

Inteligentne Systemy Pomiarowe

Wykład 4

Łączność i protokoły - media

- Przewodowe
 - Dłuższy dystans, większa prędkość.
 - Możliwość zwielokrotniania.
 - Akceptowalna w większości przypadków odporność na zakłócenia.
- Radiowa
 - Łatwość montażu,
 - Akceptowalna prędkość,
 - Stosunkowo krótki dystans i konieczność zadbania o brak przeszkód,
 - Niska odporność na zakłócenia.

Łączność i protokoły

- Światłowód:
 - Droższy w utrzymaniu,
 - Droższy w montażu,
 - Bardzo wysoka prędkość,
 - Bardzo duża odporność na zakłócenia.
- Łącze optyczne:
 - Łatwość montażu,
 - Odporność na zakłócenia RF (radiowe).
 - Konieczność zapewnienia widoczności w linii prostej,
 - Niemożliwa praca w warunkach o ograniczonej widoczności (zapylenie, promieniowanie itp.).

Łączność bezprzewodowa

- GSM
 - Stosowana jest istniejąca sieć komórek do cyfrowej wymiany danych między urządzeniami abonentkami.
 - Możliwość pracy w kilkunastu standardach, w tym oferujących łącze do Internetu o różnych prędkościach.
 - Ze względu na protokół i kontrolę dostawcy nad infrastrukturą - słabe bezpieczeństwo.

Łączność bezprzewodowa

- Bluetooth
 - Pierwotnie „port szeregowy bez drutu”.
 - Działa na niewielkie dystanse.
 - Wystarczające do niekrytycznych zastosowań.
- LoRA
 - Energooszczędne, dalekiego zasięgu (kilkanaście km) łącze bezprzewodowe.
 - Kilkadziesiąt kB/s.
 - Wystarczające do np. okresowego raportowania wyników pomiarów.
 - Wada: Drogie moduły (absurdalne warunki licencji „na krzem” i masowe spekulacje).

Łączność bezprzewodowa

- Wi-fi
 - Względnie szybki transfer.
 - Duże rozpowszechnienie, niska cena.
 - Trudność w realizacji koncepcji rozproszonej (lecz wciąż możliwe).
 - Możliwość zastosowania dowolnego protokołu.
 - Tani sprzęt, możliwość adaptacji.

W praktyce

- Współczesne systemy sterujące i pomiarowe mają jakiś adapter łączności.
- Możliwe zastosowanie modemów na RS232 - konfigurowanych i obsługiwanych poleceniami AT, np.
 - Modemy Wi-fi
 - Ethernet
 - GSM/GPS
- Zestawy poleceń mogą różnić się w zależności od wersji sprzętu i oprogramowania!

7

Moduł Wi-fi ESP8266

- Port RS232, TTL, najczęściej 5V-tolerant. Zasilanie: 3.3V.
- Komunikacja: Domyślnie 115200bps, możliwość konfiguracji na np. 9600.
 - W nowszych wersjach **nie używać** polecenia AT+CIOBAUD bo ma błąd i kasuje cały blok pamięci programu zamiast bitów odpowiedzialnych za port szeregowy.
 - W zależności od wersji: AT+UART_DEF=9600,8,1,0,0 lub AT+IPR=9600 lub AT+UART=9600,8,1,0,0
- Każde wysłane polecenie kończy się `\r\n`.
- Polecenie „AT” zwraca „OK”. Każde polecenie wykonane pomyślnie zwraca „OK”.
- Polecenie AT+RST resetuje układ i przygotowuje go do pracy. Zaś AT+GMR wyświetla informacje o wersji oprogramowania.

