

# Gen2 프로토콜 기반 RFID시스템에서의 다중 리더 관리 모듈 설계

한 수<sup>o</sup> 신승호

시립인천대학교 컴퓨터공학과

[pucktan<sup>o</sup>@incheon.ac.kr](mailto:pucktan@incheon.ac.kr), [shin0354@incheon.ac.kr](mailto:shin0354@incheon.ac.kr)

## The Design of Multi-Reader Management Module In Gen2 Protocol Based RFID Systems

Soo Han<sup>o</sup> SeungHo Shin

Dept. of Computer Engineering, University of Incheon

### 요 약

유통분야에서 물품관리를 위해 사용되었던 바코드를 대체할 차세대 인식기술로 꼽히는 RFID 기술은 IT 기술의 주요 시장으로 부상하면서 다양한 연구가 이루어지고 있는 분야이다. 유통 및 물류분야에서는 다량의 물품을 실시간으로 식별해야 하는 경우가 필요한데 이를 위해 여러 개의 리더가 동시에 사용된다. RFID 시스템을 구축하는데 있어서 다중 리더 운영 기법은 전체 RFID 시스템의 성능을 좌우한다. EPCglobal에서 제안된 Gen2 프로토콜은 900MHz 대역의 단일 통합 표준으로서 ISO/IEC 18000-6 C타입으로 채택되었다. 하지만 Gen2 프로토콜에서 다중 리더 운영 정책에 대해서 Session 기능을 간단히 내놓았을 뿐 자세한 소프트웨어 응용법을 제시하지 않았으며, 이에 관한 미들웨어 연구도 이루어지고 있지 않다. 본 논문에서는 현재 Gen2 프로토콜에서의 태그 인식 기술과 EPCglobal에서 제안하는 RFID 프로토콜, Session 개념을 소개하고 Gen2 프로토콜을 이용하는 RFID 시스템에 다중 리더 관리 모듈을 설계를 통해 다중 리더를 운영하는 기법을 제안한다.

### 1. 서 론

태그에 극소형 칩과 안테나를 부착해 무선을 통해 정보를 저장할 수 있는 RFID(Radio Frequency IDentification) 시스템은 바코드 시스템과는 달리 인식할 수 있는 위치와 상관없이 없고 바코드에 비해 훨씬 먼 거리에 있는 태그를 자동으로 인식할 수 있다. 이처럼 RFID의 장점으로 인해 점차 그 활용 범위가 확대되고 있다. 특히 900MHz 대역은 유통물류 시스템에서 사용할 수 있는 저가의 태그를 제공할 수 있는 유력한 기술로 평가받으면서 RFID 시장의 강한 요구에 부응하여 타 대역에 비해 표준화가 급속히 진척되고 있다. ISO/IEC 18000 규격은 각 주파수 대역별로 ISO/IEC 18000-1부터 ISO/IEC 18000-7 까지(ISO/IEC 18000-5는 없음) 6개 파트로 구성되어 있다. 그 중에서 ISO/IEC 18000-6 규격이 860MHz~960MHz 수동형 RFID 기술을 정의하고 있다. 특히 EPCglobal의 Class1 Gen2기술을 Type C로 포함시킨 ISO/IEC 18000-6 AM1(Amendment1) 문서가 2006년 6월에 최종 승인되면서 그 상용화 가능성이 훨씬 높아졌다[1].

리더와 안테나가 통신을 할 때 근접한 거리에 위치하고 있는 리더들이 동일한 주파수를 이용하거나 여러 리더가 동시에 하나의 태그에 명령을 전송하는 경우 서로 간섭을 일으킬 수 있는데 이를 RFID 리더 충돌이라고 한다[2]. 특히 유통물류 분야에서는 다량의 물품을 실시간으로 식별해야 하는 경우가 필요한데 이를 위해 여러

