

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ДО ПОБУДОВИ СИСТЕМ КЛАСИФІКАЦІЇ ОБРАЗІВ

Юрій Тесля

Інженерно-технологічний інститут. Україна, 257006, м. Черкаси, бульвар Шевченко, 460.

Тел.: (0472) 436-160. Факс: (0472) 422-165. Електронна пошта: cc@cc.cheti.cherkassy.ua

Викладено підхід до розробки систем класифікації образів, в основу якого покладено результати, отримані в теорії інформаційної взаємодії. Експериментально, та на прикладі створення та дослідної експлуатації системи природньомовного доступу до бази даних підтверджена можливість застосування математичної моделі інформаційної взаємодії для вирішення задач класифікації образів.

ВСТУП

Основні підходи в теорії розпізнавання образів базуються або на індуктивних методах, які включають в себе емпірику, або на абстрактно-математичних підходах, які в основному є областю використання сучасної математики. Але при цьому забувається, що методи розпізнавання образів - це методи "виробництва" нової інформації, інформації, яку не можна отримати безпосередньо з зовнішнього середовища. Інформаційна сутність задач розпізнавання образів дозволяє використовувати для їх рішення методи та підходи інформатики. Пропонується підхід до задач класифікації образів, в основі якого лежать результати, отримані в теорії інформаційної взаємодії [1-3].

1. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ТЕОРІЇ

До області досліджень теорії інформаційної взаємодії відносяться процеси несилової зміни інформаційного вмісту відмінних між собою об'єктів (об'єктів, що мають різну інформацію про що-небудь). Теорія базується на гіпотезі про адекватність законів інформаційної взаємодії деяким фізичним законам [2]. В її основі лежать визначення [1]:

1. Об'єкта інформаційної взаємодії (OIB), як позначення сутності дії.
2. Стану OIB, як позначення відмінності (неподільності) OIB.
3. Значення станів OIB: присутності (1) - OIB різні; відсутності (0) – OIB неподільні.
4. Міри інформаційної дії (тотожній нижче поданим в [...] фізичним величинам):

$$t = \frac{0.5}{\sqrt{p \cdot (1-p)}} \equiv / \text{кофіцієнт Лоренца} /, \quad (1)$$

де p - імовірність стану присутності OIB;

t - визначеність станів OIB;

$$i = \pm \sqrt{t^2 - 1} \quad (i \geq 0 \text{ при } p \geq 0.5) \equiv / \text{імпульс одиниці маси} /, \quad (2)$$

де i - кількісна міра інформаційної дії (кількість інформації про стан OIB).

5. Величини дії. Всяке відхилення імовірності знаходження OIB в одному з станів є проявом інформаційної дії на цей OIB. Вираз величини дії тотожний фізичним (ниже поданим в [...] залежностям:

$$i_d = i' \cdot t \cdot t' \cdot i \equiv / \text{релятивістське додавання швидкостей} /, \quad (3)$$

де $i(t)$ - попередня величина інформаційної дії на OIB (визначеність OIB);

$i'(t')$ - нове значення інформаційної дії на OIB (нове значення визначеності OIB);

i_d - величина додаткової дії на OIB;

$$i_{\text{сум}} = i_1 + i_2 + \dots + i_n \equiv / \text{додавання імпульсів} /, \quad (4)$$

де $i_{\text{сум}}$ - загальна додаткова дія на OIB;

i_j - додаткові дії на OIB.

2. АЛГОРИТМ КЛАСИФІКАЦІЇ ОБРАЗІВ

Методи теорії інформаційної взаємодії дають змогу побудувати вирішувальне правило класифікації образів на основі оцінки спільної умовної імовірності належності об'єкту класам образів. З виразів (1) та (2):

$$p = 0.5 + \frac{i}{t}$$

Подамо задачу класифікації образів, як задачу розрахунку величини інформаційної дії елементів вхідного зображення на множину OIB, в відповідність яким поставимо класи образів. Класифікація виконується на основі обробки статистичних характеристик зв'язків між фрагментами вхідного зображення та класами образів. В загальному вигляді процес класифікації складається з етапів:

1. Навчання класифікації образів.

1.1. Накопичення в процесі навчання статистичних характеристик зв'язків між

фрагментами вхідного зображення та класами образів: $n(d_x/f_y)$ – частота, з якою при появі у вхідному зображенні фрагмента f_y об'єкт відноситься до класу d_x .

При достатній кількості циклів навчання:

$$p(d_x/f_y) \approx n(d_x/f_y),$$

де $p(d_x/f_y)$ - умовна імовірність класу образів d_x , при появі фрагменту f_y .