8

Moduł Wi-fi ESP8266

- Dedykowane oprogramowanie zapewnia możliwość łączenia do sieci (1), ustawienie Access Pointa (2), pracę punkt-punkt (3). - polecenie AT+CWMODE=x (x=1, 2 lub 3).
- Dołączanie do istniejącego Access-pointa (Join Access Point):


```
AT+CWJAP="SSID","Hasło"
```
- Sam pobiera IP z DHCP odpowiada „WIFI CONNECTED”, później „WIFI GOT IP” i „OK”

9

Moduł Wi-fi ESP8266

- Tryb połączenia IP (Connection IP): Wejście:


```
AT+CIPMUX=1
```
- Rozpoczęcie transmisji:


```
AT+CIPSTART=4,"TCP","adres.ip",port
```
- Wysyłanie:


```
AT+CIPSEND=4,długość_komunikatu
```
- Następnie układ odpowiada „>” a my wysyłamy zapytanie kończąc podwójnym `\r\n`.

10

Protokoły: MQTT

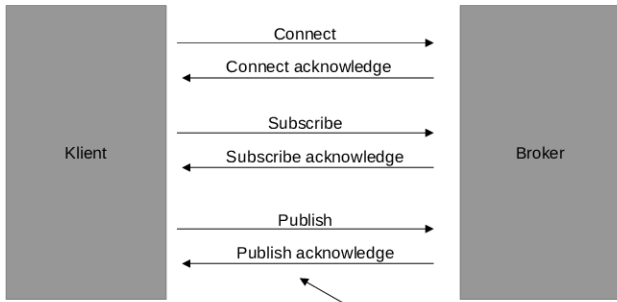
- MQTT - Message Queuing Telemetry Transport
 - Model „Publisher-subscriber” - urządzenie wysyła komunikaty (np. wyniki pomiarów) dla innego urządzenia, które na etapie inicjalizacji „zamówiło” wyniki.
 - Prosta konstrukcja umożliwia zastosowanie nawet w mikrokontrolerach.
 - Mechanizmy zapewnienia dostarczenia komunikatu:
 - Tryb QoS 0 - Nie odebranie komunikatu lub odebranie przez jedno urządzenie → jest OK.
 - Tryb QoS 1 - Odebranie komunikatu przez minimum jedno urządzenie → OK.
 - Tryb QoS 2 - Tylko jedno urządzenie może odebrać komunikat, brak duplikacji.

11

MQTT - Problemy

- Poza metoda komunikacji standard nie definiuje nic innego. Kwestia tego co zawierają pakiety pozostaje do dyspozycji twórcy urządzenia.
- Czyli nadal mamy niezgodności na poziomie protokołów konkretnych urządzeń.
- Stosunkowo niskie rozmiary pakietów (nie możemy użyć MQTT np. do streamingu wideo).
- W przypadku problemów z łącznością, mamy (tryby QoS) pewność, że pakiet dojdzie. Ale **kiedy?** - opóźnienia tutaj mogą być znaczne.
- Bezpieczeństwo? - tak jak w przypadku zawartości pakietów. Każde urządzenie może używać innego szyfrowania.

12

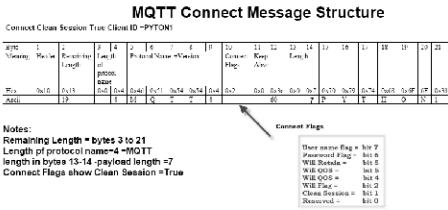


Tu następuje wymiana danych

Control Header	Packet length	Specific header	Payload
1B	1 - 4B	>=0B	>=0B

Maksymalny rozmiar pakietu: 256MB, używany rzadko. Pakiety <127B mają 7-bitowy zapis długości. Ośmy bit oznacza kontynuację poprzedniego pakietu.

Control header:
 - 4 bity - typ pakietu (np. connect, ConnectAcknowledge, Disconnect, Publish)
 - 4 bity - Flagi - Czy duplikat, 2 bity na typ QoS, czy pakiet powinien być nadawany do skutku (Retain)



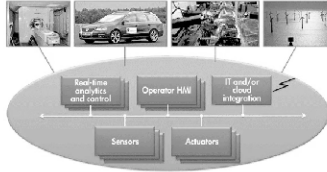
- Podobnie jak w MQTT mamy model Publisher-Subscriber, jednak każde urządzenie może zarówno pobierać jak i oferować dane.
 - MQTT lepiej sprawdza się w zastosowaniach centralizowanych, DDS w rozwiązaniach urządzenie-urządzenie.
- Możliwe jest uwierzytelnianie ramek.
- ...jak i decydowanie co stanie się, gdy ramka nadana nie zostanie odebrana.
- Możliwość zastosowania w wielu topologiach, a w praktyce użytkowanie większych ramek.
- Nieco wyższe wymagania.

