휴대폰 SMS 를 이용한 블루투스 기기의 연결 설정 절차 개선 방안

한덕수*, 박명순**
고려대학교 컴퓨터정보통신대학원
*hands@korea.ac.kr
**myongsp@ilab.korea.ac.kr

Enhanced Method of Connection Procedure for Bluetooth Device using SMS in Mobile Phone

Deok-soo Han, Myong-Soon Park
Graduates School of Computer and Information Technology, Korea University

요 약

본 논문에서는 휴대폰 SMS 를 이용한 블루투스 기기의 연결 설정 절차 개선방안을 제안한다. 블루투스 기기 사용을 위해서는 기기간 연결 설정 절차가 필요하고, 연결 설정을 위해 필요로 하는 기기 탐색 시간과 연결 설정 절차의 복잡성으로 인해 블루투스 기기의 시장확산이 저해되고 있는 상황인 바, 이에 대한 개선 방안이 절실한 상황이다. 이를 위해 본 논문에서는 블루투스 기기의 연결 절차 개선을 위해 별도의 연결 설정 정보를 제공하는 방안을 제안한다. 연결 설정 정보는 휴대폰 SMS 를 통하여 수신되며, 휴대폰에서는 수신한 파일 정보를 Bluetooth HOST 단에 전달하고, Bluetooth HOST 에서는 이를 이용하여 사용자에게 간단한 원 터치 기능을 통해 블루투스 기기의 연결 설정 및 사용이 가능하도록 한다.

1. 서론

현재 블루투스 기기는 휴대폰과 노트북 사용자들을 중심으로 그 사용이 확산되어 가고 있다. 블루투스 기술은 Personal Area Network 환경에서 케이블을 대체하기 위한 기술로 시작되어 홈 네트워크 환경으로 그 영역을 넓혀가고 있다. 현재에는 무선 키보드, 마우스등의 PC 주변기기를 비롯하여 무선 헤드셋과 모바일 단말 기기의 User Data Sync 기능 등에 많이 이용되고 있다. 블루투스 기술은 ISM 대역을 사용하며, 동일 대역 안에서 간섭을 피하고, 보안성을 확보하기 위해 주파수 호핑 방식을 사용한다. 이로 인하여 초기 연결 설정 시 사용자 편의 면에서 상당히 불리한 점을 가지고 있다. 본 논문에서는 이를 개선하기 위한 연결 절차 개선 방안을 제안 하였다.

2. 연구 배경

블루투스 기술은 동일 대역 안에서 간섭을 피하고, 보안성을 확보하기 위해 주파수 호핑 방식을 사용하고 있다. 주파수 호핑 방식을 사용함으로써 기기들간에 연결을 설정하기 위해서는 상대 기기의 호핑 시퀀스를 알아야만 한다. 이를 위해 Bluetooth 표준[1] 에서는 'Bluetooth Device Inquiry' 절차를 정의 하였다. 이는 호핑 되는 모든 주파수들에 대해 전송을 시도하여 상대방 기기를 찾고, 이때 상대로부터 수신된 정보를 기반으로 상대 기기와의 연결을 설정하는 과정이다.

표준[1] 에서는 Bluetooth Device Inquiry(이하 Inquiry) 과정을 위해서 1 회당 최소 10.24 초의 시간을 할애할 것을 권고한다. 이는 전체 연결 설정 절차에 있어 상대적으로 긴 시간이다. Inquiry 과정을 통하여 블루투스 기기는 자신의 통신 가능 범위 안에 있는 블루투스 기기들에 대한 정보를 획득하고, 사용자는 이때 획득된 정보 중 BD_ADDR (Bluetooth Device Address) 를 통하여 자신이 연결하고자 하는 기기를 선택해야 한다.

