

Figure 1 – Structure of the mathematical model of the heat supply process

where numeric values and parameters denote: 1 – internal air, 2 – barrier, 3 – partitions and internal equipment, 4 – heating device, v_1 – outside air temperature disturbance, v_2 – heating medium temperature disturbance, u – heating medium consumption control.

Another feature of this mathematical model is the obvious difference in pace of the accumulation of thermal energy in the barrier, the partitions and in the internal air, which predetermines the fundamental rigidity of the system of the thermal processes differential equations of the building as a whole, and, consequently, a number of complexities in numerical modeling of thermal processes [3].

As the main perturbations in the mathematical model of the heat supply process, the ambient temperature change and the deviation of the heating medium temperature from the nominal value should be considered. Except these perturbations, parametric disturbances occur in the heat supply system, which are connected with changes of the parameters of structural elements participating in the heat-mass-exchange processes of a building.

References:

1. Табуницьков Ю. А. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий / Ю. А. Табуницьков, М. М. Бродач. – М. : АВОК-ПРЕСС, 2002. – 194 с.
2. Куценко А. С. Системный подход к математическому моделированию тепловых процессов зданий / А. С. Куценко, С. В. Коваленко, В. И. Товажнянский // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – X. : Технологический центр, 2014. – № 4/4 (70). – С. 9-12.
3. Згуровский М. З. Системы фильтрации и управления с разделяющимися разнотемповыми движениями / М. З. Згуровский, В. Д. Романенко. – К. : Наукова думка, 1998. – 376 с.

РОЗПІЗНАВАННЯ ПОКАЗІВ ЗІ ШКАЛ СТРІЛОЧНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Ліщук Р.І.

*Уманський національний університет садівництва вул. Інститутська, Ім. Умань,
Черкаська обл. Україна 20305*

На сьогоднішній день серійно випускається великий різновид аналогових стрілочних приладів, які дозволяють візуально спостерігати параметри різноманітних технологічних процесів. При серійному виробництві цих приладів

потрібно контролювати їх статичні та динамічні метрологічні характеристики, що здійснити без автоматизації цього процесу досить складно.

Так, у роботах [1,2] пропонуються підходи до автоматичного зчитування показів зі шкали на основі комп'ютерного зору, які використовують перетворення Хафа для розпізнавання показів зі шкал. Потрібно зазначити, що представлений комп'ютерний метод потребує ідеального горизонтального позиціонування приладу з камерою.

Метою є розробка методу та програмного забезпечення розпізнавання значень зі шкал стрілочних вимірювальних приладів та визначення їх динамічних характеристик.

Метод розпізнавання значень стрілочних приладів базується на чіткому виділенні стрілок приладу при подальшому визначенні кута відхилення між ними.

Для зйомки зображень приладу використовується звичайна веб-камера з роздільною здатністю 640x480 пікселів та частотою до 30 кадрів за секунду. Отримане зображення потрібно перетворити у бінарне для подальшої обробки. Для цього використано метод адаптивної бінаризації [3], який ґрунтується на представленні зображення у вигляді інтегрального.

Для знаходження кута відхилення стрілки, фотографується положення стрілки приладу в початковому положенні та на конкретному значенні. У результаті різниці між цими зображеннями буде нове зображення з чітко виділеними стрілками та залишковими пікселями (шум), які усуваються медіанним фільтром [4]. Далі, використовуючи вдосконалений хвильовий метод скелетизації зображень [5], отримуємо скелетне представлення стрілок, що в свою чергу забезпечує точність розпізнавання. Потім, за допомогою перетворення Хафа [6] визначаємо координати ліній (стрілок) та виконання простих геометричних перетворень визначаємо кут відхилення стрілки.

Для опису динаміки перехідних процесів вимірювальних систем доцільно використовувати передаточні функції. Коливальною ланкою називається найпростіший динамічний елемент системи автоматичного керування або його складова частина, що має передаточну функцію виду:

$$W(S) = \frac{k}{T^2 S^2 + 2\xi TS + 1} \quad (1)$$

Динамічні властивості коливальної ланки визначаються трьома параметрами: k – коефіцієнтом підсилення (передачі) коливальної ланки; T – постійна часу коливальної ланки; ξ – відносний коефіцієнт затухання коливальної ланки $0 \leq \xi < 1$.

