



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **14954** (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) u200509180

(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:

$K_i = (P_{\text{тек}} - P_{\text{нас}}) / (P_{\text{опт}} - P_{\text{нас}})$, якщо $P_{\text{тек}} \in [P_{\text{нас}}; P_{\text{опт}}]$,

$L_i = (P_{\text{тек}} - P_{\text{нас}}) / (P_{\text{опт}} - P_{\text{нас}})$, якщо $P_{\text{тек}} \in [P_{\text{опт}}; P_{\text{макс}}]$,

$K_i = 2 - (P_{\text{тек}} - P_{\text{нас}}) / (P_{\text{опт}} - P_{\text{нас}})$, якщо $P_{\text{тек}} \in [P_{\text{опт}}; P_{\text{макс}}]$,

$L_i = 2 - (P_{\text{тек}} - P_{\text{нас}}) / (P_{\text{опт}} - P_{\text{нас}})$, якщо $P_{\text{тек}} \in [P_{\text{опт}}; P_{\text{макс}}]$,

$P_{\text{тек}} \in [P_{\text{нас}}; P_{\text{макс}}]$, $P_{\text{нас}} < P_{\text{тек}} < P_{\text{макс}}$,
 $P_{\text{нас}} < P_{\text{опт}} < P_{\text{макс}}$,

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;

$P_{\text{тек}}$ - щільність суміші в ливарній формі, кг/м³;

$P_{\text{макс}}$ - максимальна щільність суміші в ливарній формі, кг/м³;

$P_{\text{нас}}$ - насипна щільність суміші в ливарній формі, кг/м³;

$P_{\text{опт}}$ - оптимальна щільність суміші в ливарній формі, кг/м³; $P_{\text{опт}} = 0,85 P_{\text{макс}}$,

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 ливарному 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 залежать від виразності ознак або симптомів) спеціальним чином сумують, що фактично означає трансформацію багатомірного простору в одомірне. 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 зво-

(13) **U**

(11) **14954**

(19) **UA**

диться до ймовірної оцінки всіх прогностичних гіпотез, аж до визначення 100% ймовірності за формулою:

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

де:

P_j - вірогідність j -ої гіпотези;

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

B_{ij} - коефіцієнт значимості (інформативності) i -го признака, нехарактерного для j -ої гіпотези; будь-яке річовинне 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 спостерігаємої 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:

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

де:

$K_i = (P_{\text{тек}} - P_{\text{нас}}) / (P_{\text{опт}} - P_{\text{нас}})$, якщо $P_{\text{тек}} \in [P_{\text{нас}}; P_{\text{опт}}]$,

$L_i = (P_{\text{тек}} - P_{\text{нас}}) / (P_{\text{опт}} - P_{\text{нас}})$, якщо $P_{\text{тек}} \in [P_{\text{нас}}; P_{\text{опт}}]$,

$K_i = 2 - (P_{\text{тек}} - P_{\text{нас}}) / (P_{\text{опт}} - P_{\text{нас}})$, якщо $P_{\text{тек}} \in [P_{\text{опт}}; P_{\text{макс}}]$,

$L_i = 2 - (P_{\text{тек}} - P_{\text{нас}}) / (P_{\text{опт}} - P_{\text{нас}})$, якщо $P_{\text{тек}} \in [P_{\text{опт}}; P_{\text{макс}}]$,

$P_{\text{тек}} \in [P_{\text{нас}}; P_{\text{макс}}]$, $P_{\text{нас}} < P_{\text{тек}} < P_{\text{макс}}$, $P_{\text{нас}} < P_{\text{опт}} < P_{\text{макс}}$,

P_j - вірогідність j -ої гіпотези;

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

B_{ij} - коефіцієнт значимості (інформативності) i -го признака, нехарактерного для j -ої гіпотези; будь-яке річовинне 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 з 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 з інтервалу від 0 до 1), фактично є функцією бажаності;

