

CGI と CGM の標準化動向

稲垣 充廣 川合 慧
(NTT 電気通信研究所) (東京大学 教育用計算機センター)

グラフィックスの下位レベルおよびファイルに関する標準CGIとCGMの標準化動向について概説する。

本年9月にISO/TC97/SC21/WG2 (グラフィックス) 会議が英国で開催され、これに出席する機会を得たので、CGIとCGMの最新の動向を報告する。

CGMは、既に、国際標準直前の国際規格案(DIS)の段階にある。GKSのGKSM及び3次元機能等に対応するメタファイルの拡張は、現CGMの初期目的の範囲外であり、CGMへの追加機能として新たに検討が開始された。

CGIは、現在の作業用ドキュメントに検討が加えられ、プロファイル機能の追加、入力クラスの追加等が行われ、国際規格草案(DP)が作成される予定である。

CURRENT STATUS OF STANDARDS; CGI AND CGM

* Michihiro INAGAKI ** Satoru KAWAI

* NTT Electorical Communication Laboratories
(1-2356 Take, Yokosuka-shi, 238-03, JAPAN)

** University of Tokyo, Educational Computer Center
(2-11-16 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo, 113, JAPAN)

In this paper, current status of standards; CGI and CGM is described. Reported technical contents of these standards are based on discussion of the last ISO/TC97/SC21/WG2 meeting, which was held in England in september 1986.

CGM will soon become the first standard for a general purpose graphical metafile. Follow-on work is already underway to extend CGM to serve some needs such as GKSM, which were outside the initial scope of CGM.

The draft proposal for CGI will be soon available with some technical changes to the current CGI working draft, such as the definition of profiles and additional input classes.

1. はじめに

コンピュータ・グラフィックスにおける標準化の活動は、10年近くの努力の末、GKS (Graphical Kernel System) ⁽¹⁾ が最初の国際標準として1985年8月に出版されて以来、複数の方向へと視点が移ってきている ⁽²⁾。一つの方向がGKSよりもシステム開発者に近い下位レベルの仕様としての、装置インタフェースのCGIと標準ファイルのCGMであり、他のもう一つの方向は言うまでもなくGKS-3DとPHIGSとに代表される上位レベルの機能拡張である。

グラフィックスの標準化を審議するISO/TC 97/SC 21/WG 2会議が本年9月に英国で開催され、これに出席しCGMとCGIの最新動向を知る機会を得たので、CGMとCGIの機能概要の紹介とあわせて述べる ⁽³⁾。

2. 標準化の状況

2.1 メタファイル標準—CGM

CGMは、2次元の図形を1次元のデータ形式で表現し静的な図形データとして記憶するための仕様である ⁽⁴⁾。ファイル形式、符合化を規定していることから、CGMの応用は広く、グラフィックス・システム構築のためのデータファイル規定、二次記憶媒体への保管、文字と図形の混合文書処理等がある。実際、CGMは文書に関する標準化の中でも利用が検討されており、その影響は大きい。

歴史的には、CGMはVDM (Virtual Device Metafile) として米国のANSIで検討されていたが、1983年にVDMとしてISOの検討課題となり、1984年にCGMと改名され国際規格草案 (DP) に、1985年には国際規格案 (DIS) と進み ⁽⁵⁾、1987年には国際規格 (IS) となる予定である。CGMはGKSの動的なセグメント機能、入力機能などを持たない比較的制限された範囲の機能を規定の目的としていることから、GKSに次いで標準化の進展が早い。

しかしながら、GKSの動的な機能に対応して、時系列的なデータのファイリングや3次元のデータ規定の要求が現れて来ている。これらは拡張メタファイル仕様としてCGMへの補足的仕様として検討を進められる予定である。

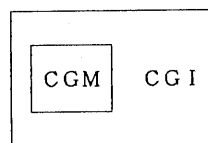
2.2 インタフェース標準—CGI

CGMが静的なデータを記憶するための仕様であるのに対し、CGIは入力、出力の両方を扱い動的なインタラクションを装置のインタフェースの形で規定した仕様である ⁽⁶⁾。CGIの利用者はシステム設計者を対象にしており、GKSやPHIGSを実現するグラフィックスシステムの下位インタフェースとして利用される (図1)。

