

ДОМАШНА СТАНЦИЯ ЗА МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗА НА ВРЕМЕТО С ПРИЛОЖЕНИЯ В УМНИТЕ КЪЩИ

WEATHER STATION FOR SMART HOME APPLICATIONS

Филип Андонов**, Георги Петров*

Filip Andonov, Georgi Petrov

**деп. Информатика, НБУ, улица Монтевидео№21, пощ. Код 1618, София,
телефон _____, e-mail fandonov@nbu.bg

*деп. Телекомуникации, НБУ, улица Монтевидео№21, пощ. Код 1618, София,
телефон 0889762430, e-mail gpetrov@nbu.bg

Резюме: Настоящия доклад представя разработката на свободен хардуерен проект за разработка на домашна мониторинг станция за климатичната и екологичната обстановка с приложения в умните къщи (и парници). Конкретната имплементация използва отворени хардуерни платформи и свободен софтуер, както и оригинални техники за графична визуализация на прогнозите, управлението, имплементация на базови алгоритми за краткосрочни локални прогнози на времето, с възможност за имплементация на оригинални алгоритми за вземане на решения при интелигентното отопление, климатизация и осветление на умните къщи и малки парници за отглеждане на екологично чисти зеленчуци (умни парници и градини). Системата предлага мрежова свързаност и възможност за управление и мониторинг от мобилни устройства.

Abstract: This report presents the development of a free hardware project for climatic and environmental home monitoring station with applications in smart homes (and greenhouses). Specific implementation uses open hardware platforms and free software, as well as original techniques for graphical visualization of forecasts, management, implementation of base algorithms for short-term local time forecasts, feasible to implement original intelligent heating decision making algorithms, lighting smart homes and small greenhouses for growing green vegetables (smart greenhouses and gardens). The system offers network connectivity and the ability to manage and monitor mobile devices.

Увод

Съществува огромен брой продукти от типа “домашна метео-станция”, които съдържат сензори за температура, налягане и понякога влажност на въздуха. Те използват не-унифициран набор от икони, показващи краткосрочната тенденция на метеорологичното време. За съжаление тези устройства са затворени и не подлежат на модифициране, а използваните алгоритми за изчисление на прогнозата – неизвестни. Поради нарастващата популярност на умните устройства и дом неизменно се появяват и „умни“ сензори, които са част от някакъв вид мрежа и подават измерени данни на умното

устройство. Те отново обаче са обвързани с конкретен продукт, затворени са и не могат да се модифицират. Тези системи са с висока цена и инвестицията на едно домакинство не се оправдава поради бързото развитие на тази модерна технология. В неголеми интервали от време излизат нови продукти с нови възможности, но несъвместими с предходни платформи. Опит за някакъв вид стандартизация предлагат компаниите Apple и Google, съответно с Apple HomeKit [1] и Google Home [2]. За съжаление двете платформи не са съвместими и устройствата, които поддържат и двата стандарта са пренебрежимо малко поради необходимите разходи за разработка

и лиценз. Apple до скоро изискваше вграждането на техен автентикаращ чип, и може би поради това на техния сайт списъкът от поддържани устройства е около 50, при това с високи цени. Google влезна на пазара след своя конкурент, като си партнира с други компании, които вече имат зает пазарен дял. Например Asus създаде bridge, който позволява техните умни устройства да се свързват по-лесно с Android. Предимството на продуктите на тези компании е, че те се свързват със съответни мобилни устройства и развлекателни центрове и могат да бъдат управлявани от гласовите асистенти (опция колкото полезна, толкова и вредна). Но както и на практика всеки друг производител на умни устройства изискват пълно обвързване с тяхната архитектура. Фрагментацията на пазара на умни устройства е един от най-сериозните му проблеми и сериозна пречка пред разрастването му.

