

내장 소프트웨어를 위한 개발 환경의 개선[†]

(Improving development environment for embedded software)

안일수[§]

(ILSOO AHN)

요약 기계장치에 내장되어 동작하는 내장 소프트웨어의 개발 환경은 일반 소프트웨어와 비교하여 불편한 점이 많다. 소프트웨어가 개발되는 장비와 동작하는 장비가 다르며 일반적으로 고가의 상용 개발 도구를 필요로 한다. 본 논문은 공개 소프트웨어 도구들을 활용하여 내장 소프트웨어의 개발 환경을 개선시킬 수 있는 방안을 제시한다. cross compile을 위한 GNU Compiler Collection과 Scratch box, 통합 개발 환경인 Eclipse, 원격 접속을 위한 RSE, 가상화를 위한 QEMU 등의 특징과 효과적인 활용 방법을 설명한다.

키워드 RFID 미들웨어, 테스트 데이터, 입력 변환 규칙

Abstract RFID systems have been widely used in various fields such as logistics, distribution, food, security, traffic and others. A RFID middleware, one of the key components of the RFID system, perform an important role in many functions such as filtering, grouping, reporting tag data according to given user specifications and so on. However, manual test data generation is very hard because the inputs of the RFID middleware are generated according to the RFID middleware standards and complex encoding rules. To solve this problem, in this paper, we propose a black box test technique based on RFID middleware standards. Firstly, we define ten types of input conversion rules to generate new test data from existing test data based on the standard specifications. And then, using these input conversion rules, we generate various additional test data automatically. To validate the effectiveness of generated test data, we measure coverage of generated test data on actual RFID middleware. The results show that our test data achieve 78% statement coverage and 58% branch coverage in the classes of filtering and grouping, 79% statement coverage and 64% branch coverage in the classes of reporting.

Key words Embedded Software, Open Source Software, GNU Toolchain, Scratchbox, Eclipse, CDT, RSE, QEMU

1. 서론

차량, 조선, 항공, 국방, 의료, 통신, 가전 등 거의 모든 산업 분야에 걸쳐서 기계장치에 탑재되어 특정한 기능을 수행하는 내장 소프트웨어

(embedded 소프트웨어)의 비중과 중요성이 날로 높아지고 있다. 이러한 내장 소프트웨어는 사용자와 밀접하게 상호 작용을 하면서 동작하게 되므로 사용자의 편의성과 실시간 성능에 대한 요구 사항들을 만족시켜야 하고 또한 안전성이 중요하기 때문에 고도의 품질과 신뢰성을 필요로 한다.

따라서 내장 소프트웨어의 개발 과정에서 우수한 개발 도구들을 활용하여 효율적인 개발 환경을

[§] 웹 회 원 : 정보통신산업진흥원 부설 SW공학센터 전문위원
iahn@nate.com

논문접수 : 2011년 7월 4일

심사완료 : 2011년 11월 27일

구성함으로써 개발의 생산성과 결과물의 품질을 향상시키는 것이 매우 중요하다. 그런데 내장 소프트웨어가 탑재된 기계장치들은 범용 computer와는 다른 종류의 CPU와 제한된 memory, 그리고 특별한 입출력 장치를 가지고 동작하기 때문에 그 개발 환경은 일반 소프트웨어와 비교하여 여러 가지 차이점이 있다.

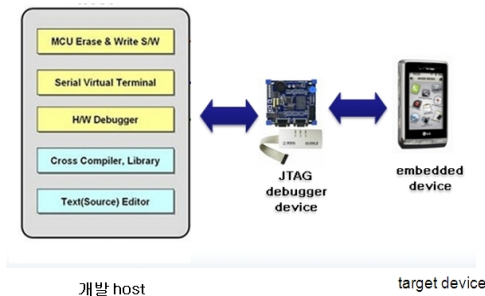


그림 1 일반적인 개발 환경

그림-1에서 보듯 소프트웨어를 개발하는 기기 즉 개발 host와, 개발된 소프트웨어가 동작하는 기기 즉 target 장치가 다른 것이 보통이다. Host 장비에서 개발된 실행 program은 target 장치로 옮겨져서 검증 및 결함의 수정을 거치게 되는데 이 과정이 복잡하고 불편한 경우가 많다. 우선 target hardware가 준비가 되어야 하는데 소프트웨어와 동시에 개발이 진행되는 경우가 많아 시험 환경이 준비될 때까지 시기적으로 늦어질 수 있고 안정성이 미흡한 경우가 많다. 그리고 host와 target의 연결에는 일반적으로 상용제품인 JTAG (Joint Test Action Group) 규격의 별도 장치와 소프트웨어도구를 필요로 하게 되어 비용의 부담이 크다 [1].

그러나 내장 소프트웨어의 일종인 smart phone의 경우에는 응용 소프트웨어를 편리하게 개발할 수 있는 통합 개발 환경들이 널리 활용되고 있다. iPhone의 경우 그림-2와 같이 Xcode Toolkit을 [4] 통해 Interface Builder, compiler,

debugger, 성능 측정 도구 등과 함께 iPhone Simulator가 제공되어 실제 hardware가 없더라도 응용 application의 개발과 검증을 편리하게 할 수 있다. Android의 경우에도 Android Development Tools (ADT)와 Android Virtual Device (AVD)를 포함하는 통합 개발 환경이 제공되고 있다 [5].

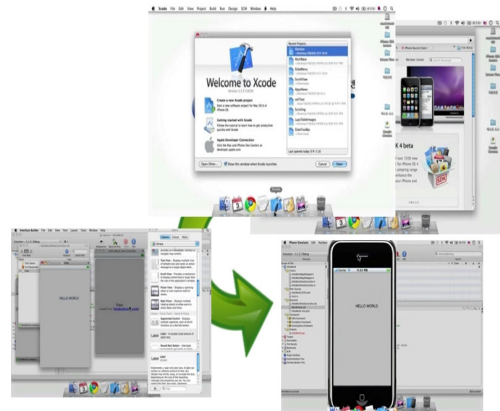


그림 2 iPhone의 SW 개발 환경

최근에는 일반 소프트웨어 뿐만 아니라 내장 소프트웨어의 개발을 위해서도 우수한 공개 소프트웨어들이 많이 나와 있고, 이 도구들의 일부는 특히 Android 개발 환경의 중요한 구성 요소로 활용되고 있다. 그러나 아직은 이러한 도구들이 일반적인 내장 소프트웨어의 개발에 효과적으로 활용되지 못하고 있는 실정이다. 본 논문에서는 이러한 도구들을 활용하여 내장 소프트웨어를 편리하게 개발할 수 있는 환경을 구성하는 방안을 제시한다.

이를 위하여는 그림-3에 보는 바와 같이 host 장비에서 program을 작성해서 cross compile을 할 수 있는 기능이 필요하고, target 장치를 가상화 시켜주는 simulator, host와 simulator 또는 target 장치를 연결시켜 주는 원격 접속 기능, 그리고 이러한 여러 기능들을 편리하게 통합하여 지원해주는 통합 개발환경 등이 필요하다.

2. Cross Compiling

그림-1의 경우 개발 host로는 intel x86 CPU 위에 MS Windows나 Unix/Linux 운영 체제가 많이 쓰이고, target 장치에는 x86이나 ARM (Advanced RISC Machine) CPU 위에 MS Windows CE나 Linux 계열의 운영체제가 많이 쓰인다.

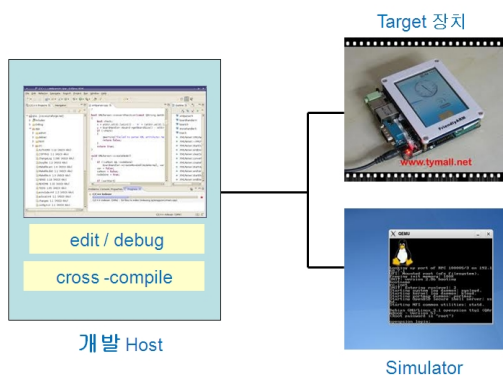


그림 3 개선된 개발 환경

개발 host 장비에서 source code를 작성하여 compile을 하고 실행 file을 제작하게 되는데, 이 과정에서 target 장치의 CPU와 운영 환경이 개발 장비와 다르기 때문에 그 차이를 감안하여 cross compile이 필요하게 된다. 이에 필요한 소프트웨어 도구들은 일반적으로 target board와 함께 유료로 구입을 하게 되는데, 그 대안으로 공개 소프트웨어인 GNU Compiler Collection을 기반으로 독자적으로 구성할 수도 있다.

2.1 GNU Compiler Collection

GNU Compiler Collection (GCC)는 C, C++, Java, Fortran, Ada 등과 Objective-C를 위한 front-end와 그 지원 library들로 이루어지는데, Alpha, ARM, x86, MIPS, PowerPC, SPARC 등 다양한 CPU를 지원한다 [6]. 그리고 GCC는

assembler (as), linker (ld), archiver (ar), profiler (gprof) 등의 여러 GNU Binary Utilities (binutils)와 C Standard Library (glibc)와 조합을 이루어 동작하는데, make, m4, debugger (gdb) 등의 도구들과 함께 GNU Toolchain을 구성하게 된다.

이러한 도구들은 모두 공개 소프트웨어로서 그 source code가 공개되어 있지만 이들을 하나하나 직접 compile하면서 여러 도구들의 조합을 직접 구성하는 것은 매우 어렵고 복잡한 작업으로 많은 시간과 노력이 필요하게 된다 [7]. 따라서 이러한 불편을 줄일 수 있는 방법을 찾아 적절히 활용하는 것이 유리하다.

Debian 계열의 Ubuntu나 emdebian의 경우는 gcc, binutils, glibc 등의 cross compiler 도구들을 ‘apt-get install task-cross-arm’의 명령어로 간단히 설치할 수 있다 [8].

CodeSourcery사는 GNU Toolchain 기반의 cross compiler와 debugging, simulation 등의 부가 기능을 가진 개발 도구를 상용으로 판매하는데 Lite Edition은 기술 지원을 받을 수는 없지만 무료 사용이 가능하다 [9].

ARM 기반의 내장 소프트웨어들을 더 쉽고 빠르게 개발할 수 있도록 지원하는 비영리 단체인 Linaro가 있다 [10]. Linaro는 ARM architecture 에 최적화된 Linux kernel과 함께 gcc, binutils, gdb 등을 포함한 개발 도구들을 source 형태로 제공한다.

2.2 Scratchbox

Cross compiling 과정에서 주의해야 할 점은 적절한 cross compiler의 선택 뿐 만이 아니라, 제작된 program이 동작할 target의 hardware나 OS 및 연동할 library나 header file 등의 환경을 host가 아닌 target 환경에 맞추어야 한다는 것이다. 이러한 문제들을 고려하여 cross compiling을 위한 편리한 환경을 제공해 주는 공개 소프트웨어로 Scratchbox가 있다 [11].

Scratchbox는 ARM이나 x86 CPU 기반의 Linux 운영체제를 사용하는 target 장치를 위한 cross compiler와 관련 도구들을 source와 함께 이미 compile된 binary 형태로도 제공한다. 이 도구들을 사용하려면 먼저 고유한 사용자 계정 (예: kim)과 암호를 등록해야 하는데, 그러면 그 사용자 계정을 위한 독립적인 root (‘/’) directory가 ‘/scratchbox/users/kim’ 위치에 생성이 되고, 그 밑에 원하는 형태의 target 장치와 사용할 도구를 선택하여 설정할 수 있다. 이와 같이 설치가 되면 사용자 계정으로 login하여 sandbox처럼 독립된 공간에서 cross compile을 할 수 있다. 또한 5장에서 설명할 가상화 도구와 연동하여 실제 target 장치가 없이도 compile된 소프트웨어를 실행해 볼 수 있는 simulator 기능도 제공한다.

3. 통합 개발 환경

Eclipse는 [12] Java를 위한 개발 도구로 주로 알려져 있는데 C, C++, Python, Perl, PHP, COBOL 등 여러 언어들을 지원하면서, coding, compiling, testing, debugging, refactoring 등 다양한 기능들을 통합하여 지원하는 개발 환경 (Integrated Development Environment)이다 .

매년 6월에 새로운 release가 나오고 있는데 2004년 이후 금년까지 계획된 일정과 목표를 어김없이 지키고 있어 그 개발 및 과제 관리 방법 자체가 Eclipse Way라고 불리우며 연구 대상이 되고 있는 가장 성공적인 공개 소프트웨어 과제들 중의 하나이다. 2011년 6월에 발표된 Helios는 44개 회사에서 참여하여 3,300만 줄에 해당되는 39개의 과제를 포함하고 있고, 2011년 6월 22일에 발표된 Indigo는 49개 회사에서 참여하여 4,800만 줄에 해당되는 62개의 과제를 포함하고 있다.

OSGi (Open Services Gateway initiative) 구조로 되어 있어 새로운 기능을 가지는 component들을 plug-in 형태로 추가할 수 있기 때문에 version control, build, unit testing, code coverage, performance testing 등 다양한 기능과 도구들이 통합되어 있다. 그 인기가 높아지면서 근래에는 공개 소프트웨어 뿐만 아니라 IBM을 포함한 많은 회사들이 Eclipse를 기반으로 추가적인 기능을 구현하여 상용 도구로 판매하는 것이 보편화 되고 있다. 앞에서 언급된 Android나 CodeSourcery사, ARM사 등의 개발 환경이 모두 Eclipse 기반으로 구성되어 있다.

