

# 고정 무선네트워크 공간 내에서의 무선노드 이동시 데이터 전송률

이철\* · 이정석\*\*

Data transfer Rate of the Wireless Node Moving in the Static Wireless Network Space

Cheol Lee\* · Jung-Suk Lee\*\*

요 약

본 논문은 LEACH-Mobile를 사용하여 병원에서 환자들의 위치와 센서 데이터의 지속적인 수집을 시뮬레이션 하고자 한다. LEACH-Mobile(: Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy)은 기존의 LEACH프로토콜에서 mobile노드를 추가하여 이동성을 향상시킨 프로토콜이다. LEACH-Mobile은 LEACH에서 이동성이 개선되었지만, 기존 LEACH보다 소모되는 에너지의 양이 더 많다. 여기서 LEACH-Mobile을 사용하는 이유는 병원의 모니터링시스템은 대체적으로 CCTV나 간호사들의 주기적인 확인으로 이루어진다. 하지만 대부분의 병원은 환자수에 비해 간호사의 수가 적다. 그렇기에 간호사가 보지 못한 사이에, CCTV의 사각에서 일어나는 사고에 환자가 다칠 가능성이 있다. 그래서 위치와 센서 데이터를 5개의 상황으로 지속적으로 수집하는 시뮬레이션을 하였고, 그 결과는 병원에서의 환자들의 동선 관리를 보다 효율적으로 하였다.

ABSTRACT

In this paper, we efficiently simulated for collecting the data from the fixed sensor and mobile sensor of patients using the LEACH-Mobile method. The LEACH-Mobile method is the protocol to increase the mobility by adding the mobile node to the existed LEACH(Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy) protocol. It improves the mobility of The LEACH-Mobile in the LEACH, however it consumes more energy than the existed LEACH. There is reason why we use the LEACH-Mobile that the monitoring system is generally done by the CCTV and an periodic checkup by nurses. However the number of nurse is a few in the most of hospital. It can happen the accidents of the patients in out of the CCTV when the nurse can not see the monitoring system in the hospital. Therefore it is simulated to continuously gather the data of the position and sensors in the five situation of moving the patients in the hospital, it gets the result that the management of the mobile patients is more efficient.

키워드

LEACH, LEACH-Mobile, Mobile Node, Monitoring, Hospital  
저에너지 적응 클러스터링 계층, LEACH 모바일, 모바일 노드, 모니터링, 병원

1. 서 론

최근 무선센서 네트워크 기술이 발달함에 따라 무

선 센서 네트워크 기술을 센서의 고정과 이동에 따라  
서 적용할 수 있다. 무선 센서 네트워크는 크게 2개의  
방식이 있다. 센서가 고정된 상태에서 데이터를 송수

\* 인하공업전문대학 메카트로닉스학과(clee@inhatc.ac.kr) · Received : Aug. 29, 2016, Revised : Oct. 13, 2016, Accepted : Oct. 24, 2016  
\*\* 교신저자 : 인하공업전문대학 메카트로닉스학과 · Corresponding Author : Jung Suk Lee  
· 접수일 : 2016. 08. 29 Dept, Mechatronics, Inha Technical College  
· 수정완료일 : 2016. 10. 13 E-mail : ungbollee@inhatc.ac.kr  
· 게재확정일 : 2016. 10. 24

신하는 방식(예 컴퓨터, 세탁기)과 센서가 이동하면서 데이터를 송수신하는 방식(예 노트북, 스마트폰)이다 [1]. 고정된 상태에서 데이터를 송수신하는 방식의 대표적인 프로토콜은 LEACH(: Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy)프로토콜이다. LEACH프로토콜은 클러스터링방식을 사용하여 기존의 다른 라우팅 프로토콜보다 에너지효율이 좋다[2]. 하지만, 고정된 상태에서 데이터를 송수신하는 방식이기 때문에 노드의 이동에 관해서는 큰 효율을 가지지를 못한다. 여기에 센서 노드의 이동성을 고려하여 제안된 방식이 LEACH-Mobile이다[3]. LEACH-Mobile 프로토콜은 LEACH에서 이동성을 갖는 노드를 고려하여 기존 LEACH에 이동성을 추가하였다. LEACH-Mobile은 기존의 LEACH보다 에너지소모가 심하지만, 이동하면서 데이터를 송신할 수 있는 장점이 있다. 또한 LEACH-Mobile은 클러스터헤드가 TDMA스케줄에 따라 멤버 노드의 데이터 수신을 기다리는 단점을 갖는다. 본 논문에서는 병원에서의 모니터링을 다룬다. 대부분의 병원에서 환자를 지속적으로 모니터링 하는 방법으로는 간호사가 수시로 드나들거나, CCTV를 통한 모니터링이 있다. 병원에서는 환자의 지속적인 모니터링과 신체에 문제가 생겼을 시 바로 조치를 취해야 한다. 하지만 대부분의 병원은 환자수에 비해서 간호사의 수가 적은 경우가 많다. 그렇기에 환자에 대한 조치가 늦는 경우가 발생할 수도 있다. 본 논문에서는 LEACH-Mobile을 사용하여, 병원에서의 환자의 위치와 환자에게 부착된 센서의 데이터를 지속적으로 수집하는 시뮬레이션을 해볼 것이다.