Други опасения, произхождащи от използвания бизнес модел са свързани с поверителността – Google е компания, която печели от продажбата на данни за своите потребители. Когато Google купи компанията за умни термостати Nest бе демонстрирано, че благодарения на сензорите за електрическа консумация може да се определи например кога е отворена вратата на хладилника. Всички данни, събрани от сензорите в крайна сметка се качват в „облака“, където вече са извън контрола на потребителите. (Такъв е и проблема свързан с установяването на присъствие и определяне типа дейност по спектъра на енергоконсумацията определян от съвременните електромери.) В следствие на това събирането на информация за навигацията на хората в дома им става абсолютно неправомочно и е притеснително за мнозина. Друг проблем на умните устройства е пълната липса на стандарти и добри практики за сигурност, като болшинството устройства изобщо не имплементират или ползват остарели средства за защита [3]. През 2017 година беше атакуван голям сегмент от световната мрежа с botnet от незащитени умни устройства. Те са били устройства с настройки по подразбиране и зловредният софтуер се е възползвал от това, за да ги превземе и използва за атака от тип разпределен отказ на услуга. Тези проблеми на сегашните умни устройства имат по-добър шанс да бъдат решени ако се приложи стандартизация, а при новопоявили се пазари историята показва че това се случва само с отворени стандарти [4].

Описание на хардуера

Описаното в настоящата статия устройство от тип „домашна метеостанция“ е пример как може да се създадат привлекателни за крайния потребител устройства, които не са с прекалено висока цена, и поради използването на свободен софтуер и хардуер подлежат на модификации и разширения на функционалността. Ако бъде създаден отворен стандарт, според нас, има потенциала пазарната ситуация да се промени и умните устройства да престанат да бъдат пазарна ниша за платежоспособни авантюристично настроени потребители (early adopters).

Използваният хардуер на устройството е следният:

- Waveshare 4.3 e-ink екран
- Arduino Uno
- Adafruit BME280 комбиниран сензор за температура, налягане и влажност на въздуха
- DS3231 базиран хардуерен часовник

Функционалност: час; дата; температура; налягане относително налягане; влажност; краткосрочна прогноза; тенденция на налягането.

Основните предизвикателства при разработката бяха:

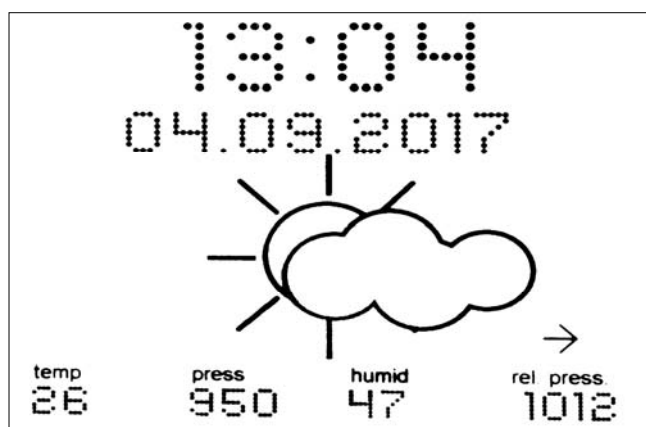
- използване на шрифт, различен от вградения във firmware-а на дисплея
- създаване на изображения при ограниченията на паметта на използвания микроконтролер
- избора и имплементацията на алгоритъм за прогноза

Графичен интерфейс - шрифт

Дисплеят е от типа e-ink, което налага известни ограничения, разполага с вграден набор от шрифтове, които са растерни, съдържат само латински и китайски символи и са с три размера. За съжаление шрифтовете са различни за различните размери, което представлява проблем за създаването на удобен и естетически издържан интерфейс на устройството фиг. 1. Решението беше да се дефинира статично в кода (като тримерен масив) шрифт със символите за цифри, всеки от които се състои от 5x7 пиксела. Първоначално беше използван един байт за всеки писел, но поради ограничената RAM памет на микроконтролера това заемаше почти цялата налична памет. Решението беше да се използва един байт за всеки стълб от изображението на символа, което води до загуба само от един бит на

всеки 7. Библиотеката с API функциите на дисплея съдържат примитиви за чертане на запълнена окръжност, която използвахме за изобразяване на символите. Създадената от нас функция получава като параметър размера на шрифта, което определя диаметъра на окръжността и разстоянието между отделните окръжности и в резултат получихме шрифт с променлив размер, неограничен от фиксираните три размера на вградените в устройството шрифтове.

