

Г.Ф. САФОНОВА  
М.С. САФОНОВ  
С.В. РОСЛЯКОВА  
П.С. НОСОВ

Херсонський політехнічний коледж Одеського національного політехнічного університету

## **БАЙЕСОВСЬКА МОДЕЛЬ В ЕКСПЕРТНІЙ СИСТЕМІ ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ КРОЮ ФАСОНУ ОДЯГУ ЗА ЙОГО ЗОБРАЖЕННЯМ**

*Розроблений метод роботи експертної системи по визначенню типу крою фасону одягу за його зображенням. В основі роботи методу було покладено опис знань за допомогою розподілу випадкових величин. Наступне перетворення апріорних знань в апостеріорні відбувається шляхом використання формули Байєса. Для раціонального вибору апріорних даних використовується поняття інформаційної ентропії. Метод реалізовано у демонстраційній програмі визначення типу фасону пишної спідниці.*

*Ключові слова: байєсовська модель, формула Байєса, експертна система, апріорні знання, тип крою.*

А.Ф. САФОНОВА  
М.С. САФОНОВ  
С.В. РОСЛЯКОВА  
П.С. НОСОВ

Херсонский политехнический колледж Одесского национального политехнического университета

## **БАЙЕСОВСКАЯ МОДЕЛЬ В ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПА КРОЯ ФАСОНА ОДЕЖДЫ ПО ЕГО ИЗОБРАЖЕНИЮ**

*Разработан метод работы экспертной системы определения типа кроя фасона одежды по его изображению. За основу работы метода взято описание знаний с помощью распределения случайных величин. Следующие преобразование априорных знаний в апостериорные происходит с помощью использования формулы Байеса. Для рационального выбора априорных данных используется понятие информационной энтропии. Метод реализовано в демонстративной программе определения типа фасона пышной юбки.*

*Ключевые слова: байесовская модель, формула Байеса, экспертная система, априорные знания, тип крою.*

A.F. SAFONOVA  
M.S. SAFONOV  
S.V. ROSLYAKOVA  
P.S. NOSOV

Kherson polytechnic college of the Odessa national polytechnic university

## **BAYES' MODEL IN THE EXPERT SYSTEM BY DEFINITION LIKE A CLOTHES STYLE CUT ACCORDING TO ITS IMAGE**

*The method of work of expert system of definition like a clothes cut type according to his image is developed. The description of knowledge by means of distribution casual greatness is a basis of a method of work of the expert system. The following transformation of aprioristic knowledge to aposteriorn happens to the help of Bayes' formula. For the rational choice of aprioristic data the concept of information entropy is used. The method has been realized in the program of definition like a style of a magnificent skirt.*

*Keywords: Bayesian model, Bayes's formula, expert system, aprioristic knowledge, cut type.*

**Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень і публікацій.** Не дивлячись на значні переваги існуючої автоматизації процесу проектування одягу [1], залишається не до кінця вирішеною низка питань. Зокрема більшість існуючих САПР одягу призначені для користувачів, які мають вже певний досвід конструювання. Деякі системи містять базу готових моделей з розробленими до них кресленнями [1]. У випадку, коли фасон одягу запозичений не з САПР, недосвідченому кравцю часто важко визначити тип його крою.

Бажано, щоб САПР одягу містила експертну підпрограму, яка допомагала б недосвідченому користувачу визначати тип крою задуманого або будь-якого зображеного фасону.

**Формулювання мети дослідження.** Метою дослідження є розробка методу роботи експертної

системи по визначенню типу крою фасону одягу за його зображенням.

