

## 자치적응성 콘텐츠 서비스 네트워크

홍성준\*, 이용수\*\*

### Self-adaptive Content Service Networks

Sung-June Hong \*, Yongsoo Lee \*\*

#### 요약

본 논문은 응용수준 액티브네트워크(ALAN)상에서 자치 적응성(Self-Adaptation) 콘텐츠 서비스 네트워크(CSN)에 관하여 언급하였다. 최근에는 콘텐츠 전송에 초점을 둔 CDN(Content Delivery Network)기술과 더불어 서비스 전송에 초점을 둔 CSN(Content Service Network)이 등장하였다. 그리고 CSN과 관련하여 IETF(Internet Expert Task Force)에서는 OPES(Open Pluggable Edge Service)표준의 표준화가 진행 중에 있다. 그러나 최근에 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 도래와 함께 망에서는 사용자의 자주 변화하는 제약조건에 맞는 서비스를 제공하기 위한 자치적응성(self-adaptation)이 요구되고 있다. 기존 CDN/CSN는 자치 적응성의 고려가 부족하다. 왜냐하면 기존 망이 이러한 기능을 현재 지원할 수 없기 때문이다. 그러므로 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해서 망에서 지능성 제공이 가능한 액티브네트워크 상의 자치적응성 CSN의 구조를 제안하였다.

#### Abstract

This paper describes the self-adaptive Content Service Network (CSN) on Application Level Active Network (ALAN). Web caching technology comprises Content Delivery Network (CDN) for content distribution as well as Content Service Network (CSN) for service distribution. The IETF working group on Open Pluggable Edge Service (OPES) is the works closely related to CSN. But it can be expected that the self-adaptation in ubiquitous computing environment will be deployed. The existing content service on CSN lacks in considering self-adaptation. This results in inability of existing network to support the additional services. Therefore, in order to address the limitations of the existing networks, this paper suggests Self-adaptive Content Service Network (CSN) using the GME and the extended ALAN to insert intelligence into the existing network.

▶ Keyword : 액티브네트워크, 자치적응성(self-adaptation)

• 제1저자 : 홍성준

• 접수일 : 2004.05.04, 심사완료일 : 2004.08.21

\* 여주대학 정보통신과 조교수, \*\* 여주대학 컴퓨터정보관리과 부교수

## I. 서론

웹의 성장과 더불어 웹 캐싱 기술 또한 성장하였다. 그리고 최근에는 콘텐츠 전송에 초점을 둔 CDN(Content Delivery Network)[1]기술과 더불어 서비스 전송에 초점을 둔 CSN(Content Service Network)[2]이 등장하였다. 그리고 CSN과 관련하여 IETF(Internet Export Task Force)에서는 OPES(Open Pluggable Edge Service)[3]표준의 표준화가 진행 중에 있다. 현재 CSN은 요청 우회(request routing), 분산(distribution), 과금(accounting)등의 핵심 기능을 갖는 CDN상에 존재하면서 부가가치 서비스 지원을 한다. 그러나 OPES와 같은 CSN 관련 표준화에서는 자치적응성(self-adaptation)기능을 지원하지 못하고 있다.

그러므로 본 논문에서 이러한 CSN의 문제점을 해결하기 위해서 망에서 지능성 제공이 가능한 액티브 네트워크(AN)[4][9]상의 자치적응성(self-adaptation) CSN구조를 제안하였다. 여기서 자치적응성 CSN은 사용자의 요구사항이 바뀌어도 빠르게 그 해당 요구사항에 맞는 서비스를 제공할 수 있는 서비스 망을 의미한다. 본 논문에서는 자치적응성 CSN을 위한 네트워크 구조를 설계하였다. 네트워크 구조는 연결계층, 제어 계층, 모델링 계층 구조로 구성된다.

본 논문의 자치적응성 CSN의 특징은 첫째, 모델링 계층에서 망의 SCE(Service Creation Environment)를 이용하여 자치적응성을 지원한다. 둘째, 제어 계층에서 지능 에이전트로 확장된 ALAN을 이용하여 자치적응성을 지원한다.

원래 SCE는 지능망에서 유래되었지만, 본 논문에서는 제약조건 기반 SCE를 자치적응성 지원을 위해서 액티브네트워크에 적용하였고, 본 논문에서는 GME(Generic Modeling Environment)[8]를 제약조건[6]기반 SCE로 이용하였다.