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

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

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

$P_{\text{опт}}$ - оптимальна щільність суміші в ливарній формі, кг/м^3 ; $P_{\text{опт}} = 0,85 P_{\text{макс}}$;

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 річовинними 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:

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

де:

$K_i = (P_{\text{тек}} - P_{\text{нас}}) / (P_{\text{опт}} - P_{\text{нас}})$, якщо $P_{\text{тек}} \in [P_{\text{нас}}; P_{\text{опт}}]$,

$L_i = (P_{\text{тек}} - P_{\text{нас}}) / (P_{\text{опт}} - P_{\text{нас}})$, якщо $P_{\text{тек}} \in [P_{\text{нас}}; P_{\text{опт}}]$,

$K_i = 2 - (P_{\text{тек}} - P_{\text{нас}}) / (P_{\text{опт}} - P_{\text{нас}})$, якщо $P_{\text{тек}} \in [P_{\text{опт}}; P_{\text{макс}}]$,

$L_i = 2 - (P_{\text{тек}} - P_{\text{нас}}) / (P_{\text{опт}} - P_{\text{нас}})$, якщо $P_{\text{тек}} \in [P_{\text{опт}}; P_{\text{макс}}]$,

$P_{\text{тек}} \in [P_{\text{нас}}; P_{\text{макс}}]$, $P_{\text{нас}} < P_{\text{тек}} < P_{\text{макс}}$, $P_{\text{нас}} < P_{\text{опт}} < P_{\text{макс}}$,

для всіх прогностичних гіпотез розраховують ступінь відповідності набору наявних ознак у вигляді виборчих сум (еталонних сум) усіх прогностичних гіпотез у відсотках, тобто проводять ймовірну оцінку всіх прогностичних гіпотез; приймають рішення про правильну прогностичну гіпотезу (пропонують прогноз), виходячи з найбільшого отриманого значення ймовірності, оцінюють схильність до найближчих прогностичних гіпотез, вихо-

дючи з найближчих найбільших отриманих значень ймовірностей.

Приклад

Було проведено диференційне прогнозування з використанням запропонованого способу (дивись

таблицю 1). ($P_{\text{нас}}=1300\text{кг/м}^3$, $P_{\text{max}}=1950\text{кг/м}^3$. Середня щільність форми 1607кг/м^3 , модельної зони 1833кг/м^3 , надмодельної зони 1489кг/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 | Разрыв | Утечка | Пригар | Шерховатость | Ужимины | Засоры | Обвалы | Складчатость | Нарост | Горячие трещины | Газовые раковины | Пример 1 |
| 1. Уплотнение на границе модели | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1. Повышенное | | | | | | | | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | 0,490 |
| 1.2. Оптимальное | 1 | | | | | | | | | | | | | | 0,510 |
| 1.3. Пониженное | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | | 0,000 |
| 1.4. Неравномерное | | | | | | | 1 | 1 | | | 1 | | | 1 | 0,000 |
| 2. Уплотнение верхних слоев полуформы | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1. Повышенное | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0,000 |
| 2.2. Оптимальное | 1 | | | | | | | | | | | | | | 0,529 |
| 2.3. Пониженное | | | | | | | | | | | | | | | 0,471 |
| 3. Распределение плотности от разъема формы | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1. Повышение | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | 0,000 |
| 3.2. Равномерное | 1 | | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | 0,000 |
| 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 | 0,859 |
| 4.3. Пониженная | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | | 0,1405 |
| Вероятность появления дефекта, % | | | | | | | | | | | | | | | |
| Пример, % | 62,1 | 8,43 | 20,3 | 7,03 | 5,62 | 3,51 | 2,56 | 24,7 | 7,03 | 7,03 | 24,5 | 7,03 | 16,3 | 3,5 | |

З таблиці видно що сукупність ознак відповідає певній прогностичній гіпотезі про 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.

Література:

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 "ВЕК+", 1998, с.234.