

CG 提案営業システムのレンダリング用データ管理手法

西尾一孝、中 俊弥、松田智恵子、岡部公治

松下電器産業(株) メディア研究所

従来のCG応用システムは、商品提案のようなプレゼンテーションへの応用を考えた場合、用途に応じた対話的なレンダリング用データ編集機構がなく、また、そのカスタマイズ化が困難である。我々はシステム構築にあたりソフトウェアの階層をアプリケーション、アプリケーション・マネージャ、RSコア、RSレンダラの四階層に分けることで、システムの再利用を容易とし、拡張性を高めた。RSコア層では、場面木を利用したシーン編集を実現し、属性差分管理によりデータ重複を解消した。アプリケーション・マネージャ層では、動作状態管理表と通信送付表を保持することで複数のアプリケーションの協調動作と整合を確保した。本稿では、本システムの特徴であるアプリケーション・マネージャ、RSコアについて述べ、住宅設備の提案営業システムに応用したのでその評価について報告する。

A Data Management Method for CG Interior Furnishing Sales Support System

Kazutaka Nishio, Toshiya Naka, Chieko Matsuda, Koji Okabe

Media Research Laboratory,
Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.
1006 Kadoma Osaka. 571 Japan

We developed a Computer Graphics System which is easy to modify and expand for various computer aided presentation. The system is made up of 4 layers: Graphical user-interface program, the application manager, the RS core, and the RS renderer.

The RS core gives the RS library, which is concerned with computer image generation, to the GUI program. The application manager holds some system dependent variables.

This paper presents the design of the application manager, the RS core and the CG interior furnishing sales support system and their effectiveness.

1 はじめに

従来のコンピュータ・グラフィックス (CG) 応用システムは、ユーザ・インタフェース、レンダリング用データ生成、そして、レンダラを含めて、一つのアプリケーションとして一体化された構成であるため、商品提案のようなプレゼンテーションにCGシステムの応用を考えた場合、そのカスタマイズ化への対応が困難であった。また、データ構造も単純であり、部品単位でのシーン編集 (例えば、部品単位でのシーン構成、着目する部品のみからなるシーンの抽出、複数のシーン合成) などは考慮されていなかった。さらに、販売者が顧客と相談しながら商品を提案しつつ営業活動を行なう提案営業のように、画像を確認しながら進めることを前提としたアプリケーションでは、相談中は対話性や高速性が、最終の提案段階では高画質性が要求される。この要求を満たすためには画像生成手法や、画質と生成時間のバランスをとった手法を選択できる方式を検討する必要がある。

我々は、一貫して高品質で現実感の高い画像を高速生成するシステムの研究開発を行ってきたが [1] [2] [3]、今回、図 1.1 のようなレンダリング・シンセサイザ (RS) システムを構成し、これを CG 提案営業システムに応用した。RS システムは大きく分けて独立な四階層で構成される。このような階層構造により、システムの変更が生じてもその影響の範囲が該当する層とインタフェースに限定され、システムの再利用性が増す。以下各層の特徴を述べる。

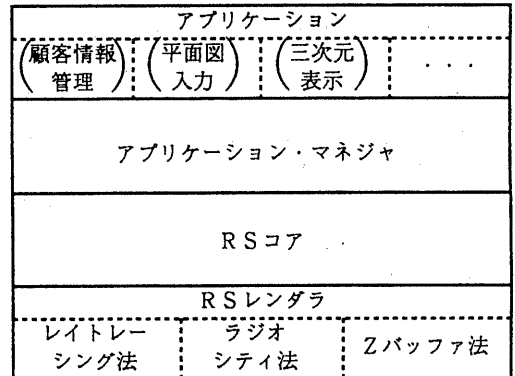
1.RS レンダラ層：新たな並列化手法を開発することで、共通な画像生成データを用いた Zバッファ法、レイトレーシング法、ラジオシティ法などの高速で、高画質な画像生成を実現した。