## II. 본 론

### 2.1 LEACH-Mobile

LEACH 프로토콜이 계층적 클러스터 알고리즘으로서 좋은 에너지 효율성과 동적 자기 구성이라는 장점을 갖는다. 하지만, 일반적인 이동성 중심 환경에서의 데이터 전송 성공률 면에 대해서는 이득을 갖지 못한다. [4]와[5]의 참고논문에서 LEACH의 장단점을 참고하였다. 이러한 이동성 중심 환경에서의 이득을 가지기 위한 프로토콜이 LEACH-Mobile프로토콜이다. LEACH-Mobile 프로토콜은 기존의 노드에서 이

동성을 가진 모바일노드를 추가한 것으로 기존의 LEACH에 이동성을 추가시켰다. 또한 LEACH 프로토콜은 클러스터헤드가 TDMA 스케줄에 의해서 데이터 수신을 기다리는데, LEACH-Mobile은 반대로 클러스터 헤드는 데이터를 수신하기 위해서 모든 노드에게 TDMA슬롯을 배정하고 각 시간마다 송신 요청 메시지를 송신한다. 이러한 송신 요청 메시지를 받은 노드는 데이터를 송신하고, 클러스터헤드는 프레임이 끝날 시 데이터를 송신 못한 노드를 체크를 해준다. 다음 프레임 때에도 해당 노드에 게서 데이터를 송신 받지 못하면 해당 노드는TDMA에서 제외를 시키고 해당 타임 슬롯은 새로 들어오게 될 노드에게 배정이 된다. 이러한 방식은 클러스터헤드의 송신 요청에 응답하지 않는 노드는 해당 클러스터의 밖으로 나간 것으로 판단을 내리는 것이다. 이때 벗어난 모바일노드는 현재 자신이 위치한 클러스터에 소속되기 위하여 클러스터헤드로 참가메시지를 송신한다. 이러한 참가메시지를 수신한 클러스터헤드는 노드의 멤버리스트와 TDMA 스케줄을 재설정하고 참가메시지를 송신한 모바일노드를 포함한 모든 노드에 TDMA 스케줄을 송신한다.

### 2.2 TDMA

LEACH-Mobile은 기존의 LEACH 프로토콜에서 Mobile node를 추가하여 이동성을 개선한 프로토콜이다. 해당 프로토콜은 클러스터헤드가 TDMA의 타임 슬롯에 따라서 데이터를 수집한 센서에게 데이터를 보내라는 신호를 보낸 후에야 해당 노드에서 클러스터헤드에게 데이터를 보내준다. 사용하는 TDMA는 그림1과 같다.

