

# 클라우드 컴퓨팅 기반 가상 자원 관리를 위한 모니터링 시스템 설계 및 구현

조대균\*, 박석천\*\*

## Development and Implementation of Monitoring System for Management of Virtual Resource Based on Cloud Computing

Dae-Kyun Cho\*, Seok-Cheon Park\*\*

### 요약

본 논문에서는 개방 시스템 기반 가상 자원 모니터링 시스템을 CPU, 메모리, 디스크, 네트워크 부분으로 세분화 하고 각각 모듈화하여 설계 및 구현하였다. 설계한 시스템을 구현하기 위해 Windows, Linux, Xen 운영체제를 이용하였고, 구현 언어로는 C++를 사용하였다. 그리고 시스템의 구조는 기능 업그레이드 및 추가 등의 확장성을 고려하여 가능한 기능별로 모듈화 하여 클라우드 컴퓨팅 환경에서 적용 가능한 클라우드 컴퓨팅 가상 자원 모니터링 시스템을 구현하였다.

본 논문에서 설계 및 구현한 클라우드 컴퓨팅 가상 자원 모니터링 시스템의 동작성 검사를 위해 테스트베드를 구축하여 Xen, ESX 하이퍼바이저 운영체제에서 테스트 한 결과 실시간으로 CPU, 메모리, 디스크, 네트워크 정보를 정상적으로 모니터링 함을 확인 하였다.

▶ Keywords : 클라우드, 개방플랫폼, 자원관리, 서비스 벤더, 모니터링

### Abstract

In this paper, for this open system-based virtual resource monitoring system was designed. Virtual resources, CPU, memory, disk, network, each subdivided into parts, each modular implementation. Implementation results in real time CPU, memory, disk, network information, confirmed the results of monitoring. System designed to implement the Windows, Linux, Xen was used for the operating system, implementation language, C++ was used, the structure of the system, such as the ability to upgrade and add scalability and modularity by taking into account

• 제1저자 : 조대균 • 교신저자 : 박석천

• 투고일 : 2012. 12. 5, 심사일 : 2012. 12. 27, 게재확정일 : 2012. 12. 29

\* 가천대학교 일반대학원 전자계산학과(Dept. of Computer Science, Graduate School, GaChon University)

\* 가천대학교 컴퓨터공학과(Dept. of Computer Science, GaChon University)

the features available in cloud computing environments applicable to cloud computing, virtual resource monitoring system has been implemented.

▶ Keywords : Cloud, Open Platform, Resource Management, Service Vendors, Monitoring

### I. 서 론

유클라우드 컴퓨팅은 공간적 제한없이 인터넷이 연결이 되어 있는 곳에서 사용할 수 있는 서비스이다. 그리고 클라우드 컴퓨팅은 크게 개방형 클라우드와 폐쇄형 클라우드로 나누어 진다[1].

이와같은 클라우드 컴퓨팅의 핵심은 서비스가 언제나 사용 가능할 수 있도록 보장되어야 한다는 점이다. 클라우드 컴퓨팅 서비스를 활용하다가 비즈니스 및 서비스에 문제가 발생되면 막대한 손실을 가져올 수 있으며 고가용성을 제공하는 인프라기술과 일정한 수준을 유지할 수 있는 관리, 통제가 필요하다[2].

관리가 될 수 있는 클라우드 컴퓨팅 서비스를 제공하기 위해서는 사용되는 클라우드 컴퓨팅의 정보가 필요하다. 그러나 서비스 벤더가 제공하는 모니터링 도구는 문제점을 가지고 있다. 서비스 벤더는 제품에 종속적이고 단순한 사용 데이터를 제공하는 제한적인 수준의 시스템 정보만 제공되기 때문에, 클라우드 서비스에 필요한 정보를 얻기가 어렵다. 그러므로 벤더 비종속적이고 다차원 분석을 통한 실효성 있는 정보 제공 도구의 필요성이 대두된다[3][4].

따라서 본 논문에서는 클라우드 컴퓨팅 서비스 벤더 종속적이고 제한적인 모니터링 도구에 대한 사용자의 요구 증가에 대처하기 위한 개방 시스템 기반 클라우드 컴퓨팅 가상 자원 모니터링 시스템을 제안한다.

