

System administrowania urządzeniami monitoringu oraz powiadamiania o zdarzeniach z wykorzystaniem sztucznej inteligencji



1. Cel i założenia projektowe

Celem projektu jest wytworzenie systemu informatycznego, na który składają się:

- Aplikacja mobilna dostępna na urządzeniach z systemem Android
- Oprogramowanie serwerowe działające lokalnie lub ew. dodatkowo w chmurze
- Oprogramowanie dla urządzeń brzegowych opartych na mikrokontrolerach z rodziny ESP32 + OV2640

System powinien docelowo umożliwiać użytkownikowi podgląd obrazu rejestrowanego przez urządzenia, które zarejestrował / jest ich właścicielem oraz oferować możliwość udostępnienia podglądu obrazu dla ustalonego zakresu odbiorców. Dodatkowo w przypadku wykrycia określonego zdarzenia przez algorytm - powiadomienie użytkownika za pośrednictwem aplikacji mobilnej z możliwością obejrzenia obrazu zarejestrowanego w chwili wykrycia zdarzenia. Algorytm może być rozproszony między oprogramowanie urządzenia monitorującego a oprogramowanie serwerowe. Jako dodatkowy cel - umożliwienie użytkownikowi zarządzania harmonogramem trybu zużycia energii (np. w określonych godzinach deaktywacja możliwości podglądu obrazu, z wyjątkiem chwili wykrycia określonego zdarzenia - przełączenie z trybu ciągłej komunikacji duplex na opcjonalną komunikację simplex skierowaną do serwera).

2. Wymagania użytkownika dla systemu

- Możliwość zarejestrowania, zalogowania, wylogowania użytkownika
- Zmiana danych użytkownika na żądanie
- Możliwość zarejestrowania urządzenia monitorującego przez użytkownika
- Możliwość wyrejestrowania urządzenia monitorującego przez użytkownika
- Możliwość zmiany nazwy oraz konfiguracji parametrów urządzenia monitorującego (np. rozdzielczość przechwytywanego obrazu, częstotliwość próbkowania obrazu) przez użytkownika
- Możliwość wgrania przez użytkownika z uprawnieniem administratorskim pliku z oprogramowaniem dla urządzenia monitorującego dostępnego dla wszystkich użytkowników
- Możliwość aktualizacji oprogramowania OTA na żądanie użytkownika - wybór pliku oprogramowania z puli dostępnej dla typu urządzenia
- Możliwość wyświetlenia statusu urządzenia przez użytkownika (np. online / offline)
- *(Opcjonalnie) Ustawienie automatycznych aktualizacji oprogramowania dla urządzenia przez użytkownika*
- *(Opcjonalnie) Możliwość ustawienia harmonogramu przełączenia urządzenia w tryb niskiego zużycia energii lub przełączenia w tryb niskiego zużycia na określony czas (por. sekcja 1.)*
- Możliwość odbierania powiadomień w razie wykrycia przez system zdarzenia (wykrycie człowieka/obiektu na obrazie)
- Powiadomienie użytkownika w przypadku utraty połączenia z urządzeniem lub przekroczenia czasu przeznaczanego na próby ponownego połączenia się urządzenia z serwerem
- Możliwość wyboru ustawień dotyczących utrwalania na serwerze danych z urządzenia monitorującego (obraz, ew. dane diagnostyczne)
- Możliwość przeglądania przez użytkownika-właściciela (*lub ew. innych użytkowników uprawnionych*) obrazów zapisanych na serwerze

przechwyconych z urządzeń monitoringu wraz z ew. danymi diagnostycznymi

3. Wymagania niefunkcjonalne

- Wykorzystanie połączeń na poziomie warstwy transportowej z użyciem protokołu UDP w celu strumieniowania obrazu - zarówno w przypadku komunikacji serwer --> urządzenie mobilne użytkownika, jak i ESP32 --> serwer.
- Wykorzystanie połączeń na poziomie warstwy transportowej z użyciem protokołu TCP w celu kontroli urządzenia monitorującego przez serwer oraz w celu przesyłania informacji przez mikrokontroler (np. żądanie zmiany rozdzielczości przechwytywanego obrazu, żądanie resetu urządzenia, przesłanie harmonogramu trybów zużycia energii, doserwerowe żądanie analizy obrazu przez algorytm na serwerze)
- Zapewnienie bezpieczeństwa uwierzytelniania i autoryzacji użytkowników w dostępie do urządzeń, wykorzystanie zabezpieczonego połączenia z wykorzystaniem certyfikatów X.509
- Komunikacja między aplikacją mobilną, oprogramowaniem serwerowym i oprogramowaniem urządzenia monitoringu z użyciem interfejsów API uzgodnionych między poszczególnymi zespołami projektantów
- W przypadku utracenia połączenia przez urządzenie, wykonanie prób ponownego połączenia
- Zaimplementowanie prostych wirtualnych urządzeń monitoringu będących źródłami przykładowych strumieni obrazu w celu usprawnienia procesu rozwijania i testowania oprogramowania dla systemu i/lub w przypadku niedostępności sprzętu przechwytyującego obraz z kamery
- Spełnienie przez oprogramowanie ograniczeń pamięciowych i czasowych narzucanych przez platformę sprzętową - osiągnięcie kompromisu między wydajnością a wykorzystaniem zasobów
- Urządzenie monitoringu po wykonaniu czynności inicjalizujących w przypadku braku zapisanego identyfikatora w pamięci flash, wysyła żądanie do serwera w celu nadania identyfikatora, otrzymany identyfikator jest

