ВИШНИЯКОУ У. А., АЛ-МАСРИ, А. А., АЛ-ХАЖИ, С. К.

МОДЕЛЬ И СТРУКТУРА СЕТИ ИНТЕРНЕТ ОФ ТИНГС ДЛЯ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА МАСЛА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Республика Беларусь

Качество молока оценивается через ряд контрольных точек, которые включают в себя ряд показателей, таких как жир, белок, лактоза, плотность, жирность, добавленная вода и др. Предлагается использовать технологию Интернета вещей (IoT) для контроля качества молока от распределенных молочных ферм. Многоагентная модель IoT сети и структура такой сети для мониторинга качества молока от разных ферм представлена. Модель представлена рядом агентов: анализаторы молока, конвертеры, хранение показателей качества, их обработка, принятие решений, мониторинг показателей качества молока.

Структура IoT сети включает аналиторы молока, конвертеры, переключатели, облако платформ, и мобильные устройства. Облачное пространство арендует сервер, который хостит знания и данные, специализированный программный продукт (решатель) для обработки и принятия решений по качеству молока, и службу фермы. База данных облачной структуры сервера хранит характеристики качества молока, а база знаний хранит правила для обработки их. Решатель выдает отклонения от текущих показателей качества молока от стандартов. Сайт используется для общения экспертов по контролю качества молока. Мониторинг показателей качества молока осуществляется с мобильных устройств экспертов с доступом к компонентам сайта.

4-я генерация LTE с использованием NB-IoT technology, выбрана как сеть для передачи информации с ферм молочной продукции в облако. Обзор анализаторов молока как отечественных, так и зарубежных компаний. Предложен решения для запросов анализаторов молока и передачи параметров в инфраструктуру облака. Популярные облачные платформы для построения сети IoT представлены.

Ключевые слова: многоагентная модель, контроль молока, IoT network структура, NB-IoT technology, cloud IoT платформы.

Introduction

Имейте в виду, что автоматизация молочной продукции является важнейшей задачей, которая выполняется на всех этапах производства. Одним из подходов к оценке качества молока является расчет показателей на основании критических контрольных точек (CCP) [1]. Основные показатели качества молока можно использовать как такие точки: жир, белок, СМО, сухое вещество, лактоза, добавленная вода и др. Эти показатели собираются и анализируются внутри одной фермы с помощью компьютеров.

Существует более современное решение, мониторинг показателей качества молока посредством технологии Интернета вещей (IoT). Общие вопросы построения таких сетей, структура, управление рассмотрены в [2–5]. Структура такого многоагентной системы для изучения качества молока с ферм в Ливане предлагается [6]. Рассмотрим более подробно этот подход.

IoT network models and structure

Для создания модели IoT сети для мониторинга качества молока (MMQ), мы используем многоагентный подход [7, 8]. В этой многоагентной структуре, выбирается набор агентов качества молока, конвертеров, агентов хранения, агентов обработки, агентов мониторинга качества, агентов обработки показателей качества молока. Агенты качества молока предоставляют информацию об отклонениях от стандартов. Агенты мониторинга контролируют эти показатели и делают выводы. Эта многоагентная модель представлена формулой:

\[ IoTccm = \{RAM, SC, CP, MAi\} \]

где IoTccm - модель IoT сети, RAM - набор анализаторов качества молока (портативные анализаторы молока на фермах), SC - набор конвертеров (сетевые переключатели), CP - облако платформы для хранения показателей качества молока (агенты хранения показателей качества молока и агенты обработки), MAi - набор мониторинговых агентов (мобильные устройства для мониторинга показателей качества молока).

На основе этой модели, структура MMQ IoT сети разработана. Она состоит из портативных анализаторов качества молока с каждого из наблюдавшихся ферм – AMQ. Эти анализаторы обычно отправляют результаты на компьютер, затем через принтер.

В нашей структуре, эти показатели молока передаются к переключателям–конвертерам – GC. Последние необходимы для преобразования и передачи полученных показателей качества молока в облако (CE). В облаке окружении, мы...
use the server. The server in CE contains data and knowledge bases, the solver, special software and website.

The database stores data obtained from farms (milk characteristics) by time (milking number, time of day, days). Data may be from different farms, possibly from different herds of cows. This data are sent to the solver (decision maker) S. It uses the rules from knowledge base for processing milk indicators receiving from the data base and produces issues solutions for certain milk quality parameters. These solutions are also recorded in the database. The site serves as a means of displaying the results taken and obtained on the quality of milk.

Each of the specialists use mobile devices (MA), which has an application installed that allows displaying information of interest from the cloud database via the website. On a cloud server, some can install a software system to make decisions about changing the content of cows to improve the characteristics of milk quality.

