

携帯電話版 VNC システム

中須 正人 志築 文太郎 田中 二郎

筑波大学 電子・情報工学系
305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1
{baru,shizuki,jiro}@iplab.is.tsukuba.ac.jp

概要

我々は、携帯電話から遠隔計算機のデスクトップにアクセスする汎用的な仕組みとして、ビットマップ転送に基づく VNC を利用したシステムを提案する。本システムでは、遠隔計算機へのアクセスを、デスクトップのビットマップを VNC を用いて携帯電話に転送し、そのビットマップに対する操作を携帯電話から可能とすることにより実現している。さらに、携帯電話の小画面および入出力デバイスを考慮したインタフェースを提供するために、遠隔計算機と携帯電話の間にプロキシを置く。携帯電話には、遠隔計算機のデスクトップを操作する際にユーザの負担を減らすための工夫として、画面領域の記憶、表示モードを組み込んだ。我々は、本システムのプロトタイプを Java で実装し、i モード Java 対応携帯電話エミュレータ上でその動作を確認した。

VNC System for Cellular Phone

Masato Nakasu Buntarou Shizuki Jiro Tanaka

Institute of Information Sciences and Electronics, University of Tsukuba
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8573 JAPAN
{baru,shizuki,jiro}@iplab.is.tsukuba.ac.jp

Abstract

We propose a VNC-based general-purpose architecture to access the desktop of a remote computer from a cellular phone. In this system, the bitmap of the desktop is transmitted to the cellular phone and input events from the cellular phone are transmitted to the remote computer using VNC. In order to offer the interface in consideration of the small screen and I/O devices of the cellular phone, a proxy is placed between the remote computer and the cellular phone. Furthermore, to reduce the user's burden, frequently used screen areas can be registered and some view modes are provided. We implemented the prototype of this system using Java, and checked the operation on an i-mode Java-enabled cellular phone emulator.

1 はじめに

携帯電話が携帯される機会は、パームサイズ計算機やハンドヘルド等の PDA(Personal Digital Assistant) よりも高い。したがってこの携帯電話を用いて遠隔情報機器

(ネットワーク経由でアクセス可能な遠隔計算機や情報家電) を利用できれば、以下のような場合に好都合である。

1. 遠隔計算機のデスクトップに保存してあるデータを、出張先から確認する。

2. 緊急時に、出先からサーバを再起動する。

個々の場合を想定して、対処可能にするための仕組みを予め準備することは可能である。すなわち、操作対象となりうる遠隔情報機器に、適切な処理が行われるようにソフトウェアを設定しておけば良い。しかしながら、なるべく汎用的な仕組みを、携帯される機会が高い携帯電話に実現しておくことが望ましい。

本研究では、携帯電話から遠隔情報機器にアクセスするための汎用的な仕組みを実現することを目的として、ビットマップベースの画面転送機能を有する VNC (Virtual Network Computing) [1] を用いたアーキテクチャを提案する。図 1 は本システムにおける携帯電話版 VNC ビューアの動作イメージである。VNC は、様々なプラットフォーム (Windows, Macintosh, UNIX 系 OS など) に対応している。VNC は、その RFB (Remote Frame Buffer) プロトコル [2] のシンプルな設計により高いポータビリティを実現しており、結果として遠隔計算機を操作する他に、ネットワーク経由で情報機器を操作するためにも用いられている [3]。

本アーキテクチャは、VNC を用いて遠隔情報機器を操作するためのビットマップを携帯電話に転送し、さらにそのビットマップに対する操作を携帯電話から可能とすることにより、携帯電話から遠隔情報機器を操作することを実現している。また、本アーキテクチャでは、VNC サーバと携帯電話の間にプロキシを挟むことによって、携帯電話に対するトラフィックを抑制し、携帯電話が備える入出力に適切な操作インタフェースを提供する。本論文では、特に遠隔計算機 (パーソナルコンピュータやワークステーションなど) のデスクトップを操作する際に生じる操作上の困難を軽減するためのインタフェースについても述べる。

