

# 임베디드 X-시스템 개발

정갑중\*

\*경주대학교

## Development of Embedded X-System

Gab Joong Jeong\*

\*Gyeongju University

Email: gjjeong@ju.ac.kr

### 요 약

본 논문은 지능형 임베디드 시스템의 GUI 구현에 관한 논문이다. 지능형 임베디드 시스템의 GUI 구현을 위해 사용된 X 윈도우 시스템과 그래픽 라이브러리의 구조 및 동작에 대해 논하고 지능형 임베디드 시스템의 X-시스템에 필요한 기능 및 구성 요소에 대해 조사 및 분석을 통한 리눅스 커널과의 동작 및 기능 검증 구현을 보인다. 저성능 및 저전력이며 고용량 메모리를 탑재한 임베디드 시스템의 하나인 지능형 임베디드 X-시스템에서 적용 가능하도록 요구되는 기능과 동작을 구현하고 소형 운영체제를 위한 GUI 개발에 적용가능하다. 이러한 소형 운영체제 및 이를 위한 X-시스템은 지능형 개인정보서비스를 위한 임베디드 플랫폼 시스템으로써 개인용 정보의 지능형 서비스 기능을 지원하고 새로운 소형 운영체제를 탑재한 시스템의 개발에 적용 가능하다. 본 논문에서는 이러한 지능형 임베디드 X-시스템과 응용 소프트웨어 및 서비스 개발을 위한 GUI환경 구현에 대하여 기술한다.

### ABSTRACT

This paper describes the GUI implementation of an intelligent embedded system which can be used for a personal information platform and an industrial mobile application system. It shows the architecture and the necessary structure and components of X Window graphic system. The embedded system used in this paper has low power and high performance processor, and has a large memory size with a nand-flash memory device. We configured the linux kernel with a TFT-LCD and touch screen device for the operation of X Window system. And we used GTK+2 for running application softwares on the platform embedded system. The GUI library of GTK+2 is useful for providing the same graphics programming environment with host Linux PC. We have developed in this paper the X Window system and the GUI environment for GTK+2 in a new embedded system, and verified the full operation of X Window system and application softwares using GTK+2. The embedded system with large memory size can be used in X Window application softwares for providing a personal information service with a mobile embedded system.

### 키워드

embedded system, GTK Library, GUI environment, X Window system

### I. 서 론

매일 새롭게 발전하는 임베디드 시스템의 응용분야는 개인용 컴퓨터 시장과는 비교할 수 없을 만큼 수많은 분야에서 매우 다양한 형태로 적용되고 우리 생활의 구성구석에서 유용하게 활용된다. 이러한 임베디드 시스템이 사용되는 응용분야들은 다양한 IT기기를

의 모습으로 다음과 같이 이용된다. IPTV 등의 정보 가전분야, PDA폰 등이 포함되는 개인용 정보 단말기 등의 분야, 지디털 교환기 등의 통신장비 분야, 전자제어 시스템 등의 항공 장비 분야, 물류 시스템 분야, 금융 및 전산 분야, 차량 및 교통분야, 사무분야, 의료용 기기 분야, 휴대용 게임 장치 등의 엔터테인먼트 분야 등에서 임베디드 시스템을 이용하여 언제 어디서나 디

지털 시스템을 이용한 인간의 여가 활용과 재미있는 흥미 거리를 TFT LCD등을 통하여 제공하여 개인의 개별공간에서 이러한 디지털 기기를 활용한 여가를 즐기며 기업 업무 또한 처리할 수 있도록 하고 있다.