zapisywany w pamięci flash i następnie wykorzystywany do identyfikacji urządzenia

4. Poglądowy diagram przedstawiający propozycję ogólnej architektury systemu

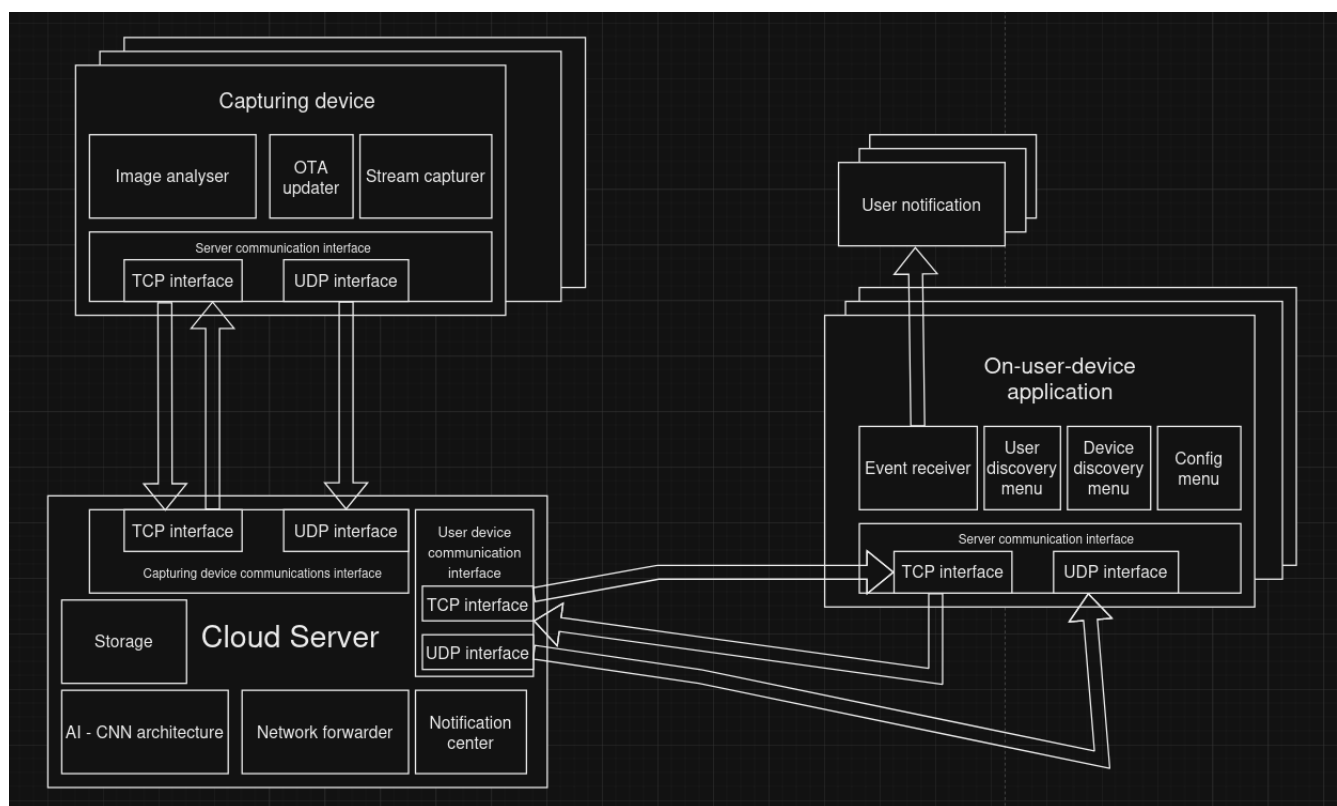


Figure 1: Propozycja uproszczonego diagramu przedstawiającego ogólną architekturę systemu z wyszczególnieniem urządzeń wchodzących w skład systemu informatycznego

5. Rozwinięcie wymagań niefunkcjonalnych - Elementy sztucznej inteligencji

Reagowanie systemu informatycznego na określone zdarzenie dotyczy wykrywania człowieka/obiektu na obrazie pochodzącym z urządzeń monitoringu

przy użyciu algorytmów sztucznej inteligencji - zalecane wykorzystanie dopasowanej do problemu architektury sieci neuronowej CNN.