2 携帯電話版 VNC システム

遠隔情報機器、特に遠隔計算機のデスクトップの状態をそのまま転送すると、一般には大きなネットワークトラフィックが生じる。さらに、携帯電話の小画面に適した表示を提供するとともに、遠隔情報機器と携帯電話との入力デバイスの差異を吸収する必要がある。また、ネットワークは切断しがちであり、処理を復帰させるための状態保持が重要となる。我々は、これらの処理を携帯電話のために肩代わりするプロキシを導入した携帯電話版 VNC システムを構築した。

携帯電話版 VNC システムの構成を図 2 に示す。本システムは、携帯電話上で動作する VNC ビューア (SVNC



図 1: 携帯電話版 VNC ビューアの動作イメージ

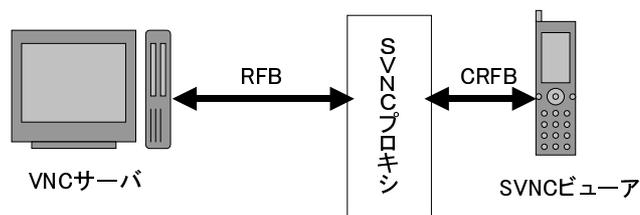


図 2: 携帯電話版 VNC システム

ビューア)、および遠隔情報機器で動作する VNC サーバと SVNC ビューアの間に挟まれるプロキシ (SVNC プロキシ) から構成される。SVNC プロキシと VNC サーバは RFB プロトコルにより通信を行う。RFB は、ネットワーク上にある計算機間でフレームバッファやユーザの入力などを転送するための手続きを規定している。また、SVNC ビューアと SVNC プロキシとの通信には CRFB (Compact RFB) プロトコルを用いる。

2.1 SVNC プロキシ

SVNC プロキシは以下の基本処理を行う¹。

- VNC サーバから RFB プロトコルに従い遠隔計算機のデスクトップの画像情報をビットマップとして受信し蓄える。さらに、そのビットマップに対し、携帯電話の画面領域に合わせた切り取り、縮小等の変換処理を行う。
- 変換処理したビットマップを CRFB プロトコルに従い SVNC ビューアに送信する。
- SVNC ビューアから CRFB プロトコルに従い受信

¹ここでは遠隔計算機のデスクトップを操作対象とした説明をしているが、操作対象が情報家電の操作パネルにも同様の処理を行う。

したユーザの操作情報を変換し、RFB プロトコルに従い VNC サーバに送信する。

2.1.1 画像情報の保存、切り取り、変換

RFB プロトコルでは、VNC サーバが監視する遠隔計算機のデスクトップが更新される度に、更新内容がビットマップとして SVNC ビューア側へ転送される。よって、携帯電話の SVNC ビューアへのビットマップの転送に RFB プロトコルで送られるビットマップをそのまま用いることは、携帯電話の伝送速度を考えると現実的ではない。例えば NTT DoCoMo の 503i 系携帯電話で利用可能な伝送速度は 9600bps であり、これに対してデスクトップが頻りに更新される状態で生じるトラフィックは膨大である。そこで SVNC プロキシを設け、VNC サーバと SVNC ビューア間の通信のトラフィックを緩和する役割を与える。

携帯電話で扱う画像領域は 120 × 130 ピクセル程度であるから、VNC サーバ側のデスクトップの画面サイズで送信する必要はない。よって、VNC サーバから送られるデスクトップ画像は直接 SVNC ビューア側へ送らずに、SVNC プロキシに蓄える。SVNC プロキシは蓄えた画像情報から携帯電話で表示する画像領域の部分のみを切り取り、携帯電話の SVNC ビューア側へ渡す。

携帯電話の小画面から遠隔計算機のデスクトップを閲覧する際に、全体表示の場合はデスクトップに表示されているアイコンなどの詳細を見ることは難しく、一部分を詳細表示する場合は周りの情報が把握できないという問題がある。よって、SVNC プロキシは画面領域の拡大/縮小により目的の場所を表示するための機能を提供する。SVNC プロキシは SVNC ビューア側から拡大/縮小のリクエストを受け取り、蓄えたデスクトップ画像から一部を切り出し、携帯電話の画面サイズにした上で、SVNC ビューア側に渡す。