CGIは、機能的にはCGMの出力機能を包含しているのに加え、入力機能、セグメント機能、ラスター機能を規定しており、例えば、GKSの1つのワークステーションのインタフェースとして利用される。これらの関係は、グラフィックスの中では参照モデルとして定義されている。

CGIは、CGMと同じく米国のANSIで検討されてきており、CGMの標準化が概ね進展したため、CGIの標準化に検討の重点が移り、議論が活発になってきている。1985年にISOの検討課題となり、ANSIのVDI (Virtual Device Interface) ドキュメントをベースに1986年にはWD ⁽⁷⁾、1986年中にはDPドキュメントの完成の予定である。

CGシステム (GKS、PHIGS等)



図形表示・処理装置、記憶装置

図1 CGIとCGMの関係

3. CGMの概要

CGMは静的かつ1方向性通信の機能、即ち、出力のみを対象とし、CGIの出力機能に包含されることから、先ず、CGMの機能概要を説明する。

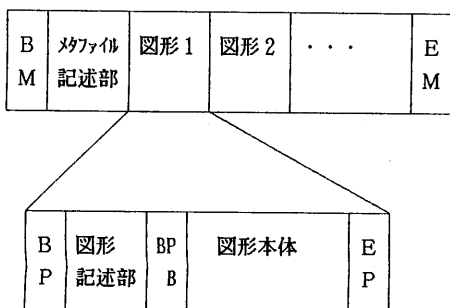
3.1 CGMの構造

CGMは逐次的なファイル形式を規定しており、2レベルの単純な構造を持つ。第1のレベルがメ

タファイル記述であり、もう1つのレベルが図形記述である。1つのメタファイルは、1つのメタファイル記述部とその後に続く複数の図形記述からなる。1つの図形記述は図形記述部と図形を構成する本体部分から成り立っている。

メタファイル記述部にはCGM全体の制御情報として、使用する各種の値の精度、文字書体リスト、文字コード符合化法、メタファイル作成版番号等が指定される。

図形記述部には個々の図形の制御情報として、線幅、色等の指定方法、仮想区域VDCの範囲、背景色等が指定される。



BM, EM:メタファイルの開始、終了
 BP, EP:図形記述の開始、終了
 B P B:図形記述本体の開始

図2 CGMの構造

3.2 制御機能

(1) 座標系

CGMの座標系は仮想装置座標(VDC)と呼ばれる唯一の座標から成り立っている。VDCの座標値を整数で指定するか実数で指定するかをメタファイル毎に指定できる。VDCの中の処理対象となるウィンドウは図形毎に、またVDCの表現精度と出力範囲を決めるクリップは図形の記憶のどの時点でも変更できる。

(2) 色の指定方法

色の指定は色表への指標または直接のいずれかを図形毎に指定出来る。色はRGB法のみで定義されHLS法は使用されない。CGMは応用レベルの標準ではないので、CGMで必要に応じて色指定システムを変換すればよいという思想である。

3.3 機能要素

CGMの構造を規定する要素、図形本体を規定する要素を合わせて8つのクラスに分類される。

以下、簡単に要素のみを列挙しておく、詳細は各種のCGM参考文献を参照されたい(4)。

(1) 区切要素・・・CGMの構造を規定。

- ・メタファイルの開始、終了
- ・図形記述の開始、終了
- ・図形記述本体の開始

(2) メタファイル記述要素・・・メタファイル全体の共通機能、性質、標準値等を規定。

- ・メタファイル版番号、記述法
- ・VDC型
- ・整数値、実数値、指標値、色、色指標の精度
- ・色指標の最大値、色の値の範囲
- ・要素リスト、標準値
- ・文字書体、文字集合のリスト
- ・文字コードの符合化法

