

自動販売機の分散制御システム

桑木 政美(くわき まさみ)

指川 好宏(さしかわ よしひろ)

① まえがき

最近の自動販売機は、大形化、複合化、多機能化が進んでおり、ここ数年、マイクロコンピュータを中心とする電子制御が主体になっている。

特にこの1、2年はその傾向が顕著に現れ、自動販売機を扱うユーザーの要望も多岐にわたっている。この市場ニーズに柔軟に対応するため、従来の制御システム（集中制御方式）をベースに機能分散させ、新機能の追加、変更が容易にでき、拡張性に優れ、更に将来的に光通信方式にも対応可能な自動販売機の分散制御システムを開発した。

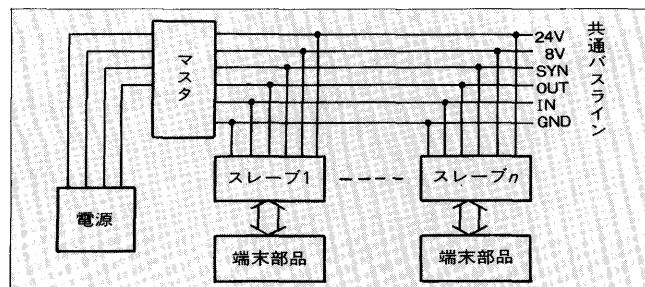
富士電機では、この分散制御システムをVTS（Vivid Transaction System）と呼び、本稿でも以下VTSと表現し、システムの紹介をする。

② VTSの概要

VTSは、複数のマイクロコンピュータにより構成された、マスタ・スレーブ方式の機能分散制御システムである。基本構成は、図1のようにマスタ制御部と複数のスレーブ制御部が電源を含め、わずか6本の共通バスラインで接続されている。その共通バスラインの内容を表1に示す。

VTSの基本となる制御ブロックの分割方法は、自動販売機の機能及び機構部品のレイアウトにより決めていく。各ブロックの制御対象となる端末部品の近くにレイアウトされたスレーブ制御部は、個々の端末部品の状態検出及び動

図1 基本構成図



桑木 政美

昭和38年入社。自動販売機制御の開発設計に従事。現在、三重工場電子制御部課長。



指川 好宏

昭和49年入社。自動販売機制御の開発設計に従事。現在、三重工場電子制御部。

表1 共通バス内容

名 称	内 容
24V ライ	交信インターフェース用電源及び搬出負荷駆動用リレー電源
8V ライ	電子回路用電源
同期信号ライ	コマンド同期用信号
出力信号ライ	マスターからスレーブに送信するシリアル伝送用送信データ
入力信号ライ	マスターがスレーブより受信するシリアル伝送用受信データ
GND	共通アースライン

作といった入出力制御を行う。マスター制御部は、管制塔の役目を持ち、各スレーブの状態監視及び動作指令を行う。具体的な内容については、後の章で詳しく説明する。

③ 開発のねらい

VTS制御を開発するにあたり、ねらいを次の事柄に置いた。

- (1) ユーザー要求は、業種により多種多様である。その要求に合わせて、組合せ設計が容易にできる構成とする。
- (2) 将來の機能アップ又は仕様変更を想定し、伝送仕様に拡張性を持たせ、追加・変更が容易な構成とする。
- (3) 各種自動販売機の制御部の共通化を拡大し、サービス部品数の低減を図る。
- (4) 故障診断を容易にし、メンテナンス時間・費用を低減させる。
- (5) 制御部の小形化を図り、最適配置によるスペース効率を向上させる。
- (6) シリアル伝送により配線数を削減し、信頼性の向上、処理の容易化を図る。

4 VTS 制御方式を採用した自動販売機の特長

4.1 拡張性、柔軟性

VTS は、自動販売機の機能をモジュール化し、自動販売機の仕様に合わせて、モジュールを組み合わせる方式である。そのため、自動販売機を設置後、その状況に合わせて新機能の追加及び変更を容易に行うことができる。例えば、将来の情報管理や、キャッシュレス対応カードシステムへの対応が容易となる。

4.2 短納期開発

各種自動販売機を構成する基本部分のモジュールは標準化することが可能となり、開発した制御基板は共通に使用できる。したがって、全く新しい自動販売機の開発に対しても、従来にない機能部分だけを開発すれば良く、設計効率の良い制御システムを構築でき、仕様決定後短期間でユーザーに提供することができる。

4.3 メンテナンスの向上

分散制御により各制御基板が小形化されるため、故障時における交換部を最少に抑えることができる。そのため修理が容易となり、メンテナンス費の低減が図られる。また、制御部が標準化されるので、サービス部品の種類も削減でき、保守管理も容易となる。

