



操作機能を備えたパネルモニタの開発

Development of Control Panel Monitors

高木 宏昌^{*1)}
Hiromasa Takagi

錦 朋範^{*2)}
Tomonori Nishiki

要 旨

パネルモニタ（HG2M 形，HG4M 形）は民生用として広く普及しているコンピュータ用ディスプレイを F A（Factory Automation）用途に開発した HMI（Human Machine Interface）機器である。当社では人と機械の最適環境を創造するため、これら F A における HMI 機器に対し、使いやすさの追求と、標準化・オープンネットワーク・省・安全の四つをキーワードとしたグローバルな社会的潮流への対応をコンセプトとして開発を行っている。本稿では、われわれがパネルモニタの開発において、これらのコンセプトをどのように反映させているかについて具体的に述べることで、当社パネルモニタの民生品との相違および、HMI 機器としての F A 分野への適合性を言及する。

Abstract

The HG2M and HG4M panel monitors are HMI (Human Machine Interface) devices, developed especially for FA (factory automation) applications. To create the optimum environment for human and machine, IDEC is developing HMI devices under concept of pursuit of usability and correspondence to the worldwide trend of standardization, open network, save and safety as keywords. This paper refers to the difference between IDEC's panel monitors and consumer display products, and adaptability of these devices to FA applications by concretely describing how we incorporated these concepts into the development of panel monitors.



1. はじめに

人と機械が共存し、互いに協調するシステムや環境を HMI 環境と呼ぶ。そこでは様々な機器、つまり HMI 機器が重要な役割を担っている。それゆえに HMI 機器には操作性・確実性に加え、使いやすさなどの人間工学的配慮が要求されており、それをいかに実現させて人と機械の最適環境を創造するかが、開発のキーポイントとなっている。そのため、使いやすさの追求が開発を推進する上での一つのコンセプトになっている。

一方、標準化・オープンネットワーク・省・安全の四つをキーワードとしたグローバルな社会的潮流が加速度を増し、F Aにおける HMI 環境を取り巻く状況にある。こうした背景に基づき、グローバルな社会的潮流への対応も、いち早く当社のコンセプトとして取り入れ、開発に考慮している[1]。

操作・表示機器は HMI の最も代表的な機器であり、中でもタッチスイッチ付ディスプレイは GUI (Graphical User Interface) の特長である自由な表示および、操作レイアウトが可能な、機能性に優れた HMI 機器である。F Aの分野ではタッチスイッチ付ディスプレイと言えば、大半がプログラマブルディスプレイのことを指しており、われわれも H Gシリーズと称した、数々のプログラマブルディスプレイを開発しユーザに提供している[2][3]。ところが、最近では汎用性の高いパーソナルコンピュータがますます高性能・低価格になることで急速に普及し、F Aにおいても制御システムや計測システムの中核をなす機器として数多く利用されつつある。それに伴い、コンピュータ用ディスプレイすなわちモニタも、F Aシステムに欠かせない存在となりつつある。

そこで、制御盤等のパネルに取付け可能な構造を有した、F A用途に用いるコンピュータ用モニタをパネルモニタと称して開発を行った。F A用途を重視した HMI 機器である以上、開発に際しては冒頭で述べた使いやすさの追求とグローバルな社会的潮流への対応の二つのコンセプトを反映させており、その点が一般的な民生用のモニタとは決定的に異なっている。

本稿は、われわれがパネルモニタの開発において、この二つのコンセプトをどのように反映させているのかについて具体的に述べることで、パネルモニタの民生品との相違および、HMI 機器としての F A分野への適合性を言及する。まず始めに次章で、機能面の紹介を主体に、使いやすさを追求した結果に関して説明する。第3章では、四つのグローバルな社会的潮流への具体的な取組みと、主に性能面との関わりについて各々項目を分けて、個別に説明する。

