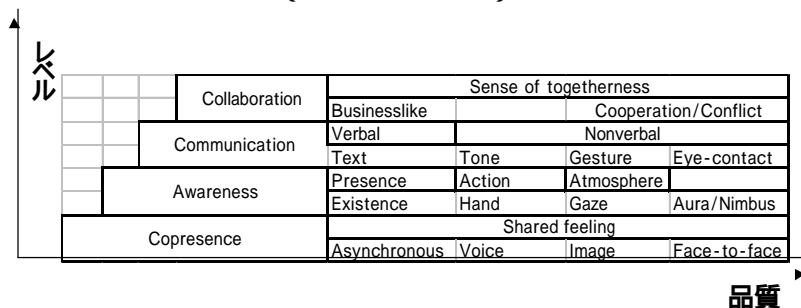


高速ネットワークを使った コラボレーション

京都大学大型計算機センター
小山田耕二

コラボレーション

- 人間のかわりを4階層のプロセスモデルとして表現 (松下、1997)



Copresence

- 複数の人々の間に時間 / 空間 / 情報などを共有しているという感覚が生じるプロセス
 - この層におけるかかわりの質は、共有感がどの程度得られるかという事で決まる
 - 共有感は、人々の間の情報交換媒体の質、すなわち空間的距離 / 時間的距離 / 通信路容量などに左右される。
 - 対面環境は遠隔環境より共有感を与える
 - 同期環境は非同期環境よりもすぐれている。
 - 文字通信よりも、高速ネットワークを使った画像通信の方が共有感を与える

Awareness

- 周囲の人々の状況を把握するプロセス
- この層におけるかかわりの質としてAwarenessのレベル付けを行なう
 - 存在を認知する
 - 手足、視線などの動きを認知する
 - 場の雰囲気、人の感情などを認知する
- Awarenessは会話の質に大きな影響を与える

Communication

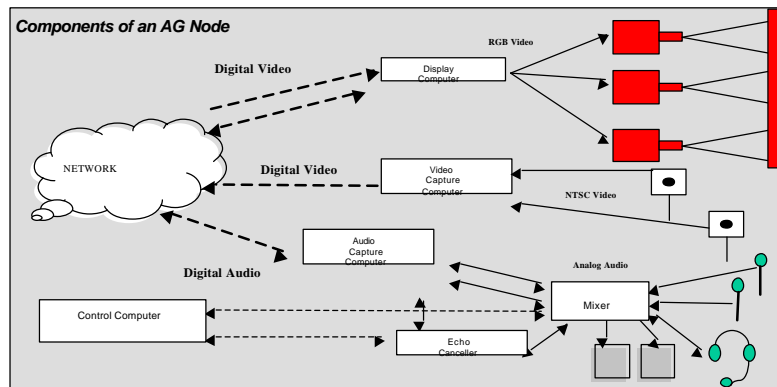
- 様々な情報やアイデアを交換するプロセス
- この層におけるかかわりの質としてVerbal , Nonverbalの2つに大別する .
 - 文字化できるもの
 - 口調 ,
 - ジェスチャ 表情 ,
 - アイコンタクト,力覚

Collaboration

- 複数の人によって一人では得ることの出来ない ,あるいは非常に困難な価値を創造するプロセス
- この層におけるかかわりの質は ,人々の間に連帯感がどの程度有るかという事で決まる
 - ビジネスライクな協同
 - 相手の事を思いやりフレンドリーに協力する状態
 - 相手と喧嘩している状態

