

ЗАСІБ ВИМІРЮВАННЯ КІЛЬКОСТІ ТВАРИН У ПОТОЦІ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Запропоновано засіб вимірювання кількості тварин у потоці під час проходження їх на групову доїльну установку. Такий засіб необхідний для запобігання втрати вимірювальної інформації внаслідок помилок радіочастотної ідентифікації у інформаційно-вимірювальних системах контролю параметрів технологічного процесу виробництва коров'ячого молока. Принцип дії засобу вимірювання заснований на оптимальній лінійній фільтрації вихідного сигналу оптичного або ультразвукового сенсора проходження тварини.

Ключові слова: підрахунок тварин, оптимальна фільтрація, доїльна установка, інформаційна система.

Abstract

The measuring device of the animals number in the stream during their passage to the group milking parlor is proposed. This tool is necessary to prevent the loss of measurement information due to errors of radio frequency identification in information-measuring systems of control the parameters of the cow's milk production technological process. The principle of the measuring device operation is based on the output signal optimal linear filtering of the optical or ultrasonic sensor of the animal presence.

Keywords: animal counting, optimal filtration, milking parlor, information system..

Вступ

У роботах [1, 2] проведено аналіз впливу помилок радіочастотної ідентифікації тварин, під час їх проходження на групову доїльну установку, на результати контролю параметрів технологічного процесу виробництва коров'ячого молока. Встановлено, що внаслідок виникнення помилок ідентифікації, з доволі високим ступенем імовірності втрачається вимірювальна інформація, яка стосується усіх тварин групи. Виходячи з цього, актуальним завданням є розробка засобу вимірювання кількості тварин у потоці. Наявність інформації про кількість тварин дозволить точно встановити відповідність неідентифікованих тварин номерам доїльних станків, і таким чином забезпечити відсутність втрат вимірювальної інформації.

Основна частина

При проходженні тварини через робочу зону системи радіочастотної ідентифікації [3] зчитується код її транспондера. Якщо під час зчитування виникла помилка, то при відсутності підрахунку кількості тварин у потоці існує ймовірність втрати вимірювальної інформації про всіх тварин у групі. Для підрахунку тварин можна використовувати ультразвукові або оптичні сенсори, принцип дії яких заснований на перериванні світлового потоку [4 -6]. При попаданні тварини в робочу зону сенсора відбувається переривання потоку випромінювання, в результаті на виході приймача формується імпульс певної тривалості, наявність якого є ознакою проходження тварини. На рис. 1 наведено схему руху потоку тварин вздовж антени системи радіочастотної ідентифікації та сенсора проходження тварини.

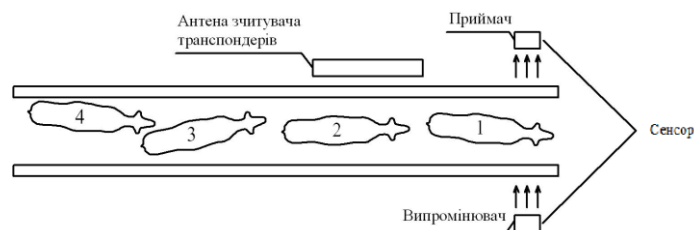


Рисунок 1 – Рух потоку тварин вздовж антени та сенсора проходження тварини

Рух тварин у потоці має випадковий характер, що зумовлено особливостями поведінки тварин. Вони можуть зупинятися, штовхатися, рухатись у зворотному напрямку, здійснювати хаотичні рухи,

рухатись у напрямку, що перпендикулярний напрямку потоку, присідати, піднімати або опускати голову. Типова часова діаграма вихідного сигналу сенсора під час руху тварин у потоці наведена на рис. 2.