개의 리더를 동시에 사용해야 하는 상황이 발생한다. 이 상황에서 RFID 리더 충돌이 발생할 수가 있다. 그래서 다중 리더 운영 기법이 필요하며 이는 전체 RFID 시스템의 성능을 좌우한다. Gen2 기반의 RFID 시스템에서 리더 충돌 방지를 위해 사용되고 있는 방법은 주파수 분할을 이용한 FDMA(Frequency Division Multiple Access)방식을 이용한다. 주파수를 여러 개의 채널로 나누어 각 채널을 통해 태그들과 통신함으로써 리더 사이의 충돌을 방지하는 것이다. 이 방식은 동일한 주파수를 이용할 경우 나타나는 간섭 현상에 관해서는 완벽하게 리더 충돌 방지를 하지만 동시에 하나의 태그에 명령을 전송을 하게 되어 간섭을 일으킬 경우에는 취약점을 드러낸다. 또한 전파 부족 현상이 발생하는 현재 이 방식으로 완벽한 리더 충돌방지를 이루는 것은 쉽지 않다. 그래서 Gen2 프로토콜에서는 추가적으로 태그 메모리에 4개의 Session 필드를 둬서 리더 충돌 방지를 실현하려 했다. 하지만 Gen2 프로토콜을 사용한 미들웨어 시스템에서 Session에 대한 연구가 거의 이루어지고 있지 않고 있다.

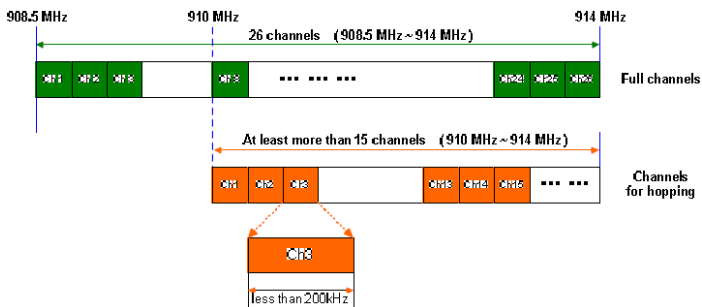
본 논문에서는 Gen2 프로토콜에서의 다중 리더 운영 기법과 태그 인식 기술을 통해 다중 리더 운영 관리의 필요성을 역설하고 EPCglobal에서 제안하는 RFID 프로토콜과 Session에 대한 소개를 한다. 그리고 Gen2 프로토콜을 이용하는 RFID 시스템에서 Session을 이용하는 다중 리더 관리 모듈을 설계하여 다중 리더를 리더 충돌을 최소화하며 운영하는 기법에 대해 소개한다.

2. 관련 연구

2.1 FDMA(Frequency Division Multiple Access)

현재 통신망에서는 하나의 전송로를 이용하여 동시에 여러 사람의 데이터를 보내기 위한 기술이 적용되고 있으며, 이를 다중화 방법이라 한다 주파수 분할 무선 접속방식(FDMA)은 주파수 분할 다중화 방법을 리더와 태그 사이에 적용한 것으로 리더에 할당된 주파수를 통신에 필요한 최소한의 주파수 대역으로 잘게 나눈 뒤에 이를 각 가입자에게 할당하는 방식이다

UHF Gen2 Standard에서는 FDMA방식을 리더 충돌 방지를 위한 MAC Layer에서의 프로토콜로 사용하고 있다. Gen2 프로토콜에서는 908.5MHz~914MHz 대역의 주파수를 사용하고 있는데 주파수를 서로 다른 약 26개의 채널로 분할하여 리더와 태그가 통신 하게 된다 이때 리더와 태그는 서로 다른 채널을 사용하여 통신 한다. 그리고 각 채널은 200KHz보다 작은 주파수로 구성 된다[3][4]. [그림 1]은 Gen2 프로토콜을 가진 RFID에서의 주파수 분할 형태를 보여주고 있다5].