2.RS コア層：場面木を利用して部品の階層化やグループ化を図り、場面木の編集により着目する部品からなるシーン構築を可能にした。また、属性差分管理と形状データの共有化によりデータ重複の解消を実現した。

3.アプリケーション・マネージャ層：動作状態管理表と通信送付表を保持することで、複数のアプリケーションの協調動作と整合を確保した。また、画像生成以外の共通データを保持することでシステム依存部分の吸収を図り、再利用可能な通信インタフェースの装備によりアプリケーションの拡張性を柔軟にした。

4.アプリケーション層：複数の単機能化したアプリケーションによって構成することにより、拡張性を高めた。また、単一階層のメニューにより機能検索の短縮化を図り、操作手順を同じとすることにより操作の一貫性を保った。

本稿では、これらのうち特に RS コアとアプリケーション・マネージャについて述べ、さらに、RS システムを住宅設備の CG 提案営業システムに応用したのでその評価について報告する。



() は、住宅設備提案営業システムのアプリケーション

図 1.1: ソフトウェア構成

2 RS コア

2.1 機能

RS コアは、アプリケーションの多様な要求に応じて柔軟に画像生成データの編集、及び、構築を行なうもので、RS レンダラに最適な画像生成データを提供する。

図 2.1 に、RS コアの構造を示す。RS コアとアプリケーションとは、RS ライブラリにより通信を行っている。また、RS コアは、アプリケーションからの要求に応じて、画像生成データの構築や、画像生成環境の設定を行ない、さらに、RS レンダラの制御を行って画像生成する。

アプリケーションでは部品単位でシーン編集が行なわれるため、RS コアでは場面木を用いてシーンを構成し、部品単位でデータ管理を行なう。シーン構築の手段としては、シーン編集と部品情報操作が RS ライブラリの形でアプリケーションに提供され

ている。このうちシーン編集は部品のグループ化や階層化、さらに、シーンの合成や部分シーンの抽出を行なうものである。一方、部品情報操作は、属性データや形状データの設定、変更を行なうものである。各データの概略を以下の表で示す。

シーン	
形状データ	部品の形
属性データ	部品の色柄、模様
光源データ	照明器具の光源特性
照度データ	部品の表面の照度分布

また、提案営業システムへの応用を考えた場合、属性データの変更が頻繁に行なわれるが、属性差分管理機構を新たに設けて重複項目の削減による内部データの効率化を図った。また、各画像生成手法に対応した属性データを全て保持することで、一つの場面木を用いて種々の画像生成を可能とした。

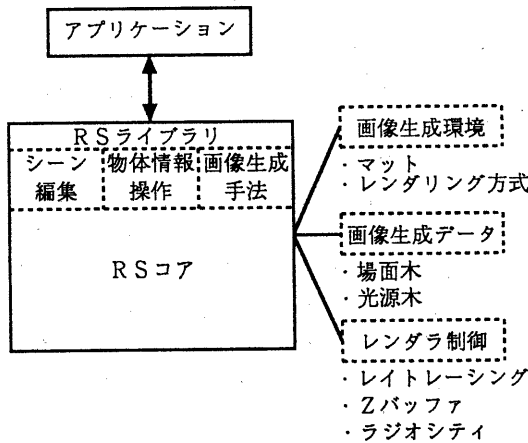


図 2.1: RS コアの構造

2.2 シーン編集

RS コアでのシーン編集は、複数の場面木を合成して一つの場面木とすること、場面木から部分木を取り出して新たな場面木を構成すること、部分木を削除することを実現することである。図 2.2 では、場面木の合成により構成した一つの場面木を表す。これらにより、複数のシーンの合成、シーンの一部を集めての新たなシーンの構成、シーンを複数のシーンへの分割、さらに、シーン間での部品の移動