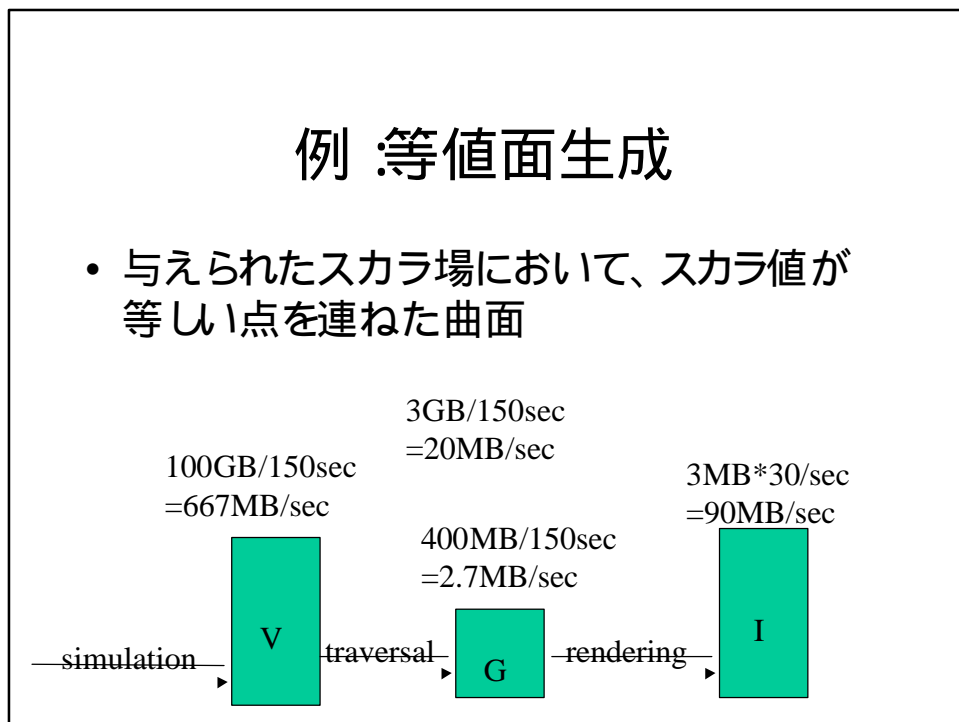
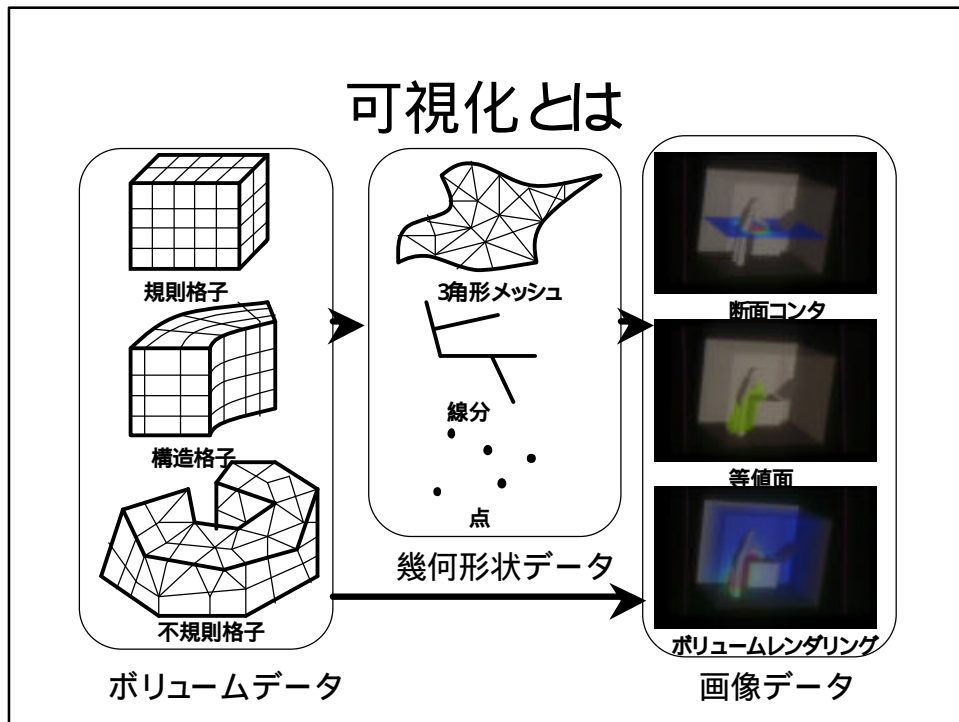
「個人対個人」から「グループ対グループ」へ

- 研究プロジェクトの国際化
 - Access Grid プロジェクト(*Argonne National Laboratory*)



