

УДК 004.048

І.В. БАКЛАН

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

## МАТЕМАТИЧНІ ПОСТАНОВКИ КРОКІВ ПОБУДОВИ ЛІНГВІСТИЧНОЇ МОДЕЛІ

*У даній статті розглядається поетапний процес побудови лінгвістичної моделі для системи автентифікації користувача за рухами мишкою. Приведена математична постановка окремих етапів.*

*Ключові слова: лінгвістичне моделювання, лінгвістична модель.*

І.В. БАКЛАН

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПОСТАНОВКИ ШАГОВ ПОСТРОЕНИЯ ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

*В данной статье рассматривается поэтапный процесс построения лингвистической модели для системы аутентификации пользователя по движениям мышкой. Приводится математическая постановка отдельных этапов.*

*Ключевые слова: лингвистическое моделирование, лингвистическая модель.*

I.V. BAKLAN

National technical university of Ukraine «Kiyv polytechnical institute»

## MATHEMATICAL STATEMENTS OF STEPS TO CONSTRUCT A LINGUISTIC MODEL

*This paper considers step-by-step to construct linguistic model for user authentication system by movement of computer manipulator. The mathematical statement of each step is given.*

*Keywords: Linguistic modelling, Hidden Markov models, Overdiscretization, Interpolation, Lagrange polynomial.*

### Вступ

Система аналізу індивідуальної манери користування Веб-сервісом призначена для дослідження можливості автентифікації користувача за траєкторією руху курсору «мишки».

Головною метою системи аналізу індивідуальної манери користування Веб-сервісом є збільшення надійності процесу автентифікації користувача за допомогою використання біометричної автентифікації на основі траєкторій руху курсору «мишки» користувача даного Веб-сервісу

Для досягнення поставленої мети має бути вирішена задача знаходження лінгвістичного образу траєкторій руху курсору «мишки» користувача, що включає в собі:

- а) обчислення різницевих рядів вихідної траєкторії руху курсору «мишки»;
- б) вибір критерію інтервалізації різницевих рядів;
- в) інтервалізація певного різницевого ряду згідно обраного критерію;
- г) знаходження лінгвістичного ланцюжка для певного різницевого ряду;
- д) знаходження матриці переходів для кожної можливої пари символів у лінгвістичному ланцюжку певного різницевого ряду.

Вхідними даними для даної задачі є траєкторія руху курсору «мишки» користувача, що являє собою множину пар координат:

- вектор координат по осі абсцис;
- вектор координат по осі ординат.

Вихідними даними для цієї задачі є лінгвістичний образ користувача, що являє собою:

- множину інтервалів, отриману в результаті інтервалізації різницевого ряду певного порядку від ряду вхідних координат по одній з осей (абсцис чи ординат);
- матрицю переходів, побудовану на множині інтервалів(описаній вище) та по ряду вхідних координат по одній з осей (абсцис чи ординат).

Вказаний лінгвістичний образ будується окремо для осі ординат та для осі абсцис, а також окремо для різницевих рядів, вхідного ряду координат, різних порядків [1-3]. Таким чином отримаємо множину лінгвістичних образів, що і є кінцевим результатом задачі для певного користувача.

Автентифікація користувача за траєкторією руху курсору «мишки» може здійснюватися різними способами, як було продемонстровано в огляді наявних аналогів [4-7]. В даній роботі буде розглядатися підхід лінгвістичного моделювання для побудови лінгвістичного образу користування «мишкою» певним користувачем Веб-сервісу.

**Постановка проблеми**

Завданням даного дослідження є математична формалізація кроків реалізації лінгвістичної моделі для розпізнавання емоційного стану користувача ПК із застосуванням методів лінгвістичного моделювання.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій**

Вказаний лінгвістичний образ будується окремо для осі ординат та для осі абсцис, а також окремо для різницевих рядів, вхідного ряду координат, різних порядків [1-3]. Таким чином отримуємо множину лінгвістичних образів, що і є кінцевим результатом задачі для певного користувача.

