

C-Hook 인식을 위한 RFID 시스템의 적용 가능성에 대한 연구

A Study on Applicability of RFID System for C-Hook Identification

이창우, 조현우, 반성준, 권영신, 김상우*

(Chang Woo Lee, Hyeonwoo Cho, Sung Jun Ban, Yong Sin Kwon, and Sang Woo Kim)

Abstract : C-Hook is a kind of conveyer system for transporting steel coil in POSCO. To detect the current position and the trajectory of steel coils in a plant, C-Hooks are tracked by an inspection system based on PLC. The inspection system detects transit of C-Hooks by monitoring a physical contact between steel bars on a C-Hook and the inspection sensors. However, this system is not reliable because of the abrasion, damage and aging. Moreover, the number of distinguishable C-Hooks is limited by the number of combination of steel bars on a C-Hook. It means that more steel bars should be installed for distinguishing the more C-Hooks. Therefore, the conventional system is difficult and expensive to maintain. To overcome these problems, we propose a C-Hook identification system that uses RFID which is a non-contact type identification system, and evaluate its performance and applicability from a new monitoring program that operates along with the conventional system in the real environment of POSCO.

Keywords : RFID, C-hook, steel coil, POSCO

I. 서론

최근 들어 RFID 기술을 산업 분야에 적용하고자 하는 연구가 활발하게 진행되고 있다. 주된 적용 분야로 물류 관리 분야, 로봇 분야, 철강 분야, 보안 분야, 우정 분야, 텔레메틱스 분야가 있으며, 산업 활동 전 분야에 걸쳐 확대 적용이 가능하다[1-9]. 철강재를 생산하는 포스코(POSCO)에서도 자재 및 제품 창고 관리, 제품 이력 관리, 차량 관리, 인원 출입 관리 등의 목적으로 RFID 기술을 적용 하려는 시도를 보이고 있다[9].

제철소에서의 RFID 기술 적용은 생산 공정상에서의 제품 관리를 목적으로 하는 부분과 생산된 후의 물류 관리를 목적으로 하는 부분으로 나누어 생각할 수 있다. 생산된 후 물류 관리 측면에서의 RFID 기술 적용은 제철소의 경우에도 일반적인 적용과 크게 다르지 않으나, 생산 공정상 제품 관리를 위한 RFID 기술 적용의 경우 제철소라는 특수한 환경에 의해 고려해야 할 추가적인 사항이 존재한다[10]. 우선적으로 제철소 생산 공정상의 구조물 등이 금속으로 이루어져 있기 때문에 RFID 시스템과 금속간의 영향이 고려되어야 한다. 특히 RFID 태그가 금속 표면에 직접적으로 부착될 경우 맴돌이 전류(eddy current)의 영향으로 인식 성능이 현저히 떨어지게 되는데 이는 매우 중요한 고려 사항이다[1]. 또한 공장 내부의 온도가 상온보다 매우 높다는 점, 장기간 사용 시 공기 중의 먼지 또는 미세한 금속 가루와 같은 물질에 의해 야기되는 RFID 시스템의 오염문제가 발생할 수 있다는 점을 고려하여 적절한 조치가 필요하다.

위의 사항들을 고려하여 RFID 시스템을 철강 분야에 활용하는 사례가 점차 늘어나고 있고, 적용하려는 시도도 지속적

으로 이루어지고 있는 반면, 지금까지 이에 대한 문헌상 연구 결과 발표는 미비한 실정이다. 이에 본 논문에서는 선제 공장에서 사용되는 컨베이어 시스템의 일종인 C-Hook 인식을 위한 RFID 시스템 구현에 관해 소개하고자 한다.

현재 선제 공장에서 사용되고 있는 PLC기반의 C-Hook 인식 시스템은 물리적 접촉을 통한 인식 방법을 사용하기 때문에, 이에 따라 발생하는 크고 작은 문제점들을 가지고 있다. 그러므로 기존의 C-Hook 인식 시스템을 비접촉 인식이 가능한 RFID 시스템으로 대체하는 것은 기존 시스템이 가진 문제점들을 직접적으로 해결할 수 있는 대안이 될 수 있다.

이에 본 연구는 RFID C-Hook 인식 시스템을 실제 환경에 적용함에 있어서 앞서 소개한 제철소 환경에 대한 고려 사항을 시스템 구현에 반영하였고, RFID 시스템을 실제 환경에 설치하여 C-Hook 인식률을 조사하였다. 또한 기존 C-Hook 인식 시스템과의 인식률 비교를 통해 RFID 시스템의 성능을 실험적으로 확인하였다. 최종적으로 실제 환경에서 얻어진 실험 결과를 바탕으로 C-Hook 인식을 위한 RFID 시스템의 적용 가능성 여부에 대해 평가하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 우선 2장에서는 현재 포스코에서 사용되는 C-Hook 인식을 위한 기존 시스템에 대해 살펴보고, 그 문제점을 살펴본다. 3장에서는 이를 해결하기 위해 제안된 RFID 시스템에 대해 살펴본다. 4장에서는 성능 평가를 위해 개발한 모니터링 시스템에 대해 설명하고 RFID 시스템의 성능을 나타내었으며, 5장에서 결론을 맺는다.

