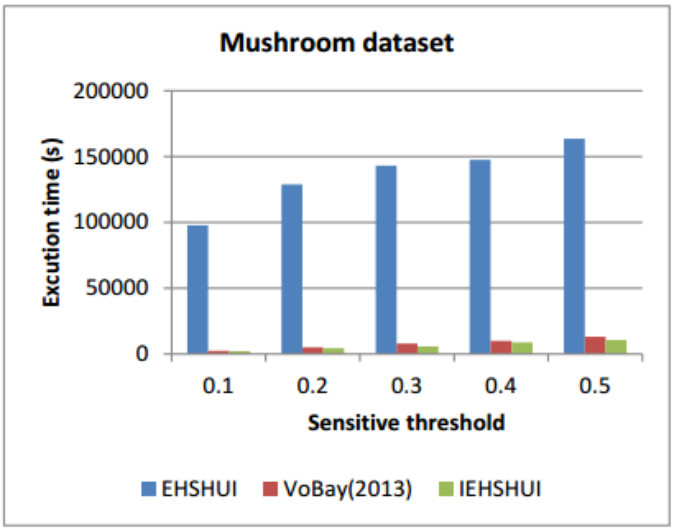
Luận văn thêm ngẫu nhiên số lượng cho các mục trong mỗi giao tác các giá trị trong phạm vi [1-10] bằng cách sử dụng phân phối đồng đều và giá trị lợi nhuận của mỗi mặt hàng trong cơ sở dữ liệu cũng được tạo ngẫu nhiên.

4.2. Kết quả thực nghiệm

Trong phần này, luận văn đã so sánh thuật toán đề xuất IEHSHUI với các thuật toán EHSHUI [4] và thuật toán (VoBay2013) [14] về thời gian thực hiện và sử dụng bộ nhớ. Thực nghiệm được chạy 50 lần, sau đó lấy giá trị trung bình. Số lượng các tập mục nhạy cảm được chọn ngẫu nhiên lần lượt là 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 và 0.5 trên số tập mục có độ hữu ích cao (HUI).



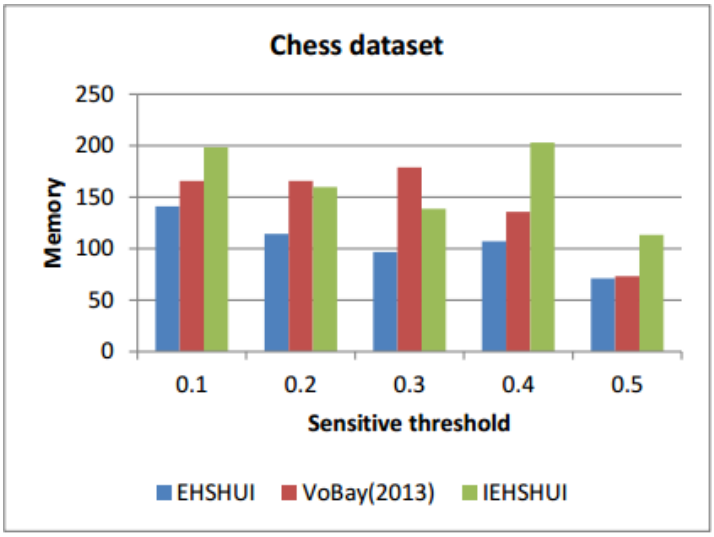
Hình 4.1: So sánh thời gian thực hiện trên tập dữ liệu Chess



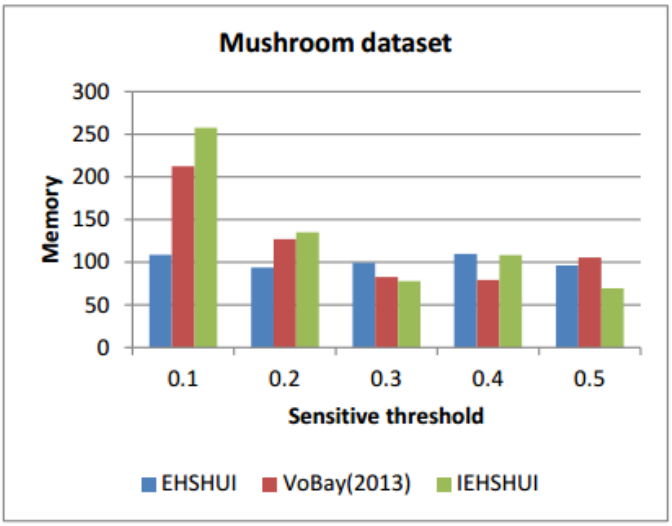
Hình 4.2: So sánh thời gian thực hiện trên tập dữ liệu Mushroom

Hình 4.1 và Hình 4.2 cho thấy rằng thuật toán đề xuất IEHSHUI là hiệu quả nhất về mặt thời gian thực hiện trên cả cơ sở dữ liệu Chess và Mushroom. Thuật toán IEHSHUI nhanh hơn thuật toán EHSHUI trong [4] nhiều lần vì thuật toán IEHSHUI sửa đổi nhiều giao tác cùng một lúc để ẩn thông tin nhạy cảm. Thuật toán EHSHUI trong [4] sửa đổi mỗi lần một giao tác.

Hình 4.3 và Hình 4.4 cho thấy việc sử dụng bộ nhớ của thuật toán đề xuất IEHSHUI nhiều hơn các thuật toán khác. Điều này là do thuật toán đề xuất phải lựa chọn mục cần sửa đổi



Hình 4.3: So sánh việc sử dụng bộ nhớ trên tập dữ liệu Chess



Hình 4.4: So sánh việc sử dụng bộ nhớ trên tập dữ liệu Mushroom

4.3. Kết luận Chương 4

Luận văn đã đề xuất được một thuật toán IEHSHUI để bảo vệ các tập mục nhạy cảm một cách hiệu quả dựa trên chiến lược lựa chọn tập mục nhạy cảm hợp lý và mục sửa đổi. Kết quả thử nghiệm cho thấy thuật toán IEHSHUI hiệu quả hơn EHSHUI [4] và thuật toán [14] về thời gian thực hiện. Hướng nghiên cứu tiếp theo, tác giả tiếp tục cải tiến thuật toán và thử nghiệm thuật toán đề xuất trên các cơ sở dữ liệu giao tác khác và so sánh với các thuật toán khác để đánh giá hiệu quả và hiệu suất trên các phép đo khác.

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Luận văn đã đề xuất được một thuật toán IEHSHUI để bảo vệ các tập mục nhạy cảm một cách hiệu quả dựa trên chiến lược lựa chọn tập mục nhạy cảm hợp lý và mục sửa đổi. Kết quả thử nghiệm cho thấy thuật toán IEHSHUI hiệu quả hơn EHSHUI [4] và thuật toán [14] về thời gian thực hiện.

Trong tương lai, tiếp tục nghiên cứu, cải tiến và thử nghiệm thuật toán đề xuất trên các cơ sở dữ liệu giao tác khác và so sánh với các thuật toán khác để đánh giá hiệu quả và hiệu suất trên các phép đo khác.

CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

[1] Chien, N.K. and D.T.K. Trang. *An Improved Algorithm to Protect Sensitive High Utility Itemsets in Transaction Database*. in *International Conference on Nature of Computation and Communication*. 2021. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92942-8_9.