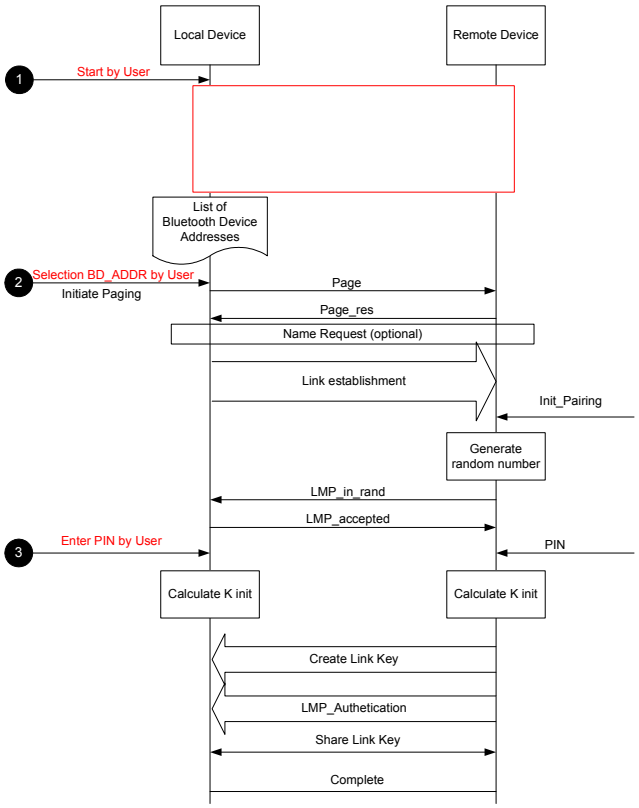
이후 쌍방간 통신을 위한 Link Key 를 공유하는 과정이 필요하다. 이는 'Pairing' 이라 한다. Pairing 과정에서는 Link Key 생성을 위한 인자로 PIN code 를 입력해야 한다.

블루투스 기기는 이와 같은 Bluetooth Device Inquiry 와 Pairing 과정을 거친 후에야 사용이 가능하게 된다. 이러한 복잡한 연결 설정 절차는 사용자의 불편을 초래하였고, 사용자들은 블루투스 제품에 쉽게 흥미를 잃었다. 이는 실제 블루투스 시장 활성화 지연에 적지 않은 영향을 미쳤다. 이러한 이유로 블루투스 시장 활성화를 위해서는 연결 설정 절차에 대한 개선이 절실히 필요한 상황이다. 그러나, 현재에는 그에 대한 개선방안은 제시되고 있지 않다. 본 논문에서는 이에 대한 개선 방안을 제안하였다.

3. 블루투스 기기의 연결 설정 과정

3.1 현재의 블루투스 기기 연결 설정 절차

두 블루투스 기기가 연결을 설정하는 과정은 (그림 1) 과 같다. 여기에서 현재 연결을 시도하는 기기를 Local Device, 연결되는 기기를 Remote Device 라 한다. Local device 는 Inquiry 과정을 통하여 Remote device 를 발견한다. Remote device 는 Inquiry response 를 통해 FHS 패킷을 전달한다. Local device 는 FHS 패킷을 통해 현재 자신과 연결 가능한 기기의 목록을 획득한다. 사용자는 발견된 기기 목록 중 자신이 연결하고자 하는 기기에 대한 Bluetooth device address 또는 Friendly name 을 확인하고 이를 선택한다.



(그림 1) 블루투스 기기 연결 설정 과정

Local device 는 FHS 패킷 내 BD_ADDR 과 Clock 정보를 이용하여 remote device 의 호핑 시퀀스를 결정하고, 결정된 호핑 시퀀스를 통해 remote device 를 호출(Paging)한다. 이로써 서로간에 Link 설정이 초기화 되었다. 이때, Local device 또는 remote device 의 요청에 의해 Pairing 절차가 시작된다. Pairing 절차가 시작되면 Pairing 을 요청한 기기는 랜덤넘버를 생성하여 전달하고, 두 기기는 랜덤 넘버와 PIN code 정보를 이용하여 Link Key 를 생성한다. PIN code 는 사용자가 입력하거나, 초기값으로 저장된 PIN 을 사용한다.

