

MQTT Client (Message Queue Telemetry Transport)

- Podporované typy a verzie zariadení
- Konfigurácia komunikanej linky
- Parametre protokolu linky
- Konfigurácia komunikanej stanice
- Konfigurácia meraných bodov
- Literatúra
- Revízie dokumentu

Podporované typy a verzie zariadení

Protokol je implementáciou štandardu MQTT 3.1.1 (október 2014). MQTT protokol je klient/server protokol typu subscribe/publish. Je jednoduchý, má malú réziu a je akho implementovaný. Používa sa na komunikáciu M2M (Machine to Machine) a v kontexte IoT (Internet of Things). D2000 KOM implementuje klientskú as protokolu. Protokol je implementovaný na TCP/IP linke.

Pre prenos LoRaWAN dát v rámci MQTT protokolu pozri popis protokolu [LoRaWan](#).

Komunikácia bola testovaná/nasadená voi:

- clodu TheThings.Network
- clodu [Loriot.io](#)
- clodu Slovanet
- Pixii [PowerShaper](#) (energy storage solution)
- clodu [liveobjects.orange-business.com](#)

Pozn: bola otestovaná aj komunikácia voi clodu [liveobjects.orange-business.com](#) cez websockety (<wss://liveobjects.orange-business.com:443/mqtt>). Ako WSS wrapper bol použitý program <https://github.com/jimparis/unwebsockify.git>. Tento bol spustený s parametrami:

`./unwebsockify.py --port 1883 --listen 172.16.0.1 wss://liveobjects.orange-business.com:443/mqtt`

D2000 KOM proces sa pripájal k adrese 172.16.0.1 na port 1883. WSS wrapper sa pripojil na definovanú URL a zabalil dátá MQTT komunikácie do websocket obálky.

Každá PUBLISH správa obsahuje tému (Topic), samotné dátá (Payload) a úrove potvrzovania (QoS). PUBLISH správy môže odosielat klient aj server. Klient na začiatku komunikácie používa správu SUBSCRIBE na oznamenie, o aké témy (parameter protokolu [Topic Filter](#)) má záujem. Protokol definuje tieto úrovne potvrzovania PUBLISH správ - QoS (Quality of Service):

- **QoS_0** - správa PUBLISH nie je potvrzovaná, môže dôjs ku strate
- **QoS_1** - správa PUBLISH je druhou stranou potvrzovaná PUBACK, môže dôjs k duplike
- **QoS_2** - správa PUBLISH je druhou stranou potvrzovaná PUBREC, tá je späť potvrzovaná správou PUBREL a tá finálne správou PUBCOMP

Úrove potvrzovania správ posielaných procesom D2000 KOM definuje parameter protokolu [Publish QoS](#). D2000 KOM proces považuje zápis výstupného meraného bodu za úspešne ukončený v závislosti od QoS:

- **QoS_0** - po úspešnom odoslaní dát cez TCP spojenie
- **QoS_1** - po prijatí PUBACK
- **QoS_2** - po prijatí PUBCOMP

Komunikácia MQTT sa začína správou CONNECT, ktorú pošle klient (D2000 KOM). Správa obsahuje prihlásovacie meno ([User Name](#)), heslo ([Password](#)) a alšie parametre, z ktorých sa dá nastavi [Clean Session Flag](#) a [Client ID](#) (parameter [Will Flag](#) sa nevyužíva, podobne ako [Will QoS](#) a [Will Retain](#), parameter [Keep Alive](#) je nastavený na 0). Server odpovedá správou CONNACK s návratovým kódom, ktorý obsahuje informáciu o úspešnosti pripojenia. Následne klient pošle správu SUBSCRIBE s filtrom tému (parameter [Topic Filter](#)), o ktoré má záujem a požadovanou maximálnou úrovou potvrzovania (parameter [Subscribe QoS](#)).

Server odpovedá návratovým kódom, ktorý obsahuje informáciu o úspešnosti a maximálny QoS, ktorý bol pre požadované témy pridelený. Nasleduje bežná komunikácia, poas ktorej klient aj server posielajú PUBLISH správy (klient s ubovonou tému, server s témami zodpovedajúcimi filtrovanej SUBSCRIBE správy) a poda hodnoty parametra [QoS](#) prijatých správ PUBLISH ich potvrzujú.

Pokiaľ server nepošle žiadnu správu dlhšie ako [Ping Interval](#) sekúnd, klient pošle PING request správu, na ktorú server musí odpoveda PING response správou (do asu špecifikovaného parametrom [Reply Timeout](#)).