2. 使いやすさの追求

2.1 GUI, SUI, SUI on GUI の必要性

押ボタンスイッチや表示灯は確実性や操作感に優れた HMI 機器であり、このインタフェースは SUI (Solid User Interface) と呼ばれ[4]、現在でも HMI 環境において重要な役割を担っている[5]。一方、前章でタッチスイッチ付ディスプレイは、GUI を備えた機能性に優れた HMI 機器であると述べたが、誤ってタッチスイッチに触れるだけで動作してしまうことや操作感が無いことなど、短所もいくらかある。したがって、GUI と SUI のそれぞれの特長を生かして、うまく使い分けることが HMI 環境の構築では必要となる[6]。そこで GUI 上で確実な操作感を実現した SUI on GUI の構造を有した、C Cスイッチと称するクリック感のある操作機構を開発することで、ユーザが HMI 環境を構築する上での新たな選択肢も提供している[7][8]。

パネルモニタは基本的には GUI を備えた HMI 機器であるが、上記の理由から SUI への配慮や、C Cスイッチの搭載にも取り組んでいる。次節以降で、パネルモニタの構成例を元にこれらの詳細を説明する。

2.2 パネルモニタの構成

パネルモニタ自体の主な機能は以下の通りである。

- (1)表示機能：液晶ディスプレイによりコンピュータから出力されるビデオ信号を表示する機能。
- (2)操作機能：タッチスイッチまたは C Cスイッチによる操作入力機能。
- (3)外部入出力機能：押ボタンスイッチや表示灯など SUI 機器との接続機能。

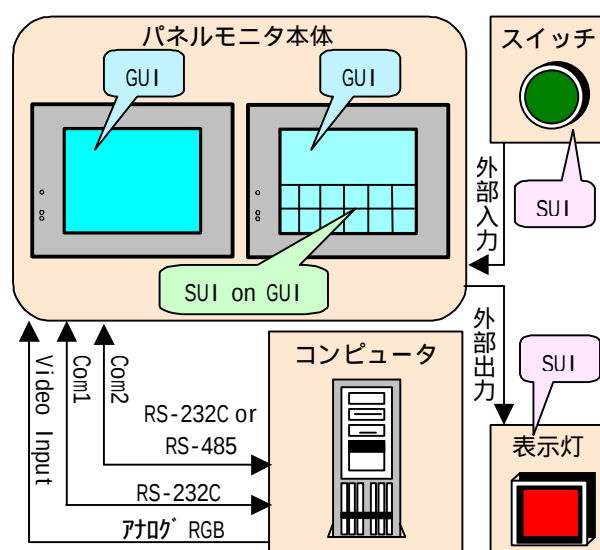


図1 パネルモニタのシステム構成

Fig. 1 System diagram of panel monitor

(4)通信機能：操作入力および外部入出力などの信号をコンピュータ側とシリアル通信する機能。

図 1 に、これら機能を用いたパネルモニタのシステム構成例を示す。

2.3 表示機能

パネルモニタには 6.5 インチサイズ液晶ディスプレイ (LCD) を搭載した HG2M 形と 12.1 インチ LCD を搭載した HG4M 形の 2 タイプがある。表示機能はタイプによって異なるが、基本的に LCD に依存する最大表示領域までの各種のビデオ信号に対応させた。表 1 に各パネルが対応するビデオ信号の種類を示す。本来、垂直および水平の同期信号には表 1 に示すような極性が規定されているが、現実にはコンピュータ (ビデオボード) によって様々である。そこで、パネルモニタでは使いやすさを考慮して、実際には正負どちらの極性の組合わせでも表示可能なようになっている。

入力可能なビデオ信号がアナログ信号である関係上、コンピュータ側の出力タイミングのばらつきやケーブル長などが、表示位置や信号処理のタイミングに影響するのでユーザでそれらを調整できる機能が必要である。われわれは使いやすさの面から、パネルに取り付けた状態で、前面から画面を見ながら各種の調整が可能な方法、つまりパネルモニタ前面 (左下隅) のメンブレンスイッチを押せば画面上に調整項目が現れ、同時に調整が不可能ないわゆる、オンスクリーンメニュー方式を採用した。表示に関してはオンスクリーンメニュー上で、水平位置・垂直位置・画面のにじみやざらつき (位相)・映像信号の時間幅と表示解像度の適合 (ドットクロック)・

