

エッジコンピューティングにおける FaaS の起動方式に関する評価

上野貴之[†] 堀井圭祐[†] 山本整[†] 水口武尚[†]
 三菱電機株式会社 情報技術総合研究所[†]

1. はじめに

エッジコンピューティングは、エッジとクラウドでデータの分散処理を行うことで、IoT システムにおけるネットワーク通信量削減・遅延低減などに大きく寄与する手法である。Amazon Web Service (以下、AWS) はエッジコンピューティングのために、AWS IoT Greengrass [1] [2] [3] (以下、Greengrass) を提供している。AWS Lambda [4] [5] (以下、Lambda) は、クラウドから Greengrass をインストールしたデバイス (以下、Greengrass コアデバイス) へ移行可能なサービスの 1 つであり、プログラムの実行環境を提供する。Greengrass コアデバイス上で動作する Lambda は、Long-lived/On-demand のいずれかのタイプを選択可能であり、システムの特徴に応じて適切な Lambda の選択が望まれる。AWS では、データの入力前にプログラムを開始したい場合に Long-lived Lambda の使用を推奨しているが [6]、他の観点について使用する Lambda の判断基準は明記されていない。そのため、各 Lambda に適したシステムを検討するうえで、その他の判断基準も明らかにする必要がある。

本稿では Long-lived/On-demand Lambda について機能面および性能面から評価を行い、評価結果に基づいて Lambda のタイプを選択する方法について検討する。

2. Lambda の概要

Lambda は AWS の FaaS (Function as a Service) である。FaaS とは、OS やプラットフォームなどのプログラム実行環境を提供するサービスのことである。Lambda で実行するプログラムには、イベントドリブン型の処理をハンドラ関数として記述し、ライブラリの初期化などの Lambda 起動時に一度だけ実行したい処理をハンドラ関数外に記述する。今回の評価では、ハンドラ関数のトリガーとして最も一般的なイベントであるメッセージ受信を用いる。

3. 評価

3.1. 機能評価

Long-lived/On-demand Lambda の特性を表 1 に示す。

表 1 Long-lived/On-demand Lambda 特性

	Long-lived	On-demand
起動タイミング	Greengrass 起動時	メッセージ受信時
ハンドラ関数 実行タイミング	メッセージ受信時	メッセージ受信時
終了タイミング	Greengrass 終了時	関数による処理完了後、 メッセージが来ないまま 一定時間経過時
インスタンス数	1	設定値までの範囲で オートスケーリング ¹
変数宣言や 前処理ロジック	Greengrass 起動中 保持される	Greengrass 起動中でも 終了タイミングで破棄される

Evaluation of FaaS activation method for edge computing

[†] Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation

Takayuki Ueno, Keisuke Horii, Hitoshi Yamamoto, Takehisa Mizuguchi

¹ 設定値を超えるもしくは、デバイスのリソースが足りない場合は新しいインスタンスは起動されない

² QoS : 1 では、少なくとも 1 回のメッセージ送信が保証される

Long-lived Lambda は、Greengrass とともに起動するため、メッセージ受信時に起動に伴う処理を省略できる点が大きな特徴である。一方 On-demand Lambda は、メッセージ受信数に応じてインスタンス数をオートスケーリングできるため、複数のインスタンスで並列実行できる点が大きな特徴である。また On-demand Lambda は、連続してメッセージを受信した場合は同じ Lambda 内で実行できるが、一旦終了した場合は再び起動に伴う処理が必要となる。

