

PTT 서비스에서 통화 끊김 극복을 위한 분산발언권 제어 규약에 관한 연구

윤남식*, 박윤용**, 이경오**, 강희국*, 조상엽***

요약

본 논문에서는 OMA(Open Mobile Alliance) 표준화 기구의 PTT(Push-to-talk) 서비스를 이동통신망에서 수행할 때 분산 방식으로 발언권 제어를 하는 프로토콜을 제안한다. 제안하는 프로토콜은 기존의 방식에서는 해결할 수 없었던 음영지역에 존재하는 단말기들도 발언권을 얻어 통화가 가능한 구조로 설계되었다. PoC 클라이언트가 음영지역의 단말기의 메시지를 중계하는 PoC 라우터의 기능을 수행, 음영지역의 단말기가 전체 SIP 세션에 참여할 수 있도록 개선하였다. 이를 통해 분산 발언권 제어 규약의 하나인 트리기반 알고리즘을 음영지역의 단말기에 대한 트리 구조를 동적으로 갱신하도록 개선하여 음영 지역에서의 통신 불가능 문제를 해결하였다.

A Study on the Dynamic Floor Control Protocol to Overcome the Radio Shadow Area of PTT Service

Nam-Sik Yun*, Yoon-Young Park**, Kyung Oh Lee**, Hee-Kuk Kang*, Sang Yeop Cho***

ABSTRACT

In this paper, we propose a Distributed Floor Control Protocol for the OMA(Open Mobile Alliance) PTT(Push-to-talk) mobile service. This protocol is designed for the clients in the radio shadow area by obtaining a control to be able to join the communication via PoC Router, a PoC client to relay the messages from PoC clients in radio shadow area. This protocol is based on the tree based floor control but it solves the problem of the shadow area using the dynamic tree structure for the PoC clients in radio shadow area.

Key Words : PTT, Shadow Area, Floor Control, OMA, FFC, TFC, DTFC

* 신문대학교 컴퓨터정보학과(✉windsong80@gmail.com)

** 신문대학교 컴퓨터공학부

*** 청운대학교 인터넷학과

· 제1저자(First Author) : 윤남식 · 교신저자(Correspondent Author) : 박윤용

· 접수일(2012년 10월 11일), 수정일(1차 : 2012년 11월 23일), 게재확정일(2012년 12월 18일)

1. 서론

PoC(Push-to-Talk over Cellular)는 이동통신 회사들이 주파수공용통신(TRS)의 PTT(Push to Talk) 서비스를 기존의 셀룰러 이동통신의 새로운 서비스로 도입하기 위하여 OMA(Open Mobile Alliance)의 PoC 워킹그룹에서 규격화 했다[1,2,3]. PoC 서비스에 사용되는 프로토콜은 크게 나누어 IETF(Internet Engineering Task Force)에서 정의한 세션 설정을 위한 Session Initiation Protocol(SIP)[4,6], 음성 데이터 전송을 위한 Real Time Transport Protocol(RTP)[5,7], 발언권 제어를 위한 Talk Burst Control Protocol[8,9], 그룹 관리를 위한 XML Configuration Access Protocol (XCAP)[10]로 구분된다.

인프라가 잘 갖추어진 환경에서도 무선이동통신을 사용하는 경우에는 중간에 장애물이 존재한다던지 기타 문제에 의하여 통신이 원활하지 않은 지역 즉 음영지역이 생길 수 있고 이 음영지역에 존재 하는 그룹의 멤버와 통신이 어려울 수 있다. 특히, 대형 구조물 등으로 가려져 있는 상황에서는 일부 그룹의 멤버와 통신이 원활히 이루어질 수 없으며, 통신 부재로 인한 대형 사고의 위험도 발생할 수 있다. 또한, 선박 내에서와 같이 철 구조물로 이루어진 환경에서는 무선통신의 간섭현상 때문에 그룹 멤버간의 통신이 이루어지기 어렵게 된다. 기본적으로 무선통신 인프라가 잘 갖추어지고 중앙집중식 서버가 존재하는 상황에서도 무선통신의 자체의 한계로 인하여 일부가 원활한 그룹 멤버 통신이 어려울 수 있다.