Для досягнення цієї мети потрібно, в першу чергу, визначити головні вимоги, яким система має обов'язково відповідати. Система має бути інтерактивною: робота її алгоритму основана на безпосередній взаємодії «програма-користувач» – «запитання-відповідь». Вона повинна вміти навчатися, на перших етапах роботи бажано користувачем з досвідом конструювання. Алгоритм роботи системи має вміти «пробачати» помилки користувача, у випадку неточної інтерпретації зображення. Система має вміти раціонально вибирати потрібні запитання.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Виконання описаних вимог можливе при використанні відомої Байєсовської моделі. В основі цієї моделі лежить опис знань за допомогою розподілу випадкових величин з наступним перетворенням апіорних знань в апостеріорні шляхом використання формули Байєса [2]:

$$P(C_i|B) = \frac{P(B|C_i) \cdot P(C_i)}{P(B)} \quad \text{або} \quad (1)$$

$$P(C_i|\langle Q_1, A_1 \rangle, \dots, \langle Q_n, A_n \rangle) = \frac{P(\langle Q_1, A_1 \rangle, \dots, \langle Q_n, A_n \rangle | C_i) \cdot P(C_i)}{P(\langle Q_1, A_1 \rangle, \dots, \langle Q_n, A_n \rangle)},$$

тут  $C_i$  – це подія виду «зображено фасон  $i$ ».  $B$  – сумісна подія «На питання  $Q_1$  була надана відповідь  $A_1$ , ..., на питання  $Q_j$  була надана відповідь  $A_k$ ». Тоді  $P(C_i|B)$  буде для об'єкту  $i$  показувати ймовірність того, що був вибраний саме він (з урахуванням того, що користувач дав відповідь на  $k$  питань). Об'єкт з максимальним значенням ймовірності  $P(C_i|B)$  будемо використовувати у якості здогадки.

Апіорну ймовірність  $P(C_i)$  можна розглядати як окремий випадок  $P(C_i|B)$  при  $k = 0$ . В даному випадку  $P(C_i)$  буде дорівнювати  $1/N_i$ , де  $N_i$  – число фасонів визначених в базі даних програми.

Правдоподібність  $P(B|C_i)$  отримує зручну інтерпретацію. Припустимо умовну незалежність відповідей на питання при умові  $C_i$ , тоді ймовірність  $P(B|C_i)$  може бути записана у вигляді добутку (по  $j$ ) ймовірностей  $P(B_j|C_i)$  або  $P(\langle Q_j, A_k \rangle | C_i)$ , де  $B_j$  – подія виду «На питання  $Q_j$  була надана відповідь  $A_k$ ».  $P(B_j|C_i)$  в цьому випадку буде дорівнювати відношенню числа разів, коли при загаданому фасоні  $i$  на питання  $Q_j$  була надана відповідь  $A_k$  до числа разів, коли при загаданому фасоні  $i$  у принципі було задано питання  $Q_j$ , тобто (2):

$$P(B, C_i) = \prod_j P(B_j | C_i) = \prod_{\langle Q_j, A_k \rangle} P(\langle Q_j, A_k \rangle | C_i). \quad (2)$$

З метою запобігання нульових та невизначених ймовірностей будемо вважати, що на початку на кожне запитання кожна з варіантів відповідей була надана по одному разу. Тобто у випадку, якщо питання  $Q_j$  ще ні разу не задавалося про фасон  $i$ ,  $P(B_j|C_i)$  буде дорівнювати  $1/N_j$ , де  $N_j$  – число варіантів відповідей на питання  $Q_j$  (наприклад, можна використовувати для всіх запитань однакові 3 варіанти відповіді: «так», «ні», «не можливо визначити»).

У знаменнику формули також присутня величина  $P(B)$ , яка в даному випадку використовується як нормуючий коефіцієнт і може бути не врахована.

Таким чином, використовується проста формула (1), яка перетворює набір пар питання/відповідь й деякий фасон у ймовірність, що при даних відповідях на питання був загаданий саме цей фасон. Перерахувавши цю ймовірність для всіх фасонів в базі даних програми після відповіді на запитання можна побачити, які з них більше схожі на загаданий в даний момент фасон. Більше того, навчання даної моделі реалізується наступним чином: для кожного фасону у базі зберігається інформація про те, які питання про нього були задані і скільки відповідей кожного з типів дали користувачі.

Для раціонального вибору запитання використовується поняття інформаційної ентропії [2]. Пропонується знаходити таке запитання, для якого очікуване зменшення ентропії буде максимальним. Інакше кажучи, кожне нове запитання має усувати як найбільше невизначеностей.

