

---

# 원격 컴퓨터의 GUI 제어와 모니터링을 위한 Mobile VNC 시스템 설계 및 구현

천희자\* · 서정희\* · 박홍복\*

Design and Implementation of Mobile VNC System for GUI Control and Monitoring of  
Remote Computer

Hee-ja Chon\* · Jung-Hee Seo\* · Hung-Bog Park\*

## 요 약

무선 인터넷(Wireless Internet)의 발달로 인해 언제 어디서나 네트워킹이 가능한 환경이 구축되면서 휴대폰과 PDA 등의 모바일 단말기가 여러 분야에서 활용되고 있다. 특히 원격 제어에 있어서 모바일 단말기의 이동성은 큰 장점을 가진다. 본 논문은 모바일 단말기 중에서 가장 대중적인 휴대폰을 사용하여 원격 컴퓨터의 스크린 이미지를 전송받고, GUI 제어와 모니터링을 수행하는 Mobile VNC(Virtual Network Computing) 시스템을 설계 및 구현하였다. 제안하는 시스템은 휴대폰 상의 Mobile Viewer, 다수의 원격 컴퓨터 상의 VNC Server, VNC Monitor로 구성된다. VNC 서버와 모바일 뷰어 사이의 통신을 위해서 MRFB(Mobile RFB) 프로토콜을 사용하고, 모바일 뷰어로 전송되는 스크린 이미지는 휴대폰의 자바 실행 환경인 SK-VM이 지원하는 PNG 포맷으로 인코딩한다. 구현 결과, 이미지 용량은 2KB~8KB로 측정되었고, 65회 전송 결과 평균 초당 전송률은 에뮬레이터에서 4.93fps, 실제 휴대폰은 0.8fps로 기존 시스템보다 빠른 성능을 보였다.

## ABSTRACT

The Growth in wireless Internet has made Networking possible at anytime and anywhere. So mobile devices like cellular phone and PDA are now used in various fields. In particular, the mobility of mobile devices has a great advantage in remote control. This paper designed and implemented a Mobile VNC system that transmitted the screen image of a remote computer, control the remote computer GUI and monitor all by cellular phone. The proposed system consists of a Mobile Viewer run on the cellular phone, VNC Server run on a number of remote computers and a VNC Monitor. For communication between the VNC Server and the Mobile Viewer the MRFB protocol is used. The screen image transmitted to the Mobile Viewer is encoded in the PNG format supported by SK-VM, the Java execution environment of the Cellular phone. According to implementation results, the image is about 2KB~8KB. According to the 65 times transmission test, the average frame per second is 4.93fps in the emulator and a real cellular phone takes 0.8fps. Therefore, the proposed system is more efficient than existing systems.

## 키워드

모바일, 원격 제어, VNC(Virtual Network Computing), SK-VM

## I. 서론

현재 무선 인터넷 기술의 발전으로 모바일 단말기를 사용해서 언제 어느 곳에서 인터넷에 접속할 수 있는 네트워킹 환경이 구축되었고, 단말기의 컴퓨팅 능력이 크게 향상되었다[1]. 이러한 모바일 단말기 중에 휴대폰은 2003년에 사용자가 3000만 명이 넘을 만큼 대중적으로 사용되고 있고 웹 브라우징, 동영상 재생 등의 다양한 기능을 통합하여 여러 분야에서 사용되고 있다. 특히 휴대폰은 이동성(Mobility)과 네트워킹 능력으로 인한 즉시성(Immediacy)을 보장하여 원격 제어에 활발히 도입되고 있다[2,3]. 이제 휴대폰을 도입한 원격 제어 시스템은 측정 정보와 시스템 자원에 대한 텍스트 정보를 확인하는 것뿐만 아니라 휴대폰으로 직접 시스템의 명령을 호출하거나, GUI 제어 및 실행 화면을 보는 등의 시스템 설계가 이루어지고 있다. 즉 휴대폰에 원격지의 제어 대상을 나타내는 원격 디스플레이 시스템(Remote Display System)이 제시되고 있다[1,2,4]. 이러한 원격 디스플레이 시스템의 기반으로 VNC(Virtual Network Computing)는 원격 컴퓨터의 스크린 이미지를 전송받아 GUI 제어를 수행하는 공개된 프레임워크로서 표준 컴퓨터에서 실행되는 VNC 서버(Server)와 VNC 클라이언트(Client)로 구성된다[5]. VNC 클라이언트는 원격 컴퓨터의 VNC 서버가 전송하는 스크린 이미지 프레임을 받아서 자신의 디스플레이 장치에 표시하고, 원격 컴퓨터의 GUI를 제어한다. VNC 클라이언트와 VNC 서버의 통신을 위해 RFB(Remote Frame Buffer) 프로토콜을 사용한다[6]. 이 프로토콜은 쉘 클라이언트(Thin Client) 프로토콜로서 클라이언트의 처리량과 요구 사항을 최소화하므로 클라이언트는 다양한 하드웨어 상에서 구현이 가능하다[5]. 따라서 표준 컴퓨터뿐만 아니라 PDA와 같은 다양한 하드웨어에서 구현되어 공개되고 있고[7], 휴대폰에서의 연구가 진행되고 있다.