4.4 信頼性の向上

分散制御により、各端末部品の接続配線が短くなり、また、各制御部間はシリアル伝送を採用しているので本体と扉間の配線数も減る。そのため、配線処理が容易となり信頼性の向上が図れる。

4.5 デザインの自由度

分散制御により、各制御ユニットの小形化、薄形化が可能となり、小空間を効率良く利用できる。そのため、制御ユニットスペースによるデザイン面の制約が少なくなり、デザイン面の自由度が上がる。

5 システム構成と機能

図2にVTS制御のシステム構成の一例を示す。参考に、従来方式(集中制御)にした時のシステム構成を図3に示す。

ここでは、分割した各スレーブの役割とスレーブ化した理由、またマスタ制御部とのソフトウェア的な制御区分について簡単に説明する。

5.1 マスタ

マスタは、各スレーブを集中管理するためのもので、基本的に各端末部品の直接制御は行わない。機能としては、①各種設定データの記憶②各種売上データの演算処理及び

図2 VTSシステム構成図

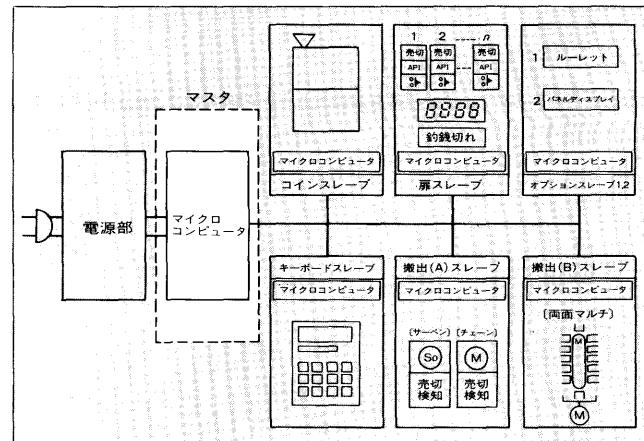
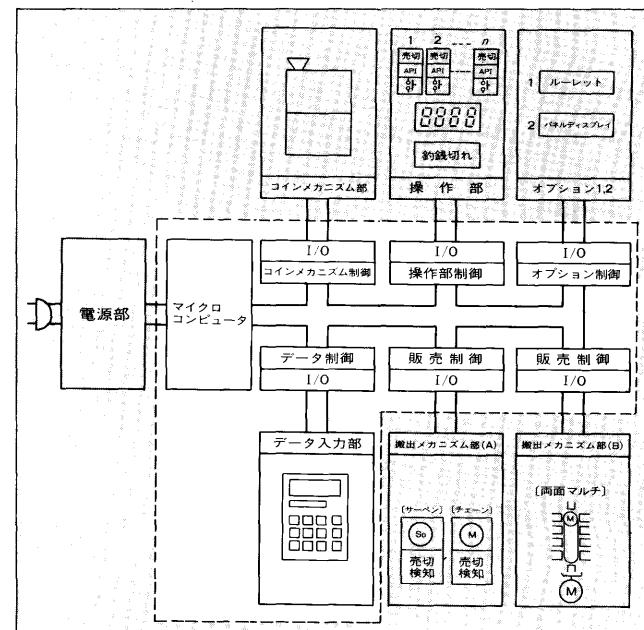


図3 集中制御方式システム構成図



記憶③時計機能④各種販売データの演算処理を備える。また、伝送制御はマスタ主導形のため、自動販売機の状態に合ったポーリングシーケンスをもつ。

5.2 キーボードスレーブ

キーボードスレーブは、自動販売機に必要な商品の価格設定や、販売データを確認するためのユニットである。このユニットの仕様は、缶系・カップ系といった自動販売機の種類や、ボトラー、オペレーターといったユーザーにより異なるものになる。

キーボードをスレーブ化した理由は、ユーザーごとに異なる仕様を要求された時の対応をできるだけスレーブ側で吸収しようとしたからである。

制御の分担については、自動販売機の管理するデータをマスタ側に記憶させ、スレーブ側では各種設定・確認を行う操作手順について管理させる。

このような制御区分にしたことにより、自動販売機の情報管理などデータ管理に関するユーザー要求に容易に対応

することができる。

5.3 扉スレーブ

扉スレーブは、商品選択スイッチや商品売切ランプといった操作パネル部を制御するユニットである。この操作パネルは、1枚のもの、また、大形機については観音開きタイプの2枚のものがある。また、コーヒー自動販売機の砂糖・クリーム用の増減ボタンのように、商品に対応した選択スイッチとは意味の違ったスイッチもある。