- Większość implementacji zajmuje się również pakowaniem i rozpakowywaniem danych do pakietów.
- MQTT tymczasem pozostawiał to aplikacji - pakiet mógł zawierać dowolny „payload”.
- Inne rozszerzenia:
 - DDS-XRCE - o zmniejszonych wymaganiach systemowych (np. dla mikrokontrolerów) - upraszcza połączenie niemal do punkt-punkt.
 - DLRL - Standard umieszczenia DDS w warstwie aplikacji (dawniej część standardu DDS).

- W praktyce DDS, nawet XRCE, nie działa na minimalnych platformach (Arduino), ogólne minimum zaczyna się w okolicach ESP8266.
- DDS dla interoperacyjności wymaga użycia istniejącego łącza, którym z reguły jest TCP - stos komunikacyjny musi uwzględniać TCP.
- Istnieją specyficzne implementacje symulujące TCP dla portów szeregowych (PPP / SLIP), jednak wówczas pojawiają się problemy ze zgodnością urządzeń.

DDS - scenariusze połączeń

- Połączenia punkt-punkt i topologia gwiazdy niezbyt dobrze nadają się do DDS.
- Połączenie urządzeń w magistralę daje bardzo dobre wyniki.
- Połączenie w sieć rozproszoną wymaga dodatkowej koordynacji ruchu.
- Zapewnienie transmisji (QoS) opiera się na dwóch parametrach:
 - RELIABILITY - czy transmisja maksimum raz, czy dopuszcza ponowienia,
 - HISTORY - Czy transmisja powinna zależeć od efektu poprzedniej wymiany komunikatów.



19

DDS - ramka

- Elementy niezbędne:
 - Wersja protokołu
 - Identyfikator dostawcy
 - Prefix urządzenia.
- Nagłówek INFO_TS: Zawiera ilość pakietów pozostałych do następnego nagłówka - w celu zapewnienia segregacji po źródłach i szeregowaniu wspólnych wiadomości oraz timestamp ramki.
- Nagłówek DATA:
 - Źródło i cel,
 - Numer ramki
 - Parametry QoS
 - Lista parametrów (rekordów)
 - Same rekordy danych

20

AMQP - Advanced Message Queuing Protocol

- Protokół do komunikacji rozproszonych jednostek sterujących i serwerów.
- Przeznaczony do komunikacji punkt-punkt.
- Standaryzowany zarówno sposób komunikacji, QoS, jak i sposób zapisu danych.
- Dodatkowo: Uzgadnianie jedno i wieloramkowych transmisji dla zapewnienia pewności wymiany danych.
- Umożliwia grupowanie połączeń w sesje.

21

AMQP

- Typy ramek:
 - Otwarcie połączenia (open)
 - Początek sesji (begin)
 - Inicjowanie nowego łącza (attach)
 - Transfer danych (transfer)
 - Grupowanie w ograniczonego rozmiaru zestawu (flow)
 - Postępowanie z ramką (disposition)
 - Zerwanie łącza (detach)
 - Koniec sesji (end)
 - Zamknięcie połączenia (close)

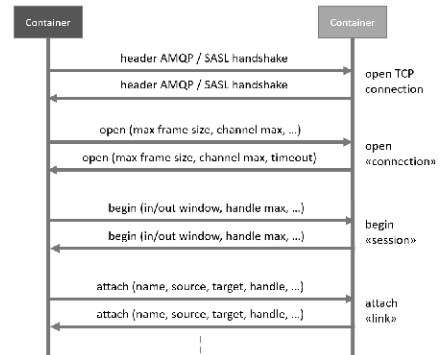
22

AMQP - wiadomości

- Wiadomość jest zbiorem standardowych właściwości opatrzonym nagłówkiem.
- Pełnia to aplikacja komunikująca się, również parsowania dokonuje aplikacja.
- Nagłówek zawiera informacje niezbędne do transferu (priorytety, ilość węzłów, time-to-live itp.).
- Wiadomość zawiera dwa rodzaje właściwości:
 - Standardowe - numer wiadomości, użytkownika, czas utworzenia, grupy itp.
 - Związane z aplikacją - właściwe przesyłane dane.