輝度を調整可能とした。オンスクリーンメニューでは他にも、色合いに関する調整・通信に関する調整も可能とした。ただし、色調整は製品出荷時に標準値になるように工場内で行うので、通常はユーザ側で調整する必要がないため使いやすさを考慮して、色合いに関する調整機能は敢えてユーザには非公開とした。通信に関する調整は後の節で述べる。

HG2M 形のオンスクリーンメニューの様子を図 2 に示すが、例えば公共施設での利用など、システムによっては特定のサービスマン以外の操作者に、容易に調整項目に触れられては困る場合もある。そのため、背面のディップスイッチでこのオンスクリーンメニューが機能しないような設定もできるように配慮した。

なお、信号ケーブルが接続されていないか、接続先のコンピュータの電源が切れている場合は、画面全体を青色表示させて、パネルモニタ自身の電源が切れている事との違いを判別できるような機能も備えた。

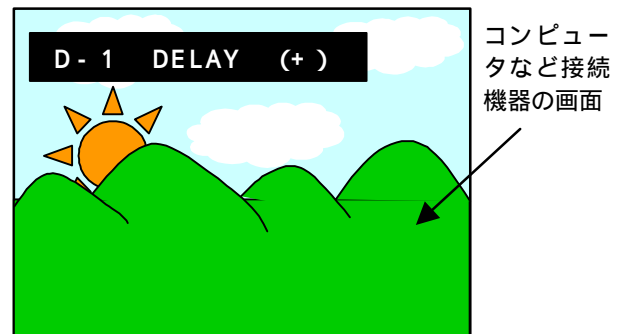


図 2 HG2M 形のオンスクリーンメニューの様子

Fig. 2 On screen menu of the HG2M

表 1 パネルモニタの対応するビデオ信号

Table 1 Video signal used for panel monitors

表示領域	水平同期信号 (kHz) / 極性	垂直同期信号 (Hz) / 極性	HG2M 形	HG4M 形
640 × 350	31.469 / 正	70.086 / 負	○	
640 × 400	24.827 / 負	56.424 / 負	○	
	31.469 / 負	70.086 / 負	○	
720 × 400	31.469 / 負	70.087 / 正	○	
	37.927 / 負	85.040 / 正		
640 × 480	31.469 / 負	59.940 / 負		
	37.861 / 負	72.809 / 負		
	37.500 / 負	75.000 / 負		
	34.971 / 負	66.611 / 負		
800 × 600	35.156 / 負	56.250 / 負		
	37.879 / 正	60.317 / 正		

：完全に対応する

○：表示可能であるが、LCD 下部に上部の折り返し画面が出るなどの条件が付く

2.4 操作機能

操作機能に関しては、GUI を重視した機種と C C スイッチを搭載して、SUI on GUI により操作性を高めた機種を用意した。GUI を重視した機種は、モニターとしては汎用性の高いアナログタッチスイッチを採用したので、コンピュータ側でマウスエミュレーションドライバソフト（以下、マウスドライバ）を利用することにより、タッチスイッチの操作で、マウスで行っていたような操作をより直接的に行うことが可能である。

一方、C C スイッチタイプは、マウスでパソコンを操作するようなオフィス環境とは違い、ある程度操作レイアウトが固定され操作に確実性が求められる現場環境に最適である。C C スイッチに関しては様々な角度から分析・検討を行っており[9]、またパネルモニタに搭載した場合の有効性も、ユーザ事例から既に実証されている[10]。なお、HG4M 形は画面が大きく操作面も広いことから、C C スイッチ以外の箇所もデジタル（マトリックス）タイプのタッチスイッチとして利用可能とした。なお、アナログタッチスイッチでは不可能な、タッチスイッチの二箇所同時押しができることもこのタイプの大きな特徴である。

