

キャラクタディスプレイ端末の高機能化

若林真一

菊野 亨

吉田典可

高山雅行

(広島大学

工学部)

1. まえがき

近年、オフィスの生産性の向上を目指したオフィスオートメーション(以下、OAと略す)の発展に伴い、情報処理機器の複合化、システム化が図られてきている。こうした状況の中で、ユーザの要求に応えられる高機能端末のマンマシンインタフェースの開発は基本的かつ重要な課題となっている⁽¹⁾。

具体的には、OAでは特に重要な機能である文書処理(文書の作成、編集)におけるユーザインタフェース、関係データベースへの問合せや会議スケジューラ⁽²⁾などに代表される表形式言語におけるユーザインタフェース、ネットワークを介した電子メールにおけるユーザインタフェースなどを向上させることである。すなわち、よりユーザフレンドリなマンマシンインタフェースを開発することである。

本稿では、特に文書処理と表形式言語におけるユーザインタフェースの向上に留意して開発した高機能キャラクタディスプレイ端末装置STEADY⁽³⁾について述べる。STEADYではキャラクタディスプレイ端末に若干の制御回路を付け加えることにより高機能化を安価に実現している。

STEADYの主な機能としてはマルチウィンドウ、ページング、上下左右へのスクローリングなどがあり、文書の同時参照、移動、重ね合せが可能となり、文書処理の作業能率の向上が期待される。更に、ポインティング装置としてライトペンを備えており、これによりコマンドメニュー方式の操作性が高まると考えられる。

2. 高機能キャラクタディスプレイ端末装置STEADY

本稿では、キャラクタディスプレイ端末を対象にして、その上に高度なユーザインタフェースを効率よく実現することを検討する。

2.1 開発目的

開発した高機能キャラクタディスプレイ端末装置STEADY(Sophisticated Terminal for Character Display)の開発目的は次の通りである。

- (1) 文書処理に便利な機能である文書の同時参照、移動、重ね合せが容易に行えるようにする。
 - (2) 画面に表示される記号としてはASCII、グラフィックの他に、ユーザが新たに定義するものも含める。
 - (3) 表示される(そして出力される)文書のフォーマットに対するきめ細かい指定を許す。
 - (4) 図形情報の利用に適したポインティング装置を備える。
- これにより、文書処理、表形式のデータ処理などがユーザとの円滑な対話型式で実行できるものと期待される。

2.2 STEADYの概要

高機能キャラクタディスプレイ端末装置STEADYのシステム構成はビデオRAM方式⁽⁴⁾である。図1に示すように、表示

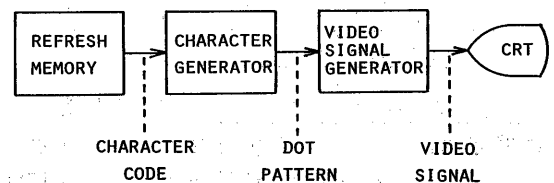
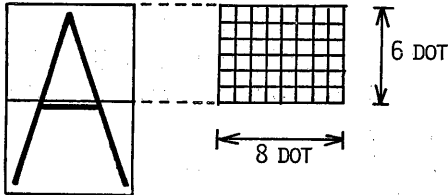


図1 ビデオRAM方式

する文字はリフレッシュメモリに文字コードとして保持されている。リフレッシュメモリは24K文字の容量を持ち、16K文字の表メモリと8K文字の裏メモリから構成されている。次に、メモリ内の文字コードはキャラクタージェネレータに送られ、文字のドットパターンに変換される。その後、水平および垂直の同期信号と共にビデオ信号としてCRT画面に表示される。

