

Lui 「PCオンデマンド」のアーキテクチャと技術

渡辺 淳也・佐藤 忍・古田 勇次
町田 敏・丹野 秀和

要 旨

NECパーソナルプロダクツは、自宅にあるPCを、いつでも、どこでも利用できる「PCオンデマンド」のコンセプトを実現した、「リモートスクリーンテクノロジー」を開発しました。本稿では、「リモートスクリーンテクノロジー」のアーキテクチャと技術について紹介します。

キーワード

●シンクライアント ●圧縮符号化 ●VPN ●インターネット ●DSP ●LSI

1. はじめに

ホームネットワーク、公衆無線LANの普及やHSDPA、WiMAXのサービス開始などにより、広帯域通信がいつでも、どこでも利用できる環境が整いつつあります。弊社は、この広帯域通信を使って、自宅のPC画面を宅内の別の部屋や宅外に転送し、いつでも、どこでもPCの操作ができるコンセプト（PCオンデマンド）の技術開発を行い、ホームサーバPC、並びにPCリモーター・ポケットタイプ、ノートタイプに搭載しました。

本稿では、PCオンデマンドの基盤技術であるリモートスクリーンテクノロジーのアーキテクチャと技術について紹介します。

2. リモートスクリーンテクノロジー

リモートスクリーンテクノロジーは、図1のように、PCリモーターサーバボードを搭載したホームサーバPCと、クライアントであるPCリモーターで構成されています。

PCリモーターサーバボードは、画像や音声を実タイムにNEC独自方式で圧縮するLSIを搭載しています。このLSIで圧縮された画像や音声データは、ホームネットワークやインターネットを通じて、PCリモーターに転送されます。

一方PCリモーターは、CPUとDSPを1チップで構成するSoCを搭載しています。受信した画像や音声データは、SoCのDSPにより伸張され、PCリモーターの画面やスピーカに出力されます。

PCリモーターのキーボードやポインティングデバイスでユーザが入力した情報は、逆に、PCリモーターからホームサーバPCに送信され、仮想キーボードやマウスドライバを経由してOSに与えられます。これによりホームサーバPCを操作できます。

またホームサーバPCとPCリモーターは、セキュアな通信を実現するためNEC独自のVPN接続機能（セーフコネクト）を搭載しています。

更にPCリモーターの小型画面や、通信速度が遅いインターネット回線でも、ユーザビリティを向上させるためのアプリケーションアシスト機能を搭載しています。

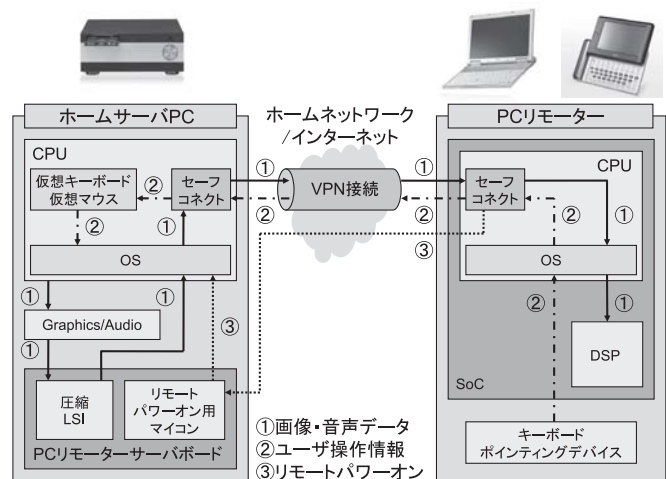


図1 リモートスクリーンテクノロジーの動作概略図

3. 画面転送機能

PC画面をホームサーバPCからPCリモーターに効率的に転送するため、NEC共通基盤ソフトウェア研究所と共同で、NEC独自の動画像圧縮伸張方式を開発しました。この方式は一般的な画像圧縮方式とは異なり、PC画面に文字や自然画像が混在していても高速、高画質な圧縮伸張を可能にします。また処理も他の方式に比べてコンパクトなので、LSIや組み込みCPUへの搭載が容易になります。¹⁾

