

О. О. Фразе-  
Фразенко

# СПОСІБ РЕГУЛЯРИЗАЦІЇ НЕКОРЕКТНО ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧІ РОЗПІЗНАВАННЯ У СИСТЕМАХ ТЕЛЕБАЧЕННЯ ЗАМКНУТОГО КОНТУРУ

*Обговорюється спосіб регуляризації функціонала якості, який може забезпечити коректну постановку та рішення задачі розпізнавання образів у системах телебачення замкнутого контуру*

**Ключові слова:** розпізнавання образів, відеонагляд, якість, навчання

## 1. Вступ

На сьогоднішній день велика кількість систем відеонагляду наділяється деякими інтелектуальними властивостями. Однією з таких властивостей є попереднє виділення та розпізнавання окремих рис об'єктів, які можуть бути предметом зацікавленості. Так, це можуть бути обличчя у банківських системах відеонагляду, окремі об'єкти на конвеєрних виробництвах тощо. Такі системи в літературі називають системами телебачення замкнутого контуру — ССТV (від англ. Closed Circuit Television). Стосовно не промислових систем існує проблема навчання таких систем. Найбільш коректно рішення цієї задачі запропонував Д. П. Ветров (Москва, МДУ ім. М. Ломоносова). Так, він встановив, що переважна більшість алгоритмів розпізнавання образів є представниками параметричних сімейств. При цьому алгоритм  $A(\alpha)$  шукається у відповідному сімействі алгоритмів  $A = \left\{ \frac{(\alpha)}{\alpha} \in D \right\}$ .

Сукупність параметрів  $\alpha$  однозначно визначає алгоритм, а сам алгоритм можна представити, як  $A^*(\alpha) = \arg \max_{A \in A} \Phi(A)$ . Там же показано, що в якості функціонала  $\Phi(A)$  використовується число правильно розпізнаних об'єктів навчальної або контрольної вибірки.

## 2. Постановка проблеми

Постановка задачі, яка приведена вище, призводить до неоднозначності в силу того, що функціонал якості приймає тільки цілочисельні значення. Д. П. Ветров відзначає, що так як параметри  $\alpha$  є безперервними величинами, то це призводить до того, що максимум функціоналу якості досягається на континуумі різних алгоритмів з сімейства  $A$ . Але такий функціонал якості не враховує можливості переналаштування алгоритмів, для запо-

бігання якої доводиться застосовувати незалежні процедури контролю і, т. ч., вирішувати багато-критеріальну задачу оптимізації. Отже, класична задача розпізнавання є некоректно поставленою та потребує свого рішення.

## 3. Основна частина

**3.1. Аналіз літературних джерел по темі дослідження.** Як відомо та як відзначає вище зазначений автор, що хоча в якості шуканого алгоритму завжди можна взяти рішення відповідної оптимізаційної задачі, воно може виявитися нестійким та майже напевно — неєдиним. Для вирішення некоректно поставлених задач використовуються різні методи регуляризації, тобто зведення вихідної задачі до коректної. Це, наприклад, викладено у [1–3].

**3.2. Результати досліджень.** Згідно з Д. П. Ветровим, до розгляду пропонується гіпотетичний «ідеальний» класифікатор  $K: R^n \rightarrow \{1, \dots, l\}$ , який ставить кожному об'єкту у відповідність його дійсний клас. Про нього відомі лише його значення в точках контрольної вибірки  $\{S_1, \dots, S_q\}$ . Якщо в  $n$ -мірному просторі ознак ввести міру  $\mu$ , тобто  $\forall X \subset R^n \rightarrow \mu(X) = \left| \{S_i | S_i \in X\} \right|$ , то класичне завдання розпізнавання переписується т. ч.:

$$A^*(\alpha) = \arg \max_{A \in A} \mu(Y), \quad (1)$$

де  $Y = \{S_i | A(S_i) \neq K(S_i)\}$ . Таке завдання завжди має рішення.

Якщо класова приналежність об'єктів відома точно, а значення їх ознак відомі з деякою погрешністю  $\delta$ , то це значить, що при вирішенні прикладного завдання виникла ситуація, в якій класи є об'єктивними характеристиками об'єктів, а ознаки — округленими результатами вимірювань. Множина показників  $X_\delta$  визначається т. ч.:  $X_\delta = \{S_i | A(S_i) = K(S_i), \exists S \in R^n: \rho(S, S_i) < \delta, A(S) \neq \Phi(S_i)\}$ . Іншими словами, в множину  $X_\delta$  потрап-

ляють правильно класифіковані об'єкти, в  $\delta$ -округах яких алгоритм  $A$  міняє відповідь. По Д. Н. Ветрову це значить, що на таких об'єктах алгоритм є нестійким. Очевидно, що практична цінність від їх правильної класифікації невелика. Якщо

$$\Phi(A) = -(\mu(Y) + \theta\mu(X_\delta)), \quad (2)$$

то при  $\theta \rightarrow 1$ , максимізація функціонала забезпечуватиме отримання рішення, найбільш стійкого з можливих. Однак слід пам'ятати, що при використанні функціонала якості (2) єдність рішення, як і раніше, не забезпечується, оскільки міра  $\mu$  приймає цілі значення.