II. C-Hook 인식을 위한 기존 시스템

현재 포스코 선제 공장에서 사용되는 C-Hook는 공장 내부에 설치되어 있는 레일을 따라 순환하면서 제품을 운반한다. C-Hook는 각각 서로 다른 ID가 할당되어 있으며, 기존 C-Hook 인식 시스템은 이 ID를 인식하고, 그 결과를 운전실로 전송하여 해당 C-Hook 이동 경로 및 현재 위치를 모니터링할 수 있게 해 준다. 이러한 C-Hook 모니터링 결과를 바탕으로 조업자는 특정 C-Hook에 적재된 선재의 이동 경로와 위치를 실시간으로 살펴볼 수 있다. 그림 1은 기존의 C-Hook

* 책임저자 (Corresponding Author)

논문접수 : 2007. 9. 10., 채택확정 : 2007. 12. 5.

이창우, 조현우, 반성준, 김상우 : 포항공과대학교 전자전기공학과
(caprix@postech.ac.kr/lighto@postech.ac.kr/bansjkr@postech.ac.kr/swkim@postech.ac.kr)

권영신 : 포스코 전기제어설비부(yongsink@posco.co.kr)

※ 본 연구는 포스코(POSCO) 및 유비쿼터스 신기술 연구 센터(UTRC) 지원에 의해 연구되었음.

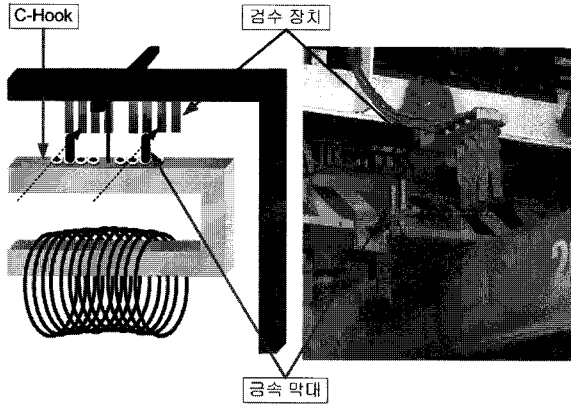


그림 1. 기존 시스템 개념도 및 실제 모습.
Fig. 1. The conceptual scheme and the real picture of the conventional system.

인식 시스템의 개념도와 실제 사진을 보여 준다.

이러한 기존의 C-Hook 인식 시스템의 동작은 각각의 C-Hook에 ID를 부여하는 방법과 해당 ID를 인식하는 방법으로 나뉘서 설명할 수 있다. 먼저 각각의 C-Hook에 ID를 부여하기 위한 방법으로 C-Hook 상단에 설치되어 있는 금속 막대의 배치를 달리하는 방법이 사용된다. 최대 8개의 금속 막대를 지정된 위치에 장착할 수 있으며, 몇 개의 금속 막대를 어떤 위치에 설치하는가에 따라 C-Hook를 구별할 수 있다. 검수 장치는 이러한 금속 막대의 조합을 인식하는 장치이다. 검수 장치는 C-Hook가 진행되는 방향으로 쫓혀지는 8개의 스위치로서, 검수 장치는 금속 막대가 설치 가능한 8개의 위치와 일치하도록 되어 있다. 만약 금속 막대가 설치되어 있는 위치의 스위치라면 C-Hook가 통과할 때 금속 막대와 접촉하여 쫓혀지게 된다. 만약 금속 막대가 설치되지 않은 위치의 스위치라면, C-Hook가 통과하더라도 금속 막대와 접촉할 수 없으므로 쫓혀지지 않는다. 스위치가 쫓혀질 때 발생하는 신호를 통해 금속 막대의 배치 행태를 알 수 있고, 이를 통해 C-Hook에 ID를 인식한다.

기존 인식 시스템은 다음과 같은 문제점을 내포하고 있다. 첫째, C-Hook 인식 과정이 물리적인 접촉을 통해 이루어짐에 따라 발생하는 문제점이 있다. C-Hook 인식은 C-Hook 상단에 설치되어 있는 금속 막대들과 C-Hook 이동 경로 상에 설치되어 있는 검수 장치가 접촉하는 것을 통하여 이루어진다. 그러므로 사용 기간이 길어짐에 따라 장치의 마모 및 손상을 가져다 주어 인식 오류를 발생 시킬 확률이 높아지게 된다. 둘째, 기존의 시스템은 C-Hook에 할당할 수 있는 ID의 수가 제한적이다. 기존 인식 시스템은 각각의 C-Hook에 ID를 할당하기 위하여 C-Hook 상단에 설치되는 금속 막대의 조합을 달리하는 방법을 사용하고 있다. 하지만 설치 가능한 금속 막대의 수가 제한적이므로 조합의 수 역시 제한된다. 또한 ID의 변경 작업이 용의하지 못한 추가적인 문제점을 가진다. 셋째, 선재의 불균형 적재 시 C-Hook의 기울어짐에 의해 금속 막대와 검수 장치가 서로 어긋나게 되어 접촉 오류가 발생할 수 있다. 마지막으로, 손상 또는 노화에 따른 유지 보수 작업 시 해당 장치를 교체하거나 수리하는 작업이 용이하지 못하다.

