

Universitatea „Gheorghe Asachi” din Iași
Facultatea de Automatică și Calculatoare

BROKER MQTT v5

Proiect - Rețele de Calculatoare

Profesor coordonator
S.I.dr. Nicolae Botezatu

Studenti
Ursachi Octavian
Apostol Vlad-Ionut

Cuprins

| | |
|-------------------------|----|
| Introdúcere | 2 |
| Ce este un protocol ? | 2 |
| Ce este MQTT ? | 2 |
| De ce MQTT ? | 3 |
| Publisher/Subscriber | 4 |
| Broker | 6 |
| Topics | 8 |
| Mecanisme | 9 |
| Keep Alive | 9 |
| Last Will and Testament | 9 |
| Quality of service | 10 |
| Referinte | 11 |

Introducere

1. Ce este un protocol?

Un protocol este un set de reguli și instrucțiuni cu ajutorul cărora calculatoarele pot comunica și trimite pachete de date între ele. Facând o analogie, aș putea spune că în momentul în care strâng mâna cuiva înainte de o conversație, urmez un protocol.

2. Ce este MQTT?

MQTT este un protocol de transport al mesajelor de tip Client Server bazat pe conceptul publish/subscribe. Fiind simplu și accesibil din punct de vedere al resurselor și al lipsei de semnal, este ideal pentru utilizarea în multe situații, inclusiv în medii restrânse, cum ar fi comunicarea Mașina la Mașină (M2M) și contexte IoT în care este necesară o amprentă mică de cod. În prezent multe aplicații folosesc acest protocol, dintre care cele mai cunoscute:

- **Facebook Messenger**



- **Instagram**



3. De ce MQTT?

Înainte de anul 1999, industria petrolieră și gazului se lovea de o mare problemă de schimb de date între țevile de gaz și sisteme SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). În mare parte țevile cu combustibil se afla în zone foarte izolate, de aceea este foarte dificil să transportăm datele de la instrumente la sisteme SCADA.

MQTT a fost inventat în 1999 de inginerii Andy Stanford-Clark și Arlen Nipper pentru a rezolva problema de mai sus. Cu ajutorul acestuia acum putem achiziționa datele din zone izolate chiar și cu lățime de bandă redusă.

Pentru a înțelege mai bine protocolul studiat îl vom împărtăși în câteva concepte cheie:

- **Publish / Subscribe**
- **Broker**
- **Topics**
- **Mecanisme**
 1. **Keep Alive**
 2. **Last Will and Testament**
 3. **Quality of service**

Publish/Subscribe

Modelul Publish/Subscribe are 2 componente de baza.

1. Publisher

Publisherii sunt entitati care genereaza si trimit mesaje. Aceste mesaje sunt legate de anumite topic-uri despre care vom discuta ulterior. In contextul protocolului, clientii MQTT actioneaza ca publisheri atunci cand trimit mesaje catre broker.

2. Subscribers

Subscriberii sunt entitati care isi exprima interesul de a primi mesaje. Acestia se aboneaza la unul sau mai multe topic-uri si primesc mesajele publicate pe aceste topic-uri. In contextul protocolului, clientii MQTT actioneaza ca subscriberi atunci cand stabilesc o conexiune cu broker-ul, specificand un topic ca destinatie.

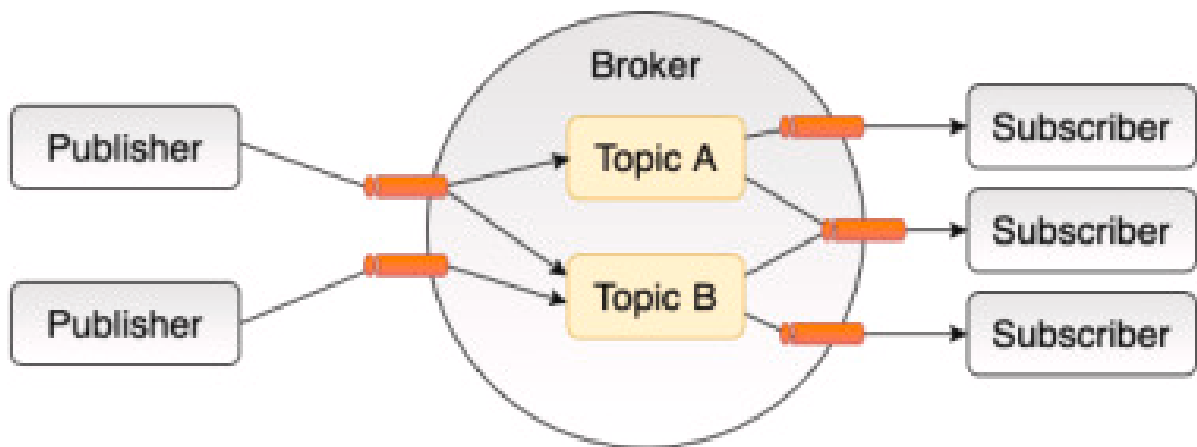


Fig. 1

Broker

Un broker MQTT este mijlocul de comunicație în protocoalele MQTT. Este un server ce facilitează transmiterea mesajelor între dispozitivele client. În MQTT v5, brokerul a fost îmbunătățit pentru a oferi mai multe funcționalități și pentru a răspunde mai bine la cerințele moderne.

