

Studentská tvůrčí a odborná činnost
STOČ 2017

INTERNET OF THINGS – CHYTRÝ DŮM

Petr KOVÁŘ

Sřední škola informatiky, elektrotechniky a řemesel
Rožnov pod Radhoštěm
Školní 1610
756 61 Rožnov pod Radhoštěm

20. dubna 2017
FAI UTB ve Zlíně

Klíčová slova: ESP8266, Raspberry Pi 3, MQTT

Anotace: Práce se věnuje problematice zařízení, určených do chytrých domácností, sloužících k usnadnění určitých činností, jako jsou např. kontrola teploty v místnosti, reakce zařízení při zaregistrování pohybu nebo ovládání osvětlení. Práce porovnává možnosti, které poskytuje vlastní implementace, oproti komerčně nabízeným řešením. Při výběru komponent k vlastní implementaci je brán ohled především na příznivou cenu, ale také na dostupnost a výkon. Proto byl jako základ zvolen počítač Raspberry Pi 3 a moduly s ESP8266. Zařízení komunikují pomocí protokolu MQTT, jehož server běží na zmiňovaném počítači. Počítač dále obstarává bezdrátové spojení s moduly a také běh webového rozhraní. Prostřednictvím webové stránky je možno zobrazovat hodnoty naměřené ze senzorů nebo také měnit intenzitu a barvu osvětlení.

Obsah

1.	Úvod.....	4
2.	Hardware.....	4
2.1	Popis čipu ESP8266.....	4
2.2	Popis počítače Raspberry Pi 3.....	5
2.3	Základní blokové schéma všech součástí	6
2.4	Stavba modulů	6
3.	Software	8
3.1	Základní koncepce komunikace.....	8
3.2	MQTT protokol.....	8
3.3	Software řídicího centra	9
3.4	Software Modulů	9

1. Úvod

V dnešní době se stávají populárními zařízení nazvaná Internet of Things. Jedná se o prvky, které slouží k shromažďování dat z různých senzorů, případně ovládání zařízení. Společně tvoří rozsáhlou síť.

2. Hardware

Pro realizaci projektu byly zvoleny moduly s čipem ESP8266. Řídícím prvkem je počítač Raspberry Pi 3, který nabízí vysoký výkon s nízkou spotřebou.

2.1 Popis čipu ESP8266

ESP8266 je čip od firmy Espressif. Jedná se o součástku, která v sobě integruje přijímač a vysílač 2.4 GHz s 32 bitovým mikrokontrolerem a dalšími funkcemi.

Tento čip si oblíbila komunita nadšenců, firma později uvolnila i SDK, které zpřístupnilo další funkce čipu, především umožnilo využít CPU pro běh vlastního kódu. Díky komunitě je možno psát kód i programovat čip pomocí Arduino IDE, které výrazně zjednodušuje práci především díky dostupnosti velkého množství knihoven.

Výhody:

- Nízká cena
- Dostupnost

Nevýhody:

- Energetická náročnost oproti Bluetooth

Základní specifikace ESP8266

- CPU - Tensilica L106 32-bit micro controller
- Wifi - 802.11 b/g/n/e/i , WPA/WPA2
- Síť. Protokoly - IPv4, TCP/UDP/HTTP/FTP
- Napájení 2,5 – 3,6 V

Variace desek osazených čipem ESP8266

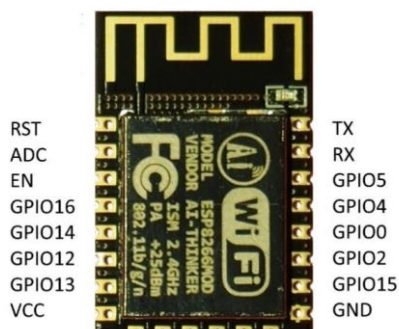
Nejrozšířenějším typem dostupných desek je řešení od firmy Ai-Thinker, která vyrábí miniaturní moduly, obsahující externí SPI flash paměť, anténu (může být vyleptaná přímo na PCB, keramická nebo pouze konektor) a vývody pro zapájení přímo na PCB.