RFID 시스템의 경우 비접촉 인식 방법이므로 장시간 사용 하여도 마모 또는 훼손되지 않는다. 특히 본 연구에 사용된 수동형 태그는 실질적으로 반영구적 (약 10년 이상)인 수명을 가진다. 그리고 사용자 메모리 크기가 1728 bits 로 이를 ID할당에 모두 사용할 경우 거의 무한한 숫자의 ID할당이 가능하다. 따라서 기존 시스템의 문제점들은 RFID 시스템을 적용함으로써 대부분 해결 가능하다고 판단된다. 그러므로 앞서 소개한 비접촉 인식 방법인 RFID 시스템을 도입하여 연구를 진행하였다.

III. C-Hook 인식용 RFID 시스템

1. C-Hook 인식용 RFID 시스템의 개요

본 연구에서 사용한 RFID C-Hook 인식 시스템은 공장 내부의 작업을 방해하지 않도록 하기 위하여, C-Hook에 부착된 RFID 태그를 안전 거리를 두고 읽을 수 있도록 고안되었으며, 비교 및 테스트 작업 또한 이를 고려하여 수행되도록 하였다. 먼저 RFID 리더기로는 10m의 최대 인식 거리를 가진 900MHz UHF 대역 리더기를 사용하였다[11]. 그리고 운전 중인 C-Hook 온도가 상온 보다 높고 온도의 편차가 심하므로 이러한 상황에서도 장시간 사용시 신뢰성을 보장할 수 있고 안정적인 동작이 가능하도록 하기 위하여 고온 태그를 사용하였다. 또한 RFID 태그를 C-Hook에 부착하는데 있어서 운전 중인 C-Hook에 특정 구조물을 설치하거나 용접과 같은 접합 방법을 사용할 경우, 조업중인 C-Hook의 변형이 예상되었다. 따라서 C-Hook가 금속인 점에 착안하여 자석을 이용한 RFID 태그용 구조물을 제작함으로써 RFID 태그를 C-Hook에 손쉽게 붙이거나 제거할 수 있도록 하였다.

2. 고온 태그

표 1은 이동 경로에 따른 C-Hook에 적재된 선재의 온도를 나타내고 있다. 각각의 경로상 위치는 그림 2에 상세히 나타내었다. 또한 그림 2는 선재 공장 내부에서 C-Hook가 이동하

표 1. 위치 별 선재의 온도.

Table 1. The temperature of a steel coil in the each position.

위치	①	②	③	④	⑤	⑥
온도	335℃	266℃	263℃	112℃	108℃	62℃

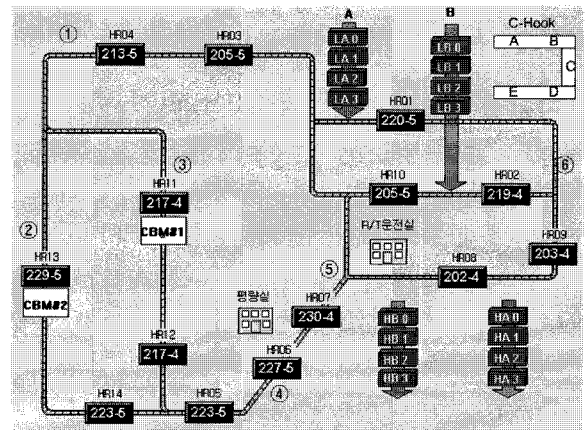


그림 2. C-Hook 이동 경로.
Fig. 2. The moving path of a C-Hook.

는 경로를 보여 주고 있다. C-Hook는 그림 2에 표시된 경로를 따라 한쪽 방향으로만 지속적으로 순환하며, 특정 범위 내에서만 머물지 않기 때문에 그림 2에 표기된 모든 경로상 위치를 통과할 가능성을 가지고 있다. 표 1의 데이터에 의하면, C-Hook에 의해 운반되는 선재의 온도는 이동 경로의 각 지점마다 크게 변화한다는 것을 알 수 있다. 이러한 변화는 생산 직후 고온의 선재가 C-Hook에 적재되지만 시간이 지남에 따라 그 선재의 온도가 감소하기 때문이다.

표 1에 나타나 있는 온도는 적외선 온도계를 사용하여 선재의 특정 지점의 온도를 측정된 결과이다. 이는 선재 표면 특정 지점의 온도를 정확히 나타낼 수 있지만 C-Hook에 적재된 선재로부터 발생하는 복사열에 의해 상승된 주변 온도 분포를 나타내는 데 한계가 있다. RFID 태그는 C-Hook에 부착될 것이므로 선재 표면의 직접적인 온도보다는 고온의 선재에 의해 영향을 받는 C-Hook를 비롯한 주변 온도가 더욱 문제가 된다. 이에 열화상 카메라 (+/- 2°C 오차 범위)를 이용하여 선재가 적재된 C-Hook 주변의 온도 분포를 측정하였고 그 결과는 그림 3과 같다.

그림 3은 생산된 선재가 C-Hook에 적재된 직후 그 주변 온도 분포를 보여준다. 이는 C-Hook 온도가 높은 상황에서 측정된 온도 분포이며 C-Hook에 적재된 선재의 온도가 275°C 이상임을 그림 3의 상단 그림으로부터 알 수 있다. 또

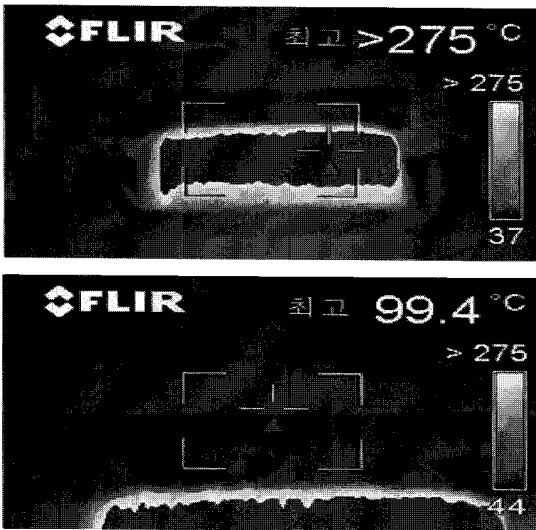


그림 3. C-Hook 온도 분포.
Fig. 3. The distribution of the temperature of a C-Hook.