(3) 図形記述要素・・・図形単位の共通的な指定方法を規定。

- ・スケール、色、線幅、マーカ寸法、境界
- ・線幅の指定モード

(4) 制御要素・・・図形本体の中でその都度制御するVDC表現精度、クリップ等の規定。

- ・VDC整数、実数精度
- ・補完色、透過性指定
- ・クリップ指示子、長方形

(5) 出力基本要素・・・実際の出力図形要素。

- ・表1

(6) 属性要素・・・出力基本要素の表示様相。

- ・表1

(7) エスケープ要素・・・装置あるいはシステム固有の機能を規定。

- ・エスケープ

(8) 非図形要素・・・表示に直接関係しない補足的機能を規定。

- ・メッセージ
- ・応用データ

3.4 符合化

CGMでは、3種類の符合化が規定されている。

- ・文字符合化・・・文字コード環境のための符合化であり、ホストとのデータ送受に使用される。

表1 出力基本要素と関連属性

	出力基本要素	関連属性
線	折れ線、線分列、 円弧（2種）、 楕円弧	線束指標、線種、 線幅、線色
マ ー カ	マーカ列	マーカ束指標、 マーカ種、マーカ色、 マーカ寸法
文 字 列	文字列、 拘束文字列、 追加文字列	文字列束指標、 文字列書体指標、 文字列表示精度、 文字幅比、字間、 文字列色、文字方向、 文字列方向、字高、 文字列配置、 文字セット指標、 交替文字セット指標
領 域	多角形、 多角形集合、 長方形、 円、 閉円弧（2種）、 楕円、 閉楕円弧	領域束指標、 内部様式、領域色、 ハッチ指標、柄指標、 境界線種、境界線幅、 境界線色、境界表示、 境界束指標、 領域基準点、 柄表、柄サイズ
	一般化作画基本要素	上記の属性の利用
	上記すべてについて	表示様相フラグ (ASF)
	セル配列	なし
	すべての色要素	色表

- ・2進符合化・・・メタファイルの生成・解釈のための符合化であり、各種メモリ上での蓄積に使用される。
- ・可読テキスト符合化・・・メタファイル要素を

文字列の形で表現し人間による利用、例えばデバッグに使用される。

3.5 拡張CGM

現在のCGMは静的な図形ファイルを作成するための仕様となっている。これに対し、GKSのメタファイルとしての利用においてはセグメント機能と言った動的処理を時系列的に記憶し、再度利用すると言った用途や、3次元図形記憶と言った用途への高度な利用に対する拡張が、検討課題として提案されている。

4. CGIの概要

CGIはグラフィックス・システムの中で図形入出力装置のとインタフェースを定めた仕様であり、システムを装置独立部分と装置依存部分に分けた時その間のデータ交換と制御の方法、機能的仕様を規定している。

CGIはCGMと比較して、いずれも下位レベルの標準仕様であることと装置の論理的仕様を規定している点において同類である。反面、CGIにはCGMには無い以下の特徴がある。

- ・2方向かつ動的な操作機能仕様を含む・・・
問合せ、入力、セグメント機能
- ・通信のセッション制御の概念を持ち、CGMの様な各種の記述部を持たない。
- ・装置の機能的な大小に対応して機能集合の選択が可能である。
- ・言語結合として、手続き型の規定を持つ・・・
GKSやPHIGSと同等の言語結合
- ・ウィンドウ機能にも類するラスタ操作機能を装置のメモリ構成（2種）と共に規定している。

4.1 CGIの変遷

CGIはここ1～2年の比較的短期間に幾つかの変更を受けている。

- ・ドキュメントの構成として、CGMと同様、機能の記述部分、言語結合及び符合化の記述部分に分けている。
- ・更に、機能を5つに分類しこれをパートとして分割している。
- ・機能的には初期のVDIドキュメントから最新のWD、更に次の段階のDPへは、幾つかの変

更、追加がある(表2)。

以下では、CGIの機能の概要をCGMに加わっている機能及び、機能的な面での最近の議論に焦点を当てて述べる。

4.2 機能概要

CGIの機能はドキュメント上はパート構成の形で以下の5つに分かれている。

- ・制御、打合せ、エラー処理機能
- ・出力、属性機能
- ・セグメンテーション機能
- ・入力、エコー処理機能
- ・ラスタ機能

これに加えて、概要、CGMと同等の符合化(3種)、手続き型言語結合、データ型言語結合のパートがある。

(1) 制御、打合せ、エラー処理機能

(a) 制御

制御には、値の指定方法、座標系の設定、クリッピング、および装置自体の制御がある。

値の指定方法とは、大きさのある指定について論理座標値で指定するか倍率で指定するかを選択、色を色表の指標で指定するか直接指定で行うかを選択等がある。

座標系はVDCと呼ばれる論理座標が定義され、VDCの或る区域を装置の座標(DC)のある範囲(ビューポート)に対応させる。VDCは、右方向のX軸に対してY軸を上方向、下方向のいずれにも指定でき、座標単位も相対又は絶対で指定でき、VDCから装置座標へは、図形を反転、180度回転させた指定も可能である柔軟性を持っている。