等が可能となる。

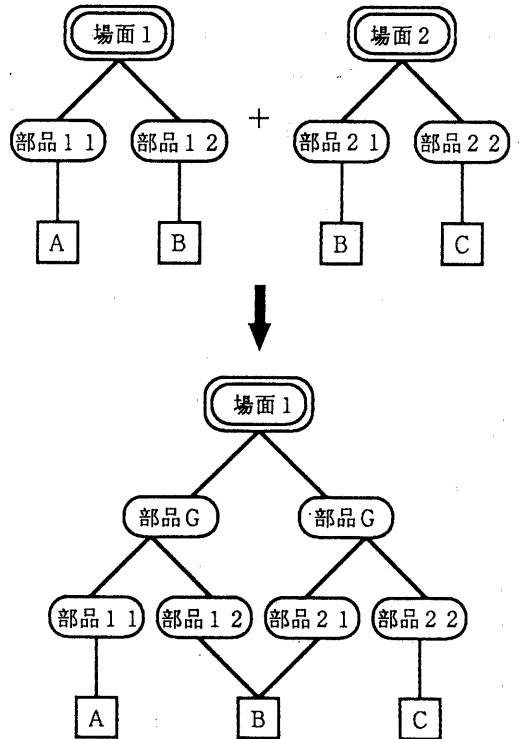


図 2.2: 場面木の合成

上記の機構を設けたことにより、アプリケーションでは以下のことが可能となる。

- 背景のような共通のシーンを一つ構成し、異なる部品のシーンと共通シーンとを合成することで、状況に応じたシーンの作成が容易になる。
- シーンから部品グループを取り出し、新たなシーンを構成して画像生成を行なうことで、生成時間の短縮を図れる。
- ラジオシティ法のように計算時間が物体数の二乗に比例する手法では、シーン分割を行ない部分シーンごとに計算を行なうことで、計算時間を分割数の二乗に反比例して短縮できる。

次に、場面木の説明を行なう。画像生成データは、その性質により、形状データ、属性データ、光源データ、照度データに分類される。形状データをグループ化、あるいは階層化して、シーンを構成す

るために木構造を利用した。この木を場面木と呼び、その節点で部品グループあるいは部品を表し、その葉で部品を構成する形状データ、属性データ、照度データを表す。図 2.3 に、場面木の構成を示す。

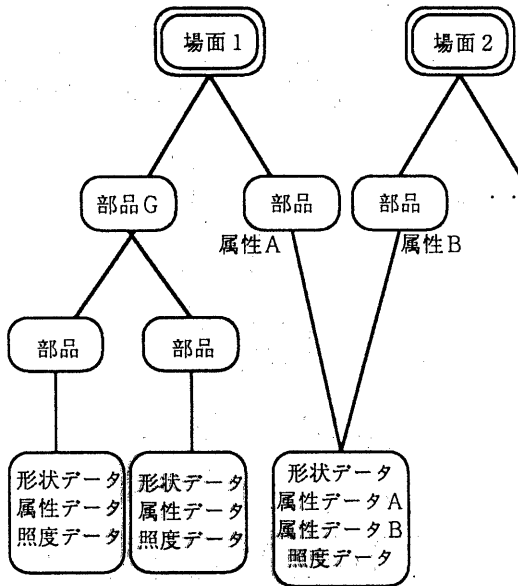


図 2.3: 場面木の構成

さらにシーン構築の際に同じ部品を用いることや、模様が違うだけで形状は同じといった属性データのみが異なる部品を扱うことが頻繁にある。そこで、部品の形状データの実体の一つとして共有可能とすることで、形状データの重複を避けメモリ消費量の抑制を図った。図 2.2 では、合成後の形状データ B が共有されることを示している。また、図 2.3 では、複数のシーンで形状データが共有されることを示している。

部品と同様に光源データも光源木を用いてグループ化する。図 2.4 に光源木の構成を示す。これにより、光源グループごとに画像生成を行ない、任意の光源のグループ単位での点灯や非点灯の状態が表現でき、例えば、昼夜などの状況に応じた簡単な照明シミュレーションを可能とした。

