

WSN을 위한 Sync Stair 프로토콜

*안일엽, 이상신, 김태현, 송민환, 원광호, 김재호
전자부품연구원

e-mail : *iyahn, sslee, thkim, mhsong, khwon, jhkim@keti.re.kr

Sync Stair Protocol in WSN

*Il-Yeup Ahn, Sang-Shin Lee, Tae-Hyun Kim, Min-Hwan Song, Kwang-Ho Won, Jae-Ho Kim
Korea Electronics Technology Institute

Abstract

본 논문은 beacon을 기준으로 동기화된 노드들 간의 데이터 전송을 위한 프로토콜로써 실시간성과 낮은 전력 소모를 보장하고 있다. 이 프로토콜은 노드가 주위 센서 노드로부터의 데이터를 모아서 계단 형태로 부모 노드에게 동기화 되어 전송하는 Sync-Stair 센서 네트워크 프로토콜이며, 기본적으로 TDMA를 기반으로 동기화 되며 데이터 전송을 위해 CSMA-CA를 사용한다. Sync-Stair 네트워크는 Branch 노드와 Sensor 노드의 2 종류의 디바이스 타입이 존재한다.

I. 서론

무선 센서 네트워크는 유비쿼터스 컴퓨팅 기술을 실현하기 위한 핵심 기술이다. 이를 위한 센서 네트워크는 노드의 배터리 소모를 최소화 하면서 네트워크 지연이 매우 작은 프로토콜을 요구하고 있다. 본 논문의 Sync-Stair 프로토콜은 특정 지역을 실시간으로 모니터링 할 수 있는 저전력 실시간 무선 센서 네트워크를 위한 프로토콜로써, 기존의 backbone 프로토콜[8]의 성능을 강화한 프로토콜이다. backbone 프로토콜[8]은 Contention 구간[8]에서 경쟁을 통해 한 개의 sensor 노드만이 데이터를 전송할 수 있는 단점이 있는데, 우리는 이러한 단점을 해결하여, 보다 많은 수의 센서 노드들이 데이터를 전송할 수 있는 실시간 저전력 Sync-Stair 프로토콜을 소개한다.

II. 관련 연구

기존의 MANET 및 IEEE802.11과 같은 전통적인 MAC 프로토콜을 그대로 적용할 경우, 무선 센서 네트워크는 data collision, overhearing, control packet overhead, idle listening등 네트워크 상에서 에너지를 낭비하는 문제점이 발생하게 된다. 따라서 S-MAC[1], T-MAC[1], B-MAC[5], 802.15.4[7]와 같은 센서 네트워

크 프로토콜은 Active와 Sleep 상태를 반복하는 프로토콜로써, 평상시에는 Sleep 상태로 동작하여 전력소모를 최소화 하다가 주기적으로 깨어나 Active 상태로 동작하는 방법을 사용하여 에너지 문제를 해결하고 있다. 마찬가지로, backbone 프로토콜[8] 또한 비슷한 방법으로 contention 구간에서 한 개의 sensor 노드만이 데이터를 보낼 수 있는 제약을 가지고 있다.

III. 본론

본 프로토콜의 네트워크 구조는 선형 구조를 이루는 TDMA 기반의 branch 노드들이 존재하고, 이 노드들을 중심으로 sensor 노드들이 모여 있는 구조로 선형 구조와 스타 구조가 혼합된 형태를 가진다. 다음 그림은 이러한 네트워크 구조를 보여주고 있다.

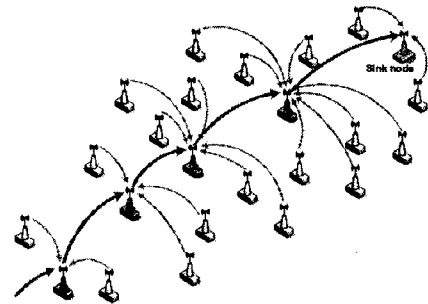


그림 1. Sync-Stair 프로토콜의 네트워크 구조

3.1 Superframe Structure

Sync-Stair의 superframe은 크게 active 구간과 inactive 구간으로 나뉘어 지며, active 구간은 RxD-TxA-CONTENTION-TxD-RA 5개의 구간으로 나뉘어진다. Superframe에 대한 시간 단위는 16us를 1 symbol로 하는 symbol time을 사용한다. SuperframeDuration은 ActiveDuration의 2의 지수 승으로 virtual backbone protocol의 전체 주기를 나타내며, ActiveDuration과 InactiveDuration의 합으로 이루어진다. 다음은 Sync-Stair의 superframe 구조이다.