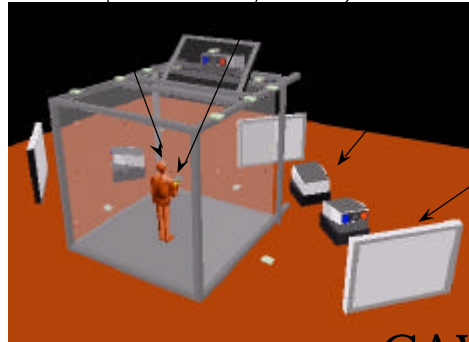
リモート可視化 :公開実験

- 稼動中の数値シミュレーション結果を表示
 - 没入感の実現
 - 大規模データへの対応
 - 高解像度への対応



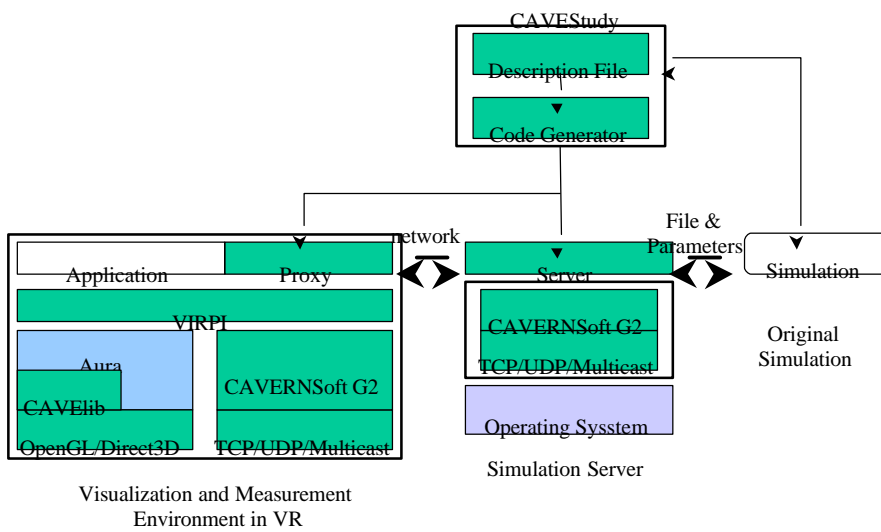
没入感の実現

液晶シャッターメガネ Wanda 長レンジエミッター
 Marquee8500/3D



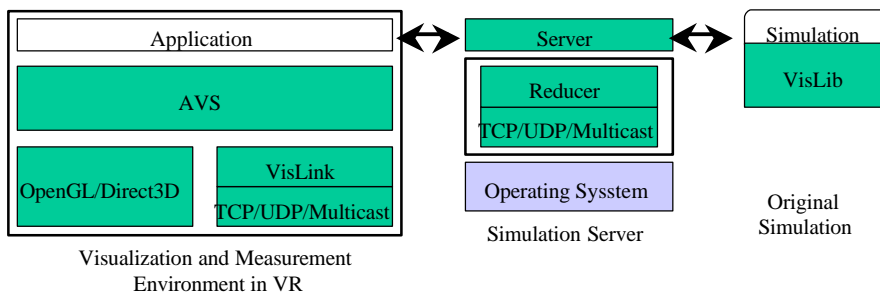
CAVE^(TM)構成図

仮想計測環境 :CAVEStudy



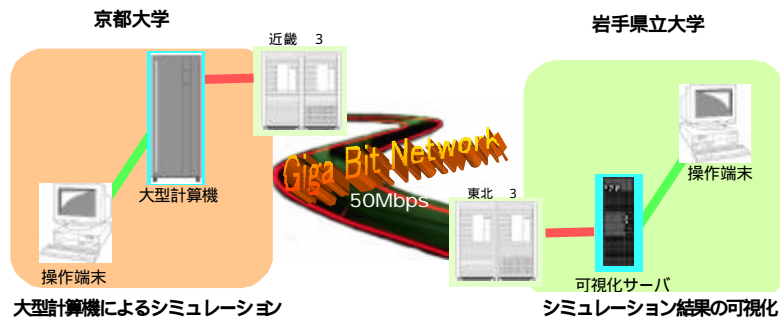
リアルタイム可視化システム :VisLink

- TCP/IPプロトコルでの接続
- データ削減
- Plug-in/plug-out
- AVSによるローカルグラフィックス



JGNプロジェクト：大規模ボリュームデータにおける可視化処理範囲の制限手法の開発 (JGN-G13007)