현재 대부분의 상업용 컴퓨터 시스템들에서는 윈도우와 같은 그래픽 인터페이스를 채용하여 GUI(Graphic User Interface)를 제공함으로써 사용자들로 하여금 사용하기 편리하고 인간 친화적인 대화식 프로그램 수행 및 시스템 관리기능을 서비스하고 있다. 따라서 예전의 명령 창을 이용한 텍스트 위주의 컴퓨터 시스템과 비교하면 사용자 편의를 최우선적으로 고려하고 있다고 할 수 있다. 또한 최근 인터넷의 발전으로 월드와이드웹(World Wide Web)이 인터넷 서비스의 대표적인 예로 자리하였다. 이러한 인터넷 서비스 또한 사용자의 편의성을 제공하기 위해 그에 따른 그래픽 사용자 인터페이스를 필수적으로 제공하고 있다. 이와 같이 컴퓨터 시스템을 현대화하고 사용자에게 최대한의 편의를 제공하기 위해 인간과 컴퓨터를 연결하여 주는 인터페이스를 제공하는 일은 그러한 컴퓨터 시스템을 활용하는 분야에서 해당 시스템의 성공적인 발전을 이루는 매우 중대한 역할을 수행한다. 현재 국 내외에서 개발되고 사용되는 임베디드 시스템들에서도 일반적인 컴퓨터 시스템에서와 마찬가지로 맨 머신 인터페이스 분야가 임베디드 시스템의 응용 분야마다 매우 중요한 요소를 차지한다.

특히 본 연구에서와 같이 산업용 및 개인용 분야의 임베디드 시스템에도 적용 가능한 맨 머신 인터페이스의 최적화를 위해서는 더욱 실시간적이고 맨 머신 인터페이스의 효과적인 GUI(Graphic User Interface)가 필수적으로 적용되어야 하며 GUI 기능을 모든 분야에서의 시스템 의존성이 없는 GUI 인터페이스 개발 및 적용이 필요할 것이다.

## II. X-윈도우 시스템

X 윈도우 시스템은 잘 알려져 있는 것 처럼 서로 다른 기종의 시스템에서도 동일한 그래픽 인터페이스를 제공하는 윈도우 시스템이다. 호환이 안되는 시스템 간에도 GUI를 통해 풍부한 윈도우 관리와 네트워크 기능을 제공한다. X 윈도우 시스템은 세 개의 주 구성 요소인 Xlib, X Toolkit, 및 X Server로 이루어져 있다.

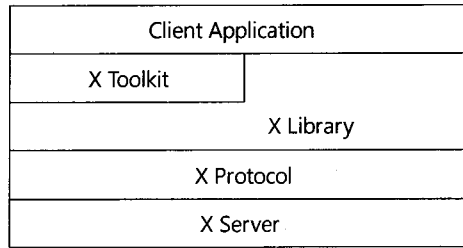


그림 1. X 윈도우 시스템의 계층 구조

X 툴 키트는 2차원으로 간단한 위젯 세트를 제공하며 그래픽 콤포넌트 위젯과 그를 위한 함수들로 이루어져 있다. Xlib는 윈도우 상에서 동작하는 저수준의 그래픽 명령을 제공한다. 이러한 저수준 명령은 네트워크로 접속되어 있는 서버로 명령을 전송하고 서버는 전송된 명령어를 해석 및 수행한다. 그 다음으로 가장 아래에서 수행되는 X 네트워크 프로토콜은 바이트레벨 통신 프로토콜이며 모든 응용 프로그램들은 이러한 X 네트워크 프로토콜로 통신한다. 또한 X 서버는 키보드 이벤트, 마우스, 및 그래픽 출력의 관리를 수행한다. 또한 X 네트워크 프로토콜은 어떠한 수정도 없이 서로 다른 기종의 컴퓨터와도 접속할 수 있는 네트워크 투명성을 제공한다. 특히 임베디드 시스템과 같이 하드웨어 특성이 서로 상이한 무선 이동형 기기에서도 동일한 GUI를 제공할 수 있는 특징을 가진다 그림 1에 이러한 X 윈도우 시스템의 계층 구조를 나타내었다.

