

DoGA CGAシステムの開発について

執筆者 大阪大学コンピュータクラブ OB
小林 忠司

執筆日 2023年 6月25日

概要

「DoGA CGAシステム」の開発と、それに先立ってファイルフォーマットを決めた経緯について紹介します。

【 1 】 当時のCG作画環境について

1985,6年当時、PCの一般的なCG作画方式はワイヤーフレームでした。ゲーム等でもワイヤーフレームなら秒10コマ程度のリアルタイム処理ができていました。

それに対して、現在のようなポリゴンの集まりで3次元の形状をデザインしてレンダリングする方式は、当時のCPUの性能にとって重いものでした。「面」を処理しなければならないため描画する画素がワイヤーフレームに比べて増えることと、隠れ面処理が必要になることが原因だったと思います。そんな中でも1985年当時、おそらく建築設計向けにポリゴンのモデルをレンダリングするソフトがNECのPC-100で動いているのを見たことがありました。ポリゴンの数にもよりますが、数10秒から数分で1フレームがレンダリングできていました。

ちなみにシリコングラフィックスが最初のグラフィックスワークステーションを発売したのは1985年だそうです。その当時、ハイエンドのワークステーションではおそらくOpenGLの元になったGLでポリゴンモデルがリアルタイムにレンダリングできていたようです。もちろん当時それを見たことはなく、私が初めて見るのは1990年代になってからです。

その他にレイトレーシングソフトもありました。こちらは1フレーム作画するのに一般的には数時間かかっていましたが、フォトリアルスティックな絵が表現できることで人気がありました。

【 2 】 DoGA設立の経緯

どうもきっかけはよく覚えていないのですが、関西の大学のコンピュータクラブの間でCGの静止画ではなくアニメーションを作れるシステムを作ろうという話が盛り上がりました。いや、関西だけでなかったかもしれません。東京大学TSG（正式名称、理論科学グループだったと思います）の人と、その当時たまり場(?)になっていた京阪電車御殿山駅近くの家で深夜まで語り合ったことも覚えています。

一連のCGアニメーション制作システムとして完成させるには各種のプログラムが必要になります。それをメンバーみんなで手分けして作ることになり、そのためにDoGAを設立することになりました。最終的に3次元形状モデルはKMC（京都大学マイコンクラブ）、レンダラとアニメーション再生ツールはOUCC（大阪大学コンピュータクラブ）のメンバーが作りました。ただし、最初から詳細な計画があったわけではなく、みんな自分が作りたいものを自分から手を挙げて作り始めるような感じだったと思います。

開発にあたっては普段は互いに離れているメンバーがプログラムを作ります。そのプログラム間でデータをやり取りしなければなりません。それをうまく進めるためにまずファイルフォーマットを決めることにしました。その作業を「CGA共通規格」とかいう大層な名前で始めました。ファイルフォーマットを規定した段階では、将来的にDoGAメンバー以外にも各種プログラムの作成に参加してもらえることを期待していたと思います。

さらにどういう経緯か覚えていないのですが、それを当時の月間ASCIIで連載させてもらうことができました。1987年の4月くらいからの連載だったと思います。動くプログラムはまだ全く存在しないのに、ファイルフォーマットの規定とその解説だけの記事を載せてもらいました。当時の編集部でそんな企画がなぜ通ったのかわかりませんが、3次元CGの技術イメージを伝えたい、といった意図が編集者の方にあったのかもしれません。連載は、

1. 概要、なぜ規格を決めなくてはならないか
2. 形状を規定するファイル
3. シーンを規定するファイル
4. レンダリング後の画像ファイル

といった順序で進んだと思います。私は上の2と3を担当したと思いますが、当時の記憶では2回よりも多く書いたように思います。それぞれの話題を何回かに分けて連載したのかもしれませんが。さらに最後にまとめの回があったかかわかりませんが覚えていません。

形状ファイルについては、当時の状況を反映して、ワイヤーフレームモデル、サーフィスモデル(ポリゴンモデル)、ソリッドモデル(レイトレーシング用)のフォーマットを規定しました。しかし、その後実際に開発したモデラとレンダラはポリゴンにだけ対応していました。

ソリッドモデルについては、球や回転楕円体等のレイトレーシングで良く表現されるプリミティブを定義しました。それだけでなく、メタボールという当時話題になっていたプリミティブを規格に入れようかと話し合ったことを覚えています。結果的に入ったかどうか覚えていません。1989年にリリースしたDoGA CGAシステムではソリッドモデルは一切使われていません。しかし、1990年代のどこかでDoGAのメンバーがレイトレーシングのレンダラを作って、ソリッドモデルのファイルフォーマットを利用したという話を後に聞きました。

