

スマートプラントの制御・管理に関する研究

Control and Management of Smart Plant

研究代表者 天野 嘉春
(基幹理工学部 機械科学・航空学科 教授)

1. 研究課題

プロセス工業界ではプラントのスマート化のため、各種センサー、アクチュエータなどで構成するフィールドにおける制御系には従来、アナログ信号を用いてきた。これがデジタル信号へと代替が進んでいる。アナログ信号による制御系では、長距離信号ケーブルでの電圧降下による信号劣化や電磁ノイズの重量による外乱に起因した制御成績の劣化などの課題解決が要請されていた。制御信号のデジタル通信規格への正確なプロセスデータがもたらされることで、製品品質の向上に寄与することが確認されている。また、Industrial Internet of Things (IIoT) として注目される技術として、フィールドに設置した制御デバイスから送信される情報以外に、各種センサー信号を、プラント外からも IoT 関連技術を利用して利用できるような状況が整いつつある。プラントからの制御信号以外の様々な情報を統合して保存し、AI を利用した上位解析・判断システムによる新たなシステムマネジメントに関わる具体的なアプリケーションのあり方、可能性が活発に議論されている。

一方で、スマートグリッドによる電力網の改革では、末端の需要家に太陽電池などの分散電源の導入が急速に進展している。このため系統側から需要情報をプロシューマーとしての需要家にフィードバックすることによる需要バランス調整機能や系統安定化のための協調制御技術への、需要側の積極的で確度の高い関与の仕組みを明らかにすることが期待されている。たとえば家庭内のエネルギー機器の協調制御のための具的な枠組みは HEMS を中核としたマネジメントシステムの実装要件として、研究代表者等は別途研究を進めている。

以上の状況のもと、本研究では、スマートグリッドおよびファクトリーオートメーション分野での実装技術などと並行的に比較し、プロセスオートメーション用プラントのスマート化に欠かせないマネジメントシステムに適用する通信要件を明らかにする。具体的にはエネルギー制御系を含むプラントのエネルギーマネジメント機能を再定義し、複雑なエネルギーシステムのマネジメントシステムに適した CPS (Cyber Physical System) を提案することを最終目標とする。

スマートグリッドによる電力網の改革では、需給情報を需要家にフィードバックすることによる需給バランス調整機能や系統安定化のための協調制御技術の開発が進んでいる。しかし、

たとえば家庭内のエネルギー機器の協調制御のための具体的な枠組みは HEMS (Home Energy Management System) を中核とした漠たる概念が提示されているにとどまっている。

以上のような状況を踏まえ、プロセスオートメーション分野の企業、NPO などとの協力のもと、IONL (Industrial Open Network Lab) として、本プロジェクト研究では以下の 3 点を明らかにすることを目的とした。

(1) 既に開発が先行し実績のあるプロセス制御用通信規格を対象に、異種の通信規格機器の相互運用性試験を実施し、主にユーザーのためのシステムの制御・設計の技術的課題を抽出し、ユーザー視点に立った評価を行う。その結果を、各通信規格を相互接続するための新たな技術的提言として関連箇所にフィードバックすることで、真にオープンなプロセス制御用通信規格を提案する。

(2) 特定のスマートデバイス (高精度流量計) の診断技術の開発を行い、デバイス側からの通信する情報の要求仕様を明らかにする。

(3) 民生用エネルギーシステムの協調制御のための、最適計画方法手法、全体統合のための概念検討、そして、そこで必要とされる要求仕様を明らかにする。

2. 主な研究成果

2.1 I0-Link セクションの設置

2017 年度からは、プロフィバス協会のもとに設置されている I0-Link コミュニティージャパンとの連携を開始した。IONL の I0-Link セクションとしての活動は、日本フィールドコムグループとの共催で実施している技術セミナーのシリーズの一つとして、実施している。現場の(比較的価格の安い)機器においてもデジタルネットワークに接続し、測定値、操作値だけでなく、パラメータデータ、診断データ、そしてイベントの通信可能にする技術である