Deska ESP-12F má rozměry 16x24x3 mm, ESP-07 je o cca 3 mm kratší.

Velikost externí paměti ESP-12F činí 4 MB, v případě ESP-07 1 MB, což je oproti jiným mikrokontrolerům, jako např. Arduino UNO (32 KB), opravdu velká hodnota.

ESP-12F má anténu vyleptanou přímo na PCB, kdežto ESP-07 je osazeno keramickou anténou, vedle které se nachází anténní konektor pro připojení vlastní externí antény. [1] Oba moduly obsahují jeden ADC převodník, ten je na rozdíl od desky Arduino Uno ne osmibitový, ale desetibitový. Nevýhodou je, že dokáže rozlišovat hodnoty od 0 do 1V, což může být u některých zapojení problém.

Zapojení vývodů ESP-12F



Obr. 1 - Popis vývodů ESP-12F

Při používání je nutno nejprve zvolit pracovní režim, ten může být buď vykonávání kódu, nebo programování. Nastavení probíhá pomocí přivádění log 1 nebo 0 na piny GPIO15, GPIO2, GPIO0. K výběru nám poslouží tato tabulka:

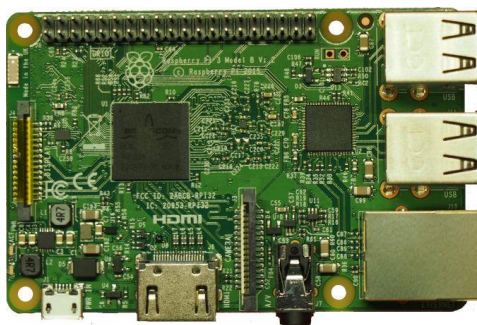
Mode	GPIO15	GPIO0	GPIO2
UART	Low	Low	High
Flash Boot	Low	High	High

Tab. 1 - Výběr boot módu

2.2 Popis počítače Raspberry Pi 3

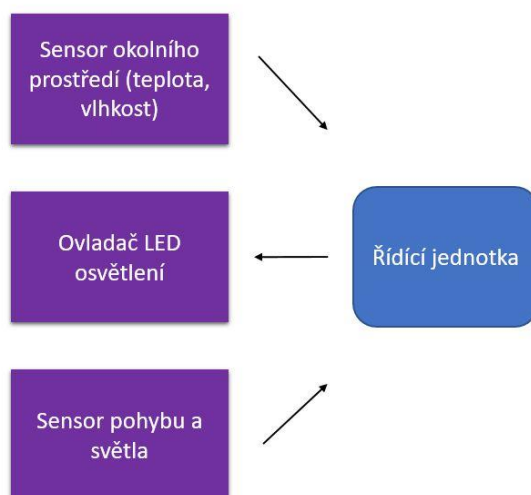
„Raspberry Pi je v informatice název malého jednodeskového počítače s deskou plošných spojů o velikosti zhruba platební karty. V roce 2012 byl vyvinut britskou nadací Raspberry Pi Foundation s cílem podpořit výuku informatiky ve školách a seznámit studenty s tím, jak mohou počítače řídit různá zařízení (např. mikrovlnná trouba, automatická pračka).“ [2] Raspberry Pi 3 je nejnovější a zároveň nejvýkonnější model. Oproti předchůdci RPi 2 v sobě integruje WiFi a Bluetooth. Výhodou u RPi je 40 pinový konektor s GPIO, které lze softwarově ovládat a využít tak například pro tvorbu ovládacího panelu. Základní specifikace RPi 3:

- CPU - 1.2GHz 64-bitový čtyřjádrový ARM Cortex-A53
- GPU - Broadcom VideoCore IV @ 400 MHz / 300 MHz
- RAM – 1 GB
- WIFI 802.11n, 100 Mbit/s Ethernet
- Bluetooth 4.1
- Další I/O – 4x USB 2.0, microSD, HDMI, audio 3.5 mm Jack, kompozitní video, GPIO, RPi camera



Obr.2 - Raspberry Pi 3

2.3 Základní blokové schéma všech součástí



Obr. 3 - Základní blokové schéma všech součástí

2.4 Stavba modulů

Pro jednotlivé moduly, včetně řídicího systému bylo kvůli specifickým rozměrům rozhodnuto k vlastnímu vytvoření boxů, pro uschování jednotlivých komponent.

