

UHF RFID 리더에서 윈도우 기법을 이용한 잡음 효과 감소

최우석^o, 김형남

부산대학교 전자공학과

Noise Reduction by Windowing Methods for UHF RFID Readers

Woo-Seok Choi^o, Hyoung-Nam Kim

Department of Electronics Engineering, Pusan National University

hnkim@pusan.ac.kr

요 약

UHF RFID 시스템은 수동형 태그를 이용한 소형화와 저비용의 생산이 가능하다는 점에서 유비쿼터스를 기반으로 하는 유통 물류 등 다양한 분야에서 적용이 시도되고 있다. 이렇게 증가하는 수요에 따라서 여러 국내의 업체들이 리더를 제작하고 있으며, 성능 향상에 많은 시간과 비용을 투입하고 있다. 본 논문에서는 리더의 인식 성능에 있어서 잡음에 의한 영향에 대해서 살펴보고, 잡음의 영향을 줄이기 위해 고정윈도우와 가변윈도우 기법을 사용하는 방법을 제시한다. 그리고, 제안된 방법의 성능을 검증하기 위하여 자체 제작한 UHF RFID 리더에 적용된 결과를 제시한다.

1. 서론

RFID(Radio Frequency Identification) 시스템은 태그, 리더, 안테나로 구성 되어있다 [1]. UHF 대역의 RFID 시스템에서는 자체 전원을 사용하지 않는 수동형 태그가 이용된다. 수동형 태그는 소형화와 저비용의 생산이 가능하다는 점에서 유통 물류 등 유비쿼터스를 기반으로 하는 여러 분야에 적용이 가능하다. 이러한 이유로 현재 여러 국내의 업체들이 리더를 제작을 하고 있고, 또한 리더의 인식 성능 향상에 주력하고 있다. RFID 시스템에서 리더의 성능을 결정하는 중요한 요소는 다중 태그 인식 속도와 태그 인식 능력이다 [2]. 이 중에서 잡음은 태그 인식 능력에 가장 큰 영향을 미치는 것 중에 하나이다. 본 논문에서는 UHF RFID 리더에서 잡음 문제를 다루고, 이러한 잡음 하에서 리더에서의 신호 검출 문제를 해결하기 위해 고정윈도우와 가변윈도우방식을 도입한다.

2. UHF RFID 에서의 잡음효과

ISO/IEC 18000-6 의 Type-B 표준을 따르는 태그로부터 수신되는 프레임의 일반적인 구성은 그림 1(a) 와 같다 [3]. 본 논문에서는 그림 1(b) 와 같이 Preamble 을 '01010101010101'과 '000110110001'로 나누어, Preamble 과 Preamble_ID 로 표기하기로

한다.

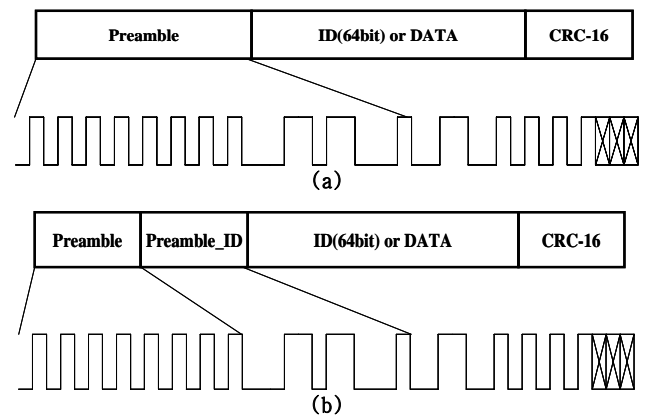


그림 1. Tag Response. (a) ISO/IEC 18000-6 의 Type-B 표기방식, (b) 본 논문의 표기방식.



그림 2. 자체 제작한 UHF RFID 리더 디지털 파트.

^o 이 논문은 교육인적자원부 지방연구중심대학육성사업 (차세대 물류 IT 기술연구사업단)의 지원에 의하여 연구되었음.

