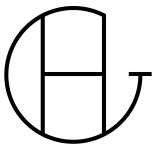


HoGent

Faculteit Bedrijf en Organisatie

Welke technologie is het meest geschikt om in een IoT-applicatie data van microservices te gebruiken?

Ruben Desmet

Scriptie voorgedragen tot het bekomen van de graad van
professionele bachelor in de toegepaste informatica

Promotor:
Sonia Vandermeersch
Co-promotor:
Maarten Meersseman

Instelling: TVH

Academiejaar: 2018-2019

Tweede examenperiode

Faculteit Bedrijf en Organisatie

Welke technologie is het meest geschikt om in een IoT-applicatie data van microservices te gebruiken?

Ruben Desmet

Scriptie voorgedragen tot het bekomen van de graad van
professionele bachelor in de toegepaste informatica

Promotor:
Sonia Vandermeersch
Co-promotor:
Maarten Meersseman

Instelling: TVH

Academiejaar: 2018-2019

Tweede examenperiode

Woord vooraf

Samenvatting

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus.

Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Inhoudsopgave

Lijst van figuren

Lijst van tabellen

1. Inleiding

De inleiding moet de lezer net genoeg informatie verschaffen om het onderwerp te begrijpen en in te zien waarom de onderzoeksvraag de moeite waard is om te onderzoeken. In de inleiding ga je literatuurverwijzingen beperken, zodat de tekst vlot leesbaar blijft. Je kan de inleiding verder onderverdelen in secties als dit de tekst verduidelijkt. Zaken die aan bod kunnen komen in de inleiding (Pollefliet, 2011):

- context, achtergrond
- afbakenen van het onderwerp
- verantwoording van het onderwerp, methodologie
- probleemstelling
- onderzoeksdoelstelling
- onderzoeksvraag
- ...

1.1 Probleemstelling

Uit je probleemstelling moet duidelijk zijn dat je onderzoek een meerwaarde heeft voor een concrete doelgroep. De doelgroep moet goed gedefinieerd en afgelijnd zijn. Doelgroepen als "bedrijven," "KMO's," systeembeheerders, enz. zijn nog te vaag. Als je een lijstje kan maken van de personen/organisaties die een meerwaarde zullen vinden in deze bachelorproef (dit is eigenlijk je steekproefkader), dan is dat een indicatie dat de doelgroep goed gedefinieerd is. Dit kan een enkel bedrijf zijn of zelfs één persoon (je co-promotor/opdrachtgever).

1.2 Onderzoeksvraag

Wees zo concreet mogelijk bij het formuleren van je onderzoeksvraag. Een onderzoeksvraag is trouwens iets waar nog niemand op dit moment een antwoord heeft (voor zover je kan nagaan). Het opzoeken van bestaande informatie (bv. “welke tools bestaan er voor deze toepassing?”) is dus geen onderzoeksvraag. Je kan de onderzoeksvraag verder specifiëren in deelvragen. Bv. als je onderzoek gaat over performantiemetingen, dan

1.3 Onderzoeksdoelstelling

Wat is het beoogde resultaat van je bachelorproef? Wat zijn de criteria voor succes? Beschrijf die zo concreet mogelijk.

1.4 Opzet van deze bachelorproef

De rest van deze bachelorproef is als volgt opgebouwd:

In Hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de stand van zaken binnen het onderzoeksdomein, op basis van een literatuurstudie.

In Hoofdstuk 3 wordt de methodologie toegelicht en worden de gebruikte onderzoekstechnieken besproken om een antwoord te kunnen formuleren op de onderzoeksvragen.

In Hoofdstuk 4, tenslotte, wordt de conclusie gegeven en een antwoord geformuleerd op de onderzoeksvragen. Daarbij wordt ook een aanzet gegeven voor toekomstig onderzoek binnen dit domein.