Автентифікація користувача за траєкторією руху курсору «мишки» може здійснюватися різними способами, як було продемонстровано в огляді наявних аналогів [4-7]. В даній роботі буде розглядатися підхід лінгвістичного моделювання для побудови лінгвістичного образу користування «мишкою» певним користувачем Веб-сервісу.

**Формулювання цілей статті**

Дана стаття має на меті опис методу побудови лінгвістичних моделей динамічних образів емоційного стану користувача інформаційних систем з використанням комп'ютерних маніпуляторів.

**Виклад основного матеріалу дослідження**

Згідно з етапів побудови лінгвістичної моделі вихідна задача буде розбита на такі підзадачі:

- підзадача отримання різницевих рядів;
- підзадача інтервалізації;
- підзадача лінгвістизації;
- підзадача побудови матриці переходів.

**Підзадача отримання різницевих рядів.**

Призначенням даної підзадачі є отримання рядів, котрі характеризують динаміку зміни руху курсору «мишки»: швидкість (різницевий ряд 1-ого порядку), прискорення (різницевий ряд 2-ого порядку) і т. д. Таким чином різницеві ряди являються похідними від вихідного ряду.

Дано: Вектор цілих чисел  $\bar{X}$  з потужністю  $n = |\bar{X}|$ .

Результати: Вектор цілих чисел  $\bar{D}$  з потужністю  $k = |\bar{D}|$ .

Обмеження:

$$\forall d_i \in \bar{D} : d_i = x_{i+1} - x_i \quad (1.1)$$

де  $i \in [0; n - 1)$ ;  $x_{i+1}, x_i \in \bar{X}$

$$k = n - 1 \quad (1.2)$$

**Підзадача інтервалізації.**

Призначенням даної підзадачі є побудова алфавіту користувача шляхом розбиття відсортованого різницевого ряду на множину інтервалів, кожний елемент якої характеризує певну літеру алфавіту.

Дано:

- гіпотетична потужність алфавіту  $a$ ;
- вектор цілих чисел  $\bar{D}$  з потужністю  $k = |\bar{D}|$ .

Результати:

Вектор пар цілих значень  $\bar{I}$  з потужністю  $n = |\bar{I}|$ .

Обмеження:

$$\forall x \in \bar{I} : x^1 \leq x^2 \quad (1.3)$$

$$\forall x_i, x_{i+1} \in \bar{I} : x_i^2 < x_{i+1}^1, \quad (1.4)$$

де  $i \in [0; n - 1)$

$$n \leq a \quad (1.5)$$

$$a \ll k \quad (1.6)$$

$$\exists x \in \bar{I} : \forall d \in \bar{D}, d \in [x^1; x^2] \quad (1.7)$$

$$\forall d_i, d_{i+1} \in \bar{D} : d_i \leq d_{i+1}, \quad (1.8)$$

де  $i \in [0; k - 1)$

$$x_0 \in \bar{I} : x_0 = (-\infty; x_1^1) \quad (1.9)$$

$$x_n \in \bar{I} : x_n = (x_{n-1}^2; +\infty) \quad (1.10)$$

#### Підзадача лінгвістизації.

Призначенням даної підзадачі є отримання лінгвістичного ланцюжку шляхом знаходження відповідної літери алфавіту для кожного значення різницевого ряду. Літера алфавіту однозначно відповідає певному інтервалу з множини інтервалів, отриманих в результаті розв'язання попередньої задачі.

Дано:

- вектор цілих чисел  $\bar{D}$  з потужністю  $k = |\bar{D}|$ , що відповідає обмеженню представленому у формулі 1.7;
- вектор пар цілих значень  $\bar{I}$  з потужністю  $n = |\bar{I}|$  з обмеженнями, що наведені у формулах 1.3 та 1.4, а також у 1.9 та 1.10.

Результати:

Вектор цілих чисел  $\bar{A}$  з потужністю  $k$ .

Обмеження:

$$\forall x_i \in \bar{A} : \exists d_i \in \bar{D}, \exists y_j \in \bar{I}, d_i \in [y_j^1; y_j^2], x_i = j, \quad (1.11)$$

де  $i \in [0; k), j \in [0; n)$

#### Підзадача побудови матриці переходів.

Призначенням даної підзадачі є побудова матриці переходів між двома літерами алфавіту в реченні.

