

リアルタイムシミュレータの開発

Development of Real-Time Simulator

安藤 浩二*
ANDO Koji

岸田 太**
KISHIDA Futoshi

飯村 憲**
IIMURA Ken

1. はじめに

近年、化学プラントの信頼性向上により、定期メンテナンスの実施間隔が長くなる傾向があり、これに伴い運転員の起動・停止する機会が少なくなりつつある。また、プラントの制御系に Distributed Control System (DCS) が採用され、運転時の自動起動・自動停止が可能になったため、さらに運転員の作業機会が少なくなっている。このようにプラントの信頼性は技術の進歩に従い向上しているが、一方で運転員が自ら起動・停止する機会が少なくなっており、安定操業や保安の面で問題が生じる可能性もある。このため、ヒューマンエラーなどを防止し、安全性を一層高めるために仮想運転が可能なプロセスシミュレータを導入して教育訓練を実施している企業も多い。

プロセスシミュレータは、コンピュータの性能向上により微分方程式の厳密解を求めるプロセスもパソコンで十分計算することが可能になった。しかし、教育訓練に必要な起動・停止に関する非定常計算については、一般のパソコンでは困難である。もし可能であっても複雑な起動シーケンスまで組み込むことができないのが現状である。そこで、プロセスシミュレータと制御システムを結合することにより、複雑な起動シーケンスを組み込んだリアルタイムシミュレータを開発した。

2. システム構成

図1にリアルタイムシミュレータシステムの構成図を示す。このシステムは主に実プラントの役割を果たすプロセスシミュレータ(①)とプラントを制御する制御システム(②)により構成されている。

プロセスシミュレータのソフトにはオメガシミュレーション社製のビジュアルモデラーを用いた。ビジュアルモデラーはダイナミックシミュレーションを

* オンサイト・プラント事業本部プラント・エンジニアリングセンター設計部

** 開発・エンジニアリング本部計測・制御センター

実現できるモジュールタイプのソフトウェアである。熱交換器やバルブなどの機器モデルおよび多種物質の物性が標準で用意されており、標準で持っていない機器モデル・物性もユーザが組み込むことができる。

制御システムは当社が開発した DeMPICS¹⁾を用いた。この DeMPICS は、当社の高純度窒素製造装置、ヘリウム液化機およびスペースチェンバに用いられている制御システムであり、制御演算を行うフィールドコントローラ(③)、制御プログラムを作成するアプリケーションビルダパソコン(④)および運転操作を行うオペレーティングパソコン(⑤)から構成される。

プロセスシミュレーションソフトと制御システムのデータ入出力はリフレクティブメモリ(⑥)を介して行われる。各タグの結び付きはプロセスシミュレータ PC 内のソフトウェアであるタグ設定テーブル(⑦)により行っている。そのため、実プラントにおいては温度、圧力などのセンサーの数値を4~20mAなどの電気信号として制御システムへ取り込んでいるが、本シミュレータでは電気信号を用いることなくプロセスシミュレータと制御システムを接続することが可能となった。

リフレクティブメモリとは片方のメモリへ値を書き込むともう一方のリフレクティブメモリへ瞬時にその値を反映させることができる共有メモリである。各リフレクティブメモリ間は光ファイバーケーブル(⑧)を用いることにより高速な通信を可能とした。

また、後述する初期状態保存を行う場合にはプロセスの状態はプロセスシミュレータ PC の外部記憶装置に保存され、制御パラメータは DeMPICS フィールドコントローラの外部記憶装置に保存される。外部記憶装置として、信頼性の高いシリコンディスク(⑨)を採用した。