2.1.2 入力デバイスの違いの吸収

標準的な携帯電話には、10 個の数字キー、アスタリスク (*) キー、パウンド (#) キー、2 個のソフトキー、4 個の方向キー、選択/決定キーの合計 19 個のキーが備わっている。しかし、遠隔操作するワークステーション、パーソナルコンピュータ等の計算機には、マウス、キーボードが備わっている。よって、携帯電話の入力デバイスは、VNC サーバ計算機の入力デバイスと比較するとキーの数がかなり少ない。そこで、SVNC プロキシは SVNC ビューアから受信した携帯電話で行ったキー入力情報を遠隔計算

機のマウス操作した情報とキー入力情報に変換し、RFB プロトコルに従い遠隔計算機側へ送信する。

2.2 CRFB プロトコル

CRFB(Compact RFB) は、RFB プロトコルを携帯電話向けに簡易化した我々独自のプロトコルである。SVNC プロキシと携帯電話の SVNC ビューアの間の手続きを CRFB プロトコルとして規定する。

2.3 SVNC ビューア

SVNC ビューアは以下の基本処理を行う。SVNC ビューアは、SVNC プロキシに対して描画のリクエストや操作情報を送信する。SVNC プロキシは、SVNC ビューアの受信結果をもとに、CRFB プロトコルに従い VNC サーバから画像情報を受信する。画像情報を受信後、SVNC プロキシは SVNC ビューアに、表示モードに応じた画像情報を送信する。

3 携帯電話向けの表示・操作インターフェース

携帯電話の画面サイズは、デスクトップ計算機と比べると極めて小さい。一般のデスクトップ計算機の画面サイズが 17 インチ、解像度が 1600 × 1200 ピクセルであるのに対して、携帯電話の画面サイズは 2 インチ、解像度が 130 × 120 ピクセル程度である。ユーザがデスクトップ計算機の画面上で行う操作を携帯電話の小画面上で行う場合は、Small Screen Problem を議論する必要がある [4, 5]。具体的には、スクロール量の軽減をしてユーザが行うキー操作量を軽減することや、利用用途に応じた画面の見せ方を提供する必要がある。

3.1 基本操作

ユーザは用途に応じて、画面領域の拡大/縮小の操作を行う。また、視点変更、マウスポインタ、文字入力の各モードに切り替えて操作を行う。

3.1.1 画面領域の拡大/縮小操作

画面領域の拡大率は Normal View の表示モード (後述) では通常は等倍で表示されている。この拡大率をユーザは自由に変更することが可能である。画面領域の拡大率

を変更するには、拡大/縮小にそれぞれ割り当てられたキーを押すことで、変更する。

3.1.2 視点変更モード

視点変更モードでは、上下左右に視点を移動し画面を切り替えることができる。視点とは、携帯電話に表示される遠隔計算機のデスクトップの画面領域である。

視点移動の方法として単純に携帯電話のキーイベントに割り当てるとすると、携帯電話のキーを1回押すごとに表示画面を1ピクセル分移動させることになり、大量に移動する場合には多くのキー操作を必要とする。

そこで我々は視点移動量を拡大率に応じて変更するように工夫している。拡大率が高い場合は視点移動量は少なく、拡大率が低い場合には視点移動量が大きくなる。よって、ユーザはキー操作1回当たりの移動量が多すぎた場合には縮小をして拡大率を下げると良い。また、キー操作1回当たりの移動量を少なくしたい場合には拡大をして拡大率を上げると良い。

3.1.3 マウスポインタモード

マウスポインタモードは遠隔計算機のデスクトップ上のマウスポインタの移動、およびクリック操作、ドラッグ&ドロップの操作を行うことができる。マウスポインタモードでは携帯電話の画面に仮想ポインタが表示される。ユーザは携帯電話上の仮想ポインタを携帯電話のキーを用いて動かすことで、遠隔計算機のポインタを移動する。クリックするには、クリック操作に割り当てた携帯電話のキーを対象(アイコンやウィンドウ)の上で押すことで実現する。また、ドラッグ&ドロップの操作を行う際には、ドラッグ&ドロップに割り当てたキーを押して、仮想ポインタを動かすことで対象をドラッグする。任意の場所で、再度ドラッグ&ドロップに割り当てたキーを押すことにより、その場所に対象をドロップする。