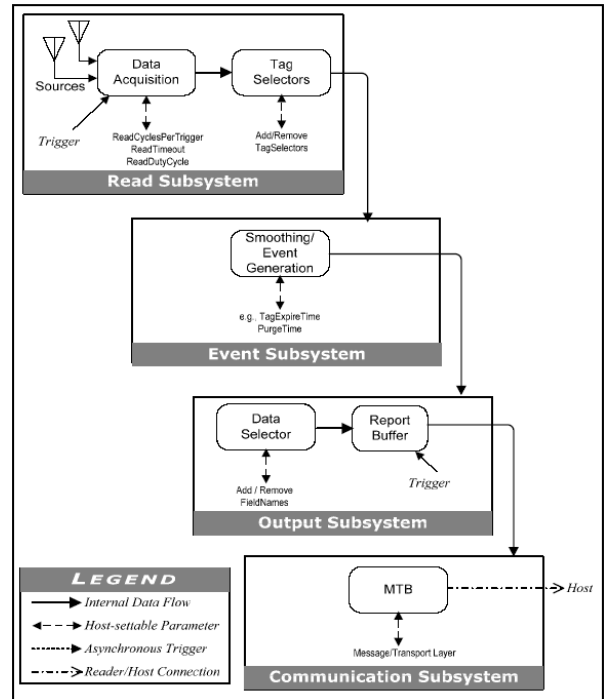
[그림 1] Channels for RFID

주파수 분할을 이용한 리더 충돌 방지는 주파수간의 간섭을 방지할 수 있지만 Gen2 프로토콜에서 리더와 태그의 데이터 통신에 있어서 간섭을 방해하지는 못한다

2.2 EPCglobal Reader Protocol 1.0

EPCglobal Reader Protocol 1.0은 자동인식(AutoID) 기술의 산업 표준을 담당하는 EPCglobal에서 제안하는 Reader Protocol이다. 900MHz 대역의 de-facto 표준으로 자리를 잡아가고 있는 EPCglobal의 Reader Protocol은 RFID 리더가 EPCglobal에서 제안하는 미들웨어를 통해 RFID 태그를 읽고, 데이터를 쓸 수 있도록 제어하는 리더와 호스트 간의 프로토콜이다

EPCglobal Reader Protocol 1.0의 구조는 크게 네 가지 하위 시스템으로 구성되며 여러 개의 안테나로 구성된 Source에서 읽은 태그ID 중 관심 있는 태그만을 필터링(Filtering)하고, 태그 이벤트를 생성 후 상위 미들웨어가 요구하는 조건에 맞는 태그 정보를 MTB (Messaging / Transport Bind)를 통하여 전송한다. 이러한 구조를 통해 기본적인 리더의 기능을 정의 하고 있으며 EPC Class 태그에 대한 기능들을 포함하고 있다[그림 1]. EPC Class 0, 1을 위한 기본적인 READ, WRITE, KILL, LOCK 명령과 최근 화제가 되고 있는 Session 기능과 강화된 보안 관련 기능을 포함한다6].

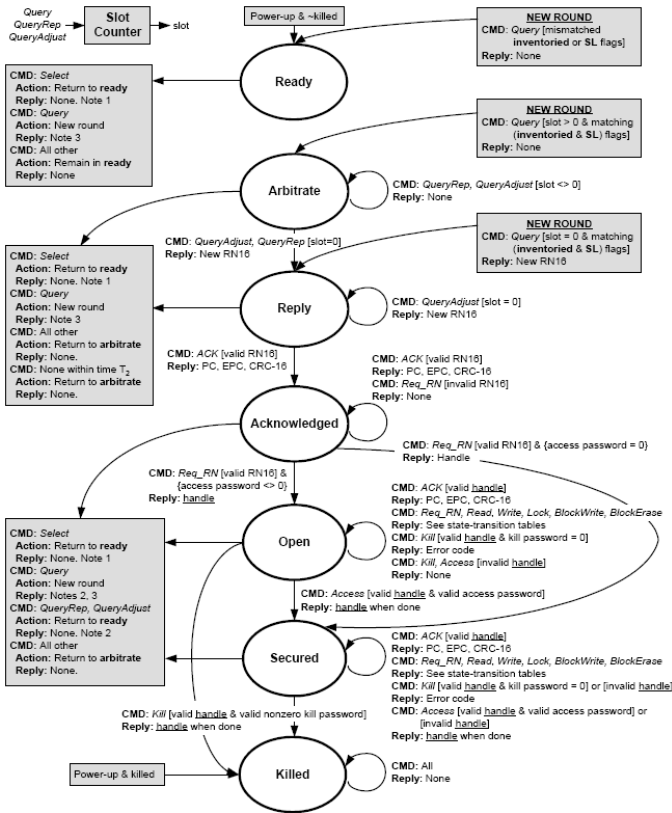


[그림 2] EPCglobal Reader Protocol 1.0 구조

Reader Protocol을 보면 Gen1에서는 Single-reader mode만을 제공하여, 동시에 여러 개의 리더가 태그를 식별할 때 간섭 문제가 발생하였지만, Gen2에서는 3가지의 리더 모드를 제공하여 제한된 범위 내에 존재하는 여러 개의 리더가 충돌 없이 태그를 식별할 수 있다 이는 바로 Session 기능과 연관된대7]. 하지만 Session을 사용한 미들웨어 설계에 대한 연구가 거의 이루어 지지 않고 있다.