3.2. 性能評価

Long-lived/On-demand Lambda の性能評価を行うために、図 1 のような環境を構築する。

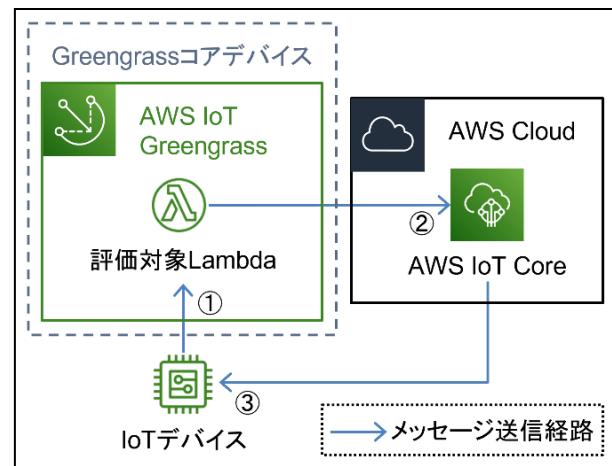


図 1 性能評価環境

評価対象の Lambda は次の①~③の手順でメッセージを転送する。

- ① IoT デバイスが Greengrass コアデバイス上の評価対象 Lambda へメッセージを送信する。なお、メッセージは連続的に送信され、Lambda のメッセージキューに格納される。
- ② Long-lived/On-demand Lambda がクラウドにメッセージを転送する
- ③ クラウドが IoT デバイスへメッセージを送信する

転送処理するメッセージ数を 1~20 件までの範囲では 1 刻み、20~120 件の範囲では 10 刻みで増やし、評価対象の Lambda がすべてのメッセージを転送するまでに要する時間を測定する。測定時間は、IoT デバイスが最初のメッセージを送信してから最後のメッセージを受信するまでの時間であり、10 回測定した平均値をとる。

処理内容による測定時間への影響を極力小さくするために、今回 Lambda はメッセージ転送のみを行う。また各要素間の通信プロトコルには MQTT (Message Queueing Telemetry Transport) を用いており、それぞれ一つのトピックを介してメッセージを送受信する。トピックとは、メッセージの仕分けに用いられるキーのことである。

本評価における Lambda の設定内容は次のとおりである。

- > On-demand Lambda 最大インスタンス数 : 10
- > Long-lived/On-demand Lambda メッセージキューサイズ : 100 件
- > QoS² (Quality of Service) : 1
- > Lambda ランタイム : Python 3.8

評価に用いるデバイスの動作環境を表2に示す。

表2 デバイスの動作環境

		Greengrass コアデバイス	IoT デバイス
H/W	CPU アーキテクチャ	x86_64	x86_64
	CPU 型式	Intel Core i5-8500	Intel Core i5-4690
	CPU コア数	6	4
	CPU ベース動作周波数	3.00GHz	3.50 GHz
	メモリ容量	32 GB	16 GB
S/W	Linux ディストリビューション	Ubuntu 20.04	CentOS 7.7
	カーネルバージョン	5.4.0-80- generic	3.10.0
	Greengrass バージョン	2.5.2	