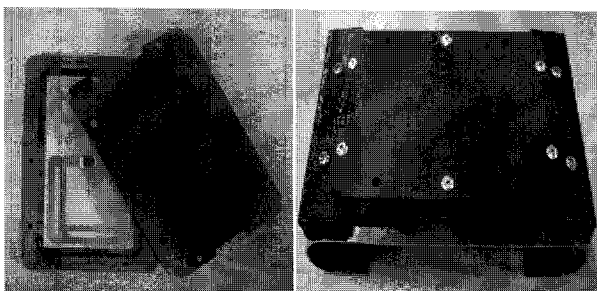


그림 4. 실제 사용된 고온 태그.
Fig. 4. The tag used for the research.

한 C-Hook 상단의 중심부는 비록 선재가 직접 적재되는 부분은 아니지만 아래에 있는 고온의 선재로부터 방출되는 복사열에 의해 최고 온도 99.4°C를 기록하고 있음을 그림 3의 하단 그림으로부터 확인할 수 있다. 표 1에서 언급한 바와 같이 선재의 온도가 각각의 경로마다 크게 다르고 C-Hook 주변 온도가 선재의 온도에 큰 영향을 받는다는 사실을 통해 선재의 온도가 감소할 경우 주변 온도도 감소하게 될 것임을 짐작할 수 있다. 하지만 최고 온도를 기준으로, 해당 온도에서 안정적인 작동을 보장할 수 있도록 RFID 시스템을 설계하는 것이 바람직하다.

그림 2, 3 및 표 1을 종합적으로 살펴볼 경우, C-Hook 상의 D와 E (그림 2의 우측상단 참조) 부분은 선재가 직접적으로 적재되는 부분이며 매우 고온이므로 RFID 태그를 부착하는 것이 사실상 불가능하다. 대조적으로, C-Hook 상단 가장자리에 해당하는 A와 B 부분은 선재로부터 멀리 떨어져 있어 상대적으로 온도가 낮은 부분이다. 위와 같은 사실과 함께 운전 중인 C-Hook의 이동 및 동작에 영향을 주지 않도록 해야 하는 점을 고려하여 RFID 태그를 부착하는 최적 위치로 B 지점을 선택하였다.

그러나 태그 부착 위치 B가 C-Hook의 다른 지점과 비교하여 상대적으로 저온이지만, 여전히 일반적인 태그가 동작할 수 있는 최대 온도인 60~80°C를 넘는 온도에 노출되어 있다. 높은 온도는 RFID 태그에 사용되는 IC의 동작을 방해할 가능성이 있으며, RFID 태그 안테나의 효율을 감소시키고, 그 특성을 변화시킬 수 있다. 그러므로 고온에서 장시간 사용함에도 그 신뢰성을 보장하기 위해 높은 온도에서 견딜 수 있는 고온 태그가 사용되어야 한다. 고온 태그는 외부로부터 들어오는 열이 직접적으로 RFID 태그에 도달하지 못하도록 하기 위해 태그 케이스에 RFID 태그를 넣어 밀봉한 형태이다. 이러한 RFID 태그 케이스는 고온의 열로부터 태그를 보호할 수 있는 재질로 이루어져야 한다. 그러므로 본 연구에서는 열에 강한 물질인 그라파이트를 사용하였다. 태그 케이스의 보관온도는 40°C~200°C이며 그 사이즈는 100mm×64mm이다. 실제로 사용된 고온 태그는 그림 4에 나타나 있다.

3. 태그 구조물

900MHz UHF 대역 RFID 태그 및 리더기의 일반적인 인식 거리는 3m 이상이다[11]. 그러나 이를 이용하여 철강에 적용할 경우 기존의 인식거리를 보장하기 힘들다. 그 이유는 RFID 리더 안테나에서 방사된 전자기파 에너지가 철강재에 흡수 및 반사되어 수동형 태그 안테나에 전력이 발생되지 않기 때문이다[9,12]. 특히 RFID 태그를 금속인 C-Hook에 밀착시켜 부착할 경우 인식 거리가 현저히 감소하게 된다. 그러므로 본 연구에서는 RFID 태그와 C-Hook 표면이 직접적으로 닿지 않도록 설계된 구조물을 사용하였다. RFID 태그와 C-Hook 사이의 거리가 멀어질수록 인식 성능이 더욱 높아질 것임을 예상할 수 있다. 하지만 거리를 너무 멀게 둘 경우 태그 구조물의 높이가 높아지므로 C-Hook 운전에 방해 요인이 될 수 있는 점을 감안하여 실험적인 테스트를 통해 태그 구조물의 높이를 27mm로 결정하게 되었다. 또한 실험을 수행함에 있어 손쉬운 태그 부착과 제거가 가능하도록 하기 위하여 구조물에 자석을 이용하였다. 그림 5는 사용된 태그 구