Обираючи запитання ми не знаємо, яку відповідь нам на нього дадуть. Але ми можемо оцінити ймовірність кожного варіанту відповіді (3):

$$P(Q_j, A_k) = \sum_{C_i} P(\langle Q_j, A_k \rangle | C_i) \cdot P(C_i | \langle Q_1, A_1 \rangle, \dots, \langle Q_n, A_n \rangle). \quad (3)$$

Формула (4) знаходження ентропії питання  $Q_j$  при відповіді  $A_k$ :

$$H(Q_j, A_k) = - \sum_{C_i} P(C_i | \langle Q_1, A_1 \rangle, \dots, \langle Q_n, A_n \rangle, \langle Q_j, A_k \rangle) \cdot \log_2 P(C_i | \langle Q_1, A_1 \rangle, \dots, \langle Q_n, A_n \rangle, \langle Q_j, A_k \rangle). \quad (4)$$

Тоді нам потрібно обрати таке запитання  $Q_j$ , яке мінімізує умовну ентропію при відомій відповіді. Взявши для прикладу для всіх запитань однакові 3 варіанти відповіді маємо знайти таке запитання  $Q_j$ , для якого значення величини (5) буде мінімальне.

$$H(Q_j) = \sum_{k=1}^3 H(Q_j, A_k) \cdot P(Q_j, A_k). \quad (5)$$

На основі описаного методу була розроблена демонстраційна програма визначення типу фасону пишної спідниці (рис.1).

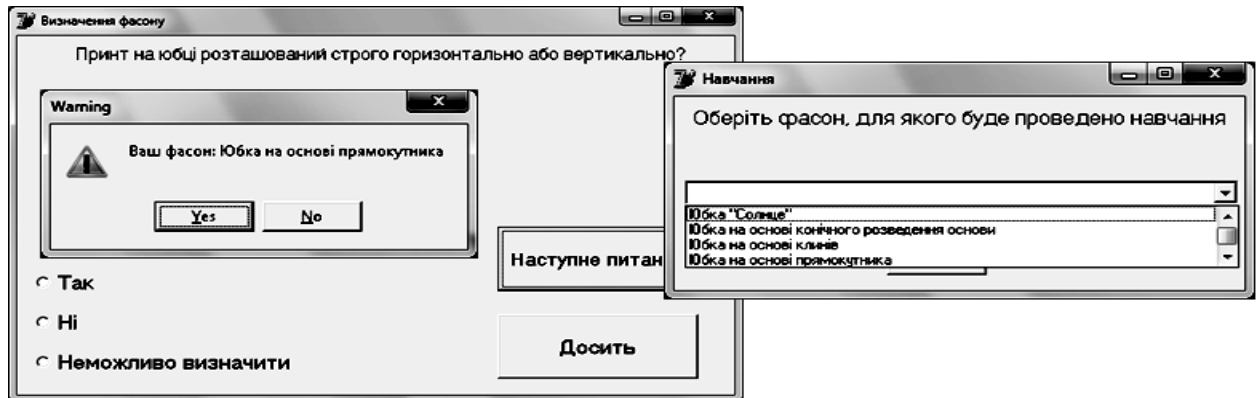


Рис. 1. Вікна роботи експертної програми визначення фасону спідниці

Далі приведені фрагменти коду програми.

```
...
//Визначення ймовірностей  $P(B_j|C_i)$ 
for i:=1 to Query1.RecordCount do
begin
  Query2.First;
  for j:=1 to Query2.RecordCount do
  begin
    Query3.Close;
    Query3.SQL.Text:='select * from obj_quest where
(id_quest='+Query2Id_quest.AsString+')and(id_obj='+Query1Id_obj.AsString+')and(answer=-1)';
    Query3.Open;
    neznaju:=Query3.RecordCount;
    Query3.Close;
    Query3.SQL.Text:='select * from obj_quest where
(id_quest='+Query2Id_quest.AsString+')and(id_obj='+Query1Id_obj.AsString+')and(answer=0)';
    Query3.Open;
    net:=Query3.RecordCount;
    Query3.Close;
    Query3.SQL.Text:='select * from obj_quest where
(id_quest='+Query2Id_quest.AsString+')and(id_obj='+Query1Id_obj.AsString+')and(answer=1)';
    Query3.Open;
    da:=Query3.RecordCount;
    Table2.Append;
    Table2Id_obj.AsInteger:=Query1Id_obj.AsInteger;
    Table2Id_vopr.AsInteger:=Query2Id_quest.AsInteger;
    Table2Id_otv.AsInteger:=-1;
    if neznaju=0 then Table2Verojatnost.AsFloat:=0.33 else
    Table2Verojatnost.AsFloat:=((neznaju)/(neznaju+da+net));
    Table2.Post;
    Table2.Append;
    Table2Id_obj.AsInteger:=Query1Id_obj.AsInteger;
    Table2Id_vopr.AsInteger:=Query2Id_quest.AsInteger;
    Table2Id_otv.AsInteger:=0;
    if net=0 then Table2Verojatnost.AsFloat:=0.33 else
    Table2Verojatnost.AsFloat:=((net)/(neznaju+da+net));
    Table2.Post;
    Table2.Append;
    Table2Id_obj.AsInteger:=Query1Id_obj.AsInteger;
    Table2Id_vopr.AsInteger:=Query2Id_quest.AsInteger;
    Table2Id_otv.AsInteger:=1;
    if da=0 then Table2Verojatnost.AsFloat:=0.33 else
    Table2Verojatnost.AsFloat:=((da)/(neznaju+da+net));
    Table2.Post;
  end;
end;
...
//Визначення ентропії запитання  $Q_j$ 
for j:=-1 to 1 do
begin
  ver:=0;
```

```

Table2.Filter:='(id_vopr='+Table3Id_quest.AsString+')and(id_otv='+inttostr(j)+')';
Table2.Filtered:=True;
Table2.First;
for k:=1 to Table2.RecordCount do
begin
    ver:=ver+(Table2Verojatnost.AsFloat*log2(Table2Verojatnost.AsFloat));
    Table2.Next;
end;
Table3.Edit;
if j=-1 then Table3Neznaju.AsFloat:=-1*ver;
if j=0 then Table3Net.AsFloat:=-1*ver;
if j=1 then Table3Da.AsFloat:=-1*ver;
Table3.Post;
end;

```

...

Емпірично було визначено, що ймовірність помилки програми приблизно дорівнює 5-6%.

**Висновки.** Запропоновано метод роботи експертної системи по визначенню типу крою фасону одягу. Метод реалізовано у демонстративній програмі визначення типу фасону пишної спідниці, ймовірність помилки якої приблизно дорівнює 5-6%. Таким чином, можна зробити припущення, що впровадження подібної експертної програми дає перспективу вдосконалення існуючих алгоритмів реалізації САПР одягу, що має вирішити проблеми автоматизованого проектування конструкцій одягу, зокрема допоможе недосвідченому кравцю визначити тип крою вибраної ним моделі одягу.

#### Список використаної літератури

1. Сафонова Г. Ф. Аналіз існуючих САПР конструювання та моделювання одягу [Текст] / Г.Ф. Сафонова // Збірник наукових праць. Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві. – 2013. – Вип. 3(4). – С. 76-83.

2. Басовский подход и Акинатор [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.machinelearning.ru/> – 5.05.2016. – Загл. с экрана.

САФОНОВА Ганна Феліксівна – к.т.н, доцент кафедри природничо-наукової підготовки Одеського національного політехнічного університету

САФОНОВ Михайло Сергійович – к.т.н., доцент кафедри природничо-наукової підготовки Одеського національного політехнічного університету

РОСЛЯКОВА Світлана Володимирівна – викладач-методист Херсонського політехнічного коледжу Одеського національного політехнічного університету

НОСОВ Павло Сергійович – к.т.н., доцент кафедри природничо-наукової підготовки Одеського національного політехнічного університету