본 논문은 VNC를 기반으로 휴대폰을 VNC 클라이언트로 사용하여 원격 컴퓨터를 제어하는 시스템을 설계 및 구현하였다. 휴대폰은 포인팅 장치가 부재하고, 키보드 및 화면 크기에 제약이 있으므로 표준 컴퓨터 모델을 기준으로 구상된 RFB 프로토콜은 사용하기가 적합하지 않다. 따라서 본 논문에서 모바일 환경에 맞게 개선한 MRFB (Mobile RFB) 프로토콜을 사용한다.

원격 컴퓨터의 스크린 이미지는 J2ME MIDP 규격에 정의되고, 휴대폰의 자바 실행 환경인 SK-VM이 지원하는 PNG 포맷으로 인코딩한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 관련 연구를 소개하고, 3장에서는 제안하는 시스템의 세부 사항을 설명한다. 4장에서는 구현 및 결과를 분석하고, 끝으로 5장에서 결론을 기술한다.

## II. 관련 연구

### 2.1 기존 시스템 고찰

현재까지 휴대폰을 사용하여 원격 컴퓨터를 제어하는 다수의 연구가 진행되어 왔다. 그 중에서 이미지 기반의 접근 방식을 제안하는 시스템으로 Rajicon[2]과 SVNC 시스템[4]이 대표적이다. Rajicon은 사용자 인터페이스가 뛰어난 시스템이지만 윈도우(Windows) 운영 체제에 한정되어 실행되고, 웹 서버의 CGI 스크립트 사용으로 인해 보안 상의 문제가 발생할 수 있다. SVNC 시스템은 본 시스템과 유사하게 VNC를 기반으로 휴대폰을 사용하여 원격 컴퓨터를 제어한다. 그러나 SVNC 시스템은 VNC 서버와 SVNC 뷰어(Viewer) 사이에 웹 서버인 SNVC 프록시(Proxy)를 위치시켜 이미지 및 명령을 전송하므로 프록시가 실행 불능 상태일 경우 SVNC 뷰어와 VNC 서버 사이에 통신이 이루어지지 않게 된다. 즉 SPOF(Single Point Of Failure) 문제가 발생하므로 시스템 전체가 실행되지 않는다. 또한 다수의 VNC 서버가 실행중일 경우, 각 서버가 실행 중인지 종료되었는지에 대한 가용한 정보가 없으므로 다수의 VNC 서버를 관리하는 기능이 필요하고, SVNC 뷰어는 현재 연결된 컴퓨터의 GUI 제어만을 수행하므로 VNC 서버가 실행중인 다수의 컴퓨터의 종료 및 재부팅과 같은 동시 제어 명령이 요구된다.

따라서 본 논문이 제안하는 시스템은 VNC 모니터(Monitor)를 위치시켜 다수의 VNC 서버를 관리하고, 동시 제어 명령을 수행한다. VNC 서버와 휴대폰 상의 모바일 뷰어(Mobile Viewer)가 직접 연결되어 이미지와 명령을 전송하므로 모니터의 개입 없이 원격 컴퓨터의 GUI 제어가 가능하다.

### 2.2 모바일 플랫폼

국내 모바일 단말기의 플랫폼은 자바 기반의 VM 방식과 C 기반의 바이너리 코드(Binary Code)를 사용하는 방식, 그리고 국내 표준 플랫폼으로 WIPI가 있다. SK-VM은 J2ME(Java 2 Micro Edition)를 기반으로 작성된 애플리케이션을 다운 로드해서 실행시킬 수 있는 자바 실행 환경이다. SK-VM은 SK 텔레콤의 사내 벤처인 XCE에서 clean room 방식으로 J2ME를 구현하였고 XVM(eXtended Virtual Machine)을 사용한다. 본 논문은 시스템 개발과 실제 휴대폰 상의 실행을 위해 SK-VM을 사용한다.