- 研究目標
 - 効率よく可視化処理範囲の絞込みを行う手法を研究、開発すること



大規模データへの対応

- 大規模化した数値シミュレーションは、分散計算環境で行われることになる
 - 可視化を行うために全計算結果をひとつの計算ノードに集めるというアプローチは現実的ではない。
 - それぞれの計算ノードで部分的な可視化処理を行っておき、そこで生成された可視化データ(幾何または画像)を表示側で統合するというアプローチが有効

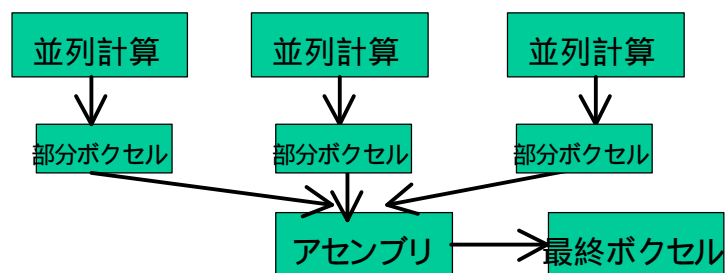
VGクラスタ (産総研+三菱プレジジョン)

- ハードウェアによるリアルタイム可視化
- 空間分割によるスケラブル処理
- シミュレーション計算とレンダリングの並行処理



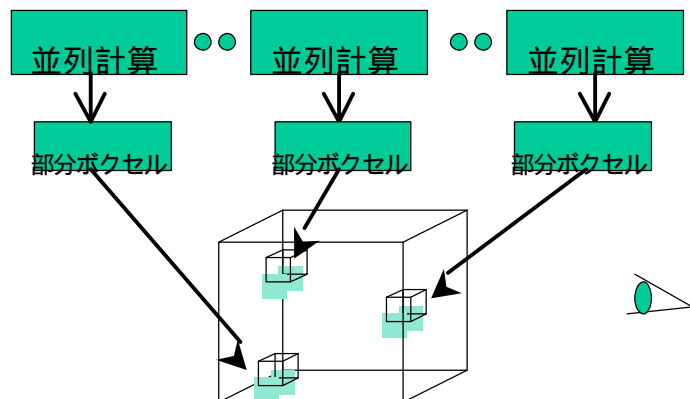
部分ボクセルのアセンブリ

- ボクセル化計算がシミュレーション計算に比べて小さいと仮定できる場合有効



非同期転送の利用

- 部分ボクセルを非同期に転送

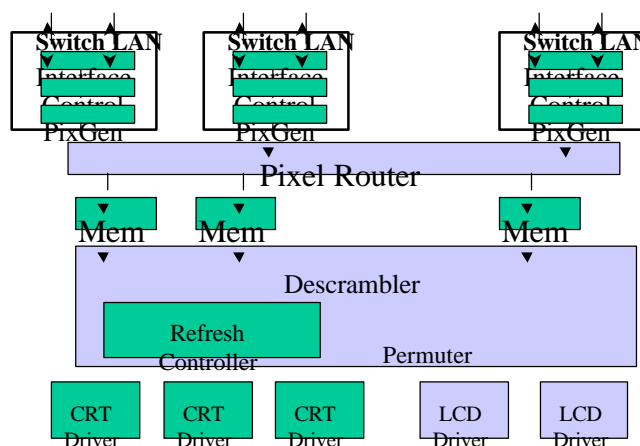


高解像度への対応

- 複数の研究者が同時に可視化結果を見ることを考えた場合、現在の単一ディスプレイの解像度では十分でない
 - 複数のプロジェクタを使って、必要な解像度を
実現するアプローチが有効

並列フレームバッファ (SGE:IBM)