2. Stand van zaken

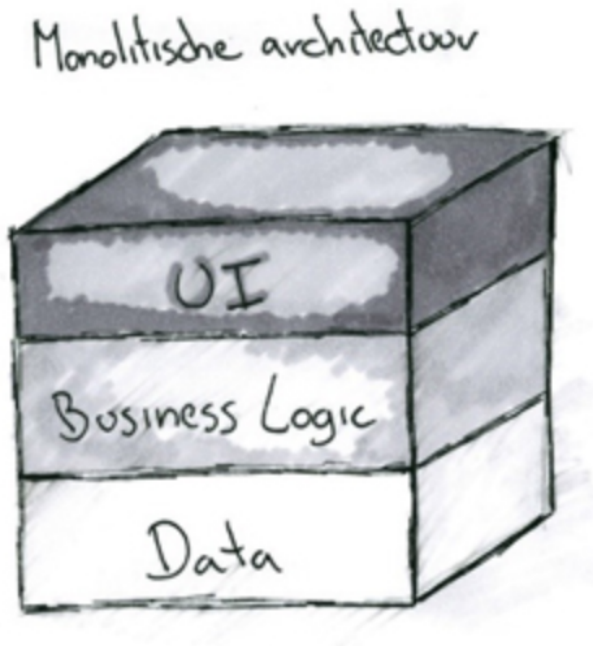
Niet alles wat in dit onderzoek al is aangekaart, is gemakkelijk te begrijpen. Want natuurlijk zijn de begrippen zoals *Kafka* en *RabbitMq* niet voor iedereen even duidelijk. Ook de term microservices zal bij sommigen de wenkbrauwen wel eens doen fronsen. In dit hoofdstuk is het de bedoeling uit te leggen wat al deze begrippen betekenen. Elke tussentitel zal op zijn beurt uitleggen wat een begrip nu eigenlijk is. Na dit hoofdstuk zul je in staat zijn om met deze informatie te begrijpen wat er allemaal gebeurt in dit onderzoek.

2.1 Microservices

Microservices is een software architectuur. De applicatie bestaat uit meerdere kleinere componenten die samen één groot geheel vormen. Deze kleinere componenten zijn onafhankelijk van elkaar en hebben elk hun eigen proces. Deze software architectuur is vrij recent en is de laatste jaren een echte hype aan het worden.

Een belangrijke vraag is: waarom zijn microservices ontstaan? Server-side applicaties gebruiken meestel object-georiënteerde programmeertalen. Deze programmeertalen hebben abstracties om de complexiteit van hun programma's te behandelen in modules. Dit wordt ook wel eens 'the monolith' genoemd. Dit is één groot geheel die meestal uit drie lagen bestaat. De presentatielaag, de businesslaag en de datalaag. Deze lagen kunnen niet apart van elkaar gebruikt worden omdat ze verschillende resources met elkaar delen. Dit zorgt ervoor dat bij iedere wijziging in de applicatie, alle lagen opnieuw gereleased worden in een nieuwere versie. Je kan natuurlijk al raden dat dit in een grote applicatie niet de beste oplossing is.

Daarom is er een andere architectuur die een heel andere aanpak heeft, namelijk microser-



Figuur 2.1: Monolitische architectuur

vices. Dit bestaat uit verschillende kleinere componenten die indien nodig onafhankelijk van elkaar uitgevoerd kunnen worden. Bij deze aanpak is het ook belangrijk dat je uw services klein houdt. Hierdoor kunnen je services gemakkelijk hergebruikt, begrepen en opnieuw gebuild worden. Iedere microservice heeft dus maar 1 verantwoordelijkheid.

Omdat microservices op verschillende machines moeten kunnen draaien, bijvoorbeeld op verschillende besturingssystemen, is het beter om ze in te pakken samen met hun dependencies in een container. *Docker* is een voorbeeld van een technologie die deze containers aanbiedt. Door microservices in containers te plaatsen, zorg je ervoor dat de uitvoering van deze services onafhankelijk gebeurt met andere applicaties op dezelfde machine. Containers zijn dus onafhankelijk van een besturingssysteem, hierdoor kunnen microservices op verschillende locaties gedraaid worden. Een van de voordelen hiervan is dat ze door containers in de cloud kunnen geprogrammeerd worden.

De vier grootste voordelen van microservices zijn:

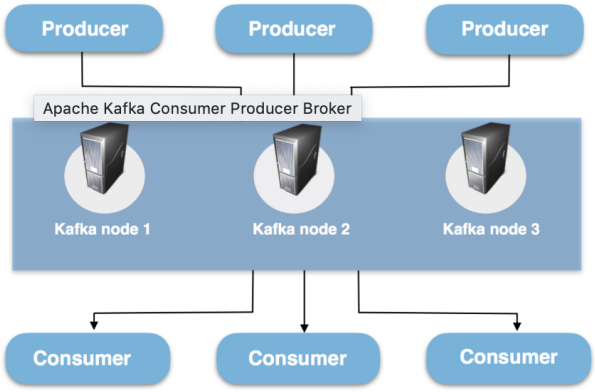
- Schaalbaarheid
- Beperken complexiteit
- Verkorten time-to-market
- Autonomie van ontwikkelteams.

(Guidi, Lanese, Mazzara & Montesi, 2017) en (Velthoven, 2016)

2.2 Kafka

Wanneer je als bedrijf veel berichten binnen krijgt op een korte tijdsspanne, dan heb je natuurlijk een goed functionerende technologie nodig die al deze berichten kan verwerken. *Kafka* is een voorbeeld van zo een technologie. Het is dus een berichtensysteem waarbij schaalbaarheid en redundantie een grote troef zijn. Bepaalde kernwoorden zijn belangrijk om de architectuur van *Kafka* te begrijpen. Deze kernwoorden zijn: topics, producers, consumers en brokers.

