パソコン DCS/Harmonas を使用して

大王製紙株式会社 三島工場 篠 原 靖

Experience of Using DCS (Distributed Control System) Interfaced with Personal Computer (PcDCS)

Yasusi Shinohara

Mishima Mill, Daio Paper Corporation

Two paper mills owned by Daio Paper Corporation have introduced DCS with a personal computer within one year of plant commissioning. The operator station which is based on Windows NT is connected to process controllers which are basically the same as conventional DCS with Ethernet. Easier operation, report, cost reduction of software and hardware are mainly expected after introducing the system.

1. はじめに

ここ数年パソコンの普及には目をみはるものがあるが、その要因の一つにこれまでよりも人とコンピュータを近づけ、コンピュータというものを意識せずに操作できる OS Windows の出現がある。一方でソフトウェアの使い勝手を向上させるための新しい高速プロセッサが市場に投入され、ますます使いやすい環境が整いつつある。

当初、事務処理が主としたアプリケーションが開発され、その使い勝手の良さから計測分野への応用が待たれていた。

当社の関係会社2社において Windows NT を使ったパソコン DCS が稼働し運転状況も安定してきており、その使用体験を報告する。パソコン DCS は山武ハネウェル製の Harmonas でライナーマシンと家庭紙マシンおよび薬品受入設備に導入された。ライナーにおいては Harmonas 1 システムでマシン 1 台と原質設備が、家庭紙については 1 システムで 2 台のマシンの原質、用排水設備が制御されている。家庭紙マシンについては既設設備にあらたにマシン 1 台が新設

されたもので、それまではアナログ計器が使用されていた。

2. Harmonas の基本システム構成

Harmonas システムは、制御 LAN (Ethernet)、そこに接続される 3 種類のヒューマン・インターフェース「協調スーパーバイザリ・ステーション (HSS)」、 「現場型パネル・ウィンドウ (FPW)」及び「現場型オペレーション・ウィンドウ (FOW)」と「協調コントローラ (HC)」から構成される (図 1)。

3. 選 定 理 由

〔薬品受入設備〕

既設シーケンサ盤の更新+ループ追加があり、今後順次パネル更新の予定もあるため初期投資を少なく段階的な集中管理を計画的に行いたい。

〔ライナーマシン〕

設備の規模は大規模なものではなく、また設備費用については出来るだけ抑えたいという要望があった。

〔家庭紙マシン〕

既設中操室にこれまでの二倍のループ数を納めなく

図 1 Harmonas システム基本構成図

ではならなかった。オペレータの作業負担を軽減する目的もあった。

個別の背景は別としても、過去こういったケースで自動化を行う場合、当社では技術検討基準の背景から

- ・パネル計器+シーケンサ または
- ・いわゆる DCS (小中規模向け、大規模向け)

という2つの選択肢しかなかったが、ここきて「パソコン DCS」という新しいシステムジャンルが加わり3つの選択肢より様々な技術検討を行い、従来のDCSとの差異を含め次のような検討を行いコストパフォーマンスの高いシステムとして選定した。

3.1 保全レベル

3.1.1 信頼性 (表1)

(1) HSS (オベステ)

①ハードウェア

HSSはオープン性を考慮し、汎用のパソコンを使用しているが、その性能及び信頼性を確認するためメーカーにて以下を行っている。

- ・製造元の設計、製造体制の確認

- ・DCS機器としての視点からの部品レベル、構造設計レベルのレビュー

- ・DCS機器と同一レベルの基準での評価試験

耐環境特性については、耐ノイズ特性、内部温度特性など、テストを行ってその性能を確認している。オベステはさらに高い信頼性が要求される場合、冗長化構成も可能である。

②基本ソフトウェア

オベステのオペレーティングシステム (OS) に Windows NTを採用している。Windows NTは基幹業務用に使用することを目的として開発された、信頼性の高いOSであり、当初より32ビット・プリエンプティブ・マルチタスクOSとして設計され、様々な保護機能を持ちアプリケーションの暴走などからシステムを保護するように作られている。メモリ保護について例をとれば、OSとのメモリ空間の分離をより完全に行っており、アプリケーションのメモリ不正アクセスの可能性を小さくするなど、より強力なメモリ保護機能を持っている。

表 1

機 能	Harmonas
*HMI	HSS (協調スーパーバイザリ・ステーション)
コントローラ	HC (協調コントローラ)
制御用 LAN	Ethernet

*HMI: Human Machine Interface

(2) HC (コントローラー)