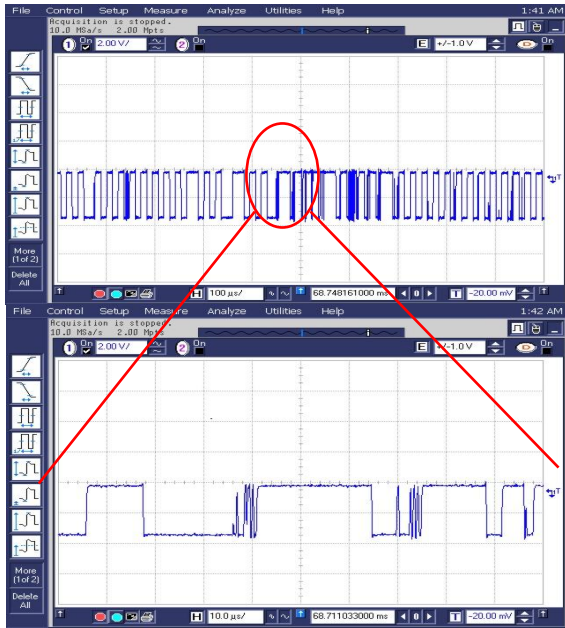
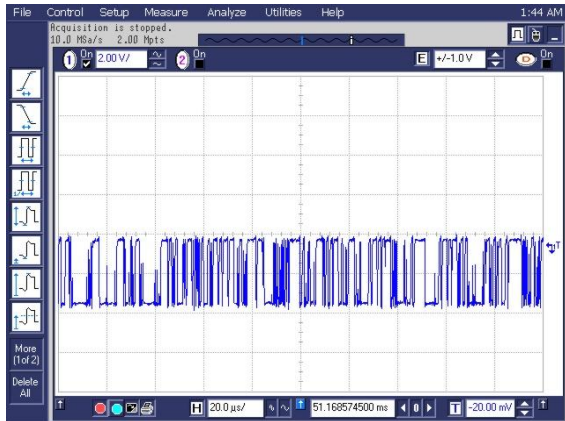
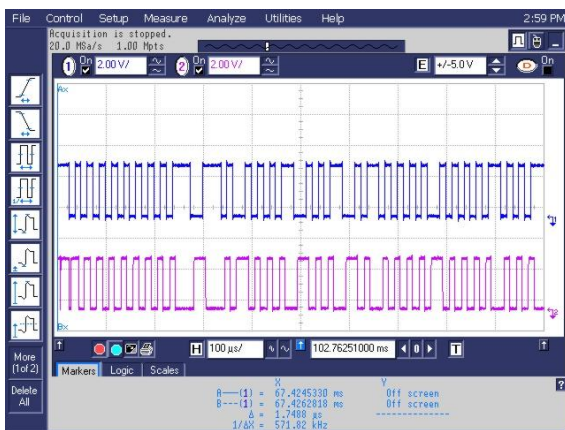


그림 3. Impulse noise.



(a)



(b)

그림 4. Random noise. (a) Random noise, (b) Normal noise.

UHF 대역의 태그는 자체 전원을 가지지 않고, 리더의 Carrier 신호를 이용하여 응답하는 수동형의 태그이므로, 여러 가지 환경에 민감한 반응을 보인

다. 이와 같은 환경 잡음에 노출되어 있는 태그로부터 수신된 신호 중에서 나타날 수 있는 오류신호의 유형은 크게 2 가지의 잡음형태로 발생할 수 있다. 그림 3 과 그림 4 는 그림 2 와 같이 자체 제작한 UHF RFID 리더에서 얻은 데이터를 오실로스코프로 관찰한 것이다. 첫 번째는 그림 3 의 경우처럼 순간적인 잡음으로 신호의 왜곡이 발생한 경우이고, 두 번째는 그림 4 과 같이 무작위로 발생하는 Random 특성의 잡음이 신호를 전체적으로 왜곡 하는 경우이다 [4].

태그 주위의 환경 잡음이 태그의 응답신호에 영향을 미치지 못할 정도 존재하면 리더에서는 수신 이 가능하다. 하지만, UHF RFID 시스템의 태그는 자체 전력을 사용하지 않는 수동형이기 때문에 태그의 응답신호는 리더의 송신신호에 비해 전력이 매우 낮다. 송신 전력이 낮은 태그의 응답 신호는 앞서 설명한 2 가지 환경 잡음에 민감한 반응을 보인다.