2.5 外部入出力機能

図1に示したように、外部入力端子に押しボタンスイッチ、外部出力端子に表示灯などを接続すれば、コンピュータ側のプログラムにより、表示灯を点灯させたり、押しボタンスイッチの入力に応じた制御処理を行うことが可能となる。これも使いやすさを追求した結果、SUI への対応を考慮して、システム全体としての HMI 性を高めるために備えた機能である。

2.6 通信機能

タッチスイッチの操作信号や外部入出力の信号、および後述のバックライト制御信号をコンピュータ側と通信するためのものであり2つのポートを備えた。1つはタッチスイッチ（画面操作入力）専用の RS-232C ポートで、これはマウスドライバの利用を考慮したためである。このポートとマウスドライバの組み合わせは、C C スイッチタイプにおいても有効で、「マウスをクリックすれば作画されたボタンが動作する」ようなプログラムが、そのまま C C スイッチタイプにも利用できる。

もう1つのポートは外部入出力とバックライト制御信号を取り扱うが、背面のディップスイッチの設定により、このポートにタッチスイッチ操作信号を混在または非混在可能とした。これによりユーザ側で信号とポートの扱いの選択肢や、プログラム作成の自由度が増した。なお F A 用途を意識してこのポートには RS485 タイプも用意した。C C スイッチタイプはオンスクリーンメニューに



図3 HG2M 形の背面図

Fig. 3 Rear view of HG2M type

より、ボーレートなどの通信設定が変更可能であるが、これもプログラム側に柔軟に対応できる一面である。ただし、アナログタッチスイッチタイプはマウス操作を意識した関係で固定とした。HG2M 形の外部入出力端子、通信ポート、ディップスイッチなど、背面の様子を図3に示す。

3. グローバルな社会的潮流への対応

3.1 サイズの標準化

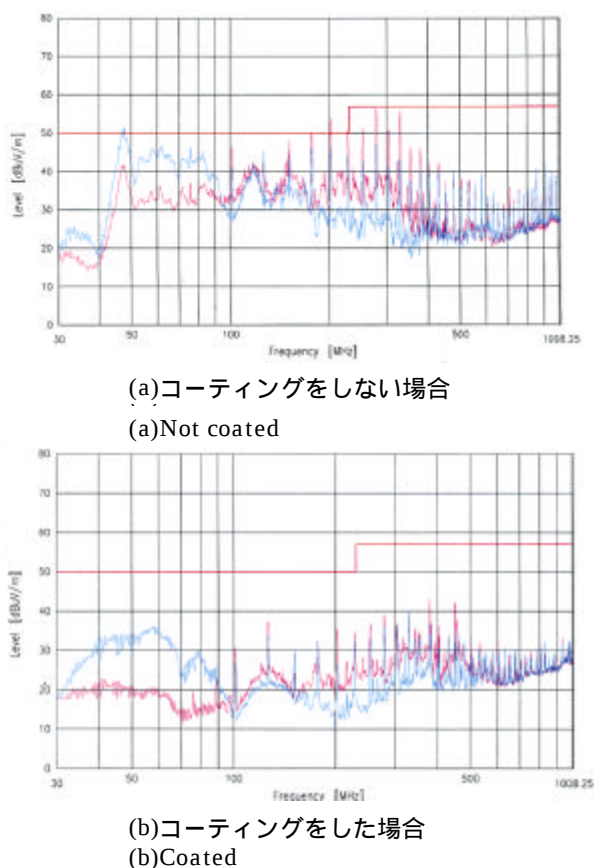
制御機器のパネル面の基準寸法は、唯一 DIN 規格^{注-1)}で規定されている。この国際標準の DIN 規格サイズを製品に採用することにより、形状ルールの標準化を推進しており、パネルモニタも、このコンセプトに基づいた外形寸法に統一している。またパネルモニタは、DIN48 サイズブロック化思想により SUI と GUI の標準化・統合化を開発したΣパネル[11][12]への搭載にも対応している。

3.2 各種の標準規格への対応

国際的な標準規格である、UL/CSA 規格^{注-2)}や C E マーキング（E N 規格）^{注-3)}への対応も、標準化の一環である。パネルモニタでは、以下の規格に準拠して開発を行った。