CRT画面上に表示される文字構成は図2に示す通りである。すなわち、1文字は2ピクセルで構成され、1ピクセルの大きさは6×8ドットである。



(a) 1 CHARACTER (b) 1 PIXEL
図2 文字構成

CRT画面全体の大きさは縦33文字(すなわち66ピクセル)、横80文字である。

3. STEADYの機能

先述の開発目的を達成するため、開発したSTEADYでは以下に示す機能を実現している。それらについて順次説明する。

3.1 マルチウィンドウ、ページング、スクローリング

(1) マルチウィンドウ CRT画面上に複数個のウィンドウを確保し、各ウィンドウにメモリの内容を表示する機能である(図3参照)。

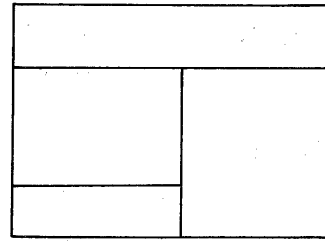


図3 マルチウィンドウ

STEADYには画面分割と画面合成の2つの基本操作がある。まず、画面分割とは図4に示すようにCRT画面上を横方向に任意の位置で切り、各部分画面に表メモリの内容を表示する操作である。

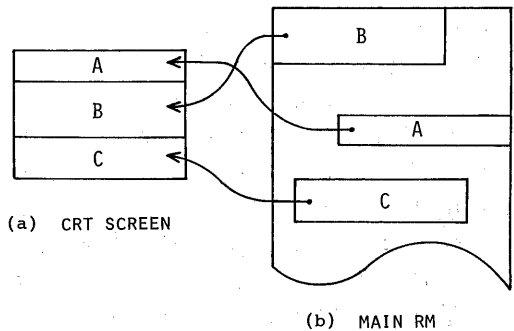


図4 画面分割

次に、画面合成とは同じ大きさの表メモリと裏メモリが与えられたとき、文字単位で表と裏を選択することで2つのメモリの合成を行う操作である。これにより、CRT画面上に任意の矩形領域をとることができる。したがって、画面分割で横方向に切られた画面を、更に縦方向に切ることも可能となる。この2つの機能を組み合わせて使用すれば、図3に示す複数のウィンドウをCRT画面上に同時に表示できる。

(2) ページング 任意の大きさのページを指定できる機能である。

1 ページの大きさは図5のように2つのパラメータ a , b を用いて, $a \times b$ ピクセルとして指定する。但し, $80 \leq a < 256$, $66 \leq b < 256$ ではない。更に, 裏メモリに対しては $a = 80$ である。次に, ページ数 n はメモリ容量の制約から表メモリは $a \times b \times n \leq 32 \text{ K}$, 裏メモリは $a \times b \times n \leq 16 \text{ K}$ を満たす最大数に設定される。

なお, (1) のマルチウィンドウ機能との併用により, 各ウィンドウごとに独立にページングの機能を利用できる。

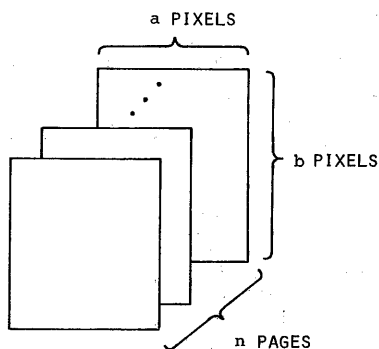


図5 ページング

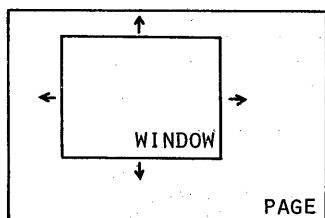


図6 スクローリング

(3) スクローリング ウィンドウに表示している各ページの領域を上下左右に移動させる機能である (図6参照)。

表メモリ上にとられたページに対しては各ウィンドウ内で独立に上下左右のスクロールが行える。しかし, 裏メモリ上にとられたページに対しては上下のスクロールのみ可能である。

3.2 ユーザ定義文字

標準として, ASCII文字128種類, グラフィック文字128種類とJIS規格文字256種を備えている。更に, これらに含まれない文字や図形をユーザが自由に定義するための機能(ユーザ定義用RAM)もある。