Pokiaľ dôjde k zmene parametrov na linke, spojenie je zavreté a znova vytvorené.

Komunikácia bola otestovaná voi MQTT serveru [www.TheThings.network](#).

Konfigurácia komunikanej linky

- Kategória komunikanej linky: [TCP/IP-TCP](#).
- Host: IP adresa MQTT servera (prípadne redundantné adresy oddelené iarkou alebo bodkoiarkou).
- Port: číslo portu je štandardne 1883 alebo 8883 pre kryptovanú SSL/TLS variantu.
- číslo linky: nepoužité, nastavte hodnotu 0.

Pozn: Štandardný port pre MQTT protokol je 1883 resp. 8883 pre SSL/TLS verziu. D2000 KOM neobsahuje implementáciu SSL/TLS varianty protokolu, ale je možné ju nakonfigurovať s použitím utility stunnel <http://www.stunnel.org> pracujúcej v klientskom móde (client = yes). Stunnel bežiaci na rovnakom počítači ako D2000 KOM by mal poúvať na lokálnom porte 1883 a po pripojení sa D2000 KOM procesu na tento port by mal komunikáciu zakryptovať pomocou SSL/TLS a poslať na cieový MQTT server (typicky na port 8883).

Vynútené prerušenie spojenia: Keď sa všetky stanice na linke dostanú do simulácie alebo majú zastavenú komunikáciu, linka sa odpojí (dôjde ku zavretiu komunikácie). Ke aspoň jedna stanica bude mať vypnutú simuláciu a nebude mať zastavenú komunikáciu (záložka **Parametre** objektu Stanica), linka sa znova pripojí.

Parametre protokolu linky

Dialóg **konfigurácia linky** - záložka **Parametre protokolu**.

Ovplyvňujú niektoré volitené parametre protokolu. Môžu byť zadané nasledovné parametre protokolu linky:

