

Розпізнавання образів методом різнорівневих алгоритмічних квантів знань

Ігор Сіроджа

Державний аерокосмічний університет «ХАІ»

310070, Харків, в. Чкалова, 17, каф. 603,

тел. (0572) 44-27-34

В роботах [1-3] запропоновано знанняорієнтований підхід до проблеми розпізнавання образів з різnotиповими ознаками, який використовує побудову бази квантів знань (БКЗ) як формальну модель класу об'єктів, що розпізнаються.

В даній роботі розглянуто узагальнену постанову задачі розпізнавання як уточнення властивостей об'єкта, котрий не входив до навчаючої виборки. Ефективність розпізнавання досягається за рахунок індуктивного синтезу БКЗ в формі системи імплікативних закономірностей, які знаходяться автоматично з вибіркових навчаючих квантів знань і реалізації розпізнавання за допомогою оператора дедуктивного вивода знань класифікуючих ознак, опираючись на БКЗ та часткові спостереження.

1. Вступ

На відміну від існуючих методів розпізнавання образів автором в [1-3] запропоновано знанняорієнтований підхід, який ґрунтується на явному використанні різnotипових знань про характеристики проблемної галузі та закономірності утворення класів (образів) об'єктів при побудові правила розпізнавання, тобто правила прийняття рішення (ППР). Це створює можливість автоматичного синтезу ефективного ППР в конкретній задачі розпізнавання завдяки розробленим моделям формалізації даних (результатів науки, довідників, вимірювань та свідчень експертів-фахівців) у вигляді різнорівневих алгоритмічних структур — квантів знань (k-знань), що допускають алгебраїчні та логічні перетворення за допомогою векторно-матричних операторів.

Розроблено метод різнорівневих алгоритмічних квантів знань (РАКЗ-метод) для розв'язку узагальненої задачі розпізнавання образів як задачі уточнення властивостей (визначення невідомих ознак) об'єкту, що розпізнається і не входить до навчальної виборки. РАКЗ-метод ґрунтується на автоматизованому пошукові системи узагальнених k-знань у вигляді імплікативних закономірностей відповідного рангу як БКЗ шляхом індуктивного виведення через аналіз вибіркових навчаючих k-знань та на дедуктивному виведенні

часткових k-знань, які відповідають рішенням, що приймаються на підставі спостережень і БКЗ.

2. Постановка задачі

На відміну від традиційних постановок задачі розпізнавання образів, пов'язаних з прийняттям гіпотез про існування функціональної залежності між цільовими (класифікуючими) та іншими ознаками об'єкта розпізнавання (ОР) чи гіперповерхні, що розділяє образи в багатовимірному просторі ознак, пропонуємо більш загальну постановку, яка веде до обчислення (уточнення) цільових ознак ОР через пошук певних закономірностей відповідної проблемної галузі. Узагальнена постановка задачі ґрунтується на єдиній гіпотезі про доцільність пошуку імплікативних (заборонних) закономірностей, що зв'язують мінімальні групи ознак ОР, дозволяє будувати алгоритми диференційного передбачання будь-якого спостерігаємого об'єкта заданого класу шляхом маніпулювання квантами знань [2] і полягає в наступному.

Нехай реальні ОР визначаються скінченим числом різnotипових багатозначних ознак (характеристик) x_1, x_2, \dots, x_n (в тому числі і цільових), які набувають значення із скінчених множин

$$X_i = \{\alpha_1^i, \dots, \alpha_{p_i}^i\}, \{\alpha_1^2, \dots, \alpha_{p_2}^2\}, \dots, \{\alpha_1^n, \dots, \alpha_{p_n}^n\}. \quad (1)$$

Згідно теорії в [2,3] окремий абстрактний ОР $\omega \in \Omega^N = X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n, \quad N = p_1 \cdot p_2 \cdots p_n$ описується повністю елементами або частково інтервальним квантом 1-го рівня у вигляді доменізованого вектора з семантикою

$$k_1 Y = [\beta_1^1 \dots \beta_{p_1}^1 : \beta_1^2 \dots \beta_{p_2}^2 : \dots : \beta_1^n \dots \beta_{p_n}^n], \quad (2)$$

де k_1 - код семантики k-знань 1-го рівня; Y — ім'я кванта; β_j^i — i-те значення j-ї ознаки, $\beta_j^i \in \{0,1\}$ або j-го домена, виділеного символом «:», $1 \leq i \leq p_n, 1 \leq j \leq n$.