2.3 Gen2 프로토콜에서 리더와 태그의 통신 프로토콜

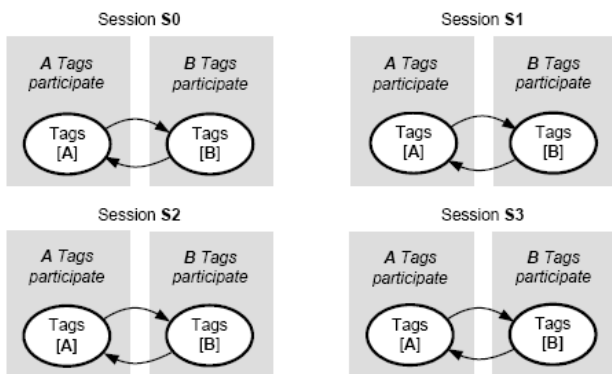
Gen2 프로토콜에서는 리더와 태그의 송수신에 따른 상태를 [그림 2]와 같이 설명하고 있다. 태그 선택 단계는 선택 명령의 인자와 태그 식별자 정보를 비교하여 매칭되는 태그의 특정 플래그를 임의로 설정함으로써 태그 식별과정에서 원하는 태그들과만 통신이 이루어질 수 있도록 한다. 매칭 되지 않은 태그들은 대기 상태에 머물게 된다. 이후 Query나 QueryRep 명령으로 라운드의 시작과 바뀐 Session의 시작을 알리며 이에 대한 응답으로 태그는 16-비트의 랜덤한 값인 RN16을 리더로 송신한다. RN16을 성공적으로 수신한 경우 리더는 이를 인자로 응답(ACK) 명령을 태그로 전송하며 이를 수신한 태그 중 해당 RN16을 송신한 태그만 자신의 태그 식별자(EPC)를 리더로 송신한다. CRC 에러검사를 거쳐 성공적으로 수신하였다고 판단될 경우, 한 개의 태그가 식별된 것이다. 다음 통신을 위하여 리더는 재질의 명령을 다시 태그로 전송하며 태그는 RN16으로 응답하며 상기 과정을 반복한다3][8]. 이러한 과정 중에 간섭으로 인하여 응답 신호가 중지 된다면 태그와 리더 사이의 데이터 전송이 정지 되고 이는 RFID 시스템 성능에 큰 영향을 미치게 된다.



[그림 3] 태그 상태 다이어그램

### 2.4 Gen2 프로토콜의 Session 동작

EPCglobal의 Class 1 Generation 2 UHF Air Interface Protocol Standard Version 1.0.9 에 따르면 태그는 4개의 S0,S1,S2 그리고 S3 로 표현되는 Session 을 제공한다. 태그는 하나의 트랜잭션 동안에 하나의 Session 을 가질 수 있다. 태그들은 각 Session 동안 독립적인 Inventoried flag를 유지하는데 네 개의 Session 에는 A와 B라 표현되는 두 개의 값을 가진다 태그가 리더와 통신이 시작되면 리더는 네 개의 Session 중 하나에서 A나 B를 선택한다. 통신을 마치면 A의 값은 B값으로 변환되고, B의 값은 A값으로 변환된다. [그림 4]는 각 Session에서 inventory flag의 변화를 나타낸다. 태그와 리더의 통신 시 여러 개의 리더로 각 Session을 통해 통신이 가능하다[3].