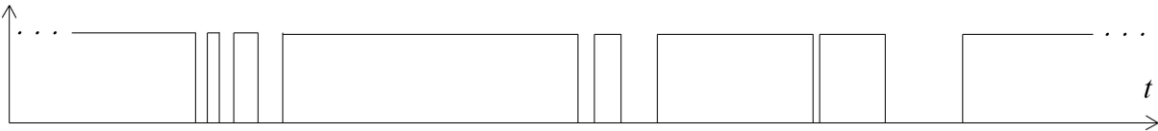


Рисунок 2 – Типова часова діаграма вихідного сигналу сенсора під час руху тварин у потоці

При проходженні однієї тварини через робочу зону сенсора, він формує сигнал, тривалість якого визначається виразом

$$T_c = \frac{l_c}{v_c}, \quad (1)$$

де l_c – довжина тварини; v_c – швидкість руху тварини.

Для підвищення достовірності ідентифікації проходження тварини під час її руху в потоці пропонується використати оптимальну лінійну фільтрацію. При проходженні тварини корисний вихідний сигнал сенсора являє собою прямокутний імпульс певної тривалості T_c , яка залежить від швидкості руху і довжини тварини. Функція, яка описує цей сигнал, визначається виразом

$$s_M(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ A, & 0 \leq t \leq T_c \\ 0, & t > T_c \end{cases} \quad (2)$$

де A – рівень вихідного сигналу сенсора.

Розглянемо рис. 3, на якому наведено структурну схему лінійного оптимального фільтра для прямокутного імпульсу тривалістю T_{OPT} .

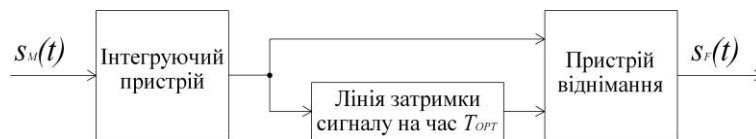


Рисунок 3 – Структурна схема лінійного оптимального фільтра для прямокутного імпульсу тривалістю T_{OPT}

За допомогою інтегруючого пристрою здійснюється інтегрування вхідного сигналу $s_M(t)$, після чого результат інтегрування надходить на входи пристрою віднімання та лінії затримки сигналу на час T_{OPT} . На виході пристрою віднімання формується вихідний сигнал $s_f(t)$, який дорівнює різниці між інтегральною функцією вхідного сигналу та затриманою на час T_{OPT} інтегральною функцією вхідного сигналу. Часові діаграми роботи оптимального лінійного фільтра для прямокутного імпульсу при різних значеннях тривалості вхідного сигналу наведені на рис. 4.

При $T_c = T_L < T_{OPT}$ вихідний сигнал оптимального фільтра являє собою трапецеїдальну функцію, пікове значення якої менше, ніж при $T_c = T_{OPT}$ та $T_c > T_{OPT}$. При $T_c = T_{OPT}$ та $T_c > T_{OPT}$ пікове значення вихідного сигналу оптимального фільтра досягає максимального значення та дорівнює $A \cdot T_{OPT}$. Виходячи з цього, максимум відношення сигнал-шум у вихідному сигналі оптимального фільтра досягається при $T_c = T_{OPT}$ та залишається таким самим при $T_c > T_{OPT}$.

Як слідує з рис. 4, при ідентифікації проходження тварини, для досягнення максимального значення відношення сигнал-шум, необхідно забезпечити виконання співвідношення

$$T_{OPT} = T_{C \text{ MIN}} \quad (3)$$

Реалізація лінійного оптимального фільтра для ідентифікації проходження тварини забезпечується за допомогою методів цифрової обробки сигналів в режимі реального часу [7].