操作パネル部をスレーブ化した理由は、これら異なる操作パネルの全パターンを制御可能とし、共通化を図るために、扉と本体間の配線を削減するためである。

次に制御の分担は、スイッチの読み込み制御やランプ類の表示制御をスレーブ側で行い、操作パネル仕様に応じたスイッチ・ランプの意味付けをマスターで管理させる。

このような制御区分にすることにより、全自动販売機共通で使用でき、新機種開発期間の短縮も可能となる。

5.4 搬出スレーブ

搬出スレーブは、自動販売機の商品を取出口まで運ぶための搬出機構制御ユニットである。これらの機構には、缶を搬出するタイマ制御が必要な機構、異形容器を搬出するメカトロニクス制御が必要な特殊機構、シロップ・コーヒーを販売する原料・湯の吐出といったシーケンス制御を必要とする機構など、さまざまな機構がある。

搬出機構をスレーブ化する理由は、各種自動販売機を構成する搬出機構の種類別にスレーブ化しておき、ユーザーの注文に応じた組合せ設計を行うためである。

次に制御の分担は、マスター側で販売商品の内容を指令し、スレーブ側で各商品に対応した搬出機構の動作制御を行う。

このような制御区分にすることにより、搭載された搬出機構に対応したスレーブを組み合わせることができる。また、新機種開発に際しても、その機構の販売制御を付加するだけでよく、短期間で提供することが可能となる。

⑥ VTSの伝送仕様

VTSを構築する際に基本となる、マスター・スレーブ間の伝送仕様について述べる。仕様を表2に示す。

従来の集中制御方式のように、端末を直接制御するのではなく、データ伝送を行い、そのデータに従い端末を制御する方式である。そのため、従来に比べ処理が増えるので、できるだけシンプルな構成で対応できる仕様とした。

6.1 ネットワーク形態

自動販売機内を小形のローカルエリアネットワークと見なし、配線コスト、機能追加時の接続が容易なバスライン形を採用する。

表2 VTSの伝送仕様

項目	仕様
伝送方式	シリアル伝送(半二重)
伝送速度	4,800bps
送信レベル	0~24V
同期方式	調歩同期方式
絶縁方式	非絶縁
伝送距離	20m以下
最大端末数	14
ネットワーク	バス形式
バス制御方式	ポーリング/セレクティング方式

6.2 伝送方式

伝送方式は、調歩同期方式による半二重シリアル伝送とする。1キャラクタのビット構成を図4に示す。この選定にあたっては、一般的なマイクロコンピュータが内蔵しているシリアルI/O機能であること、更に配線コスト及び将来の光ファイバ通信への対応も考慮し決めた。

スピード及び信号レベルに関しては、現状のマイクロコンピュータの性能や、自動販売機としての応答スピード、耐ノイズ性を踏まえ、伝送スピード：4,800bps、信号レベル：0~24Vとした。

6.3 フレーム構成

伝送される1ブロックをフレームと呼ぶ。フレームは、アドレスコマンド(AC)フレームと、データフレーム及び制御フレームの3種類をもつ。図5にそれぞれのフレーム構成を示す。

6.3.1 アドレスコマンドフレーム(ACフレーム)

マスターから送信されるフレームで、スレーブの指定を意味するアドレスと、伝送の内容を意味するコマンドで構成される。アドレスはスレーブの拡張を考え最大32種類まで割付けができるようにしている。またコマンドは、全スレーブに対し汎用性をもたせるため、最少必要限におさえた。その内容を表3に示す。

6.3.2 データフレーム

データフレームは、マスターから送信されるものと、スレーブから送信されるものがある。構成は先頭にデータ長を表すバイトカウンタ(BC)、次にデータの種類を表すデータコマンド(DC)、次に実際に送信するデータ、末尾に誤り制御を目的としたフレームチェックコード(FCC)から成