3. 잡음 효과 감소를 위한 윈도우 기법

본 절에서는 앞서 설명한 2 가지 환경 잡음에 의한 에러로 정확한 신호를 수신할 수 없게 되는 현상을 최소화 하기 위해 고정윈도우와 가변윈도우 방법을 제시한다.

태그의 응답 신호는 그림 5 와 같은 FM0 코딩 방식을 사용한다. FM0 의 코딩 방식은 하나의 Symbol 이 두 개의 비트로 이루어져 있는데, 각각의 비트는 $\pm 15\%$ 의 Tolerance 를 가진다 [3]. 비트의 구간 중 Tolerance 를 제외한 범위에서 고정윈도우 폭을 결정하고, 나머지 $\pm 15\%$ 의 Tolerance 에서 가변윈도우 폭을 결정한다. 본 논문에서는 수신 신호의 Sampling rate 을 40 Mhz 로 한다. 잡음이 포함된 신호의 복구를 하기 위해서 고정윈도우와 가변윈도우를 사용하는데, 복구 순서는 다음과 같다.

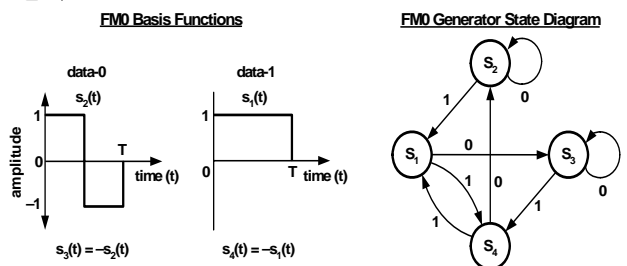


그림 5. FM0 basis functions and generator state diagram[3].

A. 초기 신호 복원.

리더의 Command 이후 약 $400 \mu s$ 이후에 태그의 응답 신호가 리더의 안테나로 수신되어 RF 모듈내의 AD Converter 를 거쳐 임의의 디지털 신호가 수신되었다고 가정하자. 그림 6(a) 는 수신된 Preamble 을 나타낸 것이고, 그림 6(b) 는 수신된

Preamble 의 2 비트를 확대한 것이다. 그리고 40 Mhz (25 ns) 의 속도로 Sampling 한 데이터를 2 μ s 의 구간으로 묶고, 그 구간을 비트 Transition 검출 윈도우라 한다. 그림 6(b) 의 1 과 2 로 윈도우를 표현하였다. 검출윈도우는 25 ns 로 Sampling 된 데이터를 평균하여 0.5 이상이면 '1', 0.5 미만이면 '0' 이라고 규정하였다. 1 번 윈도우를 검출하고, 2 μ s 후에 2 번 윈도우가 검출된다. 매번 검출된 윈도우와 이전 윈도우의 값을 비교해서 값이 다를 경우, Transition 이 발생하였다고 규정하고, 다음단계인 Preamble_ID 검출 단계로 넘어간다.

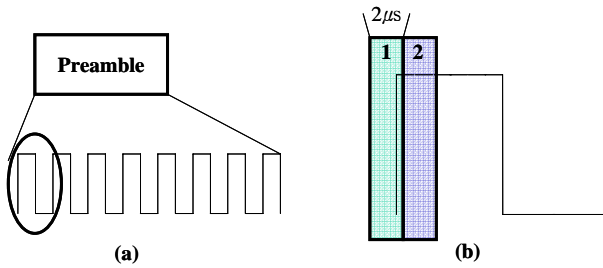


그림 6. 리더에서 Preamble 검출. (a) Transition 검출윈도우를 이용한 Preamble 검출, (b) 수신된 Preamble.

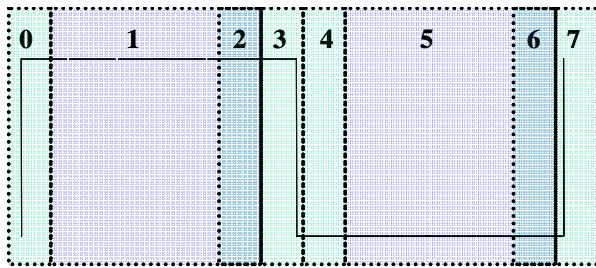


그림 7. FM0 의 '0' 을 표현하는 1 Symbol.

