

ПРОЕКТИРАНЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ НА СИСТЕМА ЗА ТЕМПЕРАТУРЕН МОНИТОРИНГ

Диян Динев¹, Делчо Ангелов²

¹ Технически университет – Варна, България, ² Технически университет – Варна, България
¹diyandinev@tu-varna.bg, ²delchoangelov@gmail.com

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A TEMPERATURE MONITORING SYSTEM

Diyan Dinev¹, Delcho Angelov²

¹ Technical University of Varna, Bulgaria, ² Technical University of Varna, Bulgaria,
¹diyandinev@tu-varna.bg, ²delchoangelov@gmail.com

Abstract

It is known that one of the most significant factors that seriously affect the content of food and medicines is the temperature. Perishable frozen or refrigerated products and medicines are most vulnerable to every temperature fluctuates. Any violation of their temperature regime, lead on the first place to rapid multiplication of pathogens that cause damage to products. The goal of this paper is to provide a software-hardware solution for monitoring temperature range for medication storage and food.

Keywords: Dixell; GalileoSky; Monitoring; Temperature

ВЪВЕДЕНИЕ

Светът се развива бързо и динамично и всяка една икономика е свързана с безброй други посредством бизнес и политика, и достъпът до стоки от целият свят никога не е бил по-лесен. Това на пръв поглед „удобство“ крие своите рискове. Във всеки супермаркет могат да бъдат намерени стоки от всяко кътче на света и докато за едно устройство, произведено в Китай няма значение дали е пътувало един ден със самолет или три месеца с кораб, то за всички видове хранителни стоки и лекарства неправилното транспортиране и/или съхранение могат да имат пагубен ефект върху качеството на продукта, а от там - и върху здравето на консуматора.

Температурата като физична величина е един от определящите параметри на състоянието, позволяващ да се контролира хода на голямо разнообразие от производствени процеси [1]. Измерването на температурата е най-важният източник на информация за

хода на физичните явления и за промените в състоянието на материята. Тъй като от всички термодинамични функции на състоянието на веществото, температурата е най-изследвана в метрологично отношение, практически е полезно да се измерва, вместо директно да се измерват редица характеристики на обекта, които зависят от неговото състояние и са от пряк интерес на технолога. Тези характеристики включват енергията на веществото, неговата химическа активност, вискозитет, твърдост, промяна в неговото химично или фазово равновесие, скорост на промяна в структурата, термично разширение, промяна в електрическите и магнитните свойства и др.

ПРОЕКТИРАНЕ НА СИСТЕМАТА

Решението, реализирано за целите на проекта се състои от два хардуерни и два софтуерни компонента:

1) Контролер с датчици за измерване и събиране на данните;

2) GPS/GPRS устройство за безжично предаване на данните;

3) База от данни, където да се съхраняват данните;

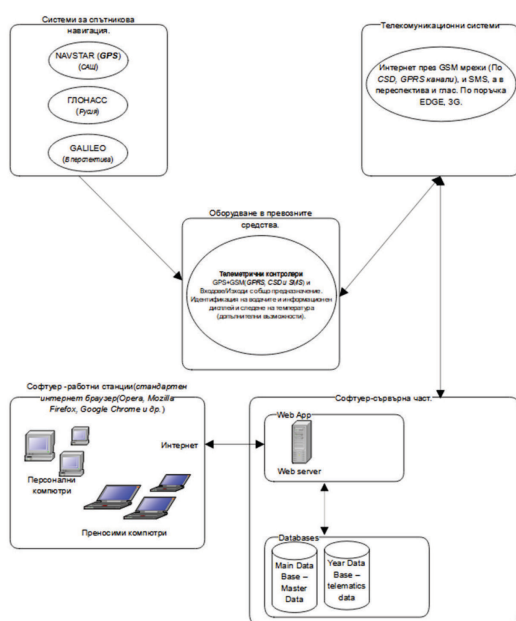
4) Приложение, което да визуализира данните.

В зависимост от хардуерните производители и използваните технологии, системата може да бъде изградена по различни начини.

Изборът на спътникова навигация може да бъде между две системи – GPS (Global Positioning System), която е разработка на военното министерство на САЩ и ГЛОНАСС (ГЛОБАЛНА НАВИГАЦИОННА СПУТНИКОВА СИСТЕМА), която е разработка на руското военно министерство.