일반적으로 헤드셋을 연결할 경우 사용자는 헤드셋에 저장되어 있는 고정된 PIN 을 입력해 주어야 한다. 각자 Link Key 를 생성하고, 이를 공유하여 비교하는 절차가 완료되면, 두 기기는 Link Key 를 사용하여 자유롭게 연결이 가능한 상태가 된다.

3.2 현재 방식의 문제점

사용자 편의 측면에서 현재의 방식은 다음과 같은 문제점을 가진다.

1) 사용자 개입 빈도가 높음

이와 같은 연결 설정 과정 중 3 회의 사용자 개입 (Start, Selection BD_ADDR, Enter PIN) 이 있었다. (그림 1)에서 ❶❷❸은 이를 의미한다.

2) 연결 대상 기기의 선택 문제 (절차의 복잡성)

연결 기기 선택을 위해 사용자에게 제공되는 정보인 BD_ADDR 은 Hex 코드로 구성되어 사용자의 인지가 어렵고, 혼선을 초래할 수 있다. 사용자 편의를 고려하여 별도의 Name Request 절차를 통하여 Friendly name 획득이 가능하나, 이는 Unique ID 가 아니므로 중복 설정으로 인한 오류가 발생할 수 있다. 사용자의 기기 선택 오류로 인해 인접해 있는 다른 기기에 연결을 설정한다면 서비스 사용이 불가하고, 보안에 문제가 발생하게 된다.

특히, 다수의 기기를 사용하여 네트워크를 구성할 경우, 네트워크로부터의 안전하게 서비스를 제공 받기 위해 기기 선택의 문제는 중요한 이슈가 된다.

3) 연결 설정 시간 문제

상기의 연결 설정 절차 중 특히 Inquiry 과정은 전체 연결 설정 시간의 약 50%를 소모한다. Inquiry 과정에서는 알려지지 않은 기기를 찾기 위해 가능한 모든 주파수에 대하여 반복적으로 패킷을 전송하게 되므로, 상대적으로 많은 시간을 소모하게 된다.

4. Bluetooth 기기 연결 절차 개선 방안

상기의 문제점을 개선하기 위해 다음과 같은 개선 방안을 생각할 수 있다.

4.1 고정된 호핑 시퀀스를 사용하는 방법

연결 시간 단축을 위해 모든 기기가 고정된 호핑 시퀀스를 사용하는 방법이 있다.
제품 출하 시 고정된 호핑 시퀀스를 설정하면, 모든 기기는 고정된 호핑 시퀀스를 통해 상대 기기와 초기 연결이 가능하다. 이것은 상대 기기를 직접 호출하여 바로 Pairing 절차를 수행하게 됨을 의미한다.

이 같은 방법은, 전체 연결 설정 시간의 약 50%를 소모하는 Inquiry 과정을 생략함으로써, 연결 시간을 단축시킬 수 있으나, 연결해야 할 Remote device 에 대한 정보가 없으므로, 사용자는 초기 연결 시 상대 기기의 BD_ADDR 을 직접 입력해 주어야 한다. 보안 연결 설정을 위해서는 PIN 를 입력해야 한다.

4.2 사용자 요청에 의한 자동 연결 설정

사용자 개입을 줄이자면, 사용자 설정에 의해 Inquiry 와 이후의 절차를 연속적으로 진행하는 방법이 가능하다. 이것은 통신 가능 범위 안에 여타의 다른 기기가 없다는 것을 전제로 한다. 통신 가능 범위 안에 다른 기기가 존재할 경우 존재하는 모든 기기들에 대해 연결설정을 시도하게 되므로, 문제가 발생할 수 있다. 또한, 보안 연결 설정이 어렵다.

상기의 방법들은 각각 연결시간을 단축하거나, 사용자 개입을 줄이는 장점이 있으나, 또한 그에 상응하는 단점을 가지며, 보안 연결 설정에 취약하다.
연결 대상 기기 선택의 문제에 있어서는 두 방법 모두 개선된 점이 없다.