**Milk analyser**

The milk analyzer is a device for determining the quality characteristics of milk and products based on it (fat content, density, sample acidity, lactose, sample temperature, etc.). This device does not use chemical reagents, which ensures the environmental friendliness of the studied component. Milk analyzers are used on farms, food industry enterprises, milk receiving points, and when conducting research in the field of food industry [9].

Milk analyzers have high accuracy and allow you to make a sufficient number of measurements in the required time. Currently, the use of analyzers in farms and milk processing plants is becoming a normal process.

Maximum set of measured indicators: 1. Fat; 2. Protein; 3. SOMO; 4. Dry matter; 5. Density; 6. Lactose; 7. Added water; 8. sample Temperature; 9. freezing Point; 10. Salt; 11. pH, 12. Conductivity.

Let's consider some domestic milk analyzers used in the Republic of Belarus, the characteristics of which are given in [9].

“The lactan 1-4 mini ultrasonic analyzer determines the mass fraction of fat, SOMO, added water and density in a sample of whole, fresh, canned, pasteurized, normalized and skimmed milk. The average measurement time is 3 minutes, which is 2 times faster than using the traditional method of analysis, safer, more economical and easier. The accuracy of determining the parameters of milk quality at the same time completely corresponds to requirements of standard methods”.

“The lactan 1-4 ISP. 220 analyzer allows you to determine the six most important parameters in 180 seconds without using chemical reagents – protein, fat, SOMO, density, temperature, and mass fraction of added water in a sample of whole fresh, canned, pasteurized normalized, skimmed, reconstituted, and long-term storage milk” [9].

“The Clover-2 milk analyzer provides rapid assessment of the percentage of fat, protein, skimmed milk powder (SOMO) and density in a single sample of fresh whole, canned milk or cream. Despite the variety of functions, the Clover-2 milk quality analyzer is easy to use, which allows unskilled personnel to perform measurements on it. The main operations on the device are to fill the sample for measurement and then drain it after measurement. Select a sample and pour it into the sample receiver-all this is a matter of seconds. The process of measuring the quality of milk or cream takes 2.5–3.5 minutes. Room temperature milk is measured in 2.5 minutes, and chilled milk is measured in 3.5 minutes. The device indicator displays all the necessary information for the operator. The measurement results are displayed in digital form with a sampling rate of 0.01 %” [9].

As foreign analogues, we present the characteristics of analyzers from Bulgaria of the Lactoscan series [10]. They can be used to measure fat, solid particles (SOMO), density, protein, lactose, salt, water content as a percentage, temperature (°C), freezing point, pH, conductivity, and total solid content of the same sample immediately after milking, collection, and during processing; somatic cell counters for detecting clinical and subclinical mastitis; temperature-regulating devices for various types of tests; highly sensitive test strips for detecting adulteration of neutralizers, hydrogen peroxide and urea adulteration of raw milk that work in an efficient and reliable way.

With high accuracy and speed, Lactoscan portable ultrasonic milk analyzers are
competitive with FOSS Electric, Delta Instruments and Bentley milk analyzers, which have a much higher price. Minimal energy consumption and the absence of consumables make the Lactoscan milk analyzer attractive for the dairy industry. Low operating costs and low price make the Lactoscan milk analyzer suitable for dairy farms, dairy plants, milk sampling centers and laboratories.

Ekomilk is a range of ultrasonic milk quality analyzers produced in Bulgaria. The devices of this series have the following additional features: connecting a pH electrode to measure the activity of hydrogen ions in the test sample (displaying both the pH and titrated milk acidity values of °C), monitoring the falsification of the test whole milk by the parameter “Conductivity”, correcting the calibration of the analyzer by introducing correction values. In addition, the Ekomilk milk analyzers are equipped with a self-diagnosis system with corresponding errors displayed on the display, have an RS-232 connector for connecting to a personal computer, and the ability to connect a compact thermal printer” [10].

**Gateways-converters**

The end hardware (our analyzers) can use different interfaces and protocols, which makes it difficult to connect and query them with infrastructure tools in a cloud environment. In our case, the information from the analyzers can be received via parallel or serial ports. Therefore, we need gateways-converters to interact with the hardware of the cloud platform. Let’s look at possible solutions.

One of them is equipment from MOXA, which has been creating communication solutions for more than 30 years and using its experience in the field of Ethernet to COM port converters. It has developed a solution for connecting devices with a COM port to cloud environments. MOXA offers solutions for connecting COM devices directly to the cloud [11]. Let’s look at some of these converters:

“The NPort IA5000A-I/O, NPort IA-W5000A-I/O series converters and the MGate 5105-MB-EIP gateway support integration with the Alibaba Cloud IoT Platform, Azure IoT Hub, or private cloud via the MQTT Protocol. The NPort IA5000A-I/O and NPort IA-W5000A-I/O converters allow you to transmit not only raw data from the COM port, but also manage built-in discrete I/O channels. Data is transmitted over the MQTT Protocol in JSON format”.