Производителите на хардуер и софтуер (датчици, контролери, тракери, сървъри, операционни системи, WEB приложения) са хиляди от целият свят, така че изборът може да зависи не само от изискванията към системата, а също и от други фактори като цена, време на доставка, поддръжка, предишен опит с продукта, и други. За да се подберат най-подходящите компоненти е нужно да се знаят едновременно изискванията към проекта, времето за реализация, моментното състояние на пазара и бюджетът, който е на разположение.

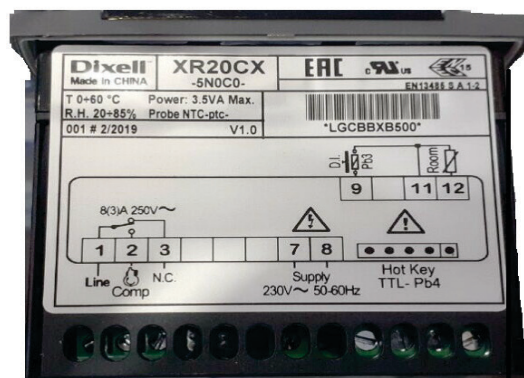
На Фиг. 1 е показана обобщена схема на решението.



Фиг. 1. Обобщена схема на решението

ИЗБОР НА ХАРДУЕРНИ КОМПОНЕНТИ

Контролерът, който е използван за реализиране на системата е Dixell Prime XR20CX [2] (Фиг. 2) с два датчика NS6S и XJ485CX серийен интерфейс. Температурните датчици са термистори и е лесно да се изчисли точната температура (за използвания модел при излизане извън диапазона от около -25°C до около $+60^{\circ}\text{C}$ възможната грешка расте експоненциално, съответно интегритета на данните бива компрометиран) посредством разликата във входното и изходното напрежение. Потокът от данни от датчиците е с изходно TTL ниво, което може да бъде преобразувано, посредством преобразувателя XJ485CX в RS-485 ниво на серийния интерфейс



Фиг. 2. Dixell XR20CX контролер

След като бъдат превърнати в RS485 сигнал, данните от Dixell контролера (XR, XC, XW series) се предават към устройство за записване и/или предаване на информацията към базата данни.

Има два начина, по които информацията може да стигне до базата данни:

- Чрез проводник, предаващ сигнала;
- Посредством безжична технология;

Първият вариант е ограничаващ откъм мобилност на системата, защото за да бъде предадена информацията чрез проводник, системата трябва да бъде поставена на едно място и да е изградена инфраструктура, захранване, комуникационна мрежа, свързваща контролера със сървъра.

За реализацията на системата е използван GalileoSky 7.0Lite (Фиг. 3) тракер [3].

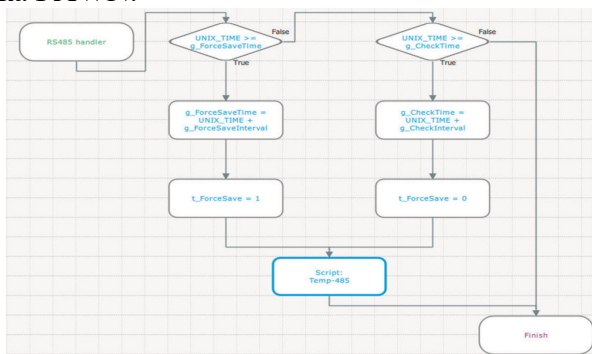
Това е GPS/GPRS устройство за проследяване на автомобили, но освен GPS и

GPRS модул, то е оборудвано с множество аналогови и цифрови входове и изходи, които могат да бъдат използвани за най-различни цели.



Фиг. 3. GalileoSky 7.0Lite

Друго полезно свойство на тези тракери е, че имат microSD карта с памет, където могат да се съхраняват данни при загуба на връзка със сървъра, а освен това са снабдени с два слота за СИМ карти и опция за превключване на GPRS модула от едната към другата карта при проблем с комуникацията. Едно от основните предимства на тези устройства е възможността за добавяне на допълнителни функции посредством Easy Logic (Фиг. 4) технологията на GalileoSky, която позволява използването на специфични скриптове, написани на езика PAWN.