4.3 본 논문에서 제안하는 방법

상기의 방법들에 대한 문제점들을 개선하기 위하여 본 논문에서는 휴대폰 SMS 를 이용하여 연결하고자 하는 블루투스 기기에 대한 연결 설정 정보를 제공하는 방안을 제안한다. 상기 문제점들의 근본적인 원인은 연결 대상 기기를 모른다는 점에서 기인한다.
따라서 이를 개선하기 위해, 특히 기기 선택의 문제 개선을 위해, 가장 안전하고 정확한 방안은 기기에 대한 정보가 사전에 제공되는 것이다.

블루투스 기기는 연결 시 호핑 시퀀스 설정을 위해 BD_ADDR 과 Clock 정보를 사용하므로, 이러한 정보를 Local device 에 전달할 수 있다면, Local device 는 Inquiry 과정을 거치지 않고, Remote device 에 대한 직접적인 호출이 가능하다. 수신된 정보에 한하여 연결 시도 하므로, 사용자의 기기 선택과정이나 BD_ADDR 입력은 필요하지 않다. Pairing 과정에서는 사용자의 PIN 입력 과정 없이 보안 연결 설정이 가능하다.

5. 제안된 연결 설정 절차 개선 방안

5.1 블루투스 기기 연결 설정 정보

상기 (그림 1) 에서 Inquiry 과정 중 Remote device 는 Local device 에 Inquiry response 를 통해 FHS 패킷을 전달 한다. FHS 패킷은 다음의 정보를 포함한다.

-Bluetooth Device Address : Bluetooth device 의 고유 address(48bit) 로서, 블루투스 기기에 대한 고유 식별자로 사용되며, 호핑 시퀀스를 결정하는 인자가 된다.
-Clock : 블루투스 컨트롤러 시스템에 사용되는 clock, 28bit 로 표현된다. Physical 채널 상에서 슬롯 넘버링과 타이밍을 정의하는 인자로 사용된다.
-Class of device : 24bit. Device type 을 정의 한다. 기기의 종류에 따라 표준[1] 에서 정의한 값을 사용한다.
-Page scan mode : 000 (3bit). Reserved Parameter.

이와 같은 정보들은 연결 시 호핑 시퀀스를 결정하는 데이터로 사용되므로, 상기의 정보가 제공된다면, Local device 는 Inquiry 과정을 거치지 않고 Remote device 에 대한 직접적인 호출이 가능하다.
본 논문에서는 이와 같은 Bluetooth 기기 연결 설정 정보를 PnP config File 이라 정의하고, PnP config File 제공 및 적용 방안에 대한 구체적인 내용을 기술한다.

5.2 PnP config File Format

PnP config File 은 다음과 같이 구성된다.
<MSG Header>

MSG Field	Sub Field	Length	
MSG ID		32	'0x42542a44'
CRC		16	

<표 1>

MSG ID 는 PnP config File 임을 구분하는 구분자로서, 상기의 '0x42542a44' 를 Fixed data 로 사용한다. CRC 는 파일 전체의 checksum 값이다.
<MSG Body>

MSG Field	Sub Field	Length	
BD_ADDR			
	NAP	16	
	UAP	8	
	LAP	24	
Clock		28	
Class of device		24	
Dummy		1	Reserved
Page scan mode		3	'000' by default
PIN		128	UTF-8
Friendly name		160	UTF-8

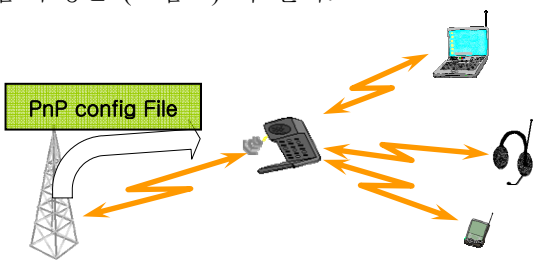
<표 2>

PnP config File 은 상기의 <표 1>, <표 2> 와 같이 440bit 의 이진파일로 구성된다.
Dummy Field 는 비트 연산의 편의를 위해 삽입되었다.
PnP config File 은 Mobile network 의 SMS service 를 통해 Local device 로 전달된다. Local device 는 블루투스 기능을 탑재한 휴대폰이 된다.

