

Eksperyment naukowy – “PulWis: Budowa sieci czujników zanieczyszczenia powietrza w oparciu o protokół LoRa przez studentów PW”

Projekt zgłoszony przez Koło Naukowe FiberTeam do Małej Puli
na Projekty Naukowe

Idea

W ostatnim czasie coraz więcej i głośniejsze mówi się o problemie, który stanowi zagrożenie dla wszystkich członków społeczeństwa - o wszechobecnym smogu. Temat ten nie jest jednak sprawą nową. Polska już od lat znajduje się w czołówce państw, które nie radzą sobie z poziomem zanieczyszczenia powietrza. W wielu miastach przekracza on stany alarmowe.

Podstawową rzeczą niezbędną do walki z tym problemem jest nieustanne dbanie o świadomość społeczeństwa. Zgłaszany projekt ma na celu zbieranie danych o stanie powietrza, a następnie przekazywaniu tych informacji ludziom. Zadanie, które postawiono to zaprojektowanie i wykonanie czujników pyłu zawieszonego PM2.5 i PM10, a następnie rozmieszczenie ich w strategicznych miejscach Warszawy. Co to znaczy „strategicznych”? Mamy na myśli parki, aleje, place, które każdego dnia odwiedza wiele osób. Szczególnie narażone na zanieczyszczenia powietrza są dzieci i starsi, a także osoby uprawiające sport na otwartych przestrzeniach, np. biegacze, zatem to właśnie ich będziemy mieć na uwadze przy wyborze lokalizacji dla naszych czujników. Liczymy, że ich działanie będzie polegało nie tylko na technicznym dostarczaniu danych, ale także urządzenia te będą swoistą reklamą i apelem do obywateli, który pozytywnie wpłynie na świadomość każdego z nas i pomoże zrozumieć skalę problemu, jakim jest smog. Planujemy także wprowadzić statystyki, na podstawie których będzie możliwe obserwowanie poziomu zanieczyszczeń w skali miesięcy czy lat, aby maksymalnie zainteresować i zaangażować potencjalnych użytkowników.

Podsumowując, projekt PulWis (łac. *pulvis* – dym, pył) w głównych założeniach bazuje na potrzebie dostarczenia mieszkańcom aktywnie spędzających czas informacji o aktualnym zanieczyszczeniu powietrza w miejscach, gdzie aktywnie spędzają czas.

Rozmieszczenie czujników

Za miejsca odpowiednie do zaprojektowanych systemów czujnikowych wybrano:

- Park Pole Mokotowskie – oddalony o ok. 1,5 km w linii prostej od WEiTI
- Łazienki Królewskie – oddalone o ok. 1,7 km w linii prostej od WEiTI

Miejsca te wybrano, ponieważ po analizie internetowych map z rozmieszczeniem czujników smogu (PM2.5 i PM10), stwierdzono, że są to miejsca, gdzie takowych czujników brakuje.

Czujniki planujemy umieszczać – za wcześniejszą zgodą administratorów parków – na lampach lub na innych wysokich punktach, na których system zasilania budowanego czujnika miałby dostęp do światła.

Opis techniczny



LoRa to rodzaj protokołu komunikacyjnego, który posiada kilka bardzo ważnych cech:

- nie wymaga ciągłej pracy i wysyła porcje danych – zwiększa energooszczędność systemu
 - jest prosty w implementacji
 - działa w bezpłatnych, nielicencjonowanych pasmach częstotliwości (np. w Europie jest to 868 MHz)
 - w gęstych zabudowaniach zasięg działania może dochodzić do 5 km; na terenie otwartym – do ok. 15 km
- nowy i ciągle rozwijany

Standard LoRa określa w jaki sposób wysyłać dane. Nie określa jednak bezpośrednio architektury sieci i szczegółów łączenia się ze stacją bazową, której zadaniem jest odbieranie danych z czujników. Wyższe poziomy sieci są określane przez architekturę LoRaWAN. Architektura ta szczegółowo podkreśla w jaki sposób identyfikować poszczególne urządzenia i w jaki sposób przysyłać dane z systemów czujnikowych do stacji bazowych LoRaWAN. W projekcie ustalono, że stacją bazową, z którą systemy czujnikowe będą nawiązywały łączność, jest stacja znajdująca się na Wydziale Elektroniki i Techniki Informatycznej. Stacja bazowa jest częścią sieci The Things Network (TTN) – ogólnoświatowej sieci stacji LoRaWAN. Korzystając z możliwości łączenia się ze stacjami połączonymi z TTN, można w przyszłości rozbudować sieć czujników o kolejne stacje w Warszawie.

