

УДК:004.9

Н.О. ІВАНЧЕНКО

Київський національний університет технологій та дизайну

**МЕТОДОЛОГІЯ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ
ПІДПРИЄМСТВА**

У статті розглянуто байесовські інтелектуальні вимірювання стану економічної безпеки підприємства. Розкрито методологію байесовського інтелектуального вимірювання стану економічної безпеки підприємства, при якому отримання обґрунтованих рішень СППР використовується байесовський та вимірювальний підхід

Ключові слова: інтелектуальне вимірювання, економічна безпека, моніторинг

Складність формалізації і трудомісткості вирішення задачі забезпечення економічної безпеки підприємства (ЕКБП), вимоги повноти, об'єктивності, достовірності і високої швидкості отримання результатів, з однієї сторони, і значних потужних технічних засобів отримання, перетворення і відображення різних видів інформації з іншої – обумовили появу нового напрямку – інтелектуальних інформаційних систем (ИС).

Інформаційні технології, методики вимірювання на основі інтелектуалізації вимірювань і засобів реалізації їх у вигляді систем підтримки прийняття рішень (СППР) та інтелектуально інформаційно-вимірювальних комплексів являються перспективним інформаційно-технічним середовищем для ефективного вирішення вимірювальних задач моніторингу стану ЕКБП в умовах апіорної невизначеності.

Однак володіння необхідною інформацією про ЕКБП є корисним, але не достатнім для прийняття рішень. Така проблема може бути вирішена тільки на основі застосування математичних методів, які впроваджені в сучасні СППР.

Сучасна діяльність підприємства пов'язана з необхідністю приймати рішення різної складності. Необхідність врахування при прийнятті рішення щодо забезпечення ЕКБП великої кількості політичних, економічних, соціальних і моральних факторів значно ускладнюють задачу вибору правильного варіанту рішення. В першу чергу, це пов'язано з необхідністю добування потрібної для прийняття рішення інформації. У цьому відношенні суттєву допомогу надають сучасні інформаційні системи.

Об'єкти та методи дослідження

Розвитку концепції інтелектуальних вимірювань приділяли увагу такі вчені: Д.Д. Недосекін [2], С.В. Прокопчина [3], А.М. Аверкін [4], Б.П. Савчук [5] та інші. При цьому багато уваги приділяється методології інтелектуальних вимірювань заснованій на регуляризовому байесовському підході. У зв'язку з цим виникла необхідність у застосуванні цього підходу для побудови адаптивної системи моніторингу ЕКБП.

Постановка проблеми

Розкрито методологію байесовського інтелектуального вимірювання стану ЕКБП, при якому для отримання обґрунтованих рішень в СППР використовується байесовський та вимірювальний підхід.

Результати та їх обговорення

Регуляризований байесовський підхід представляє собою модифікацію байесовського підходу до отримання рішень та завдань забезпечення ЕКБП в умовах значної апіорної невизначеності з врахуванням принципів єдності вимірів в процесі формування рішень.

Основними принципами байесовських інтелектуальних вимірювань стану ЕКБП є:

- інтеграція різної по формі представлення інформації про економічну безпеку з метою підвищення або досягнення потрібної якості результату;
- метрологічне обґрунтування отриманих рішень забезпечення економічної безпеки у вигляді кількісних показників міри апостеріорної невизначеності;
- реалізація принципу саморозвитку моделей забезпечення економічної безпеки і середовища їх функціонування на основі адаптації структур шкал з динамічними обмеженнями щодо властивостей об'єктів.

При байесовському підході оцінки рівня ЕКБП міра достовірності кожного з фактів бази знань про економічну безпеку підприємства оцінюється вірогідністю яка приймає значення в діапазоні від 0 до 1 [7].

Вірогідність початкових фактів визначають або методом статистичних випробувань, або досвідом експертів. Вірогідність висновків визначають на основі правила Байеса для обчислення апостеріорної умовної вірогідності $p(H|E)$ порушення безпеки H за умови, що відбулася подія (загроза) E :

$$p(H | E) = \frac{p(E, H)}{p(E)}, \quad (1)$$

де $p(E)$ – безумовна (апріорна) вірогідність порушення безпеки E ; $p(E, H)$ – сумісна вірогідність події E і гіпотези H .

Сумісна вірогідність $p(E, H)$ дорівнює добутку безумовної вірогідності гіпотези $p(H)$ на умовну вірогідність того, що порушення безпеки E має місце, якщо спостерігається гіпотеза H порушення безпеки:

$$p(E, H) = p(H) * p(E | H). \quad (2)$$

Звідси отримуємо, що апостеріорну вірогідність $p(H | E)$ можна обчислити за допомогою формули:

$$p(H | E) = \frac{p(H) * p(E | H)}{p(E)}. \quad (3)$$

Байесовській метод визначення показників ЕКБП передбачає побудову остаточних правил на основі статистичних властивостей класів. Нехай \vec{x} - вектор ознак ЕКБП, відповідний k_i класу станів ЕКБП. Апріорна вірогідність реалізації класу k_i дорівнює $P(k_i)$. Задача полягає в тому, щоб віднести вхідний вектор \vec{x} до одного з відомих класів економічної безпеки з мінімальною помилкою. Вважається, що адаптивна система моніторингу (АСМ) економічної безпеки припускається помилки, якщо відносить до класу k_j стан ЕКБП, що насправді належить класу k_i .