2.3 属性差分管理

提案営業システムへの応用を考えた場合、同一形状の部品に対して素材の違いを提案することが多い。これに対応するため、部品を素材の違いごとに

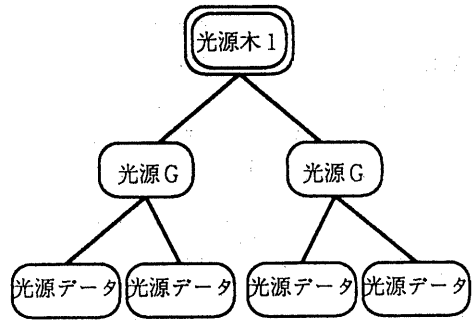


図 2.4: 光源木の構成

それぞれ用意せずに、一つの共有可能な形状データと、素材を表すいくつかの属性データの関連付けで表す属性差分管理機構を新たに設けた。属性差分管理機構により形状データの共有化が図れたため、メモリ消費量が抑制できた。また、属性差分管理は次の用途にも利用可能である。一つの部品に限られた種類の属性データを持つときに、リスト中にそれら属性データのみを保持し、それ以上の付加を禁止することにより、部品に添付する模様を限定することである。

属性差分管理の方式を次に説明する。図 2.5 は属性差分管理の概略を表す。一つの部品を、形状データと属性差分管理リストの組で表す。属性差分管理リストには、その部品の取り得る属性データの一覧を保持し、また、必要に応じて新たな属性データの追加が可能である。そして場面木の節点では、属性差分管理リストの中で該当する属性データの指定を行なう。図 2.5 では、属性差分管理リスト中に属性データ A、B、C...と格納されており、場面木の部品の項目では属性データ B を指定している。

もし属性データに変更が生じれば、まず、属性差分管理リスト中に同じ値を持つ属性データを探す。同じ値のものが存在しない時は、新しく変更する属性データを属性差分管理リストに追加し、場面木節点の属性データ指定も追加したものに更新する。一方、同じ値を持つ属性データが、属性差分管理リスト中に存在すれば、場面木節点の属性データ指定のみを変更する。図 2.5 で、部品の属性データが B から A に変更された時には、場面木の部品の項目を属性データ A と変更するだけですむ。

図 2.3 では、場面 1、場面 2 の二つのシーンで、一つの部品の形状データを共有している。形状デー

タは同じでも属性データが違うため、それぞれの場面木の節点で、属性 A、属性 B を指定している。

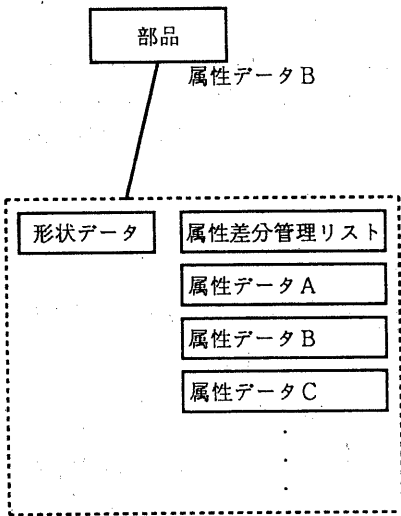


図 2.5: 属性差分管理

2.4 属性のグループ化

部品の模様を変更する際には、着目する部品のみでよい場合と、複数の部品で調和を取った模様の変更が必要となる場合がある。これに対応するため、属性データの変更範囲を前述の場面木の階層を利用して指定する。範囲は、シーン全体、部品のみ、単一面だけの三種類である。属性データの変更が生じると、範囲がシーン全体、あるいは部品の場合、模様をキーとして場面木あるいは部品内で同じ模様を持つものを検索し、検索結果に従った属性データの変更を行なう。

2.5 画像生成

画像生成の手法により用いられる属性データは異なり、また、これら手法を柔軟に変更する必要がある。そこで、場面木で保持する属性データを、これら手法に全て対応したものとすることで、共通の場面木を用いて種々の画像生成を可能とした。これにより、アプリケーションによるシーン編集の操作は、画像生成手法を意識せずに行なえる。