Eclipse는 내장 소프트웨어 개발을 위한 추가적인 기능들도 선택 기능 (optional features) 내지 추가 plug-in 도구로 제공하고 있다. 내장 소프트웨어 개발에는 C나 C++가 많이 많이 쓰이고 있으므로 기본적으로 Eclipse CDT (C/C++ Development Tools)를 설치한다. 그리고 그림-4와 같이 ‘help’ menu의 ‘Install New Software’ 단추(button)를 통해 CDT의 선택 기능들 가운데에서 ‘C/C++ GCC Cross Compiler Support’를 추가한다.

그러면 ‘Project’ menu의 ‘Properties’ 단추를 눌러 나타나는 창에서 ‘C/C++ Build -> Tool Chain Editor -> Current toolchain’ 선택 사항들이 보이고 그 중에서 ‘Cross GCC’를 선택할 수 있게 된다.

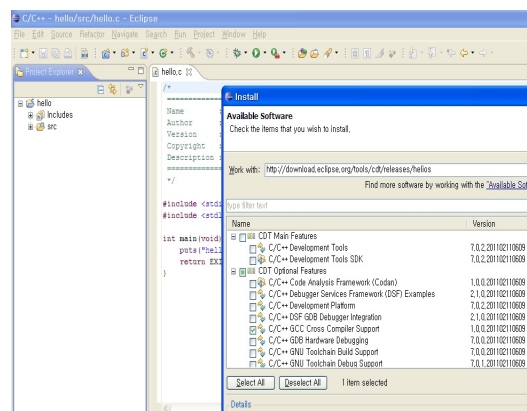


그림 4 CDT 선택 사항 설치

다음으로 'C/C++ Build -> Settings'를 선택하면 그림-5와 같이 'Cross GCC Compiler'와 'Cross GCC Linker'의 'Prefix'와 'Path'를 지정하여 cross compile을 편리하게 할 수 있다.

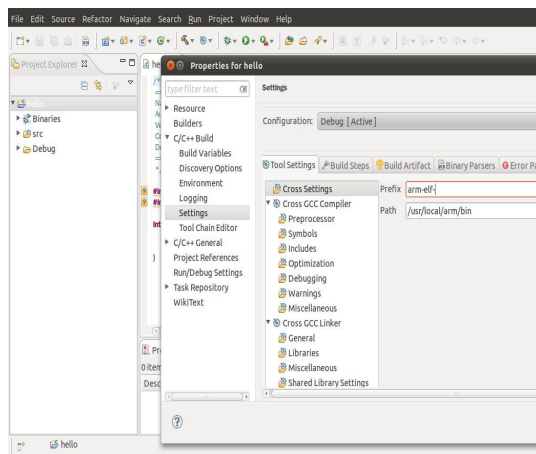


그림 5 Build Settings

Eclipse는 이밖에도 다음에 설명할 target 관리 (target management) 기능과 원격 실행 (remote launch) 및 debugging 기능들도 제공할 수 있다.

4. 원격 관리

2장과 3장에서 설명된 과정을 거쳐 host 장비에서 제작된 실행 file은 target 장치로 옮겨져서 testing을 하게 된다. 이를 위하여는 1장에서 언급된 것처럼 고가의 JTAG interface 장비를 사용하는 경우가 많으나 target 장비가 ethernet을 지원할 경우에는 Eclipse plug-in인 RSE (Remote System Explorer)를 이용할 수 있다 [13].

Eclipse의 Target Management (TM) 과제는 크게는 mainframe에서 작게는 내장된 장치에 이르는 원격 system과 접속 기능들을 설정하고 관리하는 기본 체계와 data model을 제공하는

것을 목표로 합니다. RSE는 TM의 결과 처음 제공되는 도구로 local 개발 장비와 원격 (remote) target 장치가 편리하게 연동할 수 있는 표준 환경을 제공해 줍니다.

RSE의 설치에 Eclipse 'help' menu에서 'Install New Software' 기능을 선택하면 나타나는 화면의 'work with:' 칸에 'http://download.eclipse.org/dsdp/tm/updates/3.1'을 입력하고 그 결과 중에서 최신인 'TM and RSE 3.1.2'를 선택하면 된다. 설치가 완료된 후에 'Perspective' 선택 menu를 눌러 'Other Perspective'중에서 'Remote System Explorer'를 선택하면 그림-6의 배경 창이 나타나게 된다.

그 다음 'Connect' 단추를 누르면 원격의 target 장치에 연결할 수 있게 된다. 그림-6은 'debian-arm'이라는 원격 장비에 접속하는 화면을 보여 준다. 이렇게 ssh, FTP, dstore agent 등을 통해 연결이 이루어지면 file 전송 및 원격 file system을 지원하고, 원격 shell과 원격 terminal의 기능을 제공하며, gdbserver를 통해 원격 debugging도 가능하게 된다.

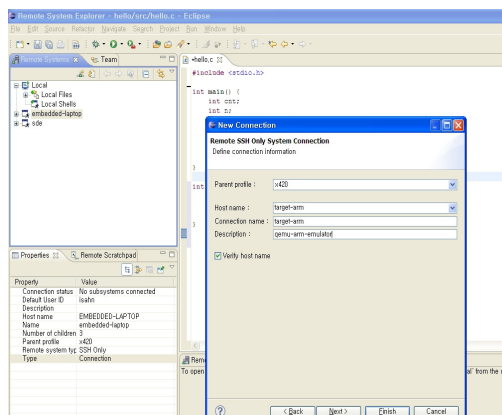


그림 6 RSE Connect

3장에서 설명한 Eclipse CDT의 선택 기능들 (optional features) 중에 'C/C++ Remote Launch'를 설치하면 원격 연결을 통해 target 장치에서 program을

실행시킬 수 있고 'gdbserver'를 이용하여 debugging도 할 수 있다. 이 기능은 RSE의 기능으로 도입되었으나 2009년부터 CDT의 선택 기능으로 변경되어 사용자들이 혼란을 겪기도 했다.

Remote Launch'를 설치하면 그림-7에 보는 것처럼 'Run' menu의 'Run Configuration' 단추나 'Debug Configuration' 단추를 선택했을 때 나타나는 창에 이전에는 없던 'C/C++ Remote Application' 유형이 보이게 된다.

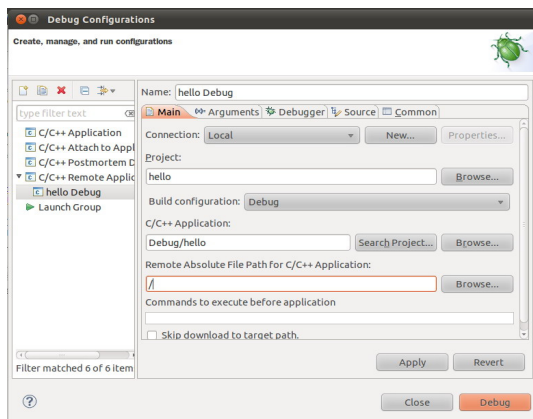


그림 7 Debug Configuration 'C/C++'

이를 선택하면 원격 target 장치와의 'Connection'을 지정할 수 있고, 원격 장비에서 program이 실행될 file 위치 ('Remote Absolute File Path')를 지정할 수 있으며, target 장치에서 실행될 'Debugger'에 대한 정보도 지정할 수 있고, target 장치로 실행 file을 다시 전송할 지 여부도 선택할 수 있다.

5. Simulation

1장에서 언급한 바와 같이 직접 target 장치를 사용하지 않더라도 그 hardware를 가상화 해 주는 software simulator가 있으면 응용 program의 검증과 결함의 수정이 매우 편리해지고 개발 효율을 크게

높일 수 있다. QEMU는 x86, ARM, PowerPC 등 다양한 CPU를 가상화 시켜주는 소프트웨어로, 응용 program을 user mode로 실행할 수 있을 뿐 아니라 hard disk의 system image 전체의 simulation도 가능하다 [14].

Linux host에서 ARM CPU를 가상화해 주고 그 위에 Linux guest를 구동시키는 QEMU의 명령어는 다음과 같다.

```
qemu-system-arm -M versatilepb
                -initrd initrd.img
                -kernel vmlinuz-versatile
                -hda disk.qcow2
                -net nic
                -net user,hostfwd=tcp::2222-:22
                -name debian-arm
```

여기에서

- M: ARM 'Versatile' board 종류
- initrd: initial RAM disk
- kernel: kernel image를 지정
- hda: hard disk로 사용될 공간
'qcow2'는 사용함에 따라 file의 크기가 증가되는 형식임
- net nic: Network Interface Card
- net user, hostfwd=tcp::2222-:22
user mode의 network을 사용하면서
TCP packet의 재전송을 지정
- name debian-arm: guest의 이름

그 결과는 그림-8과 같다. 왼쪽 창에는 'dev-host'라는 host 기계가 'Intel Core i5' CPU를 가지고 Linux 2.6을 돌리는 환경에서 'qemu-system-arm' 명령어를 실행하였다. 오른쪽에는 VNC를 통해 접속된 원격 desktop 창에 'debian-arm'이라는 guest가 'ARM926EJ-S' CPU를 가진 것을 볼 수 있다.

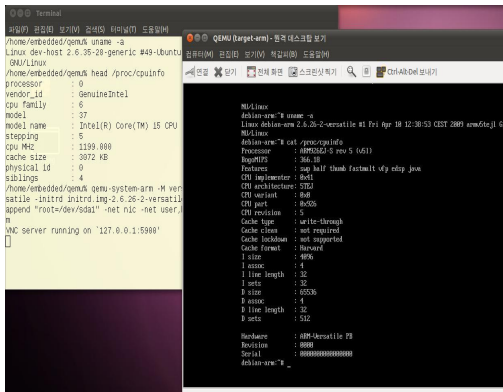


그림 8 QEMU

위 명령어의 '-net user' option 중 특히 'hostfwd'는 host 장비의 port 2222에 대한 TCP 요청을 guest 장비의 port 22로 전달하라는 설정이다. 그림-6의 다음 동작으로 'Sftp' 연결을 시도하게 되면 그림-9의 왼쪽 아래에 보이 듯 port 번호를 지정할 수 있다. 기본값은 22인데 이를 사용하면 host 장비에 연결이 되고, 번호를 2222로 지정하면 'hostfwd' option에 따라 guest인 simulator로 연결이 된다. 이 option은 초기 version에서는 '-redir'이었던 것이 지금의 'hostfwd' 형태로 변경되었음을 주의해야 한다.

2.2장에 언급한 Scratchbox는 QEMU를 내장하고 있어 cross compile된 program을 바로 가상 환경에서 실행하고 검증해 볼 수 있는 기능도 제공한다.

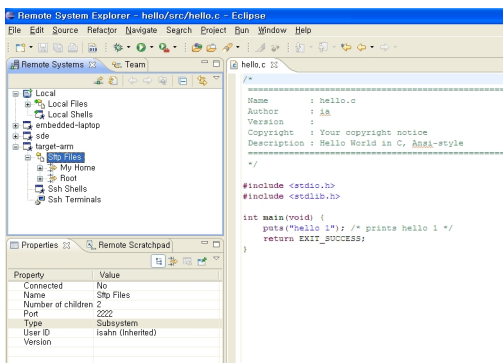


그림 9 RSE Port

6. 기타 도구들

내장 소프트웨어는 제한된 CPU와 memory를 가지고 실시간성을 보장할 수 있어야 되기 때문에 성능의 최적화가 매우 중요하다. 개별 program 뿐 아니라 system 전체의 성능을 측정하고 분석할 수 있는 공개 소프트웨어 도구로 OProfile이 있다 [15]. kernel, 가상 기계 (virtual machine), interrupt 처리, 공통 (shared) library, cache 동작 등의 성능을 측정하여 운영 중에 발생할 수 있는 성능 문제를 사전에 점검할 수 있다.

그리고 Valgrind와 같은 동적 분석 (dynamic analysis) 도구를 사용하여 오류가 발생할 가능성을 점검해 보는 것이 좋다 [16]. 저장 영역의 잘못된 사용이나 중복, memory의 누수 (leak) 가능성, thread이나 heap, stack 등의 문제들을 예방할 수 있다.

GUI가 필요할 경우는 Xcode의 Interface Builder와 유사한 기능을 가지는 Glade를 활용할 수 있다 [18]. 이 도구는 GTK+ toolkit 기반으로 user interface를 쉽고 빠르게 design하여 그 결과를 XML 형태로 저장할 수 있고 C, C++, Java 등의 program에서 사용할 수 있다.

역시 graphic toolkit으로 널리 쓰이는 QT는 Nokia의 소유이기는 하지만 공개 소프트웨어로도 사용이 가능하며, desktop이나 mobile 또는 내장 장치 등의 다양한 환경을 지원하는 장점이 있고 GUI를 쉽게 design할 수 있는 Qt Creator 등 여러 도구들을 포함하고 있다 [19].

이 밖에 내장 소프트웨어의 개발 과정 전체에 걸쳐서도 일반 소프트웨어의 개발에 유용한 도구들을 적절히 활용하는 것이 바람직하다. 예를 들면 단위 testing, 정적 code 분석, code coverage, build 자동화 및 지속적 통합 (continuous integration), 형상 관리 및 결함 관리 등의 우수한 도구들을 효과적으로 사용하여야 하겠다.

7. 결론 및 향후 과제

공개 소프트웨어 도구들을 활용하여 내장 소프트웨어를 위한 통합 개발 환경을 구성하는 방안을 살펴 보았다. 그림-10은 개발 host에서 Eclipse를 기반으로 GNU Toolchain과 Scratchbox를 활용하여 cross compiling을 할 수 있는 환경을 구성하였다.