- 乱数を使ったメモリバンクの割り当て



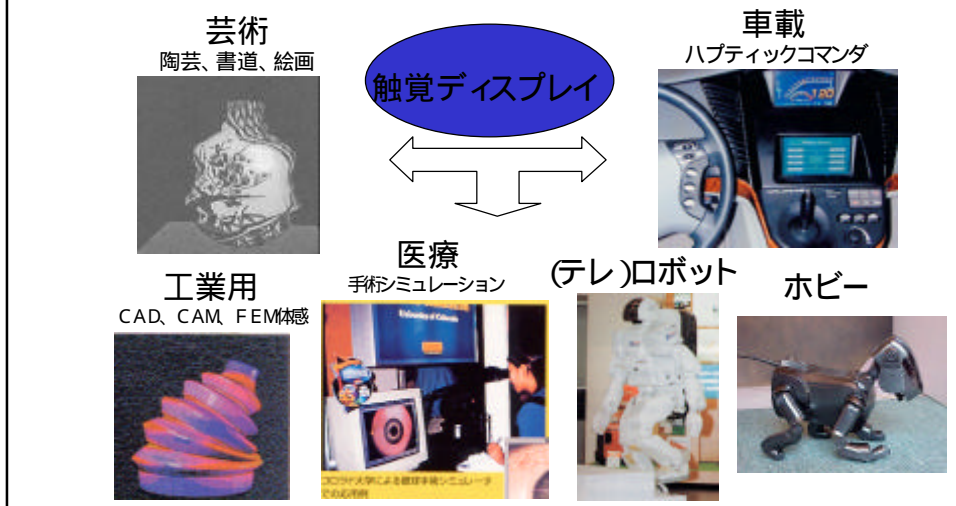
テレイマージョン

- バーチャルリアリティとテレビ会議を融合した新しいテレコミュニケーションのメディア
- Jaron Laniorらの開発したテレイマージョンシステムでは、テレビ会議システムでは困難であったアイコンタクトをとることを可能にしている。
 - 複数サイトに設置された多視点カメラを使って取り込まれた現実のシーンを合成
 - より高速な計算パワーを手にいれるために多視点カメラで得られた映像情報をスーパーコンピュータセンタへ転送し、テレイマージョンを実現するための演算処理を集中化させる

力覚コミュニケーション

- フォースフィードバックは、非言語的コミュニケーションにおいて重要な意味をもつ
- 3次元的な広がりをもったインタフェースの場を提供する場合、フォースフィードバックが有効
- 力覚レンダリングには、サーフェスレンダリングとボリュームレンダリングがある
 - 仮想物体の表面の硬さ、表面粗さ等を表現する
 - 仮想物体内部の密度や速度などを表現する

フォースフィードバックシステム



応答遅延値の定量化

- 京大SHP (Sensible Human Project)における実測値
- 発生原因を元に3つに分類
 - シフト型遅延 (ユーザ動作に対し反力応答が連続的に遅延)
 - ネットワークレイテンシによる
 - ステップ型遅延 (入力に対応する反力が返るまでに応答が変化しない不感時間をもつ)
 - 計算時間などによる
 - 不規則型遅延 (不定期に反力応答が変化しない状態が生じる)
 - システム割り込み起因する
- 最低遅延知覚時間
 - シフト型 35ms ~ 40ms
 - ステップ型 5ms
 - 不規則型遅延: 45ms ~ 60ms

アノテーション生成

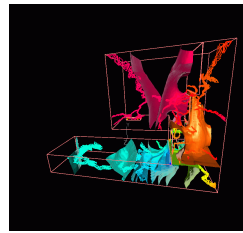
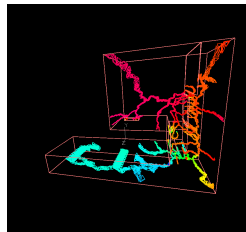
- コラボレーションにおいて、過去のシミュレーション結果から何らかの知見を抽出しようとする場合、それらは、うまく整理されていないなければならない。
 - 映像コンテンツ等のマルチメディアコンテンツについてはアノテーション（補足情報）を用いた高度利用に関する研究が盛ん
 - 人間の手によるメタデータ（マルチメディアデータの内容を記述したデータ）を使って、好みのビデオなどを効率よく検索する手法などが提案されている
- ITBLにおけるコラボレーションにおいては、過去の類似のシミュレーション結果を参照することが多くなっていくであろう。
 - 現状では、この類似度の判定は、利用者の視覚、経験によることが多い
 - 定量的、客観的に類似シミュレーション結果を検索できる実用技術はまだまだ開発されていない。

スケルトンを用いた分類法

- 数値シミュレーション結果の特徴を抽出し、その結果を用いて分類や検索を行うための手法の開発を行う。
 - シミュレーション結果が格子単位で定義されたスカラデータであると仮定する
 - スカラデータの勾配場のトポロジ表現を使って、シミュレーション結果の特徴を表すスケルトン（骨格）を抽出する。
 - スケルトン同士を比べることにより、シミュレーション結果の類似度を判定する
 - スケルトンには、シミュレーション計算する際に用いたさまざまな条件（境界条件、初期条件）も属性として付与