본 논문에서는 기존의 중앙집중식의 발언권제어 그룹통신 방식의 문제점들을 해결하기 위한 분산방식의 발언권 제어 방법에 관하여 기술하였다. 또한, 기존의 방식에서는 해결하지 못했던 음영지역을 해결하는 발언권제어 프로토콜을 제시하였다. 이를 위해 본 논문에서는 분산방식의 새로운 발언권 제어 알고리즘을 제시하였고, 기존의 알고리즘과의 비교분석을 실시하

였다.

본 논문의 2장에서는 분산방식의 발언권제어 프로토콜에 관한 기존의 연구내용에 대하여 설명하였다. 3장에서는 음영지역을 극복하는 동적트리기반의 분산 발언권제어 알고리즘에 관하여 기술하고 4장에서는 기존의 분산발언권제어 알고리즘과 제안하는 알고리즘과의 비교하였으며 5장에서는 결론을 맺고 있다.

II. 관련연구

2.1 iPTT 분산 발언권 제어 규약

분산 발언권 제어 규약 중의 하나가 메쉬네트워크 상에서 PTT서비스[11]와 VoIP를 위한 P2P PTT 서비스 시스템인 iPTT[9] 시스템이다.

iPTT에서는 노드들 사이에 과도한 메시지 교환을 피하기 위하여 2단계 계층적구조가 적용되었다. 이 구조에서는 높은 수준(2단계)에 소속되는 SN(Super Node: 슈퍼노드)들이 신호와 음성 증계를 수행하고, 그룹에 가입과 탈퇴를 처리한다. 또한, iPTT 세션 동안에 발언권이 세션의 멤버들을 포함하고 있는 슈퍼노드에 의해 결정된다. 낮은 수준(1단계)에는 다수의 ON(Ordinary node:일반노드)들이 인터넷 상에 흩어져 있다. 각 일반노드는 그룹의 멤버가 되고, 특정한 SN에 의해 감독을 받는다. 중복되는 라우팅(triangular routing)을 피하기 위해 일반노드는 작은 전파지연(propagation delay)을 갖는 SN과 연결된다.

2.2 Flooding기반 발언권 제어(FFC)

FFC(FFC: Flooding-Based Floor Control)방법[12]은 발언권 요청을 하고 있는 그룹의 멤버들을 관리하는 각각의 슈퍼노드(SN)들이 나머지 다른 SN들에게 Floor Request 메시지를 전송한다. Floor Request(발

언권 요청) 메시지를 수신한 SN들은 자신의 그룹의 멤버들 중에서 발언권을 요청할 멤버가 있는지 없는지에 따라서 Floor Ack(발언권 승인) 메시지를 보낸다. 만일 발언권 요청을 한 슈퍼노드가 다른 슈퍼노드들로부터 발언권요청을 받으면 자신이 전에 보냈던 발언권 요청의 상대 타임스탬프와 현재 수신한 발언권 요청의 상대 타임스탬프의 값을 비교한다. 자신이 전에 보냈던 발언권 요청의 상대 타임스탬프의 값이 더 적으면 현재 수신한 발언권 요청 메시지를 무시한다. 그렇지 않은 경우에는 Floor Ack를 되돌려 보낸다. 해당된 슈퍼노드는 다른 모든 슈퍼노드로부터 Floor Ack를 얻은 경우에만 발언권을 획득한다.