B. 수신 비트 중 '1'과 '0'이 반복해서 오는 경우.

FM0 코딩의 data-0 Symbol 은 '1' 과 '0' 의 비트로 이루어져 있다. B 는 이런 FM0 코딩 중 data-0 의 Symbol 이 왔을 경우이다. 태그 응답 신호가 그림 7 의 0 번 윈도우와 이전 윈도우가 Transition 검출로 Preamble 이 검출된 경우 1 과 2 의 고정윈도우 구간으로 넘어간다. 고정윈도우는 8 μ s 의 구간과 가변윈도우와 중첩되는 2 번 윈도우 구간을 합쳐 총 10 μ s 의 고정윈도우 구간을 가진다. 고정윈도우 구간에는 25 ns 로 Sampling 된 신호가 평균되어 0.5 이상이면 고정윈도우 구간의 값을 '1' 로 0.5 미만이면 고정윈도우 구간의 값을 '0' 으로 판단한다. 가변윈도우는 중첩되는 구간을 포함하여 최대 8 μ s 의 구간을 가지고, A 의 Preamble 검출구간에서의 Transition 구간 체크와 동일한 방법으로, 가변윈도우 구간 중 Transition 을 체크한다. 가변윈도우 구간 중 윈도우 3, 4 와 같이 Transition 이 발생하였을 경우, 가변윈도우를 종료시키고, 다시 고정윈도우를 실행한다. 4 번 윈도우와 같이 평균이

0.75 이상 넘어 가는 경우에는 고정윈도우 5 번에서 보상을 해주면 된다.

C. 수신 비트 중 동일 비트의 연속 검출.

리더에서 수신하는 태그의 응답 중 연속으로 검출될 수 있는 동일 비트는 Preamble_ID 의 '0' 이 세 번 연속으로 오는 구간이다. 태그의 코딩방식은 FM0 를 사용하고, FM0 는 연속으로 동일한 두 개의 비트가 올 때 data-1 이다. 연속으로 세 개의 비트 검출이 가능하다면, 두 개의 비트 검출 역시 가능하다. 이러한 이유로 그림 8 은 Preamble_ID 의 연속된 세 비트가 올 때 리더에서의 검출을 보였다. 그림 8 의 0 번 윈도우가 이전 윈도우와 같이 비트의 Transition 을 성공적으로 검출한 경우 1 과 2 의 고정윈도우 구간이 진행되고 중첩되는 2 번 윈도우를 포함한 3, 4, 5 의 가변윈도우 구간으로 진행된다. 가변윈도우 구간이 진행되는 동안 Transition 이 발생하지 않으면 최대 8 μ s 의 가변윈도우 구간 이후에 Tolerance 를 넘어서는 가변윈도우를 사용한 보상을 하기 위해서, 최소구간의 고정윈도우가 온다. 최소구간의 고정윈도우는 4 μ s 의 6 번 윈도우와 2 μ s 의 7 번 중첩되는 윈도우를 포함하는 6 μ s 구간을 가진다. 최소구간의 고정윈도우 이후에 다시 7 번 중첩되는 구간을 포함하여 가변윈도우가 시작되고, 역시 같은 비트가 반복되면 최소크기의 고정 윈도우가 오게 된다. 13 번 윈도우와 14 번 윈도우에 의해 Transition 이 검출되면, B 또는 C 단계를 반복한다.

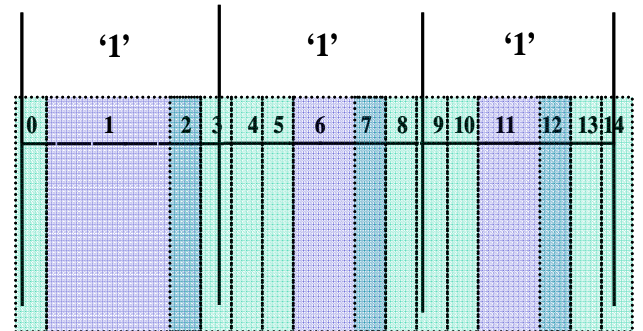


그림 8. Preamble_ID 구간에서 '1' 이 연속으로 세 비트 올 때.

