

---

# 사물인터넷환경에서 조합론을 이용한 무선센서 네트워크 스케줄링 기법에 대한 연구

송특섭

목원대학교 융합컴퓨터미디어학부

## A Study of Scheduling Method for Wireless Sensor Network using the Combinatorial Theory under IoT Environment

Teuk Seob Song

Div. Convergence Computer and Media, Mokwon University

E-mail : teukseob@mokwon.ac.kr

### 요 약

모든 사물을 인터넷과 연결하기 위한 사물인터넷환경이 새로운 산업분야로 자리 잡고 있다. 사물인터넷에서 기기간 통신을 하기 위해서 무선센서가 중요한 역할을 하고 있다. 무선센서의 경우 초소형의 디바이스로 구성되고 있어 배터리의 성능을 향상시키기 위한 많은 연구를 하고 있다. 본 연구에서는 조합론의 블록디자인 방법을 주기를 갖는 무선 센서네트워크의 스케줄링 방법에 적용하기 위한 방법을 연구한다.

### ABSTRACT

Recently, IoT is a hot issue in the IT research and industry area. Wireless Sensor plays a key roll in the in the IoT. Usually the device of the wireless sensor has tinyOS and small battery power. Hence there are a lot of previous research that want to extend the life time. In this paper, we will introduce the scheduling method based on the combinatorial theory.

### 키워드

무선센서네트워크, 스케줄링, 조합론, 블록디자인

### 1. 서 론

IoT(Internet of Things)가 IT분야에서 새로운 연구분야로 자리 잡고 있으며, 최근들어 IoT를 적용한 다양한 제품이 상용화 되고 있다. IoT를 상용화 제품화 하기 위해서는 무선센서네트워크(Wireless Sensor Networks)의 기술이 필수적이다. 무선센서는 국방, 의료, 재난, 기후등 광범위하게 사용되는 기술로 대부분 소형의 기기를 갖

고 있기 때문에 제한된 배터리에 의해 동작하게 된다. 무선센서의 성능은 탑재된 배터리의 성능에 따라 센서의 수명이 좌우된다[1]. 무선센서에 탑재된 제한된 용량의 배터리를 사용하여 센서의 수명을 연장하기 위한 다양한 연구가 진행되었다. 이중 스케줄링 기법은 무선센서가 효과적으로 주변의 다른 센서들과 통신할 수 있는 방법을 제안하고 개발하는 것으로 센서의 수명을 연장하는데 중요한 기술이다. 무선센서에 적용되는 스케줄링 기법은 MAC프로토콜과 같이 다양한 스케줄링에 적용되는등 무선센서네트워크의 스케줄링 기법은 다양한 분야에 이용되는 기술이다[1-4].

---

이 논문은 2014년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임 (2014-017928).



그림 1. 사물 인터넷 개념 [5].

본 연구에서는 조합론의 블록디자인 이론을 적용한 WSNs의 NDP(Neighbor Discovery Protocol) 기법에 대해 연구한다.

### II. 관련 연구

NDP에서 무선센서 네트워크의 스케줄링 기법은 오래동안 연구되었으며, 많은 연구들이 진행되었다. 대표적인 연구로 서로 다른 두 개의 소수를 선택하여 소수의 배수에서 액티브 하는 방법을 사용하였다. 이와 비슷하게 [1-3]에서는 하나의 스케줄에 하나의 소수를 선택하는 방법을 적용하였다. 조합론의 이론을 적용한 [1]의 경우 블록디자인이론을 적용하여 스케줄링 방법을 제안하였으며