전송을 위해 PnP config file 은 SMS msg 의 data field 에 채워지고, Teleservice ID Field 에는 PnP config File 을 위해 할당된 Teleservice ID 를 설정 해야 한다.

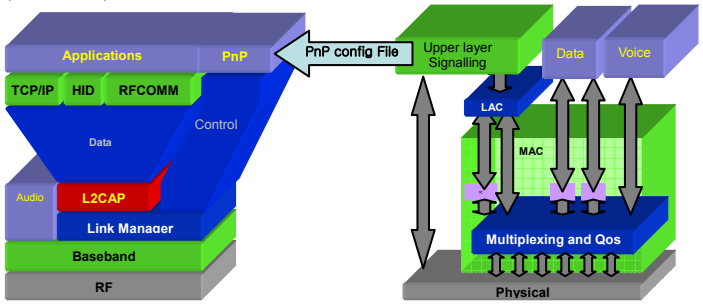
5.3 PnP config File 제공 시나리오

PnP config File 제공 시나리오에 있어서 전체 시스템 구성은 (그림 2) 와 같다.



(그림 2) PnP config File 제공 시스템 구성도

상기 시스템에서 PnP config File 은 블루투스 기기 제조사로부터 제공되는 것으로 가정한다. PnP config File 은 제조사로부터 SMS 를 통하여 사용자 휴대폰으로 전송된다. 휴대폰에서는 PnP config File 을 위한 SMS Teleservice ID 를 할당함으로써, 수신 단에서 일반 SMS 메시지와 구분하고, 수신 후 파일 식별자 (MSG ID)와 CRC 를 통해 파일의 유효성을 판별한다.



(그림 3) Bluetooth ↔ CDMA Protocol Layer Architecture

수신 파일은 (그림 3) 과 같이 휴대폰의 Signaling msg protocol Layer 로 부터 Bluetooth HOST Application Layer 로 전달 된다.
(그림 3) 은 Bluetooth, 휴대폰 단말기 시스템간 Protocol Layer 를 구조화한 그림이다.

5.4 File Installation 및 연결

Bluetooth HOST 에서는 상기 (그림 3) 의 PnP Module 상에서 수신된 파일을 해석(Decoding) 하여 파라미터별로 분류하고 Link Controller 에 전달한다. Link Controller 에서는 수신한 BD_ADDR 과 Clock 정보를 이용하여 Inquiry 과정을 거치지 않고, Remote device 를 직접 호출 한다. ACL 링크를 설정하고, (그림 1)의 Pairing 과정 수행 한다. Pairing 과정에서는 수신파일 내 PIN 정보를 사용한다. Bluetooth HOST S/W 는 Pairing 이 완료된 기기에 대하여 등록기기 List 에 저장하고, 이후에는 등록기기 List 를 참조하여 자동 연결이 가능하게 된다. 메시지 수신 시 휴대폰 단말상에 (그림 4) 와 같이 Display 가 이루어지며, 사용자 확인 시 블루투스 모듈은 자동 연결 절차를 시작하게 된다. 하기의 사용자 확인 절차는 생략 가능 하다.