- 1) U L 規格 : UL1950
- 2) C S A 規格 : C22.2 NO.950
- 3) E N 規格 : EN60950 (LVD 指令)
EN50081-2 / EN50082-2 (EMC 指令)

特にエミッション（EN50081-2）に関しては、ハウジング内側に導電材をコーティングして遮蔽することで、基板上で発生するクロックの高調波成分輻射ノイズなどの、背面や側面からの漏れを低減させることができた。図4(b)が HG2M 形パネルモニタのハウジングに導電材を



測定条件等
 ・電波暗室(3 m法)にて測定
 ・赤色プロット：水平偏波
 ・青色プロット：垂直偏波
 ・接続機器：東芝 Libretto50

図4 EMI 測定データ

Fig.4 EMI measurement data

コーティングした場合のエミッションの測定結果であり、図4(a)のコーティングをしない場合に比べて、ほぼ測定帯域全体に亘って輻射ノイズは10dB以上低減していることがわかる。図中の赤線はクラスAのリミットレベルである。なお、測定は当社の電波暗室で行った。

表2 パネルモニタの主なイミュニティ項目
Table. 2 Main immunity items of panel monitor

項目	内容 (IEC50082-2)
静電気放電	接触放電: レベル 3(6kV) 気中放電: レベル 3(8kV)
放射電磁界イミュニティ	レベル 3(10V/m)
ファーストラングメント バースト	(コモンモード) 電源: レベル 3(2.0kV) 外部出力: レベル 3(1.0kV) 通信 I/F: レベル 3(1.0kV)
伝導妨害イミュニティ	レベル 3(140dBμV)
電源周波数磁界 イミュニティ	連続磁界: 10A/m(HG4M 形のみ)

また、イミュニティに関しては、主に表2に示すような項目に準拠させている。

3.3 通信プロトコルのオープン化思想

パネルモニタの場合、ホスト機器がコンピュータに限定されるのでオープンネットを搭載することはないが、その根底にあるオープン化の思想は通信プロトコルの考え方に反映させた。アナログタッチパネルタイプではマウスドライバに対応する通信プロトコルがあれば十分なので別のプロトコルを選択できるようにはしていないが、CCスイッチタイプは背面にあるディップスイッチの設定で、以下の3種類のモードを選択可能にした。

- (1) アナログタッチパネルタイプと同様マウスドライバに対応したモード。
- (2) HGシリーズのDMリンクプロトコルに準拠したモード。
- (3) 転送効率が良いパネルモニタ独自のモード。

(1)と(2)は既に他の製品などで利用されている、オープンなプロトコルであり、これらとの統合を図れるよう配慮した。

3.4 省への取組み

オンスクリーンメニューによる、輝度調整機能およびコンピュータ側からバックライトの点灯制御が行えるバックライト制御通信機能により、省電力化や省資源化(バックライトの長寿命化)に対応した。

また前章で述べた外部入出力機能は、パネルモニタの通信機能を利用することで、本来パネルモニタとは別個にSUI機器とコンピュータ間で行わねばならない通信接続を不要にしておき、システム全体として捉えた場合に省配線および省工数化を実現させていると言える。

3.5 安全への配慮

安全への配慮に関しては、基本的には3.2節で述べたEN規格のLVD指令に準拠した対策により行っている。特に配慮すべきは、感電防止対策である。この対策は機器への供給電源の種類により異なるので、DC入力タイプのHG2M形とAC入力タイプのHG4M形で差異はあるが、概ね以下の項目を実施した。

- 1) 電源基板と筐体の板金間で規定の空間距離が不足する箇所に絶縁シートを挿入。
- 2) 危険電圧(一次AC電圧、バックライトインバータ部)部へのケーブルなど可動部品の接触防止対策として、ケーブルシース部の2重保護とその固定。
- 3) AC電源入力端子台に、M3.5ネジタイプのUL承認品を採用することなどの対策により、保護接地端子を実現。
- 4) DC電源入力端子や外部入出力端子はフィンガーブ