Tab. . 1

Parameter	Popis	Jednotka / rozmer	Náhradná hodnota
Full Debug	Zapnutie podrobnych výpisov o posielaní a prijímaní hodnôt.	YES/NO	NO
User Name	Užívateské meno použité v správe CONNECT na pripojenie sa k MQTT serveru.	-	
Password	Heslo použité v správe CONNECT na pripojenie sa k MQTT serveru.	-	
Topic Filter	Meno jednej témy alebo filter pre viaceru tému posielanú v rámci SUBSCRIBE správy. Filtrom špecifikuje MQTT klient témy, v rámci ktorých chce prijímať správy. Pozn: témy sú zoradené hierarchicky, ako oddeova slúži lomka (/), ako maska jednej úrovne slúži plus (+), ako maska pre viaceru úrovňu znak hash (#). Príklady filtrov: a/b , level1/+ , # , +/+/+up Pozn: zmena parametra <i>Topic Filter</i> sa prejaví po reštarte komunikácie - napr. v dôsledku rozpadnutia TCP spojenia, pokiaľ sú všetky stanice na linke vypnuté (StOff) a znova zapnuté, prípadne po reštarte KOM procesu. V prvých dvoch prípadoch sa posielá správa UNSUBSCRIBE na pôvodný <i>Topic Filter</i> a následne SUBSCRIBE na nový <i>Topic Filter</i> (to môže byť dôležité pri tzv. perzistentných sessions, keď je zadaný parameter <i>Client ID</i> a MQTT server si pamäta stav klienta aj po rozpade TCP spojenia).	-	#
Subscribe QoS	Požadovaná maximálna úroveň potvrdzovania (QoS) posielaná v rámci SUBSCRIBE správy. MQTT server môže následne posielá PUBLISH správy s takto alebo nižšou úroveňou potvrdzovania (ale nie vyššou). PUBLISH správy posielané MQTT serverom budú potvrdzované procesom D2000 KOM podľa úrovne potvrdzovania v nich špecifikovanej. Im vyššia je úroveň potvrdzovania, tým viac správ je medzi klientom a serverom vymenovaných (1 pri QoS_0, 2 pri QoS_1 a 4 pri QoS_2).	QoS_0 QoS_1 QoS_2	QoS_1
Client ID	Unikátny identifikátor klienta (Client Identifier) posielaný v rámci CONNECT správy. Pozn: je možné zadať aj prázdný reázér - v tom prípade server môže klientovi prideliť unikátné meno (pokiaľ takéto funkcionality podporuje) alebo vrátiť chybú. Pokiaľ nie je zadaný Client ID, bude ale ignorované nastavenia parametra Clean Session Flag (kežde server prideliť zakaždým unikátné meno). Testovaný MQTT server (thethings.network) vrátil chybú, pokiaľ bol Client ID prázdny a Clean Session Flag=NO . Pozn: konkrétny MQTT broker (PIXXI.COM) identifikoval klientov iba podľa <i>Client ID</i> . V praxi to spôsobovalo, že dva rôzne D2000 systémy, ktoré sa pripájajú k jednému brokerovi, boli považované za jedného klienta a broker pri vytvorení spojenia zrušil existujúce spojenie, ktoré považoval za staré. Po nastavení <i>Client ID</i> na unikátnu hodnotu začali komunikácie fungovať bez rozpadov spojení.	-	
Clean Session Flag	Parameter Clean Session Flag správy CONNECT. Hodnota No znamená, že server použije aktuálny stav session (spojenia) - napr. po rozpadu a znovaobnovení TCP spojenia. Znamená to, že sú zaslané všetky nepotvrdené PUBLISH správy s QoS_1 a QoS_2 (a voliteľne aj QoS_0 v závislosti na implementácii). Hodnota Yes znamená, že sa session vytvorí novovo a žiadne nepotvrdené PUBLISH správy nie sú opakovane.	YES/NO	NO
Publish QoS	Úroveň potvrdzovania (QoS) použitá pri posielaní PUBLISH správ procesom D2000 KOM. Posielanie PUBLISH správy je dôsledok zápisu do výstupného meraného bodu s adresou OUT_VALUE . Im vyššia je úroveň potvrdzovania, tým viac správ medzi klientom a serverom poslaných (1 pri QoS_0, 2 pri QoS_1 a 4 pri QoS_2).	QoS_0 QoS_1 QoS_2	QoS_0
Publish Retain	Nastavenie príznaku Retain použité pri posielaní PUBLISH správ procesom D2000 KOM. Aktivácia príznaku Retain spôsobí, že posledná správa poselaná procesom D2000 KOM bude na MQTT serveri dostupná iným klientom okamžite po ich pripojení, ako aj po odpojení D2000 KOM procesu.	YES/NO	NO
Ping Interval	Pokiaľ MQTT server neposielal za špecifikovaný asynchronický interval žiadnu správu, D2000 KOM proces pošle výzvu PING request a očakáva odpoveď PING response (do asu Reply Timeout). Hodnota 0 posielanie PING request správ vypína. Parameter umožňuje detektovať rozpadnutie TCP spojenia.	sec	60
Payload Type	Nastavenie parsovania správy: <ul style="list-style-type: none">• Text only - správa nie je parsovaná, priradí sa do meraného bodu s adresou IN_TOPIC• JSON - správa sa parsuje ako JSON dáta. Ak existuje meraný bod s adresou IN_TOPIC, celá správa bude priradená do neho. Ak existujú body s adresami JA=json_address, budú naplnené príslušnými dátami z JSON správy. Ak v správe také adresy neexistujú, budú merané body zneplatnené.	Text only JSON	Text only
Time Field Name	Ak Payload Type =JSON, tak názov poa s asovou znakou. Ak názov nie je zadaný alebo pole nie je nájdené, hodnotám je priradený aktuálny as. Viac informácií o formáte názvu poa vi body s adresami JA=json_address .	-	-