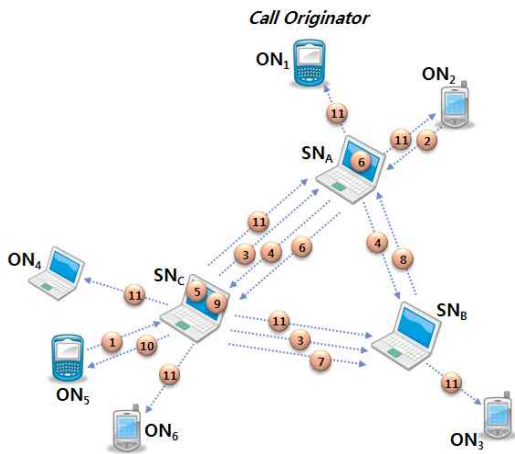


그림 1. Flooding 기반 발언권 제어 흐름
Fig. 1. Flooding based flow control

2.3 트리기반 발언권 제어(TFC)

TFC(Tree-Based Floor Control) 방법[12]은 그룹통신 세션 설정 과정 동안에 슈퍼노드(SN)들 사이에 트리(Tree)구조를 만든다. 발언권 요청 정보들이 트리구조에서 상위수준의 슈퍼노드들로 전달된다. 각 슈퍼노드는 수신된 요청들을 비교해서 낮은 우선순위(더 큰 상대 타임스탬프)의 요청들을 무시한다. 최종적으로

이 트리구조의 루트는 발언권 소유자를 결정하고, 이 정보를 트리구조를 따라 모든 슈퍼노드들에게 전파한다.

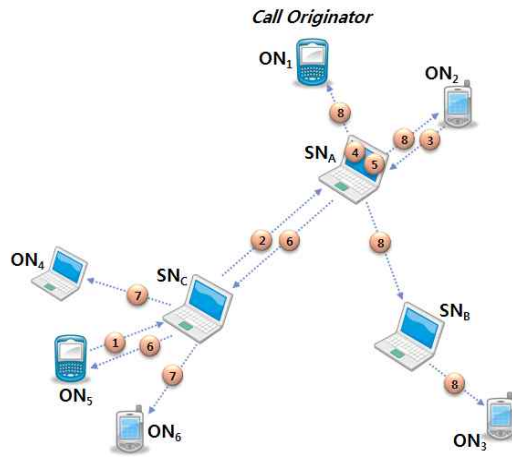


그림 2. 트리 기반 발언권 제어 흐름
Fig. 2. Tree based flow control

III. 음영지역을 극복하는 동적트리기반의 분산 발언권제어 알고리즘

본 논문에서는 기존 OMA PoC 명세에는 존재하지 않는 음영지역을 극복할 수 있는 새로운 분산 방식의 발언권 제어 프로토콜의 알고리즘을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 앞 절에서 설명한 그림 2 와 같은 트리구조의 발언권 제어(TFC)를 기본으로 사용하고 있다. 따라서 슈퍼노드의 역할을 수행하는 단말기가 존재하고 동일한 시간에 요청한 PoC 클라이언트들의 발언권 제어는 상대적 타임스탬프를 사용하여 제어한다.

본 논문에서 PoC 통신에 사용되는 단말기는 PoC 서버와 PoC 클라이언트로 구분되고, 사용하는 모든 PoC 클라이언트의 단말기들은 PoC 서버와의 직접 통신이 가능하고 음영지역 내의 단말기를 중계하는 라우터로서의 기능이 가능하다고 가정한다. 또한, 모든

PoC 클라이언트들은 주기적으로 자신의 위치 정보를 브로드캐스트 함으로써 PoC 서버는 모든 단말기 사용자의 ID와 위치 정보를 알 수 있다고 가정한다.