画像生成は場面木と画像生成環境の指定で行なう。画像生成環境とは、画像生成手法とマット情報などである。

画像生成手法は、RS レンダラの生成方式を、輝度補間法、テクスチャ・マッピング (模様張り付け) の有無、その他数種類の項目の指定の組み合わせで指定する。

マットとは、ウィンドウ・システムを利用したアプリケーションで RS レンダラの生成画像を表示するために用いるものである。マット情報とは、ウィンドウ中のマットの位置、大きさなどからなる。ウィンドウの移動、大きさの変更が生じた際には、アプリケーションからその旨を受けとり、RS コアはマット情報を変更する。

3 アプリケーション・マネージャ

3.1 機能

アプリケーション・マネージャは、複数のアプリケーションの協調動作と整合の確保を実現し、システム依存部分の吸収を図るものである。また、アプリケーション・マネージャを設けたことによりアプリケーションが付加される場合に、システムの拡張が容易になる。

図 3.1 にアプリケーション・マネージャの構造を示す。各アプリケーションの協調動作と整合の確保を実現するため動作状態管理表と通信送付表を保持し、システムに依存する部分のシステム・データ、共通データを管理する。また、再利用可能な通信インタフェースの装備によりアプリケーションを拡張可能とした。

例えばデータ・ファイルの配置位置などのシステム・データは、複数のアプリケーションでよく参照される。そこで、システム・データをアプリケーション・マネージャに集中して保持し、各アプリケーションからの問い合わせに応じて答える方式をとる。これにより、システム構成の変更が生じてもアプリケーション・マネージャの該当部分の変更だけで対応でき、拡張性が高められた。

また、画像生成の際には、視点位置などの一部の情報に対しての問い合わせが頻繁に生じるが、毎回 RS コアまで渡しては RS コアの負荷が大きくなる。このように頻繁に問い合わせが生じるようなデータを適宜アプリケーション・マネージャで選択し

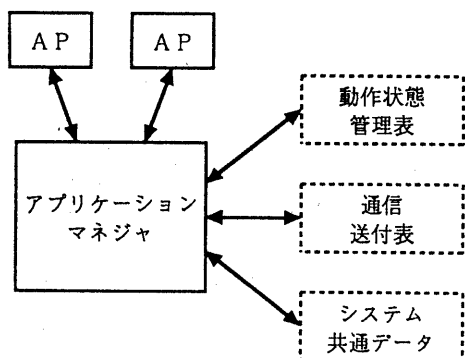


図 3.1: アプリケーション・マネージャの構造

て保持することで、RS コアへの問い合わせを減少させ負荷を軽減した。

3.2 通信管理

アプリケーション・マネージャは、各アプリケーションと通信し、その通信には、RS コアを利用するものや、アプリケーション間での協調や整合を図るものも存在する。このため、通信を解釈して内容に応じた処理を行なう。これら通信の種類は送付先で分類すると下記の通りである。

- 動作状態の通知のように該当するアプリケーションのみに応答するもの
- 画像生成以外のシステム、共通データを利用し、他のアプリケーションにもその内容を渡す通信
- シーン編集のように RS コアを利用する通信

アプリケーション間での協調動作を行なうために、アプリケーション・マネージャは共通データと通信送付表を保持し、アプリケーションからの指示により共通データの更新を行なう。この時、通信送付表にその共通データを利用する他のアプリケーションが記述されているので、通信の無駄がなく該当するアプリケーションに必要な情報を伝達できる。アプリケーションが利用するか否かの通信送付表への記述は、アプリケーションの起動、終了の時点で行なう。