개방 시스템 기반의 운영체제를 모니터링 하기위해 가상머신 위의 Cent OS의 커널에 파일을 참조하여 가상머신의 CPU, 메모리, 디스크, 네트워크 정보를 모니터링하는 모듈을 설계하고 구현하였다. 또한 클라우드 환경에서 가상머신의 네트워크 상태를 모니터링 하기 위해 클라우드 컴퓨팅 네트워크 모니터링 모듈을 설계하고 구현하였다. 본 논문의 구성은 클라우드 컴퓨팅 가상 자원 CPU 모니터링 시스템 설계, 구현 및 테스트 및 검토로 구성된다.

### II. 관련 연구

클라우드 컴퓨팅 플랫폼 요소기술에는 다음 5가지가 필요하다. 자원 가상화(Virtualization) 기술, 대용량 분산 시스템 기술, 자원 및 서비스 운영/관리 기술, 서비스 지향 인터페이스 기술, 클라우드 보안 및 프라이버스 기술이다. 이와 같은 기술은 현재의 컴퓨팅 기술적 토대로 여러 기반 기술로 구성되었음을 쉽게 짐작할 수 있다[5].

가상자원 관리를 위해서는 IaaS 서비스의 특징을 알아야 한다. IaaS 클라우드 컴퓨팅 서비스 제공자는 물리적 자원(스토리지, 네트워크)을 관리 및 제공하여 IaaS 고객에서 클라우드 컴퓨팅 인프라 환경을 호스팅한다. IaaS 클라우드 컴퓨팅 고객은 SLA에 명시된 서비스 범위 안에서 IT인프라 환경에서 서비스를 생성 및 실행하고 이후 서비스들에 대하여 SLA 설정에 맞는 관리 및 모니터링을 한다. 그림 1은 IaaS의 클라우드 컴퓨팅 구성요소 스택과 제어 범위를 나타낸 그림이다[6].

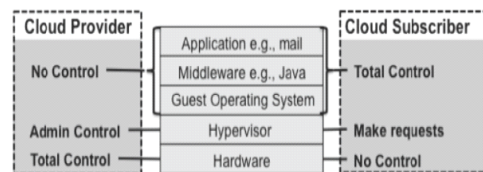


그림 1. IaaS의 클라우드 컴퓨팅 구성요소 스택과 제어 범위  
Fig. 1. Components Stack and Control Range of IaaS Cloud Computing

클라우드 컴퓨팅 서비스 제공자는 물리적 하드웨어와 하이퍼바이저 계층의 제어까지 제어 범위에 속한다. 클라우드 서비스 고객은 제공되는 게스트 OS위의 모든 미들웨어 및 어플리케이션을 전반적으로 제어할 수 있다.

IaaS 클라우드 컴퓨팅 서비스의 구조는 Cloud Manager, Cluster Manager, Computer Manager 세 가지로 나눈다[7][8].

### III. 클라우드 컴퓨팅 가상 자원 CPU 모니터링 시스템 설계

#### 3.1 설계 시스템의 개요

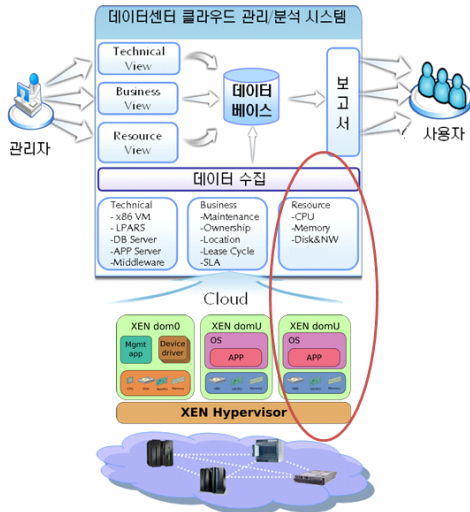


그림 2. 제안한 시스템의 개요도  
Fig. 2. Overview of the Proposed System

본 논문에서는 클라우드 컴퓨팅 벤더에 비 종속적이고, CPU, 메모리, 디스크, 네트워크 모니터링을 통한 실효성 있는 정보 제공 도구를 제안한다. 제안한 도구는 다양한 플랫폼 환경 하에서 가상자원 할당을 결정하는 자세한 구성 데이터, 이용 패턴을 분석하기에 유용한 정보를 제공한다. 그림 2는 제안한 모델의 시스템 개요도를 나타낸 것이다.