그림 3 은 1개의 PoC서버와 6개의 PoC 클라이언트 (단말기 1~6)들로 구성된 시스템으로 그림 3 의 (a)는 전체 단말기를 트리구조의 형상으로 구성하기 위하여 6개의 PoC 클라이언트들 중에 임의의 PoC 클라이언트인 단말기 1을 슈퍼노드로 지정한다. 슈퍼노드는 자신이 관리하는 6개의 단말기들의 지역 발언권제어를 수행하고, PoC 서버와의 연결 및 라우터의 기능을 수행한다. 모든 단말기가 PoC 서버와 직접 통신이 가능하지만 전체 단말기들을 트리 구조의 형상으로 만들어 분산 방식의 발언권 제어를 하기 위해 슈퍼노드를 이용하여 PoC 서버와 통신하는 것이다. 따라서 그림 3 의 (a)는 앞 절에서 설명한 트리기반의 발언권제어 프로토콜(TFC)과 동일하게 동작한다. 그러나 기존의 방법에서는 그림 3 의 (b)의 점선안에 존재하는 PoC 클라이언트들(단말기 3,4,5)과 같이 음영지역에 있게 되면 단말기 1 또는 슈퍼노드와 통신이 불가능하게 되어 발언권 요청 및 통신을 할 수 없었다.

본 논문에서는 그림 3 에서 단말기 1번과 같이 PoC 서버와 직접 통신하고 있는 단말기를 슈퍼노드라고 정의하고, (b)의 점선안과 같이 음영지역에 존재하는 PoC 클라이언트들을 PoC 서브클라이언트로, PoC 서브클라이언트들과 통신이 가능한 단말기 6번과 같은 PoC 클라이언트를 PoC 라우터로 정의하였다. 일부 PoC 클라이언트들이 음영지역에 빠지면 그림 3 의 (b)와 같이 동적트리 구조로 변경하여 PoC 라우터(단말기 6)를 통하여 음영지역에 있는 PoC 클라이언트들도 발언권을 얻어 통신이 가능하도록 하였다. 본 논문에서는 기존의 다른 알고리즘과 구분하기 위하여 제시하는 알고리즘을 동적트리기반 발언권제어(DTFC : Dynamic Tree-Based Floor Control)이라고 정의하였고 고 발언권제어 알고리즘을 다음에 기술하였다.

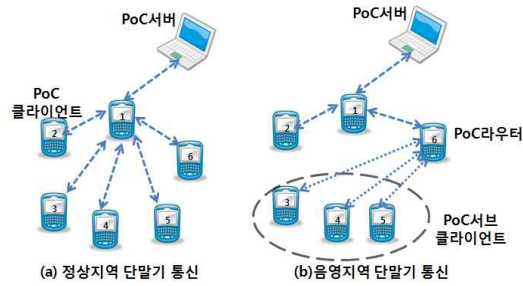


그림 3. 음영지역을 극복하는 동적 트리 기반의 분산 발언권제어 프로토콜
Fig. 3. DTFC based flow control protocol

제안하는 알고리즘은 다음과 같이 크게 네 부분으로 나눌 수 있다. 첫째는 서버에 등록을 하는 절차로 SIP 세션 설정 전에 음영지역에 있는 단말기(PoC 서브클라이언트)와 그 주변에서 그 단말기를 중계해주는 단말기(PoC 라우터), 그리고 음영지역에 있지 않은 단말기(PoC 클라이언트)의 정보를 등록하거나 갱신하는 과정이다. 둘째는 SIP 세션 설정 절차로 등록이 완료된 단말기가 특정 그룹에 참여를 원할 때 PoC 서버에게 참여를 요청하고 승인받아 세션을 설정하기까지의 과정이다. 셋째는 SIP 세션 설정이 완료된 후 중계 가능한 단말기를 통하여 PoC 서버에게 발언권을 요청하고 발언권을 승인받는 절차이고, 넷째는 발언권이 있는 단말기가 미디어 패킷을 전송하는 과정이다.

● 음영지역 단말기 탐지 및 PoC 서버 등록 절차

P1: 모든 클라이언트들이 주기적으로 자신의 위치 정보를 브로드캐스트 하고 PoC 서버 또는 자신과 연결된 슈퍼노드와 시스템이 정한 횟수 또는 타임아웃 시간 이상으로 통신이 되지 않으면 해당 클라이언트는 음영지역에 있다고 판단한다.