弊社は、この方式を搭載したリモートスクリーンエンジンLSI（写真左）、及びこのLSIにより画面転送機能を実現するPCリモーターサーバボード（写真右）を開発しました。またPC画面を受信するPCリモーターでは、DSP上に上記の圧縮されたPC画面を伸張するソフトウェアを開発しました。

3.1 PCリモーターサーバボード

ホームサーバPCは、ユーザのアプリケーションが実行中でも、画面転送にかかわるPC画面のキャプチャ、圧縮処理、暗号化処理などを並行して行う必要があります。このため、これらの処理をハードウェア化し、ホームサーバPCのメインCPU処理負荷を軽減すると同時に、安定した圧縮性能を実現しました。

その他、音声圧縮機能やモニタ信号（DVI信号）切り替え機能、リモートパワーオン機能（詳細は第5章をご覧ください）も搭載しています。

・DVI切り替え機能

通常のPC使用時はそのままDVI信号をモニタへスルー出力

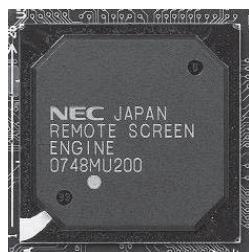


写真 リモートスクリーンエンジンLSI（左）とPCリモーターサーバボード（右）

し、リモートスクリーン機能使用時はリモートスクリーンエンジンLSIへ出力する機能です。この切り替え機能により、PCに接続されているモニタの解像度に依存せず、PCリモーターがサポートする解像度にPC画面の解像度を合わせる事ができます。

3.2 リモートスクリーンエンジンLSI

リモートスクリーンエンジンLSIは、図2のような内部回路で構成されています。差分検出処理部は入力された画像と前に入力された画像との差分を検出し、差分のみを二次元圧縮処理部に出力します。二次元処理部は画像の二次元構成から冗長部を削減し、かつ文字成分を残す圧縮処理を行います。これと平行して、音声圧縮処理部で入力された音声を圧縮します。メモリコントローラは圧縮処理中のデータを一時保存する外付け大容量メモリとのI/O処理を担っています。一次元圧縮処理部は、画像や音声データを目標データサイズへの最終圧縮処理を行います。最後に、圧縮されたデータはストリームの形で暗号化され、PCIバスを介してPCのメインCPUへと引き渡されます。

これら一連の処理をソフトウェアで行うと、ホームサーバPC（CPUクロック2GHz）では、CPU使用率100%の時に1秒当たり10フレーム程度の圧縮性能となりますが、本LSIを用いると、CPU使用率5%程度で、1秒当たり30フレームの圧縮性能を実現することができます。