#### 3.2 시스템 설계 시 요구사항

개방플랫폼 기반 클라우드 컴퓨팅 가상자원 관리를 위한 모니터링 설계를 하기 위해서는 다음과 같은 요구사항이 필요하다. 첫 번째로 CPU에 대한 모니터링 지원을 해야 한다. 두 번째로는 메모리에 대한 모니터링 지원을 해야 한다. 세 번째로는 디스크에 대한 모니터링 지원을 해야 한다. 마지막으로 네트워크에 대한 모니터링 지원을 해야 한다.

#### 3.3 클라우드 컴퓨팅 가상 자원 모니터링 시스템 설계

본 논문에서 제안한 클라우드 컴퓨팅 모니터링 시스템은 사용자가 사용하는 가상머신의 CPU, 메모리, 디스크, 네트워크의 점유율 사용량 등을 체크해서 실시간으로 모니터링 한다. 그림 3은 클라우드 컴퓨팅 가상 자원 모니터링 시스템 모듈도이다.

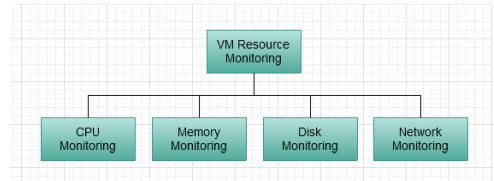


그림 3. 클라우드 컴퓨팅 가상 자원 모니터링 시스템 모듈도  
Fig. 3. System Module of virtual resource monitoring in Cloud Computing

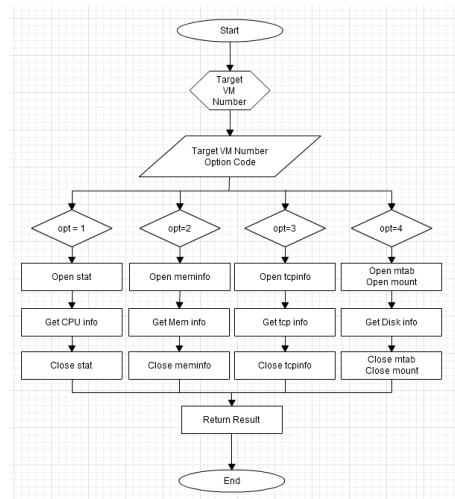


그림 4. 클라우드 컴퓨팅 모니터링 시스템 순서도  
Fig. 4. Flowchart of Cloud Monitoring System

가상 자원을 모니터링하기 위해 CPU 모니터링 모듈, 메모리 모니터링 모듈, 디스크 모니터링 모듈, 네트워크 모니터링 모듈을 설계하였다. 그림 4는 클라우드 컴퓨팅 가상 자원 모니터링 시스템의 알고리즘 순서도이다.

Target VM Number Option Code에서 선택에 따라 클라우드 컴퓨팅을 통한 각각의 CPU, Memory, Network, Disk에 따라 필요한 정보를 요청 후 정보를 얻는다.

### IV. 클라우드 컴퓨팅을 위한 모니터링 시스템의 구현

#### 4.1 구현환경

클라우드 컴퓨팅을 위한 모니터링 시스템의 구현환경은 표 1과 같다.

표 1 구현환경  
Table 1. Implementation of environmental

| 구분    | 구성요소    |             | 기종                     |
|-------|---------|-------------|------------------------|
| 하드웨어  | 개발PC    | CPU         | Intel i5 750 @ 2.66GHz |
|       |         | 메모리         | 4GB 1067 MHz DDR3      |
|       |         | LAN         | RealTek RTL-8139       |
|       | Server  | Intel 기반    | IBM System x3550       |
|       | Storage | DAS         | IBM DS3500             |
|       | Switch  | Gigabit S/H | 3com 3CGSU             |
| 소프트웨어 |         | 운영체제        | MS Windows7 x86        |
|       |         | Test VM OS  | Cent OS                |
|       |         | Hypervisor  | Xen 4.1.2              |

#### 4.2 클라우드 컴퓨터 가상 자원모니터링 시스템 구현

그림 5는 클라우드 컴퓨팅 가상 자원 모니터링 시스템 구현 화면이다. 각 메뉴는 CPU 점유율, 디스크 사용량, 메모리 사용량, 네트워크 사용량, 네트워크 주소, 설정으로 세분화하였다.