3.3 添字, 行間隔の変更, 下線など

(1) 添字 1文字を2ピクセルで構成し, ピクセル単位で上下にずらすことにより, 図7に示すように上下の添字ができる。また, 添字の添字といった多重添字も可能である。

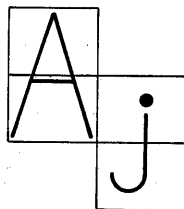


図7 添字

(2) 行間隔の変更 行間隔をピクセル単位で変更することにより, 従来のもの(1文字単位の変更)に比べてきめ細かい指定ができる。

(3) 白黒反転, アリンキング, 下線

文字単位で白黒反転, アリンキング, 下線を指定し, 特定の文字列を強調することができる。

3.4 ライトペン

ポインティング装置としてライトペン

が使用できる。これを用いれば、CRT画面上でコマンドメニューの機能が容易に実現できる。

ここで説明した8つの機能をキャラクタディスプレイ端末装置上で実現することで高機能化を図った。なお、3.1～3.4の諸機能は2.1で述べた開発目的(1)～(4)にそれぞれ対応するものである。

4. ハードウェア

ここでは、3. で説明した諸機能を実現するためにキャラクタディスプレイ装置に付加したハードウェアについて述べる。

4.1 ハードウェア構成

STEADYのハードウェア構成を図8に示す。CPUにマイクロプロセッサZ80-Bを用い、CRTC(文字表示制御用LSI)としてビデオRAM方式の日

立HD46505Sを使用している。

CRT画面上の文字表示は以下のようにして行う。CRTCからの水平および垂直同期信号が送られてくると、AGU(アドレス発生ユニット)はMAIN RM(表メモリ)へのアドレスを発生する。同時に、CRTCはSUB RM(裏メモリ)へのアドレスを発生する。これらのアドレスで指される各RM内のデータはSCC(画面合成回路)でMAIN RMかSUB RMの選択を行った後、キャラクタジェネレータにアドレスとして与えられる。キャラクタジェネレータ内には各文字のドットパターンが格納されており、指定されたアドレスのデータがシフトレジスタを用いて直列データに変換される。最後に、ビデオ信号ジェネレータから水平および垂直の同期信号と共に複合ビデオ信号がCRT上に出カされる。

STEADYと周辺機器との接続は次の通りである。まず、ホストコンピュータとの通信はRS-232Cにより直列的に行わ

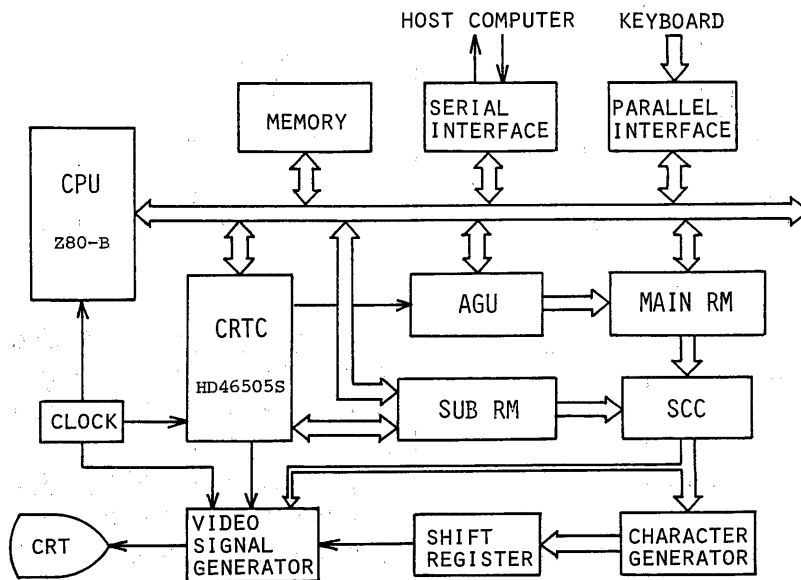


図8 ハードウェア構成

れ、通信速度は19200 bpsである。次に、JISタイプキーボードとは並列インタフェースを介して接続されている。

STEADYのハードウェア構成における特長はAGUとSCCの2つの回路にある。AGUを用いることで画面の横方向の分割と左右のスクロールを効率よく実現している。SCCを用いることで2つのメモリMAIN RMとSUB RMの内容の合成がCRT画面上で可能になっている。以下、4.2と4.3でAGUとSCCについて詳しく説明する。