図4 1キャラクタのビット構成

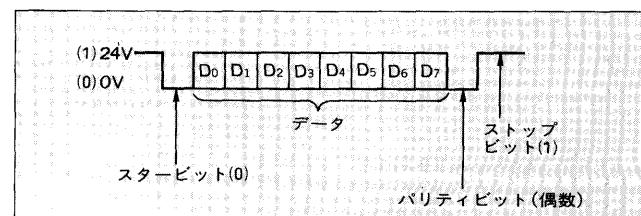


図5 フレーム構成

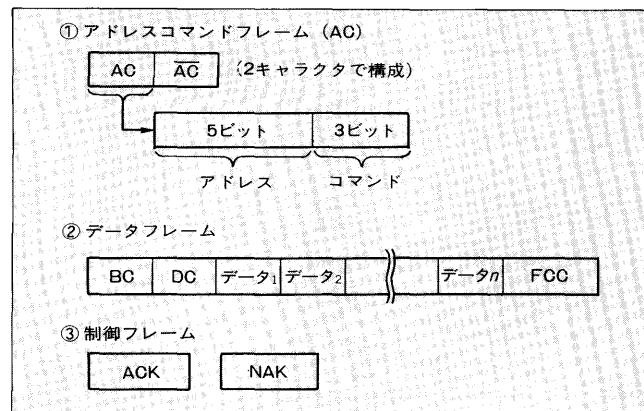


表3 コマンド一覧表

コマンド	名 称	内 容
0	スタンバイ	スレーブのイニシャライズ及び接続有無判定。
1	一括要求	スレーブの全データを要求する。
2	入力要求	スレーブのデータを要求する。
3	出力指令	スレーブに対しデータを送信する。
4	入力再要求	マスタが入力データを正しく受信できなかったとき再要求する。
5	出力再指令	マスタが出力データを正しく送信できなかったとき再送する。

る。このBCやDCを採用することにより、データ長の可変制御や、新機能を追加する時にも容易に対応でき、将来的拡張性に富んだ汎用性のある伝送制御が実現できた。

6.3.3 制御フレーム

制御フレームは1キャラクタで構成され、ACフレームに対するスレーブの状態を伝えるものである。

このフレーム構成の特徴は、応答スピードを少しでも速くできることを意識して、交信内容を最少限で実現しようとした点にある。つまり、各入力及び出力状態が変化した時、また、させたい時のデータを送受信する考え方を基本とする。ただし、万一データ交信の同期のずれが発生した時に備え、スレーブの入力状態を無条件に確認できる交信モード(一括要求コマンド)も考えてある。

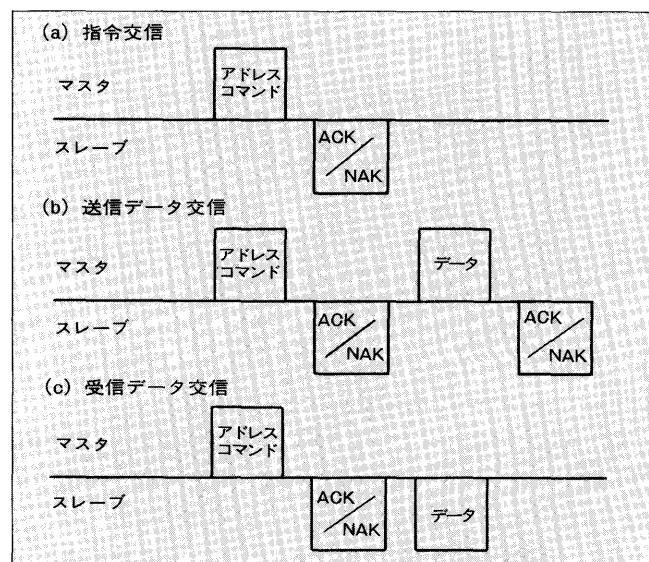
6.4 交信フォーマット

交信の主導権はマスタ制御部にあり、三つのパターンから構成する。内容を図6に示す。

6.5 交信エラー制御

データ伝送を行うシステムにおいて、ノイズなどの影響で交信ラインが異常となることは想定しておかなければならない。本VTSでもいろいろなケースを考え、交信エラー

図6 交信フォーマット



制御を行っている。

- (1) 1キャラクタ内にパリティビットを設ける。
- (2) データフレームには、全キャラクタの水平パリティをとり、LRC方式を採用する。
- (3) アドレスコマンドは半転二連送を採用する。
- (4) データの送受信が正常に行われないことを想定し、データの再送機能を設ける。
- (5) 規定時間内に応答がない場合(無応答)、交信のリトライ機能を設ける。
- (6) 半二重が基本だが、送受信ラインを同時にチェックする衝突検知機能を設ける。
- (7) ノイズなどによりマイクロコンピュータが暴走する最悪事態を想定し、強制的にハードリセットを印加する機能(システムリセット)を設け、異常時の回復処理を行う。

7 あとがき

以上、自動販売機制御システムの集大成ともいえる分散制御システム: VTSを紹介した。このVTSは昭和61年夏以降の新型自動販売機に搭載し、非常に好評を得ている。今後は更にシステム化の傾向が強まり、トータル的な機能アップや合理化が図られてくると思われる。したがって、常に自動販売機の利用者や管理者の立場に立って、より利用価値の高い自動販売機についていくためにも、今回開発したVTSをベースに自動販売機の制御開発に取り組んでいく所存である。

最後に、本システムの開発に際し、御助力・御援助を賜ったユーザーの方々、並びに関係各位に対し深く感謝の意を表す次第である。



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する商標または登録商標である場合があります。