①ハードウェア

コントローラーは従来の DCS コントローラの信頼性を継承する事を前提に開催されており、仕様、例えば IO モジュールの仕様 (A/D 変換の精度 等) も従来の DCS コントローラと同様といわれている。

製造工程での検査、ストレス・スクリーニング (温度サイクル、電源電圧変動) による初期不良の洗い出し等も従来の DCS と同様である。また、さらに高い信頼性を得るため冗長化構成も可能である。

②基本ソフトウェア

コントローラーは従来の DCS コントローラのソフトウェア資源を活用し、制御専用の基本ソフトウェアにて DCS コントローラと同様の安定性、信頼性を確保している。

コントローラーの冗長化は図 2 HC 機能ブロック図に示されるようにメインユニットは通信 I/F、通信制御モジュール、CPU モジュールと電源モジュールで構成される。

冗長化システムの場合、同じ構成のモジュールをもう一組使用するが、さらにそれらの二組のモジュールを制御するための冗長制御モジュールが使用される。二組のモジュールのうち一方 (プライマリ側) が実際に制御動作を行い、セカンダリ側は待機動作を行う。冗長制御モジュールはプライマリ側で制御周期毎に変化する運転用の内部データの、セカンダリ側への転送

を行っている。

プライマリ側のシステムで異常が発生すると、セカンダリ側から冗長制御モジュールに対し切り替え命令が出され、これを受けて冗長制御モジュールからプライマリ/セカンダリモジュールに対してそれぞれ制御停止/開始信号が与えられる。この信号により制御動作の実行はセカンダリ側に移り、制御が継続される。異常が発生したハードウェアは機能モジュール単位で交換が可能で、交換後そのモジュールは待機状態となる。

(3) 制御用 LAN (Ethernet)

制御用ネットワークに Ethernet を採用していることに関しては

- ・システム容量 (5. 今後の課題 参照) の範囲であれば Ethernet 特有の「衝突」によるシステムパフォーマンス (画面更新周期等) への影響が無いこと
- ・情報系とは別の専用の制御用 Ethernet であり、外部のシステムとハードウェア及び HMI (Human Machine Interface) の OS にてアイソレートされていること
- ・通信プロトコルについては標準プロトコル+メーカ技術によりデータの分割等なく、かつ通信の冗長化も技術的に問題無いこと
- ・Ethernet の冗長化が可能なこと

以上の検討により Ethernet を制御用ネットワーク

制御系 LAN (二重化)

図 2 HC 機能ブロック構成図

に採用したシステムであるが問題は無いと判断した。

(4) システム全体

オペステとコントローラのデータベースアラーム処理の分担は以下に行われており分散型の構造となっている。オペステは監視、操作、管理といったHMIの機能のデータベースのみ持っており、オペステの停止が制御には影響を与えない構造となっている。

計器データベースイメージ：HC

アラーム検出：HC

3.1.2 メンテナンス

- (1) 従来のDCSと同様にシステム全体でメーカーのサポートを受けることができる。
- (2) DCSと同等のメンテナンス用画面、システムアラーム機能等により保全担当者がシステムの状態を把握できる。

3.2 制御・運転レベル

昨今のDCSシステムはより重装備に向かう傾向であるが、今回のシステムは画面に関してはいわゆるDCSの基本画面（グループ、ディテール、グラフィック、トレンド等）による運転、監視の実現をねらった。一方制御レベルでは、ミニコン、ワークステーション、アプリケーション・モジュールといった機器によるアドバンスト制御、は不要であるが、従来DCSで行ってきたプログラム制御レベルであるところのシーケンスレベルまでは実現することを目標とした。

Harmonasシステムは従来のDCSの基本画面は全てありかつコントローラの制御・シーケンス機能も従来のDCSと同等である。

制御アルゴリズムも

- ・フィードフォワード付きPID
- ・速度型加算等のアドバンスト制御用計器も持ち、

また単なるPID計器でも

- ・干渉型、理想型の選択
- ・ゲイン切り替え、出力変化率リミッター、CAS時のレシオ、バイアス他コンフィギュレーションにより数十種類のバリエーションが1つのPID計器で可能である。

3.3 エンジニアリングレベル

ソフトウェア作成の容易さもシステム選定の重要な項目である。Harmonasシステムはオペステでエンジニアリングを行う。運転用基本ソフトウェア、エンジニアリング用基本ソフトウェアを1台のオペステに共存させることができるため、特別なエンジニアリングステーションは不要である。