クリッピングはオン・オフ等の制御を可能としている。

装置自体の制御には、CGIセッションの初期化、終了、規定値への復帰の制御に加え、装置へのデータのバッファリングに使用できる遅延モードの設定、画面の更新やクリアがある。また、ディスプレイの様なソフトコピー装置とブロックの様なハードコピー装置とでは、後者では紙送りと言った制御が必要であり、その指定のための機能がある。

(b) 打合せ

打合せとはCGIが2方向通信である性質を利用して、交信を行うに当たって予め装置の持つ機能を調べるものである。これは、装置の現在の状態や特性を問い合わせる機能とは区別される。

(c) エラー処理

CGIでは、エラーの重要度に対応させ6つのエラークラスを定義し、その各々に対し、検出の必要性、処理方法、報告内容を規定している。

表2 CGI機能の移り変わり

機能	資料 CG-VDI Baseline Document, 1985.3	CGI 2nd Initial Draft, 1985.11	Working Draft (WD) 1986.5	Draft Proposal (DP) 1986.11 予定
1. 概要・構成	・打合/問合せ機能 ・機能集合の選択	・パート構成 ・参照モデル	・階層エラーモデル ・個別問合せの削除	・プロファイルの概念
2. 制御	・仮想装置座標 ・装置の制御 ・値の指定方法	—	・遅延モード種別 ・ハードコピー装置制御	・エラー処理のオプション化
3. 出力	・出力基本要素 ・個別/束属性指定	・閉図形要素 ・境界属性の束	・属性のスタック	・属性の退避回復
4. セグメント	・要素追加/削除 ・属性 ・コピー	・リードバック機能の削除	・規定値のリセット機能 ・ピックのジューレット	・属性継承の選択
5. 入力	・6クラス ・2モード(要求、抽出)	・事象モード ・リモートエコーオプション	・動的トリガ結合	・一般化入力クラス ・領域入力クラス
6. ラスタ	・セル配列/画素配列/ビットブロック転送	—	・ビットマップ種類の定義	・演算の拡張
7. 言語結合・符合化	—	—	・2値符合化	・複数/単一入口規定

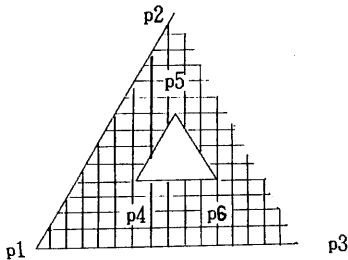
現在、検出の必要性、処理方法を各クラス毎に必要とするか否かを選択する方法が議論中である。

エラー報告にはスタックが利用され、一定量の報告を保存しておくことができる。

(2) 出力、属性機能

出力はCGMの出力機能を包含している。加えて線分などの一部の出力基本要素を利用して合成された図形要素を定義する閉図形機能がある。これは多角形の性質を持つ要素であり、要素開始の定義で始まり、必要な出力機能要素で図形の縁を書き、図形の定義を完了させるものである。

その例を図3に示す。



```
EdgeVis on; %Implicit Vis defaults to 'off%
BegFig;
Line p3,p1,p2;
Close Region;
Line p4,p5,p6,p4;
%match: no edge added by implicit closure%
EndFig;
```

図3 閉図形の例

属性はCGMと同じ束、個別指定に加え、GKSの属性動的変更の機能をサポートしている。出力に関しては、座標変換を適用する点の定義の問題、閉図形および追加文字列のようなサブ状態での他の出力機能との関連の問題が、議論中である。

(3) セグメンテーション機能

CGIでは図形要素の2種類の記憶方法を提供している。1つはGKSのセグメント機能であり、もう1つはラスタ処理機能である。セグメントには以下の操作および属性機能がある。

- ・要素追加、終了、名前変更、名前呼び出し

- ・削除(個々、一括)、複写
- ・再表示(個々、一括)、再生成方法の指定
- ・ピック指示子、規定値の設定
- ・幾何変換、可視・不可視、強調、優先度
- ・検知、ピック優先度

