

LINKS-1: コンピュータグラフィックスシステム

西村 仁志 出口 弘 大野 廣司 河田 亨
白川 功 大村 皓一 尾崎 弘(大阪大学 工学部)

[1] まえがき

従来、コンピュータシステムは、作業の自動化、及び一定で高品質の製品(出力)を生み出す作業を可能にすることを目的として導入されてきた。マイクロコンピュータの登場により、コンピュータシステムは、映像分野に限定しても、カメラの周辺装置や特殊効果装置の制御など、さまざまな応用範囲に浸透してきている。

映像における創作活動とは、思考と物理的作業の積み重ねである。

LINKS-1・コンピュータグラフィックスシステムは、表現の自由度拡大による思考活動への援助を主目的としており、新しい表現法の案出、実験、及び実用化のための道具として開発されている。

映像創作は、画像生成、画像合成、及び画像編集の三要素から成り立つ。LINKS-1の画像生成では、既存の映像素材(自然物、及び絵画、実写による素材)に束縛されずに、自由な発想の下で素材を創造するため、コンピュータによる物体の3次元イメージの画像化が中心となっている。(1)

画像合成では、通常、複数の画像から一枚の画像を合成する処理を試行錯誤で決定する面が強い。合成処理手順の生成、及び変更は、柔軟に行えるよう設計されている。

映像の時間軸制御を行う画像編集においては、編集手順の記憶とともに、タイムシートのコンピュータグラフィックス化などによる映像の流れの直感的な把握が有用である。

[2] コンピュータグラフィックスのためのマルチマイクロコンピュータシステム

映像創作の分野においては、常に新しい映像が要求されるため、固定機能のコンピュータグラフィックスシステムは不適である。

システム各部におけるソフトウェア及びハードウェアの開発が、システムの組み上げられた後でも継続して行われるLINKS-1では、マルチマイクロコンピュータにより、モジュール化されている。モジュール化されたシステムでは、ソフトウェア及びハードウェアの作業が分化されており、十分に独立性の高いユニットコンピュータにより、1つのモジュールが構成されていれば、システム各部が物理的に分離されるため、各作業の独立性が高くなる。したがって、システム開発中におけるシステムダウンの危険性を分散することができる。(2)(3)

例えば、画像発生部とデータベースが物理的に分離され、独立性の高い動作を互いに保ち続けるならば、画像発生部がダウンしても、データベースを破壊するなどの危険性が少ない。

また表現手法の付加更新は、I/Oの増設、変更を多く伴う。各I/Oに対応するオペレーションをモジュール化し、ユニットコンピュータ上に実現することにより、システムに直接手を加えることなく、モジュール単位でソフトウェア及びハードウェアのI/Oの開発が可能である。

画像生成の速度は映像創作における

ユーザの活動を支える重要な要素である。

計算能力の高い大型計算機では、実時間処理に対応するために、ワークステーションに機能を分散させていく(図2-1(a))。

ところが、画像生成ではワークステーションが受け持つ能力——入出力インターフェース——が、処理の主要部分であり、ワークステーションがコンピュータグラフィックスシステムの核となる(図2-1(b))。各ワークステーションには、それぞれ高い計算能力が要求される。

