

2U-1 グラフィックスワークステーションにおける ウィンドウシステムの高速化方式*

木村 信二[†] 中村 昭次[†] 杉田 由美子[†] 桑名 利幸[‡]
[†](株)日立製作所システム開発研究所 [‡]同 大みか工場

1 はじめに

ウィンドウシステムの普及に代表されるように、アプリケーションプログラムの中でのグラフィカル・ユーザーインタフェース(GUI)の重要性が増している。動画のようにグラフィックスを滑らかに表示変更するための高速性と、ビデオ画像、フルカラー静止画などの多種のメディアを表示するための高機能化が要求されている。

これらの要求に応えるため、Xウィンドウシステムの高速化と高機能化を行った。本稿では、CPUとグラフィックスハードウェア間にDMA(Direct Memory Access)転送を採用した2次元グラフィックスの高速化方式と、ウィンドウIDプレーンの動的割り当てによるクリッピング制御方式について報告する。

2 描画性能の高速化

RISCプロセッサによるCPU性能の向上と、グラフィックスハードウェアの性能向上が図られた今日、クライアントとXサーバ間のプロセス間通信及び、CPUとハードウェア間のデータ転送が描画性能の性能ネックとして顕著になってきた。これらの転送性能を改善するため、2次元グラフィックスと3次元グラフィックス(PEX)でそれぞれ異なる転送方式を採用し高速化を図った(PEXは[1]で報告)。

2次元グラフィックスの高速化では、Xサーバとグラフィックスハードウェア間のデータ転送に非同期のDMA転送方式を採用した。DMAはCPU側

の処理とグラフィックスハードウェアの描画処理とを並列動作させ、プロセス間通信のオーバーヘッドを見えなくする技法である。

実測では、直線描画(長さ10ドット、1001頂点の折れ線)で1.5[Mv/s]¹の描画性能が得られ、プロセス間通信の処理時間がほとんど影響していないことを確認した。

また評価のため、従来方式のPIO(Programmed input or output)転送との性能比較を行った。PIO転送はCPU側のバッファに貯めたデータ(32バイト)を、CPUの指示で一括転送する方式で、ハードウェアの状態をポーリングしながら転送する。図1は同一描画を、長さ1ドットから500ドット間で変化させたときの描画性能であり、PIO転送に対するDMA転送の相対性能(値が1以上のときDMA転送が速いことを意味する)である。3本の折れ線グラフはXサーバへの描画間隔を0 μ s/500 μ s/1000 μ sとしたときの性能である。

比較結果から、長さ1ドットのときの性能はPIO転送が上回るものの、クライアントの負荷が増えるに従いDMA転送が優位になる。

2次元のCADシステムなどのように、比較的クライアントの負荷が大きいシステムではDMA転送が有効である。

3 クリッピング制御方式

Xウィンドウにおけるビジュアル(ピクセルの深さと格納形式)やダブルバッファ、カラーマップの状態(以下では表示モードと記す)をウィンドウ毎に切り替えるためのハードウェアとして、ウィンドウID

* High performance implementation of window system on graphics workstation

[†] Shinji Kimura, Shooji Nakamura, Yumiko Sugita
Systems Development Laboratory, Hitachi, Ltd.

[‡] Toshiyuki Kuwana
Omika Works, Hitachi, Ltd.

¹ 測定環境のCPU性能は105MIPS

プレーンが利用されている。

表示ハードウェアは、4プレーンのウィンドウ ID プレーンに、表1に示すように36通りの組合せが選択できる。そこでウィンドウ ID プレーンをウィンドウ単位に動的に割当てることによって、表示モードの保持だけではなく、描画でのクリッピング処理[2]にも利用可能とした(図2)。

表1 表示モードの組合せ

ダブルバッファとビジュアルの組合せ	8bit×6, 12bit×4 24bit×2	12通り
カラーマップ	Bypass, Map1, Map2	3通り
計		36通り

割当ては、以下の4つの規則とした。

1. ウィンドウ ID をXサーバ専用、クリッピング専用、および動的割当て用の3グループに分ける。
2. 動的割当て用は、必要とするウィンドウ毎に表示用とクリッピング用の2つを割当てる。
3. ウィンドウ生成時の表示用のウィンドウ ID の不足は、同じ表示モードを持つウィンドウのウィンドウ ID を一つにまとめる。
4. 描画時のクリッピング用のウィンドウ ID の不足は、クリッピング専用の中から割当てる。

上記により、2次元・3次元グラフィックスのため

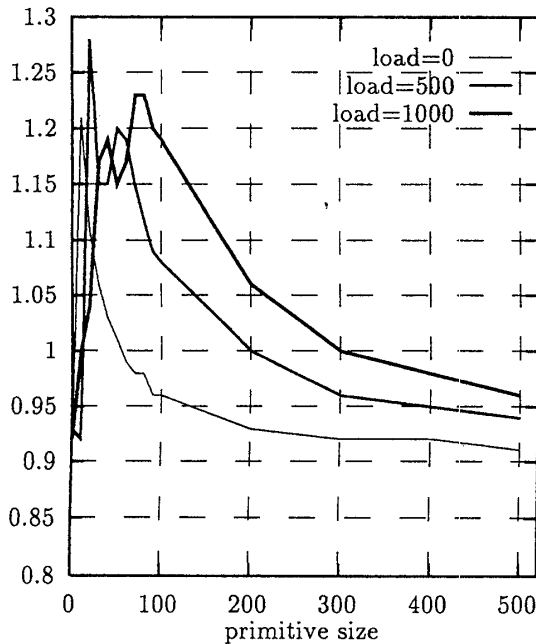


図1: DMA と PIO の性能比較

の高速なクリッピング処理と、異なるビジュアルの混在表示が可能なウィンドウシステムを実現できた。

4 おわりに

Xウィンドウシステムの2次元グラフィックスの高性能化のため、CPUとグラフィックスハードウェア間のデータ転送にDMA転送を採用し、その評価を行った。また、高機能化の1つとして異なるビジュアルの同時表示と、ウィンドウ ID プレーンによるクリッピングを両立させた。これらによりグラフィックスワークステーションに最適なウィンドウシステムを実現できた。今後は、アプリケーションからの実データに基づいた評価を行い、方式の改善を検討して行く予定である。

参考文献

[1] 中村, 木村, 古賀, 藤井: グラフィックスワークステーションにおける PEX の高速化方式, 第48回情報処理全国大会 (1994).

[2] David Pinedo: "Window Clipping Methods in Graphics Accelerators", Computer Graphics and Application, Vol.11, No.3, pp75-84(1991).

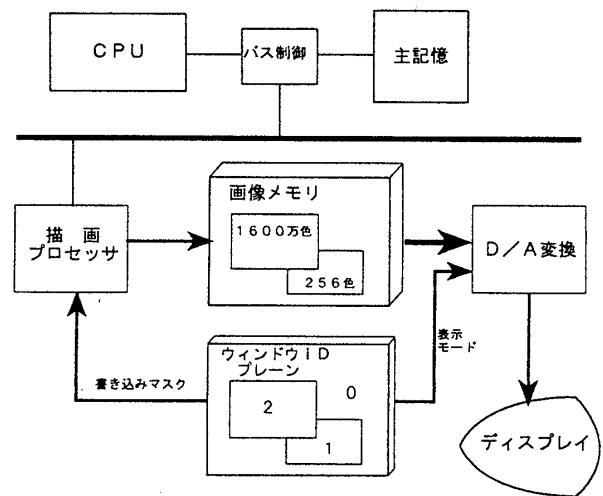


図2 ウィンドウ ID プレーンを使用した表示ハードウェア