ロテクト構造のヨーロッパ形端子台を採用。

また、電源異常に対する配慮も安全対策の一環として行った。一つには瞬時停電への対応であり、さらに、外部出力に RUN 出力を設けて、パネルモニタへの供給電源 OFF 時や停電時、また電源電圧の極端な低下による動作不能状態時を外部（コンピュータなど）に伝えることができるようにもしている。

4. おわりに

パネルモニタはその性質上、民生用のモニタとコスト的に比較されることが多く、コストダウンが今後の課題点の一つである。また、技術的な側面では表示面、特にタッチスイッチでの反射防止が検討課題として残っている。一方、モニタのハンディタイプ（ペンダントタイプ）化や、高品位を維持した上での映像信号ケーブルの長距離化、明るい日の当たる屋外での使用、表示の高精細化などユーザの要求はさらに高まってきている。これらのニーズに応えるためには、映像信号のデジタル通信化や反射型 LCD、低温ポリシリコン LCD の搭載など最新技術をいち早く取り入れて行く必要がある。これらの課題点を克服しつつ、引き続き当社のコンセプトに基づいて製品開発を行うことで、人と機械の最適環境構築に貢献して行く所存である。

注-1) DIN；ドイツ規格協会（Deutsches Institute für Normung）。

注-2) UL；米国保険業者試験所（Underwriters Laboratories Inc.，米国）。

CSA；カナダ規格協会（Canadian Standards Association）。

注-3) EN；欧州規格（European Norm）。

参考文献

- [1] 藤田 俊弘，新しい時代の HMI 操作表示環境～標準化・オープンネット・省・安全への対応～，システムコントロールフェア'97 技術講演会配布資料，1997 年
- [2] 紀伊 雅人 他，HG2A 形中型プログラマブル表示器の開発，IDEC REVIEW 1997，1997 年，p22-p28
- [3] 中島 幸市 他，HG1B 形小型プログラマブル表示器の開発，IDEC REVIEW 1997，1997 年，p29-p34
- [4] 坂村 健，トロンヒューマンインタフェース標準ハンドブック，パーソナルメディア，1996 年
- [5] 福井 孝男 他，操作における安全性を追求した

3 ポジションイネーブルスイッチの開発，計測自動制御学会ヒューマン・インタフェース部会，第 14 回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集，1998 年，p659-p654

- [6] 荻野 重人 他，モバイル形操作表示器を用いた HMI 環境の最適化，計測自動制御学会ヒューマン・インタフェース部会，第 14 回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集，1998 年，p295-p300
- [7] 長谷川 浩正 他，クリック操作機構を有するマルチメディア指向操作・表示端末の開発，計測自動制御学会ヒューマン・インタフェース部会，第 12 回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集，1996 年，p477-p482
- [8] M.Mamiya et al.，A New Way to Overcome the Uneasy Operation of Touch-Sensitive Displays by Incorporating "Click" Mechanism CC Switch，Proceedings of the 7th Conference on Human-Computer Interaction, (HCI'97)，San Francisco, California, USA, August 24-29, 1997, Vol.1, p619-622
- [9] 三輪 高仁 他，操作表示器における CC スwitch の操作感の検討，計測自動制御学会ヒューマン・インタフェース部会，第 13 回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集，1997 年，p293-p298
- [10] 錦 朋範 他，TV 放送局スタジオでの CC スwitch 導入による操作性の向上，計測自動制御学会ヒューマン・インタフェース部会，第 14 回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集，1998 年，p55-p60
- [11] Σパネル 新しい時代の HMI 操作表示環境の構築（第一回），電子制御，(株)高木商会 企画部，Vol.65（1998 春），p44-p47
- [12] Σパネル 新しい時代の HMI 操作表示環境の構築（第二回），電子制御，(株)高木商会 企画部，Vol.66（1998 春），p66-p69

執筆者

- * 1) 商品開発部 H7000 所属
- * 2) 商品開発部 H7000 開発リーダー