Boxy pro zařízení vychází ze stejného základu, tím je projektový box o rozměrech 98x71x34 mm, černé barvy, skládající se ze dvou symetrických částí.

Všechny moduly jsou ze spodní části označeny jednoduchými popisky, které obsahují informace o úrovni napájecího napětí, verzi použité desky ESP, MAC adresu modulu a název zařízení.

Box pohybového a světelného čidla

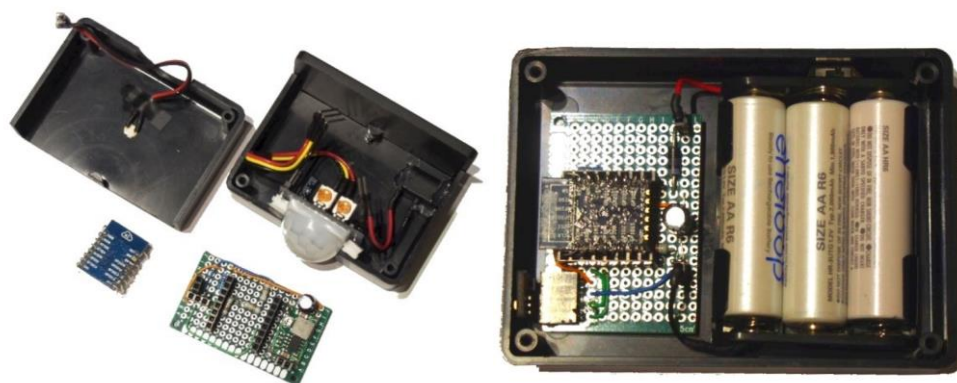
V tomto případě byla jedna část původního boxu rozdělena na dvě poloviny a doplněna o černě lakované plexisklo, sloužící jako kryt.

Box teplotního čidla

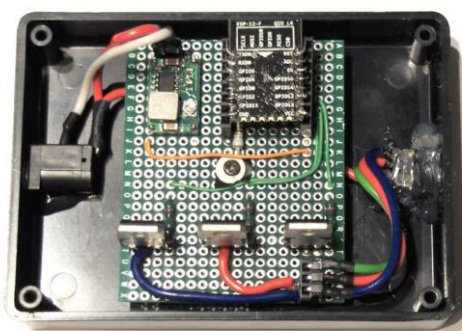
Zde byla využita pouze jedna polovina boxu, zbytek je zakrytován plexisklem a rozdělen na dvě části. První část je pevná, připevněna dvěma šrouby, druhá je pouze nasazena na dva čepy, aby byl zajištěn jednoduchý přístup k bateriím a vypínači. Na jedné straně byl vyvrtán malý otvor, který je umístěn před komponentou čidla.

Box ovladače osvětlení LED pásku

Na levé straně je umístěný konektor pro napájení, na opačné straně poté konektor se čtyřmi piny sloužící pro připojení RGB LED pásku. Pořadí barev na konektoru je nejprve G, R, B, z důvodu, že většina těchto LED pásků využívá právě udané pořadí barev.