Якщо в результаті вимірювань визначити $p(\vec{x} | k_i)$ - щільність розподілу вектора \vec{x} за умови, що він належить класу k_i , то відповідно до теореми Байеса:

$$p(k_i | \vec{x}) = \frac{p(\vec{x} | k_i) P(k_i)}{\sum_{j=1}^M p(\vec{x} | k_j) P(k_j)}, \quad (4)$$

де M – число класів. Вираз визначає вірогідність того, що спостережуваний вектор \vec{x} стану ЕКБП належить класу k_i

Аналізуючи значення $p(k_i|\vec{x})$, можна винести рішення про віднесення вимірюваного вектора до того або іншого класу економічної безпеки. Рішення про віднесення вектора \vec{x} до класу k_i можна вважати підтвердженим, якщо для будь-кого j виконується умова:

$$p(k_i|\vec{x}) \geq p(k_j|\vec{x}), \quad \forall j \neq i. \quad (5)$$

З формул (4) (5) слідує байесовське вирішальне правило АСМ визначення стану ЕКБП за формулою:

$$p(\vec{x}|k_i)P(k_i) \geq p(\vec{x}|k_j)P(k_j), \quad \forall j \neq i \quad (6)$$

У окремому випадку, коли апіорна вірогідність реалізації класів дорівнює (тобто $P(k_j) = P(k_i)$), вирішальне правило максимальної правдоподібності записується у вигляді :

$$p(\vec{x}|k_i) \geq p(\vec{x}|k_j) \quad \forall j \neq i \quad (7)$$

$$\text{або} \quad \frac{p(\vec{x}|k_i)}{p(\vec{x}|k_j)} \geq 1, \quad \forall j \neq i \quad (8)$$

А функція $p(\vec{x}|k_i)$ є функцією правдоподібності, а правило (8) – правилом максимальної відповідності.

Введемо в розгляд функцію втрат $c(k_i, k_j)$, яка характеризує витрати (ризик), що виникають при помилковому віднесенні стану ЕКБП, що належить до класу k_i до класу k_j . Математичне очікування втрат, пов'язаних з віднесенням вектора \vec{x} до класу k_j , визначається з виразу:

$$R_j(\vec{x}) = \sum_{i=1}^M c(k_i, k_j) p(k_i|\vec{x}). \quad (9)$$

Величина $R_j(\vec{x})$ є умовним середнім ризиком або умовними середніми втратами. Загальні середні втрати при виборі класу k_j дорівнюють:

$$R_j = \int_x R_j(\vec{x}) p(\vec{x}) d\vec{x}, \quad (10)$$

де x - область визначення \vec{x} .

Мінімізація середнього ризику зводиться до мінімізації $R_j(\vec{x})$. Для функції втрат, що визначаються за формулою:

$$c(k_i, k_j) = 1 - \delta_{ij}, \quad (11)$$

де $\delta_{ij} = 1$ при $i=j$, і $\delta_{ij} = 0$ при $i \neq j$.

Таке визначення функції втрат встановлює втрати, які дорівнюють нулю при правильній класифікації і одиниці при помилковій класифікації. Відзначимо, що в цьому випадку втрати однакові при будь-яких неправильних класифікаціях. Підставивши (10) в (8), одержимо наступну формулу:

$$R_j(\vec{x}) = \sum_{i=1}^M (1 - \delta_{ij}) p(k_j | \vec{x}) = \sum_{i=1}^M p(k_j | \vec{x}) - \sum_{i=1}^M \delta_{ij} p(k_j | \vec{x}) = 1 - p(k_j | \vec{x}) \quad (12)$$

Мінімум $R_j(\vec{x})$ досягається у тому випадку, коли $p(k_j | \vec{x})$ або $p(\vec{x} | k_j) * P(k_j)$ мають максимальні значення. Таким чином, використання байєсовського правила (6) забезпечує мінімізацію (10) для випадку функції втрат наведеного вигляду. Вираз (11) відноситься до випадку фіксованої функції втрат, що має рівні значення при віднесенні об'єкту до будь-якого помилкового класу.

Структурна схема АСМ ЕКБП, що функціонує на основі правила (5), зображена на рис.1 [1].