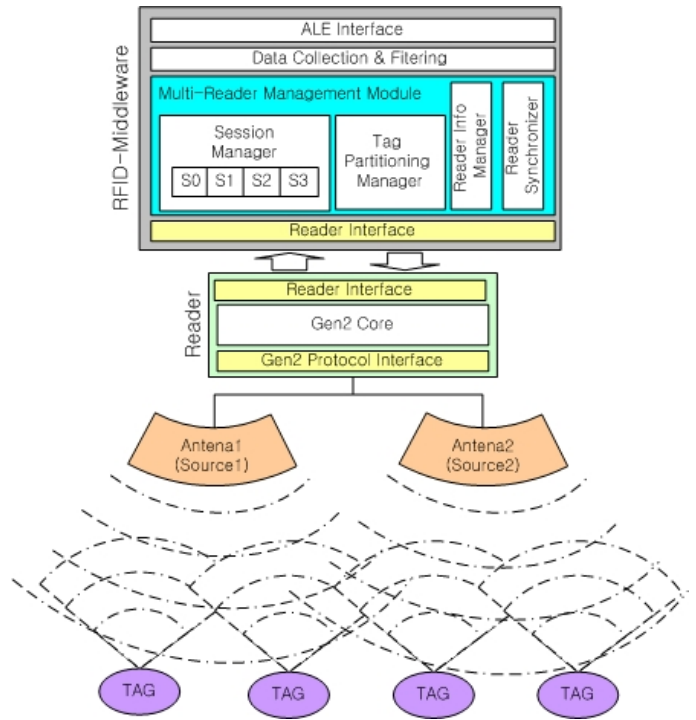


[그림 4] Session 상태 다이어그램

### 3. 리더 관리자 설계

#### 3.1 설계 개요

Gen2 프로토콜의 Session을 이용하여 다중 리더 관리 모듈을 추가함으로써 다중 리더를 운영하는 문제를 해결할 수 있다. 제안하는 다중 리더 관리 모듈은 Gen2 프로토콜을 이용하는 RFID 시스템의 미들웨어 리더 관리자 (Reader Management)에서 리더 관리 인터페이스 (Reader Management Interface) 다음 단계에 위치한다. 데이터 수집하기 전 과정에서 어떤 리더 안테나를 통해 어떤 태그와 통신을 하여 데이터를 수집하였는지 알 수 있다.

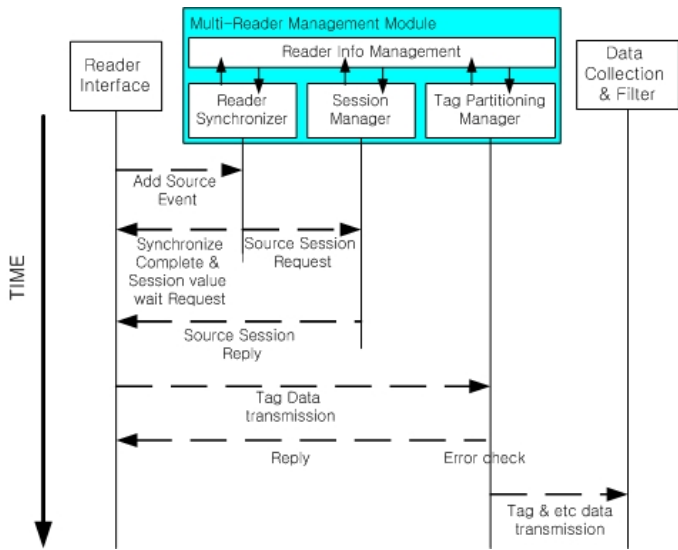


[그림 5] 제안된 다중 리더 관리 모듈의 구조

[그림 5]는 제안된 다중 리더 관리 모듈의 전체적인 설계를 나타내고 있다. RFID 미들웨어의 다중 리더 관리 모듈에서 리더 동기자가 리더와 안테나 사이의 동기화를 유지하면서 리더의 상태를 모니터링 한다 또한 리더와 안테나의 연결 상태를 모니터링하며 안테나 연결 정보를 수집하여 리더 정보 관리자에게 데이터를 보낸다 리더 정보 관리자는 안테나 연결 정보와 리더 정보들을 관리한다. Session 관리자에게서는 리더 정보 관리자를 통해 연결된 안테나 개수를 알 수 있고 안테나 개수에 기반하여 각 안테나에 Session을 부여 한다. Gen2 프로토콜에 따르면 각 안테나는 Source Object로 접근 가능하며 Source Object를 통해 각 안테나에 Session을 부여 할 수 있다. Session 별로 들어오는 분할된 태그들의 데이터들은 태그 분할 관리자에게서 안테나의 정보와 태그 데이터와 함께 Data Collection & Filter 모듈로 보내진다.