測定結果および測定時に起動した各 Lambda のインスタンス数のグラフを図2、図3に示す。

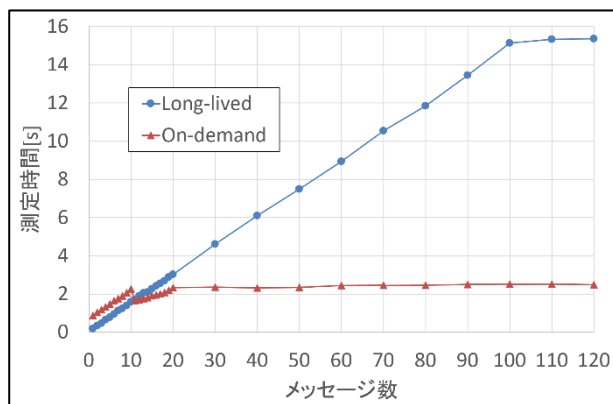


図2 測定結果

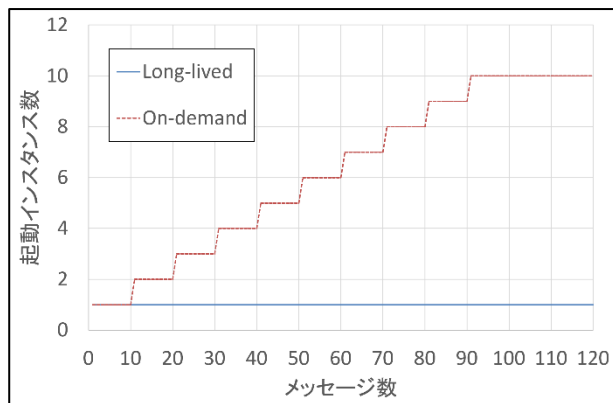


図3 測定時に起動したインスタンス

3.3. 結果と考察

図2、図3より、メッセージ数に対する Long-lived/On-demand Lambda の測定時間に関して次のことが確認できる。

- どちらの Lambda もメッセージ数が100件を超えた範囲では、メッセージキューサイズを超えた分のメッセージは捨てられ、先に届いた100件のみが転送される。
- Long-lived Lambda の測定時間は処理メッセージ数が1~100件の範囲で、転送メッセージ数に比例して増加する傾向である。測定時間は平均で約0.15秒/1メッセージである。
- On-demand Lambda の測定時間は、転送メッセージ数の増加に対してほぼ一定である。

- 連続送信するメッセージ数が10件程度までの範囲では、Long-lived Lambda の測定時間のほうが短く、それを超える範囲では On-demand Lambda の測定時間のほうが短い。

転送メッセージ数11件において、On-demand Lambda の測定時間が減少した要因としては、2つ目のインスタンスが追加で作成され、1インスタンスあたりの転送メッセージ数が減少したためであると考えられる。

メッセージ数が10件程度までの範囲で Long-lived Lambda の測定時間のほうが短かったのは、Long-lived Lambda ではメッセージ受信時に起動に伴う処理を省略できることによる処理時間短縮効果の影響が大きいためであると考えられる。

4. Lambda 種別に適したシステムの検討

本稿で示した Long-lived/On-demand Lambda の機能・性能より、それぞれの Lambda は次のような特徴を持つシステムに適している。

- Long-lived Lambda
 - ・ 1 Lambda あたり、IoT デバイスから連続的に受信するメッセージ数が最大で10件程度であるシステム。
 - ・ Lambda で実行するプログラムが初期化に時間を要するシステム。
- On-demand Lambda
 - ・ 1 Lambda あたり、IoT デバイスから連続的に受信するメッセージ数が少なくとも10件程度を上回るシステム、複数のインスタンスで並列的に処理することで、実行時間を短縮することができる。
 - ・ メッセージ受信頻度に応じて Lambda に割り当てるリソースを最適化する必要のあるシステム。

5. おわりに

今回、Long-lived/On-demand Lambda を機能面および性能面から評価した。評価結果より、Long-lived Lambda はメッセージ受信頻度が低い、または Lambda の初期化に時間を要する場合に適していると考えられる。一方 On-demand Lambda はメッセージ受信頻度が高い、またはリソースを最適化したい場合に適していると考えられる。

今後は、実際の Lambda の使用場面により近づけるために、IoT デバイスやトピックの数を考慮した評価を行う予定である。

参考文献

- [1] “AWS IoT Greengrass”, <https://aws.amazon.com/jp/greengrass/> (accessed 2021-12-24)
- [2] “[AWS Black Belt Online Seminar] AWS IoT Greengrass”, <https://aws.amazon.com/jp/blogs/news/webinar-bb-aws-iot-greengrass-2020/> (accessed 2021-12-24)
- [3] “What is AWS IoT Greengrass?”, <https://docs.aws.amazon.com/greengrass/v2/developerguide/what-is-iot-greengrass.html> (accessed 2021-12-24)
- [4] “AWS Lambda”, <https://aws.amazon.com/jp/lambda/> (accessed 2021-12-24)
- [5] “AWS Lambda とは”, https://docs.aws.amazon.com/ja_jp/lambda/ (accessed 2021-12-24)
- [6] “Run Lambda functions on the AWS IoT Greengrass core”, <https://docs.aws.amazon.com/greengrass/v1/developerguide/lambda-functions.html> (accessed 2021-12-24)

Amazon Web Service, AWS, AWS IoT Greengrass, AWS Lambda は、Amazon.com, Inc. またはその関連会社の商標です。