

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

Evidence pracovní doby pomocí Bluetooth

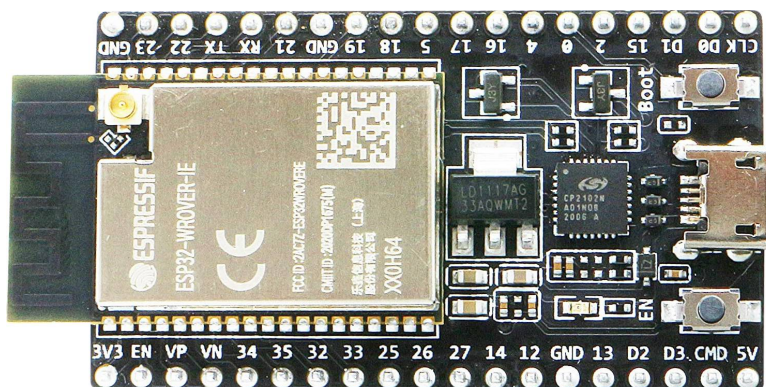
## Evidencia pracovnej doby

Sledovanie a monitorovanie časov, kedy zamestnanci začínajú a ukončujú svoju pracovnú dobu dokáže znížiť a optimalizovať náklady na pracovnú silu. Keďže v dnešnej dobe väčšina populácie nosí so sebou zariadenie, ktoré v sebe obsahuje Bluetooth technológiu, tak je možné tieto zariadenia sledovať a tak určiť reálnu pracovnú dobu zamestnanca.

Táto práca sa zaoberá systémom pre evidenciu pracovnej doby zamestnancov pomocou skenovania okolitých Bluetooth zariadení. Takto nájdené zariadenia sú zobrazované na webovom serveri, kde je možné vybrať tie ktoré nás zaujímajú. Po výbere ľubovoľných zariadení sa spustí monitoring a webový server zobrazuje pracovnú dobu zamestnanca, ktorý vlastní dané zariadenie.

## Technické riešenie

Systém pre evidenciu pracovnej doby zamestnancov je realizovaný pomocou zariadenia ESP32 a implementácia prebiehala v jazyku C++.



Obr. 1: ESP32.

Celý systém pozostáva z troch modulov a to *BLEController*, *WebController* a *FDBController*.

### BLEController

Ovládač bluetooth low energy slúži pre periodický sken okolia a monitorovanie sledovaných bluetooth zariadení. Pri predpoklade rozdelenia pracovnej doby na 5 minútové okná je potrebné tento sken zariadení vykonávať každých 5 minút. Aby sa zamedzila chyba slabého signálu alebo krátkodobého odchodu zamestnanca z pracoviska, delíme samotný sken okolia na tri fázy, ktoré majú rozostupy dve minúty, pričom si každá fáza pamätá nájdené zariadenia. Týmto sa ošetrí situácie kedy sa z dôvodu nezachytenia zariadenie ovplyvní výsledok evidovania pracovnej doby zamestnanca. Spotrebu energie a presnosť a spoľahlivosť celého systému ovplyvňujú dva parametre a to:

- **doba skenu jednotlivých fáz** – experimentálne bolo zistené že 5 sekundové fázy skenu majú tendenciu nezachytávať niektoré zariadenia a trojnásobná doba, teda 15 sekúnd je plne spoľahlivá. Správna voľba doby skenu jednotlivých fáz teda závisí na okolnostiach a to požadovanej spotrebe energie alebo spoľahlivosti systému. Prevádzková doba bluetooth skenu za celý deň je pri 15 sekundových fázach a pracovnej doby od 5:45 rána do 22:15 večera 8640 sekúnd a pri 5 sekundových fázach 2880 sekúnd.
- **pasívny/aktívny sken** – výhodou aktívneho skenu je to že dokáže získať zo skenovaného zariadenia viacej informácií a rýchlejšie. Problémom je ale zvýšená spotreba energie. V testovacích podmienkach vyšlo aktívne skenovanie ako najvhodnejšie ale tento výber taktiež závisí na okolnostiach.

Pre najnižšiu spotrebu a najšetrnejšiu konfiguráciu je potrebné zvoliť pasívny typ skenu s krátkymi fázami.

```

void window_scan(){
    /**
     * Performs scan in 3 sessions when one session lasts scanTime seconds.
     * First session starts immediately and waits 120000ms.
     * Second session start after that and continue scan (first session holds result), wait another 120000ms.
     * Third session also continue in scan and after that all scanned devices are removed.
     * Whole process lasts aproximatly 4 minutes.
     */
    BLEScanResults foundDevices = pBLEScan->start(scanTime, true);
    delay(120000 - (scanTime * 1000));

    foundDevices = pBLEScan->start(scanTime, true);
    delay(120000 - (scanTime * 1000));

    foundDevices = pBLEScan->start(scanTime, true);
    pBLEScan->clearResults(); // delete results fromBLEScan buffer to release memory
}

```

Obr. 2: BLE sken okolitých zariadení rozdelený na tri fázy.