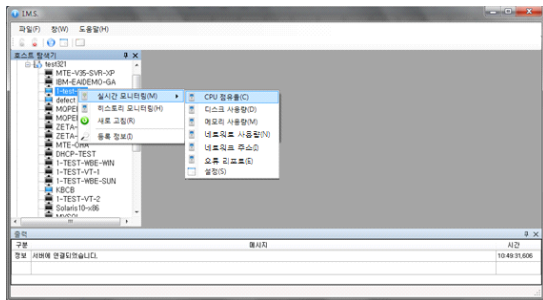


그림 5 클라우드 컴퓨팅 가상 자원 모니터링 시스템 구현 화면  
Fig. 5. System Implemented Screen of Virtual Resource in Cloud Computing

### V. 클라우드 컴퓨팅을 위한 모니터링 시스템의 테스트 및 검토

#### 5.1 동작성 테스트 및 검토

제안한 클라우드 컴퓨팅 가상 자원 모니터링 시스템을 기존 솔루션과 비교한 결과는 다음 표 2와 같다.

표 2. 클라우드 컴퓨팅 모니터링 시스템 비교  
Table 2. Compares of Cloud Computing monitoring System

| 구분           | XenCenter | Vmware EMC | 제안 시스템         |
|--------------|-----------|------------|----------------|
| 기능           | CPU       | O          | O              |
|              | 메모리       | O          | O              |
|              | 디스크       | O          | X              |
|              | 네트워크      | O          | O              |
| 지원OS         | Windows   | Windows    | Linux, Windows |
| 지원Hypervisor | Xen       | ESX        | Xen, ESX, KVM  |

제안하는 클라우드 컴퓨팅 가상자원 모니터링 시스템은 다양한 하이퍼바이저 환경을 지원한다는 특징을 가진다. 따라서 본 논문에서는 다양한 하이퍼바이저 환경에서의 동작성을 테스트하기 위해 테스트베드를 다음 그림 6과 같이 구성하였다.

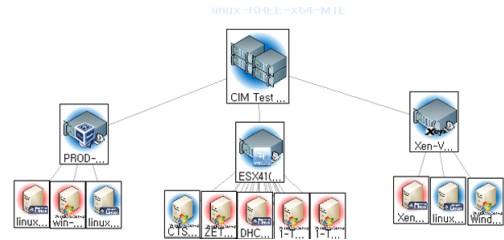


그림 6. 테스트베드  
Fig. 6. Test-Bed

테스트서버에 Xen, ESX, PROD(VirtualBOX) 하이퍼바이저를 설치하였다. 구축된 테스트베드에서 클라우드 컴퓨팅 가상자원 모니터링 시스템의 기능을 모듈별로 테스트하기

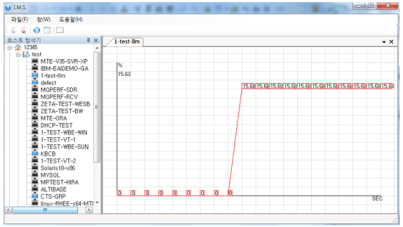
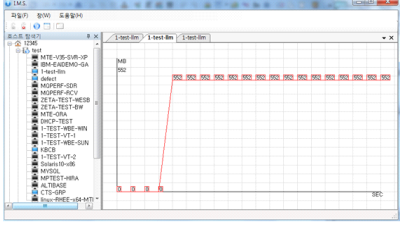
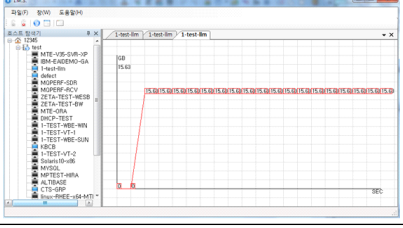
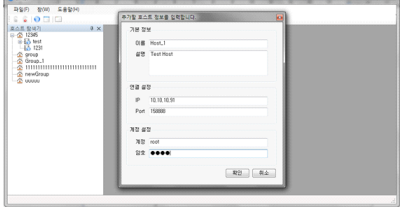
위해 다음 표 3과 같이 단위 테스트를 수행하였다.

표 3과 같이 모듈별로 단위 테스트를 수행했으며, Xen 하이퍼바이저 환경에 가상 머신을 구성하고 CIM에서 모니터링 정보들을 수집하여 DB에 데이터가 수집되고 MOM을 통해 출력해 주는 구조이다. 표 4는 Xen 하이퍼바이저 환경 테스트 수행 결과이다.