Topics zijn, zoals de naam al doet vermoeden, verschillende onderwerpen. Alle berichten zijn gegroepeerd in een van deze topics. Het formaat van een bericht kan verschillend zijn. Het type kan een gewone tekst zijn, kan van een Json-formaat zijn, of kan iets helemaal anders zijn. Het is mogelijk om zowel naar een specifieke topic een bericht te verzenden als te ontvangen. Dit brengt ons naadloos bij de volgende twee begrippen: producers en consumers. Als een producer kun je een bericht verzenden naar uw gewenste topic. Een consumer kan dan zelf bepalen van welke topic hij berichten wilt ontvangen. Het laatste woord dat nog moet verduidelijkt worden is een broker. *Kafka* draait op een cluster. Iedere cluster bestaat uit één of meerdere nodes(servers). Zo een server noemen we een Kafka broker. Per Kafka cluster kunnen er verschillende producers en consumers zijn, zoals te zien is op figuur 2.2.

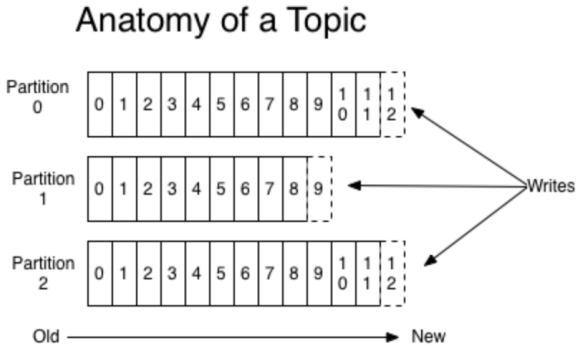


Figuur 2.2: Voorbeeld van een Kafka cluster

Een topic kan je verdelen in verschillende partities. Dit wil zeggen dat je uw data kunt verdelen in ongeveer gelijke groepen (brokers). Iedere partitie kan dan staan voor een specifieke groep data binnen een topic zodat je niet alle berichten altijd moet overlopen. Dit principe van verschillende partities worden ook gebruikt bij traditionele databanken. Ook consumers kun je verdelen in verschillende partities, die samen één consumer-groep vormen. Door topics en consumers op deze manier op te delen, zorg je ervoor dat het mogelijk is dat meerdere consumers kunnen lezen van meerere partities in een topic. Dit heeft als positief gevolg dat je meer berichten kunt verwerken binnen een bepaalde tijd.

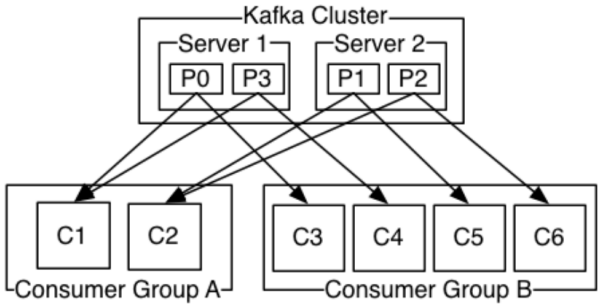
Ieder bericht binnen een partitie heeft een offset. Dit is een identifier, waardoor het mogelijk is om de berichten te ordenen. Normaal gezien als je als consumer je een subscriptie maakt op een topic, dan krijg je vanaf dit moment alle nieuwe berichten die binnen komen op de partitie waarop je een subscriptie hebt. Door een offset is het mogelijk om iets oudere

berichten die op een partitie staan dan het moment dat je een subscriptie aangemaakt hebt, ook op te vragen. Op figuur 2.3 zie je een simpele voorstelling van een producer die berichten op een partitie van een topic plaatst. De cijfertjes stellen de offset voor van een bericht.



Figuur 2.3: Simpele voorstelling van de werking van een offset

Het is al even vermeld, maar wat is nu eigenlijk een consumer-groep? Dit is een verzameling van verschillende consumers. Iedere consumer op zich leest van één specifieke partitie waardoor je het aantal berichten binnen één tijdseenheid kunt verhogen. Alle consumers binnen één groep lezen samen alle berichten die op een topic staan. Het opdelen van je topic in verschillende partities zorgt er dus niet voor dat je een deel van je data verliest. Mochten er meer consumers zijn dan dat er partities zijn, dan zitten er sommigen zonder werk. Omgekeerd, als er meer partities zijn dan consumers, dan krijgen consumers van verschillende partities berichten binnen. Figuur 2.4 is een voorbeeld hoe een topic in verschillende servers kan opgedeeld worden en hoe consumers in consumer-groepen kunnen onderverdeeld worden. Je ziet dat de Kafka cluster in twee servers onderverdeeld is. Iedere server heeft twee partities. Er zijn 2 consumer-groepen, groep A bestaat uit twee consumers, groep B bestaat uit 4 consumers. Iedere partitie kan dus naar verschillende consumer-groepen berichten versturen, maar kan niet binnen dezelfde consumer-groep naar een andere consumer iets verzenden.