## WebController

Ovládač webu poskytuje schopnosť systému pracovať s webovým serverom. Tento server zobrazuje všetky naskenované bluetooth zariadenia spomedzi ktorých je možné si vybrať tie, ktoré je nutné sledovať. Po výbere takýchto zariadení sa vytvorí tabuľka obsahujúca Mac adresu zariadenia, jeho meno, čas začiatku pracovnej doby, odpracované minúty, vykonané pauzy, koniec pracovnej doby, celkový čas práce v minútach a celkový čas páuz v minútach. Všetky informácie na webe sú aktualizované každé skenované bluetooth okno alebo ručne na webe.

### Work Tracker

Track
Clean DB

c7:81:d5:57:3f7e	undef	<input type="checkbox"/>
14:e0:d1:25:67:d9	undef	<input type="checkbox"/>
6f:12:90:de:33:1e	undef	<input type="checkbox"/>
74:b5:92:67:14:0a	undef	<input type="checkbox"/>
72:75:65:a6:64:5c	undef	<input type="checkbox"/>
00:7c:2d:f2:e8:8f	undef	<input type="checkbox"/>
4b:f4:8d:75:9b:0a	undef	<input type="checkbox"/>
2d:a7:8b:af:37:bd	undef	<input type="checkbox"/>
42:90:a9:7b:e8:47	[LG] webOS TV UN80003LCRo	<input type="checkbox"/>
d6:f5:77:59:41:0f	undef	<input type="checkbox"/>
fe:33:ea:f2:29:09	Mi Smart Band 5	<input type="checkbox"/>

MAC address	Name	Start	W[min]	P[min]	Stop	Total W[min]	Total P[min]
42:90:a9:7b:e8:47	[LG] webOS TV UN80003LCRo	11:48	75	0	-	150	0
fe:33:ea:f2:29:09	Mi Smart Band 5	11:57	10	0	-	0	5
5d:36:97:c1:2f:e9	Redmi Note 10 Pro	11:52	10	10	-	20	5

Obr. 3: Webový server evidencie pracovnej doby.

## FDBCController

*File Database controller* je modul, ktorý využíva *file descriptor* pre tvorbu lokálnej databázy a to pomocou vytvárania textových súborov s monitorovacími dátami pre každé sledované zariadenie. Takýto súbor sa vytvára

vždy ak je na webe zvolené nové zariadenie, ktoré ešte nebolo sledované a tento súbor zostáva perzistentne zapísaný v systéme, teda na ESP32. Pri každom skenovanom bluetooth okne sa prejde zoznam súborov v databáze a upravujú sa hodnoty monitorovania podľa výsledkov tohoto bluetooth skenu.

Pravidlá pre úpravu hodnôt sú tieto:

- Ak zariadenie nemá nastavený čas príchodu, tak tento čas sa nastaví na aktuálny a pripočítajú sa 5 minút k práci.
- Ak zariadenie má nastavený čas príchodu ale nevyskytuje sa medzi nájdenými zariadeniami pripočíta sa 5 minút k pauze .
- Ak pauza dosiahne hodnotu 40 minút nastaví sa čas ukončenia pracovnej doby a k tomuto zariadeniu sa už ďalej neprístupuje aj keď sa vyskytuje v okolí. V takomto prípade sa už nejedná o pauzu a táto doba sa odčíta.
- Pre zabezpečenie toho, aby nebola chybné ukončená pracovná doba sa počet minút na pauze pri ukončení pauzy pred časovým limitom preklolí do celkového času stráveného pauzou.

Keďže uvažujeme stanovenie pracovnej doby od 5:45 rána do 22:15 večera, tak v dobe mimo pracovnej doby dochádza k preklopeniu databázy, kedy sa vo všetkých súboroch sledovaných zariadení prepočíta celkový počet minút práce a páuz a zvyšok sa nastaví na nulové hodnoty. Týmto sa docielí fungovanie systému pre viac ako jeden pracovný deň.

## Dosiahnuté výsledky

Výsledný systém poskytuje plnú funkciu evidovania pracovnej doby zamestnancov za predpokladu pripojenia k sieti. Čo sa týka efektívnosti spotreby energie je možné zvoliť nastavenie ktoré túto spotrebu redukuje na najnižšiu možnú hodnotu a to pomocou zníženia doby skenu jednotlivých fáz a nastavenie pasívneho typu bluetooth skenovania.

Možné rozšírenia:

- Využitie externej databázy (DetaBase). Táto možnosť nieje realizovaná z dôvodu nedostatočného miesta na ESP32, keďže knižnice pre *BLE* zaberajú väčšinu pamäte.
- Úložné miesto pre databázové súbory je obmedzený, keďže z dôvodu knižníc pre *BLE* a *AsynchWebServer* je vybrané rozdelenie pamäte s nižším oddielom pre súbory.
- Uvedenie systém do *low power* módu v časoch mimo pracovnej doby.