

다중 스캐터넷 환경을 위한 블루투스 스캐터넷 재구성 알고리즘

장원석* 오세웅**

*동명정보대학교 정보대학원

**동명정보대학교 멀티미디어공학과

A Bluetooth Scatternet Reformation Algorithm for Multiple Scatternets Environment

WonSeok Jang* SeiWoong Oh**

*Graduate School of Information, Tongmyong Univ. of Information Technology.

**Dept. of Multimedia Engineering, Tongmyong Univ. of Information Technology.

요 약

기존의 스캐터넷 형성 알고리즘은 스캐터넷의 초기 형성에 있어서는 알고리즘을 제공하고 있으나, 다중 스캐터넷 환경에서 기기가 다른 스캐터넷으로 이동하거나 탈퇴 할 경우 의도하지 않은 기기들의 연결 종료에 대한 재구성 알고리즘으로는 비교적 많은 시간이 소모되어 효과적이지 못하다. 본 논문에서는 블루투스 기기들의 이동이나 탈퇴로 인한 스캐터넷의 변화에 대해 효과적으로 재구성하는 알고리즘을 제안한다.

1. 서론

블루투스[1]는 저비용, 저전력으로 동작하며, 간섭에 강한 특성을 가지는 Ad hoc 네트워크 구성이 가능한 단거리 무선통신 기술이다. 블루투스는 통신을 위해 두 개 이상의 기기(device)가 연결되어 피코넷(Piconet)을 구성하여야 하고, 연결을 요청한 기기가 마스터(Master)가 되며, 연결을 수락한 기기가 슬레이브(Slave)가 된다. 피코넷은 하나의 마스터에 최대 7개의 슬레이브가 연결가능하며, 그 이상의 기기들과 통신하기 위해 피코넷들은 브리지(Bridge)기기를 통해 스캐터넷(Scatternet)으로 확장되어야 한다[2]. 그러나 스캐터넷 형성에 관해서는 표준이 없으며, 다양한 방

법과 형태로 형성될 수 있고, 그와 관련된 연구가 활발히 진행되고 있다.

기존의 연구들은 대량의 기기가 단일한 스캐터넷을 초기 형성할 때, 속도나 성능을 고려하여 제안된 것이 일반적이다. 그러나 전시회장의 부스(booth)들 마다, 각각의 스캐터넷으로 서로 다른 동영상을 브로드캐스트(Broadcast)하는 다중 스캐터넷 환경인 경우, 블루투스 기기들의 이동이나 탈퇴가 발생되고, 해당 기기들이 브리지나 마스터인 경우는 의도하지 않은 기기들이 연결 종료되는데, 이 기기들을 기존 스캐터넷으로 재구성하는 알고리즘으로는 적합하지 못하다.

그리고 다중 스캐터넷 환경에서 이동하려는 기

기들을 위해 자신이 속한 스캐터넷 이외에 존재하는 스캐터넷의 정보를 수집하는 메커니즘이 제공 되어야 한다.

본 논문에서는 이 같은 조건을 전제로 하여, 스캐터넷의 형성 후, 다른 스캐터넷으로 이동하거나 탈퇴할 때, 기존 스캐터넷에 발생할 수 있는 연결종료에 대한 재구성 알고리즘을 제안 하고자 한다. 2절에서는 블루투스 기기간 연결설정 및 통신 방법과 기존의 블루투스 스캐터넷 형성 방법에 대해 알아보고, 3절에서는 다중 스캐터넷 환경을 위한 블루투스 스캐터넷 재구성 알고리즘을 설명하고, 4절에서는 결론에 대해 기술하고, 향후 과제를 제시한다.

2. 관련연구

본 절에서는 블루투스 기기간 연결설정과 통신 방법을 설명하고, 기존의 스캐터넷 형성 알고리즘에서의 문제점을 기술한다.

2.1 블루투스 기기간 연결설정

블루투스 기기간 연결을 위해, 기기들은 통신 가능한 범위 내 다른 기기들의 정보를 수집하기 위한 Inquiry/Inquiry Response과정을 수행 한 후, 연결을 위해 마스터는 Page과정을 수행하고 슬레이브는 Page Response과정을 수행한다. 그리고 마스터와 슬레이브가 서로 동기화하기 위해 마스터의 블루투스 클럭(Bluetooth Clock)을 사용한다[2].

2.2 블루투스 기기간 통신

블루투스 클럭을 통해 마스터와 슬레이브가 동기화 되면, 피코넷내의 모든 통신은 마스터의 폴링방식(Polling Scheme)[2]에 의해 이루어지고 마스터가 모든 통신을 관리하게 된다.