Figuur 2.4: Wisselwerking tussen partities en consumer-groepen

(Sookocheff, 2015) en (Johansson, 2016)

2.3 RabbitMq

Een alternatief voor *Kafka* is *RabbitMq*. Dit is software waar men berichten kan plaatsen en ophalen op één of meerdere 'queues'. Ook hier heb je verschillende mogelijkheden van wat het formaat is van de berichten. Het kan zowel een gewone tekst zijn, als een Json-file.

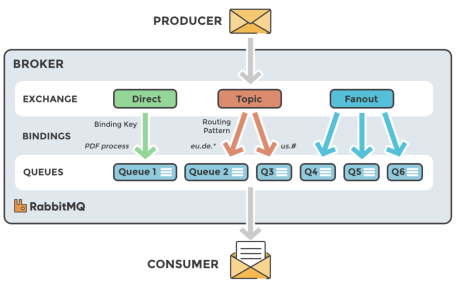
Wanneer een bericht van een queue wordt gelezen, dan wordt deze verwijderd van de queue. Het is dus niet mogelijk om later opnieuw hetzelfde bericht op te gaan vragen. De volledige queue kan ook een broker genoemd worden. Er zijn hier ook producers die data op de queue zetten, alsook consumers die een subscriptie kunnen maken op een queue.

RabbitMq kan een voordeel zijn om te gebruiken in verschillende situaties. Als je bijvoorbeeld als gebruiker de data die je opslaat in een queue wilt distribueren naar verschillende consumers, dan is ook *RabbitMq* een ideale technologie om dit te doen. Het is dus mogelijk de berichten te versturen naar verschillende consumers. Een ander voordeel is dat het mogelijk is om je berichten te verdelen over verschillende consumers. Op deze manier wordt dan de hoeveelheid mooi gebalanceerd verdeeld over de verschillende consumers.

Er werd hier reeds vermeld dat een queue ook een broker genoemd kan worden. Maar eigenlijk is een broker bij *RabbitMq* iets meer dan dat. Bij een broker kan je ook de exchange mee rekenen. Deze is verantwoordelijk voor het verzenden van de berichten naar de verschillende queues. Indien een bericht in de broker toekomt, moet deze dus eerst langs de exchange voordat hij in een queue terecht kan. De link tussen de queue en de exchange wordt ook wel eens een binding genoemd.

Er zijn vier verschillende soorten van exchanges. Dit zijn: direct, fanout, topic en headers exchanges. Drie van deze worden uitgebeeld in figuur 2.5

- De direct exchanges sturen berichten naar een queue op basis van een routing key. Deze key is hetzelfde als de binding key van de queue waarnaar het naartoe moet verzenden.
- Fanout exchanges sturen berichten naar alle queues die verbonden zijn met de exchange
- Bij Topic exchanges worden wildcard matches gebruikt . De match wordt gedaan tussen de routing key en de routing pattern die in de binding gespecificeerd wordt.
- Header exchanges gebruiken de attributen uit de header om te bepalen welke queue de bestemming is van een bericht.

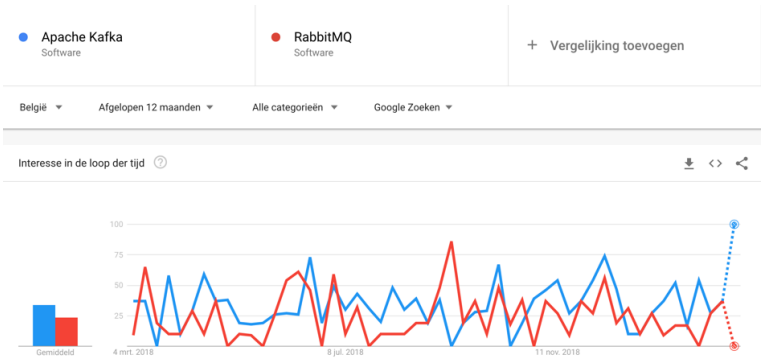


Figuur 2.5: Werking drie verschillende exchanges bij *RabbitMq*

(Johansson, 2015)