画像生成では、低いレベルの関数を多回数、繰り返し処理するため、マルチプロセッサにおける並列処理は、計算速度の向上に適している。

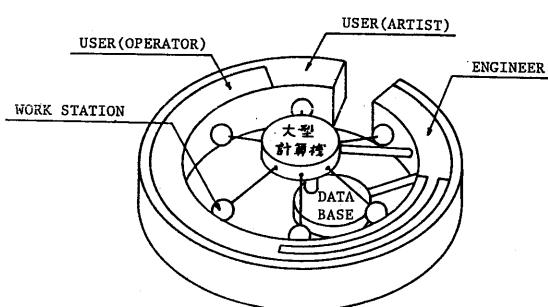


図2-1(a) 従来のコンピュータグラフィックスシステム

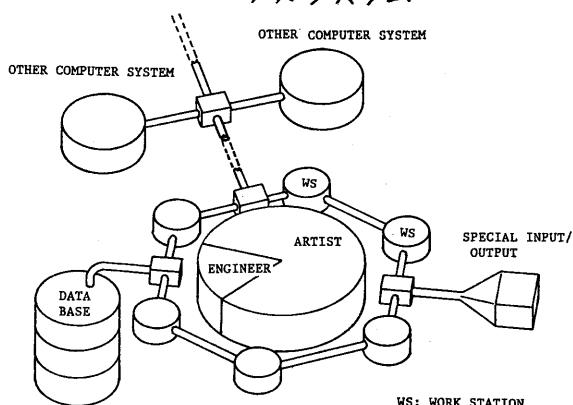


図2-1(b) LINKS-1 コンピュータグラフィックスシステム

[3] LINKS-1 のシステム構成

3-1 使用環境

ユーザ指向のグラフィックシステムを実現するためには、設計者とユーザの意志疎通を完全に行うか、設計者が自身がユーザであることが必要である。特に、ユーザインターフェースの使い勝手などは、ユーザの個人差により大きく仕様が変わる。これに対応するため、設計者又は、技術者は、その時点でも利用可能な道具のみ準備し、システムの組み立ては、ユーザ自身が行う。言い換えれば、入出力手段は与えるが入力—処理—出力の間の関係は、ユーザが選択し、ユーザの個性に合った環境を、ユーザ自身が作り出せるようにする。

ユーザが自分のための環境を構築する期間が、コンピュータ上の学習期間に相当する。コンピュータは、同じ操作(入力)に対し、同じ反応(出力)を行なうため、安定した学習が行える。不安定な道具を巧みに操作する、いわゆる職人養成を行なう必要がない。

コンピュータは、本質的にはエンジニアとアーティストの間にに入るオペレータを必要としない。手順の記憶が可能であり、学習結果(出力だけでなく過程も含む)が、無駄にならない。したがって、学習の蓄積が、対象自身であるコンピュータとともにに行なうことが可能である。

3-2 画像生成システム

画像生成システムでは、高い表現能力を持つラスタスキャンディスプレイ上の陰面処理を施した3次元物体の陰影表示が中心となっている。画像生成アルゴリズムの中核は、視線探索法である。(4)

ディスプレイ上の画素に対応する視線方向の物体を探査し、視線上にある物体表面の光の状態を計算して、各画素の色及び輝度を決定する（図3-1）。視線探索法は、単純なアルゴリズムのため、多様な表現手法の変更附加に対応できる。

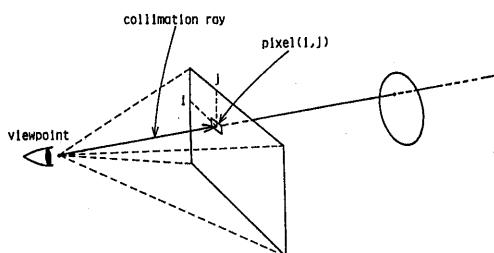


図3-1 視線探索法

LINKS-1の画像生成システムにおける動画作成のための手順（物体データ入力及び動作データ入力）を、以下に示す。（5）

3-2-1 物体データ入力

物体データ入力では、基本形状入力及び部品接続による物体生成手続きから成る。

(a) 基本形状入力

物体を構成する最も基本的な単位データは、本システム（LINKS-1）では、三角板、二次形式、及び濃度球である。（1）多面体を構成するための三角板の3頂点、二次形式を与えるマトリックスの各要素、及び濃度球の位置、範囲が、最終出力データの主要素である。

(b) 部品接続

基本形状間に接続情報を与えて、新たに物体を構成し、名前付けを行う。

3-2-2 動作データ入力

シーン設定による動作対象の設定、時間設定を行う。

(a) シーン設定

名前付けられた物体を空間上に配置し、各物体間に相互関係を与える（相対運動などの表現に備える）。光源の初期設定（使用光源の選択——光源の種類、色、強度——）も含む。