以下の特長を有する。

- ・デバッグモード機能装備
- ・ファンクションシミュレータ

前述の基本構成図にあるように、オペステに直接接続され、実機が無くともソフトウェアの設計、製作、デバックが行える。

実機のコントローラでもデバッグモードによるデバックは可能であるが、このファンクション・シミュレータは我々ユーザがソフトウェアを作成、変更、追加する場合に事務所での作業を可能にする。従来の「特定の場所での設計、製作、デバック」ではなく効率のあがる場所を選択することができる。

- ・統合化エンジニアリング

RTCと呼ばれる統合化エンジニアリング環境があり、プラントの設備単位での管理が可能である(図3)。「コンテナ」と呼ばれる箱単位にその設備に関する仕様書、画面、計器、シーケンス仕様を管理することができる。再利用機能も装備している。

図3 統合エンジニアリング

この機能は Windows NT のアプリケーションであり、メニュー等 Windows に慣れていれば違和感無く作業をすることができる。

3.4 管理レベル

- ・汎用の表計算ソフトウェアにてレポートを作成できる、
- ・情報系ネットワークに容易にデータを渡せる、ことを目的とした。

Harmonas システムのロギングはマイクロソフト社の Excel により作成できる。

必要なデータを Tag No. パラメータ名でデータ呼

び出し用シートに定義する (図 4)。

実際のフォーマット部に呼び出しシートのデータを参照させ完成 (図 5)。

レポートはあらかじめメーカーの用意したレポートパッケージ、それらの変更で容易に作成することができる。

なお、さらに高度なレポートが必要であれば Visual Basic により加工できる。

従来の DCS の特別なソフトウェアの世界ではなく汎用のソフトウェアで実現できることが特長である。情報系ネットワークへは Excel ファイルを Windows NT の標準機能にて簡単にデータを渡すことができる。

4. 家庭紙マシンでの使用実績

4.1 システム構成、ループ数

図 6 のシステム構成図を参照のこと。

4.2 ソフトウェア機能

- (1) グラフィック画面 (プラントフロー、設定画面他) 64 画面
- (2) 各種インターロック
- (3) 複合制御
 - ①原料配合制御
 - ②薬品原単位制御
 - ③DDR フリーネス制御
 - ④サンドフィルター制御
 - ⑤その他

	A	B	C	D
1	5月17日	FIC100	FIC101	F
2	8:00	50	100	
3	9:00	60	120	
4	10:00	70	140	
5	11:00	80	160	
6	12:00	90	180	
7	13:00	100	180	
8	14:00	110	220	
9	15:00	120	240	

図 4 Tag No. パラメータ

	A	B	C	D	E
1	日報作成例				承認
2		運転日報サンプル			
3					山武
4	=				
5		FIC100	FIC101	TIC100	TIC101
6		サービス名称	サービス名称	サービス名称	サービス名称
7		1	2	3	4
8	8:00	10	50	60	90
9	9:00	20	40	70	80
10	10:00	30	30	80	70
11	11:00	40	20	90	60
12	.	.	.	.	.
13	.	.	.	.	.
14	.	.	.	.	.

図 5 呼び出しシート

図6 家庭紙マシンハーモナスシステム構成図

(4) シーケンス

- ①薬品希釈移送シーケンス
- ②高分子希釈移送シーケンス
- ③その他

(5) レポート

日報 3種類

4.3 評価

4.3.1 保全レベル

既に、ある工場では運転後1年以上経過したが、システムの不具合は発生していない。ライナーマシンの

システムでは基本ソフトウェアに新機能追加時（コントローラ通信機能追加）若干の通信不具合が発生したが、すぐに修復された。

4.3.2 制御・運転レベル

(1) 制御

制御・シーケンス機能はDCS用コントローラと同等の機能を持っており、当初、予定していた機能は全て実現することができた。

(2) 運転

DCSの基本画面はすべてあり、監視・操作は問題

無く行っている。オペステは専用のオペレータ・キーボードおよび PC 標準のキーボードが使えるが PC 標準のキーボードはエンジニアリング用として使用している。

今回のシステムでは専用のオペレータ・キーボードも装備した。オペステは計器の設定変更操作も含めタッチスクリーンで操作可能であるが、特筆すべき点として専用のオペレータ・キーボードの使用頻度より「マウス」がよく使われていることがある。「マウス」によりタッチスクリーンと同一の操作を行うことができるが、特に定常運転に入ってから使用頻度が高い。