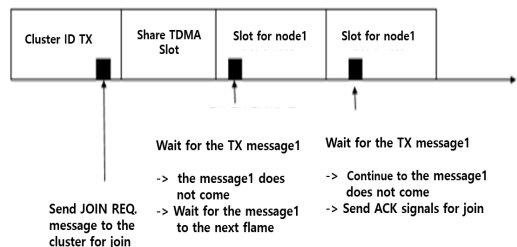


그림 1. TDMA 구조  
Fig. 1 TDMA system

우선 클러스터헤드는 클러스터id를 방송하여 주위의 노드에게 TDMA 슬롯을 할당해준다. 그후 TDMA슬롯을 할당하기 전에 다른 클러스터에서 넘어온 노드가 송신한 JOIN\_REQ메시지를 수신하면 클러스터헤드는 추가로 TDMA슬롯을 할당해준다. 그후 분할된 순서대로 TDMA를 진행한다. 하지만 위에서 말했듯이 클러스터헤드가 TDMA의 타임 슬롯에 따라서 해당 노드에 데이터를 송신해달라는 메시지를 송신해야 한다. 하지만 클러스터헤드로부터 아무런 신호가 오지 않을 경우가 있다. 이런 경우에는 해당 노드는 다음 프레임까지 송신을 기다린다. 그러나 계속해서 클러스터헤드로부터 아무런 메시지가 오지 않을 경우, 노드가 클러스터헤드에게 참가하겠다는 ACK 메시지를 송신하여 TDMA슬롯을 다시 할당 받는다.

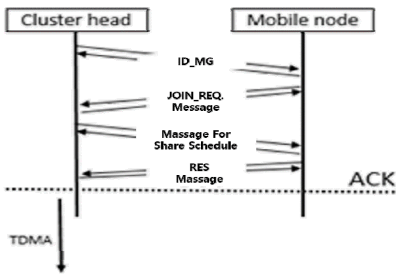


그림 2. CH와 Mobile node간의 통신  
Fig. 2 Communication between CH and node

그림3은 클러스터헤드의 알고리즘이다. 클러스터헤드가 주위에 ID\_MG방송을 하여 주위의 노드들에게 TDMA할당한다. 이때 JOIN\_ACK메시지를 수신했다면 JOIN\_ACK메시지를 송신한 노드도 포함하여 TDMA를 할당한다. 그후 노드로부터 데이터가 클러스터헤드로 제대로 송신이 되었다면 '전송 성공' 처리가 되지만 노드로부터 데이터가 송신되지 않았다면 해당 노드는 체크를 하여 표시 후에 다음 프레임 때마다 데이터를 송신해달라는 신호를 보낸다. 이때 노드로부터 데이터가 송신되었다면 '전송 성공'처리가 되지만 이때도 데이터가 클러스터헤드로 오지 않았다면 해당 노드는 TDMA슬롯에서 제외를 한다.

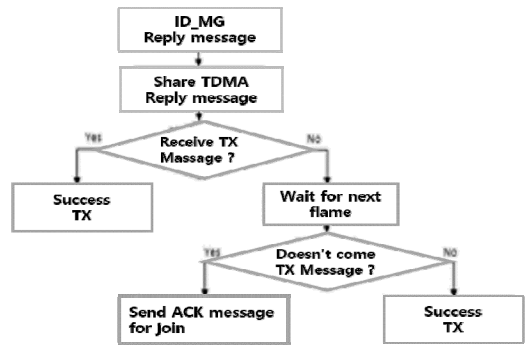


그림 4. 모바일 노드 알고리즘  
Fig. 4 Mobile node algorithm

### III. 제안 알고리즘

#### 3.1 전체 알고리즘

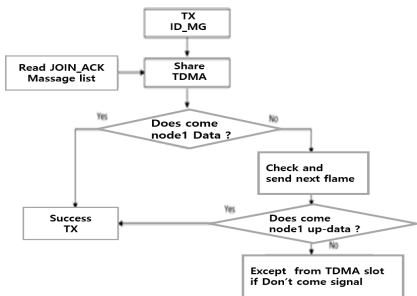


그림 3. CH 알고리즘  
Fig. 3 CH algorithm

그림4는 모바일 노드의 알고리즘이다. 모바일 노드는 클러스터헤드로부터 ID\_MG를 받으면 해당 클러스터헤드의 클러스터로 소속이 된다. 그후 클러스터헤드로부터 TDMA를 할당 받아 TDMA에 따라 클러스터헤드로부터 신호가 올 때까지 대기한다. 클러스터헤드로부터 온 신호를 수신했으면 데이터를 송신하여 '전송 성공'처리가 되지만 계속해서 오지 않는다면 다음 프레임까지 대기한다. 그러나 다음 프레임 때까지 클러스터헤드로부터 신호가 송신되지 않는다면 해당 노드는 클러스터헤드에게 ACK메시지를 송신하여 다시 TDMA를 할당 받아야 한다. 반대로 다음 프레임에서 클러스터헤드로부터 신호가 도착하여 데이터를 보내면 '전송 성공'처리가 된다.