Графичен интерфейс – икони за прогноза



Фиг. 1. Графичен интерфейс на мониторинг системата.

Дисплеят поддържа качването на изображения във вградената памет, но те са растерни и не подлежат на мащабиране. Поради това взехме решение да създадем програмни функции за изчертаване на икони, базирани на наличните графични примитиви, които както и при шрифтовете да дадат възможност за промяна на размера. Изображенията, на които се спряхме са за слънце, облак и дъжд, които могат да се комбинират по различни начини. Бяха използвани примитивите за запълнена окръжност и правоъгълник, за да се създадат стилизирани контурни изображения. За съжаление обаче API на дисплея не предоставя функция за линия, на която да се определя дебелината. Това наложи имплементацията на базовия алгоритъм на Bresenham, като вместо пиксели се чертаят окръжности, което определя дебелината на линията.

Алгоритъм за краткосрочна прогноза на времето

Извършеното от нас проучване показва, че производителите на съществуващите устройства

от този тип не публикуват никаква информация за използвания от тях алгоритъм за определяне на краткосрочната прогноза на времето. В публично достъпната част на Интернет единственият описан алгоритъм за тази цел е т. нар. Zambretti алгоритъм, кръстен на двамата си създатели Negretti и Zambra и създаден през далечната 1915-а година. Входните данни са сезон, относително налягане, тенденция на налягането (покачване, падане или стабилно), земно полукълбо и посока на вятъра. Алгоритъмът е емпиричен и създаден за северното полукълбо и по-точно Великобритания. Извършени анализи показват, че посоката на вятъра има ограничен ефект върху крайния резултат, което улеснява прилагането му. Температурата, влажността и абсолютното налягане се връщат от използвания сензор, но относителното налягане трябва да бъде изчислено виж уравнение (1). Съществуват различни формули за това, като използваната от нас е следната:

$$(1) \quad P_0 = P \left(1 - \frac{0.0065 * h}{T + 0.0065 * h + 273.15} \right)^{-5.257}$$

където

P_0 е налягането на морското равнище

P е измереното налягане в хектопаскали

h е надморската височина в метри

T е температурата в градуси по Целзий.

Проблем представлява определянето на надморската височина. Използваният от нас сензор връща приблизителната височина, но тъй като е базиран на барометричното измерване се влияе от него. Експериментите установиха, че при промяна на налягането, което всъщност е най-важния индикатор за промяна на времето се променя и изчислената надморска височина, което води до „закотвяне“ на изчисленото относителното налягане и в резултат на това до неточни прогнози. За решаването на този проблем може да се подходи по два начина – да се събират данни за налягането за продължителен период от време и да се вземе осреднена стойност или да се въвежда ръчно от потребителя. И двата подхода имат своите ограничения – първият изисква продължително събиране на данни и памет за съхранението им, а вторият изисква от потребителя да знае точната надморска височина, или географска локация. Това обаче е цената за получаване на адекватна краткосрочна прогноза [5].

Предизвикателство се оказва и определянето на тенденцията, защото всички материали по темата указват, че възможните стойности са „покачване“, „понижение“ и „стабилно/без промяна“, но не дефинират тези понятия. В публикации, несвързани с конкретния алгоритъм тези понятия са дефинирани като промяната на налягането в хектопаскали с една или повече единици за между един и три часа. Поради това ние се спряхме на следната реализация: съхраняваме стойностите на относителното налягане на всеки 10 минути в масив от 10 елемента. Когато масивът се запълни тенденцията се изчислява като разликата между средните на първите три и на последните три стойности. Масивът се използва като опашка, като единадесетата постъпила стойност отива на десето място, а първата се премахва и т. н.