3.1.4 文字入力モード

文字入力モードでは、英字、数字といった通常文字と、Ctrl, Altなどの特殊キーの入力を行う。

通常文字の入力には、携帯電話に備わっている文字入力機能を用いる。携帯電話に備わっている文字入力機能とは、テキストボックスを開き、文字の種類(英字、数字)を選択して入力し、テキストボックスを閉じて文字入力を終了するものである。

また、Ctrl, Alt, Esc, BackSpaceなどの特殊キーを入

力する場合は、“!C”, “!A”, “!E”, “!B”といったように文字“!”+「エスケープシーケンスを表す文字列」という記法を用いる。例えば、“Ctrl-C”という入力を行いたい場合には、SVNCビューアのテキストボックスで“!CC”と入力すると良い。

3.2 画面領域の登録と呼び出し

携帯電話の小画面上でユーザが同じ場所を何度も行き来することを想定した場合、ユーザは毎回同じ拡大/縮小やカーソル移動の操作をしなければならない。我々はこの問題への解決策として、ユーザが任意に画面領域を登録できる機能を考えた。ユーザが画面領域を登録する手順、および呼び出す手順は以下の通りである。

- ユーザは登録させる画面領域(現在表示されている画面)を決め、*キーを2回押してから数字キーを押す。
- ユーザは*キーを1回押してから、呼び出す画面に割り当てた数字キーを押す。

ユーザが任意に移動する頻度の高い画面領域を登録することで、画面の拡大/縮小やカーソル移動といった操作を何度も繰り返さずに、*キー+数字キーの2回のキー操作で円滑に移動することが可能にする。

SVNCビューアは、ユーザが画面領域を登録するキー操作を行うと、押された数字キーの値、および画面領域(左上点座標、縦横幅)を登録情報としてSVNCプロキシに送信する。SVNCプロキシは受け取った登録情報を保存しておく。ユーザは、次回接続した時に、保存した登録情報をSVNCプロキシから呼び出すことが可能になる。よって、前回の画面領域の登録の情報を利用できるため、ユーザは起動時から、スムーズに視点変更を行うことができる。

3.3 ガイド機能

ユーザが登録させた画面を呼び出す際に、ユーザがどの画面領域を登録したかを覚えていない場合がある。また、目的の場所が登録させた画面領域に近い場合に、その画面領域を経由して行けると便利な場合がある。そこで、全体画面において登録させた画面領域が何処に位置しているのかを一覧で表示できるガイド機能を考えた。ガイド機能では、ユーザが登録した画面領域を四角の枠で囲み、登録した画面領域に割り当てた数字キーの数字を表示する。ユーザはガイド機能を見て、移動したい画面領域、あるいは移動したい領域に近い画面領域を探し



図 3: ガイド機能



図 4: Normal View

て、目的の場所へ容易に移動することが可能である。なお、背景画像をモノクロに表示することで、背景画像の色に左右されず、ユーザに見やすいガイド表示を実現している。

例えば、図 3 では遠隔計算機のデスクトップの左上が 1、右上が 2、左下が 3 に登録されており、中央付近にユーザが閲覧している現在位置があることを示している。ユーザが左に並んでいるアイコンを操作するには、1 か 3 の登録領域に移動すると良いことが一見して分かる。



図 5: 2画面同時作業の例：ファイル検索

3.4 表示モード

SVNC ビューアではユーザの利用場面に応じて Normal View と Split View の 2 つの表示モードをユーザに提供する。

3.4.1 Normal View

Normal View は、携帯電話の全画面を使用する表示モードである。Normal View では画面の拡大/縮小、視点変更といった基本操作を提供する。Normal View では携帯電話の画面をフルに利用するため閲覧性が高い。従って、文字の閲覧、編集作業を行う場合に適している。例えば、スケジュールを管理するソフトを起動して、今日の予定を確認したり編集する場面では有効である。Normal View で視点変更モードを選択しているキー割り当ては表 1 のようになる。図 4 は、遠隔計算機のデスクトップの左上端を拡大率等倍で表示している。

3.4.2 Split View

Split View は図 5 のように画面を 2 つに分割 (split) して用いる。分割した 2 つの画面に対しても、Normal View で提供した画面の拡大/縮小、視点移動といった基本操作をユーザは実行できる。Split View の時のキー割り当ては Normal View と同様のキー割り当てを用いる。Split View は以下に挙げるような用途を想定している。