**IoT cloud platforms**

These platforms support Internet functions for IoT applications – launch, maintenance, analytics, data storage, and security measures. Let’s consider the most famous of them [12].

“AWS IoT Core is the foundation on which any IoT application can be built. Through AWS IoT Core various devices can connect to Internet, to each other and exchange data. The platform supports various communication protocols, including custom ones, which allows to communicate between devices from different manufacturers.

AWS IoT Device Management allows to add and organize devices. It provides secure and scalable performance with the ability to monitor, troubleshoot, and update device functionality. AWS IoT Analytics is designed to automatically analyze large amounts of various IoT data, including unstructured data from various types of devices. The data collected and processed by the service is ready for use in machine learning. AWS IoT Device Defender service supports configuring security mechanisms for IoT systems. AWS IoT Device Defender allows to configure and manage security policies, controlling device authentication and authorization, and providing encryption mechanisms”.

“The Google Cloud IoT platform includes a number of services that can use to create IoT networks. Cloud IoT Core is a fully managed service for easy and secure connection, as well as managing and receiving data from various devices. Cloud Pub/Sub is a service that processes event data and provides real-time flow analytics. Cloud Machine Learning Engine that allows to create machine learning models and use data collected from IoT devices” [12].

“The Microsoft Azure IoT Suite platform offers both pre-configured solutions and the ability to customize them and create new ones according to the project requirements. It can get security mechanisms, high scalability and integration with any existing or future systems. The platform allows to connect hundreds of devices from various manufacturers, collect analytical data and use IoT data for machine learning purposes”.
Organization of communication in IoT network

The communication technology recommended for this Internet of things network farm monitoring milk quality requires covering a significant distance [13]. We propose a decision which is called LPWAN (Low-power Wide-area Network – energy-efficient long-range network) [14]. As a network for transmitting information from dairy farms to the cloud, we will choose the 4th generation LTE network, which has already been tested and has proven itself well in the Republic. However, it is used for Internet clients. However, its component – NB-IoT Technology, as part of LTE, has a low data transfer rate, but a large coverage-thanks to the use of LTE network capabilities [15].

NB-IoT provides data transfer rates from 20 to 250 Kbit/s, depending on which LTE network resources are used. Since this is only an extension of existing standards, testing equipment and software to verify NB-IoT compliance are already available.

Conclusion

It is proposed to use the Internet of things technology for remote monitoring and control of milk quality of dairy farms distributed throughout the district. A model of such an IoT network based on multi-agent technology is presented. The structure of this IoT network is proposed, which includes milk analyzers, gateways-converters and a cloud structure where the server platform is rented. The server components are discussed. The server database stores the quality indicators of milk. These indicators can be monitored from mobile devices of specialists.

The most popular cloud platforms are considered. The 4th generation LTE network using the technology for the IV-NB – IoT network was chosen as the network for transmitting information from dairy farms to the cloud environment.

