УДК 004.8

Дичук В.Ю.
Кондратенко Н.Р.

ІНТЕРВАЛЬНІ НЕЧІТКІ МОДЕЛІ ТИПУ-2 ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ІНФОРМАЦІЇ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

Анотація

Робота присвячена використанню інтервальних нечітких моделей на основі нечітких множин типу-2 для розв'язання задач оцінювання рівня безпеки інформації комп'ютерних систем.. Проведено теоретичне та експериментальне дослідження у ході якого була представлена методика побудови інтервальних нечітких моделей, що дозволяють визначати рівень безпеки інформації за допомогою експертів..

Ключові слова: *нечіткі множини типу-2, інтервальні нечіткі моделі, рівень безпеки інформації, точка зору експертів.*

Abstract

The work is devoted to the use of interval fuzzy models based on type-2 fuzzy sets to represent the tasks of assessing the level of information security of computer systems. Theoretical and experimental research was conducted, during which a methodology for constructing interval fuzzy models was presented, which allow determining the level of information security with the help of experts.

Keywords: *fuzzy sets of type-2, interval fuzzy models, information security level, expert point of view.*

Вступ

Стан безпеки інформації – найважливіша характеристика КС, від якої значною мірою залежить рівень довіри користувача до наданих системою функцій і ресурсів. Сучасні методи оцінювання рівня захисту комп'ютерної системи вказують на зв'язок з логіко-лінгвістичними технологіями [1]. Поширеною є думка, що при визначенні захищеної комп'ютерної системи треба притримуватись точки зору, що безпека є якісною характеристикою системи [2]. В багатьох роботах, де розглядаються сучасні методи оцінювання рівня безпеки інформації комп'ютерної системи, пропонується притримуватись точки зору експертів [2,3] . В цьому випадку виникають труднощі відносно її вимірювання в будь-яких одиницях, і тоді рішення стосовно стану безпеки приймає експерт чи група експертів. Але потрібно враховувати той факт, що прийняття рішень стосовно безпеки залежить від суб'єктивних тверджень експерта, тому використання нечітких множин типу-2 стосовно прийняття рішень в галузі безпеки є доцільним.

Результати дослідження

За допомогою логіко-лінгвістичного підходу та операцій нечіткої арифметики [3] представлено інтервальні нечіткі моделі для оцінювання рівня безпеки інформації в комп'ютерних системах. Експертам надається право запропонувати нечіткі еталони, які відображають лінгвістичну зміну «Рівень безпеки» і які є зразком для порівняння нечітких чисел, а також скласти експертний запит користувачам .За експертним запитом користувачі дають оцінку рівня безпеки інформації в рамках певних інтервалів, що теж запропоновані експертами. Нечіткі еталони представлено наступними термами:

$T = \{T_1, T_2, T_3, T_4, T_5\}$

з відповідними назвами «Низький» (Н), «Нижче середнього» (НС), «Середній» (С), «Вище середнього»(ВС),«Високий»(В).

Число еталонів $L = 5$, шкала для всіх 0 – 4. Графічне подання еталонів подано на рисунку 1,

Побудова еталонів для вказаних термів базується на таких нечітких множинах:

Н = {1/0, 0,5/1, 0,2/2, 0,1/3, 0,06/4};

НС = {0,5/0, 1/1, 0,5/2, 0,2/3, 0,1/4};

С = {0,1/0, 0,2/1, 0,5/2, 1/3, 0,5/4};

ВС = {1/0, 0,5/1, 0,2/2, 0,1/3, 0,06/4};

В = {0,06/0, 0,1/1, 0,2/2, 0,5/3, 1/4}.

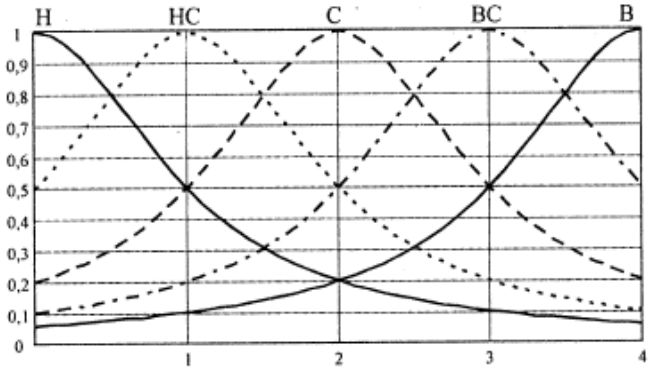

Рисунок 1. Графічне подання еталонних НЧ

Оскільки оцінювання користувачами стану системи залежить від багатьох факторів, які вносять невизначеність у вхідні дані моделі та можуть суттєво вплинути на результати обчислень, будуємо нечітку модель на інтервальних нечітких множинах типу-2. Для проведення розрахунків вводиться діапазон $\left[\underline{X}_j, \overline{X}_j\right]$, ($j$=1…$n$). Це зміни параметра X^*_j, нижня межа якого 0, верхня дорівнює N_j – максимально можлива кількість балів за компонентами запиту. Значення X^*_j відображається на множину еталонних нечітких чисел U = [0, L-1], де L – кількість еталонів.