ノイズ低減処理

- ノイズ自身は、十分に収束していない等の理由により数値シミュレーション結果に内在する。
 - 勾配場から得られる特異点に対して適切なラベル付けを行う。
 - 重要度の低い特異点を順に除去していく。



- 細線化結果 (左) と生成した等値面 (右)

まとめ

- 高速ネットワークを使ったコラボレーションシステムは、将来の情報基盤として必要
 - グループ対グループ
 - 力覚コミュニケーション
 - 没入型可視化
 - アノテーション生成

CAVE/ImmersaDesk

- CAVE :完全な没入型VRシステム
- ImmersaDesk :簡易型CAVEシステム
- 開発 :イリノイ大学EVL
(Electronic Visualization Laboratory)
- 1992年にSiggraph'92にて発表

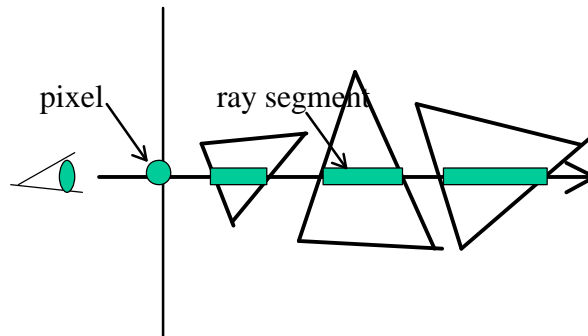
CAVE^(TM)構成

- ONYX3000シリーズ × 1
- CDS社製Marquee8500/3D
× 4
- SG社製CE3液晶シャッターメガネ × 5
- SG社製ELRロングレンジエミッター × 14
- ヘッドトラッキング/Wandトラッキングシステム × 1
- CAVE^(TM) Libraryソフトウェア × 1

並列レイキャスティング

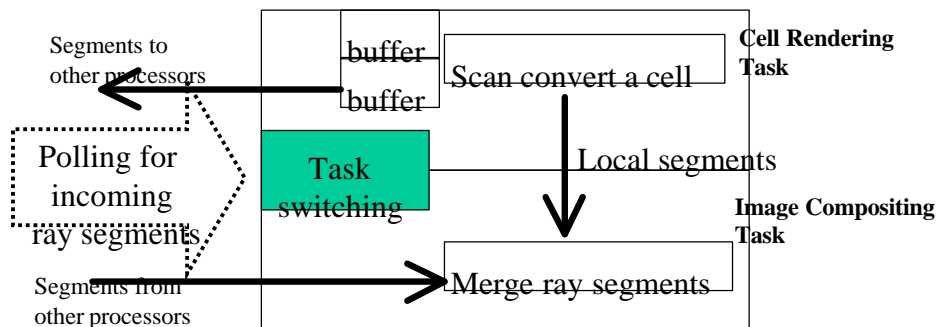
(Kwan-Liu Ma, 1998)