ALAN(Application Level Active Network)[5]과 같은 액티브서비스 접근 방법은 망의 낮은 계층에 영향을 미치지 않고 더욱 빠르게 서비스의 배치가 이루어질 수 있다는 장점이 있다. 기존 ALAN은 액티브네트워크(Active Network)의 특징과 프록시렛(Proxylet)이라고 불리는 이

동 에이전트의 특성을 가지면서 망내에서 자치 구성성(self-configuration)을 지원한다. 그러나 프록시렛이 자바 애플릿과 같은 형태로 지원되기 때문에 기존의 이동에이전트가 이동하면서 자신의 상태를 유지하는 기능 등의 지능성 기능이 부족하다. 그래서 본 논문에서는 기존의 ALAN보다 기능 개선을 위해서 ALAN구현을 Jadel[7]라는 지능 에이전트(intelligent agent)로 확장 하였다. 제어계층에서 지능 에이전트[10]를 액티브 네트워크와 통합한 이유는 지능 에이전트는 서버와 단말기 측면에서만 지원이 고려되고 있고 망 지원에 대한 고려가 부족하다. 반면에 액티브네트워크는 망에서 지능성을 추가하려는 접근 방법은 있으나 지능 에이전트 보다 지능성이 부족하기 때문이다.

그러므로 본 논문에서는 확장된 ALAN과 확장된 GME를 이용한 자치적응성 CSN구조를 제안하고 설계 및 구현에 관하여 언급하였다.

## II. 자치적응성 CSN의 설계

### 2.1 자치적응성 CSN의 구조

표 1. 기존 CDN/CSN과 본 논문의 자치적응성 CSN비교  
Table. 1 Comparison between existing CDN/CSN and Self-Adaptive CSN

	CDN	CSN	자치적응성 CSN
시스템 개요	캐싱 프락시의 오버레이 네트워크	응용 프락시의 오버레이 네트워크	AN상의 오버레이 네트워크 및 서비스 컴포지션 메커니즘 지원
서비스	저장(Storage)과 캐싱(caching)	처리(processing)	처리 및 적응성 있는 서비스 개인화
프로토콜	iCAP(Internet Content Adaptation Protocol)	SOAP(Simple Object Access Protocol)	ACL(Agent Communication Language)
분산 채널	웹 콘텐츠를 위한 분산 채널	부가가치 서비스와 응용 프로그램을 위한 분산 채널	서비스 개인화를 위한 분산 채널

<표 1>은 기존 CDN, 기존 CSN 그리고 본 논문의 자치적응성 CSN의 특징을 비교하였다. CDN은 저장과 웹 캐싱을 위한 오버레이 망이다. CSN은 한 단계 발전하여 처리와

트랜스코딩 등이 지원되는 CDN상의 또 다른 오버레이망이다. 본 자차 구성성 CSN은 액티브 네트워크상의 CSN으로 자차 적응성을 지원한다. 이러한 기능은 서비스 개인화(Service Personalization) 응용에도 가능하다. 여기서 CSN는 사용자의 변화하는 제약조건에 대해서 빠르게 대응할 수 있는 서비스 망을 의미한다. 서비스 처리는 기존과 차별화된 서비스 개인화를 지원한다. 통신 프로토콜은 기존과 달리 지능에이전트의 ACL(Agent Communication Language)을 함께 사용한다. 분산 채널은 개인화 서비스를 위해서 사용되고 고객은 기존 CDN/CSN과 같은 일반 사용자, ISP등을 고객으로 한다.

CSN을 이용하는 간단한 시나리오는 게임 도중에 사용자가 밖으로 나가기로 결심한다. 유선 PC에서 무선 이동 디바이스로 게임을 전송할 필요가 있다. 사용자는 게임을 무선 이동 디바이스로 전송하기 위해서 스크린의 이동 버튼을 누른다. 간단하게 이동 디바이스로 게임이 전송되어 계속해서 게임을 할 수 있다. 이때 유선에서 무선으로 바뀌는 사용자의 변화되는 제약조건이 발생한다.