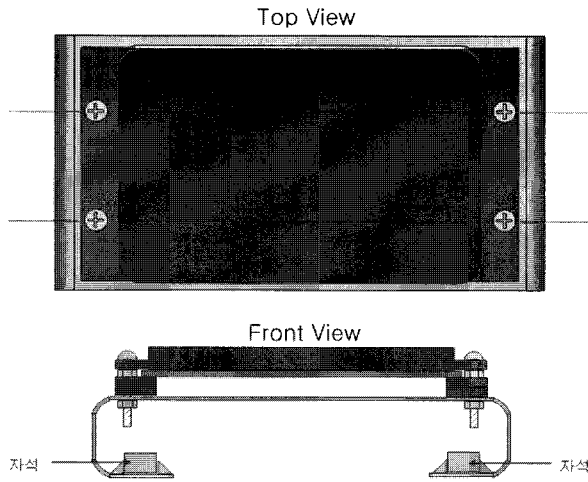


그림 5. 고온 태그 구조.
Fig. 5. The structure of the tag.

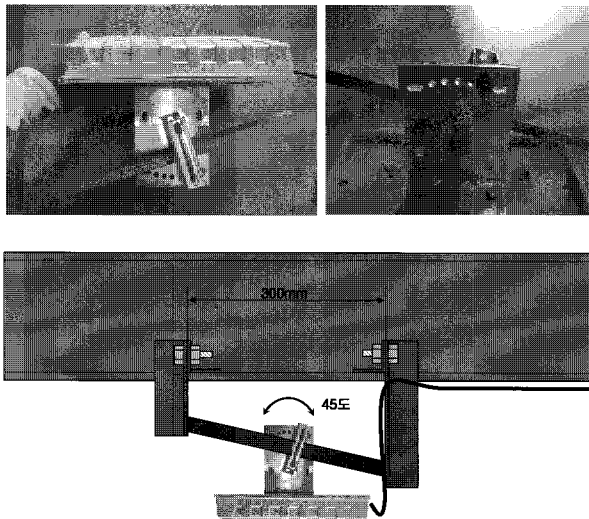


그림 6. 안테나와 구조물.
Fig. 6. Antenna and structure.

조물의 구조를 나타낸다.

4. 안테나 및 구조물

리더기 안테나는 RF 신호를 송신하는 역할과 함께, RFID 태그로부터의 응답을 수신하는 역할을 한다. 연구에 사용된 안테나의 사이즈는 245mm×235mm×40mm 이며 -20℃~70℃의 동작 온도를 가진다. 리더기 안테나의 방향이 C-Hook에 부착되어 있는 RFID 태그 인식 결과에 큰 영향을 줄 수 있으므로 본 연구에서는 손쉽게 안테나의 방향을 조절할 수 있고 실험이 용이하게 진행될 수 있도록 하기 위해 그림 6과 같은 안테나 구조물을 사용하였다. 그림 6에서 나타난 바와 같이 이 안테나 구조물은 안테나의 방향을 최대 45도 범위 내에서 다양하게 변경할 수 있도록 제작되었다.

5. 전체 시스템 설치도

이상 언급한 RFID 시스템의 각 부분들을 통합하여 그림 7에 나타난 바와 같이 RFID C-Hook 인식 시스템을 구성하였다. 그림 8은 실제 포스코 현장에 설치한 RFID 리더기, 안테나, 태그의 모습을 보여주고 있다.

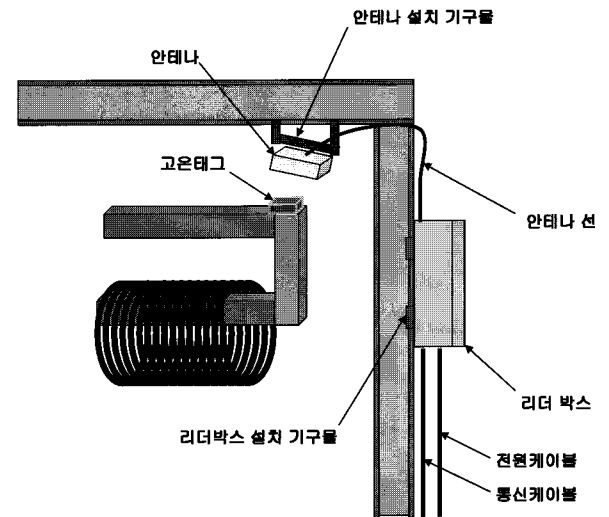


그림 7. 전체 시스템 구조도.
Fig. 7. The overall structure of the RFID system.



그림 8. 실제 설치 모습.
Fig. 8. The real picture of the system.

IV. 성능 평가

본 연구에서는 RFID C-Hook 인식 시스템의 성능을 평가하기 위해 그림 9와 같은 테스트 시스템을 구축하여 기존의 인식 시스템과 비교 분석이 가능하도록 하였다. 실험에 사용한 리더기는 모니터링과 명령어 전달을 위해 두 가지 통신 방법을 제공하는데, 이는 RS-232 통신 방식과 이더넷(ethernet) 통신방식이다.