Не обмежуючи спільності, можна припустити, що  $d_1 \geq d_2 \geq \dots \geq d_q$ . При цьому

$$d_j = \arg \max_r \{S | \rho(S, S) < r, A(S_j)\},$$

тобто радіус максимальної околиці об'єкта, де алгоритм  $A$  не міняє відповіді. Можемо використати регуляризатор

$$R_5(A) = -(\mu(Y) + \theta\mu(X_S)) + \beta_1\delta_1 + \dots + \beta_q\delta_q. \quad (3)$$

Зважаючи на нього, завдання розпізнавання буде коректно поставленим в широкому сенсі, якщо його рішення завжди існує та майже завжди є єдиним (тобто вірогідність того, що воно не єдине, дорівнює нулю) і, крім того, об'єкти, на яких рішення є нестійким, вважаються неправильно розпізнаними.

У сенсі вирішуваної проблеми достатню зацікавленість можуть представити дві наступні теореми (без доказів).

**Теорема 1.** Завдання розпізнавання образів з функціоналом якості (3), є коректно поставленим в широкому сенсі при  $\theta = 1$  та наступним асимптотичним наближенням:  $0 < \beta_1 < \frac{1}{qR}$ ,  $0 < \beta_2 < \frac{d_1}{q}$ , ...,  $0 < \beta_q < \frac{d_2}{q}$ , де  $R = \min_{i \neq j} \rho(S_i, S_j)$ .

Функціонал, що визначається формулою (3), істотно залежить від параметра регуляризації  $\delta$ . При великих  $\delta$  алгоритм стає менш «еластичним» і, отже, менш схильним до перенастроювання. Т. ч., вибором того або іншого значення параметра регуляризації є компроміс між вимогою ефективності (тобто високого відсотка правильно розпізнаних об'єктів контрольної вибірки) і стійкості по відношенню до змін значень ознак. При цьому слід зважати на теорему 2.

**Теорема 2 (Про збіжність).** Для будь-якого завдання розпізнавання існує така константа  $C > 0$ , що при всіх  $0 < \delta < C$  рішення задачі з регуляризатором  $R_5(A)$  співпадає з одним з рішень задачі (1).

Як видно, використання регуляризатора дозволяє отримати єдине, в деякому наближенні «якнайкраще» рішення. Як приклад, Д. П. Ветров

пропонує один з найвдаліших прикладів рішення розгляданого завдання, а саме — завдання дихотомії за допомогою побудови розділяючої гіперплощини. Так, можна припустити, що класи лінійно не можна розділити. Очевидно, що в цьому випадку можна побудувати континуум гіперплощин, які вірно класифікують всі об'єкти вибірки. Прості роздуми показують, що використання регуляризатора (3) приводить до побудови оптимальної розділяючої гіперплощини, яка є єдиною. При використанні алгоритмів, заснованих на обчисленні апостеріорної вірогідності приналежності об'єкту до класу, можна легко вивести наближені конструктивні формули підрахунку значення  $R_5(A)$ . Слід пам'ятати, що за рахунок асимптотичного наближення, яке визначається теоремою 1, можна проводити максимізацію функціонала в два етапи: спочатку мінімізувати перші два доданки, а потім останні. За рахунок такої процедури, час навчання можна значно скоротити.

### Література

1. Казакова Н. Ф. Оцінка живучості систем моніторингу інформаційного простору [Текст] / Н. Ф. Казакова // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2012. — Т. 4, № 2(58). — С. 12–15.
2. Скопа О. О. Принципи вибору формальних параметрів при побудові профілей захисту інфорресурсів [Текст] / Ю. В. Щербина, С. Л. Волков, О. О. Скопа // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2012. — Т. 5, № 2(59). — С. 31–33.
3. Скопа О. О. Статистичне тестування симетричних криптографічних перетворень [Текст] / О. О. Скопа // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2011. — Т. 4, № 9(52). — С. 15–18.

### СПОСОБ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ НЕКОРРЕКТНО ПОСТАВЛЕННОЙ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ В СИСТЕМАХ ТЕЛЕВИДЕНИЯ ЗАМКНУТОГО КОНТУРА

**А. А. Фразе-Фразенко**

Обсуждается способ регуляризации функционала качества, который может обеспечить корректную постановку и решение задачи распознавания образов в системах телевидения замкнутого контура.

**Ключевые слова:** распознавание образов, видеонаблюдение, обучение.

*Алексей Алексеевич Фразе-Фразенко, аспирант кафедры информатики Одесского государственного экологического университета, тел.: (048) 770-16-46, e-mail: fraze@ukr.net.*

### METHOD FOR THE REGULARIZATION OF ILL-POSED PROBLEMS OF RECOGNITION IN CCTV

**A. Fraze-Frazenko**

Discusses a method for the regularization of the functional quality. Functionality can provide a correct formulation and solution of the problem of pattern recognition in a CCTV.

**Keywords:** image recognition, CCTV, learning.

*Alexey Fraze-Frazenko, graduate student at Department of Informatics of Odessa State Environmental University, tel.: (048) 770-16-46, e-mail: fraze@ukr.net.*