

ЕВРИСТИЧЕН МЕТОД ЗА ФОРМИРАНЕ НА КЛАСОВЕ ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕ НА АЛГОРИТМИ ЗА РАЗПОЗНАВАНЕ НА ОБРАЗИ

Филип Илиев

fgi@mail.bg

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков” София,
Факултет „Комуникации и електрообзавеждане в транспорта”
бул. Гео Милев 158,
БЪЛГАРИЯ*

***Ключови думи:** разпознаване на образи, формиране на класове, функция на желателността (*desirable*).*

***Резюме:** В работата се предлага евристичен метод за формиране на класове, необходими за разпознаване на обекти и събития, при които се използва функцията на желателността (*desirable*). Нейното приложение не зависи от вероятностното разпределение, а чрез нея се характеризират екстремалните стойности на съвкупността по статистическата извадка и е много удобна за целите на практиката, когато е необходимо да се разграничат два класа съдържащи защитена област. Методът съчетава значението на физическите и психическите параметри по определена скала на предпочитанията и е особено подходящ при наличието на експертни оценки.*

УВОД

Разпознаването на обекти и събития има важно значение за различни области от дейността на човека. То се осъществява на първо ниво със сетивата. Чрез очите се разпознават подвижни и неподвижни изображения, а чрез ушите – различните „звукови картини”.

Техническите устройства и системи разширяват възможностите на човека при разпознаването на обекти и събития, което прави човешката дейност по-продуктивна, а бързодействието при получаването и обработката на информация – с особено значение.

За успешното разпознаване на обекти и събития е необходимо създаването на класове. Това означава хипотетично разделяне на генералната съвкупност на подсъвкупности, които се характеризират с определени признаци. Съществуват решения, свързани с разпознаването на образи. Един от техните недостатъци е изразходването на изчислителен ресурс. Сложността на някои от тях ги прави недостъпни за по-широк кръг от специалисти. Понякога е пречка и необходимостта от допълнителна математическа подготовка.

В работата се предлага метод за формиране на класове, необходими за разпознаване на обекти и събития, при които се използва функцията на желателността (*desirable*). Нейното приложение не зависи от вероятностното разпределение. Тя характеризира екстремалните стойности на съвкупността по статистическата извадка и

е много удобна, когато трябва да се разграничат два класа със защитена област.

Предложеният евристичен метод включва стъпаловидно стесняване на областта на търсене на решения чрез индуктивни разсъждения, базирани на натрупания опит и служи за решаване на логически или математически задачи, за които няма алгоритъм. Евристичните методи (например при търсене в дърво на решенията) често съкращават времето за решаване на поставените проблеми, макар да не могат да гарантират изчерпателност и оптималност.

Формирането на класове се извършва при определен критерий. В простия случай това е някакъв показател (параметър), който характеризира предназначението на обекта или събитието. Той може да се представи чрез функцията на желателността:

$$(1) \quad d = \exp[-\exp(-y)].$$

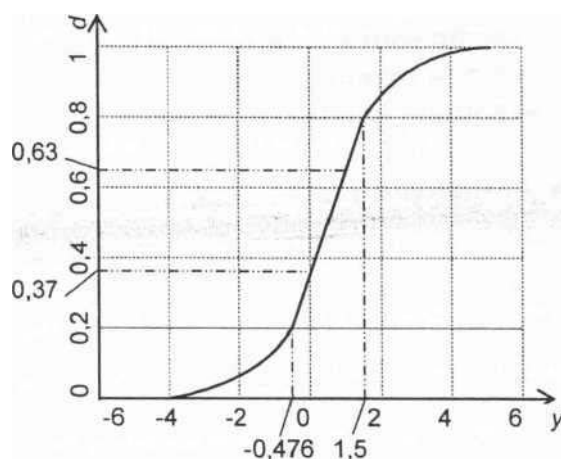
Тя е обобщена функция. Чрез нея се изразява съответствието между физическия параметър и предпочитанието, което е психологически параметър; в литературата е известна и под названието „функция на Харингтон” [1]. Нагледна представа за нея е дадена чрез графиката на фиг.1, а връзката с предпочитанието – в таблица 1. Върху графиката са отбелязани три характерни точки.