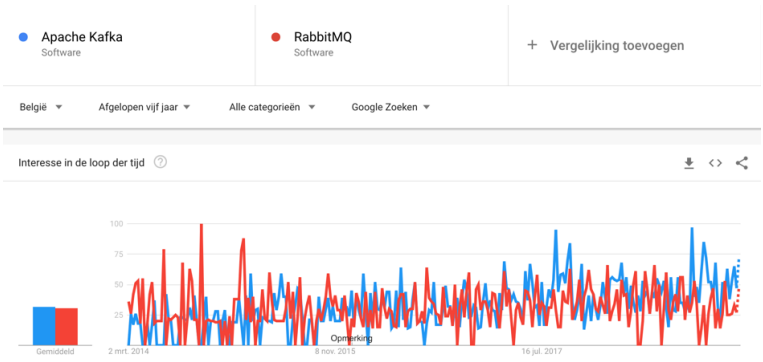
2.4 Kafka vs RabbitMq

Als we kijken naar Google Trends om te bepalen welke van deze twee technologiën nu het populairste is, dan krijgen we in figuur 2.6 een grafiek te zien van het afgelopen jaar.



Figuur 2.6: Populariteit *Kafka* en *RabbitMq* in het afgelopen jaar

In deze grafiek is duidelijk te zien dat *Kafka* iets populairder is dan *RabbitMq*. Er zit tussen juli en november wel een piek in waarbij *RabbitMq* veel populairder is, maar over het algemeen gezien kunnen we concluderen dat in het afgelopen jaar *Kafka* toch iet wat populairder is.



Figuur 2.7: Populariteit *Kafka* en *RabbitMq* in de afgelopen vijf jaar.

Als je figuur 2.7 bekijkt, dan zie je een algemene trend. Namelijk dat vijf jaar geleden *RabbitMq* veel populairder was, maar dat deze trend systematisch omgedraaid is. Uit deze figuur valt ook af te leiden dat in het algemeen de interesse naar technologieën voor microservices lichtjes toegenomen is in de laatste vijf jaar.

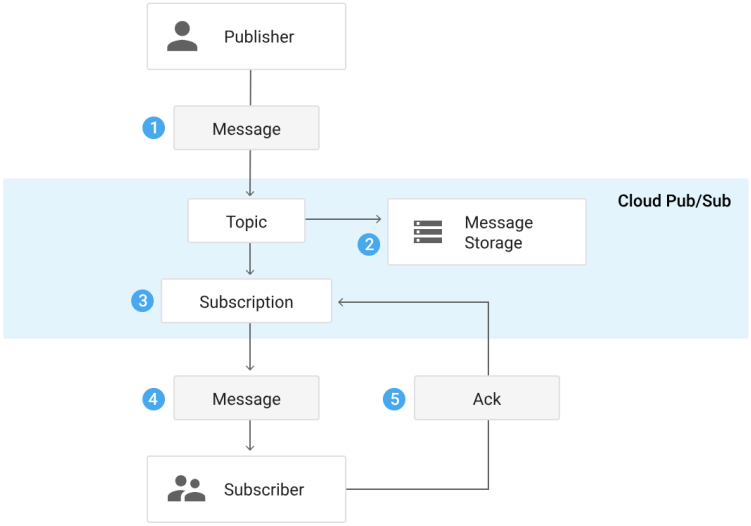
2.5 Google Pub/Sub

Tijdens het schooljaar dat dit onderzoek is uitgevoerd, is ondertussen ook het bedrijf waarvoor dit onderzocht wordt wat veranderd. Er is momenteel een nieuwe technologie die ook gebruikt wordt, namelijk *Google Pub/Sub*. Zoals de naam doet vermoeden is Google eigenaar van deze technologie.

Ook hier zijn het ongeveer dezelfde kernwoorden die belangrijk zijn:

- Topic
- Subscription
- Message
- Publisher
- Subscriber

De termen topic en message zijn hetzelfde als bij de andere technologieën, dus deze hoeven niet nog een keer uitgelegd te worden. Subscription is de link tussen de subscriber (deze wordt straks uitgelegd), en de topic. Dit is dus een soort van abonnement die een subscriber aangaat met een topic. Een subscriber is iemand of iets die de verschillende messages van een specifieke topic leest. Een publisher is dan degene die nieuwe messages op een topic plaatst.



Figuur 2.8: De flow die een message aflegt bij *Google Pub/Sub*.

Op figuur 2.8 is te zien hoe een message tot bij een subscriber geraakt, iemand of iets die de message leest. Eerste stap is de publisher die een message plaatst (published) naar een topic. Een message bevat een payload, dit is de inhoud van de message. Ook kan er eventueel attributen toegevoegd worden die iets meer vertellen over de inhoud van de payload. Dan in de tweede stap wordt de message opgeslagen in de Message Storage totdat een subscriber de message leest en acknowledged. Hierna zet de Pub/Sub deze message klaar in al zijn subscriptions. Deze message wordt dan gelezen als bijvoorbeeld de subscriber deze message binnen trekt. In de vierde stap zien we dat alle berichten die

nog niet gelezen zijn door de subscriber, bij de subscriber binnen komen. Als een message goed is aangekomen, dan wordt er een acknowledge gestuurd naar de subscription. Dan wordt deze message ook verwijdert en kan deze niet meer opnieuw gelezen worden. Dit is de vijfde stap.