#### 3.2 세부 설계

제안하는 모듈의 동작 다이어그램은 [그림 6]과 같다.



[그림 6] 제안 모듈의 동작 다이어그램

리더 정보 관리자는 리더의 전체적인 데이터를 가지고 각 관리자와 필요한 데이터를 주고 받으며 리더 동기화는 처음 안테나 추가나 리더 추가에 따른 이벤트를 받고 리더와 미들웨어와의 동기화를 한다 동기화 완료 시 Session 관리자에게 Session 값을 각 Source Object에게 부여를 요청하고 리더 인터페이스에 Session 부여를 기다릴 것을 요청한다. Session 관리자에서는 부여된 Session 값을 리더 인터페이스에 알린다 정해진 Session을 통해 태그 데이터를 리더 인터페이스를 통해 받아오고 태그 분할 관리자는 각 Source Object 별로 취합된 데이터를 기타 여러 데이터들과 묶어 Data Collection & Filter 모듈로 넘기는 것으로 동작을 마치게 된다.

자세하게 알고리즘 측면에서 살펴보면 리더 정보 관리자에서는 리더에 관련된 정보 관리와 리더가 지원할 수 있는 최대한의 Source Object 개수 한도 내에서 Source Object를 생성 가능하며, 각 Source Object의 이름, ReadPoint의 인스턴스, Trigger 인스턴스, 태그 인식 정확도를 위한 Glimpsedtimeout, Readtimeout, 초기 정의된 Session 값 등등의 정보를 가지고 있다 [표 1]은 정보 수집 알고리즘을 나타낸다

[표 1] Source Object 생성과 정보 수집 알고리즘

```

if CurrentSourceNum !=
    Source.getMaxNumberSupported()
{
    sr1 = Source.create("mysource1")
    ... // 리더의 정보 수집
    session1 = Source.getSession()
}
    
```

Session 관리자에서는 Source Object의 개수에 기반하여 Session 값을 부여하는 작업을 한다 기본적으로 Integer 형태의 Session 값은 Session 관리자 내에서 배열로서 미리 static 하게 정해진다. Gen2 프로토콜에서

태그의 Session은 고정적으로 4개로 구성이 되기 때문에 static한 형태로 있을 경우 빠른 수행 속도를 보일 수 있다.

[표 2] Session 값에 대한 구조체 정의

```

static struct session_arr {
    integer session_value // 4개의 session 값
    boolean flag // session 사용 여부
}
    
```

[표 2]에서는 Session 값을 정의한 구조체의 형태인데 flag의 경우 Session이 사용 중인지 여부를 판단하기 위한 flag 변수로서 역할을 한다. flag 변수는 초기화 과정에서 false 값을 가진다. 정의한 구조체를 바탕으로 Session을 각 Source Object에 부여한다. Session 값 부여 알고리즘은 선택 정렬 알고리즘을 이용하여 각 Source Object 들을 서로 비교하여 Session 값이 같을 경우 다른 Session 값을 부여하는 방식으로 진행 된다

[표 3] Session 값 부여 알고리즘

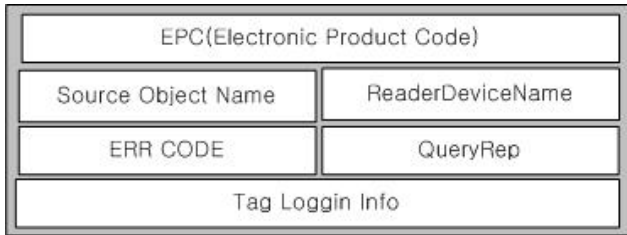
```

for i=0 to i < CurrentSourceNum-1
{
    for j=i+1 to j < CurrentSourceNum
    {
        if Source[i].getSession()==Source[j].getSession()
        {
            for k=0 to k=3
            {
                if session[k].flag == false
                {
                    Source[i].setSession
                        (session_arr[k].session_value)
                    break
                }
            }
        }
        j = j + 1
    }
    i = i + 1
}
    
```