4.2 アドレス発生ユニットAGU

キャラクタディスプレイ装置では、CRT画面に表示されたデータは一定の周期でリフレッシュされる。そのため、表示データを指定するには、与えられた表示開始アドレスからの連続したアドレスが一般に用いられている。しかし、この方法の場合には、通常、画面の横方向の分割は困難であり、仮りに分割ができたとしてもその分割数に制限がある⁽⁴⁾。

それを解決するためSTEADYではアドレス発生ユニットAGUを導入した。AGUは2つのメモリRAM-1、RAM-2、ラッチ回路LATCH-1、LATCH-2、カウンタ、加算器から構成されている(図9参照)。

RAM-2にはCRT画面の各行ごとにその先頭に表示されている文字の(MAIN RM上の)アドレスが格納されている。一方、RAM-1には、画面分割に関する情報として0または1が行単位で保持されている。

0 … その行で分割が行われない。

1 … その行で分割が行われている。

このRAM-1とRAM-2を用いることで、分割数に制限のない画面分割を実現している。

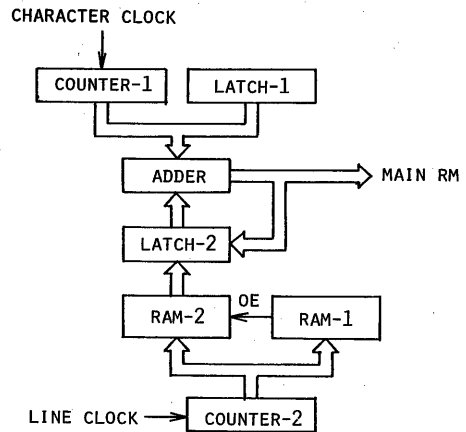


図9 AGUの構成図

次に、AGUによるアドレス発生方法について例を用いて説明する。図10の例を考える。同図で、SAD 1~SAD 3はMAIN RM上のアドレスを表す。今、CRT画面上の5行目の先頭からのデータについて説明する。この場合、RAM-1内の対応する内容は1となっている。そこでOE=1として、画面分割を行うことをRAM-2に知らせる。RAM-2内の対応する内容はSAD 2となっている。RAM-2から出力されたSAD 2はLATCH-2内に保持される。引き続き、COUNTER-1の内容、0、と加算した後、MAIN RMに渡される。次からは(OE=0として) LATCH-2の内容にCOUNTER-1の内容を加算することにより、連続したアドレスが発生される。

次の行に移る操作について説明する。この場合画面分割の必要はなく、RAM-1の内容は0となっている。したがって、OE=0となり、LATCH-2の内容が引き続き用いられる。もし、対応するページにおける1行の文字数がCRT画面上の1行の文字数よりも大きいならば、LATCH-1の内容(ページ上の1行の文字数)をLATCH-2に加算する。このよ