### III. 조합론의 블록디자인을 이용한 스케줄링 방법

조합론의 블록디자인 이론에서 블록과 BIBD(Balanced Incomplete Block Design)을 다음과 같이 정의하고 있다. 디자인은 순서쌍  $(X, A)$  이 다음 두 개의 성질을 만족하는 경우이다. 1.  $X$ 는 원소(포인트라 부름)들의 집합이고, 2.  $A$ 는  $X$ 의 공집합이 아닌 부분집합의 모임 (블록이라 부름)이다. 한편 BIBD의 정의는  $v, k, \lambda$ 가 양의 정수이고  $v > k \geq 2$ 을 만족한다고 하자. 이때 디자인  $(X, A)$ 가 다음 세가지 조건을 만족하는 경우  $(v, k, \lambda)$ -BIBD라 한다. 1.  $|X| = v$ , 2. 모든 블록은  $k$ 개의 원소를 포함한다. 3. 임의의 서로 다른 포인트들의 순서쌍은  $\lambda$ 의 블록에 포함되어야 한다[ ].

블록디자인에서 집합  $X$ 를 0보다 큰 정수 집합으로 하는 경우 블록들은 센서의 스케줄에서 액티브 스랏 인덱스로 하는 경우 센서네트워크의 스케줄이 생성된다. 예를 들면  $X = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$  이고  $A = \{124, 235, 346, 457, 156, 267, 137\}$  이면  $(X, A)$ 는  $(7, 3, 1)$ -BIBD이다. 다음 그림은 무선센서네트워크에서 센서가 슬랏인덱스 1, 2, 4에서 활동 모드(wakeup mode)이고 0, 3, 5, 6에서는 대기모드(sleep mode)를 나타낸 것이다.

slot index	0	1	2	3	4	5	6
Mode							

그림 2. WSN 스케줄링

블록디자인의 정의에서 블록간의 관계를 나타내고 있지 않다. 블록디자인 기반의 스케줄링 기법의 경우 공통액티브 스랏을 보장되어야 한다. 그러나 블록디자인의 정의에서 1번 성질은 전체 집합의 크기 센서네트워크의 경우 주기의 길이를 나타낸다. 2번의 경우 블록이 포함하는 원소의 개수를 말한다. 즉 센서가 한 주기에서 액티브하는 개수를 의미한다. 3번의 경우 서로 다른 액티브스랏을 포함하는 스케줄의 개수를 의미한다. 즉 NDP스케줄에서 필요한 공통액티브 스랏보장을 말하지 않고 있다.

본 연구에서 블록디자인 기반으로 센서네트워크의 스케줄을 생성하는 경우 공통액티브 스랏을 보장하기 위한 방법을 알아본다.

### IV. 결 론

NDP에서 새로운 스케줄을 개발하고 연구하는 것은 제한된 배터리를 갖고 있는 무선센서네트워크 기기의 수명을 연장하는데 중용한 요소 기술이다. 본 연구에서는 이미 우수성이 알려진 조합론의 블록디자인 기법을 적용하는 다양한 방법을 알아보고 새로운 스케줄링 기법의 생성 방법을 알아보았다. 향후 수학적 명확성을 갖춘 새로운 스케줄링 방법의 개발과 연구가 진행될 것으로 기대된다.

### 참고문헌

- [1] S. Choi, W. Lee, T. Song, and J.H. Youn, "Block Design-Based Asynchronous Neighbor Discovery Protocol for Wireless Sensor Networks," Vol. 2015, pp. 1-12, 2015.
- [2] P. Dutta and D. Culler, "Practical asynchronous neighbor discovery and rendezvous for mobile sensing applications," in Proceedings of the 6th ACM Conference on Embedded Network Sensor Systems, pp. 71-84, 2008.
- [3] A. Kandhalu, K. Lakshmanan, and R. Rajkumar, "U-connect: a low-latency energy-efficient asynchronous neighbor discovery protocol," in Proceedings of the 9th ACM/IEEE International Conference on Information Processing in Sensor Networks. pp. 350-361, 2010.
- [4] R. Zheng, J. C. Hou, and L. Sha, "Asynchronous wakeup for Ad Hoc networks," in Proceedings of the 4th ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking & Computing, pp. 35-45, 2003.
- [5] <http://www.electronicproducts.com>