1. **Gestionarea Conexiunilor:** Brokerul așteaptă conexiuni de la clienți. Când un client vrea să se conecteze, începe prin a trimite un pachet CONNECT. În MQTT v5, pachetul CONNECT a fost extins pentru a include noi proprietăți, cum ar fi session expiry interval sau user properties.
2. **Gestionarea Abonamentelor:** Brokerul ține evidența tuturor abonamentelor. Atunci când un client dorește să se aboneze la un topic, trimite un pachet SUBSCRIBE. Brokerul răspunde cu SUBACK, care acum, în MQTT v5, poate conține motive specifice pentru reușită sau eșec.
3. **Publicarea și Rutarea Mesajelor:** Când un client publică un mesaj, brokerul decide cui să îl trimită pe baza abonamentelor. Pachetele PUBLISH din MQTT v5 pot include un topic alias pentru a reduce dimensiunea pachetului în cazul topicurilor lungi repetitive.
4. **Gestionarea QoS:** Brokerul se asigură că mesajele sunt livrate la QoS-ul solicitat, fie că este vorba de 0 (cel mult o dată), 1 (cel puțin o dată) sau 2 (exact o dată).
5. **Funcționalități Avansate în MQTT v5:**
 - a. Shared Subscriptions: Permite mai multor clienți să se aboneze la același topic ca un grup, unde mesajele sunt distribuite în mod echilibrat între membrii grupului.
 - b. Flow Control: Permite clientului să specifice câte mesaje poate primi înainte de a trimite un ACK.
 - c. Proprietăți în Pachete: Adaugă metadate suplimentare la pachete, cum ar fi descrierea motivului sau definirea expirării mesajului.

6. **Securitate și Autentificare:** Multe brokere MQTT v5 oferă autentificare bazată pe nume de utilizator/parolă, certificat client și chiar autentificare avansată bazată pe OAuth sau JWT.

Topics

În MQTT, topicurile funcționează ca adrese pentru categorisirea și filtrarea mesajelor. Ele sunt folosite pentru a specifica unde trebuie trimis sau de unde trebuie primit un mesaj.

1. Structura:

- a. Un topic este un șir de caractere ce poate fi divizat în mai multe nivele, separate de /. De exemplu: casa/living/temperatura.
- b. Fiecare nivel din topic reprezintă o ierarhie. În exemplul dat, casa ar putea reprezenta nivelul cel mai înalt al ierarhiei, cu living ca subnivel, și așa mai departe.

2. Abonarea și Publicarea:

- a. Când un client dorește să primească mesaje de la un anumit topic, se "abonează" la acel topic. De fiecare dată când un alt client "publică" un mesaj pe acel topic, toți abonații la acel topic vor primi mesajul.
- b. Un client poate să se aboneze la multiple topicuri simultan și poate folosi wildcard-uri pentru a se abona la mai multe topicuri simultan.

3. Siguranța și Accesul:

În funcție de brokerul MQTT și de configurarea acestuia, se pot seta restricții pentru a limita cine poate publica sau se poate abona la anumite topicuri. Aceasta este o caracteristică importantă pentru securitatea și integritatea datelor.

4. Topicuri cu Retenție:

Când un mesaj este publicat pe un topic cu flag-ul "retain" activat, acel mesaj va fi păstrat de broker ca ultimul mesaj cunoscut pentru acel topic. Astfel, orice nou client care se abonează la acel topic va primi imediat mesajul reținut, chiar dacă mesajul a fost trimis cu mult timp înainte.

Mecanisme MQTT

Keep Alive:

Definiție: Mecanismul "Keep Alive" se referă la o funcționalitate care permite clientului și brokerului să știe că celălalt este încă activ și conectat.

Funcționare: Atunci când un client se conectează la un broker, poate specifica un interval "Keep Alive". Acesta reprezintă numărul de secunde pe care clientul le permite să treacă fără a comunica cu brokerul.

Pachete PING: Dacă nu s-a trimis niciun alt pachet în timpul intervalului "Keep Alive", clientul va trimite un pachet PINGREQ către broker, indicând că este încă activ. Brokerul va răspunde cu un pachet PINGRESP.

Deconectare: Dacă brokerul nu primește niciun mesaj (inclusiv PINGREQ) în perioada "Keep Alive" specificată, va presupune că clientul s-a deconectat și va închide conexiunea.

Last Will and Testament (LWT):

Definiție: LWT este un mesaj pe care clientul îl setează la conectare și care va fi trimis de broker în cazul în care detectează că clientul s-a deconectat neașteptat.

Configurare: Atunci când un client se conectează la broker, acesta poate specifica un "last will message", un "last will topic", un QoS și un "retain flag".

Funcționare: Dacă brokerul detectează că clientul s-a deconectat fără să trimită un pachet DISCONNECT, brokerul va publica "last will message" pe "last will topic" cu QoS și "retain flag" specificate.

Utilitate: Acest mecanism este util pentru a alerta alte dispozitive din rețea despre deconectarea neașteptată a unui client.

Quality of Service (QoS):

Definiție: QoS determină modul în care mesajul este livrat de la client la broker sau de la broker la client.

Nivele:

- QoS 0 - Cel mult o dată: Mesajul este livrat fără confirmare. Este posibil ca mesajul să nu ajungă sau să fie livrat de mai multe ori dacă există retransmisii.
- QoS 1 - Cel puțin o dată: Mesajul este livrat cu confirmare, asigurându-se că destinatarul îl primește. Cu toate acestea, este posibil să fie livrat de mai multe ori.
- QoS 2 - Exact o dată: Se implementează un mecanism de schimb în patru pași pentru a garanta că mesajul este livrat exact o dată.

Aceste mecanisme aduc o valoare adăugată la robustețea și fiabilitatea MQTT, făcându-l adecvat pentru o varietate de aplicații, de la hobby-uri la soluții industriale de înaltă fiabilitate.

Referinte:

1. Documentația oficială MQTT de la OASIS:
<https://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v5.0/mqtt-v5.0.html>
2. Site-uri recunoscute pentru informații despre MQTT:
<https://www.hivemq.com/mqtt/>
<http://mqtt.org/>