

ЩОДО ЗАДАЧ ОПЕРАТИВНОГО ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ВІЙСЬКОВОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ

Розглянуто забезпечення підвищення ефективності оцінювання стану військової безпеки держави.

Providing of increase of efficiency of evaluation of the state of military safety of the state is considered.

Ключові слова: оперативне оцінювання, безпека держави, математичний аналіз даних.

Одним зі шляхів підвищення ефективності оперативного оцінювання стану військової безпеки держави є забезпечення умови своєчасної підготовки та проведення останніх. В цьому разі дуже значущою виявляється умова своєчасності виявлення змін у стані безпеки держави та здатності своєчасно враховувати вплив нових загроз, прояв яких до цього не спостерігався. Тому, така задача як оцінка стану державної безпеки на основі поточного моніторингу переліку та рівнів загроз безпеці в умовах обмежених вибірок даних поточного спостереження є актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми.

До сьогодні проблема державного кордону України не є остаточно врегульованою. Незабезпечення необхідного рівня безпеки державних кордонів несе загрозу національній безпеці, сприяє зростанню міжнародної злочинності, контрабанди, нелегальної еміграції.

Відомі методичні підходи до аналізу і оцінки рівня національної безпеки та її складових використовують схожі методики багатовимірного порівняльного аналізу, які в основному ґрунтуються на методах таксономії з елементами факторного аналізу, як це викладено, наприклад, в [1].

Наведений приклад також може слугувати і для встановлення «вузьких» місць даного сімейства методик. Так, методика побудована на основі ієрархічної схеми об'єктів (аспектів) – показників (властивостей), що змушує дослідника складати не вектор, а матрицю вхідних даних. Рекомендації щодо оцінки чисельних значень елементів матриці виходять за межі методики. Ще одним «вузьким» місцем є використання нечітких понять, як наприклад «найбільша відстань між показниками, що розташовані поблизу один одного». Величина «поблизу» є вербальною змінною, тому порядок її врахування в методиці здатен значно вплинути на результат розрахунків. Такі місця привносять до методики помітну частку суб'єктивізму, чим збільшують залежність результатів застосування методики від кваліфікації виконавця.

Для зменшення обсягу вхідних даних для оцінки рівня національної безпеки та підвищення об'єктивності і оперативності пропонується наступний апарат оцінки рівня безпеки.

Формулювання цілей статті. Метою даної статті є визначення порядку математичного аналізу вхідних даних, якими виступають оцінки рівнів загроз державної безпеки, з ціллю встановлення рівня безпеки державного кордону в цілому. При цьому математичний апарат оцінки повинен бути гнучким до переліку загроз безпеці кордону за умови забезпечення оперативної оцінки поточного стану рівня державної безпеки. За таких умов важливою є вимога забезпечення працездатності формальних методів за короткими обмеженими вибірками даних спостереження.

Виклад основного матеріалу. Змістовна постановка задачі, базуючись на результатах роботи [2, 3], полягає у навчанні розпізнаванню образів та здійснюється наступним чином. Є деяка множина спостережень, які відносяться до p різних класів. Необхідно, використовуючи інформацію про спостереження та їх класифікацію, знайти таке правило, за допомогою якого можна було б з мінімальним числом помилок класифікувати нові спостереження.

З практичної сторони питання, класами спостережень можуть бути ситуації стану безпеки державного кордону. Так, наприклад, для двох класів: стан безпеки державного кордону погіршується; стан безпеки державного кордону покращується. Приклад для трьох класів: стан безпеки державного кордону погіршується; стан безпеки державного кордону залишається без змін; стан безпеки державного кордону покращується. Очевидно, що кількість класів може бути довільною та визначатися умовою однозначної класифікації поточної ситуації.

Будемо вважати, що спостереження задається вектором X , а його класифікація – числом W (W може приймати p значень: $0, 1, \dots, p-1$). Практично вектором спостережень буде вектор, компонентами якого виступатимуть чисельні оцінки рівнів загроз безпеці державного кордону. Розмірність вектора відповідатиме кількості загроз, що подаються до розгляду.