(b) カット設定

シーン設定とは基本的に変わらない。視線、物体及び光源の動作曲線を、実際に与えることにより時間設定を行う。

カット設定時に、特定の物体の形状に関するパラメータに対する操作を設定し、基本形状入力プロセスを制御して、各カットで形状を変形させる。同様な操作は、部品接続プロセス、及び光源初期設定プロセスに対して行われる。

3-3 合成処理

(a) マット合成処理

複数の素材（画像）に種々マスクを与えて、素材の使用領域を限定し、1枚の画像へ複写する。画像生成で得られた素材を実写へはめ込む。

(i) 輪郭抽出による合成用マスクの自動生成

2値化、細線化などの画像処理により、画像より合成用マスクを自動生成する。

(ii) 距離抽出による合成用マスクの自動生成

ステレオカメラ(2入力及び3入力)により、被写体との距離情報を抽出し、合成用マスクを自動生成する(図3-2)。

(iii) パターン認識の手法を導入しマスク対象を自動選択

合成用マスクを、生成すべき被写体に移動等の変化がある時に、自動的にマスク対象を選択、フォローする。

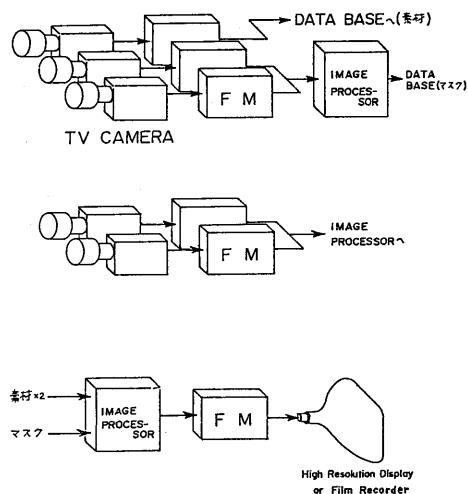


図3-2 自動マスク生成

(b) 画像間の演算処理による特殊効果合成処理

複数の画像に対し、種々の演算子(加減乗除、微積分、他)を作用させることにより、新たな合成画像を得る。

画像処理を行なう演算子を表現する言語は、次の様なものとなるであろう。

この言語は、演算子の型(構造)を規定するだけであり、入出力操作(

file open, read, write, closeなど)、メモリの概念(ポインタ、配列、カウンタ)によるデータアクセス操作を扱う必要のあるものでは不適当である。

また、演算子の構造は、マルチプロセッサの処理構造に作用を与える。

3-4 編集処理

(a) 編集処理

マルチマイクロコンピュータシステムによって生成(合成)された一連の画像に、選択、結合、削除、挿入などの操作を行い、画像の時間軸方向の処理を行う。

編集処理は、編集システムからの操作手順を含む処理構造指示に従い、映像データベースがこれを実行。映像データベースシステムは、マルチマイクロコンピュータ、及びマルチディスクファイルから構成されている。