#### IV. 실험환경 및 실험결과

시뮬레이션을 위하여 센서 필드는 병동으로 가정하였으며, 환자들은 계속 움직이기에, LEACH-Mobile을 사용하여 모바일 노드로써 환자를 나타내고 있다. 조건은 표 1과 같이 정의하였다. 그림5에서 A, B, C, D는 각 병동을 의미한다. 클러스터헤드는 각 병동의 중앙에 고정되어 있다.

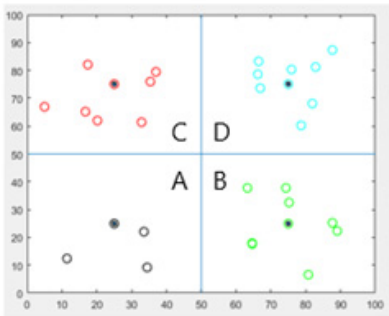


그림 5. 일반 병동의 센서 필드  
Fig. 5 A General ward of sensor field

각 라운드별 환경상황을 정리하면 다음과 같다.

1. 병동의 초기 상황(0 Round)
2. 클러스터헤드는 멤버 노드들로부터 데이터를 수신하여 기지국으로 전송한다.
3. 3라운드마다 초기 상황 현재 보이는 그림이 초기상황이다.
4. 5라운드마다 노드들이 다른 병동으로 이동.
5. 6라운드마다 입원과 퇴원을 가정하여 새로운 노드가 추가되거나 빠져나간다.
6. 최대 5개의 노드가 나가고 들어온다.

표 1. 센서 필드 조건  
Table. 1 Condition of sensor field

B.S location	50x150
size	100x100
Transmission data amount	2000
Initial node	26
Black notes	3EA
Green nodes	8EA
Red nodes	7EA
Sky Blue Notes	8EA

#### 4.1 각 병실로 환자만 이동하는 경우

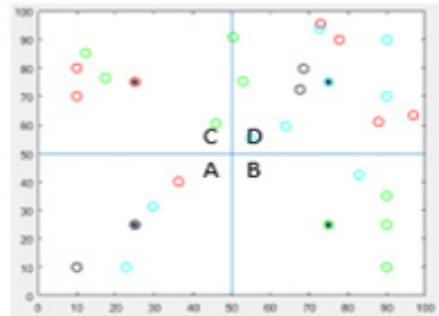


그림 6. 환자가 각 병실로 이동한 경우  
Fig. 6 Patients moving to each ward

병원의 초기 상황과 그 상태에서 환자들이 이동한 경우이다. 노드마다 송신 데이터의 양은 2000이며, A, B, C, D 병동의 환자들이 각각 4, 4, 5, 13명으로 표2를 보아 모두 전송 실패 없이 데이터를 송신한 것을 확인했다.

표 2. 각병실의 송수신 데이터 조건  
Table. 2 Transfer/Receiver Data condition of each Ward

CH	Number of nodes	The data sent to the CH	A B.S receives data
A	4	8000	8000
B	4	8000	8000
C	5	10000	10000
D	13	26000	26000
SUM	26	52000	52000

#### 4.2 새로운 환자가 입원하는 경우

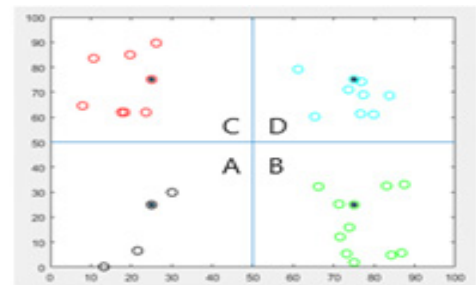


그림 7. 새로운 환자가 입원한 경우의 센서필드  
Fig. 7 Sensor field of new patient hospitalization

병원의 초기 상황과 환자가 입원한 상황을 비교해 보면 2명이 늘어나 28명이 된 것을 확인 하였다. 초기 상황은. 3, 8, 7, 8명으로 26명 지금은 3, 10, 7, 8로 B병동인원이 2명이 늘어난 것을 볼 수 있다. 데이터도 2명이 늘어나 52000에서 56000이 전송된 것을 확인하였다.

