
블루투스 베이스밴드의 Test Suite Structure에 의한 테스트 방안

문상국

목원대학교 정보전자영상공학부

Test Method with TSS in Bluetooth Baseband

Sangook Moon

Mokwon University, School of Information-Electronics-Image Engineering

E-mail : smoon@mokwon.ac.kr

요 약

블루투스 베이스밴드를 효율적으로 테스트하기 위하여, 블루투스 버전 1.1에서는 TSS를 (Test Suite Structure) 제공한다. TSS에서 정의한 part I.1~3의 부분에 대한 테스트를 구현함으로써 블루투스 베이스밴드가 인증을 받을 수 있는 것이다. 본 고에서는 TSS v1.0에서 제시하는 테스트 스펙에 근거하여 블루투스 베이스밴드에 대한 실계를 검증하고 테스트 하는 방법에 대해서 논한다. 또한 테스트를 수행하기 위한 다양한 시나리오와 가능성에 대해서 논한다.

ABSTRACT

In order for efficient Bluetooth Baseband functional test, Bluetooth SIG (Special Interest Group) provides with Test Suite Structure (TSS) in the Bluetooth specification version 1.1. Bluetooth Baseband hardware which needs to be authenticated should implement the test specification defined in the TSS part I.1 through I.3. In this paper, we discuss the method to verify and test a Bluetooth Baseband implementation based on the TSS version 1.0. Also, we describe various scenario and implementation possibilities to perform the Bluetooth Baseband authentication test.

키워드

블루투스, 베이스밴드, TSS, Bluetooth, Baseband, Test Suite Structure

1. 서 론

블루투스 SIG (Special Interest Group)에서 제안하는 스펙 1.1의 I.2 부분에는 블루투스 베이스밴드가 인증을 받기 위해서 따라 주어야 할 요구사항이 명기 되어 있다. 이 인증 테스트를 수행하기 위해서 베이스밴드에서 구현되어야 할 테스트 방법에 대한 지침사항이 Test Suite Structure (TSS) 라는 테스트 내용과 Test Purpose (TP) 이다. 이를 위해서 블루투스 베이스밴드는 스펙 I.1 부분에서 규정하는 테스트 모드를 반드시 구현해

야 한다. 이 구현된 테스트 모드가 실제 스펙에 규정된 테스트에 사용되기 위해서 스펙 I.3에서는 테스트 제어 인터페이스를 규정한다. 본 논문에서는 설계한 블루투스 베이스밴드의 기본 동작과 구조를 설명하고, 블루투스 베이스밴드가 인증을 받기 위해서 수행해야 할 테스트의 종류들과, 이러한 테스트를 수행하기 위한 목적을 설명하고 테스트 회로를 위한 인터페이스 구성에 대해서 논의한다. 스펙에서 제안된 TSS를 분석함으로써 블루투스 베이스밴드의 표준화된 테스트 구현 방법으로 발전시킬 수 있다.