(Google, 2019)

3. Methodologie

Etiam pede massa, dapibus vitae, rhoncus in, placerat posuere, odio. Vestibulum luctus commodo lacus. Morbi lacus dui, tempor sed, euismod eget, condimentum at, tortor. Phasellus aliquet odio ac lacus tempor faucibus. Praesent sed sem. Praesent iaculis. Cras rhoncus tellus sed justo ullamcorper sagittis. Donec quis orci. Sed ut tortor quis tellus euismod tincidunt. Suspendisse congue nisl eu elit. Aliquam tortor diam, tempus id, tristique eget, sodales vel, nulla. Praesent tellus mi, condimentum sed, viverra at, consectetuer quis, lectus. In auctor vehicula orci. Sed pede sapien, euismod in, suscipit in, pharetra placerat, metus. Vivamus commodo dui non odio. Donec et felis.

Etiam suscipit aliquam arcu. Aliquam sit amet est ac purus bibendum congue. Sed in eros. Morbi non orci. Pellentesque mattis lacinia elit. Fusce molestie velit in ligula. Nullam et orci vitae nibh vulputate auctor. Aliquam eget purus. Nulla auctor wisi sed ipsum. Morbi porttitor tellus ac enim. Fusce ornare. Proin ipsum enim, tincidunt in, ornare venenatis, molestie a, augue. Donec vel pede in lacus sagittis porta. Sed hendrerit ipsum quis nisl. Suspendisse quis massa ac nibh pretium cursus. Sed sodales. Nam eu neque quis pede dignissim ornare. Maecenas eu purus ac urna tincidunt congue.

Donec et nisl id sapien blandit mattis. Aenean dictum odio sit amet risus. Morbi purus. Nulla a est sit amet purus venenatis iaculis. Vivamus viverra purus vel magna. Donec in justo sed odio malesuada dapibus. Nunc ultrices aliquam nunc. Vivamus facilisis pellentesque velit. Nulla nunc velit, vulputate dapibus, vulputate id, mattis ac, justo. Nam mattis elit dapibus purus. Quisque enim risus, congue non, elementum ut, mattis quis, sem. Quisque elit.

Maecenas non massa. Vestibulum pharetra nulla at lorem. Duis quis quam id lacus dapibus interdum. Nulla lorem. Donec ut ante quis dolor bibendum condimentum. Etiam egestas

tortor vitae lacus. Praesent cursus. Mauris bibendum pede at elit. Morbi et felis a lectus interdum facilisis. Sed suscipit gravida turpis. Nulla at lectus. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Praesent nonummy luctus nibh. Proin turpis nunc, congue eu, egestas ut, fringilla at, tellus. In hac habitasse platea dictumst.

Vivamus eu tellus sed tellus consequat suscipit. Nam orci orci, malesuada id, gravida nec, ultricies vitae, erat. Donec risus turpis, luctus sit amet, interdum quis, porta sed, ipsum. Suspendisse condimentum, tortor at egestas posuere, neque metus tempor orci, et tincidunt urna nunc a purus. Sed facilisis blandit tellus. Nunc risus sem, suscipit nec, eleifend quis, cursus quis, libero. Curabitur et dolor. Sed vitae sem. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Maecenas ante. Duis ullamcorper enim. Donec tristique enim eu leo. Nullam molestie elit eu dolor. Nullam bibendum, turpis vitae tristique gravida, quam sapien tempor lectus, quis pretium tellus purus ac quam. Nulla facilisi.

4. Conclusie

Curabitur nunc magna, posuere eget, venenatis eu, vehicula ac, velit. Aenean ornare, massa a accumsan pulvinar, quam lorem laoreet purus, eu sodales magna risus molestie lorem. Nunc erat velit, hendrerit quis, malesuada ut, aliquam vitae, wisi. Sed posuere. Suspendisse ipsum arcu, scelerisque nec, aliquam eu, molestie tincidunt, justo. Phasellus iaculis. Sed posuere lorem non ipsum. Pellentesque dapibus. Suspendisse quam libero, laoreet a, tincidunt eget, consequat at, est. Nullam ut lectus non enim consequat facilisis. Mauris leo. Quisque pede ligula, auctor vel, pellentesque vel, posuere id, turpis. Cras ipsum sem, cursus et, facilisis ut, tempus euismod, quam. Suspendisse tristique dolor eu orci. Mauris mattis. Aenean semper. Vivamus tortor magna, facilisis id, varius mattis, hendrerit in, justo. Integer purus.