2画面同時作業 携帯電話の画面内で、2 つの画面領域を同時に閲覧して作業をするような場面を Split View の用途の一つとして考えている。例えば、図 5 は、Windows の「検索アシスタント」アプリケーションを起動して、上の画面に検索結果を表示する部分の画面領域、下の画面に検索式を入力する部分の画面領域を表示している。ユーザは、下の画面の入力部で検索式「*.dll」を入力し、上の画面で検索結果を

表 1: Normal View のキー割り当て

キー	割り当てられた動作
0	デスクトップ全体を表示する
2, 4, 6, 8	上, 左, 右, 下に画面領域を移動する
1, 3	画面領域を拡大, 縮小する
*キー + 数字キー	数字キーに割り当てた画面領域を呼び出す
*キー + *キー + 数字キー	数字キーに現在の画面領域を登録する
ソフトキー 1	SplitView に表示モードを切替
ソフトキー 2	視点変更, マウスポインタ, 文字入力の順にモード切替

得られる。Normal View であれば、適切な検索式を入力し、検索結果を得るまでに画面を行き来する必要が生じる。画面移動する作業は画面領域登録 (3.2 節) を用いて行っても、キー操作を何度も行う必要があり、ユーザにとって効率が悪い。Split View を用いれば、画面を行き来する為の煩雑なキー操作は必要が無く、片方の画面でユーザは検索式の入力し、検索した結果をすぐにもう片方の画面で確認することが可能である。

スライドショー機能 (過去の画面を再現する) SVNC ビューアに現在表示されている画面領域が変化した場合は、SVNC ビューアの描画が更新されるためユーザは連続的に確認できる。しかしながら、SVNC ビューアに表示されていない画面領域の変化についてはユーザは知ることが難しい。よって、我々は SVNC ビューアに表示されていない画面領域で過去に起こった変化を再現するスライドショー機能を考えた。

スライドショーを実行すると、下の画面から上の画面へ一定間隔で保存された過去の画面が過去から現在に向かって順々に表示される。ユーザは、必要に応じてスライドショーを一時停止させ、どのような変化が生じたのかを前後の画面を比較して把握するといったことが可能である。

4 システムの実装

本論文で述べた方式に基づき、携帯電話版 VNC システムのプロトタイプを Java 言語で実装した。SVNC プロキシの開発には Sun Microsystems の JDK1.3.1 を、SVNC ビューアの開発には NTT DoCoMo の i モード Java を利用した。

4.1 実験環境

SVNC ビューアを実行する携帯電話には、現行で Java プログラムが実行できることを踏まえて NTT DoCoMo の i モード Java 対応携帯電話を選択した。実際の使用環境には FOMA 携帯電話を考えている。実装中の SVNC ビューアの動作検証には i モード Java 対応携帯電話エミュレータである Zentek Technology の i-JADE 1.4.1 を使用した。

SVNC プロキシが動作する計算機は、Windows 2000 が動作するパーソナルコンピュータを使用した。SVNC プロキシを Servlet として実行するため、Servlet engine として Apache Tomcat 4.0 を選択した。SVNC ビューアが遠隔操作する計算機には、VNC サーバが起動し他の計算機の VNC ビューアから接続可能な計算機を用意した。

4.2 画面更新の頻度

実験に用いる携帯電話の下りパケット通信速度が 9600bps であることから通信のトラフィックを考慮し、SVNC プロキシが行う画面更新の頻度を最大 5 秒に 1 回に設定した。実際の使用環境では下りパケット通信速度が 384kbps であり、1 秒に 2 回の更新頻度に設定する予定である。

4.3 動作検証

実装したプロトタイプを動作させ、携帯電話の SVNC ビューアから SVNC プロキシに接続し、遠隔計算機にあるアプリケーションの起動や終了等の一般的な操作が携帯電話の入出力インタフェースを使って行えることを確認した。