P2: 음영지역에 있다고 판단된 클라이언트는 자신의 위치 정보와 음영지역에 있다는 정보를 주변의 단말기에게 브로드캐스트 한다.

P3: P2의 정보를 수신한 단말기들은 PoC 서버 또는

자신과 연결된 슈퍼노드에게 알린다.

P4: PoC 서버는 P2의 정보를 중계한 단말기 중에서 임의의 단말기를 선택하여 PoC 라우터로 지정한다.

P5: PoC 서버는 P2의 정보를 이용하여 음영지역의 단말기를 PoC 서브클라이언트로 지정한다.

P6: PoC 서버는 위의 P4, P5의 정보들을 PoC 서버의 데이터베이스에 등록하고, 새롭게 지정된 PoC 라우터와 PoC 서브클라이언트의 정보를 모든 PoC 클라이언트에게 브로드캐스트한다.

● 음영지역 단말기 SIP 세션 설정 절차

S1: PoC 서브클라이언트는 PoC 통신을 시작하기 위해서 P4에서 등록된 PoC 라우터에게 원하는 그룹과의 통신을 위해 그룹 ID를 포함한 초청(INVITE) 메시지를 전송한다.

S2: PoC 라우터는 자신과 연결된 슈퍼노드를 통해 PoC 서버에게 INVITE 메시지를 중계하고, PoC 서버는 슈퍼노드를 통해 PoC 라우터로부터 수신한 PoC 서브클라이언트의 세션 참여 요청 메시지에 참여할 수 있다는 OK 메시지로 응답한다.

S3: PoC 라우터는 PoC 서브클라이언트에게 OK 메시지를 중계하고, 중계된 OK 메시지를 수신한 PoC 서브클라이언트는 SIP 세션의 설정이 완료되어 해당 그룹에 멤버로 참여할 수 있게 된다.

● 음영지역 단말기 발언권 제어 절차

F1: PoC 서브클라이언트는 PoC 라우터에게 서브발언권 요청(Sub Floor Request) 메시지를 전송한다.

F2: PoC 라우터는 F1 메시지를 중계하기 위하여 PoC 서버에게 발언권 요청 메시지(Floor Request)를 전송한다.

F3: PoC 서버는 PoC 라우터에게 발언권 승인(Floor Granted) 메시지를 전송하고, 다른 PoC 클라이언트에게는 발언권 점유(Floor Taken) 메시지를 전송한다.

F4: 발언권 승인(Floor Granted) 메시지를 수신한

PoC 라우터는 발언권을 요청한 PoC 서브클라이언트에게 서브발언권 승인(Sub Floor Granted) 메시지를 전송하고, 자신에 속한 다른 음영지역의 단말기에는 서브발언권 점유(Sub Floor Taken) 메시지를 전송한다.

● 음영지역 단말기의 미디어 패킷 전송 절차

T1: 서브발언권 승인(Sub Floor Granted) 메시지를 수신한 PoC 서브클라이언트는 미디어 패킷(media packet)을 PoC 라우터에게 전송한다.

T2: PoC 라우터는 음영지역에 있는 다른 단말기에게 음성데이터를 전송하고, 슈퍼노드를 통해 PoC 서버에게도 미디어 패킷을 전송한다.

T3: PoC 서버는 미디어 패킷을 그룹의 다른 PoC 클라이언트에게 전송한다.