HTTP 커넥션(Connection)을 사용하고, VNC 서버와의 통신에는 소켓을 사용한다. 뷰어의 실행이 시작되면 사용자는 인증을 위해 ID와 패스워드를 입력한다. 뷰어는 타임 스탬프(Timestamp)와 랜덤 숫자(Random Number), 입력한 ID와 패스워드를 SHA1 해쉬 알고리즘을 사용하여 160bit의 메시지 다이제스트(MD : Message Digest)를 구하고 이것을 모니터에 전송하여 사용자 인증을 수행하게 된다. J2ME는 암호화를 위한 자바 암호 표준인 JCA(Java Cryptography Architecture)와 JCE(java Cryptography Extension)를 포함하지 않으므로 Bouncy Castle 라이브러리[8]가 제공하는 함수와 클래스를 사용한다. 인증 수행 과정은 그림 2와 같다.

### III. 시스템 설계

제안하는 시스템은 원격 컴퓨터에서 실행되는 VNC 서버(s), VNC 모니터, 휴대폰 상의 모바일 뷰어로 구성되며 통신을 위해 MRFB 프로토콜을 사용한다. 시스템 구성은 그림 1과 같다.

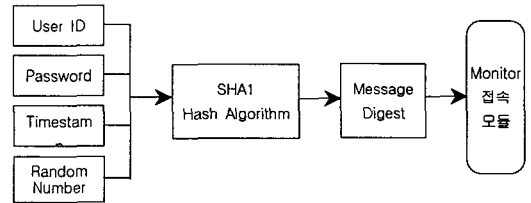


그림 2. 메시지 다이제스트 생성  
Fig. 2 Creation of Message Digest

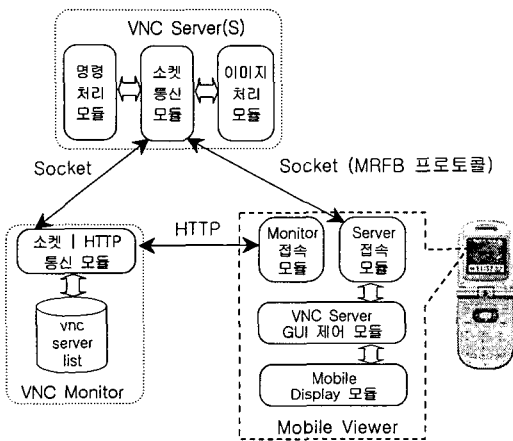


그림 1. 시스템 구성도  
Fig. 1 System Structure Diagram

인증이 성공하면 모니터로부터 VNC 서버의 IP 리스트를 전송받고 리스트에서 제어를 시작할 VNC 서버를 선택하면 서버와 뷰어 사이에 일 대 일 통신이 시작된다. 뷰어는 서버 리스트를 저장하고 있으므로 리스트에서 다른 서버를 선택하면 선택한 서버로 제어 이동이 이루어진다.

모바일 뷰어는 원격 컴퓨터의 스크린을 보기 위해 Zoom in과 Zoom out 화면 모드와 컴퓨터의 GUI를 제어하기 위해 Mouse Click, Double Click 기능을 가진다. 그리고 원격 컴퓨터의 스크린 네비게이션을 위한 Scrolling 기능과 다수의 원격 컴퓨터 제어를 위한 동시 제어 명령을 제공한다. 이러한 명령은 메뉴로 제공되고 사용자가 상·하 버튼을 사용하여 선택한다.

### 3.1 Mobile Viewer

모바일 뷰어는 휴대폰에서 실행되는 VNC 클라이언트로서 VNC 서버가 전송하는 스크린 이미지를 기반으로 GUI 제어를 수행한다. SK-VM은 통신선 1개의 소켓만을 사용할 수 있으므로 모니터와의 연결은

- Zoom in : 휴대폰의 가로와 세로 크기만큼 스크린 이미지를 크로핑(Cropping)하여 나타낸다.
- Zoom out : 전체 스크린 이미지를 휴대폰 가로와 세로 비율만큼 축소하여 나타낸다.
- Mouse : 가로와 세로 4 픽셀의 마우스 이미지를

휴대폰 화면에 나타내고, 이것은 휴대폰의 상·하·좌·우 버튼을 사용하여 이동시킨다.