Фиг. 4. Блок-схема за преобразуване на TTL поток в RS-485 данни посредством Easy Logic

PAWN, 32-битов скриптов език със C подобен синтаксис. С помощта на Easy Logic технологията може да бъде създаден скрипт, който да използва данните по начин, който бъде зададен.

Освен мобилността, друга причина за избора на тракер е, че часът на измерване

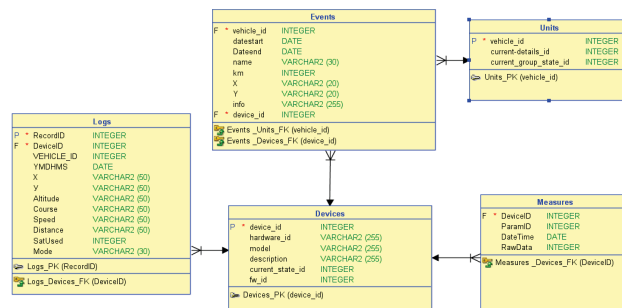
и предаване на данните се взема от спътниците, чрез които тракерите определят местоположението си, а това към днешните технологии е най-точното достъпно показание за време. На Фиг. 5 е показана хардуерната реализация на системата.



Фиг. 5. Хардуерна реализация

СОФТУЕРНА РЕАЛИЗАЦИЯ

Сървърната система за управление на базата от данни е MS SQL Server Express Edition. Това е безплатна версия на Microsoft SQL Server Relational Database и е ориентирана към вградени и по-малки приложения.



Фиг. 6 Релационен модел на Базата от данни

Базата от данни се състои от 5 таблици (Фиг.6):

- 1) Devices – данни за устройствата, от които се очакват данни.

2) Units – данни за обектите, към които са свързани устройствата;

3) Logs – съдържаща навигационни данни (географска ширина, дължина и т.н.);

4) Measures – съдържа информация за измерванията на температурата;

5) Events – генерират се събития -достигане на определена температура, излизане извън предварително зададен диапазон и т.н.

За извличане на данните от устройствата и записване в базата от данни се използва Traccar Software, тъй като това е open source решение, което поддържа множество протоколи от различни производители на хардуер. Traccar Software [4] е система базирана на Netty мрежови фреймуърк. Това е асинхронен фреймуърк за мрежови приложения, управляван от събития, който позволява бърз и лесен развой на мрежови приложения като протоколни сървъри.

Събитията могат да бъдат докладвани директно от GPS устройството или да бъдат генерирани от страна на сървъра въз основа на конкретни данни и условия. Всички събития, с изключение на събитията за състоянието на връзката, се генерират в манипулатори на мрежови канали въз основа на данните в позиционния модел.

Генерираните събития се предоставят на потребителите по следните канали:

1) Имейл - чрез Simple Mail Transfer Protocol (SMTP);

2) Short Message Service (SMS) - чрез Short Message Peer-to-Peer (SMPP);

3) WEB известие - чрез активна WebSocket връзка;

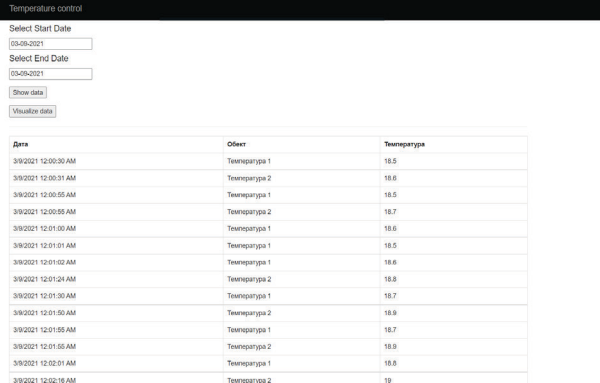
4) PUSH известие - чрез Firebase API;

Логиката на доставка за всеки канал е внедрена в съответния клас известия. Известията могат да бъдат активирани и деактивирани в конфигурационен файл.

WEB приложението е написано на ASP.NET Razor [5]. Това е програмен синтаксис, използван за създаване на динамични уеб приложения на C# и VB.NET. Razor е template mark-up синтаксис, който позволява на програмиста да използва HTML структуриран поток от данни.