操作例：Windows の終了操作

本システムを用いて、図 3 の状態から、Windows 2000 が動作する遠隔計算機の「Windows の終了操作」を実行

する過程を、それぞれの操作に要するキー操作回数とともに、以下に示す。

1. スタートボタンの画面領域の表示
スタートボタンに近い左下の3番の登録領域に移動後、Normal Viewの表示モードにする。更に視点変更のモードに切り替える。スタートボタンが見える位置になるまで、下方向に視点を移動する。(キー操作6回)
2. スタートボタンの選択とスタートメニューの操作
スタートボタンが画面に表示されたら、マウスポインタモードに切り替える。マウスポインタをスタートボタンの位置に移動し、スタートボタンをクリックする。表示されたスタートメニューから「シャットダウン」を選択する。(キー操作7回)
3. 「Windowsのシャットダウン」画面領域の表示
「Windowsのシャットダウン」のウィンドウが携帯電話の画面内におさまるように画面領域を縮小する。視点変更のモードに切り替えて、画面中央の「Windowsのシャットダウン」のウィンドウが表示されるまで、上方向、右方向に視点を移動する。(キー操作8回)
4. 「Windowsのシャットダウン」の操作
マウスポインタモードに切り替え、シャットダウンのメニューから「シャットダウン」をマウスポインタでクリックする。さらにOKボタンをクリックする。(キー操作数5回)

結果として、携帯電話から遠隔計算機の「Windowsの終了操作」をキー操作数26回で行うことができた。

5 関連研究

携帯電話およびPDAを用いて、遠隔の計算機、および種々の情報機器を操作する試みは数多く行われている。

5.1 コンテンツ変換に基づいた遠隔操作

上向らは、iモード携帯電話からWWWブラウザを遠隔制御するシステムを提案している[6]。[6]では、ブラウザに表示されているWWWページの構造を解析し、解析結果に基づいて操作(リンクの選択、フォームへの入力、およびスクロールなど)用ページをiモード携帯電話向けに生成し、携帯電話に送信する。ユーザが操作ページを操作(ページ中のリンクをクリック)すると、CGIが起動され、CGIによってその操作がWWWブラウザに反

映される。このシステムの他にも、コンテンツ変換を行うことにより情報家電をiモード携帯電話から制御するためシステムとして[7][8]などが提案されている。

岡田らは、デスクトップに表示されているGUIを携帯電話から制御するために、GUIの構造を解析してiモード携帯電話に表示可能なようにテキスト化するコンテンツ変換を実現した[9]。ユーザは、iモード携帯電話を用いて、GUI部品の単位でデスクトップを操作することが可能である。

上記のアプローチは、計算機が表示するコンテンツ、あるいは情報機器を制御するためのコンテンツを、それぞれのモデルに則して変換し、携帯電話に転送する方式を取っている。結果として、モデルに合致しないコンテンツの制御は不可能となっている。

5.2 画像に基づいた遠隔操作

PalmVNC[10]は、PDAを用いて遠隔計算機のデスクトップを制御するためのシステムとして興味深い。このシステムは、PDAの小画面に合わせて遠隔計算機のデスクトップのイメージの縮小版を生成し転送する機能、および特殊なコントロールコードを生成するための機能を持つ。本研究は携帯電話を対象としており、PDAと比べて更に小画面で、入力デバイスもスタイラスではなくキーのみである。その対策として我々は新しいインタフェースを提案している点が異なる。

本研究は、携帯電話の小画面に対して広大なデスクトップ画面を制御するための様々な処理をプロキシに付与している点、およびネットワークトラフィックの削減等のためにプロキシを用いているが、画像変換を行うプロキシを用いている点において、我々のアーキテクチャは長谷川らが提案するアーキテクチャ[11, 12]と同様である。このアーキテクチャでは、ネットワーク経由で情報家電を制御することを目的とし、PDAやiモード携帯電話に適した操作形態のインタフェースを生成するVNCプロキシを用意している。VNCプロキシは、情報家電を制御するGUI画面を読み取り、PDAに対して減色・縮小処理、携帯電話に対してはテキスト版の操作ページを生成する等のコンテンツ変換を行う。

Suらは、携帯電話から遠隔計算機を操作するシステムを提案している[13]。遠隔計算機のデスクトップを携帯電話に描画している点と文字入力と特殊キーの入力操作ができる点は、本システムとRajiconは似ている。しかし、本研究はVNCを用いた汎用システムを目標としている点、および我々の提案する2画面同時作業やスライドショー機能を実現している点が異なる。