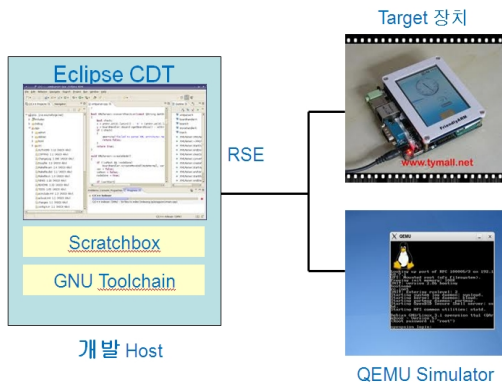


그림 10 통합 개발 환경

소프트웨어가 실행될 target 장치는 실제 장비를 직접 사용할 수도 있지만 QEMU를 활용하여 가상 환경을 구성할 수도 있다. 이 가상 환경은 별도의 장비에서 실행될 수도 있고 또는 개발 host와 동일한 장비에서 실행될 수도 있다. 이 모든 경우에 개발 host와 target 사이는 RSE를 통해 연결이 가능하다.

내장 소프트웨어 개발의 일반적 환경인 그림-1과 그림-10을 비교해 보면 먼저 고가의 상용 제품인 JTAG 장치가 RSE로 대체되었다. 아울러 상용 cross-compiler가 GNU Compiler Collection (GCC)로 대체되었고, 통합 개발 환경인 Eclipse를 활용하여 program의 작성, 편집, 수정, compile, test, debug 등 모든 작업을 편리하게 수행할 수 있다. 그리고 Scratchbox를 이용하여 cross-compile과 simulation을 개발 host에서 수행할 수 있게 되었다. 또한 실제 target 장비가 없어도 QEMU를 이용하여

가상화된 환경에서 simulation을 통한 검증이 가능하게 되었다.

본 논문에서는 이상과 같이 공개 소프트웨어 도구들을 활용하여 내장 소프트웨어를 편리하게 개발할 수 있는 통합된 환경을 살펴보았다. 향후의 과제로는 이 환경을 실제 장비를 개발하는 업무에 적용하여 그 개선 효과를 검증해 보는 과정이 필요 하겠다.

또한 이러한 공개 도구들이 상용 도구들과 비교하여 어떠한 차이점 있는지를 분석하고 그 개선 방안을 강구하는 것이 바람직하겠다. 그리고 본 논문에서 언급된 도구들 이외에도 많은 우수한 도구들이 나와 있고 또 새로이 개발되고 있다. 이러한 도구들을 추가적으로 발굴하여 효과적으로 활용될 수 있도록 널리 보급시키기 위한 지속적인 노력이 필요하겠다.

참 고 문 헌

- [1] R. Oshana: Introduction to JTAG, <http://www.eetimes.com/discussion/beginner-s-corner/4024466/Introduction-to-JTAG>, 2002.10
- [2] Richard Goering: Doors open to hardware, <http://www.eetimes.com/electronics-news/4053466/Doors-open-to-hardware>, 2005.6.
- [3] Open JTAG community portal, <http://www.openjtag.org>
- [4] Apple Inc.: Developer tools, <http://developer.apple.com/technologies/tools>
- [5] Google: The Developer's Guide, <http://developer.android.com/guide>
- [6] Free Software Foundation: GCC online documentation <http://gcc.gnu.org/onlinedocs>

- [7] GCC Team: Installing GCC,
<http://gcc.gnu.org/install>
- [8] Embedded Debian Project: Cross Toolchains,
<http://www.emdebian.org/tools/crosstools.html>
- [9] CodeSourcery: Why Choose Sourcery G++?,
<http://www.codesourcery.com/sgpp>
- [10] Linaro, <http://www.linaro.org>
- [11] V. Mankinen & V. Rahkonen:
Cross-Compiling tutorial with Scratchbox,
<http://www.scratchbox.org/documentation/docbook/tutorial.html>
- [12] Eclipse Foundation: Eclipse Documentation,
<http://help.eclipse.org/helios/index.jsp>
- [13] M. Oberhuber & D. Dykstal: Using and
extending the DSDP Target Management
Framework, EclipseCon. 2006
- [14] QEMU Emulator User Documentation,
<http://qemu.weilnetz.de/qemu-doc.html>
- [15] John Levon: OProfile manual,
<http://oprofile.sourceforge.net/doc/index.html>
- [16] Valgrind Developers: Valgrind User Manual,
<http://valgrind.org/docs/manual/manual.html>,
2010.10
- [18] GNOME Project: Glade Tutorials,
<http://live.gnome.org/Glade/Tutorials>
- [19] M. Summerfield: Advanced Qt Programming:
Creating Great Software with C++ and Qt 4, 2010

저 자 소 개



안 일 수

1975년 서울대학교 전자공학과 졸업(학사)
 1977년 한국과학원 전자공학과 졸업(석사)
 1986년 University of North Carolina 전산과 졸업
 (박사)
 1986년~1994년 미국 AT&T Bell Labs 연구원
 1994년~2006년 삼성전자 정보통신 연구위원
 2009년~현재 정보통신산업진흥원 부설 SW공학센터
 상임 전문위원.

<관심분야> software 개발 환경, Agile process

원자력 해체시설 특성관리 시스템을 위한 CBD 프로세스의 적용 방안

(CBD process applying for DEFACS)

조운형[‡] 박승국[§] 최윤동[¶] 문제권^{*}
(Woonhyoung Cho) (Seungkook Park) (Yundong Choi) (Jeikwon Moon)

요 약 원자력 시설 해체 사업은 해체 시 방사성 물질이 발생하기 때문에 시설 해체에 있어서 일반적인 해체 공법을 사용하기 어렵다. 그렇기 때문에 원자력 시설의 해체 계획을 수립하는데 해체 대상 시설의 성격을 조사하고 파악하는 것이 매우 중요하며 해체 대상 원자력 시설의 특성 자료 조사는 해체 폐기물의 양을 예측하고 해체 사업의 비용 산정에 크게 활용이 된다. 한국원자력연구원에서는 이를 목적으로 해체사업 대상 시설의 특성자료를 관리하는 시스템 DEFACS(Decommissioning Facility Characterization DB System)을 개발하였다. 그러나 원자력 시설 해체에는 시간이 오래 걸리기 때문에 부득이하게 해체 사업 중에 시스템을 개발하였고 이는 지속적인 요구사항의 변경이 발생하는 원인이 되었다. 이러한 이유로 개발에 있어서 일반적인 개발 프로세스를 적용키 어려웠던 바, 본 논문에서는 개발 중 요구사항 변경에 대한 효율적인 대응을 하기 위하여 기존의 CBD(Component Based Development) 프로세스를 CD(Component Development)와 CBSD(Component Based Software Development)로 구분하여 변경사항에 대한 핸들링을 하나의 컴포넌트로 다루고 컴포넌트 별로 CBD를 재적용하여 재귀적으로 프로세스를 핸들링한다. 이로써 컴포넌트 변경에 대한 전체 시스템의 변경점을 최소화하고 컴포넌트와 프로세스의 독립성을 강화함으로써 요구사항 변경으로 인한 프로세스의 중지를 최소화 하였다.

키워드 원자력 해체시설 특성관리 시스템, 원자력, 제염, 해체, CBD, 개발 프로세스, 소프트웨어공학

Abstract Characteristic of decommissioning target facility investigate and understand is very important. because radioactive materials occurs in the decommissioning and dismantling, so it is difficult to use a general dismantling method. Decommissioning nuclear facilities, the characteristics of the target of research to predict the amount of decommissioning waste, decommission projects costing is largely utilized. For this purpose, we developed DEFACS(Decommissioning Facility Characterization DB System) that manage characteristic of decommissioning target facility. But nuclear facility decommissioning takes long time. so we inevitably developed system during decommissioning works, it occurs many system changes. For this reason, it is difficult to apply general development process, so we take CBD process that divide CD(Component Development) and CBSD(Component Based Software Development) for handling change of requirement. it make Component of the overall system for changes to minimize changes by strengthening the independence of components and processes due to changes in requirements were to minimize stopping of the process.

Key words DEFACS, nuclear, decommissioning, dismantling, CBD, development process, software-engineering

1. 서 론

전 세계적으로 수명을 다한 원자력시설이 늘어나고 있으며, 위험성 제거와 재활용 측면에서 시설을 해체하게 되는데 이때 제염 및 해체 활동에 대한 관리의 중요도는 매우 높게 인지되고 있다. 원자력 시설 해체에는 미국, 영국, 프랑스, 독일, 일본, 벨기에를 비롯하여 이미 많은 국가들이 이미 수행을

[‡] 정회원 : 한국원자력연구원 제염해체연구부
whcho@kaeri.re.kr

[§] 비 회원 : 한국원자력연구원 제염해체연구부
skpark2@kaeri.re.kr

[¶] 비 회원 : 한국원자력연구원 제염해체연구부
ydchoil@kaeri.re.kr

^{*} 비 회원 : 한국원자력연구원 제염해체연구부
njkmoon@kaeri.re.kr

논문접수 : 2012년 3월 2일

심사완료 : 2012년 3월 26일

완료한 해체사업의 경험을 토대로 새로운 해체 사업 수행을 위한 데이터베이스 시스템을 개발하여 운영하고 있다. 이에 한국원자력연구원에 서도 연구용 원자로 2호기에 대한 해체 사업을 수행하면서 해체 사업 전반에 대한 정보와 자료 들을 구축, 응용을 위한 해체 사업관리시스템 (DECOMMIS)을 제작하여 사용 중에 있다. 이는 해체 작업 과정에서의 인력소요, 작업 결과 및 방사선 안전관리 자료와 동시에 폐기물의 발생, 처리 및 포장 등의 관리 자료를 처리할 수 있도록 함으로써 폐기물의 발생 및 처리 과정에 관한 이해 증대 뿐만 아니라 폐기물 관리가 좀 더 효율적으로 이루어지도록 하는데 기여할 수 있도록 한다. 하지만 DECOMMIS는 해체사업시행 도중에 개발되어 제염 해체 작업활동, 폐기물 관리, 오염검사 및 오염도 정보 등은 축적 관리 하고 있지만 해체대상 시설에 대한 정보는 포함하고 있지 않다. 시설 처리의 경우 가장 나중에 이루어졌고 방사성 물질에 오염 되어 있기 때문에 이를 제염하는 과정 및 관리가 지속적으로 이루어지고 있기 때문이다. 때문에 이러한 해체 대상 시설물들을 관리하고 나아가 해체대상에 대한 해체계획을 수립하는데 결과물 예측과 같은 문제를 해결하기 위하여 시설 특성 정보를 관리하는 시스템 DEFACS(Decommissioning Facility Characterization DB System)을 개발하였다. 그러나 한국에서는 해체 사업이 처음 시도되었기에 연구용 원자로 1,2호기에 맞추어 시스템을 개발하여야 했고 그렇기 때문에 해체 사업 중에 시스템을 개발 하였던 바, 지속적으로 요구사항에 대한 변경점이 발생하였기에 시스템 설계 단계에서부터 기존의 개발 프로세스를 적용키 어려웠다. 이에 본 논문에서는 지속적으로 변경되는 요구사항과 변수를 효율적으로 처리하기 위하여 CBD(Component Based Development) 프로세스를 CD(Component Development)와 CBD(Component Based Software Development)로 구분하여 변경된 요구사항에 대한 효율적인 반영과

함께 웹 응용 시스템인 DEFACS에 적용시킨 방법에 대해 논의한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 제 2절에서는 본 논문의 대상이 되는 시스템을 제작하는데 필요한 개발 프로세스의 기법에 대하여 소개한다. 제 3절에서는 제 2절에서 언급한 기법을 변경한 개발 프로세스에 대해 제시한다. 제 4절에서는 실제 시스템에 적용시킨 사례를 제시하며 마지막으로 제 6절에서는 사례 적용과 추후 논의점으로 결론을 맺는다.

2. 개발 프로세스 기법들

소프트웨어 개발 프로세스는 기본적으로 폭포수 모델, 프로토타입 모델, 나선형 모델, 일정 중심 모델 등에서 시작하여 근래에 이르러 시스템의 발달과 콘텐츠의 발달, 사용자의 요구수준 증가 및 수요 증가 등의 이유로 소프트웨어 자체가 양적으로 질적으로 매우 커지게 되었다. 이러한 이유로 다양한 관점으로 프로세스 기법들이 제시되었으며 DEFA CS는 웹 응용 프로그램이고 지속적인 요구사항의 변경에 관점을 두었기 때문에 웹 개발 프로세스와 요구사항에 대한 핸들링을 위하여 컴포넌트 레벨로 프로세스를 관리하는 CBD에 대하여 알아본다.

2.1 웹 개발 프로세스

일반적인 소프트웨어 개발 프로세스와는 달리 웹 개발 프로세스는 웹의 특성상 개발기간이 짧고 자원이 한정되어 있다. 때문에 표현의 레벨보다는 목적과 기능에 대한 설계가 중요하며 화면에 대한 디자인이 선행되어야 한다. 웹사이트 개발 프로세스는 그림 1. 에서 보는바와 같이 크게 7가지의 업무로 나뉘는데 기획 단계에서는 요구사항에 대한 분석과 함께 서비스 흐름, 데이터 정의, 운영방안, 개발 범위 등이 정해진다. Web Page 기획단계에서는 전체 구성에 대한 세부 페이지들을 기획한다. 사이트맵,

관계도, 진행방법 등 기능에 대한 상세한 기획과 분석이 이루어진다. Web Page Design 단계에서는 Web Page 기획 단계에서 나온 산출물들을 기준으로 Web Page 디자인 작업을 수행한다.