- **Click** : 마우스 이미지가 위치한 좌표에서 클릭 명령을 선택하면 스크린의 대응하는 위치에서 마우스 클릭 명령이 실행된다.
- **Double Click** : 스크린의 대응하는 위치에서 마우스 더블 클릭 명령이 실행된다.
- **Scrolling** : Zoom in 모드에서 마우스 이미지의 이동에 따른 스크린의 해당 영역을 표시한다.
- **Auto Refresh** : 1초 간격으로 원격 컴퓨터의 스크린 이미지를 요청한다. 그러나 실제 이미지 표시까지 1초 이상이 소요된다.
- **동시 제어 명령** : 모니터에 연결된 다수의 VNC 서버를 재부팅 및 종료시킨다. 모니터는 VNC 서버 리스트에 등록된 모든 VNC 서버에 명령을 브로드캐스팅(Broadcasting)한다.
- **VNC Server List** : 모니터에 연결된 다수의 VNC 서버의 IP 리스트를 재요청한다.

SK-VM은 소켓 통신과 HTTP 통신을 동시에 지원하지 않는다. 따라서 모니터에 전달되는 동시 제어 명령과 VNC Server List 명령은 뷰어가 서버와의 소켓 통신을 종료한 후 모니터로 재접속하여 처리된다.

### 3.2 VNC Monitor

VNC 모니터는 원격 컴퓨터에서 실행하고 있는 다수의 VNC 서버를 모니터링하고 뷰어에게 실행 중인 VNC 서버의 IP를 전송한다. 모니터는 서버와의 통신을 위해 소켓을 사용하고, 뷰어와는 HTTP 커넥션을 통해 통신한다. 모니터는 실행 중인 VNC 서버가 접속하면 VNC 서버의 IP를 저장하여 관리한다. 모니터는 모바일 뷰어가 처음 접속하면 패스워드 기반의 사용자 인증을 수행한다. 인증 모듈은 Bouncy Castle 라이브러리를 사용하여 구현하였고, SHA1 해쉬 알고리즘[8]을 사용하여 뷰어가 전송한 메시지 다이제스트의 인증 여부를 결정하는 처리 방법은 다음과 같다.

1. 뷰어로부터의 MD에서 ID, 패스워드, 타임스탬프, 랜덤 숫자를 추출한다.
2. 추출한 타임스탬프, 랜덤 숫자와 모니터가 보유한 사용자 ID와 패스워드를 이용해서 MD를 재

생성한다.

3. 뷰어로부터의 MD와 생성한 MD를 비교하여 일치 하면 뷰어에게 인증 성공 메시지를 전송한다. 인증이 실패하면 ID와 패스워드를 재요청한다.

인증이 성공하면 VNC 서버의 IP 리스트를 뷰어로 전송한다. 그리고 뷰어가 VNC 서버 리스트를 재요청한 경우 현재 모니터에 연결된 VNC 서버의 IP 리스트를 재전송하여 뷰어가 제어할 수 있는 VNC 서버에 대한 가용한 정보를 유지하도록 한다. 또한 뷰어로부터 동시 제어 명령을 받아서 다수의 VNC 서버에 전송하여 제어가 수행되도록 한다. 그러나 뷰어와 VNC 서버 사이의 이미지 및 GUI 통신에는 개입하지 않으므로 모니터의 실행 불능으로 인한 전체 시스템 저하가 발생하지 않는다.

### 3.3 VNC Server

VNC 서버는 원격 컴퓨터 상에서 실행된다. VNC 서버는 실행 시작 시 VNC 모니터에 자신의 IP를 등록한다. VNC 서버는 모바일 뷰어와 연결이 성립되면 컴퓨터의 스크린을 비트맵 이미지로 캡처한다. 비트맵 이미지는 PNG 포맷으로 인코딩되어 모바일 뷰어로 전송된다. 스크린 이미지는 모바일 뷰어에서의 화면 모드인 Zoom out과 Zoom in 모드에 따라 다르게 처리된다. Zoom out 모드는 원격 컴퓨터의 전체 스크린을 휴대폰 화면으로 모니터링하는 기능이므로 이미지 크기를 휴대폰 화면 사이즈에 맞게 다운샘플링(Down-Sampling)한다. 다운샘플링 시, 유사 변환(Affine Transformation)을 사용하여 스크린 이미지를 휴대폰의 가로와 세로 비율에 맞춰서 축소한다. 식 (1)과 같이 크기 변환 시, 좌표(x, y)는 x 방향으로 a 만큼, y 방향으로 β 만큼 축소되어 새로운 좌표 (x', y')을 생성한다.