При отрицателни стойности на аргумента до $y = -0,476$ за функцията на желателността се получава $d=0,2$. Това са обектите и състоянията, които се смятат за крайно нежелани. Такова класифициране е възможно при положение, че срещу стойностите на d се поставят съответни стойности на физическия параметър, избран за критерий. По-доброто решение на задачата налага този избор да се направи чрез експертна оценка. Очевидно е, че участъкът $0 \leq d \leq 0,2$ е най-нежелан. Противоположен на него е участъкът на най-предпочитаните стойности – $(0,8 \leq d \leq 1,0)$.

Таблица 1

d	Оценка
1,00-0,80	Много добра
0,80-0,63	Добра
0,63-0,37	Удовлетворителна
0,37-0,20	Лоша
0,20-0,00	Много лоша

Скала на предпочитанията със стандартни стойности



Фиг. 1. Функция на Харингтон.

Функцията $d = \exp[-\exp(-y)]$ съответства на разпределението на екстремалните стойности. Това е показал през петдесетте години на миналия век друг забележителен учен – Гумбел [2]. Нейното забележително свойство е от изключителна полза за

формирането на класовете и прави разпознаването много надеждно.

Граничните стойности $d=0$ и $d=1$ нямат съществено значение за разпознаването. Физически това означава осигуряването на стопроцентова (абсолютна) надеждност, което е практически невъзможно.

Участъкът $0,37 \leq d \leq 0,63$ съответства на удовлетворителни решения. Той може да служи за защитна лента при формирането на два основни класа. Стръмността на графиката е доста голяма, за да се осигури добра чувствителност, а съответно на това и висока избирателност.

Подходящият участък за формиране на междинен клас е заключението между $d=0,2$ и $d=0,8$. При линейно съответствие между аргумента y и физическия параметър, той е удобен за една добра защита между класовете на много добрите и много лошите решения. Това се дължи на голямата стръмност на графиката. Очевидно е, че съответствието между двете скали може да бъде в друга зависимост, но това се решава на експертно ниво.

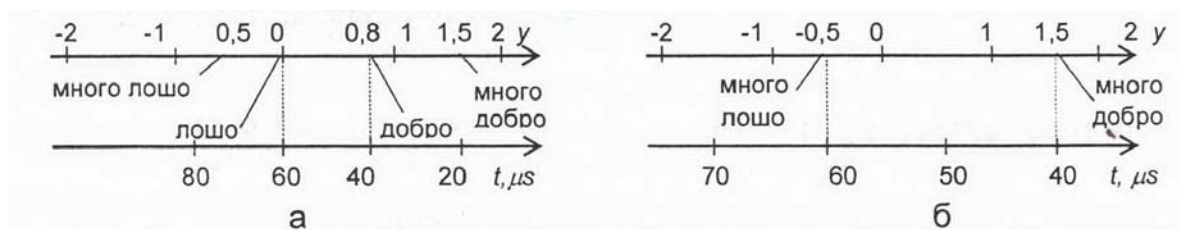
При избрания критерий се определят параметрите, които характеризират образа. Между него и тях трябва да съществува регресионна връзка. На първо време се използва априорната информация, която се получава от литературни източници и експертизи. Търси се ковариация или контра-вариация. Липсата на стохастична връзка между критерия и съответен параметър е основание за неговото отхвърляне от съвкупността, която формира класовете.

Друго съществено изискване към параметрите, чрез които ще се формират и разпознават класовете, е възможността за тяхното измерване с определена точност.

Преди реализирането на системата се прави анализ на грешките и надеждността.

Чувствителността на критерия по отношение на отделните параметри, като правило не е еднаква. Това налага въвеждането на тегловни коефициенти. Чрез тях се постига определен баланс между параметрите.

Функцията на желателността се прилага спрямо всеки от параметрите. За целта се използва кодиране на стойностите на параметъра в съответствие с аргумента y . Това е показано на фиг.2 по отношение на времето за установяване на импулсите t_r в една комуникационна система.



Фиг.2. Кодиране на параметъра t_r .

На фиг.2а е отразено кодирането на параметъра t_r при формиране на три класа. Ненадежден, който обхваща стойностите на t_r за предпочитанията „лошо” и „много лошо”. Те са стойности по-големи от $60 \mu s$. За надеждния клас важат предпочитанията „добро” и „много добро” при стойности на t_r по-малки от $40 \mu s$. Междинният клас, който служи за защита включва предпочитанието „удовлетворително” и се отнася за времена между 40 и $60 \mu s$.

На фиг.2б е показана разновидност на кодирането, при което изискванията по отношение на разделянето са строги. Ненадеждният клас се формира от предпочитанието „много лошо”, а надеждният – от „много добро”.