IV. 프로토콜의 비교 평가

그 동안 대부분의 PoC 관련 연구들은 주로 호 설정 시간(call setup time)과 음성 패킷의 전송 지연과 관련된 분야에 집중되어 있었다[11,12]. 이러한 연구들은 발언권 제어 프로토콜(Talk Burst Control Protocol) 메커니즘의 성능을 고려하지 않았으며, 수많은 발언권 제어와 관련된 질문들에 답을 주지 못했다. 앞에서 소개했던 분산방식의 발언권 제어 프로토콜에서 소개된 메쉬네트워크에 기반을 둔 Flooding 기반(FFC)[11]이나 트리 기반(TFC)[9]을 갖는 발언권 제어 알고리즘 등이 제안되기는 했다. 그러나 이러한 연구도 마찬가지로 발언권 제어 메커니즘의 구체적인 설계 보다는 네트워크 구조에 따른 상위노드와 하위노드가 주고받는 메시지에 관련된 성능평가에 대한 이론적 구조만을 제시하였다. 또한, OMA PoC의 표준을 고려하지 않은 제안이었기 때문에 실제 단말기로 구현하여 서비스를 하기 위해서는 실제 서비스 시스템 구조의 많

은 부분들을 새롭게 만들거나 완전히 변경해야 하는 등에 많은 여러 가지 문제점들을 가지고 있다.

기존에 제안된 FFC나 TFC가 공정한 발언권 제어나 발언권 대역폭 감소에 목적을 두고 있다면 본 논문에서 제안한 DTFC는 모든 단말기의 발언권 제어를 목적으로 하고 있다. FFC, TFC와 DTFC의 특징을 표 1에서 비교하여 요약하였다.

표 1. 분산발언권 제어 프로토콜 비교
Table 1. Comparison of flow control protocols

	FFC	TFC	DTFC
목적	공정한 발언권 문제해결	발언권 소유자들 간의 대역폭 감소	모든 단말기의 발언권 제어
네트워크 구조	메쉬구조	트리 기반 계층적 구조	트리 기반 계층적 구조
통신방식	분산방식	분산방식	중앙집중방식 + 분산방식
구성요소	PoC 서버 슈퍼노드 일반노드	PoC 서버 슈퍼노드 일반노드	PoC 서버 슈퍼노드 PoC 클라이언트 PoC 라우터 PoC 서버클라이언트
음성 패킷 전송방식	그룹멤버에게 개별전송	슈퍼노드에게 전송	PoC 라우터에게 전송
그룹 정보 유지 방안	메쉬라우터간의 정보공유	슈퍼노드	PoC 서버의 데이터베이스
OMA PoC 표준 준수	준수하지 않음	준수하지 않음	준수함
실제 음영지역 극복여부	안됨	안됨	해결됨
중계노드 로드밸런싱	고려됨	고려됨	고려 안됨

V. 결론

본 논문에서는 사용자의 단말기가 중계기능을 가질 때 동적으로 트리를 재구성하여 음영지역에 빠져 통신이 불가능한 단말기들이 발언권을 가질 수 있게 하고 통신을 가능하게 하는 기법을 제시하였다. 기존 기법에서는 음영지역에 있는 단말기들이 통신을 할 수 있는 방법이 제시되지 않았기 때문에 실제 상황에 적용할 때 이동하고 있는 단말기가 음영지역으로 진입하게 되면 통신이 불가능해져 시스템 운영에 심각한 문제를 야기한다.

본 논문에서 제시한 기법에서는 트리 기반 발언권 제어 알고리즘을 수정하고 멀티홉 릴레이 기술을 기반으로 PoC 단말기가 라우터의 역할을 수행하게 하였다. PoC 라우터의 중계를 통해 음영지역 내의 PoC 단말기들이 정상적으로 발언권을 획득하여 통신이 가능하도록 개선하였다. 이동 통신 환경에서의 능동적인 음영지역 커버를 위해 기존의 트리기반 알고리즘을 개선하여 동적으로 음영지역에 대한 PoC 서버 클라이언트 구성 및 적합한 PoC 라우터 선정 방법을 제시하였다. 또한 일반 PoC 단말기들을 이동형 중계기로 사용하도록 하여 음영지역을 해결하기 위해 기지국을 새롭게 건설하거나 추가적인 고정형 중계기를 설치하지 않아도 되므로 많은 비용 절감이 가능하고 능동적인 네트워크 확장이 가능하다는 장점이 있다.