## III. GUI 라이브러리

본 연구에서는 개발된 임베디드 X 시스템의 응용프로그램 구현을 위해 GTK(General Image Manipulation System Toolkit) 라이브러리를 사용하였다. GTK 라이브러리는 일반적으로 PC 플랫폼에 많이 사용하고 있는 GNOME 데스크탑 GUI 환경에서 기반으로 사용하는 GUI 라이브러리이다. GTK+는 여러 가지 위젯들의 집합을 제공하고 GNU 기반의 오픈소스 개발환경을 지원하며 X 윈도우 시스템을 기반으로 지원하므로 X 윈도우의 특징인 네트워크 투명성과 클라이언트 서버 모델을 지원한다.

GTK+의 구성 요소는 GTK, Glib, GDK, Xlib 등으로 이루어져 있으며 그림 2에 GTK 라이브러리의 전체 구조를 나타내었다. GTK는 Xlib의 래퍼로서 GDK를 포함하고 있고 여러 가지 자료형

과 메모리관리 함수를 제공하는 표준 라이브러리로 용으로 Glib를 포함하고 있다. GDK(GTK+ Drawing Kit)는 주로 그래픽 드로잉에 사용되며 고유의 데이터 타입과 구조체를 가지고 응용 프로그램에 그래픽 컴포넌트를 추가 및 제거하는 기능과 2차원 low-level 드로잉 함수를 제공한다. 따라서 Xlib에서 제공하는 모든 그래픽 기능을 포함하고 있다. Glib는 binary-tree 및 hash-table등과 같이 복잡한 데이터 형을 쉽게 정의하고 생성할 수 있는 기능을 제공하며 C 언어에서 사용하는 메모리관련 함수들을 제공한다. 따라서 이식성이 높고 표준 C언어 함수들을 사용가능하게 해준다.

GTK+는 그래픽 응용 프로그램의 개발을 위한 60여개의 GUI 위젯을 제공한다. 이러한 위젯을 클래스 타입으로 정의하고 객체지향적인 그래픽 프로그래밍을 가능하게 하여준다. GTK 위젯의 계층구조는 계층별로 동종의 기능을 제공하는 위젯들을 모아 관리하게 된다. 가장 기본적인 계층구조의 형태는 최상위에 GtkWidget 계층이 존재하고 그 아래에 GtkWidget 계층과 GtkContainer 계층이 차례로 존재하고 GtkBin 계층과 GtkWidget 계층이 하위에 따르는 구조를 가지고 있다. 이러한 그래픽을 위한 위젯들은 객체지향 프로그래밍을 위한 상속성을 지원한다.

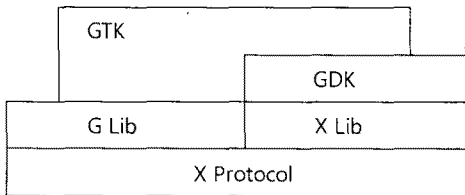


그림 2. GTK 라이브러리 전체 구조

#### IV. 실험 및 개발 결과

본 연구에서는 TI 사의 DM6446 Dual Processor Chip을 사용하여 테스트 보드에서 구현하였으며 X 윈도우 시스템의 개발을 위해 NFS를 통해 호스트 Linux Machine의 File System을 Root로 마운트하여 개발하였다. 그림 3에 개발된 X 윈도우 시스템의 테스트 보드를 사진으로 나타내었다. 그림 4에서는 개발된 X 윈도우 시스템을 상용시스템을 목적으로 하는 256M Nand-Flash를 가지는 임베디드 시스템에 탑재한 결과 사진을 나타내었으며 Nand-Flash 메모리에 탑재된 File System을 Root로 마운트하여 독립 플랫폼으로 동작 가능함을 보였다. 자세한 특성을 표 1에

나타내었다.