본 실험에서는 RFID 리더기와 모니터링 컴퓨터간의 거리를 고려하여 RS-232보다 안정적이며 고속인 이더넷 방식을 채택하였으며, 공장 환경의 제약 조건으로 인해 크로스 이더넷 케이블로 컴퓨터와 RFID 리더기를 직접 연결하는 방식을 사용하였다. 기존 인식 시스템과의 데이터 송수신 역시 이더넷 통신 방식을 통해 이루어지도록 하였다.

시스템 구성을 각 부분별로 살펴보면, RFID 리더기와 모니터링 컴퓨터의 연결에 있어서는 RFID 리더기가 서버 역할을 하고, 모니터링 컴퓨터가 클라이언트 역할을 담당한다. 기존 시스템과 모니터링 컴퓨터의 연결에서는 보안과 안정성을 위해 모니터링 컴퓨터가 서버 역할을 담당하고, 기존 시스템이 클라이언트 역할을 담당한다. 그림 10의 모니터링 프로그램은 이러한 서버 클라이언트 관계를 관리하고, RFID C-Hook 인식 시스템과 기존 인식 시스템의 C-Hook 인식 결과를 모니터링 및 비교 분석하는 역할을 한다.

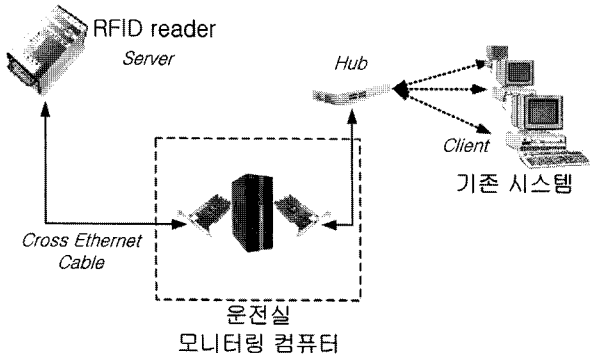


그림 9. 성능 평가를 위한 실험 시스템 구조도.
Fig. 9. The structure for the performance evaluation.

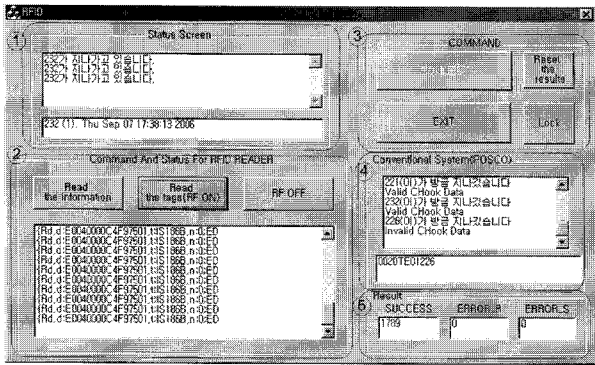


그림 10. 모니터링 프로그램.
Fig. 10. Monitoring program.

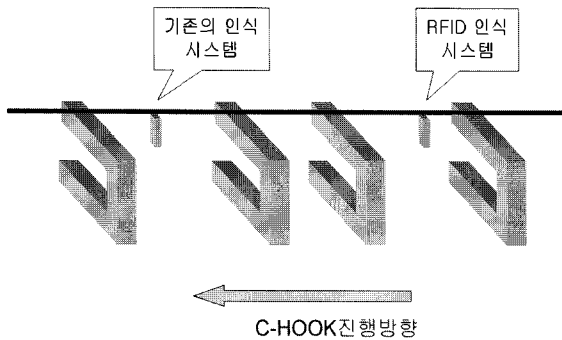


그림 11. C-Hook 인식 순서.
Fig. 11. The order of identification of C-Hooks.

모니터링 프로그램은 먼저 RFID 리더기로 연결을 요청하여 모니터링 컴퓨터와의 연결을 확인한 후, 기존 시스템으로부터 연결 요청을 받아 프로세스를 동작시키는 구조로 동작하도록 구현되었다.

모니터링 프로그램의 UI(User Interface)를 간략히 살펴보면 다음과 같다. ①번 부분은 RFID 리더기로부터 받은 데이터를 사용자의 편의를 위해 변환하여 출력하는 부분이다. ②번 부분은 RFID 리더기의 명령어 버튼과 리더기로부터 받은 변환전의 자료인 RAW 데이터를 출력하는 부분이며, ③번 부분은 모니터링 프로그램을 관리하기 위한 부분이다. ④번 부분은 기존 인식 시스템으로부터 받은 데이터를 출력하는 부분이며 ⑤번 부분은 인식률을 조사하기 위한 부분이다.