また、視点情報などは画像生成データの中でも頻繁に利用されるため、通信量が多くなる。このよう

な情報も、アプリケーション・マネージャで保存することで、RS コアに渡る問い合わせの減少が図れ、RS コアの負担を軽減する。

図 3.2 に、システムの関連を示す。アプリケーションから渡った通信は、アプリケーション・マネージャで解釈され、シーン記述のように画像生成に関連したものは RS コアに渡される。画像生成以外の通信は、アプリケーション・マネージャで処理される。

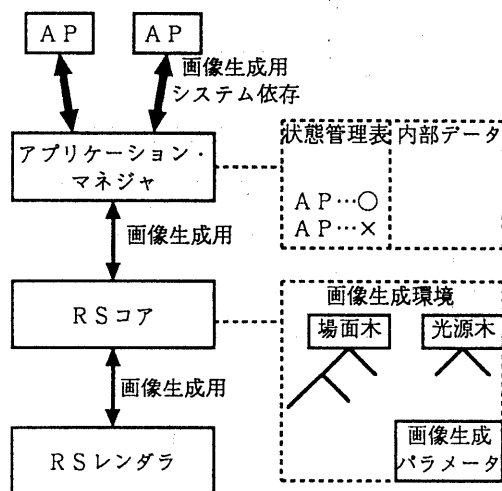


図 3.2: システムの関連

3.3 動作管理

他のアプリケーションの利用が前提となる時、そのアプリケーションの状態を知る必要が生じる。このためアプリケーション・マネージャは動作状態管理表を保持することで、アプリケーションの状態を把握する。停止中のアプリケーションの再利用の必要が生じた際には、アプリケーション・マネージャは強制起動を行なう。

動作状態管理表には、アプリケーションが動作中、待機中、停止中などの情報を記述する。それぞれの意味は下記の通りである。

- 動作中は、アプリケーションが何らかの処理を行なっている状態である。
- 待機中は、アプリケーション・マネージャからの通信の応答待ちである。

- 停止中は、アプリケーションが起動されていないか、あるいは、一度起動されて、終了した状態である。

動作状態の記述は、アプリケーションの起動、終了の時点や、アプリケーション・マネージャとの通信中に行なう。

動作状態表を設けることにより、通信の無駄をなくして各アプリケーションの利用が可能となる。停止中であるアプリケーションの利用が生じた時には、即座に強制起動することができる。また、アプリケーションの起動手順に依存性のある場合には、その順序に応じた起動も可能となる。

4 提案営業システム

RS システムの応用の例として、キッチン、バスなどの住宅設備の提案営業システムを構成した。その構成に当たり、アプリケーションとしては、次のものの開発を行なった。顧客の氏名・住所等を入力する顧客情報管理ツール、顧客の平面図を入力する平面図入力ツール、商品検索・模様選択を行なうカタログ検索ツール、画質選択を行ない平面図の入力中に連動して画像表示する三次元表示ツールである。図 4.1 に、操作画面の例を示す。

