

IoTにおける機器のリソースを考慮した動的な分散処理を行う データ収集システムの提案

高林佳稀[†] 小林秀幸[†] 高橋晶子[†] 千葉慎二[†] 早川吉弘[†]

[†] 仙台高等専門学校

1 はじめに

近年、様々なモノがインターネットに接続、通信を行うことでサービスを提供するIoT(Internet of Things)が注目されている。IoTを実現することで、モノの識別や制御、計測などを遠隔で行うことができる。IoTの例として環境モニタリングやHEMS(Home Energy Management System)が挙げられる。IoTの応用は産業や家庭用機器など様々な分野で広がっている。

IoTを用いたシステムでは、モノに取り付けたセンサからデータを収集し解析することでユーザに情報やサービスの提供を行う。このようなシステムではデータの加工や蓄積、解析をサーバが行うことが一般的である。しかしながら、従来のクライアントサーバシステムと比べてIoTでは膨大な数のセンサや機器がサーバと通信を行うため、ネットワークの負荷やサーバの処理の増大が懸念されている。この問題を解決するために、データを送る前にセンサやゲートウェイで処理を行うことで、送信するデータ量やサーバの処理を削減することは有効である。

ゲートウェイで予測不可能な値のみ送信しデータ量を削減するシステムとして、L-SIP(Linear Spanish Interrogation Protocol)を用いたシステムがある[1]。しかし、このシステムはセンサ値等の数値データのみを対象としており、画像等のマルチメディアデータのデータ量を削減することはできない。処理をゲートウェイに分散するシステムとして、クラウド上でアプリケーションの定義を行い、アプリケーションのコンポーネントを動的に機器に割り当てるフレームワークが提案されている[2]。このフレームワークでは、クラウド上で定義した処理を容易にゲートウェイに配置することが

できる。しかしながら、アプリケーションの要件や静的に設定した機器の情報をういて処理の分散を行うため、リアルタイムでの機器のリソースの変化に対応していない。そのため、使用する機器の性能が大きく異なる場合やリアルタイムでの局所的な負荷の集中時には効率が悪くなる問題点がある。

そこで、本稿ではサーバの処理を動的に分散するデータ収集システムの提案を行う。提案システムは、センサ等の大量のデバイスからデータをサーバに集約して分析を行い、分析結果を元にしたサービスを提供するようなIoTの環境下での動作を想定している。そのため、データの蓄積や処理の定義をサーバで行い、ゲートウェイはリソースの余裕に応じて、サーバで行うデータの処理の一部を実行することにより負荷分散が可能になるシステムを提案する。

2 提案手法

提案するデータ収集システムは、センサ、ゲートウェイ、サーバで構成される。センサは一定の周期でセンシングを行い、ゲートウェイにセンサデータの送信を行う。ゲートウェイはセンサとサーバの通信の仲介を行い、サーバで行うセンサデータの処理の一部を実行する。サーバはデータの処理と蓄積を行う。

ゲートウェイではセンサデータを送信する前に、サーバから過去の処理の実行時間を取得する。取得した情報と前回の実行した際のリソースの空き時間を元に、実行する処理の数を設定し実行する。その後、ゲートウェイは処理を行ったデータと行った処理の情報をサーバに送る。サーバはデータを受信後、処理情報を元に未実行の処理を行う。センサデータの処理は小さいモジュールに分割し、モジュールごとに処理の分散を行う。

提案するシステムでは、サーバで行うデータの処理の一部をゲートウェイ内で実行することでサーバにおける処理とネットワークの負荷を低減を行いつつデータの収集を行う。本システムは、センサデータに対して任意に処理を定義することが可能であるため、画像などの

Proposal of a data gathering system for dynamic distributed processing in consideration of resources of a device in IoT

Yoshiki TAKABAYASHI[†],

Hideyuki KOBAYASHI[†], Akiko TAKAHASHI[†], Shinji CHIBA[†], Yoshihiro HAYAKAWA[†]

[†]National Institute of Technology, Sendai

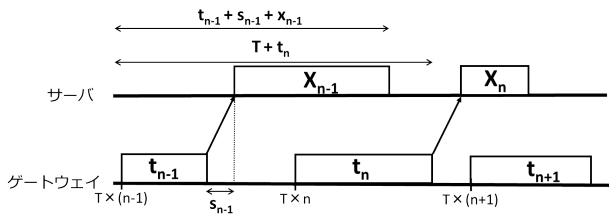


図 1: システムのシーケンス図

マルチメディアデータの収集にも対応することが可能となる。また、ゲートウェイとサーバのリソースの情報を元に動的に処理を分散するため、ゲートウェイが複数の種類の機器で構成している場合でも、機器の性能に適した量の処理を実行することができる。