2. Класифікація образів.

2.1. Обчислення визначеності $t(d_x)$ (1) та величини інформаційної дії $i(d_x)$ (2) на ОІВ, які відповідають класам образів.

2.2. Актуалізація звязків фрагментів вхідного зображення ($f_y \rightarrow d_x$).

2.3. Обчислення значень визначеності $t(d_x/f_y)$ (1) та величини інформаційної дії $i(d_x/f_y)$ (2) на ОІВ, які відповідають класам образів.

2.4. Обчислення (для кожного фрагменту) значення доповнення інформаційної дії $i_d(d_x/f_y)$ (3):

$$i_d(d_x/f_y) = i(d_x/f_y) \cdot t(d_x) - t(d_x/f_y) \cdot i(d_x).$$

2.5. Обчислення значення доповнення інформаційної дії всіх фрагментів (4):

$i_d(d_x/f_1, \dots, f_n) = i_d(d_x/f_1) + \dots + i_d(d_x/f_n) + i_d(d_x/f_1, \dots, f_n)$,
де $i_d(d_x/f_1, \dots, f_n)$ - величина інформаційної дії сутності спільноти фрагментів;

$$t_d(d_x/f_1, f_2, \dots, f_n) = \sqrt{i_d^2(d_x/f_1, f_2, \dots, f_n) + 1}.$$

В практичній реалізації досить складно отримати значення $i_d(d_x/f_1, \dots, f_n)$. Якщо це значення не отримувати, то кінцевим результатом буде оцінка спільної умовної імовірності належності об'єктів класам образів (а не сама імовірність).

2.6. Обчислення нового значення величини інформаційної дії вхідного зображення на ОІВ, які відповідають класам образів (3):

$$i'(d_x) = i_d(d_x/f_1, f_2, \dots, f_n) \cdot t(d_x) + t_d(d_x/f_1, f_2, \dots, f_n) \cdot i(d_x).$$

2.7. Вибір класу образів з використанням вирішувального правила: $\max(i'(d_x))$.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для оцінки ефективності розробленої математичної моделі автором проведено серію експериментів [3]. Експерименти, які полягали у прогнозуванні розвитку природньомовних текстів з допомогою різних методів продемонстрували:

- що запропонований підхід дає більш високий процент підтверджених прогнозів, ніж імовірнісні методи та методи, основані на використанні класичної теорії інформації Шенона;

- що в оточенні виразів (1-4) результат прогнозування погіршується;
- що середнє значення $i_d(d_x/f_1, \dots, f_n)$, близьке до 0 (при відносно невеликій дисперсії), що дозволяє класифікувати вхідні зображення по окремим умовним імовірностям.

Результати експериментів підтвердили можливість побудови систем класифікації образів на основі використання результатів, отриманих в теорії інформаційної взаємодії [3]. Було розроблено систему природньомовного доступу до бази даних, яка пройшла експериментальну перевірку при будівництві Південно-Української АЕС. На основі природньомовного звертання система здатна класифікувати: алгоритм доступу до бази даних; структуру вихідного документу; параметри доступу до бази даних (інтервал часу, об'єкти, виконавці, роботи, матеріали, ресурси).

Результати експериментальної перевірки системи природньомовного звертання до бази даних підтвердили ефективність викладеного підходу до побудови систем класифікації образів.

ВИСНОВКИ

Особливістю наведеного підходу до побудови систем класифікації образів є те, що для обчислення кількісних показників належності об'єкту тому чи іншому класу образів використовуються аналітичні вирази, отримані в теорії інформаційної взаємодії із відомих фізичних законів. Основні переваги цього підходу – формальна обґрунтованість, простота реалізації та висока завадостійкість розпізнавання. Не дивлячись на алгоритмічну прозорість і простоту реалізації запропонованого підходу, він досить ефективний, простий та надійний, і не вимагає великих витрат на створення спеціального програмного забезпечення, що дозволяє надіятись на його подальше розповсюдження та використання для розробки систем класифікації образів в різних областях народного господарства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коган В.З. Теория информационного взаимодействия.- Новосибирск: Изд-во Новосибирского ун-та, 1991.-320с.
2. Тесля Ю.Н. Основы теории информационного взаимодействия.- Киев, 1995.- 49с. (Препр. НАН Украины. Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова; 95-4).
3. Тесля Ю.Н. Информационное взаимодействие в природе. Киев, 1996. -37с. (Препр. НАН Украины. Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова; 96-5).
4. Тесля Ю.Н. Експериментальне підтвердження теорії інформаційної взаємодії // Вісник ЧІТІ.- 1998.- №3. - С.37-46.