Алфавіт та його літери визначені у підзадачі інтервалізації, а речення – у задачі лінгвістизації.

Дано:

- вектор цілих чисел  $\bar{A}$ , що відповідає обмеженню 1.11 з потужністю  $k = |\bar{A}|$ ;
- потужність множини інтервалів  $n$ , отриманої в результаті задачі інтервалізації (див. п. 3.2.2).

Результати:

Квадратна матриця раціональних чисел  $\bar{P}$  розмірністю  $n$ .

Обмеження:

$$\forall x_{ij} \in \bar{P} : x_{ij} \in [0.0; 1.0], \quad (1.12)$$

де  $i, j \in [0; n)$

#### Математична постановка задачі порівняння лінгвістичних образів користувачів.

Призначенням даної задачі є отримання оцінки для двох лінгвістичних образів, котра вказує на їх схожість.

Дано:

- квадратна матриця раціональних чисел  $\bar{P}_1$  розмірністю  $n_1 = |\bar{P}_1|$ ;
- квадратна матриця раціональних чисел  $\bar{P}_2$  розмірністю  $n_2 = |\bar{P}_2|$ .

Результати:

Раціональне число  $l$ .

Обмеження:

$$\forall x_{ij} \in \overline{P}_1 : x_{ij} \in [0.0; 1.0], \quad (1.13)$$

де  $i, j \in [0; n_1)$

$$\forall x_{ij} \in \overline{P}_2 : x_{ij} \in [0.0; 1.0], \quad (1.14)$$

де  $i, j \in [0; n_2)$

$$\forall i \in [0, n_1) : \sum_{j=0}^{n_1-1} p_i^j = 1.0 \vee \sum_{j=0}^{n_1-1} p_i^j = 0.0, \quad (1.15)$$

де  $p_i^j \in \overline{P}_1$

$$\forall i \in [0, n_2) : \sum_{j=0}^{n_2-1} p_i^j = 1.0 \vee \sum_{j=0}^{n_2-1} p_i^j = 0.0, \quad (1.16)$$

де  $p_i^j \in \overline{P}_2$

$$n_1 = n_2 \quad (1.17)$$

$$l \in [0.0, 1.0] \quad (1.18)$$

При чому інтерпретація значення  $l$  наступна: чим ближче  $l$  до 1.0, тим більш схожими є матриці переходів.

#### Висновки

В даній статті була сформульована змістовна та математична постановки задачі знаходження лінгвістичних образів траєкторій руху курсору «мишки». Було введено поняття лінгвістичного моделювання та поетапно описано спосіб застосування даного підходу для розв'язання поставленої задачі. Також, для більш повного розгляду задачі, були введені додаткові підзадачі, описані їх математичні постановки та наведені приклади їх виконання.

#### Список використаної літератури

1. Баклан І. В. Аналіз поведінки економічних часових рядів з використанням структурних підходів. Сборник МКММ-2006. — Херсон: ХГТУ, 2006.
2. Баклан І. В. Структурний підхід до розпізнавання образів у системах безпеки. Національна безпека України: стан, кризові явища та шляхи їх подолання. Міжнародна науково-практична конференція (Київ, 7-8 грудня 2005 р.). Збірка наукових праць. — К.: Національна академія управління — Центр перспективних соціальних досліджень, 2005. — С.375-380.
3. Баклан І. В. Лінгвістичне моделювання: основи, методи, деякі прикладні аспекти. Систем. технології. — 2011. — № 3. — С. 10-19
4. Мышкис А. Д. Элементы теории математических моделей. — 3-е изд., испр. — М.: КомКнига, 2007. — 192 с
5. Нарасимхан Р. Лингвистический подход к распознаванию образов. Автоматический анализ сложных изображений. — М.: Мир, 1969.
6. Дуда Р., Харг П., Распознавание образов и анализ сцен. — М.: Мир, 1976.
7. Орлов А. И. Теория принятия решений: учебник. — М.: Экзамен, 2006. — 573 с.