(b) 編集処理のための入出力

編集操作の指示を与えるための入力手段、及び指示の確認のための出力にマルチマイクロコンピュータの入力装置、及びその生成する画像を用いる。

例えば、編集操作を指示するタイムシートとして、編集者のイメージを、コンピュータグラフィックスを用いて表現し、同時に編集操作用パラメータを出力する。

LINKS-1における機能上の流れ図を図3-3に示す。

本システムでは、システム操作の自由度を高めるため、画像生成、合成、編集内で使用された操作パラメータを相互利用する範囲に制限を置いていない。

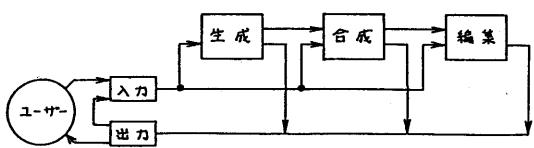


図 3-3 システムの機能図

[4] 現用システム

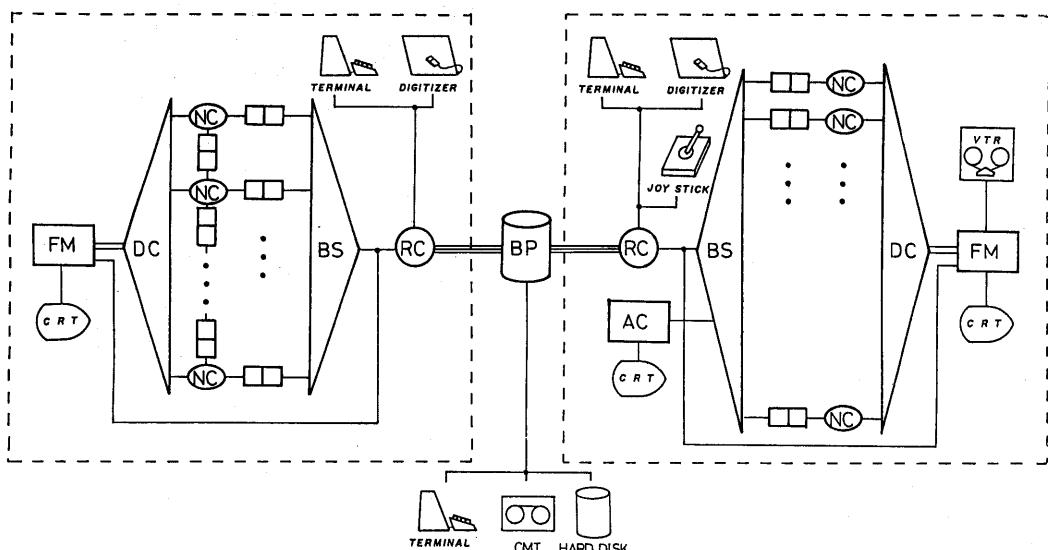


図 4-1 現用システム

現用システム(1982年11月現在)は、コンピュータグラフィックスによる画像生成を主目的とした65台のユニットコンピュータからなるマルチマイクロコンピュータシステム(65システム)、画像生成及び画像処理のアルゴリズム開発用である17台のユニットコンピュータからなるマルチマイクロコンピュータシステム(17システム)、及びハードディスクやカートリッジテープなどのファイルを管理する BIOSプロセッサ(BP)から構成されている(図4-1)。65システム及び17システムは、2章のワークステーションに相当する。

65システム、及び17システムにおいては、ルートコンピュータ(RC)に対

して、複数の数値演算用ノードコンピュータ(NC)が、星状接続されているのが基本構造である。65システムでは、RCのアドレス空間拡張、及びユニットコンピュータ間距離延長用のバススイッチ(BS)と、INTER COMPUTER MEMORY SWAPPING(ICMS)を介して、RC-NC間通信を行う。システムは、RC-NC間以外に、NC-NC間にも

ICMSを使用し、処理の汎用性を高めている。画像生成処理の大部分は、NCで実行される。NCの処理結果(通常、画素)は、データコレクタ(DC)を通して、ラスタスキャンディスプレイ用のフレームメモリ(FM)—1024×1024, RGB各256階調—に集められる。

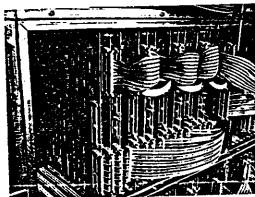
RCは、BP及びNCの制御、NCのための前処理を行う。またRCにはFMも主記憶の一部として接続されており、RC-(NCs)-FM間のフィードバックループを形成している。

ユーザインターフェースとして、ディジタイザなどの位置指定用デバイス(ポインティングデバイス)及び、コマンド指示、及びファイル操作用ター

ミナルがRCに接続されている。BSには、アニメーションコントローラ(AC)が接続されている。ACは、画像一枚(フレーム)を実時間(例えば1/30秒)で切り換えて動画を表示するための装置である。

画像は、ICMS内のメモリに格納される。BPは、RC及びNC上で動作するソフトウェア及びデータの共有ファイルを管理するだけでなく、ソフトウェア及びハードウェア開発時の基盤となる。RC及びNC上のモニタデバッグを管理し、新しく開発されたプログラムや、周辺ハードウェアの試験を行える。