- 前処理不要
- 2frames/sec (400 × 400画素,50万格子)
- IBM SP2 128(ワイド)ノード使用



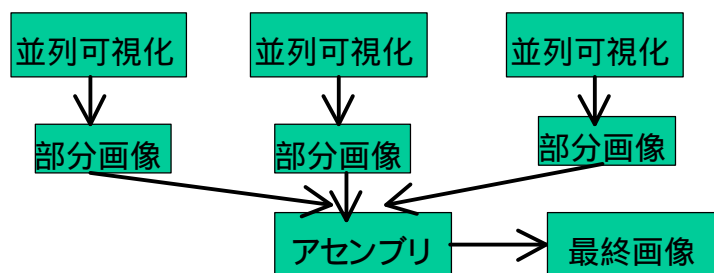
非同期通信によるタスク管理

- プロセッサが独立した処理を行う
- 格子毎の処理と画素毎の処理を多重化



部分画像のアセンブリ

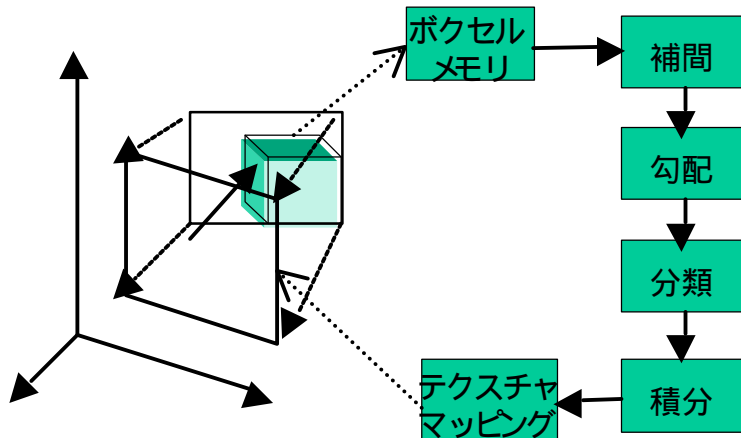
- アニメーション実現においてボトルネックとなる可能性が高い ($100\text{MB/sec} = 3\text{MB} \times 30\text{frames/sec}$)



PC用ボリュームレンダリングボード (Pfister, 1999)

- PCI カード (32bit 66MHz インタフェース)
- vg500 ASIC
 - クロック周波数 125MHz
 - $256^3 \times 30 \text{ voxel/sec} = 4 \times 125 \times 10^6$
- 20 × 64Mbit SDRAM
 - 16 for Voxel Memory
 - 2 for Section Memory
 - 2 for Pixel Memory

レンダリングパイプライン



CAVE^(TM)特徴

- 広視野 :視野全体をカバー
- 開放型 :複数人数が同時体験可能
- (ヘッドトラッキングは一人のみ)
- 高精細 :2500 × 2000
- 簡易装着 :93g液晶シャッターメガネ

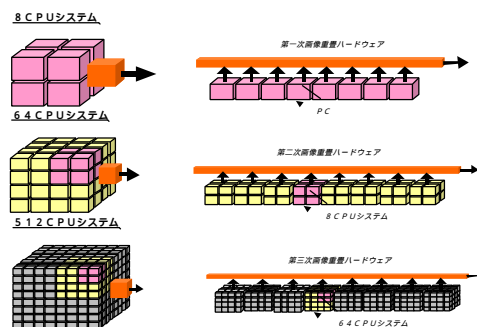
CAVE^(TM) 利用例

- 大学や公共機関
- Caterpillar社 :デザイン設計
- GM :General Motors社 (VTR) :ダッシュボードと内装設計 (インテリアデザイン)



VGクラスタ

- 空間分割によるスケーラブル処理
 - ボリュームデータを 2^n のサブボリュームに分割し並行処理するため、PCを増やすことにより、大規模ボリュームデータを表示可能



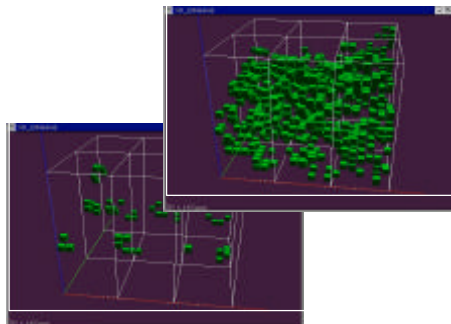
VGクラスタ

- ハードウェアによるリアルタイム可視化
 - VolumePro™500等のPC用グラフィックスアクセラレータと画像重畳ハードウェアにより、各PC間の通信ボトルネックを解消し、高速レンダリングを実現