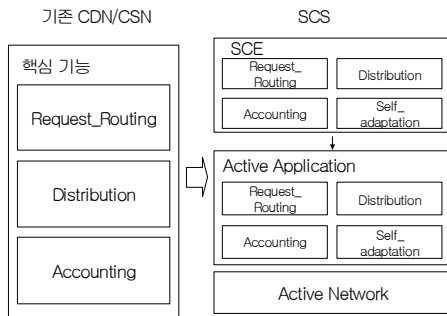


그림 1. 자차적응성 CSN의 구조  
Fig. 1 The Architecture of Self-Adaptive CSN

(그림 1)은 기존의 CDN/CSN의 기본 기능과 액티브네트워크상의 SCS의 기능 구조를 비교하였다. 기존 CDN/CSN의 핵심기능은 요청라우팅, 분산, 과금 등의 기능으로 요약된다. 본 논문의 SCS의 기능은 기존 CDN/CSN의 핵심 기능과 새로운 기능을 SCE에서 정의하고 액티브네트워크상의 액티브 어플리케이션으로 구현하므로 새롭게 필요한 기능을 쉽게 추가 삭제할 수 있는 장점이 있다. 그러므로 기존 CDN/CSN보다 기능면에서 본 논문의 SCS는 자차적응성 기능이 추가된 것을 보이고 있다.

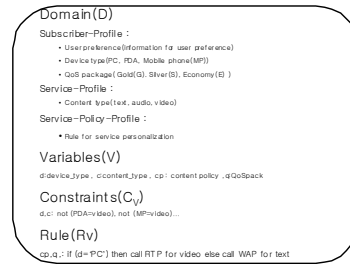


그림 2 사용자 제약조건  
Fig.2 User's constraints

(그림 2)는 사용자 제약조건을 명시하기 위해서 도메인(Domain), 변수(Variable), 제약조건(Constraint), 정책(Policy)를 정의하였다. 도메인에는 사용자를 위한 Subscriber Profile이 정의되어 있고 ISP와 네트워크 관리자를 위한 Service Profile와 Service Policy Profile이 정의되어 있다. Subscriber Profile은 사용자의 선호도, 사용자가 사용하는 단말기 유형, 사용자가 사용 중인 네트워크의 품질 상태 등에 대한 정보를 가지고 있다. Service Profile은 ISP나 네트워크 관리자가 제공하는 서비스의 유형에 대한 정보를 가지고 있다. 그리고 Service Policy Profile은 ISP나 네트워크 관리자가 서비스 지원을 위한 정책에 대한 정보를 가지고 있다. 변수에는 디바이스 타입이 d, 콘텐츠 타입이 c, 콘텐츠 정책이 cp 등으로 정의되었다. 그리고 제약조건을 표시한 예로 not(PDA=Video)이 있다. 이 표현의 의미는 PDA는 Video를 지원하지 못한다는 의미를 나타낸다. 그리고 정책은 서비스 재조합을 위한 정책(policy)을 명시하는 것으로 if(d="PC") then call RTP for video else call WAP for text 의 의미는 디바이스 타입이 PC이면 비디오 서비스를 위한 RTP(Real-Time Protocol) proxylet을 호출하고 디바이스 타입이 MP(Mobile Phone)이면 텍스트 서비스를 위한 WAP(Wireless Application Protocol) proxylet을 호출하는 것을 의미한다. 이것은 서비스 재조합을 위한 정책의 한 예를 보인 것이다.

## 2.2 자치 적응성 CSN의 구조

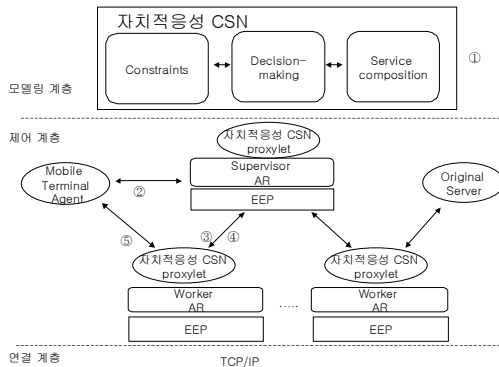


그림 3 자치적응성 CSN의 동작  
Fig.3 Operation of Self-Adaptive CSN

(그림 3)는 자치적응성 CSN의 동작을 보이고 있다. 자치 적응성 CSN을 위한 액티브네트워크에는 제약조건 기반 SCE 역할을 하는 GME와 Supervisor 액티브 라우터, Worker 액티브 라우터로 구성된 확장된 ALAN로 구성되어 있다. 모델링 계층에서 GME를 이용하여 새로운 서비스를 만들 수 있으므로, 본 논문에서는 자치적응성 CSN을 모델링하였다. ①에서 GME는 사용자의 제약조건과 ISP의 서비스 로직을 명시한다. 이 모델링된 자치적응성 CSN은 제어계층에서 실현된다. ①에서 이동/지능 에이전트는 사용자의 변화되는 제약조건을 인식하고 그 제약조건을 Supervisor AR에 전달한다. ③에서는 Supervisor 액티브 라우터가 적당한 Worker 액티브 라우터를 검색하고 선택한다. ④에서 Supervisor 액티브 라우터가 선택한 Worker 액티브라우터로 사용자의 요청을 라우팅시킨다. ⑤에서 선택된 Worker 액티브 라우터에서는 사용자의 제약조건과 ISP의 서비스 로직에 적합한 서비스를 재조합하고 서비스 재조합된 결과를 이동 터미널 에이전트(Mobile Terminal Agent)에게 보낸다.