[표 3]은 Session 값을 부여하는 알고리즘으로서  $O(n^2)$ 의 시간 복잡도를 가진다

Session이 부여된 Source Object는 태그와 통신을 시작한다. Gen2 프로토콜의 리더는 태그에 Query 명령을 통해 새로운 라운드의 시작과 Session을 바꾸어 통신을 시작한다. 리더는 개개의 태그와의 통신 트랜잭션을 마치고 나면 데이터들이 태그 분할 관리자로 입력된다 입력된 데이터들을 EPC (Electronic Product Code)를 비롯하여 기타 정보를 묶어 상위 모듈인 Data Collection

& Filter로 데이터 구조체를 넘긴다



[그림 7] 태그 분할 관리자에서 생성되는 데이터 구조

[그림 7]은 태그 분할 관리자에서 생성되는 데이터 구조이다. 기본적으로 태그에서 넘어오는 EPC에 대한 데이터와 출처 정보인 Source Object Name 과 ReaderDeviceName 이 기록 되며, 태그와의 통신에 있었던 에러를 알 수 있는 ERR CODE, 리더에서 전송되었던 명령에 대한 태그 응답 신호를 기록한 QueryRep, 보안을 위한 동작 수행 후 Access 정보를 기록한 Tag Loggin info 등의 데이터들이 하나로 묶여져 Data Collection & Filter로 넘겨진다.

#### 4. 결론

본 논문은 Gen2 기반 RFID 시스템에서 다중 리더 운영 시 주파수 분할을 통한 리더 간의 주파수 간섭을 방지하는 FDMA 방식과 리더와 태그 간 통신 프로토콜에 대해 알아 보았고 Gen2 프로토콜에서의 다중 리더로 인한 충돌을 방지 하기 위한 Session 개념에 대해 소개하였다. 국내 미들웨어 연구에서 Session 개념이 거의 연구되지 않고 있는 실정에서 다중 리더 관리 모듈을 설계하여 Session 기능을 충분한 활용하는 기법을 통해 다중 리더 충돌로 인한 RFID 시스템의 성능 저하를 막는 기법을 제안하였다. 제안하는 기법은 간단한 로직을 통해 리더 충돌을 막고 태그들의 인식되어진 출처 및 기타 정보들을 데이터 구조를 통해 사용자들이 여러 정보를 알 수 있도록 설계 하였다. 본 논문에서는 설계에 주안점을 두고 있어 이로 인해 생기는 오버헤드에 대해서 논하지 못하였다. 따라서 다중 리더 관리 모듈의 구현을 통해 성능 분석이 이루어 져야 하고, 모듈 추가에 따라 데이터 처리 속도가 저하 되는 문제에 대해 해결하는 연구가 이루어져야 한다.

#### 5. 참고 문헌

[1] 강유성, "[정보보호]대한민국 RFID 보안 기술! 개발을 넘어 표준으로 간다," IT Standard Weekly, 2006-42호, 2006.10.30  
 [2] 이수련, 이재우, "RFID 시스템의 다중 인식 기술 현황," 한국전자과학회지 제15권, 제2호, pp.44~53, 2004.4.  
 [3] EPC™, Radio-Frequency Identity Protocols

Class-1 Generation-2 UHF RFID Protocol for Communications at

860 MHz - 960 MHz Version 1.0.9, Jan., 2004.

[4] ISO/IEC 18000-6 : 2005(E), Part 6C : parameters for air interface communications at 860 MHz to 960 MHz, 2005.

[5] 김재현, "Multi-Reader/Multi-Tag Anti-Collision," KRnet, 2006.

[6] EPC™, EPCglobal Reader Protocol 1.0, Last Call Working Draft Version of 17, 2005.3.

[7] 박재민, Dang Nguyen Duc, Vo Duc Liem, 서영준, 김광조, "2 세대 EPCglobal RFID 규격의 보안 취약성 검토 및 개선 방안 연구," 2005년도 충청지부 학술대회 논문집, pp.207~220, 2005.8.7.

[8] 권성호, 모희숙, 최길영, 표철식, 채종석, "Gen2기반 RFID 시스템에서의 충돌방지 알고리즘에 관한 연구" 한국통신학회논문지, Vol.31, No.6B, 2006.6.