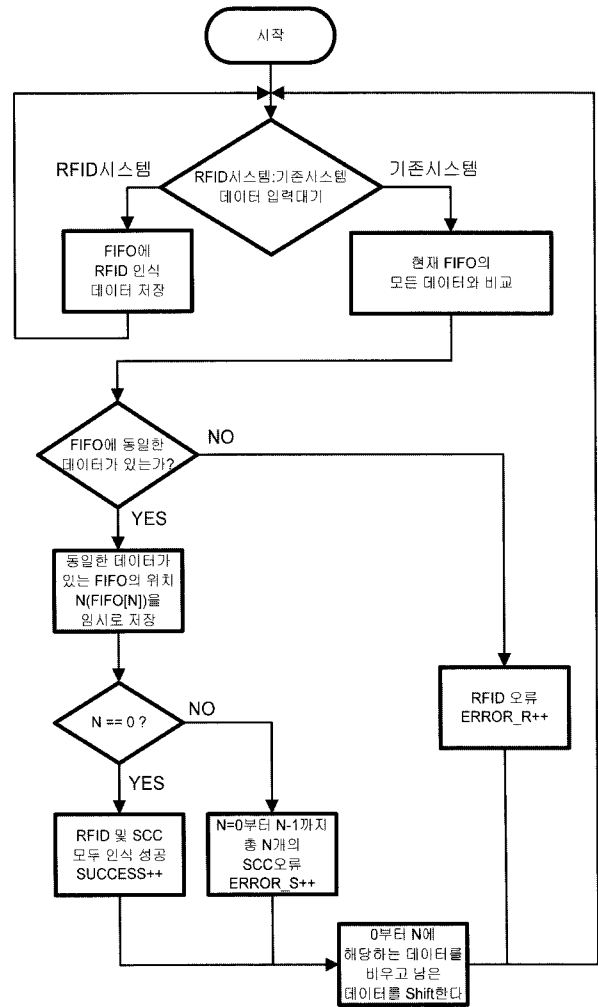


그림 12. 인식 알고리즘의 순서도.
Fig. 12. The flow chart of the identification algorithm.

SUCCESS부분은 기존 시스템과 RFID 모두 동일 C-Hook를 인식한 개수를 나타내며, ERROR_R은 RFID 시스템의 인식 오류 개수, ERROR_S는 기존 시스템의 인식 오류 개수를 나타낸다.

본 연구에서 구현한 RFID 인식 시스템은 그림 11과 같이 기존 인식 시스템 보다 C-Hook 이동 방향을 기준으로 전방에 설치되어 있어, 기존 인식 시스템보다 시간적으로 먼저 C-Hook를 인식하도록 되어 있다. 또한 C-Hook는 조업 상황에 따라 일정 시간 동안 멈추는 경우가 있고, 정체되어 C-Hook들 간의 간격이 좁혀지는 상황도 발생한다. 그러므로 RFID 인식 시스템이 설치된 지점과 기존 인식 시스템이 설치된 지점 사이에 2개 이상의 C-Hook가 존재할 수도 있다.

그리고 RFID 인식 시스템을 통과한 C-Hook는 반드시 기존 인식 시스템을 통과하게 되며, 두 시스템 사이에서 새로운 C-Hook가 나타나는 경우는 발생하지 않는다. 그러므로 인식의 오류가 없다고 가정한다면 RFID 인식 시스템에서 인식된 C-Hook는 정체 현상 혹은 이동에 걸린 시간에 따라 수 초, 혹은 수 분 후 기존 인식 시스템을 통과하면서 인식된다. 만약 RFID 인식 시스템에 오류가 발생할 경우, RFID 인식 시스템에서 인식되지 않은 C-Hook 정보가 기존 인식 시스템

에서 취득되는 현상이 발생할 것이며, 기존 인식 시스템에서 오류가 발생했다면 RFID 인식 시스템에서 취득한 C-Hook 정보가 기존 인식 시스템에서는 취득되지 못하는 경우가 발생한다. 이를 바탕으로 모니터링 프로그램에서는 C-Hook의 정체 현상 및 두 인식 시스템의 인식 시간 차이를 고려하기 위한 FIFO (First in, First out) 구조를 도입하였다. 이는 RFID 인식 시스템에서 C-Hook 인식 정보를 먼저 FIFO에 순서대로 저장하고, 기존 인식 시스템에서 C-Hook가 인식될 때 해당 FIFO를 검색함으로써 두 종류의 서로 다른 인식 시스템 중 어떤 시스템에서 오류가 발생하였는지를 분석하기 위한 것이다. 이러한 오류를 판단하는 알고리즘의 순서도는 그림 12에 나타나 있다. 단, 이 실험에서는 두 인식 시스템이 모두 인식 실패를 하는 경우에 대해서는 오류를 탐지하는 것이 불가능하므로 고려하지 않았다.

그림 12에 나타난 알고리즘의 흐름은 다음과 같이 설명할 수 있다. 먼저 RFID 시스템 혹은 기존의 시스템로부터 인식 데이터가 들어오기를 기다리는 상태에 있다. 이때 RFID 시스템으로부터 인식 데이터가 들어올 경우 해당 데이터를 FIFO 타입의 버퍼에 저장한다. 이때 버퍼의 인덱스는 0부터 시작하며 이미 FIFO에 다른 인식 데이터가 존재 한다면 그 데이터의 다음 인덱스에 순서대로 기록한다. 반면에 기존 시스템으로부터 인식 데이터가 들어올 경우 해당 인식 데이터와 동일한 데이터가 버퍼에 있는지 FIFO 전체에 대해서 해당 인식 데이터를 검색한다. 만약 FIFO에 동일한 데이터가 없다면 이는 RFID 인식 시스템에서 인식하지 못한 C-Hook를 기존 인식 시스템에서 인식한 것이므로 RFID 인식 시스템의 오류로 판단한다. FIFO에 동일한 데이터가 있을 경우에는 그 데이터가 FIFO의 0번째 인덱스에 저장되어 있는지 여부를 조사한다. 만약 0번째 인덱스가 아닌 0보다 큰 인덱스 N에 데이터가 저장되어 있었다면 0에서부터 N-1까지 인덱스에 있는 C-Hook 데이터를 기존 시스템이 인식하지 못한 것이므로 총 N개의 기존 인식 시스템의 오류로 판단한다. 그리고 인덱스 0부터 N까지의 데이터를 버리고 그 데이터들을 시작점이 인덱스 0이 되도록 이동 시킨 후 계속해서 인식을 기다린다. 만약 해당 데이터가 인덱스 0에 있었다면 이는 RFID 시스템에서 인식한 C-Hook를 기존 시스템 또한 인식한 것이므로 두 인식 시스템 모두 정상적으로 C-Hook를 인식한 것으로 판단한다. 이 때도 인식된 데이터는 FIFO에서 제거하고 FIFO에 남은 데이터의 시작점이 인덱스 0이 되도록 이동시킨다.