23

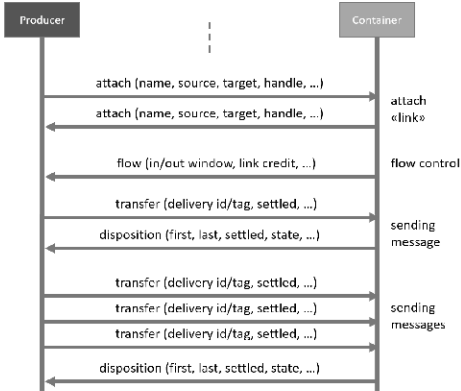
AMQP - początek sesji



Źródło: D-Zone - AMQP Essentials

24

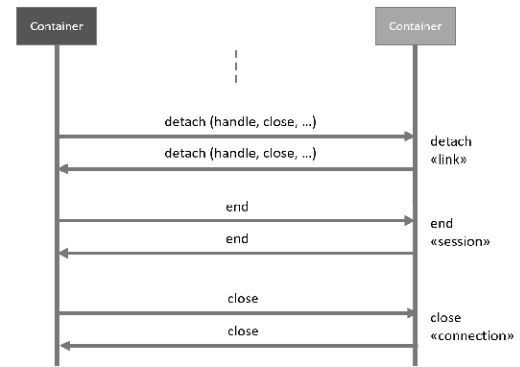
AMQP - transfer danych



Źródło: D-Zone - AMQP Essentials

25

AMQP - zakończenie sesji



Źródło: D-Zone - AMQP Essentials

26

AMQP - zapewnienie jakości

- Tryb ustawiany w ramce TRANSFER lub DISPOSITION.
 - „At most once” - nie ma pewności, że druga strona otrzyma pakiet.
 - „At least once” - Druga strona zwraca w ramce DISPOSITION otrzymanie wiadomości i w zależności od tego następuje lub nie ponowne wysyłanie.
 - „Exactly once” - Wiadomość jest dostarczana dokładnie raz.
- Sterowanie następuje polami „Delivery tag” (typ) oraz „Settled” (potwierdzenie otrzymania)

27

Porównanie

	Transport	Model	Rozpoznanie urządzeń	Sterowanie zawartością	Kodowanie zawartości	Bezpieczeństwo
AMQP	TCP	Punkt-punkt	Nie	Brak	Normowane	TLS
CoAP	UDP	Zapytanie/odpowiedź	Tak	Brak	Normowane	DTLS
DDS	TCP/UDP	Publish/Subscribe	Tak	Podział na zapytania, routing	Normowane	TLS/DTLS / dedykowane
MQTT	TCP	Publish/Subscribe	Nie	Nie	Dowołne	Brak, TLS (w rozszerzeniu)

28

Kombinacje

- Nierzadko różne elementy systemu wymagają możliwości różnych protokołów. Wówczas możliwe jest stosowanie protokołów dla konkretnych elementów sieci.
- Przykład: DDS/MQTT dla urządzeń ze sobą i z serwerami, AMQP dla serwerów (federalizacja).
- Zalety: Możliwość zastosowania najlepszych cech różnych protokołów.
- Wady: Większy koszt obliczeniowy i pamięciowy tam, gdzie „styka się” dwa protokoły - niezbędne tłumaczenie.

29

Hierarchia

- Każdy z tych protokołów jest użytkowany z jakimś protokołem na warstwie niższej modelu OSI.
- W systemach o architekturze na bazie istniejącej sieci z reguły wykorzystuje się TCP/UDP.
- Przy urządzeniach o małych możliwościach obliczeniowych można stosować rozwiązania znane z magistral szeregowych.

30