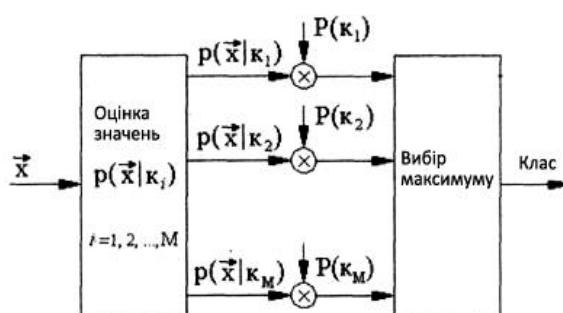


Рис.1. Структурна схема системи АСМ ЕКБП

Якщо функції втрат характеризується різними значеннями при віднесенні стану ЕКБП до того або іншого помилкового класу, то застосовується вирішальне байєсовське правило вигляду:

$$R_i(\vec{x}) < R_j(\vec{x}), \quad \forall i \neq j \quad (13)$$

Конкретизуємо даний вираз для випадку двох станів $M=2$. Тоді:

$$R_1(\vec{x}) = C(1,1)p(\vec{x} | k_1)P(k_1) + C(2,1)p(\vec{x} | k_2)P(k_2)$$

$$R_2(\vec{x}) = C(1,2)p(\vec{x} | k_1)P(k_1) + C(2,2)p(\vec{x} | k_2)P(k_2)$$

Підставивши значення $R_1(\vec{x})$ і $R_2(\vec{x})$ в (12), одержимо

$$(C(2,1) - C(2,2))p(\vec{x} | k_2)P(k_2) < (C(1,2) - C(1,1))p(\vec{x} | k_1)P(k_1)$$

Оскільки звично $C(k_i, k_j) > C(k_i, k_i)$, то з останнього виразу виходить, що вектор \vec{x} належить класу k_j , якщо:

$$L_{12}(\vec{x}) = \frac{p(\vec{x} | k_1)}{p(\vec{x} | k_2)} > \frac{(C(2,1) - C(2,2))P(k_2)}{(C(1,2) - C(1,1))P(k_1)} \quad (14)$$

Права частина виразу (14) є деяким пороговим значенням. Позначимо його через θ_{12} . Вектор стану ЕКБП \vec{x} відноситься до класу k_1 якщо виконується умова $L_{12}(\vec{x}) > \theta_{12}$.

Використання байєсовського підходу до рішення задачі класифікації вимагає знання апріорної вірогідності появи станів ЕКБП $P(k_i)$, щільності розподілу вірогідності для кожного з станів $p(\vec{x} | k_i)$ а також відповідних значень функцій втрат.

Висновки

Дослідження показали, що треба використовувати інтелектуальні виміри стану ЕКБП в адаптивних системах моніторингу. Основна проблема використання байєсовського класифікатора, пов'язана з необхідністю відновлення щільності розподілу вірогідності. В тих випадках, коли єдиними відомими параметрами щільності розподілу є математичне очікування і дисперсія, доцільно використовувати нормальний розподіл. Процес навчання при цьому зводиться до оцінювання вказаних параметрів щільності розподілу вірогідності по навчальній вибірці.

Список використаної літератури:

1. Ту Дж. Принципы распознавания образов / Дж. Ту, Р. Гонсалес. – М. : Мир, 1978. – 411 с.
2. Недосекин Д.Д., Прокопчина С.В., Чернявский Е.А. Информационные технологии интеллектуализации измерительных процессов. – СПб. : Энергоатомиздат, 1995. – 246 с.
3. Прокопчина С.В. Концепция байесовской интеллектуализации измерений в задачах сложных объектов // Новости искусственного интеллекта. 1997. №3. – С. 7–56.
4. Аверкин А.Н., Прокопчина С.В. Мягкие вычисления и измерения // Интеллектуальные системы. 1997. Т. 2. Вып. 1–4. С.91–113.
5. Когнитивная бизнес-аналитика: Учебник / Под науч. ред. д-ра техн. наук, проф. Н.М. Абдикеева. – М. : ИНФРА-М, 2011. – 511 с.
6. Бондарев В.Н. Искусственный интеллект: Учеб. Пособие для вузов / В.Н. Бондарев, Ф.Г. Аде. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2002. – 615 с.
7. Люгер, Джордж, Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем, 4-е издание.: Пер. с. англ.- М.: Издательский дом "Вильямс", 2005.– 864 с.

Стаття надійшла до редакції 23.12.2011

Методология построения системы мониторинга состояния экономической безопасности предприятия

Иванченко Н.А.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

В статье рассмотрены байесовские интеллектуальные измерения состояния экономической безопасности предприятия. Раскрыта методология байесовского интеллектуального измерения состояния экономической безопасности предприятия, при котором получение обоснованных решений СППР используется байесовский и измерительный подход.

Ключові слова: интеллектуальное измерение, экономическая безопасность, мониторинг.

Methodology of the monitoring system fiscal accounting

Kyiv National University of Technology and Design

The article deals with Bayesian intelligent measure of economic security. Solved methodology Bayesian predictive measure of economic security, in which a DSS informed decisions using Bayesian approach and measurement.

Keywords: predictive measurement, economic security, monitoring.