セグメント機能には、図形要素単位の編集機能や階層的な構造・操作機能は持たない。セグメントへは図形要素を再開始して追加する機能、他のセグメントの要素を複写する機能の2種類の編集機能を規定しているだけである。CGIにあってGKSに無い機能は要素追加、ピック優先度がある。

セグメントに関しては、現在、制御・出力基本要素関連の属性との関連づけの制御方法が議論中である。セグメント複写時に、例えばクリッピング長方形を複写元または複写先のいずれの属性を適用するかを制御する属性継承フィルタの方法等が検討されている。

(4) 入力、エコー処理機能

入力には入力クラスと動作モードの規定がある。

入力クラスはGKSの6種のクラスに、新たに2種のクラスの追加が検討されている。

- ・選択値入力：選択された値(数値)
- ・位置入力：VDCの座標
- ・文字列入力：文字の列
- ・点列入力：VDCの座標の列
- ・実数値入力：実数値
- ・ピック入力：ピック名とセグメント名
- ・領域入力：領域内の色配列
- ・一般化入力：混合データ(連続データ列等)

後者の2つのクラスが新しい機能となる予定である。領域入力はビデオやスキャナなどからのイメージデータを色配列の形で入力するものである。

一般化入力は出力の一般化作画基本要素と同様、各種の使い方が出来る。

動作モードには4つのモードがある。

- ・要求モード
- ・抽出モード
- ・事象モード
- ・エコー要求モード

要求、抽出、事象の各モードはGKSにある機能であり、エコー要求モードはCGI独特の機能である。これは、プログラムからは論理入力装置からの入力を要求モードで行っている最中にオペレータからの入力エコーを入力装置とは別の装置に表示す

る機能である。例えば、タブレット入力装置のエコーを別の装置としてCRTディスプレイ画面に出力するという使い方が出来る。

CGIの入力モデルでは、メジャーとトリガとから構成されている。メジャーは1つの論理入力装置毎に実際の入力値を準備するものであり、トリガは1つのメジャーに複数結合させることのできる入力契機を示す信号である。

入力に関しては、入力クラスの追加の他に、事象モードでの優先中断機能、入力のブロッキング機能が仕様規定の課題になっている。

(5) ラスタ機能

ラスタ機能はCGI特有の機能である。

ラスタ機能としては次の3種の基本要素機能が用意されている(図4)。

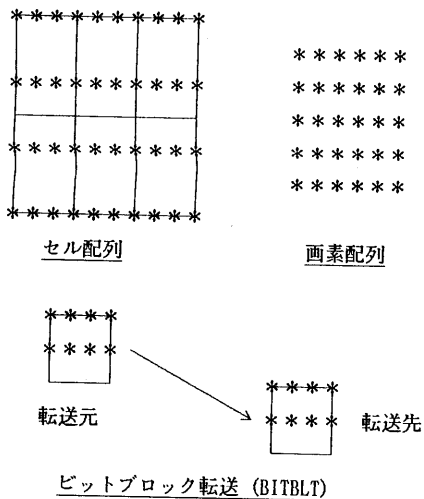


図4 3種の基本要素機能

- ・セル配列・・・セルという1つの単位長方形の配列で構成され、セル単位の幾何変換、色情報を持つ。
- ・画素配列・・・装置の画素単位に色情報を指定される。
- ・ビットブロック転送 (BITBLT)・・・メモリのビット単位の転送を長方形領域で行う。転送の時に論理的な演算が行える。

ラスタ機能で扱うビットマップはCGIより下のレベルで管理されるものであり、例えば、ディスプ

レイのフレームバッファ及びマルチウィンドウ機能を持つ装置のイメージメモリ等の特性に対応して、次の2種類が定義されている。

- ・深さ付きビットマップ・・・画素が複数のビットからなる。
- ・写像型ビットマップ・・・画素が1ビットである。

これらのビットマップは、装置が持つものであり直接表示可能である。更に、利用者がビットマップも定義することが出来る。その場合には、定義したビットマップの表示を行うため、これを表示可能なビットマップに転送する必要がある。