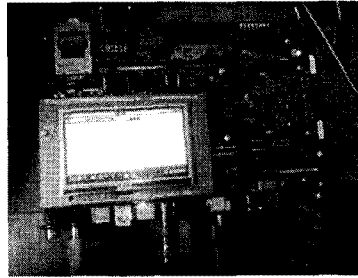


그림 3. 개발된 프로토타입 Embedded X-시스템

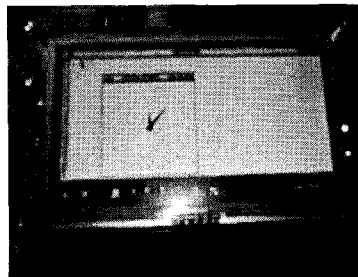


그림 4. 개발된 임베디드 X-시스템

표 1. 개발된 임베디드 X-시스템의 특성

processor	arm926EJ-S
clock speed	297Mhz
RAM size	DDR2, 256M
Nand-Flash size	256M
TFT	4.3"(480x272)
File system size	140MB
Cold boot time	40sec

#### V. 결론

본 논문에서는 임베디드 시스템에서의 X 윈도우 시스템의 개발 및 X 윈도우 응용 GUI 그래픽 소프트웨어의 활용을 위한 GTK 라이브러리의 개발을 함께 수행하였다. 실험 결과를 이용하여 볼 때 최근의 임베디드 프로세서 및 시스템의 성능이 많이 향상됨에 따라 일반 PC 플랫폼용 X 윈도우 및 GTK 라이브러리도 충분히 그 동작과 응용 서비스 측면에서 여러 활용도에 맞게 임베디드 시스템용으로 개발가능 함을 보여준다.

미래에는 더욱 인간 친화적이고 맨 머신 인터페이스가 적용된 임베디드 시스템을 이용하여 현대인의 일상 생활 속에서 일과 일상 생활이 함께 진행되는 그러

한 업무 형태를 지원할 수 있는 임베디드 시스템을 이용한 정보활동을 통해 더욱 깊숙하게 우리 생활의 모든 분야에서 임베디드 시스템의 GUI와 기업의 정보서비스에 활용 될 것이다. 이러한 목적의 임베디드 시스템 GUI 관련 연구는 최적화된 유비쿼터스 사회의 필수적인 요소 기술로써의 응용이 가능할 것이다.

## REFERENCES

- [1] Kjell, B., "The rise of embedded processing and the opportunity for open standards," Technology and Society Magazine, IEEE, vol. 23, no. 2, pp. 4 - 5, Summer 2004.
- [2] Scott McGregor, "Designing User Interface Tools for the X Window System," Proc. 34th IEEE Com. Soc. Int. Conf.(COMPCON Spring'89), pp. 243-246, Feb. 1989.
- [3] Yang J., Ji W., and Hong Y., "Transplantation of GTK+ based on Framebuffer," Proc. 8th Int. Conf. Electronic Measurement 2007(ICEMI'07), vol. 2, pp. 381-384, July 2007.
- [4] M. H. Yun, D. H. Kim, and S. J. Kim, "Experience od Linux and GTK+2 Smartphone," Proc. 5th IEE Int. Conf. 3G Mobile Comm. Tech. 2004(3G 2004), pp. 267-270, 2004.
- [5] Craig Hollabaugh, Embedded Linux: Hardware, Software, and Interfacing, Addison-Wesley, Mar. 2002.
- [6] Karim Yaghmour, Building Embedded Linux Systems, Sebastol, CA: O'Reilly & Associates, Inc. 2003.
- [7] Love and Robert, Linux Kernel Development, Indianapolis: Sams Publishing, 2004.
- [8] Jensen, D., "Adventures in embedded development," IEEE Software, vol. 11, no. 6, pp. 116 - 118, Nov. 1994.
- [9] Steve Furber, ARM system-on-chip architecture second edition, Addison-Wesley, 2000.
- [10] TI, TMS320DM6446, SPRS283D-DEC. 2005-REV. SEPT. 2006, Texas Instruments, Available: <http://www.ti.com>
- [11] T. Gale and I. Main, "GTK+2.0 Tutorial," GTK team, Available: <http://www.gtk.org/tutorial>
- [12] Bolosky, W.J., Draves, R.P., Fitzgerald, R.P., Fraser, C.W., Jones, M.B., Knoblock, T.B., and Rashid, R., "Operating system directions for the next Millennium," Proc. 6th Workshop on Hot Topics in Operating Systems, pp. 106 - 110, May. 1997.