3. リアルタイムシミュレータの特徴

リアルタイムシミュレータの特徴を以下に示す。

3.1 シミュレーション初期状態読込・保存機能

シミュレーション開始時の状態を初期状態という。

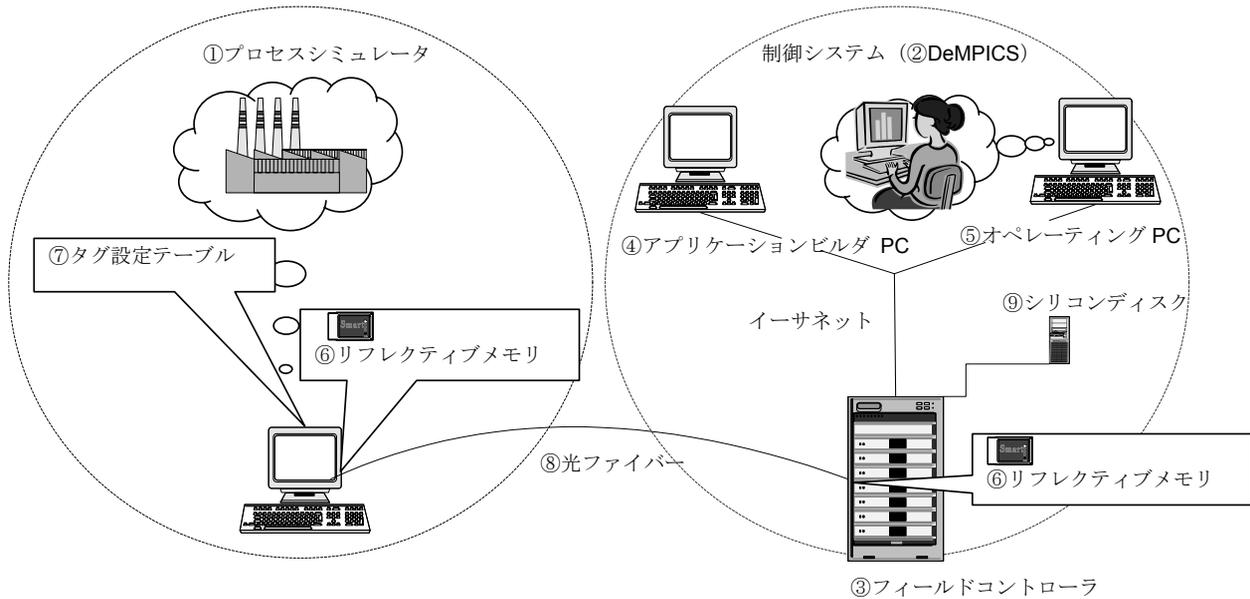


図1 リアルタイムシミュレータシステム構成

初期状態はファイルとして保存され、シミュレーション開始時にはファイルから読み込まれ設定する。たとえば、装置起動のシミュレーションを行う場合には起動前の状態を保存しておき、そのファイルを読み込むことにより起動シミュレーションを開始できる。定常状態からシミュレーションを行うのであれば定常状態のファイルを読み込みシミュレーションを開始することができる。

3.2 シミュレーション状態保存・読込機能

ある瞬間のシミュレーションイメージをメモリへ記憶することにより、シミュレーション途中の状態を保存でき、その状態を読み込むことにより瞬時に保存時の状態からシミュレーションを行うことができる。32個の状態を保存することができる。

3.3 シミュレーション速度変更機能

シミュレーション時間を実時間の他に2倍、4倍の速度で計算を行うことができる。この機能を使うことにより、時間の要する現象を短時間でシミュレーションすることができる。

3.4 DeMPICS とビジュアルモデラーの同期演算機能

DeMPICS とビジュアルモデラーは同期を取って演算を行う必要がある。例えば、制御演算を短時間で処理し、プロセス計算に莫大な時間を費やした場合、お互いに同期を取っていなければ、制御演算は、その後の演算も続けていく。その問題に対しては、DeMPICS とビジュアルモデラーの実行状態を管理するソフトウェア「オメガランド」(オメガシミュレーション社製)を組み込むことで対処した。オメガランドより実行命令 (Exec) が出され、それに基づきビジュ

アルモデラーおよび DeMPICS フィールドコントローラが演算を行う。演算が終了するとそれぞれがオメガランドに対して、演算が終了したことを示すフラグを返す。オメガランドは両者からそのフラグを受け取った後、再び実行命令を出す。この連続の動作により、ビジュアルモデラーと MPICS が同期して演算を行う。従って、演算処理が規定時間をオーバーした場合でもプロセス計算と制御演算は同期を取ることが可能である。また、同様に初期状態読込・保存等に関してもオメガランドから DeMPICS およびビジュアルモデラーに指令が出される。

4. まとめ

実プラントと同様の感覚で運転訓練を行うためには、プロセスモデルを精密にモデル化することに加え、実際に使用している運転操作端末や制御プログラムが必要であり、本シミュレータを用いることにより、実現可能となった。実例として当社ヘリウム液化機を精度良くモデル化することにより、運転訓練シミュレータを構築することができた。今後は運転訓練だけでなくプロセス設計、制御方法の改善、故障診断など多用途に応用していく。

参考文献

- 1) 飯村憲, 中嶋俊哉. 電気学会研究会資料 産業計測制御研究会, IIC-99-33-47, 69-76 (1999).
- 2) Maekawa, R.; Ooba, K.; Ando, K.; Nobutoki, M.; Nakashima, T.; Iimura, K.; Ohmura, K.; Mito, T. ICEC 22 Grenoble in France July 22, 2002.