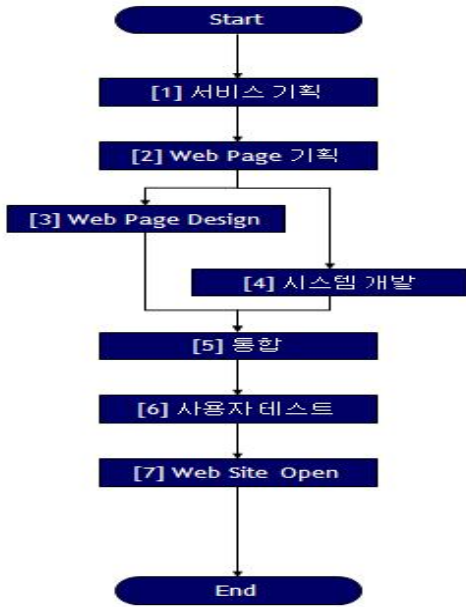


그림 1. 웹사이트 개발 프로세스[1]

디자인에 대한 규칙 정의와 함께 GUI 구성을 한다. 시스템 개발 단계에서는 앞서 기획을 기준으로 전체 시스템에 대한 분석, 설계를 수행한다. 시스템 개발 규칙 정의와 함께 프로세스 및 데이터베이스 설계가 포함된다. 통합과정은 디자인과 개발된 시스템을 기능을 기준으로 통합하는 과정이다. 통합 과정이 완료되면 사용자테스트를 통하여 오류검출과 사용자레벨에서 수행을 한다. 모든 과정이 끝나면 최종적으로 웹사이트 오픈을 하는데 DEFACS와 같은 경우는 내부 시스템이고 사업 특성상 요구사항이 지속적으로 변하기 때문에 이와 같은 프로세스를 그대로 적용키 어렵다. 또한 서비스 대상 웹사이트가 아니고 데이터에 대한 입출력, 관리, 제어, 응용 등이 목적이기 때문에 일괄적인 개발보다는 요구사항에 맞추어 단위별로 개발하여야 한다.

2.2 CBD(Component Based Development)

CBD(Component Based Development)는 재사용(reuse)과 조립(assembly)이 가능한 소프트웨어 자산을 컴포넌트라는 것으로 만들고 그것들을 기반으로 시스템을 개발하여 개발의 생산성 향상과 비용의 절감을 추구하고자 하는 개발방식의 Trend이다. 그리고, 그러한 CBD 개념을 적용하기 위한 역할(role), 작업(task), 산출물(work product) 등을 체계적으로 정리해 놓은 것이 CBD방법론이다.

CBD는 방법론이기 때문에 실질적으로 적용키 위한 여러 기법들이 존재한다. Catalysis[2]는 1992년 Desmond D'Souza와 Allan Wills가 개발한 CBD 방법론인데 UML과 UML 확장 메커니즘을 적용하여 모델을 표현한다. 이론적인 접근법을 제시하고 있으나 학문적이어서 쉽게 적용하기 어려운 면이 있고, 프로세스에 대한 정립이 필요한 단점이 존재한다. Advisor (SBD96)[2]는 John Dodd가 Catalysis를 채택하여 제공한 CBD 방법론이다. 컴포넌트를 명세(specification)와 구현(implementation), 패키지(package)로 분리하는 개념을 적용하여 UML과 UML 확장 메커니즘으로 표현하였으며 개발 프로세스의 트윈 트랙을 정의하였다. 어플리케이션 개발 트랙과 컴포넌트 공급 트랙으로 분리하여 컴포넌트를 조립하여 어플리케이션을 개발하는 프로세스와 컴포넌트를 개발하는 프로세스를 별도로 정의하여야 한다. Select Perspective[2]는 Stuart Frost와 Paul Allen이 제안한 CBD 방법론이다. 컴포넌트 모델은 UML로 표현하였으며 정렬/설계/조립의 기본 단계를 반복적·점진적으로 수행하는 프로세스를 정의하였다. LUCID 기법을 통해 실용적이고 실질적인 프로세스를 제공한다. RUP[2]는 Booch, Rumbaugh, Jacobson이 제안한 방법론이며 초기에는 객체지향 개발 방법론으로 소개되어 지금은 컴포넌트 개발 방법론으로 진화하였다. UML로 모델을 표현하고 개발 프로세스와 관리 프로세스를 통합하여 프로세스를 정의하였다. 반복적·점진적인 개발을 강조하였으며 각 반복을

계획하고 수행하는 지침들까지 포함하고 있다. UML Component[2]는 2000년 John Cheesman과 John Daniels가 컴포넌트 시스템의 아키텍처와 의존성을 명세화하는 기법을 제시하였다. UML을 이용하여 컴포넌트를 모델링하는 기법이 구체적으로 소개되어 있어 실질적인 컴포넌트 모델링 기법을 제시하며 현재 널리 쓰이고 있는 방법중 하나이다. Korbra[2]은 Atkinson 외의 다수의 연구진이 컴포넌트 기반의 Product-Line Engineering을 실현하는 방법과 기법, 도구 등을 정의하였다. UML로 컴포넌트 모델을 표현하였으며 Product-Line 개념을 적용하여 컴포넌트를 작성하고 유지하며, 배치하는 전략을 소개하였다. 본 논문에서는 이러한 방법론들에 대하여 적용을 하였던 바, 개발의 포커스가 이미 정립된 요구사항에 대한 컴포넌트의 활용이 아니기 때문에 기본적인 CBD의 개념을 수정하여 사용하였다.

3. CD와 CBD

본 절에서는 서론에서도 밝혔듯이 DEFACS는 사업의 진행에 따라 요구사항이 수시로 변하는 바, CDB를 CD와 CBSD로 나누어 적용하였다. 그림 2.는 분리된 프로세스에 대한 정보를 나타낸다.

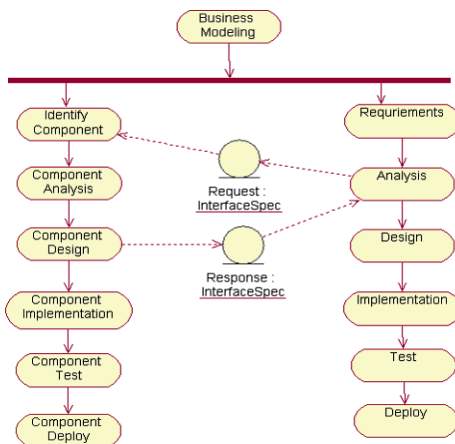


그림 2. CD와 CBSD 프로세스

그림에서 왼쪽은 컴포넌트를 개발하는 과정(CD)을 나타낸 것이고 오른쪽은 컴포넌트를 사용하는 시스템을 개발하는 과정(CBSD)을 나타낸 것이다.

CBSD에서 CD쪽으로 연결되어 흘러가는 모습은 기존의 컴포넌트가 존재하는 형태가 아니라 CBSD를 추진하면서 새로운 컴포넌트를 개발하고자 하는 CBD의 초기단계 모습이 된다.

CD쪽의 Requirements과정은 개발하고자 하는 컴포넌트의 인터페이스를 정의하는 것과 동일한 작업이 되고, 이미 개발이 되었거나 개발하고자 결정된 인터페이스의 내용에 대해서 CBSD쪽으로 정보가 전달되어야 CBSD쪽에서는 원하는 컴포넌트의 정보를 얻을 수가 있다. 이 역할을 Interface Specification이 맡아서 두 프로세스의 교량 역할을 하게 된다. CBD에서 컴포넌트 개발을 위한 첫 단계는 우선 무엇을 컴포넌트로 개발할 것인가를 정하게 되는 컴포넌트 정의단계인데 이것은 어떠한 방법론을 전개할 것인가에 따라 그 시점이 다르게 된다. Domain의 Entity정보를 중심으로 컴포넌트를 개발하고자 하는 방법론에서는 Requirements 단계에서 부터 컴포넌트를 결정할 수 있고, 요구사항에 대한 분석을 거쳐 분석 결과물을 검토하면서 컴포넌트를 정의하는 방법론을 다르게 되면 분석 단계 이후가 된다. 그래서 위의 그림에서 표현되는 Interface Specification의 Request 시점과 Response 시점은 여러 프로세스에서 발생할 수가 있다. 프로젝트 조직의 환경과 채택한 방법론의 내용에 따라 그 시점이 조정되어야 한다. DEFACS는 요구사항이 추가되는 시점에서 CBSD가 전개되면서 CD쪽으로 갔다가 다시 오는 흐름이 전개시킴으로써 CBD의 프로세스가 제대로 동작시킨다.

4. DEFACS 적용

위에서 언급했듯이 Interface Specification의 Request 시점과 Response 시점은 프로젝트와 방법

론에 따라 달라진다. CBD의 방법론들은 UML의 내용이 달라질 뿐 UML을 사용하는 것은 동일한데, DEFACS는 기본적으로 UML Component의 방법을 따른다. DEFACS의 개발 방식은 시스템의 갖춰야 할 가장 낮은 레벨의 기본적인 컴포넌트들을 구성 후 요구사항에 따라서 수정하는 방식을 취한다.

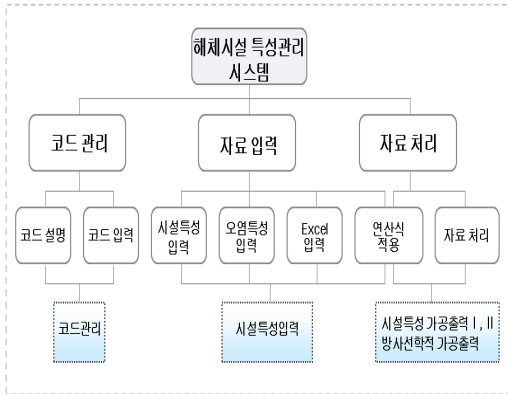


그림 3. DEFACS 기능 구조도

그림 3.은 DEFACS의 구조를 나타낸 것인데 이중 Code definition과 Data Processing의 요구사항이 계속 바뀌게 되었다. 이를 해결하기 위해 중점으로 둔 것이 컴포넌트의 독립성과 전체 프로세스에 대한 영향력을 최소화 하는 것이다. DEFACS는 시설에 대한 방대한 양의 데이터를 근간으로 구동되는 시스템이기 때문에 데이터베이스가 가장 큰 부분을 차지하며 시설의 무게나 부피, 선량 등과 같이 기능에 종속적으로 관련된 데이터가 수정된 경우에는 전체 데이터에 대한 부분이 수정이 되어야 한다. 이는 전체 CBSD에 영향을 주기 때문에 이를 해결하기 위하여 각각의 CD안에서 또다시 CD와 CBSD로 구분하여 최저레벨의 CD의 처리를 최우선시 함으로써 재귀적으로 처리되게 하였다. 이러한 방식을 위하여 더미데이터베이스를 사용하였다.

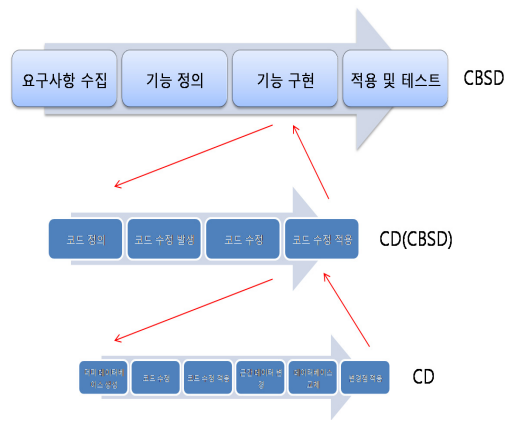


그림 4. 재귀 스케줄링 방식

그림 4.를 보면 기본적인 CBSD와 CD외에 CD에서 다시 CBSD와 CD로 구분하는 방식이 나타나 있다. CBSD는 전체적인 구성만 되어 있고 기능이 필요한 컴포넌트들을 전부 CD로 구성한다. 이 때 CD를 구성하는 요건이 변경되게 되면 이 때 CD를 CBSD로 간주하고 이를 처리하기 위한 컴포넌트를 CD로 생성하여 처리하게 된다. DEFACS에서 변경점이 발생하는 CD는 앞에서 언급했듯이 Code definition과 Data Processing인데 Code definition을 예로 들어 설명한다.

Code definition의 경우 크게 코드를 정의하고 생성하는 과정이라고 할 수 있는데 코드 정의 시 일반적인 코드를 작성 후에 해체사업 과정에 따라 코드가 변경되는 상황이 발생한다. 이 때 모든 코드가 한번에 변경되는 것이 아니고 위에 언급했듯이 코드 별로 종속성이 발생하기 때문에 하나의 CD로써 처리하기가 어려워진다. 그래서 Code definition이라는 CD를 다시 CBSD로 간주하고 변경되는 코드에 따라 수정을 해줘야한다. 이때 필요한 것이 더미데이터베이스이며 이를 Code definition에 대한 CD가 된다. 그림 4.에서 코드의 수정이 발생하게 되면 이에 해당하는 코드와 그에 종속된 데이터에 대한 더미데이터베이스를 생성한다. 이때 생성되는 데이터베이스는 기존의 데이터베이스의

미러 형태가 아닌 각 코드와 그에 종속된 데이터가 된다. 이 후 변경 점이 수정되면 이를 기존의 데이터베이스에 적용시키는 방식이다. 해당 방식은 기존 데이터베이스의 ACID를 만족시키는 동시에 Concurrency control을 가능하게 해준다.