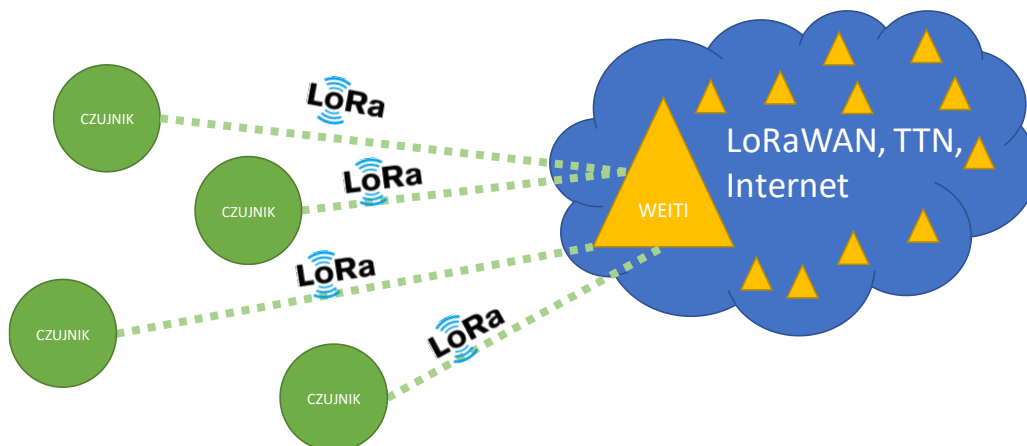


Rys. 1 Stacja LoRaWAN

Jak go zastosujemy w naszym projekcie?

Systemy czujnikowe, których budowa jest jednym z etapów projektu, zostaną podłączone do sieci LoRaWAN, która bardzo dobrze sprawdzi się w pracy z czujnikami, które w danych odstępach czasu wysyłają pomiary – jak system czujników smogu, który mamy zamiar zbudować. Dodatkowym atutem sieci i protokołu, na którym bazuje, jest odległość między stacją bazową a planowanymi stacjami pomiarowymi – nie przekracza 5 km.

W związku z faktem, iż protokół LoRa jest protokołem stricte low-energy, można – do zasilania planowanego systemu czujnikowego – wykorzystać panel fotowoltaiczny oraz 4 umieszczone wewnątrz akumulatory.



Rys. 2 Architektura czujników w oparciu o protokół LoRa

Czujnik smogu:

Czujnik jest wyposażony w wentylator zasysający powietrze oraz diodę laserową, która mierzy zawartość pyłu zawieszonych PM2.5 i PM10. Sygnał z czujnika laserowego jest analizowany i konwertowany na sygnał elektryczny w celu obliczenia stężenia w czasie rzeczywistym. Pracuje w temperaturach od -10°C do 50°C. Charakteryzuje się on bardzo szybką reakcją (do 10 sekund) na zmiany zapylenia środowiska. Jego dokładność pomiaru mieści się w granicach 70%-98%, zależnie od wilgotności powietrza.

Jak go wykorzystamy?

Wystająca z obudowy rurka, będzie przekazywała powietrze do wentylatora, który zassie powietrze i przekaże je na czujnik. W momencie, gdy powietrze będzie zasysane, zostanie ono podgrzane i wysuszone przez znajdującą się w środku grzałkę. Ponieważ planowane urządzenie będzie działało na zewnątrz, czujnik będzie zaprogramowany na tryb usypiania a odczyt danych będzie dokonywany interwałowo. Będzie to działać z korzyścią dla żywotności samego czujnika raz zasilania.

Komunikacja będzie się odbywała za pomocą wyjścia cyfrowego UART.

Arduino:

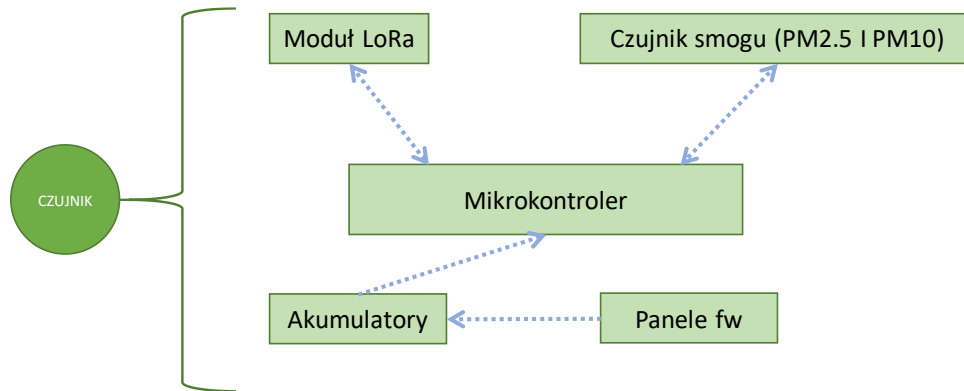
Arduino – jedna z najbardziej popularnych platform do budowania systemów czujnikowych. Pozwala na odbieranie danych z czujnika, wstępne ich przetwarzanie i przekazywanie ich do podłączonych modułów komunikacyjnych. Tworzenie oprogramowania na Arduino jest proste. Co ważne – odpowiednio dobrany mikrokontroler Arduino cechuje się dobrym stosunkiem zużycia energii do wydajności.