Time Mask	Maska pre parsovanie hodnoty v poli s asovou znakou. Pozn: od nastavení asových parametrov stanice závisí, i je as interpretovaný ako lokálny alebo UTC s nakonfigurovaným offsetom. Špeciálne masky sú: <ul style="list-style-type: none">• UNIX - íselná hodnota vyjadruje počet sekúnd od epochy 00:00:00 01.01.1970 UTC.• UNIXMS - íselná hodnota vyjadruje počet milisekúnd od epochy 00:00:00.000 01.01.1970 UTC.	-	yyyy-mm-dd hh:mm:ss.mss
Ignore Missing Time	Ignorovanie chýbajúcej asovej znaky - pokiaľ sa v JSON payloade nevyskytuje, nevypíše sa varovanie.	YES/NO	NO
Will Flag	Parameter Will Flag správy CONNECT. Hodnota Yes znamená, že server pošle záujemcom správu Last Will v prípade straty spojenia s D2000 KOM procesom.	YES/NO	NO
Will QoS	Úroveň potvrzovania (QoS) použitá pri posielaní správy Last Will v prípade straty spojenia s D2000 KOM procesom.	QoS_0 QoS_1 QoS_2	QoS_0
Will Retain	Nastavenie príznaku Retain použité pri posielaní správy Last Will v prípade straty spojenia s D2000 KOM procesom.	YES/NO	NO
Will Topic	Topic použitý pri posielaní správy Last Will v prípade straty spojenia s D2000 KOM procesom.	-	
Will Message	Obsah správy Last Will v prípade straty spojenia s D2000 KOM procesom.	-	
Reply Timeout	Pokiaľ do požadovaného asu MQTT server neodpovie na správy SUBSCRIBE, UNSUBSCRIBE a PING request, prípadne sa nepodarí naťať ubovonú správu (a je naťaťaná iba jej as), D2000 KOM proces vyhlásí chybu, zavrie spojenie a znova ho otvorí. Hodnota 0 vypina asovy limit. Parameter umožňuje reagova na problematické chovanie MQTT servera.	sec	20
Wait Timeout	Timeout akania pri jednom itaní z TCP spojenia. D2000 KOM opakuje itanie spontánnych dát Max. Wait Retry krát a pokiaľ nenaťať žiadne dátá, je vyhlásený timeout a itanie je ukončené (a môže nasledovať ďalšie itanie alebo prípadne zápis). Zmenšením parametra Wait Timeout a Max. Wait Retry je možné dosiahnuť rýchlejšiu odozvu D2000 KOM procesu na zápis na úkor vyšej záťaže CPU, pokiaľ MQTT server nemá žiadne dátá. Pozn: ak od MQTT servera prichádza veľa správ a D2000 KOM potrebuje aj zapisova hodnoty, odporučame nižšiu hodnotu parametra (napr. 0.005 sec), aby zápis nebol blokovaný itaním (v každom prípade ale po 10 prijatých správach nasleduje prerušenie, po ktorom sa môžu vykonať nahromadené zápis).	sec	0.100
Max. Wait Retry	Počet opakovania itania z TCP spojenia. Pozri popis parametra Wait Timeout .	-	3

Konfigurácia komunikanej stanice

- Komunikačný protokol "[MQTT Client Protocol](#)".
- Adresa stanice: adresa stanice zodpovedá používateľskému názvu Topic v správe PUBLISH prijatej od MQTT servera. Adresou môže byť konkrétna téma (Topic), regulárny výraz, znak # reprezentujúci všetky témy, alebo topic.* reprezentujúci všetky témy, ktoré nie sú vhodné pre iné stanice. Priorita spracovania je takáto:
 - Pokiaľ je na linke stanica s adresou #, všetky správy sú smerované na jej merané body a alej sa nehodá.
 - alej sú prehadávané všetky ostatné stanice na linke (s výnimkou adresy *). Ak s Topic zhoduje s adresou stanice, správa je urená pre u a alej sa nehodá.
 - alej sú prehadávané všetky ostatné stanice na linke (s výnimkou adresy *), priom ich adresa je vyhodnocovaná ako [regulárny výraz](#). Ak s Topic zhoduje s adresou stanice, správa je urená pre u a alej sa nehodá. Stanice sú prehadávané v zostupnom poradí (poda adresy stanice), takže špecifickejšie výrazy idú ako prvé (napr. status/battery pred status/batt.).
 - Nakoniec ak existuje stanica s adresou *, správa je urená pre u.
- Parametre pollingu na záložke [asové parametre](#) - odporučaná je hodnota Delay=0.

Konfigurácia meraných bodov

Možné typy hodnôt meraných bodov: [Ci](#), [Co](#), [Txtl](#), [TxtO](#), [Qi](#), [Ci](#), [Co](#), [Ai](#), [Ao](#), [Di](#), [Do](#), [TiR](#), [ToR](#), [TiA](#), [ToA](#).