ビットマップの操作機能には次の3種がある。

(a) 2・3オペランド転送

2オペランド転送では転送先と、転送元のビットの演算により転送先のビットの値が決まる。3オペランドでは入力用の柄をもつビットマップが追加して利用される。

(b) 描画モード

描画モードにはビット単位の、和、排他和、積、否定の論理演算が指定される。

(c) 透過機能

例えば、イメージ画像に線画を書く時に利用される機能であり、ビットブロック転送の時、転送元のビットマップの内容が選択的に有効となる。透過機能は1種のスイッチになっている。

ラスタ機能については、論理演算が色の直接指定で行う以外にも指標指定での指定および論理演算種類の追加等が検討課題である。

4.3 機能分割と選択集合

CGIでは上記の様に機能が分割されているが、加えてCGIを実現する時の機能選択集合が定義されている。これは、上記の機能分けとは若干異なり、CGIを最低の実現要求と追加の機能に分けることから成り立っている(表3)。

現在、これらの選択集合を扱う方法には、プロフィールと呼ばれる機能利用の集合化の概念を新たに導入し、仕様の検定の方法とあわせた規定が検討されている。プロフィールとは、完全かつ統一された機能集合を規定し、その集合の最小の検定の要求を定めようと言うものである。プロフィールは2種に大別され、各々はさらに幾つかの種類に分けられる。

表3 現時点の選択集合

分類	機能
出力関連	<ul style="list-style-type: none"> ・閉図形 ・設定可能な束 ・片方向通信 ・セグメンテーション ・ラスタ
入力関連	<ul style="list-style-type: none"> ・抽出モード ・事象モード ・エコー ・リモートエコー ・エコー出力

- ・最少プロフィール・・・最低の要求の機能集合
 - ・2方向の入力
 - ・1方向の出力で問い合わせは無し
 - ・2方向の出力
 - ・組織的プロフィール・・・CGIを利用する他の規格と対応する機能集合
 - ・GKSの各水準ごとに定義
 - ・CGM向け
 - ・将来的なGKS-3D、PHIGS向け
- CGIの個々の機能とプロフィールとの対応や、これを制御する機能はまだ明確には定義されておらず、今後の課題となっている。

4.4 符合化と言語結合

符合化はCGMと同様に、文字符合化、2値符合化、可読テキスト符合化が必要であるが、現時点では2値符合化のみ案がある。

言語結合は、CGIの用途が広いことから、2種類を定義し用途に応じ使える方向で進んでいる。

- ・手続き型言語による複数の関数定義。
- ・データ列で用いる単一の関数定義。

言語としては、他の規格同様、FORTRAN、Ada、Pascal、Cであるが、今後、順次規定される予定である。

5. 今後の動向

CGMは、メタファイルの基本的な仕様として、標準化がそのまま進められ、1987年にはISになる予定である。GKSメタファイルに関連してCGMの拡張機能が検討課題となっているが、現在のものはそのままし、拡張機能はこれへの追補版として今後、検討される。

CGIは、グラフィックスの各種の利用に向く様豊富な機能を定義していると同時に、機能の組合せ利用が可能な規格となっている。このため、現在規定している機能に加えて、上位レベルの規格の機能の追加、現在の機能に関して言語結合、符合化の規定が必要である等、今後の標準化の検討には多大な努力が要求される。

CGIは機能の検討が先行しており、今回の標準化会議の結果に基づき年内にはDPが作成される予定である。今後、CGIの標準化は本格的な段階を迎えよう。

参考文献

- (1) ISO: Graphical Kernel System(GKS) Functional Description, ISO/IS7942, Aug., 1985.
- (2) P. Bono: Guest Editor's Introduction - Graphics Standards, IEEE CG&A, Aug., 1986.
- (3) 川合: CGIとCGM、グラフィックスインタフェースと標準化講習会、情報処理学会、1985年9月。
- (4) L. Henderson, M. Journey, C. Osland: The Computer Graphics Metafile, IEEE CG&A, Aug., 1986.
- (5) ISO: Computer Graphics - Metafile for the Storage and Transfer of Picture Description Information, ISO/DIS8632, Nov., 1985.
- (6) T. Powers, A. Frankel, D. Arnold: The Computer Graphics Virtual Device Interface, IEEE CG&A, Aug., 1986.
- (7) ISO: Computer Graphics - Interfacing techniques for dialogues with graphical devices, TC97/SC21 N1179 (CGI Working Draft), May, 1986.