II. 블루투스 베이스밴드

그림 1은 블루투스 베이스밴드의 일반적인 블록 다이어그램이다. 그림 오른쪽에는 RF 모듈이 존재하여서 2.4 GHz ISM 밴드의 주파수를 변조하는 역할을 수행하고, 이로 받은 데이터들은 아래 부분의 타이밍 복원 회로에 의해 1MHz의 샘플링 형식에 맞는 데이터의 스트림으로 입력된다. 입력된 데이터들은 먼저 로우패스 필터를 통과하여 노이즈를 제거하면서 신호의 수행 사이클에 충실히 번역되어 베이스밴드 내로 전달된다. 이때 64비트 블록 단위로 전송되는 데이터는 데이터의 싱크 검색기에 의해 신호의 문자열이 '1010' 또는 '0101' 인지를 감별하여 그것이 데이터 패킷의 시작인지를 인지한다. 성공적으로 인지되어 전달된 데이터는 일정한 블록 형태의 병렬 데이터로 변환되고 변환된 데이터는 헤더와 페이로드 부분으로 나누어 각각의 에러 정정 블록으로 전달된다. 헤더 에러 검출 블록에서는 스펙에 정의된 헤더의 에러를 검출하는 알고리즘을 이용하여 헤더의 에러를 검출하여 이후를 진행하고, 페이로드 부분은 화이트닝/디화이트닝 블록에 의해 스크램블링 되었던 데이터들이 의미있는 값을 가지면서 FEC (Forward Error Check)의 세가지 모드 (1/3, 2/3, 3/3)에 의하여 에러를 다시 검출하고, [1][2] 간단한 에러 복구 메커니즘에 의해 복구된 데이터는 헤더와 페이로드로 분리되어 베이스밴드 내 메모리에 데이터 블록으로 각각 저장된다. 통신 패킷의 종류는 SCO (Synchronous Connection Oriented)와 ACL (Asynchronous Connection Oriented) 두 종류로 나뉘고 이는 그림 2에서와 같이 보여진다. SCO 패킷은 슬롯을 할당하여 주로 음성통신과 같은 어플리케이션에 사용되고, ACL은 유연성을 가지는 데이터 패킷들을 전송하는데 주로 사용된다.

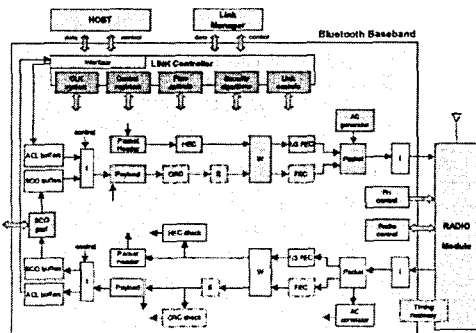


그림 1. 블루투스 베이스밴드 블록 다이어그램

III. Test Suite Structure

III.1 블루투스 인증 프로세스

블루투스 스펙에 따라서 제품을 만든 이후 BQA (Bluetooth Qualification Administrator)의 평가를 받아 인증을 받게 된다. 이에, 회원업체 (member)는 생산한 제품을 BQTF (Bluetooth Qualification Test Facility) 쪽으로 보내어 테스트 하는 동시에 미리 개발자들이 테스트 스펙에 맞추어서 테스트를 수행한 테스트 수행 결과 문서를 BQB (Bluetooth Qualification Body)에게 보내게 된다. BQB는 회원업체에서 받은 문서 데이터와 BQTF에서 받은 테스트 결과를 비교하여 결과가 신뢰할 수준 이상이 되면 업체에서 개발한 블루투스 베이스밴드를 인증 품목 리스트 BQPL (Bluetooth Qualification Product List)에 등재시킨다 [3].

III.2 Test Suite Structure (TSS)

베이스밴드의 TSS는 그림 2와 같이 블루투스 RF 레이어와 링크 관리자 레이어의 사이에서 구현되어야 하며 그 내용은 그림 3에서 보듯이, 그 구성요소는 주파수 호핑 과정, 송신/수신 타이밍, 신호 인코딩/디코딩, ARQ (Automatic ReQuest), Inquiry, 페이징, 연결, 피코넷, 스캐터모드 등등의 분류로 나뉜다.

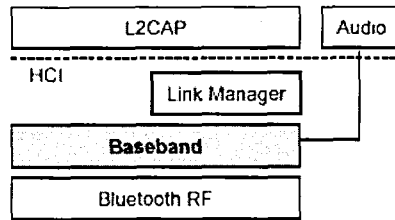


그림 2. 베이스밴드 계층 레이어

III.3 Test Purpose (TP)

이러한 테스트를 수행하는데 있어서, 테스트 목적에 의한 행위를 정의해야 한다. TP ID는 유일한 식별자로서 아래에 설명할 기준으로 이름지어져야 한다. reference는 평가될 주제에 대한 참고목록을 포함해야하는 요구사항이다. 초기조건은 테스트해야할 구현물이 실제 TP에 적용되기 이전에 적용되어야 할 물리적인 상태이다. 테스트는 테스트 순서에 정의된 스텝에 의해 행해져야 하며, 각각의 테스트 스텝 내에서는 테스트 조건을 만족해야 한다. 별다른 언급이 없다면, TP의 결과

는 모든 조건이 만족했을 때만 "pass"로 부여되고 하나라도 만족하지 못하는 조건이 발생했을 경우 "fail" 판정을 받게 되며, 이러한 TP에 불확실성이 존재한다면, 불확실성이라는 별도의 명기를 해야 한다.