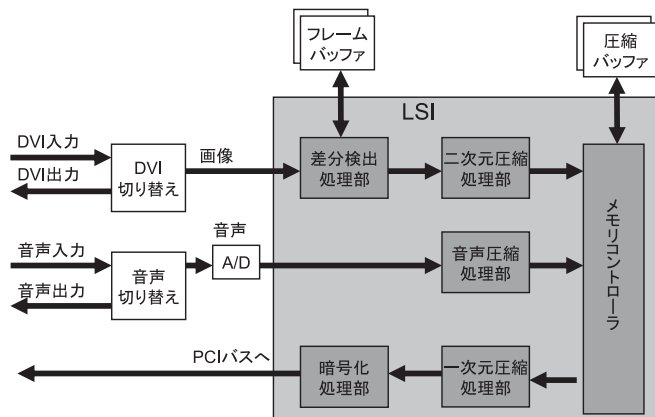


図2 PCリモーターサーバボードの機能構成図

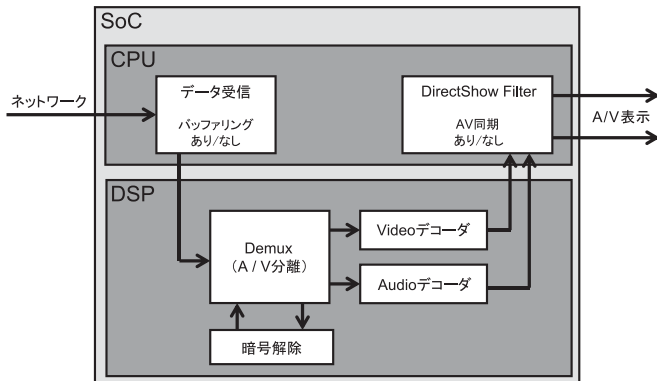


図3 PCリモーター動画音声伸張処理の機能構成図

3.3 PCリモーター

PCリモーターは、CPUとDSPが1チップで構成されるSoCを搭載し、部品的大幅削減、省電力化、低コスト化、及びPCリモーターの小型、軽量化を同時に実現しました。

(1) 動画音声伸張部の分離構造

PCリモーターは、CPUで通信処理とキーボード、ポインティングデバイスの操作処理、OSDなどのGUI処理を行います。同時に、DSPで暗号解除処理と動画や音声の伸張処理を行います。このようにCPUとDSPの分離構造にすることで伸張処理が高負荷状態でもキーボード操作や、OSD表示をスムーズに動作させることができます（図3）。

(2) PCモードとMovieモード

PCリモーターは、データ受信から表示までの時間（遅延時間）が長いと操作性が悪くなります。遅延時間を短縮するためには、PCリモーター内部でのバッファリング、伸張処理、AV同期処理に伴う処理時間を、極力短縮する必要があります。しかし、逆に短縮すると、使用するネットワーク伝送の揺らぎにより受信タイミングがばらつき、カクツキや音切れが発生しやすくなります。

そこで、この相反する要件を満たすために、バッファリングとAV同期を行わず遅延を最小化するPCモードと、バッファリングとAV同期を行いネットワークの揺らぎを吸収しカクツキや音切れを削減するMovieモードを搭載しました。

4. アプリケーションアシスト機能

PCリモーター・ポケットタイプの画面は、PCの画面と比較すると解像度が低く(WVGA)、PCリモーターの画面でPCアプリケーションを操作することは困難です。そこで、PCリモーターサーバボードとPCリモーターに、バーチャルスクリーン機能、ウィンドウフィット機能を搭載し、ユーザビリティを向上させました。

また、「使用回線速度に合わせてビットレートの設定を選べる機能」、「ユーザの嗜好や使用するアプリケーションによって画質と音質、動き（フレームレート）の配分を自由に選べる機能」も搭載し、更にユーザビリティを向上させました。

(1) バーチャルスクリーン機能

PC画面の一部を表示して、ユーザが操作したいエリアを自由に移動できる機能です。PCリモーターの画面は、ユーザが操作するエリアのみが拡大表示されPCアプリケーションの操作性が向上します。

(2) ウィンドウフィット機能

ユーザが使用するアプリケーションのウィンドウをPCリモーターの画面サイズに合わせてリサイズし、PCリモーターの画面全体に表示する機能です。ユーザは容易に、使用する1つのアプリケーションを画面全体に表示できます（図4）。