REFERENCES

1. Tikhomirov, I. A. Modern technologies for managing milk quality assurance processes / I. A. Tikhomirov, V. P. Aksenova, O. L. Andreukhina // Vniimzh Bulletin. – 2018. – № 3(31). – Pp. 163–168.
2. Roslyakov, A. V. Internet of things: manual /A.V. Roslyakov, S. V. Vanyashin, A. Yu. Grebeshkov. – Samara: PSUTI, 2015. – 200 p.
3. Internet of things definition [Electronic resource]. – Access regime: https://www.hpe.com/us/en/what-is/internet-of-things.html. – Access data: 4.04.2020.
4. The Internet of Things: Today and Tomorrow [Electronic resource]. – Access regime: http://chiefit.me/wp-content/uploads/2017/03/HPE-Aruba_IoT_Research_Report.pdf. – Access data: 4.04.2020.
5. The Internet of Things (IoT) explained [Electronic resource]. – Access regime: https://www.dbbest.com/blog/the-internet-of-things/. – Access data: 4.04.2020.
6. Vishniakou U. A. Organization of management and structure in local networks internet of things / U.A. Vishniakou, A. H. Al-Marsi, S. K. Al-Haji – System analysis and applied information science, 2020, № 2. – Pp. 11–16.
7. Leyton-Brown, K. Multiagent Systems: Algorithmic, Game-Theoretic and Logical Foundations / K. Leyton-Brown, Y Shoham. – London: Cambridge University Press. 2009. – 513 p.
8. Recommendation ITU–T T. 181203: An architecture for IoT interoperability. – Geneva: ITU–T 2018. – 25 p.
9. Analysers of milk quality [Electronic resource]. – Access mode: https://www.csm.brest.by/analizatory-kachestvamoloka. – Access data: 4.05.2020.
10. Milkotronic ltd-Bulgaria-high quality milk testing [Electronic resource]. – Access mode: https://lactoscan.com/?p=20&c=-3&l=5. – Access data: 4.05.2020.
11. Connect the COM port directly to the Cloud [Electronic resource]. – Access mode: https://moxa.pro/news/new/podklyuch-aem-som-port-napryamyu-v-oblako/. – Access data: 4.05.2020.
12. Overview of the best IoT platforms in 2019. Tips for choosing a cloud solution [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.edsson.com/ru/blog/article?id=iot-platforms. – Access data: 4.05.2020.
13. Vishnyakou, U. A. Technologies of intellectual multi-agent processing of information with blockchain for management systems / U.A. Vishnyakou, B.H. Sayya, A.H. Al-Marsi, S.K. Al-Haji // Materials of scientific conf. OSTIS-2019. – Minsk: BSUIR, 2019. – P. 311–314.
14. Rentik, V. Brief guide to wireless technologies “Internet of things”. Part 1. Networks, gateways, clouds, and protocols // Control Engineering Russia. 2017. № 6 (72). – P. 61–65.
15. Rentik, V. Brief guide to wireless technologies “Internet of things”. Part 4. Long-range // Control Engineering Russia. 2018. № 3(75) – P. 82–87.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тихомиров, И. А. Современные технологии управления процессами обеспечения качества молока / И. А. Тихомиров, В. П. Аksenова, О. Л. Андрюхина // Вестник ВНИИМЖ. – 2018. – № 3(31). – С. 163–168.
ВИШНИКОВ В. А., АЛЬ-МАСРИ А. Х., АЛЬ-ХАДЖИ С. К.

МОДЕЛЬ И СТРУКТУРА СЕТИ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ
ДЛЯ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА МОЛОКА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Минск, Республика Беларусь

Качество молока оценивается рядом контрольных точек, в качестве которых приведены ряд показателей, таких как жирность, белок, лактоза, плотность и т. д. Для контроля качества молока распределенных молочных хозяйств предложено использовать технологию интернет вещей (ИВ). Представлена многопроцессорная модель сети ИВ и структура такой сети ИВ для контроля качества молока от различных хозяйств. Модель представлена множеством агентов: анализаторов молока, преобразователей, хранилищ показателей качества молока, их обработки, принятия решений, мониторинга показателей качества молока.

Структура сети ИВ включает анализаторы молока, шлюзы-преобразователи, облачную платформу, мобильные устройства. В облачной платформе арендуются сервер, на котором расположены базы знаний и данных, специальное ПО (решатель) по обработке и принятию решений по качеству молока, сайт фермы. В базе данных сервера облачной структуры хранятся характеристики качества молока, в базе знаний – правила их обработки. Решатель выдает отклонения по текущим показателям качества молока от стандартов. Сайт служит для связи специалистов по контролю качества молока. Мониторинг характеристик качества молока реализуется с мобильных устройств специалистов, доступом к компонентам сайта.

В качестве сети передачи информации с молочных ферм в облачную среду выбрана сеть 4-го поколения LTE с использованием технологии NB-IoT. Проведен обзор анализаторов молока как отечественных, так и зарубежных компаний. Представлен вариант решения по шлюзу для опроса анализаторов молока и передачи параметров в облачную инфраструктуру. Представлены облачные популярные платформы для построения сети ИВ.

Ключевые слова: мультиагентная модель, контроль молока, структура сети ИВ, технология NB-IoT, облачные платформы.
Vishniakou Uladzimir. – doctor of technical science, professor of ICT department of Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics. Research interest: information management and security, electronic business, intellectual management systems. Author more 440 scientific publications including 6 monographs (1 – English), 4 study books with stamp of education Ministry, 8 volumes manual «Information management».

Вишняков Владимир Анатольевич – д. т. н., профессор БГУИР, каф. ИКТ. Область научных интересов: информационное управление и безопасность, электронный бизнес, интеллектуальные системы управления. Автор более 440 научных работ, в том числе 6 монографий (1 на английском языке), 4-х учебных пособий с грифом Министерства образования, 8-и томного учебного комплекса «Информационный менеджмент».

e-mail: vish2002@list.ru

Al-Masri, A. H., – master of technical science, PhD-student of ICT department of Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics.

Аль-Масри А. Х. – магистр технических наук, аспирант кафедры ИКТ БГУИР.

Al-Haji, S. K. – master of technical science, PhD-student of ICT department of Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics.

Аль-Хаджи С. Х. – магистр технических наук, аспирант кафедры ИКТ БГУИР.