Vivamus adipiscing. Curabitur imperdiet tempus turpis. Vivamus sapien dolor, congue venenatis, euismod eget, porta rhoncus, magna. Proin condimentum pretium enim. Fusce fringilla, libero et venenatis facilisis, eros enim cursus arcu, vitae facilisis odio augue vitae orci. Aliquam varius nibh ut odio. Sed condimentum condimentum nunc. Pellentesque eget massa. Pellentesque quis mauris. Donec ut ligula ac pede pulvinar lobortis. Pellentesque euismod. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent elit. Ut laoreet ornare est. Phasellus gravida vulputate nulla. Donec sit amet arcu ut sem tempor malesuada. Praesent hendrerit augue in urna. Proin enim ante, ornare vel, consequat ut, blandit in, justo. Donec felis elit, dignissim sed, sagittis ut, ullamcorper a, nulla. Aenean pharetra vulputate odio.

Quisque enim. Proin velit neque, tristique eu, eleifend eget, vestibulum nec, lacus. Vivamus odio. Duis odio urna, vehicula in, elementum aliquam, aliquet laoreet, tellus. Sed velit. Sed vel mi ac elit aliquet interdum. Etiam sapien neque, convallis et, aliquet vel, auctor non, arcu. Aliquam suscipit aliquam lectus. Proin tincidunt magna sed wisi. Integer blandit

lacus ut lorem. Sed luctus justo sed enim.

Morbi malesuada hendrerit dui. Nunc mauris leo, dapibus sit amet, vestibulum et, commodo id, est. Pellentesque purus. Pellentesque tristique, nunc ac pulvinar adipiscing, justo eros consequat lectus, sit amet posuere lectus neque vel augue. Cras consectetuer libero ac eros. Ut eget massa. Fusce sit amet enim eleifend sem dictum auctor. In eget risus luctus wisi convallis pulvinar. Vivamus sapien risus, tempor in, viverra in, aliquet pellentesque, eros. Aliquam euismod libero a sem.

Nunc velit augue, scelerisque dignissim, lobortis et, aliquam in, risus. In eu eros. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Curabitur vulputate elit viverra augue. Mauris fringilla, tortor sit amet malesuada mollis, sapien mi dapibus odio, ac imperdiet ligula enim eget nisl. Quisque vitae pede a pede aliquet suscipit. Phasellus tellus pede, viverra vestibulum, gravida id, laoreet in, justo. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Integer commodo luctus lectus. Mauris justo. Duis varius eros. Sed quam. Cras lacus eros, rutrum eget, varius quis, convallis iaculis, velit. Mauris imperdiet, metus at tristique venenatis, purus neque pellentesque mauris, a ultrices elit lacus nec tortor. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent malesuada. Nam lacus lectus, auctor sit amet, malesuada vel, elementum eget, metus. Duis neque pede, facilisis eget, egestas elementum, nonummy id, neque.

A. Onderzoeksvoorstel

Het onderwerp van deze bachelorproef is gebaseerd op een onderzoeksvoorstel dat vooraf werd beoordeeld door de promotor. Dat voorstel is opgenomen in deze bijlage.

A.1 Introductie

Binnen TVH is er dus heel wat input van data die via microservices naar de juiste componenten verstuurd worden. Het spreekt voor zich dat niet ieder component, alle data nodig heeft. Daarom maakt dit bedrijf voornamelijk gebruik van de technologie *Kafka* om met deze microservices te werken. Dit onderzoek zal nagaan of *Kafka* inderdaad wel de beste technologie is om al deze data te verwerken in dit bedrijf. Aan de hand van deze onderzoeksvraag en deelvragen komt dit onderzoek hopelijk tot een besluit welke technologie het meest geschikt is:

- Welke technologie is het best om met microservices te werken voor het bedrijf TVH?
  - Bestaan er nog alternatieven voor *Kafka* en *RabbitMq*?
  - Wat zijn de bevindingen van gebruikers?
  - Welke technologie is het snelst?

A.2 Literatuurstudie

In het onderzoek van Shadija, Rezai en Hill (2017) staat te lezen dat microservices de business analysts helpen om grote schaalbare applicaties te maken. Het grote voordeel hiervan is flexibiliteit. Als er nieuwe functionaliteiten moeten worden gemaakt dan is het

door de microservices gemakkelijk te implementeren. Vooral in het Internet of Things (IoT) domein kan dit het werk versoepelen. Dus voor het bedrijf TVH lijkt het de meest geschikte manier om de input van al de verzamelde data te verwerken.