참고문헌

- [1] KT powertel, "Nationwide radio communication TRS", <http://www.ktp.co.kr>, 2010.
- [2] Nam-cheol Yoo, "Concepts and trends of Disital TRS(D-TRS:Digital Trunked Radio System)", Electronics Information Center(<http://www.eic.re.kr>), KETI, 2006.1.
- [3] Lee Young Wan, "Technology and status of TRS system", *Information and Communications Magazine*, KICS, Vol. 23,

No. 2, pp.91~101, 2006.2.

[4] Nokia, "Push to Talk over Cellular Real-time always-on voice service", White Paper, 2003.

[5] Open Mobile Alliance, "Push-to-talk over cellular (PoC) release 1.0", 2005.

[6] J.Rosenberg et al., "SIP: Session Initiation Protocol", IETF RFC 3261, Jun. 2002.

[7] H. Schulzrinne et al., "RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications", IETF RFC 3550, Jul. 2003.

[8] Yonghyuck Kim, Younghan Kim, Namhi Kang, "Multimedia Pussh-to-Talk Service over Wireless Mesh Networks", IEEE International Conference on Sensor Networks, 2010.

[9] Jiun-Ren Lin, Ai-Chun Pang, Young-Chi Wang, "iPTT: peer-to-peer push-to-talk for VoIP", Wireless Commun.Mob. Computing 1331-1343, Aug. 2008.

[10] J.Rosenberg, "The Extensible Markup Language(XML) Configuration Access Protocol(XCAP)", IETF RFC 4825, May. 2007.

[11] Hai Jiang, Albert K. Wong, Vincent W. Luk, Xiyu Duan, Jun Li, "Enhanced Floor Control Protocol for PoC Application in Data Packet Voice Communication", Computers and Communications(ISCC'10) IEEE Symposium, Jun. 2010.

[12] Hee-Kuk Kang, "A Study on the Design of Floor Control Protocol to Overcome Radio Shadow Area based on PoC", 2010.

저자소개



윤남식(Nam-Sik Yun)

1999년 선문대학교 컴퓨터정보학부
2008년 선문대학교 전자계산학과
이학석사

2008년~현재 선문대학교 컴퓨터정보학과 박사과정
※ 관심분야: 센서 네트워크, 임베디드 시스템



박윤용(Yoon-Young Park)

1985년 서울대학교 계산통계학과
이학석사
1994년 서울대학교 계산통계학과
이학박사

1985년~1993년 한국전자통신연구원 재직
1995년~1996년 한국전자통신연구원 초빙연구원
1993년~현재 선문대학교 컴퓨터공학부 교수
※ 관심분야: 센서네트워크, 임베디드 시스템, 유비쿼터스 컴퓨팅



이경오(Kyung-Oh Lee)

1989년 서울대학교 계산통계학과
1994년 서울대학교 전산과학과
이학석사
1998년 서울대학교 이학박사

1989년~1995년 세일중공업 근무
1999년 ~ 현재 선문대학교 컴퓨터공학부 교수
※ 관심분야: 데이터베이스, 그룹웨어, 멀티미디어, 센서네트워크



강희국(Hee-Kuk Kang)

1996년 선문대학교 전자계산학과
1999년 선문대학교 전자계산학과 석사
2011년 선문대학교 컴퓨터정보학 박사

1999년~2004년 (주)줄라이네트 부설연구소 팀장
2004년~2011년 선문대학교 IT교육원 강의전담교수
2011년~2012년 대구경북과학기술원
로봇시스템연구부 선임연구원
※ 관심분야: 건설IT, 빅데이터, ROS



조상엽(Sang Yeop Cho)

1988년 중앙대학교 전자계산학과
(이학석사)
1993년 중앙대학교 전자계산학과
(공학박사)

1995년 ~ 현재 청운대학교 인터넷학과 교수
※ 관심분야: 인공지능, 퍼지이론, 페트리넷 응용