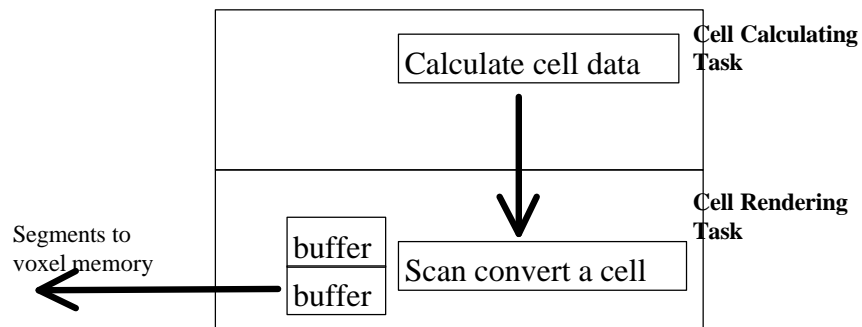
VGクラスタ

- シミュレーション計算とレンダリングの並行処理
 - 本システムによって、ポリウムデータのレンダリングだけでなく、シミュレーション計算も並行して行うことが可能



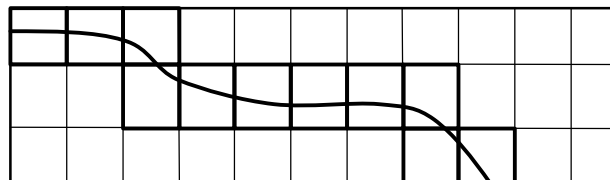
並列ボクセル化

- シミュレーション計算のタイムステップ毎にボクセルメモリに転送



インデクスを使った高速探索

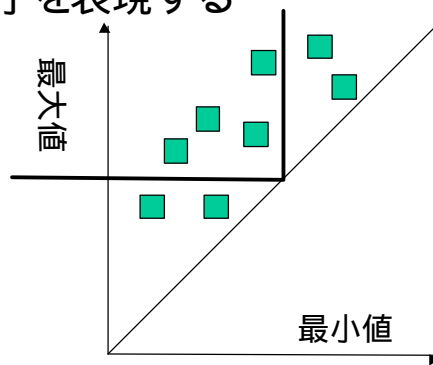
- 等値面と交差する格子を効率よく探索する
 - 空間ベース(8分木)
 - データ値ベース(区間木)
 - シードベース(極点グラフ)



区間木の利用

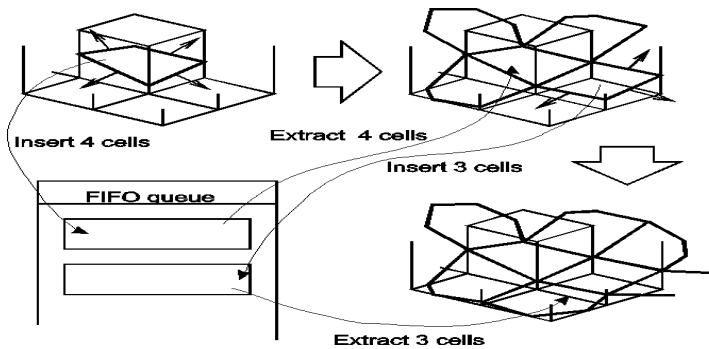
(Shen, 1996)

- 格子点でのデータの(最小値,最大値)を使って格子を表現する



自己増殖的生成

- 隣接情報を利用して等値面に交差する格子を特定する

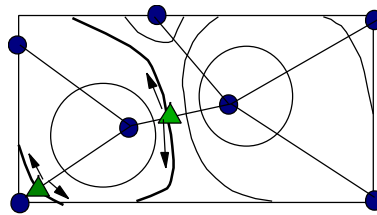


極点グラフの利用

(Itoh and Koyamada, 1996)

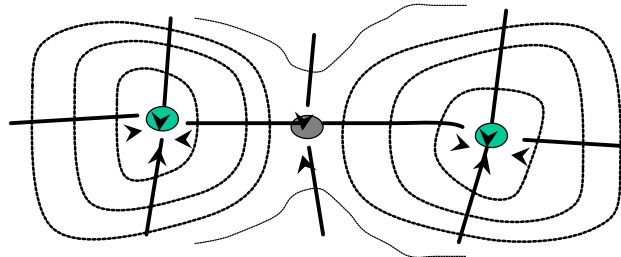
シート格子からの自己増殖型等値面生成
極点グラフの提案

- シート格子の特定を高速化
- 多くの極値を持つ場合、極点グラフ生成がボトルネック



スカラ場表現への適用(C.L.Bajaj,1997)

- スカラ場の勾配ベクトルに特異点理論を適用
 - 極大点、極小点、鞍点の探索
 - 上記特異点をベクタ線で接続する



ボリューム細線化

(Itoh Yamaguchi and Koyamada, 1996)

- 画像処理における細線化技術の3D化
- 極点グラフ作成を効率化
- ある格子を除去すると仮定する
 - 極点を頂点として持つ格子は除去しない
 - その格子に接続する格子につながりが存在するなら除去する
 - そうでないなら除去する