Ook in andere onderzoeken naar microservices wordt *Kafka* gebruikt. Zoals in het onderzoek van Khazaei, Bannazadeh en Leon-Garcia (2017). Als we kijken naar de conclusie uit dit onderzoek, blijkt dat *Kafka* in grote lijnen het best scoort. De andere technologieën die in dit onderzoek gebruikt werden zijn *Spark* en *Cassandra*.

Het verschil van deze bachelorproef-onderzoek met het onderzoek van Shadija e.a. (2017) en het dat van Khazaei e.a. (2017) is dat dit onderzoek nagaat welke technologie het beste is voor het bedrijf TVH. Het besluit van dit onderzoek is dus niet noodzakelijk een algemeen besluit voor alle bedrijven die met microservices werken. Het onderzoek van Khazaei e.a. (2017) sluit hier het dichtst bij aan omdat het ook *Kafka* en andere technologiën vergelijkt, maar het onderzoek legt meer de nadruk hoe flexibel een programmeerbaar, zelf-besturend IoT-platform is, gebruik makend van microservices. Het vergelijken van verschillende technologieën bij Khazaei e.a. (2017) is dus maar een klein onderdeel van het onderzoek en wordt bovendien in een andere architectuur toegepast zoals de titel meedeelt: '*SAVI-IoT: A Self-Managing Containerized IoT Platform*'. De meerwaarde van deze vergelijking voor de conclusie is dus niet zo groot voor Khazaei e.a. (2017).

Ook Nycander (2015) en Cherradi, El Bouziri en Boulmakoul (2017) behandelen microservices in hun onderzoek.

A.3 Methodologie

Om te bepalen welke technologie het beste is bij het gebruiken van microservices, zal dit onderzoek de verschillende technologieën vergelijken. Eerst zal er een rondvraag gehouden worden over de bevindingen en de voor- en nadelen van *Kafka* en *RabbitMq*. Er wordt ook gepolst of medewerkers met nog andere technologieën reeds gewerkt hebben en wat daar de bevindingen zijn. Er zal voornamelijk gewerkt worden met open vragen waardoor er veel nieuwe nuttige informatie zal ontstaan voor dit onderzoek.

Dan zal er onderzocht worden of er effectief nog alternatieven bestaan voor *Kafka* en *RabbitMq*.

Als laatste zal op een virtuele machine de realiteit nagebootst worden. Dit wordt gedaan door elke technologie op deze virtuele machine te zetten en daarna te gaan meten wat de snelheden zijn bij het opvragen, verwerken, ... van voorbeelddata.

A.4 Verwachte resultaten

Het resultaat van dit onderzoek zal hopelijk aanwijzen welke technologie het meest geschikt is om deze hoeveelheid van data aan te kunnen. We hopen dit te zien door cijfergegevens

van de snelheden van uitvoering.

A.5 Verwachte conclusies

Aangezien TVH al gebruik maakt van *Kafka*, en ook in andere onderzoeken *Kafka* gebruikt werd of bestempeld werd als beste oplossing, kunnen we in dit onderzoek hopelijk ook concluderen dat *Kafka* de beste oplossing is om met microservices om te gaan binnen TVH met hun specifieke data.

Bibliografie

Cherradi, G., El Bouziri, A. & Boulmakoul, A. (2017, november 1). A Generic microservice-based architecture for Smart HazMat Transportation Ecosystem.

Google. (2019). What Is Cloud Pub/Sub?

Guidi, C., Lanese, I., Mazzara, M. & Montesi, F. (2017). *Microservices: A Language-Based Approach*. Springer International Publishing.

Johansson, L. (2015). Part 1: RabbitMQ for beginners - What is RabbitMQ?

Johansson, L. (2016). Part 1: Apache Kafka for beginners - What is Apache Kafka?

Khazaei, H., Bannazadeh, H. & Leon-Garcia, A. (2017, augustus 1). *SAVI-IoT: A Self-Managing Containerized IoT Platform* (masterscriptie, University of Toronto, Ontario, Canada).

Nycander, P. (2015, juni 1). *Learning-Based Testing of Microservices* (masterscriptie, KTH Royal Institute of Technology, School of Computer Science en Communication (CSC)).

Pollefliet, L. (2011). *Schrijven van verslag tot eindwerk: do's en don'ts*. Gent: Academia Press.

Shadija, D., Rezai, M. & Hill, R. (2017, september 7). *Towards an Understanding of Microservices* (masterscriptie, Department of Computing Sheffield Hallam University, UK, School of Computing en Engineering University of Huddersfield, UK).

Sookocheff, K. (2015). Kafka in a Nutshell.

Velthoven, J. K. (2016). 10 dingen die je moet weten over microservices.