シーンを規定するファイルには、そのシーンに登場する物体

と光源、カメラの配置や背景の設定がありました。すっかり忘れていたのですが今ソースコードを確認すると、背景としてグラデーションや静止画像、自動的に生成した星を表示する機能があったようです。背景も全体を囲むひとつの形状としてモデリングすれば、背景のために特別なフォーマットとして規定する必要はありません。しかし、当時はおそらく良く使われる背景だけ例外的に処理してCPUの処理時間を少しでも削減することができるよう考えていたようです。

アニメーションを志向していたので、シーンには時間の概念が入っていました。各フレームごとに物体、光源などの位置や向きを規定することになります。前のフレームと変化がないものは記述しなくても前のフレームの設定を引き継ぐことにしていたと思います。本来ファイルフォーマットを決めた目的はこのファイルを読み書きするプログラムを作るためです。しかし、アニメーション記述については当時制作用のツールを作ることができなくて、ここで規定したフォーマットに従ってエディタで直接テキストファイルを作成していたと思います。シーン記述ファイルだけはフォーマット決める時にもツールができないことを想定して、手で書きやすいように考えていたように思います。

レンダリングした後に保存する画像ファイルは単純なランレングスの圧縮をサポートしていました。想定していたポリゴンモデルがテクスチャマッピングもなくフラットな表面だったのでランレングスでも圧縮効率は悪くはないと思っていました。当時まだJPEGは規格化されていませんでした。あったとしてもJPEGの離散コサイン変換は当時のCPUには重すぎたと思います。

【3】 レンダラ

ファイルフォーマットの連載に合わせて、まずそのファイルの字句、構文解析のルーチンを作り始めました。ライブラリ化して各種のプログラムで使ってもらうことを意図していたと思いますが、結果的に私以外が使うことになったかどうか把握していません。

次にこのライブラリを使ってポリゴンのレンダラを作り始めました。1985年当時に私が最初に見たポリゴンレンダラは隠れ面処理を後ろからポリゴンを描くことで実現していました。後から上書きを続けると最も手前のポリゴンだけ上書きされずに残って結果として正しい隠れ面処理ができます。それを見ていたので、私も同じ方法でレンダリングしようと思いました。

一応レンダラは完成して、1988年の第1回CGAコンテストでは多くの作品で使われました。しかし、このレンダラにはポリゴンの隠れ面処理を時々間違えるという大きなバグがあり、最終的にもそのバグを完全に取り除くことができませんでした。一見、後から描いていくというのは単純アルゴリズムだと思われそうですが、実際にはどちらのポリゴンが後にあるか、明確に分析できないことがよくありました。

結局このレンダラは諦めて、もう一度作り直すことにして、今度はスキャンラインアルゴリズムを使うことにしました。画面の上部からのスキャンラインごとにそこに存在してるポリゴンのリストを作ります。そのリストをすべて参照して1ラインごとにレンダリング結果を出力していきます。ラインの中では左の画素から順に処理します。最終的に画素ごとにそこに存在するポリゴンを抽出するようにしました。その時点でまず1番手前のポリゴンを取り出し、もしそれが半透明なら次のポリゴンと合成する、といった処理をします。

作り直す時から意図していたわけではないのですが、ほとんどの場合1番手前だけのポリゴンだけを処理することになるため、テクスチャマッピングが比較的高速に実装できました。必要のないテクスチャを参照しなくて良いためです。しかしテクスチャマッピングすると画像ファイルの圧縮率が下がってしまいます。それでも当時は仕方なくそのまま使っていました。後の1990年代にDoGAのメンバーの誰かがJPEG出力に対応させるようにしたと聞いたように思います。

1989年のCGAシステムではこの新しい方のレンダラをリリースすることができました。

[4] アニメーション再生

当時、自分たちが制作したCGを動画にするのはとても大変でした。1コマ数分かけてレンダリングしたCGをコマ撮りするには8mmフィルムを使うしかなかったと思います。暗い部屋でレンダリングされるのを待って、8mmカメラのレリーズを1回押し、また次のコマを待つことの繰り返しです。当時もVHSのVTRはありましたが、業務用の高価なものでなければコマ撮りはできませんでした。

そこでレンダリングした画像を少なくとも1カット分PCのメモリに置いてそれを連続してフレームメモリにコピーして動画にできないか考えることにしました。そうすればその動画をVTRに録画できます。

DoGA CGAシステムはX68000のソフトとしてリリースしようとしていました。このアニメーション再生については

X68000の内部構造に強く依存する形で何とか1秒間に10コマ程度で数秒のアニメーションが再生できる方法を模索しました。X68000はいろいろな画面モードがありましたが、この用途で使うのは横256画素、縦256画素、16 bit colorでした。1コマあたり128KBになります。しかし、X68000のメモリ容量は標準1MB、拡張しても2MBまででした(後に12MBまでの拡張カードが発売になります) OSやアプリもメモリを使いますから、標準では7フレームしかメモリに格納できません。