2.2 スマートデバイス開発

スマートデバイスの開発成果として 1 件、国内学会にて発表⁽¹⁾した。

2.3 技術セミナー

本プロジェクト研究を運営する産業用オープンネットワークラボ (IONL, 天野研) は、国際規格 (IEC) 対応フィールドバスの技術発展と普及のために、NPO 法人日本フィールドコムグループとの共催で FOUNDATION フィールドバス技術および HART 通信技術の技術セミナーを企画し、年 4 回程度のセミナーを実施している。2017 年度からは、I0-Link の技術紹介も同シリーズの一つとして開始 (理工総研 第 3 種行事として) した。

FCG セクション: 第 1 回 2017 年 6 月 5 日, 6 日, 第 2 回 2017 年 9 月 4 日, 5 日 第 3 回 2017 年 12 月 14 日, 15 日, 第 4 回 2018 年 3 月 5 日, 6 日

2 日コース参加者人数合計: 29 人

会場: 早稲田大学喜久井町キャンパス 41-3 号館 赤煉瓦棟会議室

I0-Link セクション: 第 1 回 2017 年 6 月 7 日, 第 2 回 7 月 12 日, 第 3 回 8 月 2 日, 第 4 回 9 月 13 日, 第 5 回 10 月 11 日, 第 6 回 11 月 8 日, 第 7 回 12 月 13 日, 第 8 回 2018 年 1 月 17 日, 第 9 回 2 月 14 日, 半日コース参加者人数合計: 66 人

会場: 早稲田大学喜久井町キャンパス 41-3 号館 赤煉瓦棟会議室, 41-3 号館 101B 室

3. 共同研究者

吉田彬（基幹理工学部 助教），森岡 義嗣（招聘研究員），池田 卓史（嘱託），梅原 篤樹（嘱託），込堂 雅幸（嘱託），津金 宏行（嘱託），高橋誠一郎（嘱託），中川慎也（嘱託），小川修一（嘱託），元吉伸一（嘱託），小林季子（嘱託），竹下恵介（嘱託）

4. 研究業績

4.1 学術論文

宋謙一，天野嘉春，伊藤来，小山弘，大槻真也，コリオリ質量流量計における被測定流体の粘度が流量測定に与える影響の分析，SICE2017 年度産業応用部門大会 流体計測制御シンポジウム

4.2 総説・著書

(1) 天野嘉春，産業用オープンネットワーク・ラボラトリー（IONL）の活動概要と今後への期待，計装，2017 年 8 月号，工業技術社.

(2) 笹嶋 久，津金 宏行，"プラント設備管理とフィールドコム技術"，第 48 回 ICEC 2017(The Instrument & Control Engineering Conference) 2017 計装制御技術会議，2017/10/13，東京.

(3) 元吉伸一，産業用デジタル通信の変遷と将来展望，計測と制御，57(1)，2018/1，pp.24-28.

4.3 学会および社会的活動

技術セミナー（理工研第 3 種行事）；FCG セクション

森岡義嗣ほか：第 1 回 2017 年 6 月 5 日，6 日，第 2 回 2017 年 9 月 4 日，5 日第 3 回 2017 年 12 月 14 日，15 日，第 4 回 2018 年 3 月 5 日，6 日，2 日コース参加者人数合計：29 人

同上；IO-Link セクション

元吉伸一ほか：第 1 回 2017 年 6 月 7 日，第 2 回 7 月 12 日，第 3 回 8 月 2 日，第 4 回 9 月 13 日，第 5 回 10 月 11 日，第 6 回 11 月 8 日，第 7 回 12 月 13 日，第 8 回 2018 年 1 月 17 日，第 9 回 2 月 14 日，半日コース参加者人数合計：66 人

会場：早稲田大学喜久井町キャンパス 41-3 号館 赤煉瓦棟会議室，41-3 号館 101B 室，早稲田大学，2017.

(2) フィールド通信技術ユーザーセミナー 2018（理工研第 2 種行事），早稲田大学，2018/3/9，参加者数：100 名.

5. 研究活動の課題と展望

Industrial Internet of Things (IIoT) の様々な業種への展開が活発に図られていることを受け，プロセスオートメーション分野における IIoT 推進のための基盤技術としてのフィールドバス技術の発展に寄与していきたい。2017 年度と同様に技術者教育については継続的に取り組むが，HART 通信規格に加え，IO-Link センサ通信規格まで対象を拡張し，幅広い通信規格への統合効果を追求し，さらなるユースケースの収集を図る。