표 3. 단위테스트  
Table 3. Unit Test

| 프로그램 ID  | 모듈명 (기능)  | 단위테스트 절차  |                                   |
|----------|-----------|---|-----------------------------------|
|          |           | 테스트 시나리오  | 입력데이터                             |
| cpu_mon  | CPU 모니터링  | 1. VM트리에서 VM을 선택<br>2. CPU 모니터링 선택<br>3. CPU 데이터가 출력되고 해당 데이터의 변동 그래프가 표시되는지 확인   | VM호스트 선택<br>CPU Monitoring 메뉴 선택  |
| mem_mon  | 메모리 모니터링  | 1. VM트리에서 VM을 선택<br>2. 메모리 모니터링 선택<br>3. 메모리 데이터가 출력되고 해당 데이터의 변동 그래프가 표시되는지 확인   | VM호스트 선택<br>메모리 Monitoring 메뉴 선택  |
| disk_mon | 디스크 모니터링  | 1. VM트리에서 VM을 선택<br>2. 디스크 모니터링 선택<br>3. 디스크 데이터가 출력되고 해당 데이터의 변동 그래프가 표시되는지 확인   | VM호스트 선택<br>디스크 Monitoring 메뉴 선택  |
| nw_mon   | 네트워크 모니터링 | 1. VM트리에서 VM을 선택<br>2. 네트워크 모니터링 선택<br>3. 네트워크 데이터가 출력되고 해당 데이터의 변동 그래프가 표시되는지 확인 | VM호스트 선택<br>네트워크 Monitoring 메뉴 선택 |

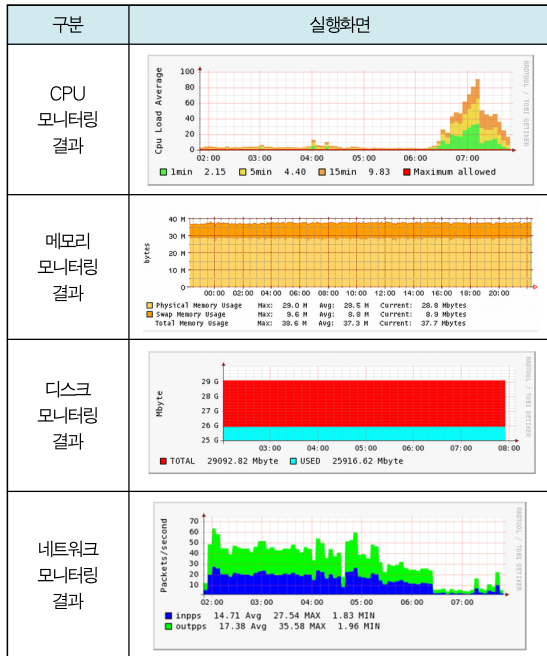
표 4. Xen 하이퍼바이저 환경 테스트 수행 결과  
Table 4. Test Result of Xen Hypervisor Environments

| 구분           | 실행화면   |
|--------------|--|
| CPU 모니터링 결과  |    |
| 메모리 모니터링 결과  |    |
| 디스크 모니터링 결과  |   |
| 네트워크 모니터링 결과 |  |

ESX 하이퍼바이저 환경에 가상머신을 구성하고 Round Robin Database에서 모니터링 정보들을 수집하고, RRD Tool을 통해 그래프로 표현하는 구조이다. 표 5는 RRD Tool을 이용한 ESX 하이퍼바이저 환경 테스트 수행 결과이다.

표 4과 표 5에서 실시간 모니터링 실행의 확인은 원하는 기능을 선택하고 실시간으로 CPU, 메모리, 디스크, 네트워크 모니터링이 잘 동작되는지 확인하였다. 이와 같이 구현한 기능의 동작 여부를 확인하기 위하여 각 기능 테스트를 수행한 결과 본 논문에서 설계 및 구현한 클라우드 컴퓨팅 가상 자원 모니터링 시스템이 다양한 하이퍼바이저 운영체제에서 실시간으로 CPU, 메모리, 디스크, 네트워크 정보를 정상적으로 모니터링 하는 것을 확인 하였다.

표 5. RRD Tool을 이용한 ESX 하이퍼바이저 환경 테스트수행 결과



## VI. 결론

클라우드 컴퓨팅의 서비스 벤더가 제공하는 모니터링 도구가 종속적인 시스템이 많고 단순한 사용 데이터를 제공하는 제한적인 수준을 제공한다. 따라서 모니터링 서비스를 효율적으로 제공하기 위해 클라우드 컴퓨팅 서비스 벤더의 종속적이지 않고 다차원적으로 분석 가능한 시스템에 대한 연구가 필요하다.