4.3.3 エンジニアリングレベル

今回のソフトウェアは全てメーカーにて作成した。今後の改造は統合エンジニアリングツールを利用して自社で行っていく予定である。また今回、コントローラーの演算用標準計器である「関数電卓計器」の利用により、従来プログラムで書いていた演算を標準計器で処理できる。本電卓計器は各計器毎に計器仕様を決めるように演算式を割り付けることができる。

4.3.4 管理レベル

(1) アラーム

Harmonas システムはコントローラーにてアラーム処理を行っているが次の機能を有する。

- ・計器単位で複数のアラーム種類がある
H/HH, L/LL, 変化率 H/L 他
- ・アラーム種別に H, L, 緊急, 記録のみ, 等の設定が個々に可能
- ・計器単位で不感帯が別個に設定可能

CRT 表示はアラームサマリにより行う。なおシーケンス用のメッセージサマリも別途用意されている。

印字に関しては、連続印字も可能であるが今回のシステムでは検討の結果デマンド印字とした。当日発生したアラーム関連のデータは 1 日 1 回テキストファイルの形で自動保存される。ファイル名は年月日が付番されている。過去の履歴をたどる場合は Windows 標準のテキストファイルの形で保存されており、簡単に検索、確認、編集することもできる。

(2) レポート

前述のとおりマイクロソフト社の Excel で製作している。特長としては、Harmonas の標準画面にレポート管理画面があり、本画面よりレポートを選択（つまり該当の Excel を起動）し手入力等を行える。

5. 今後の課題

5.1 システム容量アップ

弊社では今後ともいわゆる「重装備」の DCS との

使い分けは行っていくが、Harmonas のシステム容量の増加によりさらにユーザ側の選択肢が広がると考える。現状の容量を次に記す。

オペステ：4 台 コントローラー：4 台

Tag No.：1,000 点

5.2 オンラインメンテナンス性

現状、計器の追加時はコントローラ単位でホールドモードにする必要がある。1 計器単位でのロードが出来るよう切望する。

5.3 制御用 Ethernet への異種機器接続

現在、三菱電機製 PLC MELSEC のみ異種機器として接続可能である。PLC に限らず、様々な異種機器の接続が望まれる。

5.4 プロセスデータサーバ

5.1 システム容量アップとも関連するが、複数の Harmonas システムの統合等、生産管理システムとの機能切りわけのためプロセスデータサーバの必要性が高まろう。

なお本件メーカーへ回答を求めたところ下記の回答を得ている。

(1) 本年末～来年初頭にかけての機能増強

①システム容量アップ

オペステ：8 台 コントローラー：8 台

Tag No.：4,000 点

②オンラインメンテナンス性

1 計器単位でのオンラインロード可能

その他現在 Harmonas の基本ソフトウェアでは Windows NT のバージョン NT 3.51 版を使用しているが NT 4.0 版となる。NT 4.0 版となることにより Windows 95 と基本操作等が同等となる。

(2) 制御用 Ethernet への MELSEC 以外の異種機器接続、プロセスデータサーバの接続

ユーザサイドのニーズをまとめ、検討中とのこと。制御用 LAN に Ethernet を使用したのも、こういったニーズを反映させていくためとのことである。プロセスデータサーバも含め従来の DCS と同様に段階的発展をさせていくと期待したい。

6. おわりに

今後とも、しばらく「パソコン DCS」と呼ばれるシステムと従来型 DCS の使い分けは、されていくであろう。ただしその区分けが難しくなるほどお互いのシステムはそれぞれ進化していくと考える。

重要なことのひとつとして、どちらのシステムであっても「情報系と制御系の融合」がある。情報系のハードウェア、ソフトウェアの技術進歩は著しく、一昔前

の情報系の構築は DCS とミニコンピュータ等の組み合わせにより、データ転送を行っていたが、その時代は通信手順、データフォーマット等の仕様を決め構築していた。またデータを追加するにも純粋なソフトウェア技術者の知識が必要であった。最新の Windows NT のネットワークでは単に「ファイル共有」の設定をするだけですぐにデータが共有できる時代になっている。その時代、時代での最新の情報系プラットフォームを DCS に生かせることが従来型 DCS も含め今後とも必須の機能となっていくと考える。

従来型 DCS の機能と Windows NT の機能をフルに利用できるシステムが市場に出始めており、ユーザサイドとしてはシステムの選択の幅が広がり喜ばしいことであるが、「低価格なシステム」も重要なことである。技術の進歩に伴いハードウェアの性能は向上し、価格は下降傾向にある。このハードウェアと、汎用のソフトウェアアプリケーションをさらに利用することでシステム全体の価格破壊が加速されることを期待する。