

スクリプト言語によるタッチパネル教材の開発

—PLC プログラミング教育ツール—

浜松職業能力開発短期大学校 高桑 敬

The Development of Touch Panel Teaching Materials Using Scripting Language
～ Educational Tools for PLC Programming ～

TAKAKUWA Kei

要約

PLC (Programmable Logic Controller) のプログラミング教育として多様な要素の学習を目的とした場合、それぞれの要素に合わせた周辺機器教材が必要とされる。これを FA (Factory Automation) 機器と連携が可能な HMI (Human Machine Interface) に集約することによって、多用途の教育ツールとして活用できると考えた。ここでは、PLC プログラミングを行わずに、スクリプト言語によって、PLC と連携する機能を実装したタッチパネル教材を紹介する。

I はじめに

PLC 制御分野は、全国的に訓練ニーズが高く、浜松校（浜松職業能力開発短期大学校）においても中心的な訓練分野のひとつである。関連教材は、学卒者訓練および在職者訓練において共有している。そのため、間断なく使用している状況でありながら、当該分野における訓練内容の細目は多岐にわたっており、要素ごとに周辺機器の構築と解体を繰り返す必要がある。その作業によって少なくない労働力と時間が割かれていた。さらに、頻繁な機器の入れ替えが要因となり、端子部の破損や信号ケーブルの断線等、メンテナンスを要する事案も発生している。また、制御対象の規模が比較的大きい場合、教材機器のみで机上を占有してしまうことや各種ケーブルが煩雑な状態になることを避けることができず、良好な受講環境を整えるに至っていなかった。これらの課題を解決し、訓練環境の改善および訓練効果の向上を図ることを目的として、新たな教材の開発に取り組んだ。具体的には、ハードウェアの教材を、FA 用途のタッチパネルに対してソフトウェア的に実装したものである。主な機能はスクリプト言語によって実装することで、PLC プログラムを必要としない汎用的な教材とした。本教材の開発手法における利点と訓練における有用性評価を

報告する。有用性は、「準備に要する労力」「メンテナンス性」「受講環境」「他指導員からの意見の反映しやすさ」の観点から、従来教材と比較評価を行っている。検証期間は 2023 年 4 月から 2024 年 3 月までの 1 年間である。

II 教材の概要

1 選定機器

機器および開発環境は、いずれも三菱電機社製品を採用した。これは、国内において PLC 製品のシェアが最も高いことから、本教材の開発手法をいずれの施設や教育機関においても、適用しやすいことが理由である。PLC は、MELSEC-Q シリーズ、タッチパネルは GOT (Graphic Operation Terminal) を採用した。タッチパネル画面の開発は、MELSOFT GT Works3 を使用した。

2 タッチパネル画面のレイアウト

図 1 は、当科^(注1)における従来の標準的な PLC 教材である。これまで使用していた自作資料や演習課題に大幅な改定を生じさせないために、図 2 に示す画面レイアウトは従来の教材機器に準拠した。

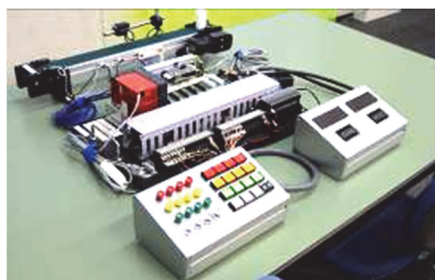


図1 従来の教材



図2 メイン画面のレイアウト

III 開発内容

1 スクリプト言語

GOT には、独自のプログラムで制御できる機能（以下、スクリプト言語またはスクリプト）が備わっている。これを活用することにより、PLC 側の画面制御に係る負荷を大幅に軽減することができる。図 3 に示すように、PLC の主流とされる開発言語は、グラフィック型言語に分類される LD（Ladder Diagram）である。一方、スクリプトは、C 言語または、ST（Structured Text）言語に似た言語型のプログラムであり、テキストベースでの開発が可能である。他メーカーにおいても周辺機器としてタッチパネルをラインナップしており、言語型による類似のプログラミングが可能であるため、一度作成をすればえば容易に流用ができる。

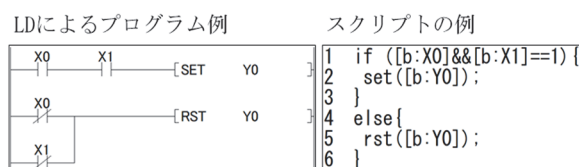


図3 LD とスクリプトの比較

2 実装機能

スクリプトにより実装した主な機能を紹介する。

2-1 画面データ

数値入力用オブジェクトについて、サムロータリスイッチと同等の機能を持たせた。これは BCD（Binary Coded Decimal）コードを効果的に教示するためである。なお、他の数値形式を実装することもスクリプトを数行変更するだけで実現可能である。スイッチ系のオブジェクトはメイン画面上に 16 個配置されている。これらの動作方式について、モーメンタリとオルタネイトを一括で切り替えることができるタッチスイッチを設けた。複雑な操作は必要なく、使用者がワンタッチの操作を行うのみで切り替え処理が実行される。さらに、教材管理者に向けた設定操作補助のための各種メッセージ機能を有している。これにより、作成者以外の使用者であっても適切に管理画面を操作することができる。一方で、実際のサムロータリスイッチやラッチするタイプのスイッチは状態を復帰させる操作において多少の手間がかかる。本教材では、オブジェクトの状態変化をワンタッチで初期状態に戻すことができるため、実機の入力機器と比較すると、操作効率が向上している。