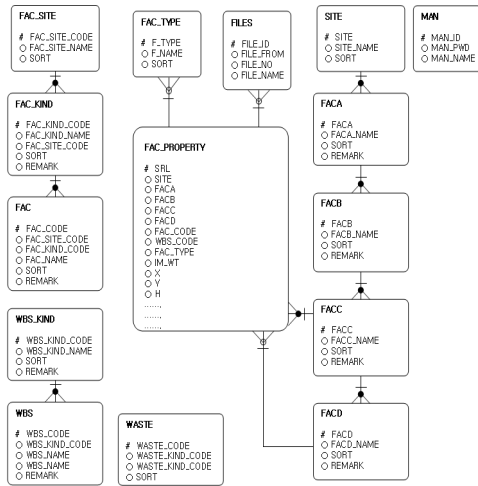


그림 5. 기반 ERD

코드가 한번에 여러 개가 바뀌는 경우에도 더미 데이터베이스로 인해서 독립성이 유지되므로 이를 처리하기 위한 개별적인 비용에만 영향을 주게 되어 전체 프로세스 처리에는 영향을 최소화 할 수 있게 한다. 또한 변경이 되는 코드들에 대한 확인 작업이 쉬워지고 전체 개발 프로세스의 진행이 수월해진다. 이에 대한 기반이 되는 UML은 그림 5.에 나타나있다.

5. 결 론

본 논문에서는 국내에서 처음 시도된 원자력 시설의 해체 사업에 따른 해체정보관리 시스템(DEFACS를 개발하는데 있어서 일반적인 개발 프로세스를 적용시킬 수 없으나, 객체지향 컴포넌트 기반 방법인 CBD를 웹 개발 프로세스와 사업 특성에 맞추어

개발하였다. 요구사항의 변경으로 인한 컴포넌트의 미완성을 CD와 CBSD의 프로세스로 분리하고 변경 점이 잦은 컴포넌트에 대한 부분을 CBSD로 간주하여 그에 대한 처리를 CD로 분류하여 재귀적으로 처리되게 하였다. 이를 위하여 더미데이터베이스를 사용하였으며 이는 전체 프로세스에 주는 영향을 최소화하고 동일 컴포넌트에 대한 변경 점이 자주 발생하여도 효율적으로 처리됨을 확인할 수 있었다. DEFACS는 현재에도 계속 데이터 입력 및 업그레이드가 이루어지고 있으며, 본 시스템을 이용하여 도출된 정보 및 자료는 국내에서는 최초로 수행된 원자력시설 해체사업의 평가 자료로 활용중에 있다. 본 시스템의 활용은 그림6, 그림7에 나타나있다.



그림 6. DEFACS 사용자 인터페이스

이와 같은 시스템을 통하여 도출된 자료들은 추후 타 원자력시설의 해체 계획 수립 및 설계의 기초자료로 활용되며 본 시스템의 개발 방식은 추후 현재 개발중인 후속 시스템인 정보/자료 평가 시스템과 모델링 시스템에도 동일하게 적용시켜 개발 중에 있다.

시설구분	구분	건물	시공량	비
RF1 RF1-1 / RF1-1B5	원건	RF1 RF1-1 / RF1-1B5	901.507	
	부담	RF1 RF1-1 / RF1-1B5	180.394	180.394
RF1 RF1-1 / RF1-1ST	원건	RF1 RF1-1 / RF1-1ST	42527.180	42527.180
	부담	RF1 RF1-1 / RF1-1ST	901.507	901.507
RF1 RF1-1 / RF1-1SC	원건	RF1 RF1-1 / RF1-1SC	901.507	901.507
	부담	RF1 RF1-1 / RF1-1SC	180.394	180.394
RF1 RF1-1 / RF1-1PT	원건	RF1 RF1-1 / RF1-1PT	42527.180	42527.180
	부담	RF1 RF1-1 / RF1-1PT	901.507	901.507
RF1 RF1-1 / RF1-1TR	원건	RF1 RF1-1 / RF1-1TR	0	0
	부담	RF1 RF1-1 / RF1-1TR	0.003	0.003
RF1 RF1-1 / RF1-1HP	원건	RF1 RF1-1 / RF1-1HP	0.406	0.406
	부담	RF1 RF1-1 / RF1-1HP	0.406	0.406
RF1 RF1-1 / RF1-1ST	원건	RF1 RF1-1 / RF1-1ST	0	0
	부담	RF1 RF1-1 / RF1-1ST	2.425	2.425
RF1 RF1-1 / RF1-1MCC	원건	RF1 RF1-1 / RF1-1MCC	0.009	0.009
	부담	RF1 RF1-1 / RF1-1MCC	0.211	0.211
RF1 RF1-1 / RF1-1PV	원건	RF1 RF1-1 / RF1-1PV	1.696	1.696
	부담	RF1 RF1-1 / RF1-1PV	0.009	0.009
RF1 RF1-1 / RF1-1HR	원건	RF1 RF1-1 / RF1-1HR	0	0
	부담	RF1 RF1-1 / RF1-1HR	0.003	0.003

그림 7. 시설 특성 가공 출력

참고 문헌

[1] 김유, 웹서비스개발프로세스에서 구현전략 결정을 위한 평가지침, 정보과학회논문지:소프트웨어 및 응용 제33권 제5호, 2006. 5, pp. 449-526

[2] 이숙희, 컴포넌트 특성을 고려한 CBD 방법론의 비교평가, 통계연구 제12권, 2005, pp.36-51

[3] M Yokota and S. Yanagihara, Decommissioning Project Management: The Japan Power Demonstration Reactor Decommissioning Program, IAEA TECDOC-614, pp.119-134, 1993.

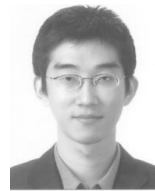
[4] J. M Defaud, REXDIN Data Base for record keeping in decommissioning. Proc. of 3rd TechnicalInformation Exchange Meetingbetween KAERI and CEA, heldin Marcoule, Apr.19-23, 2004.

[5] PARK, J. H., et al., Development of the Decommissioning Project Management System DECOMMIS, KAERI/TR-3401/2007, KAERI, 2007

[6] Chung U.S., et al, Decontamination and Decommissioning Project for the Nuclear Facilities, KAERI/RR-2969/2008, KAERI, 2008

[7] PARK, S. K., JI, Y. H., Establishment on the classification scheme for the Evaluation System of the Decommissioning Information and Data, KAERI/TR-3996/2010, KAERI, 2010

저자 소개



조운형

2009년 충남대학교 컴퓨터과 졸업(학사)
 2011년 충남대학교 컴퓨터공학과 졸업(석사)
 2011년~현재 한국원자력연구원 연구원
 <관심분야> 건설IT, 시뮬레이션, 데이터베이스



박승국

현재 한국원자력연구원 근무



최 윤 동

현재 한국원자력연구원 근무



문 제 권

현재 한국원자력연구원 근무

보안성 강화를 위한 i-PIN 서비스 적용 사례 연구

(A Case study f i-PIN Service for Information Security)

김현주[‡]

이수종[§]

(Hyunjoo Kim) (Soojong Lee)

요 약 기존 인터넷 웹 사이트에서는 개인 식별 도구로 주민등록번호를 사용해 왔다. 그러나 인터넷에서의 주민 등록번호 사용은 개인정보 유출 위험을 증가시키는 주 요인이 되고 있다. 현재 정부에서는 인터넷에서의 주민등록번호 수집과 개인정보 유출 최소화를 위해 i-PIN 서비스를 권장하고 있다. i-PIN의 원래 사용 목적은 인터넷 웹 사이트에서 주민등록번호를 사용하지 않고 i-PIN 13자리 가상 번호로 개인을 식별하여 사용된다. 최근에는 i-PIN을 인증서 형태로 사용하는 사례가 늘고 있다. 본 연구에서는 i-PIN을 인증서 형태로 사용하는 소프트웨어 서비스 방법론과 기존 i-PIN 서비스와는 다른 형태의 i-PIN 본인인증서비스 적용 사례를 알아보려고 한다.

키워드 i-PIN, 주민등록번호, 본인 인증

Abstract Personal registration number has been used as a means of personal identification on existing internet. However, its use on internet sites has become a major factor increasing danger of leaking of personal information. Presently, the government recommends i-PIN to minimize the collection of personal registration numbers and leaking of personal information on internet. Original purpose of i-PIN is to recognize persons by its virtual number of 13 digits instead of using personal registration number on internet websites. These days, i-PIN continues to be used increasingly as a form of certification. This study seeks to explore software service methodology of using i-PIN as a form of certification on internet websites and examples in which its other forms of self certification are used than existing i-PIN services.

Key words i-PIN, Registration number, Self Certification

1. 서 론

국가 사회 기반의 중추적 역할을 담당하는 정보 통신 인프라의 발전은 국가정책 및 정보화 패러다임의 변화와 더불어 사회 전반의 유효한 도구로 자리 잡고 있다. 다양해지는 정보시스템의 성장

[‡] 학생회원 : 단국대학교 전자공학과 정보보안전공
chopin@uhs.ac.krr

[§] 일반회원 : 협성대학교 컴퓨터공학과
sjlee@uhs.ac.kr

논문접수 : 2012년 3월 8일

심사완료 : 2012년 3월 24일

못지않게 사이버 공격의 범위가 확대되고 허위 정보의 급증에 따른 개인정보의 훼손은 사회적 문제로 확산되어 정보서비스의 불안이 가중되고 있는 현실이다[1,2]. 특히, 근간의 대형 개인정보(네이트 및 싸이월드) 유출 사고는 우리에게 一觸即發의 정보 폭발의 위협 속에 진입되었다 해도 과언이 아닐 것이다. 이에 우리나라에서도 개인정보관리에 대한 중요성과 사이버 윤리 정책의 중요성을 법제화하여 2011년 개인정보보호법의 발효하였다. 현재 인터넷에서의 본인인증 방법으로는 공인인증서, 핸드폰인증, 아이핀 등 다양한 방법이 사용되고 있으나 아직도 가장 많이 사용되는 방법 중의 하나가 주민등록번호를 이용한 본인 식별 방법이라 할 수 있다. 대부분의 인터넷 이용자들은 웹 사이트에 주민등록번호를 등록하여 개인의 신분을 확인하고 ID(identifier)와 암호를 제공받아 다양한 웹 서비스를 이용하고 있다. 왜냐하면, 개인의 구별 할 수 있는 유일한 키로 주민등록번호를 사용하기가 가장 편리하기 때문이다. 그러나, 인터넷 상에서의 개인 정보 유출은 ID와 암호, 주민등록번호를 포함하여 웹 사이트에 제공 된 개인 정보를 노출시키는 큰 부작용을 초래하게 된다[3]. 이에 국가에서는 개인정보 유출 및 주민등록번호 사용을 최소화 하기 위해 2005년부터 정보 보안 시책 사업의 하나로 i-PIN(internet personal identification number) 개인정보 식별 서비스를 권장 하고 있다[4].

i-PIN이란 주민등록번호를 대체하여 개인의 식별하는 인터넷상의 가상식별번호로 홈페이지에서 회원가입, 글쓰기에 주민등록번호를 사용하지 않고도 본인임을 확인 할 수 있는 개인 정보 보호 서비스이다[2-6]. i-PIN 서비스를 이용하기 위해서는 제3의 신뢰기관인 i-PIN 등록 기관에서 i-PIN 아이디와 암호를 발급 받아야하며, i-PIN 등록기관은 이용자의 정보를 저장하고 인증해주는 역할을 담당한다. 국내 i-PIN 서비스 등록 기관으로는 민간기업 5개와 국가에서 운영하는

행정안전부 g-PIN(government personal identification number)으로 총 6개의 서비스가 지원된다.[7]. i-PIN 서비스는 제공기관 간 상호연동 기술과 중복 가입확인 코드를 제공하여 1개의 i-PIN으로 인터넷에서 개인 식별이 가능하다. i-PIN의 원래 사용 목적은 인터넷 웹 사이트에서 주민등록번호를 사용하지 않고 i-PIN 13자리 가상번호로 개인을 식별함에 있다. 즉, 개인을 구분하는 유일한 키인 주민등록번호를 i-PIN 13자리 가상번호로 대체하여 회원가입, 글쓰기 등의 권한을 주어 정보 서비스 사용을 가능하게 한다.

본 논문에서는 기존의 i-PIN 서비스 방식에서 벗어나 i-PIN을 인증서 형태로 사용하는 i-PIN 서비스 방법론과 웹 사이트의 적용 사례를 알아 보고자 한다. PKI 공인인증서는 서비스를 제공하는 기관이나 서비스를 제공받는 개인이 일정 비용을 지불하고 발급받아야 한다. 그러나, i-PIN은 국가를 중심으로 기관, 개인 모두에게 무상으로 제공된다는 점에서 비용 지불이 꺼리는 사용자 측면에서는 의미가 있다고 할 수 있다.

2. 관련 연구

2.1 i-PIN(internet personal identification number)

2.1.1 i-PIN 개요

i-PIN은 인터넷상의 주민등록번호를 대체하는 개인 식별번호이다. 2005년부터 시작된 i-PIN 서비스는 i-PIN2.0 서비스로 개선되어 중복가입확인정보 및 본인 확인기관 간 상호 연동을 통해 이용자가 1개의 i-PIN 아이디와 암호로 다수의 인터넷 웹 사이트와 연계가 가능하도록 구성되어 있다[7-9]. 또한, i-PIN은 한번 부여 받으면 변경이 불가능한 주민등록번호와는 달리 자신의 i-PIN이 노출되었다고 해도 언제든지 폐기가 가능하여 분실 시 다른 i-PIN으로 재발급을 받아

사용하므로 주민등록번호 노출로 인한 개인정보 침해의 피해를 최소화 할 수 있는 특징이 있다 [6][10].