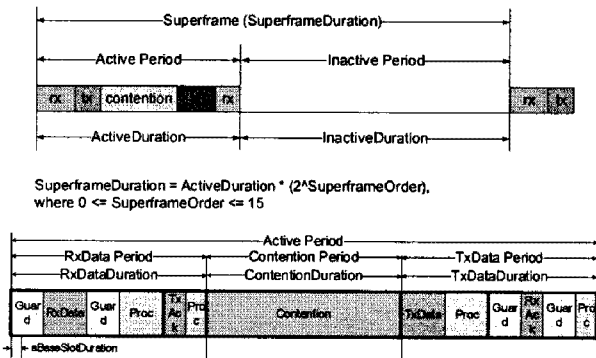


그림 2. Superframe structure of Sync-Stair protocol

3.2 Synchronization & Data Transmission

동기화는 backbone 프로토콜[8]과 마찬가지로 각 노드가 SuperframeOrder와 SlotOrder에 맞추어 스스로 자신의 Time Slot을 할당하여 네트워크 동기화를 이루는 방법을 사용한다. 동기화의 기준은 branch 노드가 보내는 beacon 패키지의 SFD(Start of Frame Delimiter)를 기준으로 한다. 노드는 RxData-TxAck 구간에서 하위 branch 노드로 ack를 보낼 때 beacon을 실어서 보내고 하위 branch 노드는 beacon을 수신할 때의 SFD를 기준으로 자동으로 다음 주기를 계산한다. Sensor 노드들은 Contention 구간에서만 Active 상태로 동작하며 Contention 구간동안 채널 선점 경쟁을 통해 branch 노드에게 데이터를 전송한다. 다음 그림은 Sync-Stair 프로토콜의 동기화 과정을 보여주고 있다.

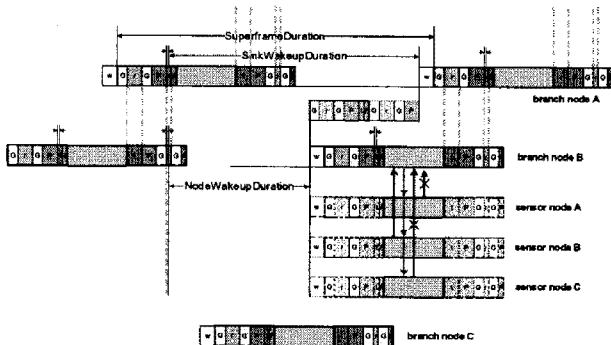


그림 3. Sync-Stair 프로토콜의 Synchronization

채널 선점 경쟁은 CSMA-CA[7]를 통해 이루어지며 모든 sensor 노드가 참여한다. Sensor 노드는 contention 전체 구간에서 채널 선점을 해야(CSMA-CA) 데이터 전송을 할 수 있다. 만약 현재의 contention 구간에서 sensor 노드가 데이터를 전송하지 못한다면 다음 주기의 contention 구간에서 다른 sensor 노드보다 우선적으로 데이터를 보내기 위해 CSMA-CA[7]의 backoff parameter를 낮은 값으로 설정하도록 한다. 데이터 전송이 성공하면, 다음 contention 구간에서 다시 random backoff를 취하여 채널 선점 경쟁을 한다. 데이터 전송은 구간 내에서 채널 선점을 통해 데이터를 보낼 수 있는 노드는 모두 데이터를 전송할 수 있다.

실제 데이터 전송은 보다 많은 노드들의 데이터를 보내기 위해 shared data aggregation 방법을 사용한다. 기존 data aggregation 방법[8]와는 다르게 shared data aggregation 방법은 같은 데이터를 기준으로 sensor 노드의 주소 리스트를 보내는 방식으로 실제 데이터 적재량을 축소시킨다. 주소 리스트는 sensor 노드의 주소 [8]가 branch 노드 주소의 n번째를 나타내는 형태의 모습이므로 branch 노드가 최대 16개의 sensor 노드를 child로 가질 수 있다고 했을 때 2byte를 기준으로 해당 n 번째 bit를 1로 만들어주소 리스트를 만들 수 있다.

네트워크 구성[8]은 채널 선택, 노드 선택, 네트워크 참여 과정을 통해 이루어진다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 프로토콜은 센서 네트워크 대규모 센서네트워크 응용환경에서 실시간과 저전력을 동시에 만족해야 하는 분야에서 활용이 가능할 것이다.

향후 프로토콜은 긴급 데이터를 다른 데이터보다 더 빨리 전송할 수 있는 방법이 모색될 필요가 있으며, 또한 Sink로부터 관리에 필요한 데이터를 받을 수 있는 양방향 통신에 대한 고려가 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] Ilker Demirkol, Cem Ersoy, and Fatih Alagöz, Bogazici University. "MAC protocols for Wireless Sensor Networks: A Survey." IEEE Communications Magazine, April 2006, pp.115-121.
- [2] T. van Dam and K. Langendoen. "An adaptive energy-efficient mac protocol for wireless sensor networks." the First ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems, Nov. 2003.
- [3] Dennis Cox, Aleksandar Milenkovic, Emil Jovanov, "Time Synchronization for ZigBee Networks," SSST2005, Tuskegee, Alabama, 20-22 March 2005, pp. 135-138.
- [4] M Maroti, B. Kusy, G. Simon, and A. Ledeczi, "The Flooding Time Synchronization protocol," SenSys '04, pp. 39-49.
- [5] TinyOS, "http://www.tinyos.net"
- [6] ZigBee Alliance, "http://www.zigbee.org"
- [7] IEEE, IEEE Std 802.15.4TM-2003.
- [8] Il-Yeup Ahn, Sang-Shin Lee and Jea-Ho Kim, "WSN protocol for virtual backbone based TDMA/CSMA-CA." NCS 2006, pp.158-159.