Desktop On-Call [14] は、VNC と同様に遠隔計算機をパーソナルコンピュータや PDA から操作可能にするアプリケーションである。携帯電話のブラウザから、遠隔計算機のデスクトップを横方向に 5 分割したそれぞれの部分を閲覧することができる。しかし、携帯電話から遠隔計算機を操作することを目的としていないため、我々のシステムが提供するようなマウスポインタの操作などが実現されていない点異なる。

6 まとめと今後の課題

携帯電話を用いて遠隔情報機器を利用する手段として、ビットマップベースの画面転送を有する VNC システムを用い、携帯電話が備える入出力機器のみを用いた操作体系を適切な形態で提供するプロキシを VNC サーバと携帯電話の間に挟むシステムを提案した。また、携帯電話が備える入出力インタフェースを用いて、広大なデスクトップを制御する際に生じる操作上の困難を軽減するインタフェースとして、画面領域の登録と表示モードの提案を行った。さらに、提案したシステムのプロトタイプを i モード Java 対応携帯電話に実装した。今後の課題は、実装したシステムの評価を行い、新たな問題点を探り、インタフェースの改善を行うことである。特に、現在は数字キーに画面領域を登録する機能を提供しているが、これに文字入力やポインタ操作等を組み合わせた操作列をマクロとして登録できるような仕組みを考えている。

参考文献

- [1] Tristan Richardson, Quentin Stanford-Fraser, Kenneth R. Wood, and Andy Hopper. Virtual Network Computing. *IEEE Internet Computing*, Vol. 2, No. 1, pp. 33–38, January/February 1998.
- [2] Tristan Richardson and Kenneth R. Wood. The RFB Protocol Version 3.3. January 1998.
- [3] Tomohito Haraikawa, Tadashi Sakamoto, Tomohiro Hase, Tadanori Mizuno, and Atsushi Togashi. μ VNC: A Proposal for Internet Connectivity and Interconnectivity of Home Appliances based on Remote Display Framework. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol. 47, No. 3, pp. 512–519, August 2001.
- [4] Lars Erik Holmquist. Will Baby Faces Ever Grown up? In *Proceedings of Human-Computer Interaction International (HCII)*, pp. 706–709, August 1999.
- [5] Matt Jones, Gary Marsden, Norliza Mohd-Nasir, and Kevin Boone. Improving Web Interaction on Small Displays. In *Proceedings of 8th International World Wide Web Conference*, pp. 51–59, May 1999.
- [6] 上向俊晃, 萩野浩明, 原隆浩, 塚本昌彦, 西尾章治郎. リモートディスプレイ環境における WWW ブラウジングシステム. *情報処理学会論文誌*, Vol. 41, No. 9, pp. 2364–2373, September 2000.
- [7] Olivier Liechti and Kenji Mase. iRemote: a Platform for Controlling Public Displays with Mobile Phones. *インタラクシオン 2001 論文集*, pp. 35–36. 情報処理学会, March 2001.
- [8] インプローブ・ネットワークス. CAFEMOON@HOME. <http://www.cafemoon.org/>.
- [9] 岡田英彦, 加藤清志, 池上輝哉, 辰巳勇臣, 旭敏之. 携帯端末による PC 遠隔操作システムの提案. *情報処理学会研究報告 2001-HI-93*, pp. 1–6. 情報処理学会, May 2001.
- [10] Harakan Software. PalmVNC: Virtual Network Computing Client for Palm Platform. <http://www.harakan.btinternet.co.uk/PalmVNC/>.
- [11] Atsushi Hasegawa and Tatsuo Nakajima. A User Interface System for Home Appliances with Virtual Network Computing. In *IEEE International Workshop on Smart Appliances and Wearable Computing (IWSAWC2001)*, April 2001.
- [12] 長谷川温, 中島達夫. 家電機器向けユーザインタフェースシステム. SPA2001 予稿集, March 2001.
- [13] Norman Su, Masahiko Tsukamoto, and Shojiro Nishio. Rajicon: A System for Remote PC Access. *マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DI-COMO2001) シンポジウム*, pp. 349–354, June 2001.
- [14] IBM Corporation. Desktop On-Call 「PC リモコン」 Version 5 ユーザーズ・ガイド第 1.0 版, November 2001.