

## 小型描画 IC による低コスト機器向け GUI プラットホーム Software Platform with a Custom Drawing Chip for Low-cost Equipment

行田 知晃†  
Tomoaki Gyota

向井 卓也†  
Takuya Mukai

### 1. はじめに

従来、家電機器、設備機器などを操作するためのリモコン装置には、画面上に印刷された文字や図形の表示／非表示を切り替えるユーザインタフェース(セグメント液晶)が採用されてきた。近年、各機器の機能増加に伴い、固定パターンの組合せで画面を構成する従来のインタフェースでは、各機能を表現するための表示領域が小さく、見づらくなってしまっていた。こうした問題を解決するため、図形、文字などを表す画像をフルドット液晶ディスプレイに表示させ、分かり易いユーザインタフェースを提供することへの要求が高まっている。

一方で、セグメント液晶に比べ、フルドット液晶では、表示の自由度が高まる反面、画面を描画するための処理負荷は大きい。リモコン装置から家電機器、設備機器などを制御する処理が、描画処理により遅延する危険性がある。また、状況に応じた表示パターンを記憶するため、使用するメモリ量も大きくなる。そのため、これまでよりも高性能なマイコンに切り替えることが必要となり、フルドット液晶を採用できないことが多かった。

そこで本研究では、セグメント液晶機種で用いられる小型汎用マイコンで動作することを特徴とする、GUI プラットホームを提案する。

### 2. 課題

先行研究において、家電機器で用いられるマイコンを想定したプログラムサイズでの実現を特徴とした UI 管理システムが提案されている[1]。電子レンジ等でタッチパネルとカラー・フルドット液晶を搭載した製品を対象としたものであり、フルドット液晶が多く使われてきた携帯電話やカーナビの UI システムと比較して、小型のプラットフォームとなっている。

本研究は、セグメント液晶からモノクロ・フルドット液晶への切り替えを想定し、性能の限られた小型汎用マイコンに、フルドット液晶のための表示機能を搭載する。そのために、追加が必要となる描画処理量が少なく、マイコンのメモリ使用量が小さいプラットフォームを設計することが課題となる。

表 1 に先行研究と本研究で想定するマイコンの性能比較を示す。

表 1. 想定マイコン性能

	(携帯電話)	先行研究	本研究
動作周波数	2GHz	100MHz	10~30MHz
RAM	3GB	500KB	30KB
ROM	32GB	1~2MB	500KB

† (株) 三菱電機, Mitsubishi Electric

### 3. 小型 GUI プラットホーム

#### 3.1 小型描画 IC を用いたシステム構成

本研究では、小型のカスタム描画 IC を汎用マイコンに接続する構成を提案する(図 1)。

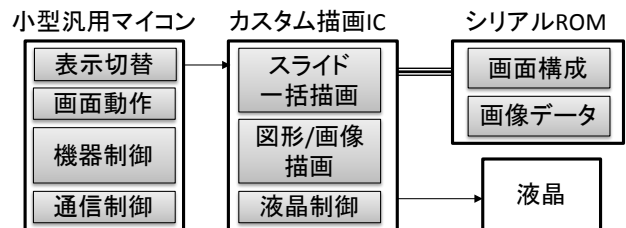


図 1. GUI プラットホームの構成

本カスタム描画 IC を用いたリモコン装置では、描画用メモリと液晶がカスタム描画 IC に接続されており、描画データ読み出しから液晶制御までを独立してカスタム描画 IC が実行する。汎用マイコンはユーザー操作などによる表示画面の切り替え判定(図中の画面動作)のみを担当する。画面切り替えは、切り替わり先の画面を特定するデータ(例えば、画面 ID など)をカスタム描画 IC にシリアル通信により指令する処理のみであり、マイコン処理負荷を低減することが可能である。

また、本構成により、画像データだけでなく、画面毎の表示画像や表示位置などの画面構成データも、マイコン処理で参照不要となる。そのため、描画用メモリに配置することができ、画面表示に必要なマイコン内のメモリ使用量を抑えられる。

#### 3.2 描画 IC によるマイコン処理負荷低減

前述の動作を実現するため、カスタム描画 IC には GPU 機能(画像描画、矩形描画などの単位で LCDC 内蔵 RAM に書き込む制御 I/F 処理)に加え、画面毎の表示内容を解釈して GPU 機能をコントロールする機能(スライド一括描画機能)を搭載した。スライド一括描画機能は以降で述べる 2つのモジュールから構成される。

##### (1) 基本表示制御モジュール

リモコン装置の画面には、時刻表示や状態表示アイコンなど様々なコンテンツが表示される。それらを分類し、最小限の表示制御処理をモジュールとして以下の 3 つの処理を抽出した。

- 画像切り替え：画像と位置を組とし、予め記憶した複数組から、指定した 1 組を表示する処理。
- 座標オフセット指定：オフセット量を指定し、以降の描画処理で座標をずらして表示する処理。

- 描画範囲切り替え：予め記憶した複数領域から、指定した 1 組で、以降の描画範囲を限定する処理。

例えば、機能説明の表示は文字列を画像化しておくことで、画像切り替えモジュールで表現可能である。これにより、処理が複雑なフォント検索が不要となる。また、画像オフセット指定と描画範囲切り替えを組み合わせることで、メニュー画面で用いられるスクロールウィンドウを表現可能である。