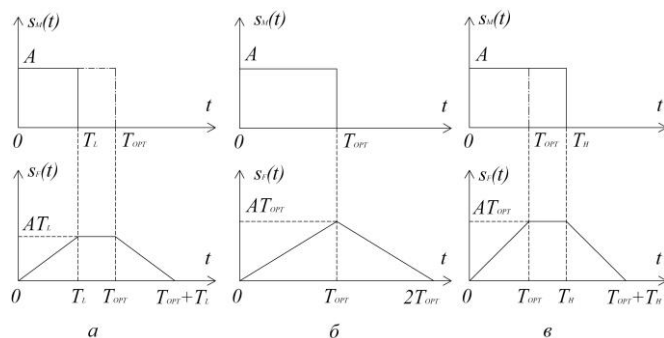


Рисунок 4 – Часові діаграми роботи оптимального лінійного фільтра для прямокутного імпульсу при різних співвідношеннях між тривалістю вхідного сигналу та тривалістю узгодженого сигналу:

а) $T_C = T_L < T_{OPT}$; б) $T_C = T_{OPT}$; в) $T_C = T_H > T_{OPT}$

Кількість тварин, проходження яких ідентифіковано, у цьому випадку визначається виразом

$$n_C = [T_{CH}/T_{CM}] \quad (4)$$

Наслідком максимізації відношення сигнал-шум при використанні оптимального лінійного фільтра є підвищення достовірності ідентифікації проходження тварини у порівнянні з існуючими способами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кучерук, В. Ю. Підхід до критеріального оцінювання ступеню відхилення від норми стану об'єкта / В. Ю. Кучерук, П. І. Кулаков, О. Б. Іванець, А. П. Кулакова // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. - 2020. - № 2. - с. 10 - 15. - DOI: 10.31891/2219-9365-2020-66-2-2
2. Кулаков, П. І. Елементи теорії вимірювального контролю параметрів біотехнічної системи доїння / П. І. Кулаков. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 220 с. - ISBN 978-966-641-641-7.
3. Al-Maitah, M. A Hybrid Approach to Call Admission Control in 5G Networks / Mohammed Al-Maitah, Olena O. Semenova, Andriy O. Semenov, Pavel I. Kulakov, Volodymyr Yu. Kucheruk // Advances in Fuzzy Systems, Volume 2018, Article ID 2535127, 7 pages <https://doi.org/10.1155/2018/2535127>
4. Podzharenko, V. A. Photoelectric angle converter : Selected papers from the international conference on optoelectronic information technologies / V. A. Podzharenko, P. I. Kulakov // International conference on optoelectronic information technologies, vol. 4425. – Vinnitsa, Ukraine : VSTU, 2001. – P. 452 – 456, DOI: 10.1117/12.429768
5. Kucheruk, V. Measurement of the Number Servings of Milk and Control of Water Content in Milk on Stall Milking Machines / V. Kucheruk, P. Kulakov, N. Storozhuk // Proceedings of the International Conference SCIT 2016, May 20-21, 2016, Warsaw, Poland. Recent Advances in Systems, Control and Information Technology. Part V, Volume 543 of the series Advances in Intelligent Systems and Computing, pp 435-447. - 01 December 2016. - DOI: 10.1007/978-3-319-48923-0_46
6. Поджаренко, В. О. Пристрій для вимірювання і контролю кутової швидкості та кута повороту / В.О. Поджаренко, П. І. Кулаков, А.В. Поджаренко, С. А. Шаргородський, Є.В. Почверук // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 1998. - № 2. - с. 45 - 50.
7. Поджаренко, В. О. Програмування логічних контролерів Schneider Electric : навч. пос. / В. О. Поджаренко, В. Ю. Кучерук, П. І. Кулаков. – Вінниця : ВДТУ, 2002. – 132 с.

Кулаков Павло Ігорович — докт. техн. наук, професор кафедри метрології та промислової автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kulakovpi@gmail.com

Минаш Дмитро Борисович — студент групи КІВТ-18б, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dimaminash@gmail.com

Кулакова Анна Павлівна — студент групи КІВТ-21м, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: anna.kulakova1735@gmail.com

Kulakov Pavlo I. - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Department of Metrology and Industrial Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kulakovpi@gmail.com

Mynash Dmytro B. - student of KIVT-18b group, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dimaminash@gmail.com

Kulakova Anna P. - student of KIVT-21m group, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: anna.kulakova1735@gmail.com