2.2 i-PIN 서비스 기술

i-PIN은 이용자가 인터넷 웹 사이트 회원 가입 시 주민 등록번호를 기입하는 대신 본인확인기관에 이용자의 신원을 확인하고 발급받은 i-PIN 13자리 가상번호로 개인을 식별이 가능한 기술이다. i-PIN은 기존 인터넷 웹 사이트에서 사용되는 주민 등록번호의 수집 목적을 충족시키며, 그 문제점을 보완할 수 있다[10]. 또, 웹 사이트와 연계한 i-PIN 서비스 본인확인기관은 이용자 관리에 필요한 정보를 웹 사이트에 전달하여 준다. i-PIN 본인 확인기관이 웹 사이트에 전달하는 정보로는 성명, i-PIN 13자리, 중복가입확인 정보, 생년월일, 성별, 연령대, 내·외국민 정보를 제공하며 관련 내용 및 활용 가능 분야를 정리하면 [표 1]과 같다 [7][10][13][14].

표 1. i-PIN 서비스 제공 정보

구분	제공 정보	활용 정보
성명	신원확인 수단을 이용한 본인 확인을 수행하여 검증한 사용자의 실명	사용자식별 방법으로 활용
i-PIN (13자리)	사용자의 본인확인을 수행한 이후에 본인확인기관이 사용자에게 부여하는 13자리 정보 i-PIN (13자리)의 3~4 번째는 본인확인기관 정보 2자리와 난수 값)	불량 사용자 추적 시 활용
중복가입 확인정보	회원가입 또는 글쓰기 권한을 얻고자 하는 인터넷 사이트 내에서만 유일하게 사용자를 식별 할 수 있는 64byte 정보	중복기관 확인 및 사용자 식별 시 활용

구분	제공 정보	활용 정보
생년월일	신원확인수단을 통한 본인확인을 수행하여 검증한 주민번호에서 추출한 8자리정보 (YYYYMMDD)	사용자서비스 제공 시 활용 (예 : 생일축하, 생일쿠폰, 메일 발송 등)
성별	신원확인수단을 통한 본인 확인을 수행하여 검증한 주민번호에서 추출한 1자리 정보	사용자마케팅 시 활용 (예:패션, 미용 정보 등)
연령대	신원확인수단을 통한 본인 확인을 수행하여 검증한 주민번호에서 추출한 정보를 분류하여 제공하는 8단계의 법적연령대 1자리 정보	연령대별, 서비스 식별에 활용(예: 영화관람, 게임이용 등급 등)
내외국인	신원확인수단을 통한 본인 확인을 수행하여 검증한 주민번호 또는 외국인 등록번호에서 추출한 1자리 정보	내·외국인 가능서비스 구분 시 활용

2.2.1 구성요소

i-PIN 서비스 구성은 인터넷 이용자, 인터넷 사업자, 인터넷 사용자의 신원 확인과 인터넷 웹 사이트에 사용자의 개인 정보를 제공하는 본인 확인기관으로 구성된다[15]. [그림 1]은 이용자와 본인확인기관, 웹 사이트에서의 i-PIN 정보서비스 관계를 설명한 것으로 i-PIN 서비스 프레임워크 구성이다. 이용자 본인은 여러 개의 본인확인기관 으로부터 i-PIN을 발급 받을 수 있고, 자신이 이용하는 본인확인기관으로부터 i-PIN 발급받아 회원 가입 또는 글쓰기 권한 획득에 사용할 수 있다 [15]. 웹 사이트는 이용자에게 i-PIN 서비스 제공을 위해 본인확인기관 중 하나의 기관에서 i-PIN 연계 서비스를 제공받아야 한다. i-PIN 연계서비스 제공 기술은 이용자가 발급받은 i-PIN의 본인확인기관과 웹 사이트가 연계한 본인확인기관이 서로 다르더라도 웹 사이트에 i-PIN 정보가 안전하게 전송 되도록 상호호환성을 제공하는 본인확인기관 간 연동 기술이다[16][17].

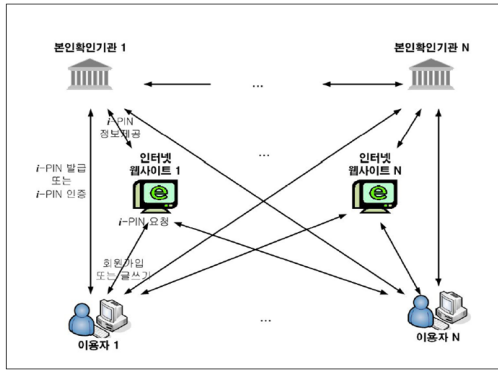


그림 1. i-PIN 서비스 프레임워크 구성

2.2.2 i-PIN 서비스 형식

2.2.2.1 i-PIN 본인확인기관 간 상호 연동

6개 i-PIN 본인확인기관은 i-PIN 하나로 모든 인터넷 웹 사이트에서 이용이 가능케 하는 상호 연동 기술을 제공한다. i-PIN 상호연동 기술 적용을 위해서는 송수신 메시지에 대한 전달 형식 표준이 필요하다. i-PIN 서비스 규약은 하이퍼텍스트 통신 규약을 기본 통신 프로토콜로 사용하며 전달메시지 표준에는 WebsiteInfo(본인확인기관 정보 전달 메시지), PersonalInfo(개인정보 전달메시지) 구조체를 사용한다[10][17].

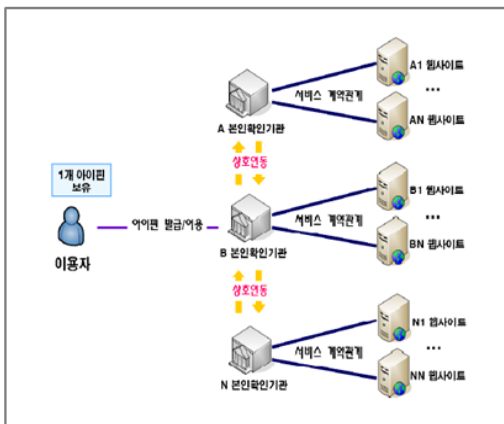


그림 2. 본인확인기관 간 상호연동 서비스 구성

2.2.2.2 웹 사이트에 전달되는 개인정보 형식
 이용자의 i-PIN 발급 본인확인기관과 웹 사이트에서 연동 한 본인확인기관이 같은 경우 해당 본인확인기관은 개인정보를 암호화하여 웹 사이트에 전달한다. 이용자의 i-PIN 발급 본인확인기관과 웹 사이트 연계 본인확인기관이 다른 경우는 i-PIN 발급 본인확인기관은 이용자의 개인정보에 전자서명을 수행하여 본인확인기관들이 공유 하는 비밀키 또는 임의의 비밀키로 암호화하여 개인정보를 전달한다. i-PIN 발급 본인확인기관은 이용자의 주민 등록번호를 이용하여 PublicInfo 구조체를 만들어 해쉬함수를 입력하여 해쉬값을 획득하고, 해쉬값에 자신의 전자 서명용 인증서의 개인키를 이용하여 전자서명을 수행한다[10][15].

2.2.3 i-PIN 중복가입확인 정보

i-PIN 사용하는 인터넷 웹 사이트는 사용자의 주민등록번호를 수집할 수 없기 때문에 사용자를 유일하게 식별할 수 있는 정보를 필요로 한다. 중복가입확인 정보는 사용자의 중복가입확인 정보를 본인확인기관으로부터 전달받아 보관하고 이후 사용자의 중복가입확인 정보와 비교하여 중복가입 여부를 확인 할 수 있다. 또, 1인당 n개의 계정을 허용하는 인터넷 웹 사이트에서도 중복가입정보 개수를 저장해 n개의 계정보다 작으면 계정 생성을 허용하고 회원가입을 거절 할 수 있다[12]. 중복 가입정보는 주민등록번호(RN:Resident Number)와 웹 사이트 식별 번호(SI:webSite Identification information)를 해시함수 SHA2로 압축하여 1차 결과 값을 생성하고 다시 1차 결과 값에 i-PIN 본인확인기관 공유 식별 번호를 더해 2차 해시함수 SHA2로 압축한 결과 값이다[2][10][15][18].

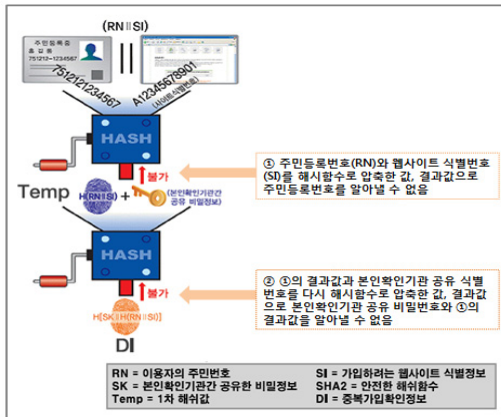


그림 3. i-PIN 서비스 중복가입확인정보 생성 과정

<그림 3>은 i-PIN 서비스 중복가입확인과정 생성 과정으로 주민등록번호(RN)과 해쉬함수(SI)를 이용해 중복 가입확인 정보(DI)를 생성하는 과정으로 도식화했다.

3. i-PIN 서비스 활용

3.1 i-PIN 서비스 이용

i-PIN 정보서비스의 사용은 크게 i-PIN 발급, i-PIN 본인인증, i-PIN 제공·사용으로 구분되어 나누어진다. 다음은 i-PIN 발급에서 사용까지의 정보제공 과정에 대한 설명이다. i-PIN을 이용한 본인확인 과정과 i-PIN 아이디에 대한 유효성 검사 과정을 자세히 설명하면 <그림 4>와 같다.

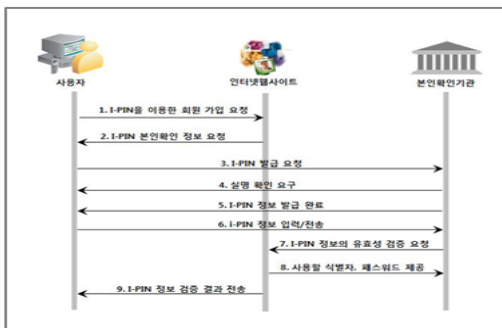


그림 4. i-PIN 본인확인 절차

3.2 국내의 본인확인 동향

3.2.1 국내 i-PIN 서비스 동향

2009년 정보보호 실태조사 기업부문 결과에 의하면 웹 사이트에서 i-PIN 서비스를 도입한 기업은 8.5%, 2008년도와 비교해 3배가량 증가되었다. i-PIN을 아는 사용자도 58.1%, 이 중 i-PIN 서비스의 인지에 대해 전년 대비 19.7% 상승되어 i-PIN에 대한 인지도가 꾸준히 성장하고 있는 것으로 나타났다[11][12].

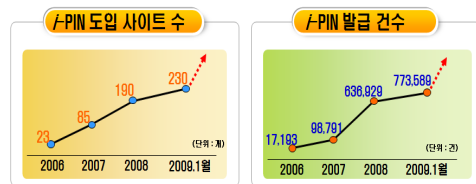


그림 5. i-PIN 서비스 도입 현황

실제 i-PIN 서비스 운용 현황을 보면 국가에서 운영하는 공공기관은 별도의 회원가입 없이 i-PIN을 인증하여 접속하는 방법과 회원가입 전에 실명인증을 i-PIN을 통해 승인 받아 처리하는 방식을 사용하고 있었다. 전자의 경우 실명 확인만 가능하며 정보시스템 접속 후에는 정보서비스의 열람만 가능했다. 후자의 경우 기존 회원가입의 형태를 준수하며 실명확인을 i-PIN으로 대체함으로써 인터넷상에 주민등록번호를 수집하지는 아니했다.

3.2.2 국외의 본인확인 동향

프랑스, 독일, 벨기에에는 우리와 동일하게 개인 신분증이 발급되면 일련번호를 부여하는 방법을 사용하고 있다. 발급된 일련번호를 등록하여 사용하고 분실이 발생하면 기존 일련번호는 폐기, 기존 일련번호는 재사용이 불가능하다. 또, 미국의 경우는 주마다 다른 번호를 부여하여 사용하는 사회보장번호(Social Security Number)가 있으며 개인 식별이 가능하다. 캐나다는 아직까지 온라인상에서 계좌 개설 등의 금융 서비스를 제공하지 않으므로 온라인에서의 신원 확인 절차는 사용하지 않고 있다

[20]. 대부분의 국가에서는 온라인에서 회원 가입 시 또는 본인 식별 시에는 주로 이메일을 개인 식별로 사용하는 경우가 많았다.[21][22].

4. i-PIN 서비스 모델을 이용한 본인 인증

기존 웹 사이트에서는 i-PIN을 회원 가입 시 주민등록번호 대신 사용하여 왔다. 본 논문에서는 웹 사이트 접속 시 i-PIN을 인증서로 활용하여 내부 시스템과 접속하는 인증도구로 사용한다. i-PIN 인증 과정을 기존 웹 사이트에서 사용되는 개인의 ID와 암호로 대체하여 사용하고 주민등록번호를 수집하지 않으면서 조직의 내부 시스템과의 인증 과정을 i-PIN 서비스 하나로 연계하여 사용할 수 있다. 무엇보다 i-PIN은 한번 부여받으면 평생 바꿀 수 없는 주민등록번호와 달리 자신의 i-PIN이 노출되어도 언제든지 폐기가 가능하고 언제든지 새로운 i-PIN으로 발급 받아 사용할 수 있다. 사용하던 i-PIN이 인터넷 상에 노출되어도 해독이 불가능해 개인정보 침해로 인한 피해를 최소화 할 수 있다.

4.1 i-PIN 본인 인증 서비스 모델

본 논문에서 제안하는 i-PIN을 인증서로 활용하여 내부 시스템과 접속하는 서비스 flow는 다음의 <그림 6>과 같다.