(그림 4) Bluetooth PnP config File 수신 화면

6. 성능 평가

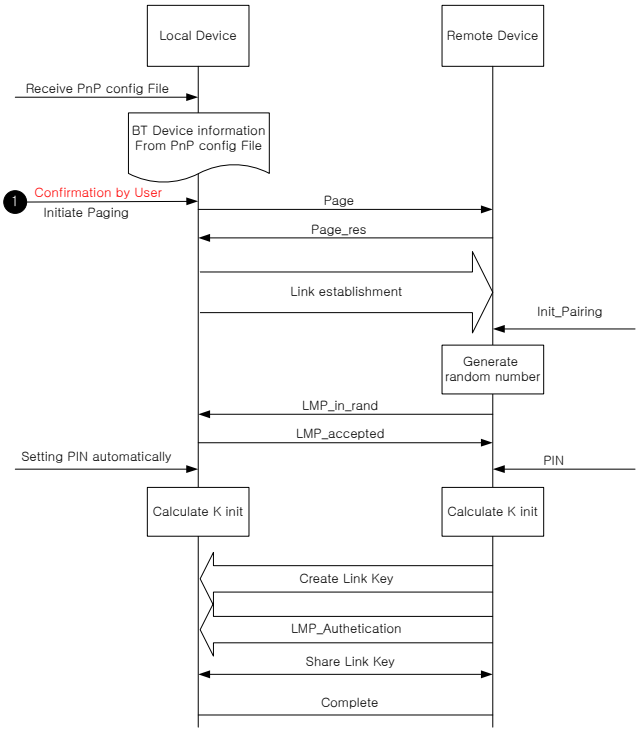
본 논문에서 제안된 개선 방안을 적용하였을 때, 블루투스 기능을 탑재한 휴대폰은, PnP config File 수신 시 자동 연결을 통하여 Inquiry 과정을 거치지 않고, 상대기기에 대해 직접 호출을 통해 Pairing 과정이 진행되고, 정상 연결됨을 확인하였다.
연결 설정 과정은 (그림 5) 와 같다.
(그림 1) 의 Inquiry 과정은 생략 되었음을 볼 수 있다. 사용자 개입은 1 회의 단순 확인 절차로 감소되었다.
(그림 5) 에서 ❶은 1 회의 사용자 개입을 의미한다.
하기 <표 3> 은 기존방법과 개선된 방법의 연결 설정 소요 시간을 측정, 비교한 것이다.
각각 10 회 측정 하였을 때, 기존방법 사용시에는 평균 23.61 초, 개선된 방법으로는 평균 11.72 초가 소요되었다. 연결 설정 소요 시간은 이와 같이 49.6% 단축되었음을 확인할 수 있다.

	1/6	2/7	3/8	4/9	5/10	평균
기존 방법	23.50	23.10	22.87	23.31	25.03	**23.61**
	23.39	23.48	24.67	23.22	23.58	
제안 방법	11.62	11.57	11.39	12.28	11.09	**11.72**
	12.01	11.37	11.59	12.10	12.25	

<표 3>

7. 결론

본 논문에서는 휴대폰 SMS 를 이용한, 블루투스 기기의 연결 절차 개선 방안을 제안하였다.



(그림 5) 제안된 방안 적용 시 연결 설정 절차

블루투스 기기 사용을 위해서는 기기간 연결 설정이 필요하고, 연결 설정을 위해 필요로 하는 기기 탐색 시간과, 연결 설정 절차의 복잡성으로 인해 사용자 편의 측면에서 불리하였으나, 이러한 단점에 대한 개선 방안은 현재에는 제안되지 않고 있다. 이에 휴대폰 SMS 를 이용한 연결 절차 개선 방안을 새롭게 제안하였다.
제안된 방법으로, 휴대폰 SMS 를 이용하여 PnP config File 을 수신하고, PnP Module 을 통해 해석된 데이터를 Bluetooth HOST 단에서 직접 적용함으로써 빠르고, 편리하게 블루투스 기기의 사용이 가능하다. 제안된 방안은 블루투스 기기를 기반으로 하는 홈 네트워크 시스템에 적용 시 이동통신 단말과 연결된 홈 서버가 각 기기들의 정보를 이용하여 스스로 네트워크를 구성하는 것을 가능하게 할 수 있다.
또한, 통신 가능 범위 내에 다른 여러 개의 네트워크가 존재할 수 있는 홈 네트워크 환경에서는, 네트워크 초기 설정 시 기기에 대한 설정 오류 방지와 보안 측면에서 우수하다. 제안 방안이 활성화 되기 위해서는 기기 제조사측에서 PnP config File 을 제공하기 위해 필요한 비용 측면에서도 향후 검토가 이루어져야 할 것이다.

참고 문헌

[1] Bluetooth Specification v1.2
[2] www.bluetoothlab.co.kr
[3] TIA/EIA 637-A, Short Message Service for Spread Spectrum Systems