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha & 0 \\ 0 & \beta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad (1)$$

스케일링 인수 a와 β는 휴대폰과 스크린의 가로와 세로 비율이다. 유사 변환 시, 이미지 축소에 따른 질적 저하를 줄이고 변형될 픽셀값을 결정하기 위해 양선형 보간법(Bilinear Interpolation)을 사용한다. 양선형

보간법은 인접한 4개의 픽셀의 가중치로 각 픽셀의 값을 계산한다[9]. 즉 축소된 이미지의 좌표 (x', y')에서 픽셀값은 식(2)를 사용하여 인접한 주변 픽셀로부터 보간될 수 있다.

$$v(x', y') = ax' + by' + cx'y' + d \quad (2)$$

Zoom in 모드는 휴대폰의 가로와 세로 크기만큼 스크린의 특정 영역을 크로핑 한다. 다운샘플링과 크로핑한 이미지는 Java Image I/O 클래스 함수를 사용해서 PNG 포맷으로 인코딩되고, 인코딩된 이미지 바이트 스트림은 소켓 통신 모듈을 통해서 휴대폰으로 전송된다. VNC 서버의 이미지 처리 과정은 그림 3과 같다.

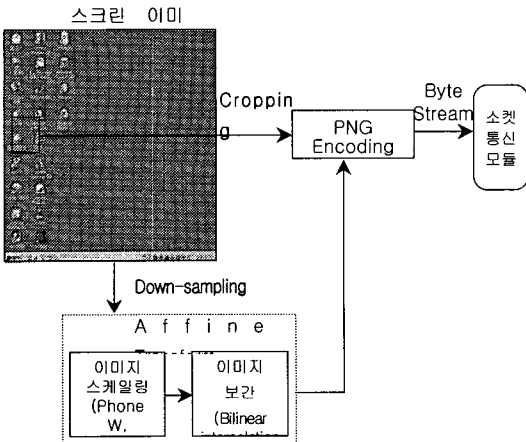


그림 3. VNC Server의 이미지 처리 과정  
Fig. 3 Image Processing of VNC Server

원격 컴퓨터의 GUI 제어 수행을 위해 VNC 서버는 모바일 뷰어로부터의 마우스 클릭과 더블 클릭 연산을 수행한다. 휴대폰과 컴퓨터의 스크린 크기가 서로 다르므로 모바일 뷰어에서의 마우스 포인터의 좌표는 실제 스크린의 마우스 좌표와 차이가 난다. 따라서 모바일 뷰어로부터 전달된 x, y 좌표와 스크린 크기 등을 기반으로 휴대폰 화면에서 클릭(또는 더블 클릭)한 좌표를 산출한다.

### 3.4 Mobile RFB(MRFB) 프로토콜

MRFB 프로토콜은 표준 컴퓨터를 모델로 설계된 VNC의 RFB 프로토콜을 모바일 환경에서 사용할 수 있도록 필요한 일부분을 개선하였다. MRFB 프로토콜

은 RFB 프로토콜의 메시지 타입을 그대로 사용하면서 필드를 추가 또는 삭제하였다. 아래의 표 1은 RFB 프로토콜의 PointerEvent의 구조를 나타낸다.

PointerEvent는 지정된 X, Y 좌표에 마우스 이벤트의 실행을 명령한다.

표 1. RFB 프로토콜

Table. 1 RFB Protocol

바이트	타입	설명
1	U8	메시지 타입
1	U8	button-mask
2	U16	X 좌표
2	U16	Y 좌표

표 2는 MRFB 프로토콜에서 재정의한 PointerEvent의 구조를 나타낸다.

표 2. MRFB 프로토콜

Table. 2 MRFB Protocol

바이트	타입	설명
1	U8	메시지 타입
1	U8	화면 모드
1	U8	마우스 이벤트
2	U16	X 좌표
2	U16	Y 좌표

MRFB 프로토콜에서 메시지 타입은 PointerEvent를 나타낸다. 추가된 화면 모드 필드는 뷰어의 두 가지 화면 모드인 Zoom in과 Zoom out을 구별하고, 마우스 이벤트 필드는 클릭과 더블 클릭을 구별한다. X 좌표와 Y 좌표는 휴대폰 화면에서 마우스 이미지의 X, Y 좌표를 뜻한다.