3 設計

3.1 パラメータの設定

図1にシステムのシーケンス図を示す。 $t=0$ の時点でシステムが開始し、以降周期 T でゲートウェイはセンサからデータを収集しサーバに送信する。 $t=T \times (n-1)$ のとき、ゲートウェイがセンサからデータを収集して処理を行い、サーバに送信を開始するまでに t_{n-1} だけかかったとする。また、ゲートウェイとサーバ間でデータの送信にかかった時間を s_{n-1} とする。ゲートウェイからデータを送信した後、サーバで必要な処理の時間を X_{n-1} とする。 $t=T \times n$ のとき、サーバがデータを受信を開始した時に前の処理を終了していると仮定すると、式(1)を満たす。

$$t_{n-1} + s_{n-1} + X_{n-1} \leq T + t_n \quad (1)$$

式(1)は前回の実行時間より求められるゲートウェイの実行可能な時間を表している。

次に、式(1)をシステムで使用するために、それぞれの時間を求める。データの処理が小さいモジュールに分割可能とし、各々の処理を f_1, f_2, \dots, f_m と表し、処理の大きさを $f_1(D), f_2(D), \dots, f_m(D)$ と表すとす。また、 P_g, P_s をそれぞれゲートウェイとサーバの処理の速度とし、 t_{gs} をゲートウェイとサーバ間の通信速度とする。 $t=T \times (n-1)$ のとき、ゲートウェイ内で f_l まで処理を行ったとすると t_{n-1} は式(2)の通りになる。

$$t_{n-1} = \sum_{i=1}^l \frac{f_i(D)}{P_g} \quad (2)$$

次に $t=T \times n$ のとき、ゲートウェイ内で行う処理を Δl 個追加し、 $f_{l+\Delta l}$ まで処理を行ったとすると式(1)(2)より式(3)を満たす。

$$\sum_{i=l+1}^{l+\Delta l} \frac{f_i(D)}{P_s} \frac{P_s}{P_g} \leq (s_{n-1} + X_{n-1}) - T \quad (3)$$

3.2 システムの動作

前節より求めた式(3)を用いて、データ収集システムの動作を設計する。ゲートウェイはセンサからデータの収集を行った後に、サーバと通信を行いサーバで行ったデータの処理のそれぞれの実行時間を取得する。取得した時間から X_{n-1} を求めて、式(3)を用いて追加する処理の数 Δl を決定する。

前節では、ゲートウェイとサーバが1対1であるという仮定で負荷分散の条件式である式(3)を求めたが、この式は前回のサーバの処理の実行時間を使用しているためサーバの混雑度を考慮した式である。つまり、サーバが混雑している場合は、大量の処理を行なっているため、サーバ内で実行する処理の時間は増大する。そのため、ゲートウェイが実行可能な処理の時間は伸び、処理を増やすことができる。逆にサーバが混雑していない場合は、サーバで多くの処理を実行した方が効率的であるため、ゲートウェイの処理の数を減らす。前回の実行時間を元にゲートウェイで行う処理の数を変化させることで、ゲートウェイやサーバのリソースを考慮した動的な負荷の分散を可能とする。

4 まとめ

本稿では、機器のリソースに応じて動的に処理の分散を行うデータ収集システムの提案を行った。IoTでは、膨大な数のセンサや機器がサーバと通信を行うため、ネットワークやサーバの負荷の増大の問題が懸念されている。そのため、センサやゲートウェイ等に処理を分散させることは、この問題に対して有効である。本システムは、ゲートウェイやサーバの負荷に応じて適切に処理を分散することが可能であるため、容易にネットワークやサーバの負荷の低減することが可能となる。今後は本稿で述べたシステムのモデルを元に実装を行い、システムの評価実験を通して、本システムの有効性について検討を行う。

参考文献

- [1] Elena I. Gaura, James Brusey, Micheal Allen, Ross Wilkins, Dan Goldsmith, Ramona Rednic, "Edge Mining the Internet of Things," Sensors Journal, IEEE, Volume 13, Issue 10, pp.3816-3825, October 2013.
- [2] Michael Vogler, Johannes M. Schleicher, Christian Inzinger, Schahram Dustdar "DIANE - Dynamic IoT Application Deployment," Mobile Services (MS), 2015 IEEE International Conference on, pp.298-305, June 27 2015.