표 3. 새로운 환자 입원시 센서 조건

Table. 3 Sensor condition of new patient hospitalization

CH	Number of nodes	The data sent to the CH	A B.S receives data
A	3	6000	6000
B	10	20000	20000
C	7	14000	14000
D	8	16000	16000
SUM	28	56000	56000

### 4.3 새로운 환자가 입원하고 이동하는 경우

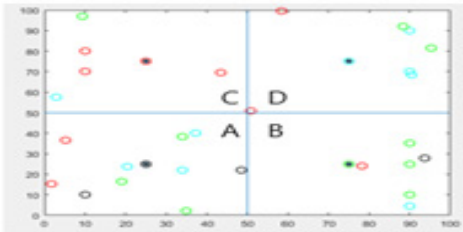


그림 8. 새로운 환자가 입원후 이동 센서

Fig. 8 Moving sensor after new patient hospitalization

병원의 초기 상황과 환자가 입원한 상태에서 이동한 상황이다. 송신된 데이터의 양도 초기상황보다 2명이 늘어난 만큼 증가하여 56000인 것을 확인하여, 이동을 하였어도 데이터가 송신된 것을 확인했다.

표 4. 새로운 환자가 입원후 이동시 센서조건

Table. 4 Sensor Condition of Patient's move after Hospitalization

CH	Number of nodes	The data sent to the CH	A B.S receives data
A	10	20000	20000
B	6	12000	12000
C	5	10000	10000
D	7	14000	14000
SUM	28	56000	56000

### 4.4 환자가 퇴원하는 경우

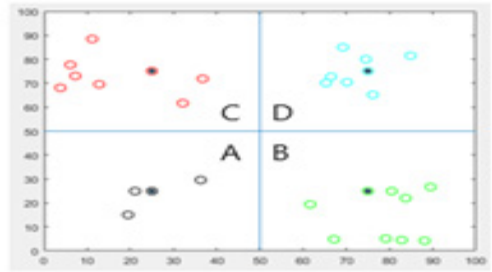


그림 9. 환자 퇴원시 센서 필드

Fig. 9 Sensor field of patient to leave hospitalization

환자가 입원한 상황과 퇴원한 상황이다. 환자수가 28명에서 25명이 되었고, 3, 10, 7, 8에서 3, 8, 7, 7명으로 B병동에서2명 D병동에서 1명이 퇴원한 것을 확인했다. 송신된 데이터의 양도 56000에서 50000으로 줄어든 것을 확인하여 모두 송신된 것을 확인했다.

표 5. 환자 퇴원시 센서 조건

Table. 5 Sensor condition of patient to leave hospitalization

CH	Number of nodes	The data sent to the CH	A B.S receives data
A	3	6000	6000
B	8	16000	16000
C	7	14000	14000
D	7	14000	14000
SUM	25	50000	50000

### 4.5 환자가 퇴원하고 이동하는 경우

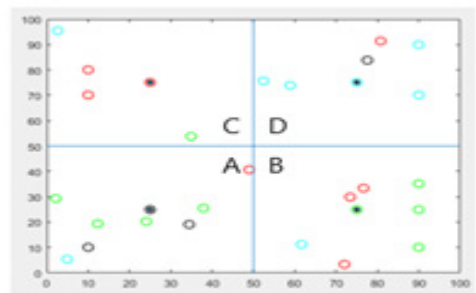


그림 10. 환자 퇴원후 이동 센서

Fig. 10 Moving sensor after patient to leave hospitalization

환자가 입원한 상황과 환자가 퇴원하고 이동한 상황이다. 송신된 데이터의 양도 환자수와 맞는 50000인 것을 확인하여, 이동을 하였어도 데이터가 송신된 것을 확인했다.

표 6. 환자 퇴원후 이동 센서 조건

Table. 6 Moving sensor condition after patient to leave hospitalization

CH	Number of nodes	The data sent to the CH	A B.S receives data
A	8	16000	16000
B	7	14000	14000
C	4	8000	8000
D	6	12000	12000
SUM	25	50000	50000

그림 11은 라운드마다 B.S로 전송된 총 데이터의 양의 그래프이다. 이는 500라운드까지 그래프로 그렸으며, 이 그래프로 입원한 환자의 수만큼 기지국으로 전송되는 데이터의 양이 달라지는 것을 확인하였다. 42라운드 때 보내진 데이터의 양이 82000으로 제일 많은 것으로 보아 이때 입원한 환자가 제일 많은 경우이며, 228라운드 때 44000으로 가장 낮은 것으로 보아 이때 입원한 환자가 제일 적은 것을 확인하였다. 중간에 평평한 그래프가 보이는 것은 6라운드마다 입원한 환자의 인원이 변동을 하게 하였기 때문에 6라운드마다 그래프의 높낮이가 달라지며, 그사이엔 평평한 그래프가 나타난다.