Алгоритъмът на Zambretti на базата на входните параметри връща число, което се сверява с таблица от текстови описания на прогнозата табл. 1. Някои от компютърните реализации на алгоритъма се стремят да изведат формула между числото и съответните стойности, но поради ограничената поддръжка на реални стойности в микроконтролера ние използвахме подхода, избран от разработчиците на популярната Javascript имплементация на алгоритъма и използваме числови интервали, определени от условни оператори в кода.

Таблица 1

Съответствията между текстовите описания на алгоритъма на Zambretti и използваните изображения

Понижение на налягането	
Settled fine	Слънце
Fine weather	Слънце
Fine becoming less settled	Слънце, облак
Fairly fine showery later	Слънце, облак
Showery becoming more unsettled	Облак
Unsettled, rain later	Слънце, облак, дъжд
Rain at times, worse later	Слънце, облак, дъжд
Rain at times, becoming very unsettled	Облак, дъжд
Very unsettled, rain	Облак, дъжд

Стабилно налягане	
Settled fine	Слънце
Fine weather	Слънце
Fine possibly showers	Слънце, облак
Fairly fine showery later	Слънце, облак
Showery bright intervals	Слънце, облак, дъжд
Changeable, some rain	Слънце, облак, дъжд
Unsettled, rain at times	Облак, дъжд
Very unsettled, rain	Облак, дъжд
Very unsettled, rain	Облак, дъжд
Stormy, much rain	Облак, дъжд
Покачване на налягането	
Settled fine	Слънце
Fine weather	Слънце
Becoming fine	Слънце, облак
fairly fine, improving	Слънце, облак
fairly fine, possibly showers	Облак
showery early, improving	Облак, дъжд
Changeable mending	Облак
rather unsettled Clearing later	Облак
unsettled, probably improving	Облак
unsettled, short fine intervals	Облак
Very unsettled, finer at times	Облак, дъжд
Stormy, possibly improving	Облак, дъжд
Stormy, much rain	Облак, дъжд

Интеграция в домашна оранжерия и домашната система за климатизация

Все повече домакинства и фирми интегрират под някаква форма възможността за локално използване ресурсите на сградния и дворен фонд за производство на зеленчуци, подправки, цветя и/или друга растителност. Все по-модерно е интегрирането на малки оранжерии и градини от собствениците на градски дворове и т.н. Локалното отглеждане на зеленчуци е не само оригинална новост, приятно забавление, но и съществено може да повлияе върху качеството на живот на гражданите, а също така и върху възпитанието на подрастващото поколение. Основният проблем на повечето малки проекти обаче е свързан с невъзможността на домакинствата да отделят достатъчно време за поддръжка на своите мини зеленчукови ферми.

Предложената мониторинг система на времето интегрира в себе си функции позволяващи лесното свързване на актуатори и допълнителни сензори правещи управлението на мини парниците лесно, достъпно и забавно занимание. Базовият модел на мини парника изисква като минимум контрол на влажността, температурата и възможност за автоматизирано поливане. Интеграцията на мини парника със системата за климатизация на умната къща позволява едно оптимално разходване на отделените от живущите и системата за сградно отопление на CO₂ и други газове, като така чрез не много сложна и скъпа инвестиция отработеният и загрят въздух от сградата попада в мини оранжерията където бива оптимално консумиран от растенията. Също така възможността за свързване на подобни газови сензори и сензори за прахови частици към наличната мониторинг станция ни решава важен проблем с контрола на проветряването на помещения които се отопляват от локално парно на твърдо или течено гориво. Ползването на данните за локалната краткотрайна прогноза за температурата и осветеността решава редица проблеми с оптимизирането на подаването на гориво в локалната отоплителна станция, като така се избягват ударните натоварвания на системата, при които рязко се отделят големи количества вредни газове и емисии свързани с непълното изгаряне на горивните продукти [6]. Също така чрез подобна интеграция на локалната мониторинг станция ще може да бъдат събирани данни за локалното разпределение на замърсителите във въздуха в крайградските райони и т.н. и така да бъдат подготвени модели за по-оптималното решаване на този проблем.