そこでここでも圧縮することにしました。当初前のフレームと相関をとって同じ色の場合は書き込まないなどとしていたのですが、あまり速度と容量面で効果がありませんでした。結局、単純なランレングス圧縮を伸長するルーチンをDoGAの他のメンバーが実装しました。そこを可能な限り高速化して、再生速度は何とか1秒10フレーム程度まで到達したと思います。再生時間は画像に依存しますが、数秒間は再生できるようになりました。上に書いたようにテクスチャマッピングを多用すると圧縮率が極端に悪くなりましたが、その場合はメモリ容量を拡張したX68000を使っていたと思います。

このソフトを使うことでCGの作画工程のほとんどが自動化できました。1カットをレンダリングするのに数時間かかりますが、アニメーション記述ファイルを事前に用意しておけば、人の手を介さずに自動的に全フレームのファイルが作成されます。それが終わると自動的に全フレームを読み込んでアニメーション再生されます。その時点で制作者がアニメーションの開始タイミングに合わせてVTRを操作して録画するようにしていたように思います。

その後、X68000のCRTコントローラの隠れたモードを駆使して、再生速度を2倍にした高速版をKMCのメンバーが開発しました。これは1989年の最初のリリースにはありませんでしたが、その後のリリースで取り込まれたと思います。

ソースコードはメンバー内では完全に共有されていたので、最初に開発したメンバーの手を離れて別の誰かが拡張することがよくありました。レンダラも後に他のメンバーが各種拡張をすることになります。

[5] ランチャソフト

モデラ、レンダラ、アニメーション再生ができた時点で、DoGAのメンバーたちが短編のCGアニメーションを作るようになりました。それが1988年の第1回CGアニメーションコンテストにも応募されています。その時点では各プログラム

をコマンドラインから起動して使っていました。コンピュータを使い慣れていたメンバーなのでコマンドラインの利用に不都合はなかったと思います。

しかし、「DoGA CGAシステム」はより多くの人に使うことを目指していましたので、コマンドラインではなく分かりやすいGUIベースの起動ソフトを作ることになりました。

当時、X68000には標準でマルチウインドウのファイル管理アプリがついてきました。またAppleのマッキントッシュは1984年発売ですから当時見ることもありました。そこでそのようなGUIを参考にしてランチャソフトを作りました。DoGA CGAシステムはフロッピーディスクから起動させるとまずこのソフトが起動してその中でユーザがモデラやレンダラを呼び出すことができるようになっていました。また、画面の何も無いところのどこかをマウスでクリックするとイースターエッグが出るといった遊びも入れた記憶があります。

ここでGUIに興味を持った結果、後にko-windowと呼ばれることになったウインドウシステムを作ることになります。

【6】 配布

1989年にリリースしたDoGA CGAシステムは、いわゆる商業的なソフトウェアではありません。当時のソフトウェアの流通手段は主にフロッピーディスクでした。どうも記憶が定かではないのですがDoGA CGAシステムは雑誌の付録のフロッピーディスクとして配布してもらったようです。

しかし、使い方がそれなりに難しいのでマニュアルも必要でした。当時はHTMLもPDFもない時代だったのでマニュアルは紙でした。厚さ2cmくらいの分厚いマニュアルだったと思います。そのマニュアルの配布手段は宅配便でした。ユーザからは配布の経費を現金書留で送ってもらって、DoGAのメンバーが発送していました。

フロッピーディスク自体は自由にコピーできて、それを友人等に再配布して良いことになっていました。しかし、どうも分厚いマニュアルのコピーは大変だったようで結果として大量の発送申し込みが来ました。マニュアルはある程度の数量をまとめて印刷業者に依頼していたと思います。その在庫からみんなで毎日発送作業をしていたように思います。

電話で使い方の質問が来ることもありましたが、その時にいたメンバーが答えていたと思います。サポートチームがあるわけではありませんでした。それでもマニュアルや雑誌の連載のおかげかほとんどのユーザは自力で理解して使ってもらえていたようです。

【7】 終わりに

DoGA CGAシステム開発同時、基本的にはメンバーは自分がしたいことをしたいときにやっていたと思います。誰も義務を負っていたわけではありません。「小林はプログラムができたらマニュアルは勝手にできていると思うだろう」と言われたことがあります。確かにマニュアルの作成にあまり興味を持っていなかったように思います。

それでも多少の義務感を持ちつついろいろな作業をこなしながら、結果として多くの配布申し込みと反響があったことを嬉しく思っていました。今改めてソースコードをながめてみると、当時の記憶よりは案外コード量が少なくて単純だったことに気が付きます。現在のコンピュータの数千分の1のメモリ容量で数万分の1の性能ですが、その分比較的単純な構造のソフトウェアでも大きな結果を起こせる時代だったのかと思います。これがひとつの成功体験となったからか、その後30年以上もソフトウェアを書き続けることになってしまいました。