2.3 피코넷간 통신 - 스캐터넷

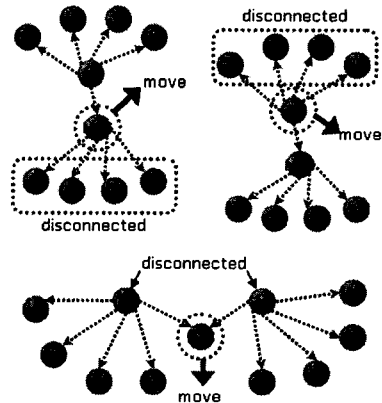
피코넷은 최대 8개의 블루투스 기기가 연결될

수 있으며, 그 이상의 기기가 동시에 통신하고자 할 때에는 브리지 기기를 통해 스캐터넷으로 확장되어야 한다. 이때 브리지는 마스터/슬레이브(M/S), 슬레이브/슬레이브(S/S)형태가 될 수 있다.

2.4 블루투스 스캐터넷 형성에 관한 연구

BTCP(Bluetooth Topology Construction Protocol)[3]는 투표(Vote)를 통해 코디네이터(Coordinator)를 선출하여 코디네이터에 의해 스캐터넷을 구성하는 방식이며, Bluenet[4]은 피코넷 내 및 브리지간 오버헤드를 고려하여 제안되었고, MIT의 연구논문[5]의 경우, 성능과 생성속도에 중점을 두어 제안되었다. 그러나 이러한 스캐터넷 형성 알고리즘들은 블루투스 기기들의 스캐터넷 초기형성 시에 대한 알고리즘만 제공하므로 스캐터넷에 속한 브리지나 마스터 기기의 이동이나 탈퇴로 인해 연결 종료된 기기들을 기존 스캐터넷으로 재구성하기 위한 알고리즘으로는 적합하지 못하다. 기기의 역할에 따라 기존 스캐터넷에 다음과 같은 연결종료 문제가 발생할 수 있다.

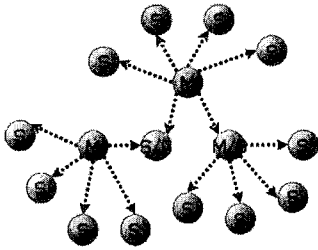
- M/S형태의 브리지나 마스터가 탈퇴하는 경우, 이 기기의 슬레이브들이 모두 연결 종료된다.
- S/S형태의 브리지가 탈퇴하는 경우, 두 피코넷의 연결이 종료된다.



[그림 1] 기기의 탈퇴에 따른 연결종료의 예

연결이 종료된 기기들은 스캐터넷에 다시 연결하기 위해, Inquiry나 Inquiry Scan을 수행하여야 하고, 이 과정에서 비교적 많은 시간이 소요 된다.

3. 다중 스캐터넷 환경을 위한 블루투스 스캐터넷 재구성 알고리즘



[그림 2] 스캐터넷의 구성 예

2절에서 제기된 문제를 해결하기 위해서는 브리지나 마스터인 경우, 다른 스캐터넷으로 이동하거나 탈퇴하기 전에 연결 종료되는 기기들을 기존의 스캐터넷으로 이동시키는 절차가 필요하다. 이 절차를 수행할 기기를 Agent라 한다.

Agent는 하나 이상의 브리지를 가진 피코넷의 마스터가 된다. Agent는 자신에게 속한 기기가 탈퇴의사를 밝히면, 해당 기기의 역할에 따라, 연결종료 되는 기기들을 기존 스캐터넷으로 이동시키는 AgentThread 절차를 반복적으로 수행한다.

3.1 AgentThread의 절차

AgentThread는 탈퇴하려는 블루투스 기기의 역할에 따라, 연결이 종료되는 기기들을 기존의 스캐터넷으로 이동시키는 절차이다. 기기들은 마스터(M), 슬레이브(S), 마스터/슬레이브 브리지(M/S)와 슬레이브/슬레이브 브리지(S/S) 역할 중 하나로 동작하게 된다.

AgentThread는 다음의 경우에 대한 처리를 수행한다.

- ◎ Agent로 동작하는 마스터 기기이며,
 - M/S인 경우 [표 1, Line 8-9]
 - M인 경우 [표 1, Lines 10-12]

- ◎ Agent로 동작하는 마스터에 속한 슬레이브이며
 - M/S인 경우 [표 1, Lines 15-18]
 - S/S인 경우 [표 1, Lines 19-22]
 - S인 경우 [표 1, Lines 23-24]