## III. 자치적응성 CSN의 구현

자치적응성CSN의 구현환경은 윈도우 2000서버, 무선랜 환경의 802.11 LAN카드를 장착한 노트북 그리고 UTS와

BT에 의해서 개발된 ALAN 공개 소프트웨어와 Vanderbilt 대학의 GME소프트웨어 로 구성된다.

## 3.1 GME를 이용하는 자치적응성 CSN

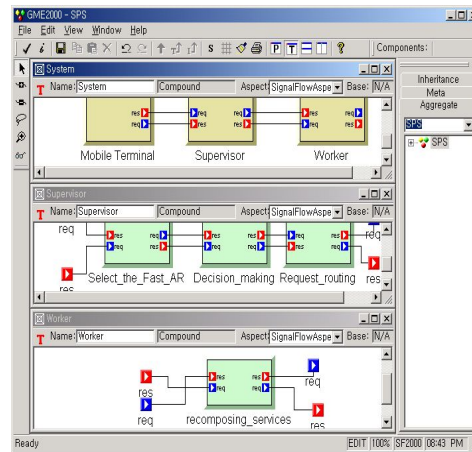


그림 4. GME도구에 의한 자치적응성CSN 컴포넌트  
Fig.4 Self-Adaptive CSN Component using GME tool

(그림 4)는 자치적응성 CSN의 컴포지션 다이어그램으로 각 컴포넌트간의 관계를 보이고 있는데 이동 터미널, supervisor 액티브 라우터, worker액티브 라우터로 구성되어 있다. 각 액티브 라우터의 역할로 자치 구성성을 지원한다. supervisor 액티브 라우터는 Select\_the fast\_AR, Decision\_making, Request\_routing 기능을 가지고 있다. Select\_the fast\_AR 기능은 사용자의 제약조건에 가장 적합한 worker 액티브 라우터를 검색하고 선택하는 역할을 한다. Decision\_making 기능은 주어진 제약조건과 서비스에 적합한 서비스 재조합의 결과를 결정하는 역할을 한다. Requist\_routing 기능은 사용자의 요청을 worker 액티브 네트워크로 우회시키는 기능을 한다. worker 액티브 라우터는 사용자의 제약조건에 맞는 서비스를 재조합하여 이동 터미널(mobile terminal)에 결과를 넘겨주는 역할을 수행한다.

현재 변화하는 제약조건 지원을 위한 확장된 GME는 아직 개발 중이기 때문에 본 논문의 구현에서는 사용자의 제약 조건을 gold, silver등급으로 제한하였다. 사용자가 일반 PC에서 사용되는 경우는 gold등급을 요청하고 무선인터넷 디바이스에서 사용될 경우는 silver등급을 요청한다.

### 3.2 자치적응성 CSN구현 코드

```
public SA_CSN implements Agent {
    // inherit Agent class
    // implement Personal Service

    public object Setup(String parameter) {
        // initialize setup() method
        // call Service Incoming Message class
        addBehaviour (new Supervisor Agent)
    }
}
```

그림 5. 자치적응성 CSN의 구현 pseudo 코드  
Fig.5 Pseudo code for implementation of Self-Adaptive CSN

(그림 5)는 자치적응성 CSN의 구현 코드를 보이고 있다. 자치적응성 CSN 서비스는 Agent 클래스를 상속받아서 구현이 되며 실제 동작은 setup()메소드에 정의된다. setup()메소드에서는 먼저 supervisor 액티브 라우터를 호출한다. 호출된 supervisor 액티브 라우터는 사용자의 제약 조건인 gold, silver 등급을 입력받는다. 한 예로 제약조건이 gold등급으로 입력되어 오는 경우 supervisor 액티브 라우터는 입력된 제약조건을 분석하고, 적합한 worker 액티브 라우터를 검색 후 선택한다. 그리고 사용자의 요청을 선택한 worker 라우터로 우회시킨다. 선택된 worker 액티브 라우터에서는 서비스 제조함을 시행하고 비디오 서비스가 지원된다.