Елементний квант знань виду (2), що містить лише по одній «1» в кожному домені, відповідає точці, а інтервальний квант з багатьма «1» — інтервалу (підмножині точок) у просторі квантових моделей V^L розміром $L = \prod_{i=1}^n p_i$, ізоморфному

множині Ω^N з точністю до семантики. Варто припустити існування множини допустимих $B_d \subset B^L$ квантових моделей та вибіркових навчаючих квантових моделей $B_o \subset B_d$, потужності яких знаходяться у співвідношенні $|B_o| \ll |B_d| \ll |B^L|$, де символ « \ll » означає «набагато менше». Тоді множину недопустимих квантових моделей $\neg B \subset B^L$ складають імплікативні закономірності (заборони), для яких дійсні співвідношення $\neg B \cap B_d = \emptyset$ і як наслідок $\neg B \cap B_o = \emptyset$. Імплікативною закономірністю r -го рангу (забороною) при фіксованому числі n ознак OP ω назовемо квант знань v -го рівня ($v \geq 1$) $k_v \neg Y_\omega$, що описує такий стійкий зв'язок між r ознаками ($r \leq n$), коли хоча б одна комбінація їх значень була недопустима. Елементарний забороні (EZ) r -го рангу відповідає елементний або інтервальний заборонний квант $k_1 \neg Y$ 1-го рівня, який описує у просторі B^L заборонний інтервал потужністю

$$q = \prod_{i=1}^{r_1} \lambda_i, i = 1, n, \text{де } \lambda_i - \text{число «1» } i\text{-го домена.}$$

Позначимо через $k_2 \Sigma_o$ квант 2-го рівня, який описує вибіркові навчаючі знання множини B_o і припустимо, що структура $B_d \supset B_o$ підпорядкована достатньо сильним (стійким) імплікативним закономірностям, щоб їх можна було вилучити із $k_2 \Sigma_o$. Характеризуючи складність EZ величиною рангу r , а її силу — величиною потужності q відповідного інтервалу заборони, приймаємо робочу гіпотезу про необхідність пошуку EZ переважно малого рангу $r > 1$, як найбільш простих та потужних. Очевидно за інформацією навчального кванту $k_2 \Sigma_o$ розміром $m \times n$ (m - число рядків-спостережень як квантів 1-го рівня; n - число стовбців, що відповідають ознакам) можна висувати гіпотези про існування таких EZ на множині B_d . Якщо вважати множини B_o і B_d випадковими вибірками із B^L з рівномірним законом розподілу, то вірогідність гіпотез вигідно оцінювати малою величиною математичного сподівання $M(m, n, r)$ числа пустих інтервалів (заборон) навчальної вибірки B_o , тобто числа EZ r -го рангу, що не перетинаються з $k_2 \Sigma_o$. Умовимось приймати гіпотезу про EZ тоді, коли $M(m, n, r)$ не перевищує допустимого значення M^* , яке вибирається достатньо малим, що мало критично, бо $M(m, n, r)$ сильно залежить від рангу r [2]. Саме у цьому випадку величина $M(m, n, r)$ добре апроксимує імовірність $P(m, n, r)$ того, що пустий заборонний інтервал інше за навчальним квантом $k_2 \Sigma_o$, а в дійсності такої закономірності в B_d немає.