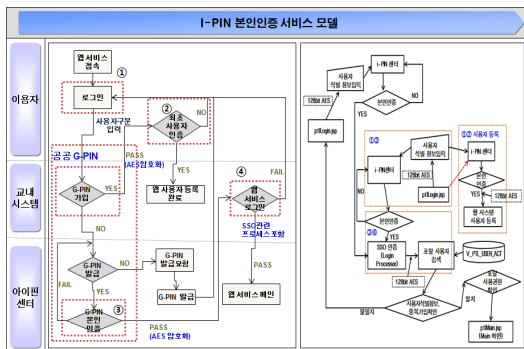


그림 6. i-PIN 본인확인 서비스 Flow

<그림 6>의 i-PIN 본인 인증 서비스 프로우를 기반으로 i-PIN 본인 인증 서비스 과정을 <그림 7>로 설명한다.

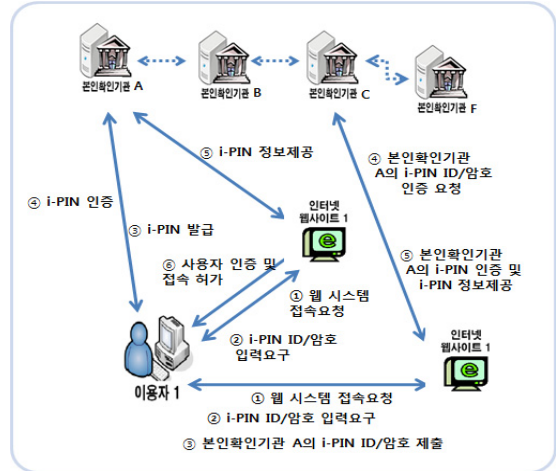


그림 7. i-PIN 본인확인 웹 서비스 시스템 구성도

4.2 본인인증 i-PIN 서비스 사례

i-PIN 서비스는 2005년부터 정보통신부를 중심으로 시작되었다. 2011년 9월 개인정보보호법 발효 이후, 개인정보에 대한 중요도가 의무화되어 그 관리의 중요성을 강조하고 있다. 현재 웹 사이트 중 인터넷 회원 5000명이상의 가입자를 보유하고 있는 인터넷 사이트는 반드시 i-PIN 적용을 하여 웹 서비스를 지원하도록 하고 있다. 이에 민간 포털 사이트 및 공공기관 사이트 등 대부분의 웹 사이트에서는 i-PIN을 사용하고 있으며 회원에게 선택권을 주어 i-PIN 또는 주민등록번호를 선택하여 사용하게 하고 있다.

4.2.1 i-PIN 본인인증 적용 사례(1)

국가에서 운영하는 공공기관 웹 사이트에서는 주민등록 번호를 수집하지 않고 i-PIN 본인 인증 후 서비스 사용권을 주는 웹 서비스 모델을 사용한다. <그림 8>은 공공기관에서 i-PIN을 이용하여 본인 인증이 완료되면 서비스 사용이 부여되는 모델이다. <그림 8>과 같이 공공 i-PIN 서비스 인증을

선택하면 <그림 9>와 같이 공공 i-PIN 접속 화면으로 변경된다. <그림 10>은 이미 발급받은 i-PIN 아이디와 암호를 입력하면 i-PIN 유효성 검사 후 본인 인증이 완료되면 사용자에게 웹 서비스 권한이 부여된다.



그림 8. 본인확인을 위한 웹 서비스 화면



그림 9. i-PIN 본인확인 웹 서비스 화면



그림 10. i-PIN 본인확인 완료 후 서비스 부여 화면

4.2.2 i-PIN 본인인증 적용 사례(2)

다음은 대학의 웹 포털 사이트에서 회원가입 절차 없이 i-PIN 본인 인증으로 대학 내 포털 시스템에

접속하여 사용자 권한에 맞는 서비스를 부여하는 모델이다. 그러나, 이 모델은 i-PIN 본인확인기관의 장애가 발생되면 i-PIN 본인 인증이 불가능하게 된다. 즉, i-PIN 본인확인기관의 장애가 발생되면 본인 인증이 불가능하므로 대학 내 전체 시스템의 마비를 초래 시킨다. <그림-11>은 i-PIN 웹 포털 시스템에 최초 접속 화면이다. 이미 부여되어 본인만 알고 있는 내부시스템 아이디와 인증 암호를 입력 후 최초 사용자 등록을 처리 한다. 이 때 내부 시스템과의 인증 확인 서비스 승인이 거부되면 웹 포털 시스템에 접근이 불가능하게 된다. 서비스 승인이 완료되면 i-PIN 서비스 모듈은 입력받은 이용자의 i-PIN을 본인확인기관에 전송하고 본인 확인기관은 이용자를 관리한다.

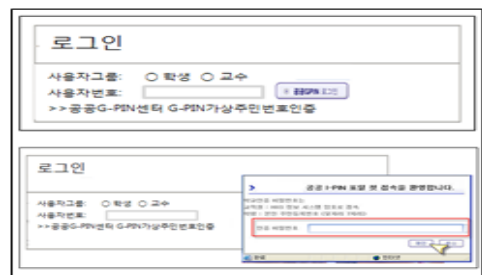


그림 11. i-PIN 웹 포털 시스템 접속

<그림 12>는 <그림 11>의 최초 사용자 등록이 완료 후 i-PIN 서비스 모듈이 연동되어 이용자의 본인인증과 유효성 검사를 수행하여 이용자의 본인 인증 값이 본인 확인 기관으로부터 웹 포털에 전송되면 <그림 13>의 웹포털 서비스 권한을 부여 받게 된다.



그림 12. i-PIN 본인인증 확인 서비스



그림 13. i-PIN 본인 인증 웹 포탈 시스템 Main

4.2.3 i-PIN 본인인증 적용 사례(3)

i-PIN 본인인증 적용 사례(2)의 시스템 마비 현상을 개선하고자 웹 사이트와 본인확인기관 간의 서비스 구성을 다중으로 구성한 서비스 모델로 공공 g-PIN과 민간 i-PIN 서비스를 병렬로 구성한 서비스 모델이다.

i-PIN 웹 포탈 시스템을 Active, Standby 형태로 구성하여 만약, Active i-PIN 서비스 제공기관에 장애가 발생되면 대기하던 Standby 민간 i-PIN 서비스로 자동 전환되는 웹 서비스 모델이다. Active, Standby 형태의 i-PIN 웹 포탈 시스템의 장애 발생 시 자동 연동 과정은 <그림 14>로 도식화 하였다. 이 때 사용자는 서비스 시스템이 변경되었는지를 전혀 알 수는 없다. <그림-14>의 i-PIN 본인인증기관 장애를 대비한 i-PIN 서비스 모델 연동 과정은 다음과 같다. <그림 14>의 ①Active, Standby i-PIN 웹 포탈 시스템은 항상 RS232 Asynchronous Adaptor Heartbeat 구성으로 i-PIN 웹 포탈 시스템과 i-PIN 본인확인기관의 서비스 지원 여부를 상시 확인 한다. <그림 14>의 ②웹 포탈 시스템 연계 i-PIN 본인확인기관에 장애가 발생하면 사전에 미리 구성되어 있는 HACMP (High Availability Cluster Multi Processing)에 의해 <그림 14>의 ③④Standby i-PIN 웹 시스템으로 IP 전환이 이루어진다. <그림 14>의 ⑤민간 i-PIN Standby 웹 포탈 시스템은 Active 공공 i-PIN 웹 포탈 시스템으로 전환되며 웹 서비스를 시작

한다. <그림 14>의 ⑥⑦⑧i-PIN 메인 시스템의 장애 조치가 완료되면 현재의 Active 시스템은 Standby 상태로 자동 전환된다.

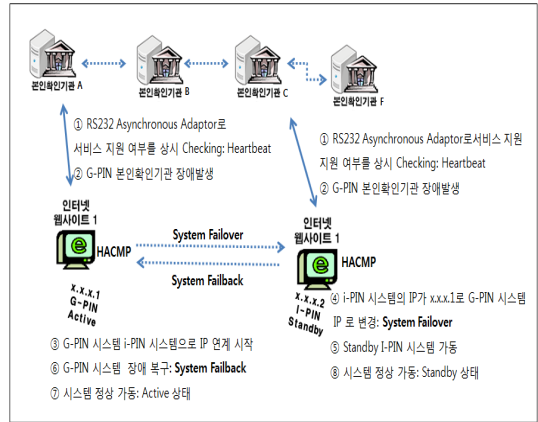


그림 14. i-PIN 본인인증기관 장애 시 서비스 모델

5. 결론

인터넷상에서 주민등록번호 유출은 심각한 사회적 문제로 대두되고 있다. 또한, 2009년도에 발생한 개인 정보 침해건수에 대한 유형별 분석에 따르면, ‘신용정보 침해 등 정보통신망법 적용대상 이외의 개인정보침해’ 사례가 23,893건으로 가장 많았으며, 정보통신망법을 적용하는 범위 내에서는 ‘주민번호 등 타인정보 훼손, 침해, 도용 사례’가 6,303건 (45%)으로 가장 많이 발생한 것으로 나타났다. 이처럼 IT 기술의 발달로 다양해지는 정보서비스의 홍수 속에 개인정보의 안전한 관리는 없어서는 안 될 소중한 정보 기술로 한자리를 잡고 있다.

본 논문에서는 i-PIN 서비스 적용 사례를 기준으로 서비스 방법론과 활용에 대해 조사하였다. 조사 결과 기존 i-PIN 서비스는 인터넷 회원가입 시 주민등록번호를 대체하는 서비스 모형을 사용되었으나, 최근에는 i-PIN의 본인인증 기술을 웹 시스템에 적용해 본인 인증을 위한 인증서

형태로 사용하는 웹 사이트가 있어 좋은 사례를 찾을 수 있었다. i-PIN을 이용한 본인 인증은 그간 인터넷에서 사용되어 온 주민등록번호 사용을 대체하고 인터넷에서 남용되는 웹 사이트별 회원의 ID와 암호를 i-PIN 하나로 연계하여 사용할 수 있다. 또, 한번 부여받으면 평생 바꿀 수 없는 주민등록번호와 달리 자신의 i-PIN이 노출되었다고 해도 언제든지 폐기가 가능하다. i-PIN 폐기 후에도 새로운 i-PIN으로 발급이 용이하고, 이미 노출된 i-PIN은 사용자 식별 정보 해독이 불가능하므로 개인정보 침해로 인한 피해를 최소화할 수 있다. 특히, PKI 공인인증서에서 제공되지 않는 개인의 생년월일, 성별 등의 정보를 i-PIN에서는 제공되므로 성인 인증을 필요로 하는 웹 시스템에서 더 유용하다 할 수 있다. 그러나, 아직까지 제도적 개선에 대한 문제와 본인확인기관 장애 시 대처 방안에 대해서도 개선이 되어야 할 것이다. 이러한 합리적인 서비스 정책과 IT 정보 기술의 융합은 보다 더 효율적인 i-PIN 서비스 모델 개발과 i-PIN 활용, 경제성 등 개인정보보호에 기여할 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 황중연, “유비쿼터스 환경 변화에 따른 정보 보호의 주요 현황과 대응 전략”, 한국 정보보호진흥원, 2008.
- [2] “인터넷 상의 주민번호 보호 수단으로 공인인증서 이용 기술 개발”, 한국정보인증, pp.13-14, 40-42, 2010.9
- [3] 조영섭, 진승현, “인터넷 ID 관리 시스템 개요 및 비교”, 전자통신동향분석 22(3), pp.137, 2007. 6.
- [4] 민경식, “주민번호 대체수단으로 아이핀 보급 확산 필요”, 신문과방송, pp.168, 2008.05..
- [5] 공공 i-PIN 센터, <http://www.g-pin.go.kr/>
- [6] 윤덕중 “주민등록 대체 공공 i-PIN 서비스”, 한국지역 경제개발원, pp.46-49, 2008, 11.
- [7] 장인용, “i-PIN 서비스 활성화를 위한 문제점 분석 및 대안 제시에 관한 연구”, 순천향대학교, pp.34-36 42-46, 2009.
- [8] “i-PIN 2.0 도입 메뉴얼”, 방송통신위원회, 한국인터넷진흥원, 2009, 7.
- [9] “i-PIN 정책설명회 및 [개인정보 기술적·관리적 보호조치 기준] 개혁안 공청회” 자료집, 한국인터넷진흥원, 2009.
- [10] 정찬주, 김윤정, 김진원, 박광진, “주민번호 (i-PIN) 개발을 위한 기술표준과 서비스 프레임워크”, 정보보호학회, pp.20-26, 2008.
- [11] “2009년 정보보호 실태 결과보고서”, 정보보호진흥원, pp.122-125, 2010
- [12] “아이핀 이용 현황 실태 조사 보고서”, 연구보고서 2007, 정보보호진흥원, 2007.
- [13] 최윤성, 이윤호, 김승주, 원동호, “주민등록번호 대체수단에 대한 구현 취약점 분석”, 정보보호학회, pp.148-149, 40, 2007.4.
- [14] “i-PIN 서비스 프레임워크”, TTAS.KO-12.0054, 정보통신단체표준, pp.4-7, 2007.
- [15] 정찬주, 인터넷상의 개인식별번호 서비스 및 표준, 한국정보보호진흥원, pp.75-78, TTA Journal 2008.
- [16] 박상환, “인터넷상의 주민번호 대체수단 안전성 확보 기술 연구”, 고려대학교 2010.
- [17] “i-PIN 서비스 전달메시지 형식”, DidM-2008-001, DidM, pp.3-12, 2008.
- [18] “i-PIN 서비스 중복가입확인정보”, TTA.KO-12.0038/R1, 정보통신표준단체, pp.7-9, 2008.
- [19] 성균관대학교(2007) 주민번호 대체수단 서비스 개선 방안 연구. 한국정보보호진흥원.

[20] 이영현, “개인정보유출방지를 위한 개인식별 방법 연구”, 서울산업대학교, pp.19-20, 2009.