본 논문에서는 개방 시스템 기반 가상 자원 모니터링 시스템을 CPU, 메모리, 디스크, 네트워크 부문으로 세분화하고 각각 모듈화 하여 설계 및 구현하였다. 시스템의 구조는 기능 업그레이드 및 추가 등의 확장성을 고려하여 가능한 기능별로 모듈화하여 다양한 하이퍼바이저 환경을 지원하도록 하였다. 또한 제안하는 시스템과 다른 모니터링 도구들의 차이점을 검토하기 위해 Xen, ESX 하이퍼바이저 환경으로 구축하여 테스트를 하여 각각 실시간으로 CPU, 메모리, 디스크, 네트워크 정보를 정상적으로 모니터링 함을 알 수 있었다. 향후 연구로는 클라우드 컴퓨팅 인프라 기술과 일정한 수준을 유지할 수 있는 SLA정책을 분석하고, 이에 능동적으로 대응하기 위한 실시간 Report 및 Alert 개발 및 대책마련 연구가 이루어져 클라우드 컴퓨팅 서비스가 지속적으로 발전할 수 있도록

연구하겠다.

## 감사의 글

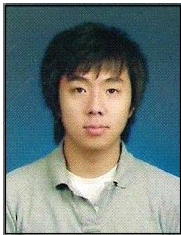
이 논문은 가천대학교 산학협력단의 지원으로 수행된 연구 결과임(GCU-2013-R004)

## 참고문헌

- [1] D.G. Lee, and S. Lee, "Trends and strategies of Standardization of cloud computing", Article 19 of Electronics and Telecommunications Trends, Issue 1, Feb. 2010.
- [2] D. Kim, G. Lee, Y. Kim, "Trend of Service Level Agreement in Korea", Article 19 of the Electronics and Telecommunications Trends, Issue 6, Jan. 2006
- [3] J. Cheong, "The present, future and market strategy of Cloud Computing", SW Insight Policy Report, Oct. 2008.
- [4] G. Lee, S. Lee "Platform technology and standardization of Service-oriented cloud computing", Information Processing Society Volume 16, Issue 2, Mar. 2008.
- [5] Y. Kim, S. Jung, "Activation Plan of Cloud computing", TTA Journal No.125, Telecommunications Technology Association of Korea, Nov. 2009.
- [6] U. Kim, "IT 6 Mega Trend: Green IT & Cloud Computing", Samsung SDS Institute of Information Technology, Fer. 2008.
- [7] J. Kim, C. An, Y. Jeong, J. Park, G. Go, I. Byun, Y. Woo, "Virtualization Technology for Next Generation Computing" Electronics and Telecommunications Trends, Article 23 Issue 4, Aug. 2008
- [8] Lee Badger, Tim Grance, Robert, Patt-Corner, Jeff Voas, "DRAFT Cloud Computing Synopsis and Recommendations," NIST, May. 2011.
- [9] I. Foster, Y. Zhao, I.Raicu, & Shiyong Lu, "Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree

- Compared,” Grid Computing Environments Workshop, 2008.
- [10] M. Armbrust et al, “Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing,” University of California, Department of EECS Technical Report No. UCB/EECS-2009-28, Fer. 2009
- [11] K. Kambatla, A. Pathak, and H. Pucha, “Towards Optimizing Hadoop Provisioning in the Cloud,” in Proc. of the First Workshop on Hot Topics in Cloud Computing, June 2009
- [12] P.Mell, T.Grance, “The NIST Definition of Cloud Computing, National Institute of Standards and Technology”, National Institute of Standards and Technology, ver.15, Jul. 2010

## 저 자 소 개



### 조 대 군

2011: 경원대학교  
컴퓨터공학과 공학사.  
현 재: 가천대학교 일반대학원  
컴퓨터공학과 공학석사과정 중

관심분야: 네트워크 시큐리티,  
통신이론, 암호학  
Email : chodk86@naver.com



### 박 석 천

1977: 고려대학교  
전자공학과 공학사.  
1982: 고려대학교  
컴퓨터공학과 공학석사.  
1989: 고려대학교  
컴퓨터공학과 공학박사  
현 재: 가천대학교  
컴퓨터공학과 정교수

관심분야: 차세대 인터넷,  
멀티미디어 통신,  
네트워크 시큐리티,  
모바일 통신  
Email : separk@gachon.ac.kr