Нарешті, узагальнену задачу розпізнавання образів сформулюємо так. Нехай задана навчальна вибірка $k_2 \Sigma_o$ розміром $m \times n$, яка характеризує об'єкти $\omega \in \Omega^N$, що підлягають розпізнаванню відносно відомого алфавіту класів (образів) $K = K_1, \dots, K_s$, а також існування зазделегідь невідомої бази квантів знань БКЗ $k_2 \neg B$, як системи імплікативних

закономірностей з конкретної проблемної галузі. Об'єкт розпізнавання (OP) $\omega \in \Omega^N$ спостерігається за s ознаками із n можливих, що еквівалентно локалізації ω у відповідному інтервалі простору B^L , поданому у вигляді кванту знань 1-го рівня $k_1 Y_\omega$. Задано: допустиме значення M^* для прийняття гіпотез про EZ, цільові ($n-s$) ознаки, значення яких підлягають визначеню, та необхідна надійність η шуканого правила прийняття рішень (ППР).

Необхідно знайти ППР для визначення значень ($n-s$) ознак OP за відомими значеннями s ознак з надійністю η . Це еквівалентно класифікації (розділення) ω за ($n-s$) цільовими ознаками через необхідність синтезу оператора індуктивного виводу $BKZ = k_2 \neg B$ із $k_2 \Sigma_o$ та побудови дедуктивного оператора виводу значень цільових ознак, опираючись на BKZ і квант спостережень $k_1 Y_\omega$. В окремому випадку при $s=n-1$ задача зводиться до традиційного вигляду, коли знайдене значення однієї класифікуючої ознаки x_j ($j = 1, n$) вказує, що

OP ω належить до класу K_i ($i = 1, S$) з надійністю η . Таким чином, знайдене ППР не є якоюсь функцією із заданого класу, а уявляє собою операторний процес логічного виводу одного кванту знань із іншого в класі запропонованих РАКЗ-моделей [1-3].

3. Розв'язування узагальненої задачі розпізнавання РАКЗ-методом

Безпосередньо з викладеної постановки віткає методика розв'язування узагальненої задачі розпізнавання образів РАКЗ-методом.

Передусім в режимі навчання розпізнаючої системи реалізується побудова $BKZ = k_2 \neg B$ як системи імплікативних закономірностей за вхідного інформацією навчаючих k -знань $k_2 \Sigma_o$ з допомогою оператора індуктивного вивода IND (скорочено IND-оператора). IND-оператор уявляє собою алгоритмічну процедуру

$$IND(k_2 \Sigma_o; A1; k_2 \neg B_M) = k_2 \Sigma_o \xrightarrow[A1]{} k_2 \neg B_M, (3)$$

яка виводить (що позначено стрілкою) вихідний мінімізований квант $k_2 \neg B_M$ базових заборон з вхідного кванта $k_2 \Sigma_o$ за допомогою алгоритма A1.

Дії алгоритма A1.

1. Визначення максимально допустимого рангу r_{max} імплікативних закономірностей, які можуть бути виведені з $k_2 \Sigma_o$ при заданому порозі M^* , опираючись на оцінку достовірності гіпотези про їх існування [3]

$$M\{m,n,r\} = \sum_{\alpha \in A} \lambda_\alpha \left(\frac{\lambda_\alpha - 1}{\lambda_\alpha} \right)^m \leq M^*, \quad (4)$$

де $\lambda_\alpha = \prod_{i=1}^r \rho_i(\alpha)$, α -індекс номера комбінації

значень характеристик ОР із множини індексів

потужністю $|A| = \frac{n!}{r!(n-r)!}$; $\rho(\alpha)$ -кількість

значень i -ї характеристики (ознаки) об'єкта у відповідному домені при комбінації значень з номером $\alpha \in A$.