하여 베이스밴드 하드웨어는 테스트 모드를 준비하여야 한다.

Baseband Test Suite Structure

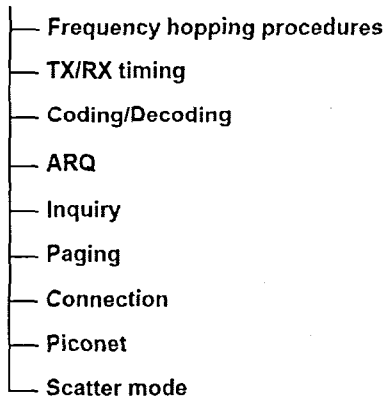


그림 3. 베이스밴드를 위한 test suite

테스트의 예로서, 다음과 같은 이름의 테스트가 있을 경우

TP/PHYS/TRX/BV-01-C (master TX timing)

이 테스트의 목적은 마스터 디바이스로서의 구현물이 피코넷의 존재 하에서 패킷을 M*1250 us의 간격으로 전송하는지 확인하는 것이다. 이에 대한 초기조건으로 먼저 테스트 디바이스가 테스트를 페이징하여 피코넷을 마스터하고, 테스트 디바이스와 테스트는 연결상태가 되어 있어야 하며, 테스트는 LMP_quality_of_service_reg 명령어를 사용하여 마스터로부터 최대 poll interval을 승인받는 상태를 가지고 있어야 한다. 테스트의 흐름은 테스트가 마스터가 보내주는 poll packet의 LSB가 확인되는 순간을 파악하여 시간을 기록하고, 레퍼런스 클럭으로는 테스트의 클럭을 사용한다. 테스트에서 첫 번째 poll packet이 도착했을 때 시간을 측정한다 다음, 5000번의 마스터 슬롯이 지난 후에 다음 슬롯의 poll packet이 도착한 시간을 측정하여 편차를 기록하며, 이 과정을 4번 반복하여 시간 편차의 평균을 계산한다. 예측 결과는 다음과 같다.

- * pass : t <= 125 us
- * fail : t > 125 us

테스트할 시나리오는 트랜스미터 테스트, 루프백 테스트, 포즈 테스트가 각각 존재하고 이를 위

IV. 고찰 및 결론

블루투스 베이스밴드에서 인증을 받기 위하여 수행해야 하는 테스트에 대한 전체적인 마스터플랜과 그에 대한 구체적인 예를 들어봄으로써 구현한 디바이스의 테스트 방안에 대하여 논의하였다. 테스트 모드를 위해서는 표준, 트랜스미터 테스트, 루프백 테스트, 포즈 모드를 위한 특수 레지스터를 구현해야 한다. 본 논문에서 논의한 테스트 방법으로 일반적인 블루투스 베이스밴드가 인증을 받기 위해 테스트 항목을 정의하고, 그 정의에 의해 테스트 함으로써 구체적인 TP의 각 항목에 대한 테스트를 효율적으로 수행할 수 있다.

참고문헌

- [1] Das, A. et al., "Adaptive link-level error recovery mechanisms in Bluetooth," *Personal Wireless Communications*, 2000 IEEE International Conference on , 17-20 Dec. 2000 pp. :85~89
- [2] Cheol-Hee Park et. al., "Design and implementation of error control algorithms for Bluetooth system: open-loop and closed-loop algorithms," *Consumer Electronics*, 2000. ICCE. 2000 Digest of Technical Papers. International Conference on , 13-15 June 2000, pp. 302~303
- [3] <http://www.bluetooth.org>