

IoT フィードバック系によるロボットサービスと IoT の融合の試み

On Integration of Robot Service and IoT Platform Enhanced with Feedback Control Mechanism

佐治 信之^{*1}
Nobuyuki SAJI

^{*1} 株式会社 インフォコーパス
Infocorpus Inc.

This paper describes an experimental approach on simple and efficient interoperation of robot service and IoT platform. Key factors in achieving the interoperation are MQTT based data/control exchange and enhanced IoT platform with embedded MQTT broker and feedback/feedforward control by sensor data threshold handling. RSNP based robot service platform and sensor cloud/IoT "Sensorcorpus" are considered.

1. はじめに

ロボットの共通プラットフォームの取り組みとしては、RT ミドルウェアと知能化プロジェクト、RSi, OMG Robotics DTF など様々な活動がある。そのなかで RSi では、インターネットを活用したロボットサービスプラットフォーム RSNP (Robot Service Network Protocol) [RSi 2008][成田 2005][成田 2015]の策定、普及、強化を着実に進めており、仕様の拡張[土屋 2015]についても積極的に取り組んでいる。

一方で、IoT 領域では、様々なセンサーデータをクラウドに集約して分析や外部サービスとの連携をはかる IoT プラットフォームの商用サービスが出始めている。

筆者らは、ロボットサービスプラットフォーム(RSNP)と IoT プラットフォームを連携し融合する試み[佐治 2015]を提案しているが、本稿では、そのアップデートとして、IoT からロボットサービスにフィードバック/フィードフォワードの形でデータ連携する方式、およびその通信基盤として、最近注目されている MQTT を用いた連携方式について述べる。

2. ロボットサービスと IoT プラットフォームの連携

ロボットサービスと IoT プラットフォームは、その目的やサービス内容は同一ではないものの、双方に共通的な部分も多い。両者を融合することで得られる効果としては、センシングとコントロールを有機的に連動させ、かつクラウド側に蓄積された大量のセンサーデータ、環境データ、オープンデータと、クラウド側の機械学習などの処理・判断能力を、特にロボットサービス側で活用できることである。

本稿では、IoT プラットフォーム側からのアプローチとして、IoT で扱うべきデータおよび担うべき機能、IoT プラットフォームによるフィードバック(フィードフォワード)制御の実現、双方向かつ即時性を確保できるオープンで高効率の通信基盤の組み込みの3点について述べる。

2.1 IoT 側で扱うデータと機能

IoT プラットフォームの機能的役割としては、各種トレンドデータ、長期傾向データの提供、多様・広範かつ中長期間に蓄積されたデータを基に、その分析結果等を提供すること、そしてセンシングデータの受信後にフィードバックないしフィードフォワードの処理を決定し、最少限の遅延でロボットサービス側に戻すこと

を目標とする。

ここで、IoT プラットフォームは、ロボット等の機器側で収集・測定の対象外(センサーがない)の情報の場合、ロボット側で欲しい情報源が物理的に離れている場合やある時刻・期間にその場所に存在しないような場合をカバーすることを想定している。

さらに、設置環境や稼働環境とのインタラクションが必要になる場合をカバーすることができる。たとえば設置環境はロボット側とは独立で、ロボット側が移動・移設する度にインタラクションが必要になるような場合である。

また、指定エリア内でのみ稼働させたい、あるいは近くに人がいる場合などに稼働を制限したい、特定の権限者がその場にいると稼働させないなど、環境・設置場所等からの制約がある場合や、稼働の認証・認可が必要になる場合も同様である。

2.2 IoT フィードバック機能

IoT プラットフォームでは、センシングデータの値に応じて閾値判定等を行い、たとえばメールを送るなどのなんらかのサービスを起動するといった機能が備えられている場合が多い。

この判定処理を突き詰めていけば、測定機器であるセンサー群およびそれらを管理するゲートウェイと呼ばれる中継機器に対して、指定されたコマンドを戻すといったことが可能になる。さらに、戻す先はデータを測定した機器そのものに限る必要はなく、独立に接続されたアクチュエータであっても良い。

このように、IoT プラットフォームを中心に、機器制御の観点でフィードバックおよびフィードフォワードを実現することが可能である。ただし、通信帯域の制限や接続の安定性が保証できない、通信遅延等が発生するなどの制約が許容できる場面、用途に限る。

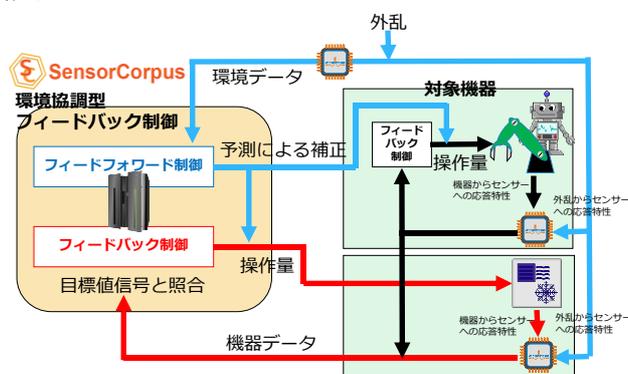


図1 ロボットとIoTのフィードバック制御連携

連絡先: 佐治信之, (株)インフォコーパス, 〒153-0064 東京都目黒区下目黒 3-5-1 梶浦ビル 4F, 03-5734-1830, 03-5734-1835(F), nsaji@jp.infocorpus.com