## IV. 시스템 구현

### 4.1 구현 환경 및 결과

VNC 서버는 RealVNC의 자바 공개 소스를 수정하여 J2SDK 1.4.2에서 구현 및 컴파일하였다. VNC 서버는 Java Web Start 기술을 사용하여 원격에 위치한 다수의 컴퓨터에서 다운로드해서 실행한다. 모바일 뷰어는 J2ME를 기반으로 구현하여 SK-VM 에뮬레이터 1.3.2로

테스트하고 SK-VM 1.2 버전이 탑재된 삼성 SCH-E380 휴대폰으로 실행하였다. VNC 모니터는 서블릿(Servlet)으로 구현하였고, Tomcat 4.1 웹 서버에서 실행한다.

그림 4는 모바일 뷰어를 시작하면 처음 나타나는 화면으로 VNC 모니터에 접속하기 위해 ID와 패스워드를 입력한다. 사용자 인증이 성공하면 뷰어는 모니터로부터 현재 실행중인 VNC 서버의 IP 리스트를 전송받는다. IP 리스트는 그림 5와 같이 휴대폰 화면에 나타나고, 제어할 VNC 서버의 IP를 선택한 후, 그림 오른쪽 아래 Connect 버튼을 누르면 VNC 서버와 통신이 시작된다.

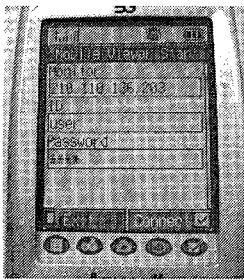


그림 4. 로그인 화면  
Fig. 4 Login Screen

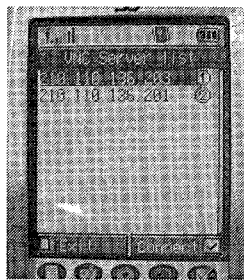


그림 5. VNC Server List  
Fig. 5 VNC Server List

그림 6은 VNC 서버가 실행중인 원격 컴퓨터의 전체 스크린 이미지이고, 그림 7은 모바일 뷰어가 제공하는 메뉴를 나타낸 것이며, 메뉴 중에 Zoom in을 선택하면 그림 8과 같이 스크린의 특정 영역이 휴대폰 화면 크기에 맞춰서 나타난다. 그림 9는 마우스 이미지를 내 컴퓨터 아이콘에 위치시킨 후 Click 명령을 실행하고, 내 컴퓨터 아이콘이 클릭된 화면 이미지를 나타낸 것이다.

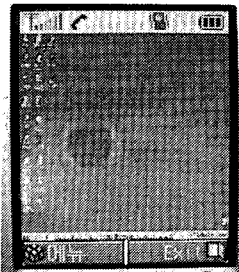


그림 6. 전체 화면  
Fig. 6 Full Screen

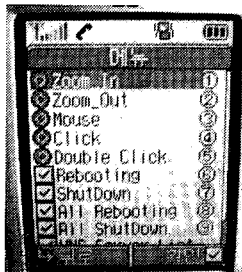


그림 7. 메뉴  
Fig. 7 Menu

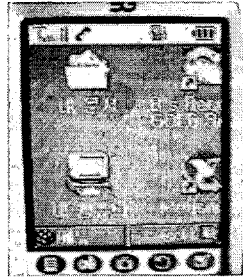


그림 8. Zoom in 화면  
Fig. 8 Zoom in Screen



그림 9. 클릭 실행  
Fig. 9 Click execution

뷰어는 명령이 실행되지 않은 경우 해당하는 오류 메시지를 사용자에게 알려준다. 예를 들어, 마우스 클릭 명령이 실행되지 않은 경우에 그림 10과 같은 오류 메시지가 휴대폰 화면에 나타난다.

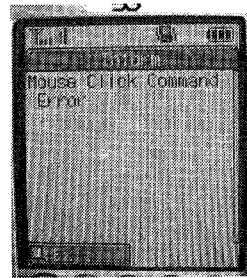


그림 10. 오류 메시지  
Fig. 10 Error Message

#### 4.2 결과 분석

서버와 뷰어의 초기 접속 시간은 5초 정도 소요되고, 뷰어가 소켓 통신을 중단하고 HTTP 통신을 시도할 경우와 그 반대의 경우, 통신을 중단하는데 소요되는 시간을 고려해서 1초의 지연 시간을 할당하였다.

제안 시스템의 VNC 서버가 전송하는 이미지 크기는 휴대폰의 화면 크기인 128×130이고, 32bit 색상의 PNG로 인코딩한다. 이미지 용량은 2~8KB이다. 이미지 프레임의 전송률은 0.4~1.1fps로, 즉 1개의 이미지 프레임을 전송하는데 0.9~2.6초가 소요되었다.