$$U_j^* = (L-1)\frac{X_j^* - \underline{X}_j}{\overline{X}_j - \underline{X}_j}$$

Далі відбувається розрахунок функції належності, де i = 1…L, за співвідношенням

$$\mu_i^j\left(U_j^*\right) = \left[\frac{1}{1+\left(U_j^* - i + 1\right)^2}\right]^{PN_j \times n}$$

Значення PN_j відповідає коефіцієнту важливості, який обчислюється за оцінками експертів для кожної компоненти наданого експертного запиту (j змінюється від одиниці до n). Значення рівня захисту в системі буде визначатися за допомогою логічного виразу [3]:

$$\mu_S(X_j^*) = \bigvee_{i=1}^{L} \bigwedge_{j=1}^{n} \mu_i^j, \text{ де i=1.}$$

Подамо розрахунки рівня безпеки інформації на основі інтервальної нечіткої моделі. Оцінювання користувачами (число користувачів 10) стану комп’ютерної системи за результатами опитування за запитом мають вигляд (Таблиця 1, де М – математичне сподівання, σ – середне квадратичне відхлення).

Таблиця 1.

Запит експертів	1	2	3	4	5	….	10	M	M+σ	M-σ
1	1	3	1	1	2	….	2	1.52	1.08	1.92
2	2	4	4	3	2	….	4	3.61	2.94	4.02
3	2	3	4	2	2	….	2	2.2	1.51	2.51
4	4	3	4	4	2	….	4	3.63	3.21	4.02

Проведені розрахунки зведено в таблицю 2. Отримані значення показника рівня безпеки, яке

розраховується за наступною формулою. $\mu_S(X_j^*) = \bigvee_{i=1}^{L} \bigwedge_{j=1}^{n} \mu_i^j$, дорівнює [0.45, 0.62], що позначено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Отримані результати

Номер компоненти запиту	U_j^*, $j=\overline{1,4}$		$\mu_1^j(U_j^*)$		$\mu_2^j(U_j^*)$		$\mu_3^j(U_j^*)$		$\mu_4^j(U_j^*)$		$\mu_5^j(U_j^*)$	
1	1.43	2.35	0.03	0.14	0.22	0.42	0.61	0.62	0.12	0.74	0.03	0.12
2	2.37	3.23	0.04	0.08	0.10	0.23	0.40	0.81	0.65	0.96	0.18	0.4
3	0.58	1.01	0.56	0.80	0.89	0.99	**0.45**	**0.62**	0.24	0.30	0.15	0.18
4	3.20	4.00	0.47	0.53	0.55	0.63	0.65	0.76	0.84	0.99	0.88	0.94

Висновки

Вхідні дані запропонованої моделі отримують шляхом опитування відповідно до експертного запиту. Компоненти запиту попередньо ранжуються через визначення коефіцієнтів важливості. Отримані результати свідчать про те, що для прийняття рішення вибирається нечіткий терм «Середній»,з інтервалом [0.45,0.62], що і визначає рівень безпеки інформації системи за умов врахування знань експертів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Mendel J. M. Advances in Type-2 Fuzzy Sets and Systems/ J. M. Mendel // Information Sciences. – 2007. – Vol. 177. – P. 84–110.*
2. Юрій Баришев, Наталія Кондратенко, Віталій Казміревський, Тетяна Кирилащук. Нечіткі множини типу-2 в задачах моделювання та оцінювання станів критичних систем з недовизначеними вхідними даними та використанням експертів // Інформаційні технології та комп`ютерна інженерія. − 2023. − Том 57. №2. − С. 13-24.
3. Кондратенко Н.Р., Остапенко-Боженова А.В. Розділи дискретної математики для задач захисту інформації:навч. посіб. Вінниця: ВНТУ. 2022. 87с.

Дичук Віктор Юрійович – студент групи 1БС-22б, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Кондратенко Наталія Романівна - к.т.н, професор кафедри захисту інформації. Вінницький національний технічний університет.

Dichuk Victor Y.– Department of Information Technology and Computer Engineering , Vinnytsya National Technical University, Vinnytsia.

Kondratenko Natalia Romanivna - Ph.D., professor of Information Protection, Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia