



УКРАЇНА

(19) UA (11) 14955 (13) U  
(51) МПК (2006)  
A61B 1/00  
A61B 5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

# ОПИС ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ПРОГНОЗУВАННЯ ДЕФЕКТІВ ВИЛИВКІВ

1

2

(21) u200509181

(22) 29.09.2005

(24) 15.06.2006

(46) 15.06.2006, Бюл. № 6, 2006 р.

(72) Самарай Валерій Петрович, Авдокушин Володимир Павлович, Довбиш Ніна Олександрівна, Калінін Владислав Сальович, Самарай Роман Валерійович

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМ. О.О.БОГОМОЛЬЦЯ

(57) Спосіб прогнозування дефектів виливків шляхом підрахунку ознак, що спостерігаються, який відрізняється тим, що проводять повний якісний і кількісний аналіз усіх прогностичних гіпотез, їх ймовірну оцінку аж до визначення 100% ймовірності за формулою:

$$P_j = 100 \left( \sum_{i=1}^N (A_{ij} K_i) - \sum_{i=1}^N (B_{ij} L_i) \right) / \sum_{i=1}^N (A_{ij})$$

де:

$K_i = P_{OTH} / 0,85$ , якщо  $P_{OTH} < 0,85$

$L_i = P_{OTH} / 0,85$ , якщо  $P_{OTH} < 0,85$

$K_i = 2 - P_{OTH} / 0,85$ , якщо  $P_{OTH} > 0,85$

$L_i = 2 - P_{OTH} / 0,85$ , якщо  $P_{OTH} > 0,85$

$P_{OTH} = P_{тек} / P_{max}$

$P_{тек} \in [P_{OTH}; P_{max}]$ ,  $P_{нас} < P_{тек} P_{max}$ ,  $P_{нас} < P_{опт} < P_{max}$

$P_j$  - вірогідність j-ої гіпотези;

$A_{ij}$  - коефіцієнт значимості (інформативності) i-ої ознаки, характерної для j-ої гіпотези; будь-яке дійсне число;

$B_{ij}$  - коефіцієнт значимості (інформативності) i-ої ознаки, не характерної для j-ої гіпотези; будь-яке дійсне число;

$K_i$  - коефіцієнт присутності (1) чи відсутності (0) i-ої ознаки, характерної для j-ої гіпотези в ситуації, що спостерігається,  $K_i \in [0; 1]$  (дорівнює значенню інтервалу від 0 до 1), фактично є функцією бажаності;

$L_i$  - коефіцієнт присутності (1) чи відсутності (0) i-ої ознаки, не характерної для j-ої гіпотези в ситуації, що спостерігається,  $L_i \in [0; 1]$  (дорівнює значенню інтервалу від 0 до 1), фактично є функцією бажаності;

$P_{OTH}$  - відносна щільність суміші в ливарній формі, відносні одиниці;

$P_{тек}$  - щільність суміші в ливарній формі,  $кг/м^3$ ;

$P_{max}$  - максимальна щільність суміші в ливарній формі,  $кг/м^3$ ;

$P_{нас}$  - насипна щільність суміші в ливарній формі,  $кг/м^3$ ;

$P_{опт}$  - оптимальна щільність суміші в ливарній формі,  $кг/м^3$ ;

після цього здійснюють облік всіх ознак, властивих кожній прогностичній гіпотезі, в т.ч. приватних ознак, характерних для окремих прогностичних гіпотез, при цьому враховують ознаки, не характерні для прогностичних гіпотез.

Корисна модель, що заявляється відноситься до області розпізнавання образів, експертних систем, систем діагностики, систем моделювання і прогнозування, аналізу інформації в будь-якій області знань, наприклад, в техніці, зокрема в ливарній технології.

рному виробництві або в медицині, зокрема, в стоматології.

Найбільш близьким за технічною реалізацією способом, який взято за прототип, є "Спосіб лікувальної та технічної діагностики захворювань" [1].

За цим способом значення всіх ознак (що за-

(13) U  
(11) 14955  
(19) UA

лежать від виразності ознак або симптомів) спеціальним чином сумують, що фактично означає трансформацію багатомірного простору в одновимірний. Недоліки: спосіб не враховує функцію бажаності  $i$ -ої ознаки; область значень  $i$ -ої ознаки визначена двоїчною системою, тобто дозволяє приймати лише два значення (0 і 1), а сама функція вірогідності діагнозу або прогнозу у графічному вигляді являє собою ступінчастий графік залежності від ознак без плавних переходів; сутність його зводиться до ймовірної оцінки всіх прогностичних гіпотез, аж до визначення 100% ймовірності за формулою:

$$P_j = 100 \left( \sum_{i=1}^N (A_{ij}K_i) - \sum_{i=1}^N (B_{ij}L_i) \right) / \sum_{i=1}^N (A_{ij})$$

де:

$P_j$  - вірогідність  $j$ -ої гіпотези;

$A_{ij}$  - коефіцієнт значимості (інформативності)  $i$ -го признака характерного для  $j$ -ої гіпотези; будь-яке дійсне число;

$B_{ij}$  - коефіцієнт значимості (інформативності)  $i$ -го признака, нехарактерного для  $j$ -ої гіпотези; будь-яке дійсне число;

$L_i$  - коефіцієнт присутності (1) чи відсутності (0)  $i$ -го признака, нехарактерного для  $j$ -ої гіпотези в ситуації, що спостерігається, (дорівнює виключно 1 або 0 згідно з двоїчною системою);

$K_i$  - коефіцієнт присутності (1) чи відсутності (0)  $i$ -го признака, характерного для  $j$ -ої гіпотези у спостережуваній ситуації (дорівнює виключно 1 або 0 згідно з двоїчною системою).

В основу корисної моделі поставлена задача створити такий спосіб, який дозволить підвищити якість і точність розпізнавання образів, диференціальних прогнозування і діагностики, прийняття рішень в експертних системах, аналізу інформації, приватних прогнозування і діагностики, моделювання складних ситуацій, видачі рекомендацій, прогнозування, постановки остаточних прогнозу і діагнозу, а також врахувати функцію бажаності оптимального ущільнення форми, одночасно змінити двоїчну (дискретну) систему області значень ознак на аналогову безперервну систему представлення значень ознак в інтервалі  $[0; 1]$  і надати можливість самої функції вірогідності прогнозу дефектів приймати вигляд не ступінчастий, а монотонний і безперервний з плавними переходами.

Поставлену задачу вирішують тим, що проводять одночасно повний якісний і кількісний аналіз усіх можливих прогностичних гіпотез; ймовірну оцінку всіх прогностичних гіпотез аж до визначення 100% ймовірності; облік всіх ознак, властивих кожній прогностичній гіпотезі, в т.ч. приватних ознак, характерних окремим прогностичним гіпотезам.

Головною відмінністю від відомого способу є те, що автори пропонують, проводити повний якісний і кількісний аналіз усіх прогностичних гіпотез, ймовірну оцінку всіх прогностичних гіпотез, аж до визначення 100% ймовірності за формулами:

$$P_j = 100 \left( \sum_{i=1}^N (A_{ij}K_i) - \sum_{i=1}^N (B_{ij}L_i) \right) / \sum_{i=1}^N (A_{ij})$$

де:

$K_i = P_{отн}/0,85$ , якщо  $P_{отн} < 0,85$ ,

$L_i = P_{отн}/0,85$ , якщо  $P_{отн} < 0,85$ ,

$K_i = 2 - P_{отн}/0,85$ , якщо  $P_{отн} > 0,85$ ,

$L_i = 2 - P_{отн}/0,85$ , якщо  $P_{отн} > 0,85$ ,

$P_{отн} = P_{тек}/P_{max}$

$P_{тек} \in [P_{нас}; P_{max}]$ ,  $P_{нас} < P_{тек} < P_{max}$ ,  $P_{нас} < P_{опт} < P_{max}$ .

$P_j$  - вірогідність  $j$ -ої гіпотези;

$A_{ij}$  - коефіцієнт значимості (інформативності)  $i$ -го признака, характерного для  $j$ -ої гіпотези; будь-яке дійсне число;

$B_{ij}$  - коефіцієнт значимості (інформативності)  $i$ -го признака, нехарактерного для  $j$ -ої гіпотези; будь-яке дійсне число;

$K_i$  - коефіцієнт присутності (1) чи відсутності (0)  $i$ -го признака, характерного для  $j$ -ої гіпотези в ситуації, що спостерігається,  $K_i \in [0; 1]$  (дорівнює значенню інтервалу від 0 до 1), фактично є функцією бажаності;

$L_i$  - коефіцієнт присутності (1) чи відсутності (0)  $i$ -го признака, нехарактерного для  $j$ -ої гіпотези в ситуації, що спостерігається,  $L_i \in [0; 1]$  (дорівнює значенню інтервалу від 0 до 1), фактично є функцією бажаності;

$P_{отн}$  - відносна щільність суміші в ливарній формі, в.о.;

$P_{тек}$  - щільність суміші в ливарній формі, кг/м<sup>3</sup>;

$P_{max}$  - максимальна щільність суміші в ливарній формі, кг/м<sup>3</sup>;

$P_{нас}$  - насипна щільність суміші в ливарній формі, кг/м<sup>3</sup>;

$P_{опт}$  - оптимальна щільність суміші в ливарній формі, кг/м<sup>3</sup>;

проводити облік всіх ознак, властивих кожній прогностичній гіпотезі, в т.ч. приватних ознак, характерних окремим прогностичним гіпотезам, при цьому ознаки, не характерні для прогностичних гіпотез, але наявні у випадку, обов'язково враховуються і істотно впливають на результат прогнозування.

Спосіб здійснюють наступним чином.

Створюють математичні моделі, заповнюють таблиці значень ознак усіх можливих прогностичних гіпотез (у виді набору значень виду 01001011 - для моделей без обліку інформативності (значимості) чи ознак виду 0312 і з будь-якими іншими дійсними значеннями - для моделей з урахуванням значимості); здійснюють розрахунок еталонних сум прогностичних гіпотез, тобто для ознак, характерних для кожної прогностичної гіпотези, сумуються значення їх ознак. На етапі використання: значення ознак, що спостерігають, вибірково сумують співвідносно для кожної математичної моделі всіх прогностичних гіпотез (тобто приватні ознаки конкретних прогностичних гіпотез враховують тільки для цих прогностичних гіпотез) і фіксують розрахункові суми по числу прогностичних гіпотез за формулою:

$$P_j = 100 \left( \sum_{i=1}^N (A_{ij}K_i) - \sum_{i=1}^N (B_{ij}L_i) \right) / \sum_{i=1}^N (A_{ij})$$

де:

$K_i = P_{отн}/0,85$ , якщо  $P_{отн} < 0,85$ ,

$L_i = P_{отн}/0,85$ , якщо  $P_{отн} < 0,85$ ,

$K_i = 2 - P_{отн}/0,85$ , якщо  $P_{отн} > 0,85$ ,

$L_i = 2 - P_{отн}/0,85$ , якщо  $P_{отн} > 0,85$ ,

$P_{отн} = P_{тек}/P_{max}$

$P_{\text{тек}} \in [P_{\text{нас}}; P_{\text{мах}}]$ ,  $P_{\text{нас}} < P_{\text{тек}} < P_{\text{мах}}$ ,  $P_{\text{нас}} < P_{\text{опт}} < P_{\text{мах}}$ ; для всіх прогностичних гіпотез розраховують ступінь відповідності набору наявних ознак у вигляді виборчих сум (еталонних сум) усіх прогностичних гіпотез у відсотках, тобто проводять імовірну оцінку всіх прогностичних гіпотез; приймають рішення про правильну прогностичну гіпотезу (пропонують прогноз), виходячи з найбільшого отриманого значення імовірності, оцінюють схиль-

ність до найближчих прогностичних гіпотез, виходячи з найближчих найбільших отриманих значень імовірностей.

#### Приклад

Було проведено диференційне прогнозування з використанням запропонованого способу (дивись таблицю 1). ( $P_{\text{нас}}=1300\text{кг/м}^3$ ,  $P_{\text{мах}}=1950\text{кг/м}^3$ . Середня щільність форми  $1598\text{кг/м}^3$ , модельної зони  $1687\text{кг/м}^3$ , надмодельної зони  $1536\text{кг/м}^3$ ).

Таблиця 1

Признаки	Гипотезы прогноза дефектов отливки														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Нет брака	Прорыв формы	Распор формы	Размыв	Утечка	Пригар	Шероховатость	Ужи-мины	Засоры	Обвалы	Складчатость	Нарост	Горячие трещины	Газовые раковины	Пример 1
1. Уплотнение на границе модели															
1.1 Повышенное								1			1		1	1	0,018
1.2. Оптимальное	1														0,982
1.3. Пониженное		1	1	1	1	1	1		1	1		1			0,000
1.4. Неравномерное							1	1			1			1	1,000
2. Уплотнение верхних слоев полуформы															
2.1. Повышенное														1	0,000
2.2. Оптимальное	1														0,927
2.3. Пониженное															0,073
3. Распределение плотности от разъема формы															
3.1. Повышение									1					1	0,00
3.2. Равномерное	1							1					1	1	0,00
3.3. Понижение	1		1					1							1,000
4. Средняя плотность															
4.1. Высокая							1	1			1		1	1	0,000
4.2. Оптимальная	1												1	1	0,964
4.3. Пониженная		1	1	1	1	1	1		1	1		1			0,035
Вероятность появления дефекта, %															
Пример, %	83	2,15	15,8	1,79	1,43	0,89	27,9	40,5	1,79	1,79	17,6	1,79	0,6	21,6	

З таблиці видно що сукупність ознак відповідає певній прогностичній гіпотезі о вірогідності дефектів виливків.

Запропонований спосіб може бути використаний в експертних системах, системах розпізнавання образів, системах діагностики, у системах моделювання і прогнозування, зокрема в ливарному виробництві або медицині.

#### Джерела інформації:

1. Патент України №68735А (Україна). Спосіб лікувальної та технічної діагностики захворювань /В.П. Самарай, Н.О. Довбиш, В.О. Маланчук, В.П. Неспрядько, П.О. Довбиш.
2. Продеус А.Н., Захрабова Е.Н. Экспертные системы в медицине. -К., ТОО "БЕК+", 1998, с.234.