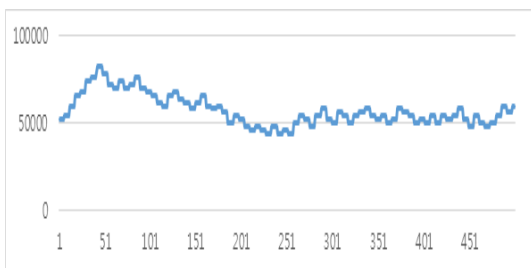


그림 11. 전송된 총 데이터  
Fig. 11 The transferred total Data

## V. 결론

시뮬레이션으로 초기 상황과 환자가 입원한 상황으로 5개의 상황을 비교해보았다. 클러스터내의 노드 수만큼 데이터가 전부 클러스터헤드로 송신이 되고 기지국으로 송신하는 것을 확인하였고, 노드가 이동하여 다른 클러스터로 갔어도 해당 클러스터에서 노드 수만큼 클러스터헤드로 데이터를 전송한 것을 확인하였으며, 기지국으로 전송이 된 것을 확인하였다. 이렇게 모든 노드가 이동을 한 경우에도 데이터가 전송되는 것을 확인하였으며, 노드를 부착한 환자가 이동하는 것을 확인하였다.

## References

- [1] Kumar, G. Santhosh, Vinu Paul, and K. Poulose Jacob. "Mobility metric based leach-mobile protocol." *Advanced Computing and Communications*, 2008. ADCOM 2008. 16th International Conference on. IEEE, 2008. Madras Institute of Technology, Chennai, India.
- [2] Heinzelman, Wendi Rabiner, Anantha Chandrakasan, and Hari Balakrishnan. "Energy-efficient communication protocol for wireless microsensor networks," *System sciences*, 2000. *Proceedings of the 33rd annual Hawaii international conference on. IEEE*, 2000.
- [3] D. Kim and Y. Chung. "Self-organization routing protocol supporting mobile nodes for wireless sensor network." *Computer and Computational Sciences*, 2006. IMSCCS'06. First International Multi-Symposiums on. vol. 2. IEEE, 2006.
- [4] Hani, Raed M. Bani, and Abdalraheem A. Ijeh. "A survey on leach-based energy aware protocols for wireless sensor networks." *Journal of Communications*, vol. 8, no.3 2013, pp.192-206.
- [5] S. Park, W. LEE, and J. Lee, "Hierarchical WSN Dual-hop Routing Protocol for Improvement of Energy Consumption", *the International Journal of Advanced Smart Convergence*, vol. 5 no. 2 2016, pp.24-37.
- [6] H. Ma, C. Jia, and S. Liu. Multisource image fusion based on wavelet transform, *International Journal of Information Technology*, (2005), vol. 11,

pp. 81 - 91.

- [7] C. Lee and D. Kim, "Adaptive Noise Reduction of Speech Using Wavelet Transform," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 4, no. 3, 2009, pp. 190-196.
- [8] J. Lee, "A Study for Sales and Demand Forecasting Model Using Wavelet Neural Networks," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 9, no. 1, 2014, pp. 131-1366.

### 저자 소개



#### **이철(Cheol Lee)**

1989년 광운대학교 전자공학과  
1991년 광운대학교 대학원 전자  
공학과 (공학석사)  
2014년 광운대학교 대학원 제어  
계측공학과 (공학박사)

현재 인하공업전문대학 메카트로닉스과 교수.

※ 관심분야 디지털 통신, 영상처리, 센서제어, 네트워크통신



#### **이정석(Jung-suk, Lee)**

1990년 광운대학교 전기공학과  
졸업(공학석사)  
2001년 광운대학교 제어계측공학  
과 졸업(공학박사)  
1990년~1997년 국방과학연구소  
선임연구원

2002년~현재 인하공업전문대학 메카트로닉스과 교수.

※ 관심분야 제어계측, 자동화 설비, 회전체 진동