Потребителският интерфейс на web приложението е максимално изчистен и опростен с цел улеснение на работата и избяг-

ване на ненужни добавки и компоненти. Състои се от страница за избор на диапазон, в който потребителят иска да проследи данните (Фиг. 7), след което те биват таблично представени, а след това и графично визуализирани (Фиг. 8).



| Дата | Обект | Температура |
|----------------------|---------------|-------------|
| 3/9/2021 12:00:30 AM | Температура 1 | 18.5 |
| 3/9/2021 12:00:31 AM | Температура 2 | 18.6 |
| 3/9/2021 12:00:55 AM | Температура 1 | 18.5 |
| 3/9/2021 12:00:59 AM | Температура 2 | 18.7 |
| 3/9/2021 12:01:00 AM | Температура 1 | 18.6 |
| 3/9/2021 12:01:01 AM | Температура 1 | 18.5 |
| 3/9/2021 12:01:02 AM | Температура 1 | 18.6 |
| 3/9/2021 12:01:24 AM | Температура 2 | 18.8 |
| 3/9/2021 12:01:30 AM | Температура 1 | 18.7 |
| 3/9/2021 12:01:50 AM | Температура 2 | 18.9 |
| 3/9/2021 12:01:55 AM | Температура 1 | 18.7 |
| 3/9/2021 12:01:56 AM | Температура 2 | 18.9 |
| 3/9/2021 12:02:01 AM | Температура 1 | 18.8 |
| 3/9/2021 12:02:16 AM | Температура 2 | 19 |

Фиг. 7. Избор на диапазон за проследяване на данните

При захранване на компонентите на системата се извършват следните действия:

1) Датчиците измерват показанията;

2) Контролерът ги е преобразува в RS-485 сигнал и ги предава към тракера;

3) Тракерът предава данните на сървъра;

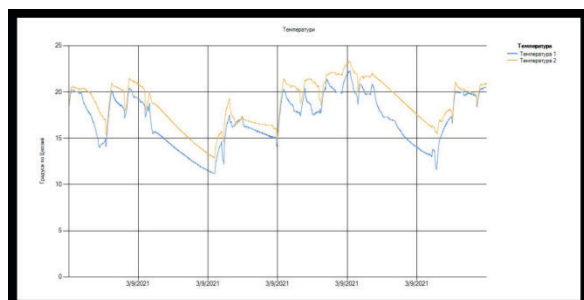
4) Информацията са записва в базата данни;

5) Последната стъпка не е автоматична – за да бъдат визуализирани данните е нужно потребителят да стартира функцията, извикваща резултата чрез избиране на период за справка и натискане на бутона „Show Data“

Приложението притежава два способа на визуализиране на данните:

- Под формата на таблица с числови показания за избраният период (Фиг. 7);

- Под формата на графика с показания за избраният период (Фиг. 8).



Фиг. 8 Графично представяне на получените данни за период

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целта на настоящият доклад е да представи софтуерно-хардуерно решение за наблюдение на температурния диапазон на съхранение на лекарства и храни. От направените тестове, можем да заключим, че системата извършва действията, за които е била проектирана и предоставя информация относно температурният режим при който са извършени тестовете. Събраните данни могат да бъдат използвани за подобряване условията на съхранение и дистрибуция на стоки, чиито качества са пряко свързани с температурните влияния на околната среда.

ПРИЗНАТЕЛНОСТ

Изследванията, резултатите от които са представени в настоящия доклад, са проведени по научен проект на ТУ-Варна „Интегриране на виртуализационни и мрежови технологии за целите на дистанционно обу-

[6]

чение в условията на Covid-19“, който се финансира от държавния бюджет.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Preobrazhenski V. P. „Toplinni izmervania i ustroystva: Uchebnik za universiteti po spetsialnost Avtomatizatsia na toplinnite i energiynite protsesi“ - 3-to izdanie
- [2] DIXELL XR20CX Datasheet - https://webapps.emerson.com/Dixell/Pages/Manuals?previewToken=OL_jSY6XOPPjjZL-hvgT8g#famSeq_4
- [3] GalileoSky 7.0 Lite datasheet - <http://base.galileosky.com/articles/#!/docs-publication/galileosky-7-user-manual>
- [4] Traccar Datasheet - <https://www.traccar.org/development/>
- [5] ASP.NET Razor documentation - <https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/core/razor-pages/?view=aspnetcore-5.0&tabs=visual-studio>