なお、1台のユニットコンピュータは、制御用CPUのZ8000、及びデータ転送、数値演算用CPU i8086, i8087の3つのマルチマイクロプロセッサを中心に、各種I/O、及びメモリから構成されるワンボードコンピュータである(図4-2)。



65システム
の一部

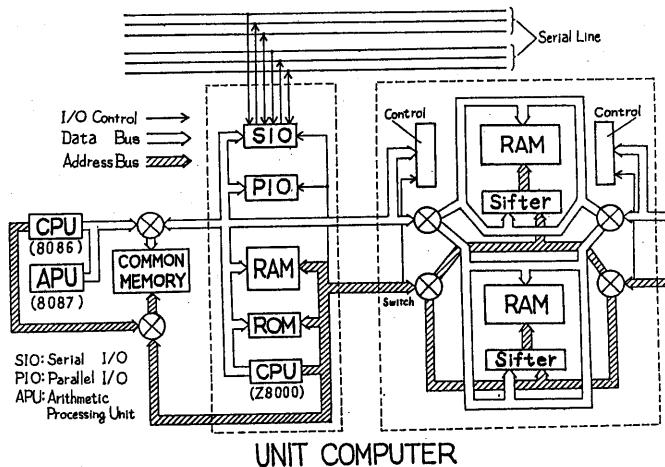


図4-2

[5] むすび

映像生成システムである65システム、及びPAシステムにより、ユーザが満足して使用できるシステムに成長する可能性を、LINKS-1に与えた。

83年度に実現されるワークステーションの外観を、次の図5-1に示す。



図5-1 ワークステーション

このシステムでは、空間情報を画像だけに限らず、人間の視覚以外の感覚にも作用することにより、与えることを目的としている。その第一歩として、音響装置による音像を利用する。

マルチマイクロコンピュータによる映像生成システムの高度な映像生成

能力により、ユーザの意図するイメージの表現手段が拡大、強化されるだけでなく、コンピュータグラフィックスの持つ表現対象の広さは、ユーザ自身の表現力を啓発するに致る。

LINKS-1では、徹底したソフトウェア及びハードウェアのモジュール化により、ユーザインターフェースは、着実に進歩して行く。当初は、デッサンカや空間的構造に対する直感的把握力が、要求されるであろうが、コンピュータシステムの進歩は、それらの必要性を軽減し、除去してくれるであろう。

[謝 辞]

LINKS-1の設計に関して貴重なアイデアを提供して頂き、試作システムの設計、製作に日夜尽力して頂いた大阪大学工学部電子工学科画像処理研究グループの、江木康雄、西村明夫（現 松下）、日高教行（現 松下）、高田久靖（現 電々公社）、岸本泰親（現 シャープ）、吉村 浩、中山貴司、平井 誠、河合利幸、辰己敏一、山下伸一、西田政人、内村敏幸、内藤 翔、田中伸治、舟渡信彦、那須雅樹、中西 隆（大阪府立工業技術研究所）、小林弘明の諸氏に感謝します。

本研究開発を進めるに当り、多大のご協力、ご助言を頂いた（株）東洋現像所 福島泰雄取締役、市橋耕治、相沢真人、塙田利夫、並びにシャープ株式会社システム機器（事）第一技術部 三坂重雄部長に、深甚の謝意を表します。

最後に、本研究を進めてゆく上で、映画芸術、映画技術の立場から卓越したご助言、ご激励を賜わった、映画プロデューサー 山本又一郎氏に深く感謝致します。

[参考文献]

- (1) 吉村, 辰己, 西村, 河田, 白川, 大村
「LINKS-1における画像生成手法」
- (2) 大野, 大村 他
「汎用 BIOS マシン」
電気学会情報処理研究会資料
1982年4月
- (3) 中山, 平井, 大野, 西村, 江木
河田, 白川, 大村
「画像生成用マルチマイクロコンピュータ」
- (4) Whitted, "An Improved Illumination Model for Shaded Display," CACM, 23-6, June 1980
- (5) 河合, 吉村, 出口, 西村, 河田, 白川, 大村
「画像データ操作システム
LINKS-DMS」

(1), (3), (5) マイコン研資
1982, 11