うにしてCRT画面上の任意の位置に現われる文字に対するMAIN RM上のアドレスが発生される。

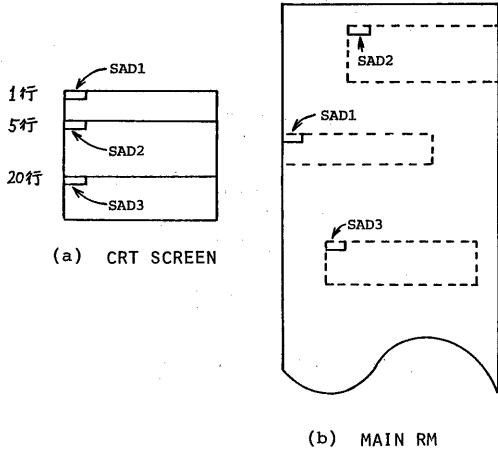


図10 AGUの画面分割

また、上下左右のスクロールを行うには、RAM-2の内容(先頭アドレス)を変化させれば容易に実現される。

このようにして、ユーザはページの大きさを考慮することなく、CRT画面の任意の行での画面分割、及び、ページ上での上下左右へのスクロールを行うことができる。

4.3 画面合成回路 SCC

先にも説明したように、画面合成回路 SCC を用いると、MAIN RM の内容(表画面)と SUB RM の内容(裏画面)を合成した画面を CRT 画面上に表示できる。

SCC の構成図を図 11 の点線の中に示す。Pixel Selection Memory (PSM) は文字ごとに表画面か裏画面かの選択に関するパターン情報を保持している。Multiplexer で MAIN RM と SUB RM の選択を実際に行う。

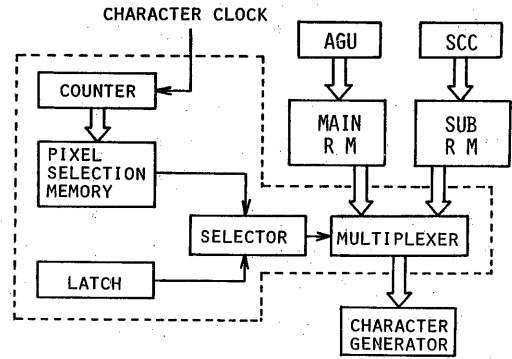


図 11 SCC の構成図

画面合成を図 12 の例について説明する。図 12 (a), (b) はそれぞれ表画面と裏画面を表している。同図 (c) の合成パターンは PSM に保持されている情報である。この場合、表画面と裏画面の文字ごとの選択を行った結果として、同図 (d) に示す合成画面が CRT 画面として表示される。

なお、PSM 内の合成パターンを適用しない場合には、図 11 の LATCH を用いて表画面か裏画面かの選択を行う。前述の PSM を利用した文字単位ごとの選択を行うのか、それとも LATCH を用いて画面ごとの選択を行うのかの指示は同図の SELECTOR で与える。

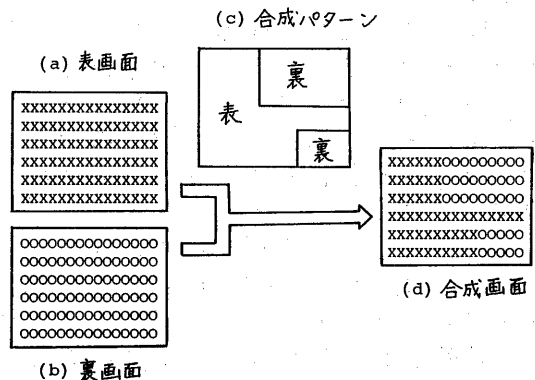
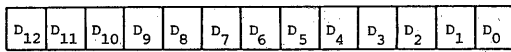


図 12 画面の合成

このSCCを用いると、CRT画面上での縦方向の分割が可能となる。これとAGUにおける横方向の分割とを組み合わせることでマルチウィンドウの機能が実現できる。

4.4 属性制御

MAIN RM および SUB RM 内に格納される各文字の属性について説明する。図13にそのデータ構造を示す。同図で各 D_i ($0 \leq i < 12$) は1ビットに対応している。



- $D_0 - D_8$: CHARACTER GENERATOR ADDRESS
- D_9 : USER DEFINITION CHARACTER
- D_{10} : REVERSE
- D_{11} : BLINKING
- D_{12} : UNDERLINE