4. 실험 결과

그림 9 는 태그의 응답 신호 전단에 감쇄가 발생한 경우이다 [4]. 그림 10(a) 신호는 AD Converter 를 통과한 수신 신호이고, (b) 의 구형파는 고정윈도우와 가변윈도우를 사용해서 복원한 신호를 보여주고 있다. 마지막으로 (b) 의 구형파 아래에 펄스파형은 복원된 입력신호를 레지스터로 쉬프트하는 flag 이다. 하나의 flag 가 하나의 복원 비트를 나타낸다. (a) 신호의 전단을 확인 하면, 그림 9 에서와 같이 태그의 응답신호 전단에 감쇄가 일어나

서 16 비트로 구성된 Preamble 가운데 ‘01010’의 신호만 검출된 것을 확인할 수가 있다. 검출된 Preamble_ID의 값은 ‘000110110001’의 반전된 값인 ‘111001001110’이 되는데, (b)에서 구형파와 펄스파를 비교해 보면 Preamble_ID의 값과 Type-B 태그의 ID 첫 번째 8 비트 “E0”와 나머지가 복원된 것을 확인할 수 있다.

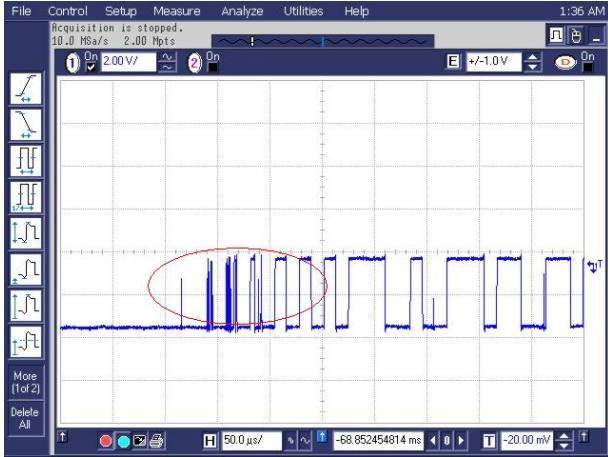


그림 9. Tag 응답 신호 전단의 감쇄.

5. 결론

본 논문에서는 RFID에서 수신 태그 응답신호가 수신 환경에 따라 수 미터에서 수십 센티미터 정도 떨어진 경우에도 잡음의 영향 때문에 태그의 신호를 제대로 인식하지 못하는 문제를 해결하기 위한 방법으로 고정윈도우와 가변윈도우를 이용하는 방법을 제안하였다. 제안된 방법을 자체 제작한 RFID 리더에 적용하여 성능검증을 수행해 본 결과, 다양한 잡음 환경 하에서도 태그의 응답신호를 성공적으로 복원할 수 있음을 확인하였다.

6. 참고 문헌

- [1] Klaus Finkenzeller, *RFID Handbook*, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1997.
- [2] 손해원, 모희숙, 성낙선, “UHF RFID 기술”, *전자통신동향분석*, 제 20 권, 제 3 호, 2005년 6월.
- [3] International Standard: ISO/IEC FDIS 18000-6 for Item Management-2003.
- [4] 이우진, 전기용, 조성호 “UHF RFID 시스템 수신 성능 향상을 위한 통계적 알고리즘”, *2005년도 제18회 신호처리합동학술대회논문집*, 제 18 권 1 호.

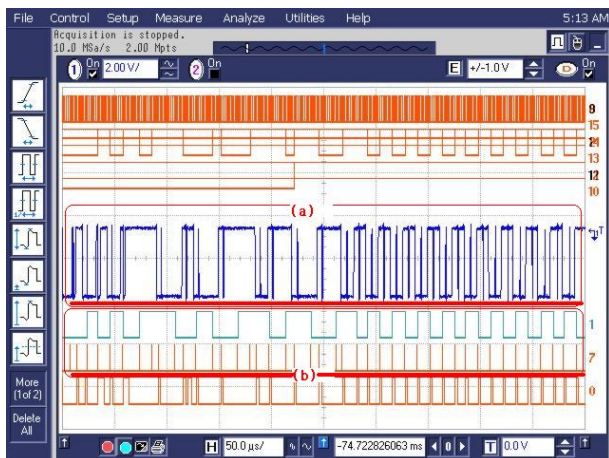


그림 10. 일정한 Random Noise가 포함된 신호와 복구된 신호.