표 5. 제안 시스템과 SVNC 비교  
Table. 3 Comparison between proposed system and SVNC

시스템 비교	제안 시스템	SVNC
이미지포맷	PNG	BMP
크기	120 × 130 × 32bit	120 × 130 × 8bit
용량	2~8KB	12.2KB
평균 초당전송률	4.93fps	3.9fps
에뮬레이터	SK-VM 1.3.2	J2ME Wireless SDK by NTT DoCoMo

표 3은 SVNC[4] 시스템과 본 시스템을 에뮬레이터로 테스트한 결과를 나타낸다. SVNC 시스템은 3비트의 Gray 이미지와 256 색상의 스크린 이미지를 제공한다. 표 3에서는 256 색상의 이미지를 비교 대상으로 하였다. SK-VM에서 지원되는 이미지 포맷은 MIDP 규격에 정의된 포맷인 PNG와 XCE에서 자체 정의한 LBM이다. 본 논문의 제안 시스템은 스크린 이미지를 PNG로 인코딩하였다. SVNC 시스템에 비해 이미지 용량은 4KB 이상 감소했고, 초당 프레임 전송률(fps)은 4.93fps로 증가하였다.

표 6. 제안 시스템과 Rajicon 비교  
Table. 4 Comparison between proposed system and Rajicon

시스템 비교	제안 시스템	Rajicon
이미지포맷	PNG	GIF
크기	128 × 130 × 32bit	120 × 130 × 5bit
용량	2~8KB	2KB
평균 초당전송률	0.8fps	0.5fps
휴대폰	삼성 SCH-E380	Panasocin P2101V SonyEricsson SO504i

표 4는 실제 휴대폰으로 테스트한 제안 시스템과 Rajicon[2]을 비교한 것이다. Rajicon은 16 색상과 32색상의 스크린 이미지를 제공한다. 표 4는 32 색상을 기준으로 한다. 제안 시스템과 Rajicon은 각각의 휴대폰 실행 환경에 맞게 이미지를 인코딩하였다. 즉 제안 시

스템은 PNG로, Rajicon은 NTT DoCoMo의 DOJA라는 프로파일이 지원하는 GIF 포맷으로 스크린 이미지를 인코딩한다. 제안 시스템의 휴대폰은 테이더 통신으로 EVDO 기술을 사용하고 Rajicon은 FOMA, 즉 NTT DoCoMo의 IMT 2000 기술을 사용한다. 초당 전송률 테스트를 위해 제안 시스템의 뷰어는 총 65회 스크린 이미지를 서버에게 요청하였고, 각 이미지를 전송받아 화면에 표시되는데 소요된 시간을 계산하였다. Rajicon은 총 20회 테스트했다. 본 시스템의 평균 초당 전송률은 0.8fps로 1개의 이미지 프레임을 전송받아 표시하는데 평균적으로 1.22초가 소요되었고, Rajicon은 2.0초가 소요되었다. 제안 시스템의 이미지 용량이 상대적으로 크지만 휴대폰과 원격 컴퓨터가 소켓 통신을 통해 직접 스크린 이미지를 전송하므로 웹 서버를 통해 명령과 이미지를 전달받는 Rajicon보다 초당 전송률이 높게 측정된 것으로 추측된다.

실제 휴대폰 실행시 발생한 문제점으로 뷰어의 조작없이 원격 컴퓨터, 또는 VNC Server 프로그램이 종료된 경우 뷰어가 인식하지 못했다. 이 경우 일정 시간 동안 서버의 답변이 없으므로 서버를 불능 상태로 판단하고, 다른 실행중인 서버로 연결을 시도하거나 뷰어를 종료한다.

본 논문에서 제안한 뷰어는 SK-VM 1.1 이상 버전이 탑재된 휴대폰에서 실행할 수 있다. 다수의 컴퓨터에서 실행되는 VNC 서버 프로그램은 Java Web Start 기술을 사용하여 배포가 용이하고, Java의 보안 모델인 샌드박스(SandBox) 내에서 실행되므로 안전하게 프로그램을 실행할 수 있다. 제안한 시스템은 원격 컴퓨터의 스크린을 휴대폰으로 볼 수 있으므로 텍스트 정보뿐만 아니라 실시간으로 변화하는 그래프와 같은 개체도 확인할 수 있다. 또한 스크린 상의 버튼 또는 아이콘과 같은 GUI 개체를 뷰어에서 클릭하거나 더블 클릭할 수 있고, 그 결과를 다시 휴대폰 화면으로 볼 수 있으므로 직접적인 제어가 가능하다.