#### (2) モジュール組合せエンジン

モジュール組合せエンジンは、描画用メモリに保持された基本描画モジュール群を読み出して、定義内容に応じて GPU を実行する機能である。機器状態に応じて表示内容を変化させるため、マイコンに状態を問い合わせる仕組みを搭載した。以下にポイントとなる動作を示す。

- カスタム描画 IC からトリガ信号を発行すると、マイコンから状態値応答通信が送信される。
- マイコンは画面毎の状態値リストを保持し、トリガ信号に先行して応答通信データを生成する。

上記仕組みにより、カスタム描画 IC から状態値を指定する通信が省略でき、通信処理に必要なゲート数を削減し、描画時間も短縮できる。また、マイコンも予め用意した応答通信データをトリガに応じて送信する処理だけとなるため、マイコンに搭載されたメモリ転送機能(DMA など)を用いることで処理負荷を少なくすることができる。

## 4. 試作評価・考察

提案した小型 GUI プラットホームを用いて画面コンテンツを試作して評価を行った。比較対象には、スライド一括描画機能を搭載しないプラットホームを想定した構成として、汎用マイコンから GPU 機能を制御して描画を実行する構成(以下、比較構成)を用意した。

評価に用いたコンテンツは、空調用リモコンを想定し、運転モードと設定温度を含む画面とした(図 2)。

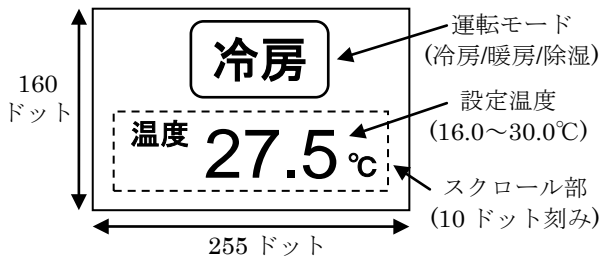


図 2. 評価用リモコン画面

#### (1) マイコン処理負荷の低減効果

各種描画パターンに対するマイコン処理時間と描画時間を表 2 に示す。なお、マイコン動作周波数は 10MHz、各操作の概要は以下のとおりである。

- 全体表示 : 最初の全体画面表示
- モード : 冷房から暖房への表示切り替え
- 設定温度 : 30℃から 29.5℃への表示切り替え
- スクロール : 下方向に 10 ドット分スクロール

表 2. 描画時間(括弧内はマイコン処理時間)

	提案構成	比較構成
全体表示	51.2ms (23.4ms)	80.0ms (97.2ms)
モード変更	38.0ms (34.4ms)	50.4ms (64.0ms)
温度変更	43.4ms (30.2ms)	85.6ms (95.6ms)
スクロール	43.0ms (23.4ms)	79.2ms (94.4ms)

いずれの操作においても、提案構成の方が描画時間、マイコン処理時間ともに短くなる結果となった。特に、マイコン処理時間は平均 30ms にまで低減できており、制御処理を含めて一般的な操作レスポンス時間 100ms 内を達成できると考えられる。

なお、全体表示の方がモード・温度変更よりもマイコン処理時間が短い点は、背景描画中に状態問合せの応答通信データを先行して生成でき、応答生成と送信の切り替えオーバーヘッドがなくなったためと考えられる。

#### (2) マイコン内蔵メモリ使用量の低減効果

評価コンテンツを実装したソフトウェアのメモリ使用量を表 3 に示す。

表 3. メモリ使用量(括弧表記は描画用メモリ)

	提案構成	比較構成
画像データ	(4.9 KB)	同左
画面構成	338 Byte (940 Byte)	1,596 Byte
描画ライブラリ	40 KB	126 KB

提案構成では、画面構成データの内蔵メモリ使用量を 7 割以上削減できることを確認した。また、比較構成は表示パターンに応じた処理最適化により描画性能を実現しているのに対し、提案構成では所定の描画処理をハードウェアで高速実行して描画性能を実現したため、描画ライブラリのサイズを大幅に小さくできた。

70 画面以上のコンテンツになる製品実装時でも画面構成データは 30KB 程度であり、描画ライブラリと合わせても 100KB 以内に収めることができ、機器制御や画面動作の処理を実装する容量を確保できると考えられる。

## 5. まとめ

本研究では、低コスト化が求められ家電機器へのフルドット液晶搭載を狙い、カスタム描画 IC を用いた小型の汎用マイコンで動作する GUI プラットホームを提案した。本プラットホームでは、画像切り替えを含む基本描画モジュールと、それらを組み合わせて画面を描画するエンジンからなるスライド一括描画機能により、マイコン処理負荷とメモリ使用量の低減を図った。

試作画面により評価を行い、マイコン処理負荷は約 30ms、メモリ使用量は 100KB 以内(70 画面換算)で、小型汎用マイコンで実現できることを確認した。

今後は、カスタム IC の低コスト化を見据え、より小型のマイコンで動作可能なプラットホームを検討していく。

## 参考文献

[1] 中西正洋、島中理英、尾上孝雄、家電機器向けユーザインタフェース管理システム、画像電子学会誌、Vol. 42(2013) No. 1, p. 81-88