Obr. 4 – Box pro čidlo pohybu a osvětlení Obr. 5 - Box pro teplotní čidlo

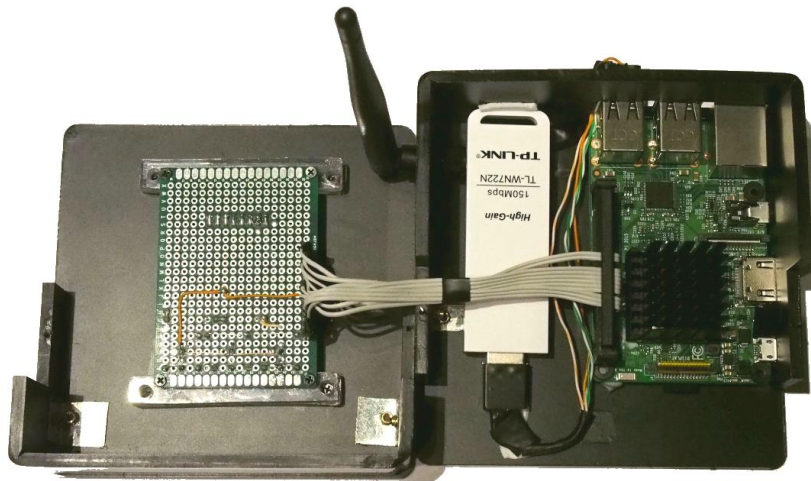


Obr. 6 - Box ovladače osvětlení LED pásku

Box řídicího systému

Zde bylo potřeba vyrobit obal, který by byl schopný pojmout nejen samotný počítač RPi, ale také WiFi adaptér TP-LINK WN722N, ovládací panel s LCD displejem a stále zbylo místo pro další periferie do budoucna.

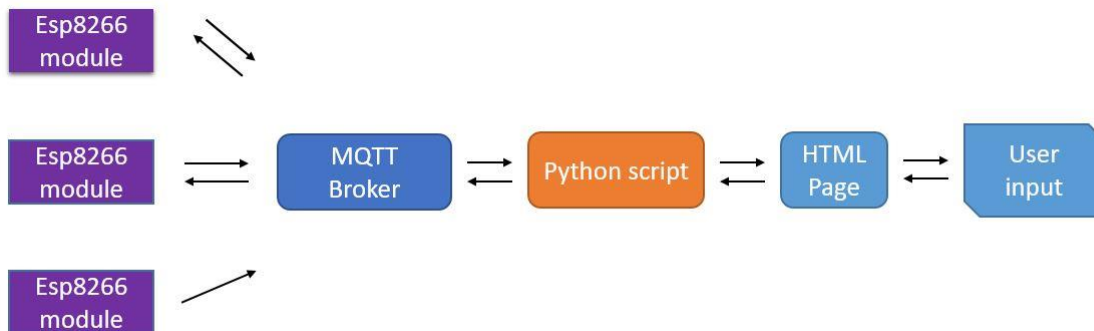
Box se skládá ze čtyř dílů vyrobených z 4 mm tlustého plexiskla. Horní díl má otvor pro tlačítka a okýnko pro LCD. Boční díly bylo potřeba ohnout, toho bylo docíleno použitím horkovzdušné pistole a svěráku. Z důvodu špatné přilnavosti bylo upuštěno od lepení a spoje byly nahrazeny vždy dvěma šrouby s kovovými spojkami ohnutými do L. Výsledné dvě poloviny jsou spojeny dvěma malými čepy.



Obr. 7 - Osazený box pro řídicí centrum

3. Software

3.1 Základní koncepce komunikace



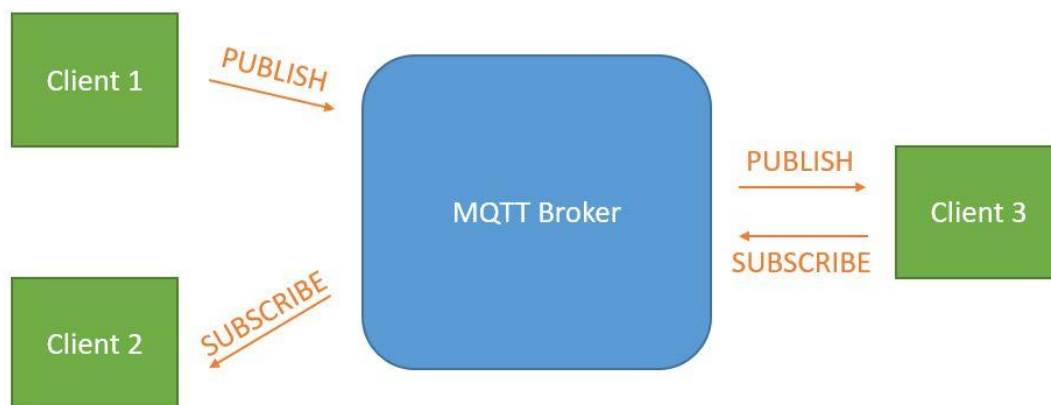
Obr. 8 - Základní koncepce komunikace modulů s řídicím systémem

3.2 MQTT protokol

MQTT je protokol, který je využíván především u nejrůznějších senzorů a zařízení. Je velmi nenáročný na komunikaci, odesílá pouze potřebná data.