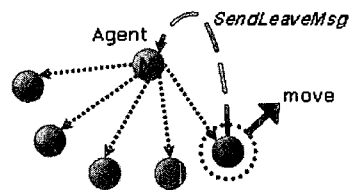
```

AgentThread ( Agent a )
1 Loop
2 u <- StatusChanged ()
3 role <- GetRole (u)
4 if u = a
5 then // Agent 자신인 경우
6     if role = MS
7     then
8         m <- a master of a
9         SendLeaveMsg (m)
10        else s <- an unshared slave of a
11            RoleChange (s, MASTER)
12            Migrate (s, S(a)\s)
13        //S(a)\s 는 s를 제외한 a의 슬레이브들을 뜻함
14        else // Agent속한 기기인 경우
15            switch role
16            case MS :
17                s <- an unshared slave of a
18                RoleChange (s, MASTER)
19                Migrate (s, S(u)); break
20            case SS :
21                s <- an unshared slave of a
22                m <- another master u
23                Migrate (m, s); break
24            default :
25                u disconnect from a; break
    
```

[표 1] AgentThread의 알고리즘

세부절차에 대한 내용은 다음과 같다.

- StatusChanged : Agent 자신이 속한 피코넷에서 자신 혹은 슬레이브들이 SendLeaveMsg를 통해 탈퇴의사를 보낸 것을 알 수 있다.
- GetRole : 해당기기의 역할에 대한 정보를 알 수 있다.
- SendLeaveMsg : 자신이 속한 피코넷의 Agent에게 탈퇴의사를 알린다.



[그림 3] SendLeaveMsg의 동작

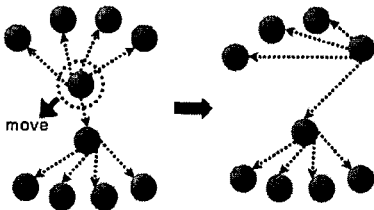
□ RoleChange : 해당기기의 역할(마스터/슬레이브)을 바꾼다.

□ Migrate : src에 해당하는 블루투스 기기들을 dst의 슬레이브로 연결한다.

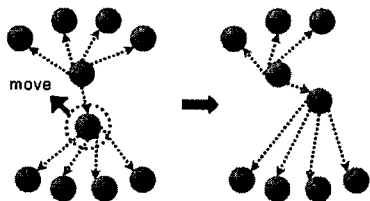
```

Migrate (dst, src)
1 devices in src wait for dst in PAGE SCAN
2 dst connects to devices in src by PAGE
    
```

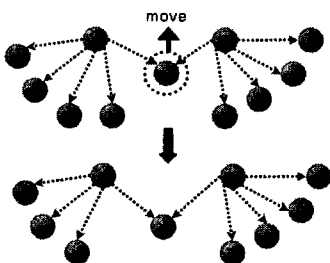
결국, SendLeaveMsg 절차를 통해 기기의 탈퇴의 사가 Agent로 전달되면, 기기의 역할에 따라 Inquiry/Inquiry Scan 절차 없이 Migrate절차내의 Paging 과정을 통해 기존 스캐터넷으로 재구성 하는 것을 알 수 있다. 재구성된 스캐터넷의 형태는 다음과 같다.



[그림 4] M/N인 경우 [표 1, Lines 10-12]



[그림 5] M/S인 경우 [표 1, Lines 15-18]



[그림 6] S/S인 경우 [표 1, Lines 19-22]

4. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 다중 스캐터넷 환경에서 기존 스캐터넷으로부터 이동이나 탈퇴로 인해 발생할 수 있는 기존 기기의 스캐터넷 연결종료 문제에 대한 재구성 알고리즘을 제안하였다. 그 결과, 연결 종료되는 기기들을 기존 스캐터넷으로 재구성할 때, Paging 절차에 비해 비교적 많은 시간이 소요되는 Inquiry와 Inquiry Response 절차를 최소화할 수 있었다.

향후, 본 논문에 제시된 알고리즘을 적용한 성능 측정 시뮬레이션이 필요하며, 다른 스캐터넷으로 기기가 이동하기 위해, 기기가 속해있는 스캐터넷 이외의 스캐터넷 정보를 수집하는 알고리즘과 다른 스캐터넷에 포함 될 때의 재구성 알고리즘에 관한 연구가 필요하다.

[참고문헌]

- [1] The Bluetooth Special Interest Group.
<http://www.bluetooth.com>.
- [2] Specification of the Bluetooth system, version 1.1, February 2001.
- [3] Theodoros Salonidis, Pravin Bhagwat, Leandros Tassilas, and Richard LaMaire. Distributed topology construction of Bluetooth personal area networks. In Proceedings of the Twentieth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies, 2001.
- [4] Zhifang Wang, Robert J. Thomas, and Zygmunt Hass. Bluenet - a new Scatternet formation scheme. In Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on Communications, pages 273-277, 2001
- [5] Ching Law and Kai-Yeung Siu. A Bluetooth Scatternet formation algorithm. In Proceedings of the IEEE Symposium on Ad Hoc Wireless Networks 2001, San Antonio, Texas, USA, November 2001.