2-2 アクセス手法

PLC のメモリにはベンダ固有のアドレスが割り振られており、専用の開発ツールによってアドレスを指定して取り扱う。したがって、通常は PLC と GOT を連携させるために、図 4 の構成例のように、双方のアドレスを一致させておく必要がある。例えば、図 5 のように PLC 側のユニット構成に変更を求められるときには、多くの場合、ワード単位でアドレスの占有範囲が変わってしまい、正常に機能しなくなる。機能を復旧させるためには、GOT 画面に配置した多数のオブジェクトに割り当てているアドレスに対しても同様の変更が必要になる。当然ながら、この作業は画面上のオブジェクト点数が多いほど工数が増える。このことが GOT を PLC プログラミングの教材として、汎用的に使用するにあたってのネックとなっていた。

本教材において、端末間のデータ授受は、GOT 側デバイスメモリを PLC 側デバイスメモリのうち任意のエリアに割り当て、周期的にアクセスする手法を取った。このアクセス手法により、PLC 側において画面制御に関するプログラムを書き込む必要がなく、動作の連携が可能となっている。

図 6 は、本教材における管理画面である。この画面は、タッチ操作によって簡単にアクセス先のアドレスを変

【すべてのアドレスを一致させているとき連携可能】

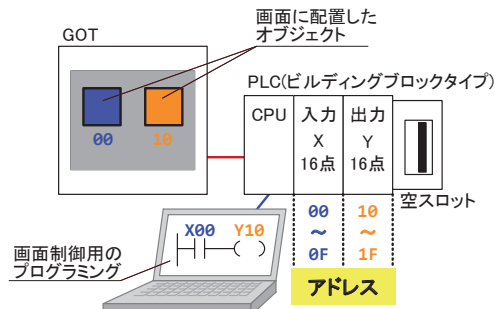


図4 連携時のアドレス構成例

【アドレスが不一致となると連携ができない】

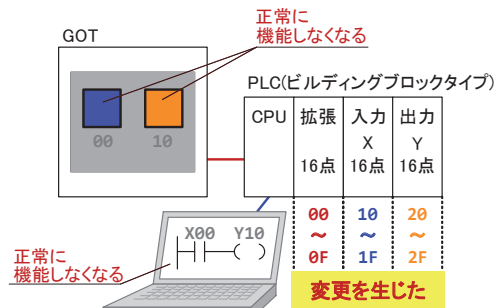


図5 アドレスに変更を生じた例

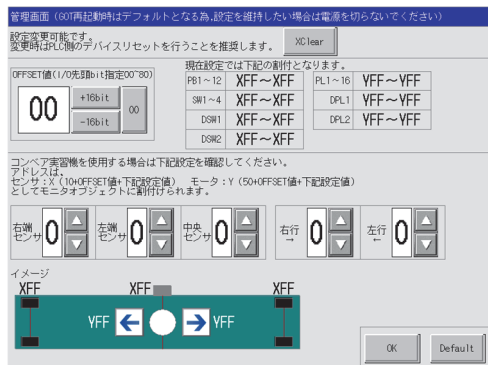


図6 本教材の管理画面

更することができる機能を有している。そのため、入出力機器の構成に変更が生じた場合でも、それに合わせてデータを書き換える作業が不要となっている。

IV 教材評価

1 訓練への適用評価

浜松校の訓練において本教材を適用したうえで図1に示す従来の教材と比較し、有用性の評価を行った。表1に示すとおり、訓練準備にかかる労力は格段に軽減されており、再構築作業が求められた場合においても、必

要となった作業は GOT にデータを書き込むのみである。訓練要素が切り替わるに伴って、ユニット構成およびアドレスの変更が頻繁に必要な状況に変化はないものの、管理画面上での簡単なタッチ操作のみで対応ができています。図7は、このアドレス設定機能の概略である。従来の教材は、機器の入れ替えを繰り返すことで、より線の素線切れ、コードの断線不良、端子の破損等が発生していた。本教材は、破損、損傷するおそれのある箇所や作業自体がなくなったため、現状、メンテナンスが必要とされた場面はない。また、従来の教材は机上を大きく占有していた。これにより、受講者は離れた位置にある教材に触るために、何度も立ち上がらなくてはならない状況であった。本教材に置き換えたことで、教材のみの占有面積は1/4未満となり、従来の悪環境は改善している。図8は、本教材を机上に置いたときの状態である。表2は学生に対する本教材に関する調査結果である。調査方法は、従来の教材を使用した経験のある当科^(注1)の2年生17名を対象に、従来の教材と比較して、4段階評価(大変よかった・良くなった・変わらない・悪くなった)で回答するアンケート方式である。3項目の質問に対して、全員から最高評価を得ることができ、自由記入欄にも改善要望はなかった。調査結果から、良好な受講環境に改善できていることが確認できた。表3は、他指導員の意見とその対応状況である。