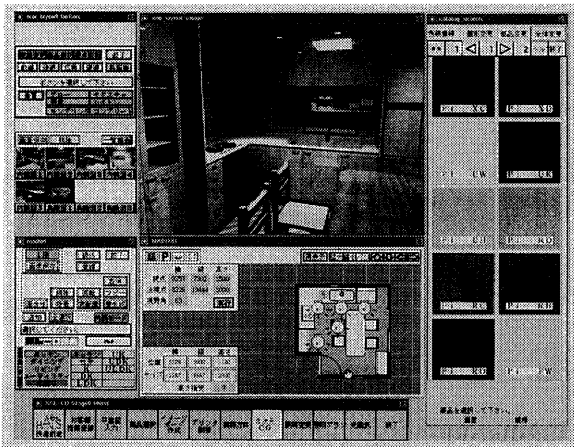


図 4.1: 操作画面の例

以下に提案営業の手順を簡単に述べる。

1. 顧客の氏名、住所登録を顧客情報管理ツールで行い、顧客番号をアプリケーション・マネージャに渡す。

2. アプリケーション・マネージャは、顧客番号をもとに、顧客専用の領域確保を行う。
3. 平面図入力ツールを起動する。
RS コアと三次元表示ツールは共に起動され、三次元表示ツールはマットを確保する。
4. 平面図入力ツールは起動時に、顧客専用の領域をアプリケーション・マネージャに問い合わせる。
5. 提案する商品は、カタログ検索ツールで選択し、平面図に取り込んでいく。
平面図を入力している間は、低画質な画像生成を指定する。
6. RS コアは、平面図入力ツールからのシーン記述をアプリケーション・マネージャ経由で受け取り、画像生成データの構築を行う。
7. 平面図の入力と連動してマットに画像が表示される。
8. 入力が確定した段階で高品質な画像生成手法であるラジオシティ法を用いた画像生成を行う。
9. 顧客専用の領域に平面図を保存する。

5 評価

提案したい部屋のみの高画質画像生成を部分シーンの記述により可能とすることで、画像生成時間の短縮が図られ、提案効率の向上が図られた。例えば、約 3 万ポリゴンからなる標準的な間取り図全体でのラジオシティ計算は 74 分であるが、キッチンだけでシーン構成した場合 (1 万ポリゴン) は、8 分程度で計算可能となる。また、キッチン、ユーティリティのパネル模様変更の提案も、全シーン描画では 31 秒かかっていたものが、キッチン、ユーティリティだけでシーン構成を図り、模様変更すると、18 秒で終了した。

キッチン、バス等曲面部分が多く複雑な形状となる部品は、形状データだけでも 100kB 程度となる。先の標準的な間取り図で、形状データを重複して RS コアで保持した際には、そのメモリ量は 2.6MB となっていた。形状データの重複の解消により 1.9MB となり、25 % 程度のメモリ消費量の削減が図れた。

従来個々に光源の特性を変更しては、全ての光源を用いて画像生成を図っていたが、光源木の利用で光源グループごとに一度の照明計算を実施し、後はその合成により、照明シミュレーションが簡単に行えた。

さらに、システム変更が生じ、新しいアプリケーションを追加する際に、既存の通信コマンドを利用するのであれば、アプリケーション・マネージャは、単に動作状態管理表と通信送付表に対応するだけでよく、C言語で数十ステップで可能である。また、新しい通信コマンドを追加するには、通信の処理部分の追加で対応が可能である。

6 まとめ

新規機能の充実の際に既存機能に対して不足分を補うことで対応可能とすること、あるいはハードウェアの変更や、新たにシステムの構築を図る際に、できるだけ再利用可能とした形態とすること、さらにアプリケーションに対して容易な画像生成環境を提供することを目的として、アプリケーション、アプリケーション・マネージャ、RS コア、RS レンダラと四層の構成としたシステム構築と、RS 環境の構成を図り、その有効性を示した。

RS 環境で構築したCG 提案営業システムは、住宅設備提案営業に用いられ評価を受けている [4]。

CG 提案営業システムは、住宅設備の提案に限らず幅広く利用されていくが、本システムの構成によれば簡単に別用途のシステム構築が可能である。また、今後は、静止画ばかりでなく、動画と自然画との合成が可能なシステムに対する要望も高まるであろう。我々は、現システムの発展を図りつつ動画にも柔軟に対応するシステムを考案していきたい。

参考文献

- [1] 西尾、西村、中、平井、「コンピュータグラフィックスのインテリアシミュレーションへの応用」第35回システム制御情報学会研究発表講演会 (1991年5月 pp.437-438).
- [2] 峰久、西尾、西村、中、平井、「高画質高速画像生成システム」Computer World '91 pp.165-172

[3] 堀内、峰久、西尾、中、西村、平井、「ハイビジョン・インテリア・シミュレータ」ハイビジョン研究会 (1992年2月 pp.99-104)

[4] 西村、阿部、峰久、Richard、望月、「住宅設備提案営業支援システム」電子情報通信学会、パターン認識・理解研究会 (1993年6月予定)