Typ bodu	Adresa	Popis
Body pre itanie dát poslaných MQTT serverom správou PUBLISH.		
Pozn: hodnoty bodov sú nastavené D2000 KOM procesom v poradí IN_TOPIC , IN_DATA a IN_ID . Nie je nutné, aby konfigurácia obsahovala všetky tri body.		
Txtl	IN_TOPIC	Téma (Topic) prijatej správy PUBLISH.
Txtl	IN_DATA	Dáta (Payload) prijatej správy PUBLISH.
Ci	IN_ID	Identifikátor paketu (Packet Identifier) správy PUBLISH, ktorý závisí od úrovne potvrzovania (QoS). Pre správy posielané s QoS_0 je identifikátor nulový, pre QoS_1 a QoS_2 je to kladné 16-bitové číslo. Pozn: ak MQTT server posielá aj správy s úrovou potvrzovania QoS_0 a je nakonfigurovaný bod ACK_ID , odporučame v záložke Filter aktivovať vobu Nová hodnota pri zmene asu , aby opakovany zápis hodnoty 0 spôsobil generovanie novej hodnoty lišiacej sa iba asovou znakou.
Body pre parsovanie JSON správ		

TxtL, TxtO, Qi, Ci, Co, Ai, Ao, Di, Do, TiR, ToR, TiA, ToA	JA=json_address	<p>Pokia Payload Type=JSON, správa je parsovaná ako JSON dátua. Hodnota <i>json_address</i> udáva názov JSON poa, ktorého hodnota sa má príradi do meraného bodu.</p> <p>Pre JSON správy, ktoré môžu by štruktúrované, je podporená syntax <i>level1.level2.level3 ...</i>, napr. <i>rx.current</i> a pokia obsahujú polia (indexované od 1) tak aj <i>level1[index1].level2[index2].level3 ...</i>, napr. <i>rx.gwrx[1].time</i>.</p> <p>Keže samotná JSON správa môže by pole, adresa môže zaini aj indexom, napr. <i>JA=[1].batt_cell_v_avg</i></p> <p>Príklady vi popis meraných bodov typu Envelope protokolu LoRaWAN.</p>
Bod pre potvrdenie prijatia dát MQTT serveru.		
Co	ACK_ID	<p>Ak je definovaný výstupný meraný bod s adresou ACK_ID, D2000 KOM oakáva potvrdenie spracovania každej správy zápisom kópie hodnoty bodu IN_ID. Až následne nastaví do bodov IN_TOPIC, IN_DATA a IN_ID (v tomto poradí) hodnoty z alšej prijatej PUBLISH správy (ak bola medzitým prijatá).</p> <p>V prípade úrovne potvrdzovania QoS_0 je teda nutné opakovane zapisova do bodu hodnotu 0.</p> <p>Pokia meraný bod ACK_ID neexistuje, hodnoty do bodov IN_TOPIC, IN_DATA a IN_ID sú nastavované ihne po spracovaní PUBLISH správy.</p> <p>Pozn: pre správy prijaté s úrovou potvrdzovania QoS_0 sa neposiela žiadne potvrdenie MQTT serveru, iba sa zverejnja hodnoty alšej prijatej PUBLISH správy.</p>
Body pre posielanie hodnôt MQTT serveru správou PUBLISH. Pozn: ak má D2000 KOM proces posiela MQTT serveru správy PUBLISH, musia by definované obidva body v rámci jednej stanice.		
TxtO	OUT_TO PIC	Téma (Topic) v rámci posielanej správy PUBLISH.
TxtO	OUT_VALUE	Dáta (Payload) v rámci posielanej správy PUBLISH. Pozn: poslanie správy sa uskutoní ako reakcia na zápis do bodu OUT_VALUE (t.j. pokia sa Topic nemení, tak stačí bod OUT_TOPIC nastavi jednorazovo - napr. pomocou štartovacej hodnoty).

Literatúra

Odkazy

Oficiálna stránka MQTT protokolu <http://mqtt.org>

Špecifikácie a štandardy

MQTT 3.1.1 špecifikácia <http://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v3.1.1/mqtt-v3.1.1.html>
ISO/IEC 20922:2016 <http://www.iso.org/standard/69499.html>

Popisy dátových formátov a API

www.loriot.io - Application API Data Format <https://www.loriot.io/home/documentation.html#docu/app-data-format>
www.thethingsnetwork.org - API Reference <https://www.thethingsnetwork.org/docs/applications/mqtt/api.html>



Blog

O protokole MQTT si môžete preíta blog

- [Komunikácia - MQTT v praxi](#)

Revízie dokumentu

- Ver. 1.0 - 8. august 2017 - vytvorenie dokumentu.
- Ver. 1.1 - 15. október 2021 - podpora parametrov pre LastWill a Retain
- Ver. 1.2 - 27. október 2021 - podpora parsovania JSON správ
- Ver. 1.3 – 1. február 2022 – podpora asových znaiek v správach JSON



Súvisiace stránky:

[Komunikané protokoly](#)