[21] Young-Ho Seo:Jong-Hyeon Kim:Young-Jin Jung:Dong-wook Kim, “ITC-CSCC 2000 PROCEEDINGS V.1 - VLSI Design & Applications 1”, ITFIND, 2007.07.

[22] Shuo Bai, “IWAP2001: First International Workshop for Asian PKI-PKI in China”, ITFIND, 2001.10.

1992년 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 2000년 연세대학교 전기컴퓨터 공학과 졸업(공학박사)
 2002년 현재 협성대학교 컴퓨터공학과 부교수
 <주관심분야> IT융합, 생체인식, 영상처리, 신호처리, 영상통신

저 자 소 개



김 현 주

2010년 단국대학교 정보통신대학원 정보통신학과 졸업(공학석사)
 2012년 현재 단국대학교 대학원 전자·전기공학과 컴퓨터응용 및 정보보안 전공 박사과정.
 <주관심분야> 정보보안, IPIN, 디지털포렌식, 역추적, 인터넷 보안, IT융합



이 수 종

1989년 국민대학교 공과대학 전자공학과졸업(공학사)



회원 가입 안내 및 회비 납부 요령



한국정보과학회 소프트웨어공학소사이어티는 회원 여러분에게 유익한 정보를 제공해 드리기 위하여 보다 충실한 내용의 논문지 발간 배포, 그리고 국제·국내 학술발표회 및 초청강연회와 단기강좌 등의 여러 가지 사업들을 추진하고 있습니다.

소프트웨어공학 소사이어티의 가입을 통해 정보 및 기술 교류, 그리고 인적 네트워크의 구성에 참여하시기를 기대합니다. 회원 가입을 위하여 아래의 회비 안내를 참고하시어 회비를 납부하시고, 다음 쪽의 입회원서를 작성하시어 아래 소프트웨어공학소사이어티 주소로 보내주시거나 팩스 또는 이메일을 통해 보내어 주시기 바랍니다.

한국정보과학회 소프트웨어공학소사이어티 연락처는 아래와 같습니다.

◆ 소프트웨어공학소사이어티

주 소 : (우) 121-742 서울시 마포구 신수동 1번지, 서강대학교 신과학관 202호
한국정보과학회 소프트웨어공학소사이어티 박수용

전 화 : (02) 705-8928

팩 스 : (02) 704-8273

전자우편 : sypark@sogang.ac.kr (박수용교수), bjlee@uos.ac.kr (이병정교수)

홈페이지 : <http://www.sigse-kiss.or.kr/>

◆ 회비 안내

회원구분	• 학생회원 : IT 분야 학과 또는 관심 있는 학생 • 정회원, 종신회원 : IT 분야 종사자
가입비	학생회원, 정회원 : 20,000원, 종신회원 : 200,000원
년회비	학생회원, 정회원 : 20,000원

- 회비납부 방법

- (1) 무통장입금 또는 계좌이체 후 입회원서 발송
: 계좌 번호 : 제일은행 150-20-358028 (이병정)
- (2) 소사이어티 주관 학술행사 개최시, 행사장 당일 가입 및 납부 가능



개인회원용 입회원서



회원구분	학생회원 () 정회원() 종신회원()							
성명	한글			생년월일				
	영문							
연락처	직장전화			휴대전화				
	e-mail							
주소	직장명/ 부서			직급				
	직장주소	(우)						
학력	학사	년	월	-	년	월	대학교	과
	석사	년	월	-	년	월	대학원	과
	박사	년	월	-	년	월	대학원	과
관심분야								

본인은 한국정보과학회 소프트웨어공학소사이어티의 취지에 찬성하여 회원으로 가입하고자 이에 입회원서를 제출합니다.

년 월 일

신청인: (인)

한국정보과학회 소프트웨어공학 소사이어티 회장 귀하



논문지 논문 모집 (Call for Papers)



한국정보과학회 소프트웨어공학 소사이어티에서는 매년 4회에 걸쳐 ‘소프트웨어공학 소사이어티 논문지’를 발간하고 있습니다. 이 논문지에는 소프트웨어공학 전반에 걸친 연구논문과 산업계 논문을 게재해 오고 있습니다. 다음과 같은 소프트웨어공학 주제에 관련된 논문을 모집하고 있으니 학계와 산업계의 여러분들의 적극적인 논문투고를 바랍니다.

◆ 논문 주제

- 소프트웨어 설계 및 아키텍처
- 소프트웨어 재사용 및 프로덕트라인
- 요구공학
- 소프트웨어 품질 및 테스트
- 관리 및 프로세스
- 소프트웨어 정형 기법
- 서비스기반 소프트웨어 개발
- 임베디드, 모바일, 웹기반 소프트웨어 개발
- 기타 소프트웨어 응용 (국방, 자동차, 조선 등의 분야)

◆ 논문심사

- 투고된 논문은 편집위원회에서 심사 선정하며, 필요 시 외부 심사위원을 위촉하여 심사를 합니다. 제출된 논문은 반환하지 않습니다.
- 심사료 및 게재료: 없음

◆ 논문 제출

- 소프트웨어공학 소사이어티의 논문지 투고 양식(<http://www.sigse-kiss.or.kr/>)을 사용하며, 논문의 분량은 10장으로 제한합니다.
- 논문지 투고규정에 따라 작성된 심사용 논문파일은 온라인투고시스템을 통하여 투고하시기 바랍니다.

◆ 문의처 (편집위원회)

- 편집이사 : 고인영 교수 (KAIST, 042-350-3547, iko@kaist.ac.kr)
- 편집이사 : 윤희진 교수 (협성대학교, 031-299-0841, hjyoon@uhs.ac.kr)
- 편집위원 : 강성원 교수 (KAIST, 042-350-3512, sungwon.kang@kaist.ac.kr)
- 편집위원 : 김문주 교수 (KAIST, 042-350-3543, moonzoo@cs.kaist.ac.kr)
- 편집위원 : 김정아 교수 (관동대학교, 033-649-7801, clara@kd.ac.kr)
- 편집위원 : 이우진 교수 (경북대학교, 053-950-6378, woojin@knu.ac.kr)
- 편집위원 : 이찬근 교수 (중앙대학교, 02-820-5829, cglee@cau.ac.kr)
- 편집위원 : 이 근 박사 (삼성전자, 031-277-7323, gskeun@gmail.com)
- 편집위원 : 이세영 박사 (정보통신산업진흥원, 02-2132-1323, sarahlee230@gmail.com)



투 고 요 령



1. 소프트웨어공학소사이어티 논문지에 실리는 원고는 주제 논문, 일반 논문, 산업체 기고 등으로 구분하며 다음과 같은 분야에 대하여 모집한다.
 - 가. 소프트웨어공학 및 그 응용분야에 대한 연구결과
 - 나. 강좌 및 관련 교육사항 소개 (목적, 과정, 일정, 대상, 특징)
 - 다. 소프트웨어 도구 및 방법론 소개 (가격, 특징, 종류, 적용사례)
 - 라. 소프트웨어 산업에 대한 학계, 업계의 주요 관심사
 - 마. 기타 관련 사항
2. 투고자는 원칙적으로 본 소사이어티의 회원으로 한다. 다만 공동 또는 초청 기고자는 예외로 한다.
3. 논문은 원칙적으로 한글로 작성한다.
4. 원고는 한글(hwp), 워드(MS Word), PDF 형식 중 하나를 택하여 A4용지에 작성하며, 그림과 표를 포함하여 10쪽 이내로 한다.
5. 논문 내용에 직접 관련이 있는 문헌에 대해서는 이들 문헌에 관련이 있는 본문 중에 참고 문헌 번호를 쓰고 그 문헌을 참고문헌 난에 인용 순서대로 기술한다. 참고문헌은 학술지의 경우 저자, 제목, 학술지명, 권, 호, 쪽수, 발행 연도의 순서로, 단행본은 저자, 서명, 쪽수, 발행처, 발행 연도의 순서로 기술한다.

[1]Cole, R., "Parallel Merge Sort", SIAM Journal of Computing, vol.17, No.4, pp.770-785, 1988.
[2]김수형, 강명호, 조형재, 송주석. "안전하고 효율적인 침입자 역추적 시스템", 정보과학회논문지, 제25권, 제10호, pp.1123-1131, 1998
6. 논문은 소프트웨어공학 소사이어티(<http://www.sigse-kiss.or.kr/>)의 온라인 투고 시스템을 통해 제출한다.
7. 논문투고신청서를 반드시 작성하여 이메일(hjyoon@uhs.ac.kr)로 제출한다.
7. 원고 접수는 수시로 하며, 접수일은 온라인 접수일로 한다.
8. 기타 자세한 사항은 한국정보과학회 논문지 투고 요령을 따른다.



한국정보과학회 소프트웨어공학소사이어티 임원명단

직책	성명	소속	
회 장	박 수 용	서강대학교	
부 회 장	권 기 현	경기대학교	
부 회 장	민 경 호	LG전자	
부 회 장	전 진 옥	비트컴퓨터	
부 회 장	최 병 주	이화여자대학교	
부 회 장	한 혁 수	상명대학교	
감 사	이 금 해	항공대학교	
	차 성 덕	고려대학교	
자 문 위 원 회	강 교 철	포항대학교	
	권 용 래	KAIST	
	배 두 환	KAIST	
	성 기 수	KISTI 고문	
	신 규 상	ETRI	
	양 승 민	송실대학교	
	우 치 수	서울대학교	
	이 경 환	중앙대학교	
	이 단 형	KAIST	
	정 기 원	송실대학교	
	황 선 명	대전대학교	
	협 력 기 관 위 원 회	권 경 룡	국방품질기술원
박 찬 규		국방SW산학연합회	
신 석 규		SW시험인증센터	
유 법 민		지식경제부	
윤 태 권		SW기술진흥협회	
이 상 은		한국소프트웨어진흥원	
운 영 위 원 회	운 영 위 원 장	권 기 현	경기대학교
	총 무 이 사	이 병 정	서울시립대학교
	기 획 이 사	백 종 문	KAIST
	조 직 이 사	이 관 우	한성대학교
	학 술 이 사	홍 장 의	충북대학교
	편 집 이 사	고 인 영	KAIST
	편 집 이 사	윤 회 진	협성대학교
	협 력 이 사	인 호	고려대학교
홍 보 이 사	이 정 원	아주대학교	
기 술 위 원 회	기 술 위 원 장	최 병 주	이화여자대학교
	요 구 공 학 분 과 장	박 수 진	서강대학교
	아 키 텍 처 분 과 장	조 은 숙	서일대학
	재 사 용 분 과 장	이 관 우	한성대학교
	정 형 화 분 과 장	김 문 주	KAIST
	테 스 팅 분 과 장	김 영 철	홍익대학교
프 로 세 스 분 과 장	이 세 영	NIPA	

	직책	성명	소속
	고신뢰성분과장	배현섭	슈어소프트테크
	재공학분과장	김진태	SEEG
	실시간분과장	이찬근	중앙대학교
산학위원회	산학위원회장	전진옥	비트컴퓨터
	자동차분과위원장	유영수	오토에버시스템(주)
	국방분과위원장	윤희병	국방대학원
	금융분과위원장	김정아	관동대학교
	전자분과위원장	이근	삼성전자
	의료분과위원장	최호진	KAIST
	전력분과위원장	이장수	한국원자력 연구소, MMIS팀 책임연구원
	이사	강성원	KAIST
	이사	계승교	삼성SDS
이사	권원일	STA컨설팅	
이사	남영광	연세대학교	
이사	김문주	KAIST	
이사	김상기	현대자동차	
이사	김영철	홍익대학교	
이사	김정아	관동대학교	
이사	민상윤	솔루션링크	
이사	박복남	핸디피엠지	
이사	백종문	KAIST	
이사	손세창	인천공항공사	
이사	손진규	삼성탈레스	
이사	양상욱	KAI	
이사	염근혁	부산대학교	
이사	오재원	카톨릭대학교	
이사	유준범	건국대학교	
이사	윤형진	케피코	
이사	윤희병	국방대학원	
이사	이근	삼성전자	
이사	이병걸	서울여자대학교	
이사	이성남	방위사업청	
이사	이우복	삼성전자	
이사	이우진	경북대학교	
이사	이은주	경북대학교	
이사	이정원	아주대학교	
이사	이해서	솔루션링크	
이사	장주수	모아소프트	
이사	정연대	N3SOFT	
이사	정인상	한성대학교	
이사	조병인	국방과학연구소	
이사	조상윤	다한테크	
이사	최승훈	덕성여자대학교	
이사	최종무	단국대학교	
이사	현창문	탐라대학교	



2010-2011 소프트웨어공학소사이어티 논문지 편집위원회

편집위원장 윤희진 교수(협성대학교)

편집위원 고인영 교수(KAIST)

강성원 교수(KAIST)

김문주 교수(KAIST)

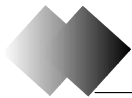
김정아 교수(관동대학교)

이우진 교수(경북대학교)

이찬근 교수(중앙대학교)

이근 박사(삼성전자)

이세영 박사(정보통신산업진흥원)



소프트웨어공학소사이어티 논문지 제25권 제1호 (통권 93호)

발행일 || 2012년 3월 31일

발행인 || 박수용

편집인 || 윤희진

발행처 || 사단법인 한국정보과학회 소프트웨어공학소사이어티

연락처 || 서울특별시 마포구 신수동 1번지, 서강대학교 신과학관 202호

전화 : 02-705-8928, 팩스 : 02-704-8273

홈페이지 : <http://www.sigse-kiss.or.kr/>

인쇄처 || (주)참기획 (전화 : 042-861-6380, 팩스 : 042-861-6381)

Copyright© 2011 한국정보과학회 소프트웨어공학소사이어티(비매품)