Кодирането дава възможност за внасяне на желана тегловност на даден параметър.

За надеждното разпознаване на обекти и събития се използват повече параметри. Това налага формирането на обобщена функция на желателността, а именно

$$(2) \quad d = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d_i} = \sqrt[n]{d_1 \cdot d_2 \dots d_n},$$

където d_i ($i = \overline{1, n}$) са функциите на желателност по отношение на контролираните параметри. Не е трудно да се забележи, че при $d_1 = d_2 = \dots = d_n = 0,2$ и $d = 0,2$. Аналогично е при $d_1 = d_2 = \dots = d_n = 0,8$ и $d = 0,8$.

Обобщената функция на желателността служи за откриване влиянието на параметър, чиято стойност не е в общото предпочитание на останалите параметри. Например, ако образът се формира чрез три параметъра, при избрано предпочитание „много добро” и $d_1 = d_2 = 0,8$; $d_3 = 0,4$, се получава $\sqrt[3]{0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,4} \approx 0,63$, което съответства на предпочитание „удовлетворително”.

На частните функции на желателност d_i може да се наложат едностранни или двустранни ограничения от следния вид:

$$(3) \quad d_i \leq d_{imax}; \quad d_i \geq d_{imin}; \quad d_{imin} \leq d_i \leq d_{imax}.$$

Изборът на d_{imin} , d_{imax} зависи от стойностите на съответния параметър преди кодирането.

Категоричност на разпознаването може да се осигури, ако за допустимите стойности в зададен интервал се приеме $d_i = 1$, а за забранените – $d_i = 0$, т.е.

$$(4) \quad d_i = \begin{cases} 0 - \text{при} : x_i < x_{i \min} \\ 1 - \text{при} : x_i \geq x_{i \min} \end{cases},$$

където с x_i са означени стойностите на параметъра преди кодирането.

При двустранно ограничение важат съотношенията:

$$(5) \quad d_i = \begin{cases} 0 - \text{при} : x_{i \min} > x_i > x_{i \max} \\ 1 - \text{при} : x_{i \min} \leq x_i \leq x_{i \max} \end{cases}.$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложеният метод притежава следните предимства:

1. Таблицата на предпочитанията има психофизически характер. Тя съчетава зависимостта между физическите и психологическите параметри, което е предпоставка за по-широко приложение в различни области, особено в психологията (респ. в криминалистиката, следствието), медицината и голяма част от естествените науки.

2. Методът включва човешкия фактор, който не може да се пренебрегне при задачи с висша степен на неопределеност. Известен е ефектът от експертните оценки при решаването на трудни проблеми.

3. Методът може да се реализира чрез съответен алгоритъм и програма.

Методът е тестван със задача, която се отнася до комуникационна система. Бяха формулирани три класа спрямо коефициента на грешката при допълнителни параметри времето за установяване на импулсите, спадането в тяхната плоска част и коефициента на предаване на системата. Използваните експериментални данни са за 20 състояния на системата.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Harrington E.C., Industrial Quality Control, 1965, 21, N10.
- [2] Gumbel E.J., Statistics of Extremes. Columbia University Press, New York, 1958.
- [3] Nikolov H., S. Ruseva, Application of Nonparametric Bayesian Classifier to Remote Sensing Data. Information Technologies and Control, No.2, 2004, p.8-12.
- [4] Nikolov H., S. Ruseva, Feature selection methods in remotely sensed multispectral data classification. 4th National Geophysical Conference, Sofia, 4-5 October 2004.
- [5] Смирнов Н.В., И.В. Дунин-Барковский, Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. М., 1965.
- [6] Цыпкин Я.З., Информационная теория идентификации. М., Наука, 1995.

HEURISTIC METHOD FOR FORMING CLASSES USING ALGORITHMS FOR PATTERN RECOGNITION

Filip Iliev
fgi@mail.bg

Todor Kableshkov University of Transport
158 Geo Milev Str., Sofia 1574,
Faculty of Telecommunications and Electrical Equipment in Transport
BULGARIA

Key words: *pattern recognition, formation of classes, desirability function.*

Abstract: *The present paper proposes a heuristic method for forming classes necessary for recognition of objects and events, in which is used desirability function. Its application does not depend on the probability distribution, and through him are characterized extreme values of the aggregation, multiplied upon the statistical sample which is very comfortably for practical purposes, when it is necessary to distinguish between two classes containing a protected area. The method combines the importance of physical and psychological parameters through a certain scale of preference and is particularly suitable in the presence of expert assessments.*