### 3.3 자치적응성 CSN의 실행

(그림 6)의 왼편 상단은 이동 터미널 에이전트를 보이고 있고 오른편 상단은 Supervisor AR과 Worker AR의 실행 예를 보이고 있다. 그리고 하단은 Worker AR의 실행 결과를 보이고 있다. 현재 이동 터미널 에이전트는 J2ME를 지원하는 디바이스상의 LEAP(Lightweight Extensible Agent Platform)을 이용하여 구현 중에 있으므로, 현재 이동 터미널 에이전트는 Jade의 더미(dummy) 에이전트를 이용하여 실험하였다. 이동 터미널 에이전트에서는 사용자가 a.html문서를 요청하면서 PC에서 요청한 경우를 보이고 있다. 그래서 get a.html PC로 표시하여 Supervisor AR에게 요청 메시지를 보내는 경우이다. 반면에, 사용자가 무선인터넷 디바이스에서 요청한 경우는 get a.html MP로 Supervisor AR에게 요청 메시지를 보낼 수 있다. Supervisor AR가 get a.html PC라는 요청을 받

은 경우 Supervisor AR은 비디오 서비스 조합이 가능한 Container-1 라 불리는 Worker AR를 선택한다.

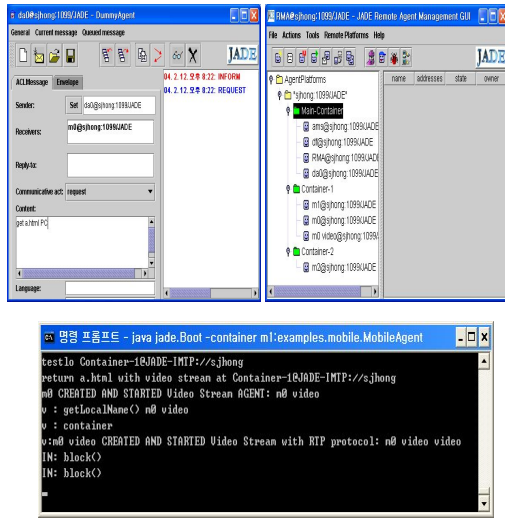


그림 6. 자치적응성 CSN의 실행  
Fig. 6 Execution of Self-Adaptive CSN

선택된 Container-1 라 불리는 Worker AR는 비디오 서비스를 제조함으로써 서비스를 제공한다. 반면에 Supervisor AR가 get a.html MP라는 메시지를 받은 경우는 Supervisor AR는 텍스트 서비스가 가능한 Worker AR를 선택하고, 선택된 Worker AR는 wap proxylet을 이용한 텍스트 서비스를 지원한다. RTP 스트림과 WAP 스트림을 전송하는 실험은 LEAP 상의 이동 터미널 에이전트 구현과 함께 진행 중에 있으므로, 현재 (그림 9) 하단에서 Container-1 라 불리는 Worker AR가 비디오 서비스를 시작한다는 메시지가 출력되는 것을 이용하여 실험하였다.

## IV. 성능 비교 평가

### 4.1 특성 비교

<표 2>는 기존 CDN/CSN과 본 자치적응성 CSN의 주된 특성 비교를 보이고 있다. 기존 CDN은 수동 구성만 가능하기 때문에 자치구성성 및 자치 적응성에 대한 고려가 부족하다. 기존 CSN에서는 디바이스 유형과 QoS를 지원하

지만 망의 문맥인식성 지원 및 고려가 부족하다. 반면에 본 자치적응성 CSN은 자치 구성성, 디바이스 유형, QoS지원과 더불어 망의 문맥인식성지원이 가능하다. 망의 문맥인식성 예는 PC에서 무선 이동 단말기로 디바이스 유형이 변경 시 QoS조정 및 연속적인 서비스 지원 그리고 위치 정보 변화에 따른 차별화된 서비스 등이다.