Перетворюючи рівняння (1) отримуємо рівняння (2):

$$x(t) = k \left[1 - \frac{1}{\sqrt{1-\xi^2}} e^{-\frac{\xi}{T} \cdot t} \cdot \sin \left(\frac{\sqrt{1-\xi^2}}{T} t + \varphi \right) \right] = h(t) \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} \varphi = \arctg \frac{\sqrt{1-\xi^2}}{\xi} \end{aligned} \right\}$$

За допомогою пакету CurveFitting апроксимуємо розпізнані значення відповідно до рівняння, яке описує затухаючий коливальний процес (2) (рис. 1).

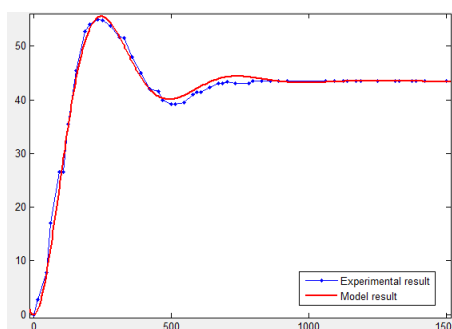


Рисунок 1 – Результат апроксимації

Візуальний аналіз графіка побудованої моделі показує добре наближення між емпіричними даними та теоретичними даними.

Запропонована комп'ютерна система для розпізнавання значень із шкали стрілочного вимірювального приладу дозволяє автоматизувати процес розпізнавання показів зі шкал стрілочних вимірювальних приладів та визначити динамічні метрологічні характеристики в режимі реального часу.

Перелік використаних джерел:

1. Jiannan Chi, Lei Liu, Jiwei Liu, Zhaoxuan Jiang, Guosheng Zhang. Machine vision based automatic detection method of indicating values of a pointer gauge, *Mathematical Problems in Engineering* Volume 2015.
2. Danilo Alves de Lima, Guilherme Augusto Silva Pereira, Flávio Henrique de Vasconcelos. "A Computer Vision System to read Meter Displays", 16th IMEKO TC4 Symposium Exploring New Frontiers of Instrumentation and Methods for Electrical and Electronic Measurements Sept. 22-24, 2008, Florence, It, 22 August 2008, pages 1-5.
3. R. Lishchuk, V. Kucheruk, I. P. Kurytnik. Adaptive binarization with non-uniform image illumination // *Pomiary automatyka Robotyka*, nr 6/2014, pp. 72-76.
4. T. Huang, G. Yang, G. Tang. A fast two-dimensional median filtering algorithm // *Acoust., Speech, Signal Processing*, vol. 27, no. 1, 1979, pp. 13-18.
5. Ліщук Р.І. Модифікований хвильовий метод скелетизації зображень / Ліщук Р.І., Кучерук В.Ю. // *Вісник інженерно і академії України*. - Київ, 2014. - С. 73-77.
6. Duda, R.O., P.E. Hart. Use of the Hough Transformation to Detect Lines and Curves in Pictures // *Comm. ACM*, 1972, Vol. 15, pp. 11-15.

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРИЛАДУ ЕКСПРЕС-КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ГАЗУ

Кузик М.Б., Карпаш М.О.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,

Природний газ є сировиною для хімічної промисловості, а також енергоносієм для промислових, комерційних та побутових споживачів. Газ передається від джерела до установки споживача мережею трубопроводів газотранспортних та газорозподільчих систем. Українська мережа видобування, транспортування та розподілу природного газу є складною системою. Кожна з 3,9 тис. свердловин, що розміщуються на території країни, генерує в цю мережу енергоресурс різної якості. На території держави розміщуються 12 підземних газосховищ, де газ змішується та змінює своїх фізичні і хімічні параметри. Більше того, наша країна виступає на