表1 従来の教材と本教材の比較

内容	従来の教材	本教材
訓練準備のため教材を再構築した回数	15回/年	2回/年
上記、再構築時の平均所要時間(2~3人での作業時)	1.5時間程度	10分以下
メンテナンスを必要とした回数	8回/年	0回/年
サイズ(縦×横)	700mm×600mm	300mm×300mm
配線、コードの数	40~50	3

【本教材の場合】

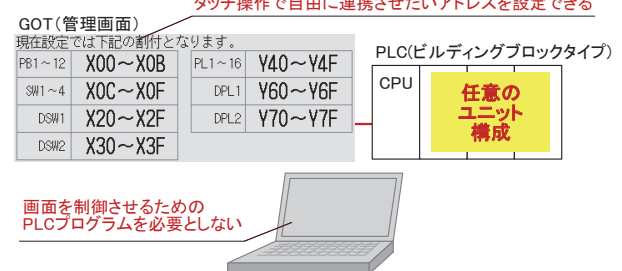


図7 本教材におけるアドレス設定機能



図8 本教材を机上に置いた様子

表2 学生を対象としたアンケート結果

質問内容	回答結果
使いやすさはどうか。	大変良くなった：100%
準備や片づけ作業はどうか。	大変良くなった：100%
机上環境はどうか。	大変良くなった：100%

表3 本教材に対する意見と対応

意見	対応状況
手の状態によってタッチ感度が悪いときがある。	マウス接続によっても操作ができるように更新。
原則はタッチ音が鳴らないほうが良い。	タッチ時、無音として更新。
数値オブジェクトの表示形式について 10 進数と 16 進数の両方を使いたい。	それぞれのバージョンを用意した。要望の頻度が高いようであれば、スクリプトにより切り替え機能を実装する見込み。
データの更新状況を共有したい。	訓練用ファイルサーバーにて更新履歴を共有化。

V 考察

1 スクリプト開発のメリットとデメリット

開発の工程において、著者が感じたメリットとデメリットを以下に挙げる。

1-1 メリット

通常の機能では実現できない多様な画面制御が可能であり、教材として実装できる内容について自由度が高く、どのような実習内容にも適合させやすい。本来であれば工数のかかる作業が、数行のプログラムで実装でき、LD では作成しにくい制御構文や算術演算等が記述しやすいことから開発効率が格段に向上する。また、使い慣れているテキストエディタによって開発が可能で、汎用的な C 言語のコンパイラやデバッガも活用することができる。さらに、LD と比較するとインポートやエクスポートが容易で、機種やメーカーが異なっても転用しやすい。

1-2 デメリット

一般に PLC プログラム開発において用いられることが少ない言語型のプログラミングについて、多少の知識が求められ、C 言語等による開発の経験があっても、メーカー独自の記述ルールが含まれることに留意しなければならない。また、GOT のメモリ管理が必須であり、スクリプトで使用するメモリ領域がシステムメモリ領域に干渉しないよう注意する必要がある。

2 実機教材との比較

PLC プログラムの教育を主眼に置いた場合、本教材のみで多様な要素の訓練を成立させることができる点については、実機教材と比較したときの利点といえる。しかし、本教材のみの構成では、ハードウェア要素が排除されてしまうため、入出力インターフェース回路の構成や実機の動作原理および構造について、理解を促すことは難しく、実機を前にしたときの感触を得ることはできない。特に体系的な習得を目指す教育現場においては、実機と組み合わせて本教材を使用することが真に効果的な運用方法と考える。

VI おわりに

スクリプトにより、PLC プログラムを不要とした GOT と PLC が連携できる機能を実装したことで、教材としての汎用性が高まり、環境構築に要する負担を大幅に軽減できることが分かった。さらに、浜松校では本教材を Ethernet によってネットワーク化しており、遠隔からすべての端末にアクセスができるため、データの更新作業にも手間はかからない。また、GOT に実機教材の役割を集約することで、訓練環境が大きく改善した。年間の訓練を通して運用をしてきたところ、不都合はまったく認められなかった。今後は、本教材をベースに訓練担当者が容易に画面のカスタマイズができる機能を追加することで、導入のハードルをさらに下げることが期待される。

[注]

(注 1) 電気エネルギー制御科

[参考文献]

- (1) 三菱電機株式会社 表示器画面作成ソフトウェア GT Designer3 Version1 画面設計マニュアル 作画編 1/2、2/2 pp. 995-1118。