표 2 주된 특성의 비교  
Table. 2 Comparison of main feature

		CDN	기존 CDN	자치적응성 CSN
자치구성성		-	X	X
자치적응성	디바이스 유형	-	X	X
	QoS 지원	-	X	X
	망의 문맥인식성 (context-awareness)	-	-	X

4.2 성능 비교

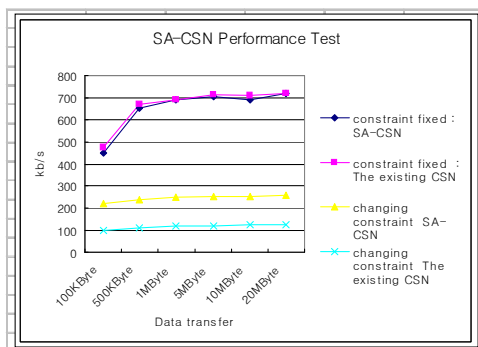


그림 7. 성능 비교  
Fig.7 Comparison of Performance

(그림 7)은 기존의 CSN과 본 논문의 자치적응성 CSN의 성능을 비교하였다. 사용자 제약조건이 고정된 경우는 거의 유사한 성능을 보이지만 사용자의 제약조건이 자주 변화는 경우는 성능이 향상되는 것을 보이고 있다.

V. 결론 및 향후 연구

본 논문은 액티브네트워크를 이용한 망의 자치적응성 지원을 목적으로 하고 있다. 본 자치적응성 CSN은 망의 자치 적응성 지원을 위해서 제약조건 기반 SCE를 액티브네트워크에 적용하는 시도를 하였고 액티브네트워크상의 액티브 어플리케이션으로서 이동/지능 에이전트를 이용하여 자치 적응성을 지원하는 메카니즘을 제시하였다.

유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 대부분의 연구가 센서 및 무선 이동 단말기 그리고 서버를 중심으로 문맥인식성(context-awareness)을 지원하고 있는데 본 SAS는 망 내에서 자치적응성을 통해서 문맥인식성 지원이 가능하고, 더 나아가 상황인식(situation-awareness)성으로 확장 가능한 메카니즘이며, OPES 표준을 향상시키는데 반영될 것이라고 기대된다. 향후 연구로는 자치 적응성 CSN에 적합한 응용으로 서비스 개인화에 관한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] Content Delivery Network, [http://www.telin.nl/Middleware/cdn/state-of-art/cdnsota\\_toc.html](http://www.telin.nl/Middleware/cdn/state-of-art/cdnsota_toc.html).
- [2] W.Y.MA, B.Shen, and J.T. Brassil, "Content Services Networks: The Architecture and Protocol", Proceedings of the WCW, Boston, MA, June 2001.
- [3] Tomlinson, G., Chen, R. and M. Hofmann, "A Model for Open Pluggable Edge Services", draft-tomlinson-opes-model-00.txt, work in progress, June 2001.
- [4] I.W.Marshall, et, al, "Application-level Programmable Network Environment," BT Technology Journal, Vol. 17, No2 April 1999.

[5] K. T. Krishnakumar, M. Sloman, "Constraint-based Network Adaptation for Ubiquitous Applications," Proceedings of the 6th International EDOC Conference, Sep. 2002, pp 258-271, Laussane, Switzerland.

[6] K. T. Krishnakumar, M. Sloman, "Towards Constraint-Based Configuration (CBC) of proxylets for Policy Implementation," Proceedings of PGNet 2001, Liverpool John Moores University, UK, 18th-19th June 2001.

[7] Bellifemine, F., Poggi, A., and Rimassa, G., "Developing multi-agent system with a FIPA-compliant agent framework," Software Practice and Experience 31(2), p.103-128, 2001.

[8] Ledeczi A., Maroti M., Bakay A., Karsai G., Garrett J., Thomason IV C., Nordstrom G., Sprinkle J., Volgyesi P., "The Generic Modeling Environment," Workshop on Intelligent Signal Processing, accepted, Budapest, Hungary, May 17, 2001.

[9] 홍성준, 이용수, "액티브네트워크상의 웹 캐싱을 위한 서비스 컴포지션에 관한 연구," 컴퓨터정보학회논문지, 8권 2호, 2003.

[10] 장일동, 이희영, "CORBA 기반의 지능형 에이전트에 관한 연구," 컴퓨터정보학회논문지, 7권 1호, 2002.

저자 소개



홍성준

1991년 경원대학교 전자계산학과 졸업(공학사)  
 1993년 건국대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)  
 1998년 건국대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)  
 현재 여주대학 정보통신과 조교수  
 <관심분야> 차세대 인터넷 프로토콜, 액티브네트워크



이용수

1986년 명지대학교 전자계산학과 졸업(공학사)  
 1989년 건국대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학 석사)  
 현재 여주대학 컴퓨터정보관리과 부교수  
 <관심분야> GIS, LBS, 사공간 데이터베이스