図13 データ構造

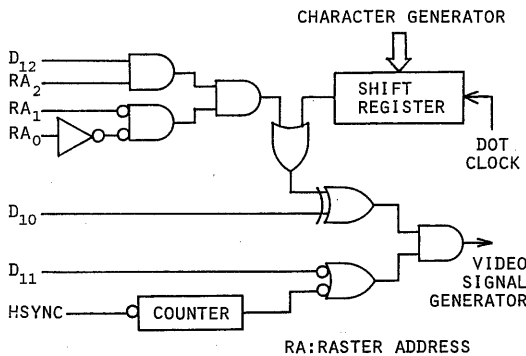


図14 白黒反転, ブリンク, 下線

$D_0 \sim D_8$ の9ビットはキャラクタジェネレータへのアドレスとして用いる。残りの $D_9 \sim D_{12}$ の4ビットは、それぞれ、ユーザ定義文字、白黒反転、ブリンク、下線の指定に用いる。

図14に、白黒反転、ブリンク、下線の3つの機能を実現する回路の構成図を示す。

5. 考察

製作したSTEADYの性能について若干の考察を行う。以下では端末の性能を計る1つの目安であるディスプレイ装置の表示速度について述べる。

表1にSTEADYの種々の描画処理に要する処理速度を示す。

機能	処理速度
1文字表示	500 μ sec
スクローリング	420 μ sec
ページング	750 μ sec
ウィンドウ(横分割)	3 msec
1画面消去	51 msec

表1 描画処理速度

今、代表的な高機能グラフィックディスプレイの1つであるSUNワークステーション⁽⁵⁾のビットマップディスプレイ装置と性能の比較を行う。CRT1画面の消去については、STEADYが51msec(表1参照)であるのに対し、SUNでは70msecである。また、スクローリングについては、STEADYが420 μ sec(表1参照)であるのに対し、SUNでは130msecとなっている。この比較結果より、STEADYでは高速な描画処理が実現されていると言える。

5. あとがき

本稿では、キャラクタディスプレイ装置を対象にして、高度なユーザインタフェースの効率のよい実現を目指して開発したSTEADYについて述べた。STEADYでは高速な画面処理を行うことができることが確かめられた。STEADYの主な機能であるマルチウィンドウ、ページング、スクローリングなどを利用すれば、文書処理（文書の作成、編集）に関するユーザインタフェースや表形式のデータ処理（関係データベースの間合せ、会議スケジューラなどの操作）に関するユーザインタフェースをよりユーザフレンドリな形で提供することができると思われる。

今後の課題としては、(1) STEADYの基本機能を有効に使う応用プログラム（例えば、ワードプロセッサや会議スケジューラなど）を開発すること、(2) 文書の重ね合せを実現するのに必要となるページのオーバーラップ機能を付加すること、(3) ポインティング装置をライトヤンからマウスへ切り換えること、そして、(4) STEADYをインテリジェント端末化すること、などである。

謝辞

最後に、本研究に関し熱心な御討論を頂いた本学大学院生 杉原一夫、宮尾淳一、並びに、製作に御協力頂いた本学生 小林貢、小村誠の各氏に感謝する。

文献

- (1) 石田晴久：高機能型端末のヒューマンインタフェース，情報処理，Vol. 24, No. 6, pp. 744-749 (1983).
- (2) Kikuno, T., Yoshida, N., Sugihara, K., and Arame, K. : Scheduling of meetings in office information systems, Proc. COMPSAC'82, pp. 318-325 (1983).
- (3) 若林，菊野，吉田，高山：高機能キャラクタディスプレイ端末の開発，電気四学会中国支部連合大会予稿集，p. 97 (1983).
- (4) 香園一郎：文字／グラフィック表示制御用LSIの技術動向，情報処理，Vol. 24, No. 7, pp. 870-879 (1983).
- (5) 多田好克：SUNワークステーション，情報処理，Vol. 25, No. 2, pp. 132-137 (1984).