Таким чином, необхідно, маючи послідовність із l спостережень та класифікацій

$$x_1, w_1; \dots; x_l, w_l,$$

побудувати таке правило $w = F(x)$, яке з можливо найменшим числом помилок класифікувало б нові спостереження.

Для формалізації слова «помилка» вважається, що існує (хоча воно є невідомим) деяке правило Φ , що визначає для кожного вектора x класифікацію $w = \Phi(x)$, яку називають «істинною». Помилкою класифікації вектора x за допомогою правила $F(x)$ назвемо таку класифікацію, за якої $F(x)$ та $\Phi(x)$ не співпадають.

Щоб мати можливість використовувати математичний аналіз, будемо вважати, що правило $F(x)$ є однією із функцій деякої заданої множини функцій $\{F(x)\}$, а правило класифікації $\Phi(x)$ визначається умовною імовірністю $P(w|x)$.

Наступний, найбільш важливий крок у постановці задачі, спрямований на те, щоб придати точний зміст тому, як обираються спостереження, за якими будується правило для класифікації, та як обираються спостереження, за якими визначається якість побудованого правила.

Прийнято вважати, що на просторі векторів x існує невідома нам імовірнісна міра (в подальшому будемо позначати її щільністю $P(x)$). У відповідності до $P(x)$ випадково і незалежно з'являються ситуації x , які класифікуються за допомогою правила $P(w|x)$. Таким чином, визначається навчальна послідовність

$$x_1, w_1; \dots; x_l, w_l. \quad (1)$$

Для будь-якого правила $F(x)$ визначимо якість як імовірність різної класифікації за допомогою правила $F(x)$ та правила $P(w|x)$. Чим менша ця імовірність, тим вища якість. Формально якість вирішуючого правила можна записати у вигляді:

$$I(F) = \sum_{i=0}^{p-1} \int \Theta(F(x) - w_i) P(w_i|x) P(x) dx, \quad (2)$$

де

$$\Theta(z) = \begin{cases} 0, & z = 0 \\ 1, & z \neq 0 \end{cases}.$$

Зауважимо, що безпосередньо обчислити імовірність безпомилкової класифікації ми не можемо для жодного правила $F(x)$, так як щільності $P(x)$ та $P(w|x)$ нам не відомі.

Тим не менш, проблема полягає в тому, щоб, використовуючи вибірку (1), знайти у класі $\{F(x)\}$ таке правило, яке мінімізує функціонал (2).

Для зручності, в подальшому будемо вважати, що:

1) змінна w приймає тільки два значення: 0 та 1 (тобто ситуація X належить одному з двох класів); це обмеження не є принциповим, так як послідовним розділенням на два класи можна отримати розділення на будь-яке скінчене число класів;

2) клас індикаторних функцій $\{F(x)\}$, тобто функцій, що приймають два значення: 0 та 1, є параметричним $\{F(x, a)\}$ (тут a – параметр, що належить множині Λ , конкретне значення якого $a = a^*$ визначає конкретну функцію $F(x, a^*)$ класу $F(x, a)$; знайти потрібну функцію у класі – значить встановити потрібне значення параметра в класі; вивчення лише параметричного класу функцій ніяк не знижує загальності у заданні класу функцій, так як множина Λ довільна: вона може бути множиною скалярних величин, множиною векторів чи множиною абстрактних елементів);

3) функціонал (2) запишемо у вигляді

$$I(a) = \int (w - F(x, a))^2 P(x, w) dx dw, \quad (3)$$

де функцію $P(x, w) = P(w|x)P(x)$ будемо називати сумісною щільністю пар x, w , заданою на просторі X, Ω .

Таким чином, задача навчання розпізнаванню образів полягає у тому, щоб у класі індикаторних функцій $F(x, a)$ відшукати таку, яка б мінімізувала функціонал (3) в умовах, коли сумісна щільність $P(x, w)$ невідома, але задана імовірна і незалежна вибірка пар, отриманих відповідно до цієї щільності.

В основу алгоритмів навчання розпізнаванню образів, що розглядаються, покладено спеціальний метод відшукування вирішуючого правила, який базується на побудові розділяючої гіперплощини – метод узагальненого портрету.