Algorytm służący do wykrywania zdarzeń może być rozproszony między oprogramowanie urządzeń monitoringu a oprogramowanie serwerowe tak, aby zoptymalizować transfer danych między urządzeniami brzegowymi a infrastrukturą serwerową.

Wiąże się to jednocześnie z koniecznością znalezienia rozwiązania, które nie spowoduje przekroczenia ograniczeń narzuconych przez platformę sprzętową urządzeń brzegowych, podczas gdy część algorytmu wykonywana na serwerze ma dostęp do większej mocy obliczeniowej i zasobów pamięci.

6. Analiza istniejących rozwiązań i wyzwania

Projekt ten jest rozproszony między 3 platformy sprzętowe. Obejmuje zarówno oprogramowanie serwerowe oraz aplikację mobilną, jak i oprogramowanie na urządzenia monitorujące - tu główny nacisk kładziony jest na oprogramowanie niskobudżetowej płytki rozwojowej opartej na mikrokontrolerze firmy Espressif z rdzeniem Xtensa Tensilica LX. Przed oprogramowaniem serwerowym postawione jest duże wyzwanie wydajnościowe związane z zapewnieniem dostępu do usług czasu rzeczywistego z poziomu aplikacji mobilnej. Jednocześnie stawiamy na ograniczenie transferu danych między ESP32 a serwerem do niezbędnego minimum oraz zapewnienie wystarczającej jakości usług mimo niewielkich zasobów sprzętowych urządzeń monitorujących.

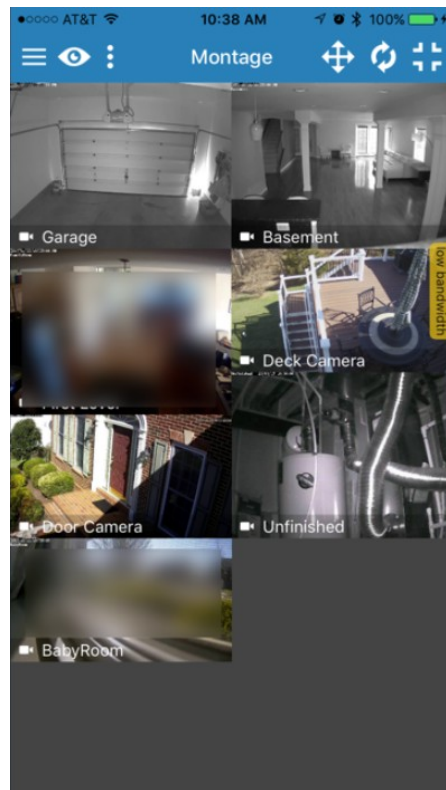
Poniżej przedstawiono kilka dostępnych rozwiązań zarówno w zakresie istniejących systemów zarządzania urządzeniami monitoringu, jak i dostępnych urządzeń brzegowych z gotowym oprogramowaniem.

ZoneMinder

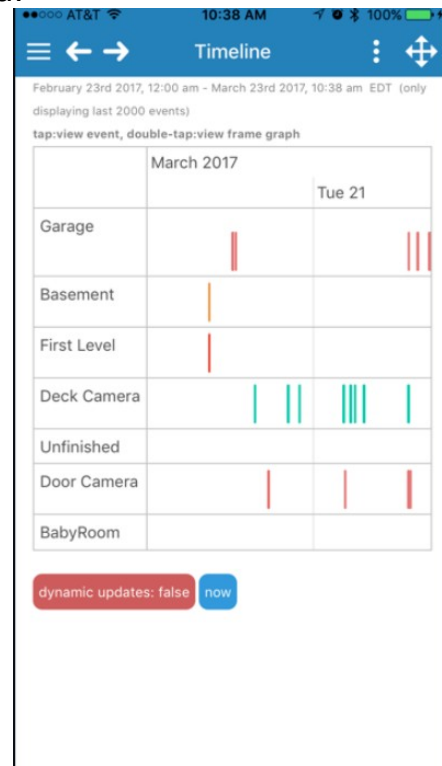
- Jest to wolne i otwartoźródłowe oprogramowanie
- Współpracuje z urządzeniami należącymi do listy wsparcia
- API pozwala na integrację z innymi systemami