„Protokol byl vyvíjen společností IBM v devadesátých letech minulého století. Od té doby se využívá pro sběr a distribuci dat v malých i velkých infrastrukturách.“ [3]

Komunikace probíhá stylem publish/subscribe, neboli odešli/přijmi. Komunikuje se se serverem, ten se nazývá broker. Broker shromažďuje veškeré přijaté zprávy do kategorií, tzv. topiců. Klienti mohou buďto odeslat na server zprávu v určitém topicu, nebo se mohou přihlásit k jeho odběru a pokaždé, kdy přijde zpráva do daného topicu, dojde až ke klientovi. [3]



Obr. 9 - MQTT komunikace

3.3 Software řídicího centra

Na počítači Raspberry Pi 3 běží operační systém Raspbian ve verzi Jessie, ten je zaveden z 16GB microSD karty. V tomto operačním systému jsou již obsaženy prostředí pro vývoj v různých programovacích jazycích, včetně Python IDLE.

Pomocí terminálu v OS bylo potřeba doinstalovat několik balíčků. Balíčky *php5 libapache2-mod-php5*, *apache2* zajišťují provoz webového rozhraní. Balíčky *mosquitto* a *mosquitto-clients*. Aby se jednotlivé moduly byly schopny připojit k řídicímu centru je potřeba vytvořit WiFi hotspot, vysílaný bezdrátovým adaptérem. Toho bylo docíleno díky službám *hostapd* (základní konfigurace) a *dhcpcd* (konfigurace automatického přidělování IP adres).

Programovací jazyk Python byl využit nejen k obsluze displeje a tlačítek, umístěných na vrchní straně řídicího centra, ale plní i funkci zprostředkovatele dat. Stará se o načtení hodnot z MQTT serveru a načtená data dále umísťuje do textových souborů, umístěných v domovském adresáři.

Ovládací panel tvoří webová stránka, obsahující výpis dat ze senzorů a ovládací prvky pro osvětlení. Obsahem souboru *index.php* je kód v jazyce HTML. Načítání dat ze senzorů zajišťuje PHP, které čte hodnoty z příslušných textových souborů vždy při obnovení stránky. Pokud dojde ke stisku tlačítka barevných předvoleb nebo změně posuvníků, zavolá se funkce v JavaScriptu, která v případě posuvníků načte jejich hodnotu a předá parametry metodě *.get()*. Pokud bylo stisknuto jedno z tlačítek, funkci se přímo předávají parametry. Metoda *.get()* je součástí frameworku jQuery. Dojde k předání parametrů do skriptu a následně k vykonání příkazů, které v důsledku způsobí odeslání hodnot na MQTT server.

3.4 Software Modulů

K programování čipů ESP8266 bylo využito vývojového prostředí Arduino IDE. Moduly se připojují k řídicímu centru skrze bezdrátové WiFi připojení. Kód byl sestaven zejména s pomocí knihoven *ESP8266WiFi.h* a *PubSubClient.h*. Výsledný kód byl do čipu nahrán skrze programátor FTDI.

Literatura

[1] AiThinker ESP-12F Datasheet [online]. [cit. 2017-02-10].

Dostupné z: <https://mintbox.in/media/esp-12e.pdf>

[2] Raspberry Pi. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2017-02-10].

Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi

[3] Využití protokolu MQTT nejen pro M2M a IoT. <https://blog.brichacek.net/vyuziti-protokolu-mqtt-nejen-pro-m2m-a-iot/> [online]. 2015 [cit. 2017-02-10].

Dostupné z: <https://blog.brichacek.net/vyuziti-protokolu-mqtt-nejen-pro-m2m-a-iot/>