Jak go wykorzystamy?

W naszym projekcie, Arduino będzie pełniło rolę łącznika - za pomocą wyjścia cyfrowego UART będzie pobierało informacje o stanie powietrza z czujnika smogu i przekazywało na moduł LoRa, skąd bez problemu skomunikujemy się z naszym urządzeniem.

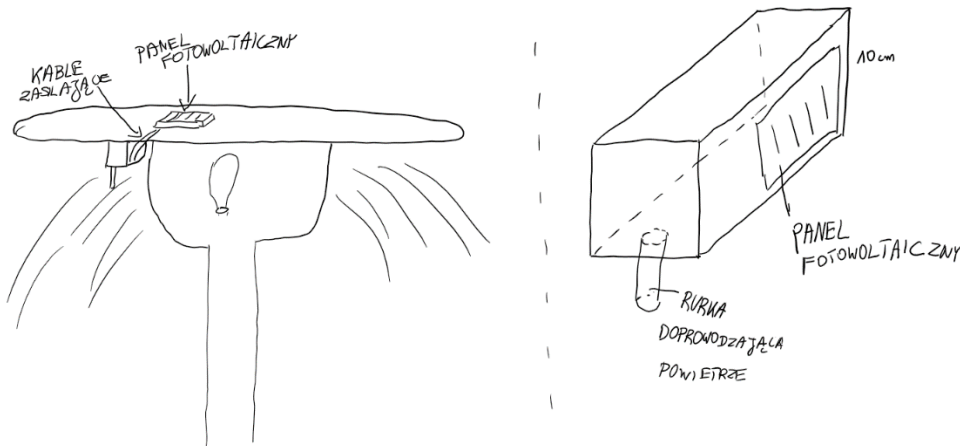
Fotowoltaika – zasilanie

Głównym źródłem zasilania naszego układu będzie panel fotowoltaiczny. Ogniwa fotowoltaiczne wykorzystują efekt fotoelektryczny - zjawisko wybijania elektronów poprzez padanie fotonów na płytkę krzemową. Stosując odpowiednie złącza półprzewodnikowe typu p-n jest możliwy obieg elektronów w sieci energetycznej, czyli wytworzenie energii elektrycznej. Zastosowanie pewnego modułu umożliwi nam ładowanie znajdujących się w środku akumulatorów. Pozwoli nam to na pracę urządzenia nawet w pochmurne dni. Jest to optymalne rozwiązanie, biorąc pod uwagę działanie czujnika na zewnątrz oraz korzystanie z energooszczędnej sieci LoRa.



Rys. 3 Budowa czujnika

Obudowa – szkic



Rys. 4 Planowany sposób montażu; Budowa obudowy do czujnika i mikrokontrolera

Założenia projektowe

Sprawdzono już podstawową łączność ze stacją Kerlink Wirnet Station znajdującą się na WEiTI wykorzystując gotowy czujnik temperatury i natężenia światła działający w oparciu o protokół LoRa.

Projekt zakłada:

1. **Backend:**
 - a. Stworzenie w pierwszej fazie pierwszego czujnika i przetestowanie na Polach Mokotowskich
 - b. Stworzenie kolejnych czujników
 - c. Zbieranie danych do bazy i generowanie statystyk
2. **Frontend:**
 - a. Stworzenie prostej strony www/aplikacji wyświetlającej stan zanieczyszczenia powietrza w badanych obszarach

Projekt umożliwi studentom Politechniki Warszawskiej:

1. Naukę nowych i rozwijających się technologii: protokół LoRa, IoT
2. Naukę języków programowania: Python, C
3. Wystąpienie na konferencji, na której zaprezentowany zostanie budowany system czujnikowy wraz z oprogramowaniem przetwarzającym dane dotyczące badanego smogu.
4. Tworzenie innowacyjnych rozwiązań działających na korzyść społeczności
5. Możliwość promowania PW na piknikach sportowych

Wartości dydaktyczne

Wartości naukowe