Дві скінчених множини векторів: множина

$$X = x_1, \dots, x_a$$

та множина

$$\bar{X} = \bar{x}_1, \dots, \bar{x}_b$$

є розділеними орієнтованою гіперплощиною, якщо для деякого $k < 1$ існує такий вектор \mathbf{j} , що виконуються нерівності

$$x_i^T \mathbf{j} \geq 1, i = \overline{1, a}, \bar{x}_j^T \mathbf{j} \leq k, j = b. \quad (4)$$

Вочевидь, якщо існує вектор \mathbf{j} , для якого виконується нерівність (4), то існує і множина векторів \mathbf{j} , що задовольняють (4). Будемо шукати серед них мінімальний за модулем. Цей вектор був названий узагальненим портретом [4].

Серед однопараметричного (за параметром $k < 1$) сімейства векторів узагальненого портрету існує вектор \mathbf{j}_0 , що визначає такий напрямок, на якому проекції множин X та \bar{X} найбільше стоять одна від одної:

$$\mathbf{j}_0 = \arg \max_j \left[\min_{x_i \in X} x_i^T \mathbf{j} - \max_{\bar{x}_j \in \bar{X}} \bar{x}_j^T \mathbf{j} \right].$$

Цей вектор \mathbf{j}_0 ми будемо називати оптимальним, а отриману з його допомогою роздільну гіперплощину

$$x \mathbf{j}_0 = c_0,$$

де

$$c_0 = \frac{\min_{x_i \in X} x_i^T \mathbf{j}_0 + \max_{\bar{x}_j \in \bar{X}} \bar{x}_j^T \mathbf{j}_0}{2},$$

- оптимальною роздільною гіперплощиною. Оптимальна гіперплощина відділяє точки множини X (для цих точок $x \mathbf{j}_0 > c_0$) від точок множини \bar{X} (для цих точок $\bar{x} \mathbf{j}_0 < c_0$) та найбільш віддалена від елементів об'єднаної величини $X \cup \bar{X}$. Метою задачі є відшукування направляючого вектора \mathbf{j}_0 .

Порядок відшукування вектора наведено в [3], де задача побудови гіперплощини, що розділяє дві множини векторів, зводиться до відшукування максимуму виведеної квадратичної форми в додатному квадранті. Одним з найбільш ефективних алгоритмів максимізації недодатно визначеної квадратичної форми є метод спряжених градієнтів.

Висновки та перспективи подальших досліджень у даному напрямку. Таким чином, запропонована постановка задачі може знайти реалізацію за допомогою алгоритмів, побудованих з використанням чітких математичних методів, розглянутих при викладенні основного матеріалу. Реалізація даних алгоритмів за допомогою сучасних обчислювальних засобів дозволить оперативно враховувати зміни рівнів загроз державної безпеки кордону, вводити до розгляду додаткові загрози, що виникають наново, а також в результаті отримувати поточні оцінки стану безпеки державного кордону в цілому. Оперативне врахування зазначених змін повинно надати додатковий час на підготовку, планування та проведення заходів щодо реагування на загрози з метою посилення безпеки державного кордону.

Література

1. Косевцов В.О. Методичний підхід до аналізу і оцінки рівня національної безпеки та її складових / В.О. Косевцов, І.Ф. Зінько, О.М. Матвієвський // Наука і оборона. – 1995. – № 1. – С. 74–78.
2. Алгоритмы и программы восстановления зависимостей / [под ред. В.Н. Вапника]. – М. : Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1984. – 816 с.
3. Лантвойт О.Б. Інформаційне забезпечення комплексного керування захистом складних систем управління / О.Б. Лантвойт, С.П. Гришин, Я.Я. Винярський // Журнал «Сучасна спеціальна техніка». – К., 2011. – №2(25). – С. 112 – 117.
4. Вапник В.Н. Теорія розпознавання образів / В.Н. Вапник, А.Я. Червоненкіс. – М. : Наука, 1974.

Надійшла 22.9.2011 р.