Зауважемо, що в окремому випадку, коли простір B^L РАКЗ-моделей стає булевим B^n , формула (4) перетворюється до виду

$$\tilde{M}\{m,n,r\} = \frac{n! 2^{r(1-m)} (2^r - 1)^m}{r!(n-r)!} \leq M^*. \quad (5)$$

2. Виявлення відсутніх в $k_2\Sigma_0$ заборонних квантів типу $k_1 \neg Y$ рангу не вище r_{max} і формування базових k -знань 2-го рівня $k_2 \neg B$ в об'ємі q_z :

$$q_z = \sum_{r=1}^{r_{max}} \frac{n! \cdot 2^n}{r!(n-r)!}. \quad (6)$$

3. Перетворення $k_2 \neg B$ засобами мінімізації [2] в систему простих заборон $BK3 = k_2 B_M$, тобто таких, з яких одна не є наслідком попарно з другої.

Аналогічно синтезована алгоритмічна процедура

$$\begin{aligned} DED(BK3, k_1 Y_\omega; A2; k_2 Y_\omega^*) &= \\ &= k_2 \neg B_M \xrightarrow{k_1 Y_\omega; A2} k_2 Y_\omega^*, \end{aligned} \quad (7)$$

яка реалізує з заданою надійністю η дедуктивний вивід k -знань $k_2 Y_\omega^*$ про невідомі значення ($n-s$) цільових ознак ОР $\omega \in \Omega^N$ за інформацією $BK3 = k_2 \neg B_M$ та спостерігаємо кванта $k_1 Y_\omega$ за допомогою алгоритму $A2[2]$ і називається **оператором дедуктивного вивода** приймаємих рішень (скорочено **DED-оператором**).

Очевидно, що **ефективність** розпізнавання РАКЗ-методом характеризується **якістю** сумісних дій IND-оператора і DED-оператора, яка визначається мінімальним значенням параметра M^* і максимальним — η .

На кафедрі програмного забезпечення автоматизованих систем ДАКУ «ХАІ» створено діючий дослідницький прототип на базі використання РАКЗ-метода і ПЕОМ, за допомогою якого одержано результати ефективного розв'язку низки практичних задач розпізнавання образів.

4. Висновок

Поставлена і розв'язана новим РАКЗ-методом загальна задача розпізнавання образів з позитивом і з функціональним вислідом.

різноманітними та багатозначними ознаками, що дає більш поглиблене, знанняорієнтоване уявлення феномена розпізнавання образів, ніж в існуючому світогляді.

Література

- Сироджа І.Б. Знанняорієнтований підхід до проблеми розпізнавання образів// Обробка сигналів і зображень та образів - Праці III-ї Всеукраїнської міжнародної конференції, 26-30 листопада 1996р. «УкрОбраз - 96» Київ, с. 30-33.
- Сироджа І.Б. Математическое и программное обеспечение интеллектуальных компьютерных систем.- Харьков, ХАИ, 1992, 100с.
- Сироджа І.Б. Теория и новая информационная технология принятия производственных решений на основе инженерии знаний// Інформатизація та нові технології. – 1996. – №3. – с.6-10.

3. Новаторські дії. Всією відмінною високістю знаходиться СІВ в окрему зі станові є прямі інформаційні дії на цей СІВ. Використання цієї технології фундаментально подається в $1/2$ заслуженням:

$1/2$ -їнформація відповідає додаткові інформації, (3) – посередня величина інформації, лічка СІВ (виконавець СІВ);

$1/2$ -нове централізація інформаційні дії на СІВ (максимальна високість СІВ);

$1/2$ -відсутність додаткових дій на СІВ;

2. АЛГОРИТМ КЛАСИФІКАЦІЇ ОБРАЗІВ

Методи теорії інформації високої якості зможуть побудувати широку мережу класифікації образів на основі сучасної комп'ютерної технології з розширенім можливостями обробки даних.

Подамо зразок класифікації образів, як задачу розширену величину інформаційні дії елементів видового зображення на позаду СІВ в залежності від постійного щабля образів. Класифікація проводиться на основі обробки статистичних. Задача розглядається як комп'ютерна модель побудованої зразка з позитивом та негативом згідно з статистичними методами.

Це здатність обробляти образи, які мають позитивні та негативні зображення, залежно від статистичних показників.