Мрежова свързаност

За мрежова свързаност се използват дефакто стандартни модули за WiFi комуникация базирани на микроконтролер ESP8266 (до момента без аналог в своята ценова категория). Допълнителна жична свързаност, когато се налага, може да бъде изградена чрез LAN модули или друг тип дълги линии базирани на RS232/RS485/RS422 и iWire. Характерно е че се използва пълноценен или частично емулиран TCP/IP v.4 стек, като така се решават редица проблеми обособени от нуждите и спецификите на заделяне на адресите и адресна трансляция при свързване на множество сензори към ощото контролно приложение или в мини облак.

Бъдещо развитие

- определяне на фазата на Луната
- показване на деня от седмицата
- добавяне на бутони за настройка
- добавяне на енерго-независима памет за съхранение на събраните данни
- външен сензор за температура и влажност
- добавяне на изображение за буря
- свързване през WiFi към мобилни устройства за настройка и управление
- показване на събития – рождени и именни дни, официални празници и лични ангажименти, дефинирани от мобилно приложение
- въвеждане на пълноценни мрежови функции във всеки сензор и актуатор базирани на TCP/IP v.4 стек
- миграция към IPv6 стек [7]
- VPN базиран на стандартно VoIP сървърно решение
- процедури и протоколи за сигурност и контрол на достъпа до сензориката и актуаторите

Заклучение

Създадената мониторинг станция на времето с приложение в умните къщи и оранжерии представлява проект с напълно отворен хардуер и софтуер, като всички интегрирани модули, сензори, мрежова свързаност и визуализация също са изцяло с отворен хардуер. Локалната прогноза на времето позволява оптимизирано управление на домашното (оранжерийното) отопление, осветление, вентилация, поливане и т.н. чрез лесна имплементация на контролни процедури в основния софтуер базирано на модулни актуатори и сензори. Мрежовата свързаност (TCP/IP) позволява интеграцията с отдалечени сензори и актуатори чрез жични (LAN) и безжични мрежови топологии (WiFi, IrDA) и др. Предложената платформа би позволила достъпното внедряване на домашна автоматизация и оптимизация на енергопотреблението от хора с минимални технически умения, като отвореният фреймуърк ще съдейства за масовото внедряване и развитие на настоящото решение. Някои съществени проблеми при интеграция на системата са свързани с отсъствието на пълна съвместимост с голям брой затворени протоколи за дистанционно управление на климатични и отоплителни системи, което би наложило разработката на допълнителни контролни модули свързвани директно към системите за управление на тези

съоръжения.

Литература

[1] What's New in HomeKit , Session 210, A. Nadathur, N. Kommareddi, 2015 *Apple Inc.*

[2] Guidebook to Smart-home Technology: Volume 1, The Digitized.House Editors, 23 August 2016

[3] „Инвазията на IoT”, А. Славински, Г. Петров, XV КОНФЕРЕНЦИЯ АСТЕЛ` 2017

ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА, София, 11 април 2017 г., Представителство на Европейската комисия в България, ул. "Г.С. Раковски" № 124

[4] “Киберсигурност на IoT и Industrial IoT”, Г. Шарков, XV КОНФЕРЕНЦИЯ АСТЕЛ` 2017

ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА, София, 11 април 2017 г., Представителство на Европейската комисия в България, ул. "Г.С. Раковски" № 124

[5] Calculates the sea-level pressure from the atmospheric pressure, temperature and altitude at the present location, <http://keisan.casio.com/exec/system/1224575267#!>

[6] Костова Д., Р. Берберова. 2010. Екология и геоинформационни системи (ГИС). Сп. “Екологично инженерство и опазване на околната среда” - специализиран брой Годишната международна научна конференция “Екологизация – 2009”. 102-106. ISSN 1311-8668.

[7] Milovanov N., Bogomilov I., “Case Study - IPv6 based building automation solution integration into an IPv4 Network Service Provider infrastructure“, N.Milovanov, I. Bogomilov, CompSysTech '12 Proceedings of the 13th International Conference on Computer Systems and Technologies, pp. 216-223, 2012

За повече информация пишете на e-mail
telecom.ceec@gmail.com
ceec@mail.bg