5. VPN接続機能（セーフコネクト）

Luiではリモート接続を実現するために、NEC独自のVPN接

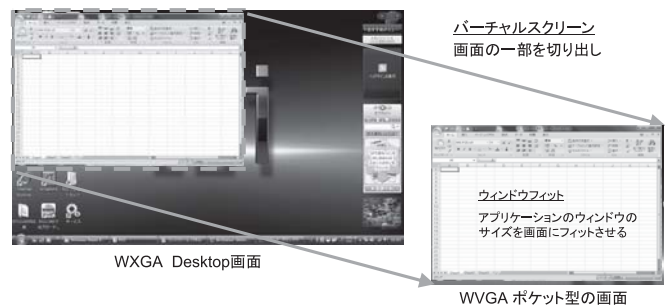


図4 バーチャルスクリーン機能とウィンドウフィット機能

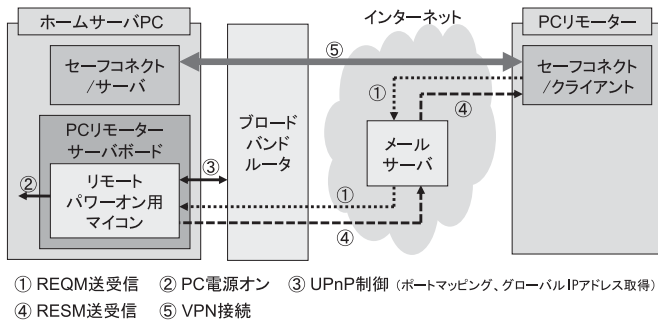


図5 VPN接続の動作概略図

続機能であるセーフコネクต์を使用しています。セーフコネクต์はレイヤ2 VPN機能を提供し、AES(128bit)による通信の暗号化機能、メールによる接続先IPアドレス解決機能、デジタル証明書による相手機器の相互認証機能などを備えています。更に、ホームサーバPCではLui独自の機能として、マイコンを使用したりリモートパワーオン機能も搭載しています。LuiのVPN接続動作の概略を図5に示し、以下で各機能の概要を説明します。

(1) 相互機器認証機能

デジタル証明書による相互機器認証機能は、デジタル証明書生成時にホームサーバPCとPCリモーターがそれぞれ認証局(CA)となって相手のデジタル証明書に署名を行うという特徴的な構成となっています。自機内のCAを信頼するというポリシーでデジタル証明書の検証を行うことで、なりすましの防止を実現しています。

(2) 接続先IPアドレス解決機能

家庭向けのISPサービスでは、一般的にグローバルIPアドレスは動的に割り当てられます。本機能はホームサーバPC側のグローバルIPアドレスを接続先IPアドレスとしてPCリモーターに通知する機能で、ホームサーバPCとPCリモーターの間でIPアドレス問い合わせメール(REQM)とIPアドレス通知メール(RESM)をやり取りしてIPアドレスを通知します。この際、ホームサーバPC側のブロードバンドルータに対して、PCリモーターがホームサーバPCに接続できるようUPnPポートマッピングを行います。

(3) マイコンによるリモートパワーオン機能

PCリモーターサーバボードに搭載されているリモートパワーオン用マイコンは、PCIバスの待機電力(約1.2W)でも動作可能で、ホームサーバPCが省電力状態の時も常に動

作しています。このマイコンでは、セーフコネクットのメールによるIPアドレス解決機能が動作しており、PCリモーターからの接続要求を常に監視しています。PCリモーターから接続要求が届くと(REQMを受信すると)、マイコンはPC本体の電源をオンにし、VPN接続可能な状態に復帰させます。

6. おわりに

本稿では、リモートスクリーンテクノロジーを実現する、アーキテクチャと技術について説明しました。リモートスクリーンテクノロジーは、通信の帯域幅によって画質や操作性の影響を受けます。今後は、輻輳が予想されるHSDPAなど低ビットレート環境での操作性向上や、ホームネットワークでの高画質、高解像度対応など、スケーラビリティの強化を行います。

参考文献

- 1) 高田巡、仙田修司、広明敏彦、「独自の静止画符号化技術による画面転送ソリューション」、NEC技報、Vol.60 No.2、pp.30-32、2007年5月

執筆者プロフィール

渡辺 淳也
NECパーソナルプロダクツ
ユビキタス事業開発本部
マネージャー
電子情報通信学会会員

佐藤 忍
NECパーソナルプロダクツ
ユビキタス事業開発本部
エキスパート

古田 勇次
NECパーソナルプロダクツ
ユビキタス事業開発本部
エキスパート

町田 敏
NECパーソナルプロダクツ
ユビキタス事業開発本部
主任

丹野 秀和
NECパーソナルプロダクツ
ユビキタス事業開発本部
主任
情報処理学会会員