ZoneMinder zmNinja

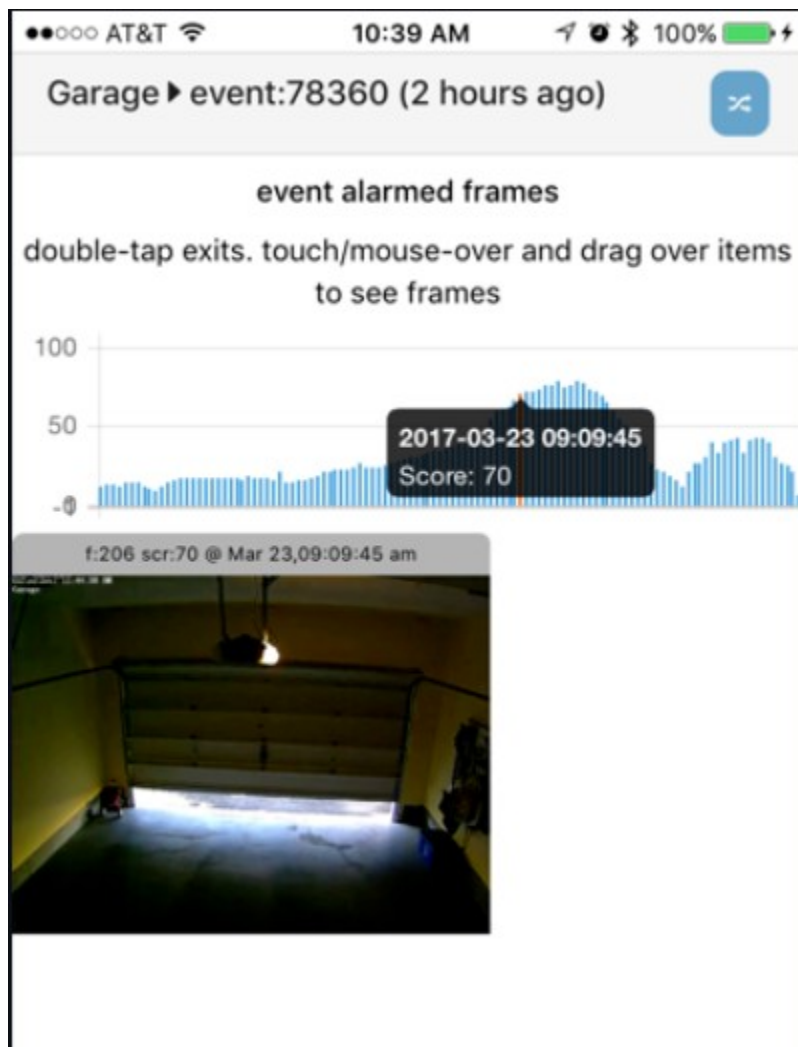
- Aplikacja mobilna, a także desktopowa, pozwalająca na integrację z oprogramowaniem serwerowym ZoneMinder
- Widok z obrazem z wielu kamer:



- Widok osi czasu:



- Histogram liczby klatek, które wywołały alarm w zależności od przedziałów czasowych



HomeAssistant

- Otwartoźródłowe oprogramowanie służące do integracji z urządzeniami internetu rzeczy
- Posiada aplikację mobilną na różne systemy operacyjne
- Używane przy konfiguracji rozwiązań dla inteligentnych domów

Shinobi

- *Otwartoźródłowe oprogramowanie zarządzające urządzeniami monitoringu*
- *Node.js*
- *Powiadomienia z wykorzystaniem Websocket*
- *Brak ustalonego limitu strumieni wideo na jednego klienta*
- *Maksymalnie 6000 kamer IP / USB*

Kamera Zintronic

- **Koszt 199,00 zł**
- **Podczerwień: 30 metrów (widzenie w nocy)**
 - Ogniskowa Obiektywu: 2.8mm (kąt widzenia 109°)
 - Kompresja zapisu danych: H.265 (2x wydajniejsza niż H264)
 - Zew. wejście na kartę micro SD: TAK (do 128GB)
 - Alarm po wykryciu ruchu: TAK (powiadomienie na email/aplikację)
 - Detekcja Ruchu: TAK (wydłużenie czasu zapisu)
 - Podgląd z przeglądarki: TAK
 - Współpraca z rejestratorem: TAK
 - Przycisk resetu: TAK
 - Wbudowany głośnik oraz mikrofon: TAK (dwustronna komunikacja)
 - Szczelność: IP66
 - Metalowa, wandaloodporna, wytrzymała obudowa: TAK
 - Podgląd z poziomu aplikacji mobilnej lub desktopowej