2.3 オープンで高効率の通信基盤の組み込み

プラットフォーム側から機器側にフィードバックを行う場合には、センサーデータの送信とは逆方向のプッシュ型で通信が可能かどうか本質的である。

HTTP 系通信(REST および SOAP)は、Web 上でどこでも使える簡便さとセキュリティが標準で備わっていることから、IoT の通信プロトコルとしても広範に利用されている。

しかしながら、HTTP 系では 1 回の通信にかかるコストが大きめであることや、通信が基本的に一方向型であるため、任意のタイミングで双方向(特に逆向き)の通信を効率的に行いたい場合などには十分とは言えない。

これらの課題に応える技術として、WebSocket や MQTT (MQ Telemetry Transport)がある。特に MQTT では前述の課題への解以外に、多数の送受信ノードを相手にパブリッシュ&サブスクライブのモデルでデータ配信を効率的に行うことができることから、MQTT を通信基盤として採用するものとする。

ただし、このメッセージングモデルの場合、メッセージを捌くためのブローカーが必要になる。このブローカーおよびメッセージ授受のためのトピックを、誰がどのような形で提供するかは基本的に自由であるが、逆に、このブローカーとトピックを IoT プラットフォーム側で提供して規定してしまうことで、接続者側の処理を単純化することができ、利便性や記述性を向上させることができる。

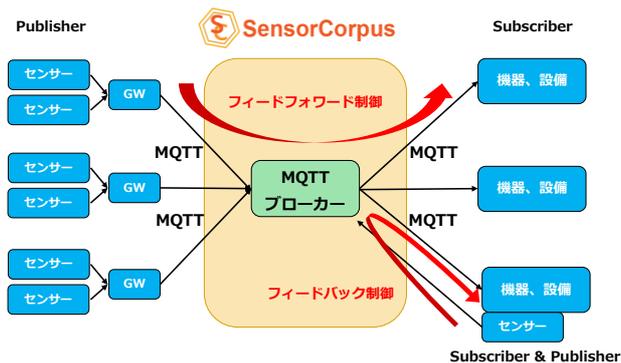


図 2 MQTT ブローカーを使った制御システムイメージ

3. RSNP との接続方式の提案

上述の考察と検討を踏まえて、ロボットサービスプラットフォーム(RSNP)と IoT プラットフォームの相互接続の方式を提案する。基本的には、以下の 2 ステップで行う。

- ① RSNP から IoT プラットフォームへの送信項目、受信項目を選定する
 - ✓ ロボットサービス→IoT: ロボット側のセンシング情報
 - ✓ IoT→ロボットサービス: フィードバック/フィードフォワード情報

ここで、フィードバック結果は、ロボットサービスに対する動作、タスク、コマンドコントロール等に変換されるが、どう解釈するかは RSNP 側で自由に決定することができる。
- ② RSNP 側に MQTT クライアントを組み込む
トピックは、上記①の送受信項目に対応したものとする

ロボットサービスと IoT プラットフォームでトピック体系が非対称なのは、IoT プラットフォーム側に MQTT ブローカーが組み込まれているためである。ブローカーを両プラットフォームの外

部に置く場合には、そのブローカーに対して双方が対称的にパブリッシュ&サブスクライブを設定する必要がある。

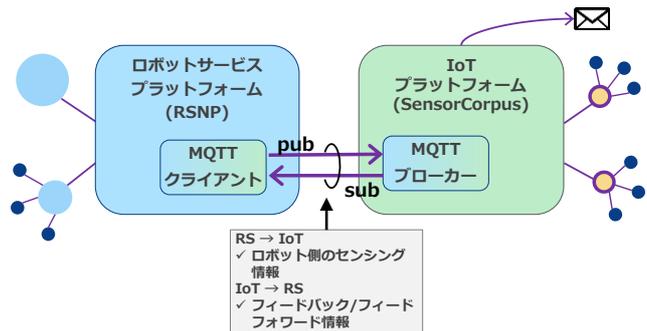


図 3 RSNP との接続方式案

4. まとめ

本稿では、ロボットサービスと IoT の両プラットフォームの連携方式を示した。特に、IoT の通信プロトコルとして注目されている MQTT を使用すること、IoT プラットフォーム側にフィードバック制御の仕組みを設けるとともに MQTT ブローカーを組み込むことで、両プラットフォームを簡便かつ効率的に連携させることができると考えている。今後はこの構成を具体化し、接続実証、サービス実験まで繋げていきたい。

参考文献

- [成田 2005] 成田雅彦, 他: ネットワークを通じたロボットサービス提供のための規格: RSi, 日本ロボット学会誌, Vol.23, No.6, pp.650-654, 2005.
- [RSi 2008] ロボットサービスイニシアチブ: Robot Service Network Protocol 2.3 仕様書, RSi, 2010.
- [成田 2015] 成田雅彦, 他: クラウドベースのロボットサービスの統合基盤の 2 年間の進展と今後, 第 29 回人工知能学会全国大会, 3H3-NFC-03a-1, 2015.
- [佐治 2015] 佐治信之: センサークラウド/IoT とロボットサービスプラットフォームの融合の試み, 第 29 回人工知能学会全国大会, 3H3-NFC-03a-4, 2015.
- [土屋 2015] 土屋陽介, 他: ロボットサービスの統合プラットフォームのための RSNP の仕様拡張, 第 29 回人工知能学会全国大会, 3H3-NFC-03b-2, 2015.
- [インフォコーパス 2015] SensorCorpus とは, <http://www.sensorcorpus.net/>.