## V. 결론

본 논문은 휴대폰을 사용하여 이미지 기반의 원격 제어 시스템을 제안하고, 실제 휴대폰으로 실행하여 시스템의 유용성을 테스트하였다.

제안하는 시스템은 텍스트 기반의 원격 제어 시스템에서 벗어나 사용자는 원거리에 위치한 컴퓨터의 스크린 이미지를 휴대폰으로 전송받고, GUI 제어를 수행할 수 있다. 그리고 휴대폰과 원격 컴퓨터가 직접 소켓 통신으로 연결되므로 기존의 시스템[2,4]이 웹 서버를 경유하여 이미지와 명령을 전송하는 방식보다 효율적이다. 또한 휴대폰의 뷰어에서 모니터에 연결된 모든 컴퓨터에 적용되는 동시 제어 명령으로서 종료와 재부팅을 실행하였다.

MRFB 프로토콜은 VNC 시스템의 RFB 프로토콜을 휴대폰과 컴퓨터의 화면 차이를 고려하여 개선했기 때문에 뷰어와 서버 사이의 통신에서 효과적으로 사용할 수 있다.

#### 참고문헌

- [1] Toshiaki Uemukai, Takahiro Hara, Masahiko Tsukamoto, Shojiro Nishio, "A Remote Display Environment : An Integration of Mobile and Ubiquitous Computing Environments", Wireless Communications and Networking Conference(WCNC), 2002. vol.2 pp.618 - 624, 2002
- [2] Norman Makoto Su, Yutaka Sakane, Masahiko Tsukamoto, Shojiro Nishio, "Rajicon:Remote PC GUI Operations via Constricted Interfaces", Proceedings of the 8th annual international conference on Mobile computing and networking, Session: Systems Issues, pp.251-262, 2002
- [3] Mariana Nikolova, Frans Meijs, Peter Voorwinden, "Remote Mobile Control of Home Appliances", Consumer Electronics, IEEE Transactions on, Volume: 49 , Issue: 1, Feb. P123-127, 2003
- [4] Buntarou Shizuki, Masato Nakasu, Jiro Tanaka, "VNC-Based Access To Remote Computers From Cellular Phones", Proceedings of the IASTED International Conference On Communication Systems and Networks(CSN 2002), pp. 74-79, September 2002
- [5] T. Richardson, Q. Stafford-Fraser, K. R. Wood, and A. Hopper, "Virtual Network Computing", IEEE Internet Computing, 2(1), 33-38, 1998

[6] T. Richardson and K. R. Wood, "The RFB Protocol Version 3.3", AT&T Laboratories Cambridge, January, 1998

[7] <http://www.uk.research.att.com/archive/vnc/>

[8] <http://www.bouncycastle.org>

[9] Gonzalez, Digital Image Processing

[10] 천희자, 서정희, 임영진, 김영완, 허지훈, 박홍복, "휴대폰을 사용한 이미지 기반의 원격 PC 데스크탑 제어 시스템의 설계 및 구현", 한국정보처리학회 추계학술발표대회논문집, 2004, 11

#### 저자소개

##### 천희자(Hee-Ja Chon)



2004년 부경대학교 컴퓨터 멀티미디어공학과 학사  
2005년 현재 부경대학교 전자계산학과 석사 과정  
※ 관심분야 : 멀티미디어, 모바일 컴퓨팅

##### 서정희(Jung-Hee Seo)



1994년 신라대학교 자연과학대학 전자계산학과(이학사)  
1997년 경성대학교 대학원 전산통계학과(이학석사)  
2005년 부경대학교 대학원 전자상거래협동과정(박사수료)  
※ 관심분야 : 원격교육, 멀티미디어, 영상처리, 정보 보안

##### 박홍복(Hung-Bog Park)



1982년 경북대학교 공과대학 컴퓨터공학과(공학사)  
1984년 경북대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학석사)

1995년 인하대학교 대학원 전자계산학전공(이학박사)  
1984년~1995년 동명대학 전자계산과 부교수  
2001. 2~2002. 2 The University of Arizona 객원교수  
1996년~현재 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 교수  
※ 관심분야 : 실시간 시스템, 멀티미디어 응용, 산업 자동화, 원격교육, 프로그래밍 언어 및 컴파일러