이러한 프로그램을 통해 조사된 인식률은 다음과 같다. 초기 설치 시 안테나와 태그간의 거리는 180cm로 설정한 후 인식률은 약 98% (1개월 동안의 실험에서 3273개중 3200개 인식)으로 나타났다. 인식률 향상을 위해 안테나와 태그 거리를 150cm로 설정하고, 최대한 안테나의 방향과 태그의 방향이 수직이 되도록 태그 위치를 조정하여 인식률을 재조사해 본 결과 100% (3개월 동안의 실험에서 25317개 인식)의 인식률이 나왔다. 이에 반해 기존 시스템은 48개의 오류가 발생하였다. 이를 통해 인식률이 거리와 방향에 민감함을 알 수 있었다. 그러므로 안테나와 태그 사이의 거리와 방향을 최적으로 고려하여 RFID 인식 시스템을 구성할 경우 기존의

시스템에 비해 인식 오류를 감소시킬 수 있다. 또한 위의 결과가 앞서 언급한 고온의 영향과 급속의 영향을 고려한 상황에서 3개월 동안의 실험에서 얻어진 것임을 감안할 때, RFID 시스템을 통한 C-Hook 인식은 제철소와 같은 환경에서도 적용 가능성이 높다고 결론을 내릴 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 RFID C-Hook 인식 시스템을 실제 환경에 적용해 보고 그 인식률을 조사함으로써 적용 가능성을 분석해 보았다.

제안된 RFID C-Hook 인식 시스템으로 기존의 인식 시스템이 가진 ID 할당 및 접촉으로 인한 문제점들을 해결하였다. 그리고 장기간의 테스트를 통해 RFID 인식 시스템의 경우 RFID 안테나 방향 및 안테나로부터 C-Hook에 부착된 RFID 태그까지의 거리가 인식 성능에 큰 영향을 미친다는 사실을 확인하였다. 제안된 시스템이 3개월 동안 100%의 인식률을 보였다는 점에서 실제 적용 가능성에 대해 긍정적인 평가를 내릴 수 있을 것이다.

제철소 환경은 일반적으로 주변 온도가 매우 높고, 급속성 구조물들이 많이 사용되고 있어 RFID 시스템을 적용하기에 어려움이 많다. 하지만 본 연구에서 얻은 결과는 제철소 환경에서도 환경적인 영향을 분석하여 그에 따른 해결책이 제시된다면 RFID 인식 시스템을 적용하는 것이 충분히 가능하다는 것을 보여준다. 또한 본 연구는 추후 기존의 인식 시스템을 RFID 인식 시스템으로 대체할 경우 발생할 수 있는 시행 오류를 미연에 방지하는 자료로 활용할 수 있을 것이다.

참고문헌

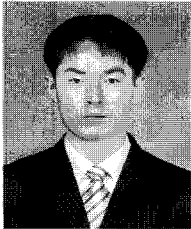
- [1] K. Finkenzerler, *RFID Handbook : Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification*, WILEY, 2002.
- [2] 정필성, 정원수, 오영환, "도서 관리를 위한 RFID 태그 데이터 포맷 설계 및 시스템 구현," 대한전자공학회 논문지, 제 44 권, CI편, 제 3 호, pp. 1-7, May. 2007.
- [3] 박인정, 현택영, " RFID를 이용한 작업관리 시스템," 대한전자공학회 논문지, 제 44 권, CI편, 제 2 호, pp. 31-36, Mar. 2007.
- [4] 유영민, 이재훈, 박준구, 박찬국, "차량용 측위 시스템에 RFID 적용 가능성 연구," 제어 · 자동화 · 시스템공학 논문지, 제 12 권, 제 10 호, pp. 975-981, Oct. 2006.
- [5] J.-H. Park and J.-H. Park, "Postal RFID application model and performance," *ETRI Journal*, vol 28, no. 3, pp. 405-408, Jun. 2006.
- [6] 이현정, 최규천, 이장명, 이민철, "RFID를 이용한 이동로봇의 위치인식기술," 제어 · 자동화 · 시스템공학 논문지, 제 12 권, 제 1 호, pp. 41-46, Jan. 2006.
- [7] 권병수, 강대성, "해마의 연상학습과 RFID를 이용한 열굴 인식 시스템의 구현," 제어 · 자동화 · 시스템공학 논문지, 제 12 권, 제 1 호, pp. 28-32, Jan. 2006.
- [8] 노세균, 이영훈, 최혁렬, "3D RFID 시스템을 이용한 사물 인식," 제어 · 자동화 · 시스템공학 논문지, 제 11 권, 제 12 호, pp. 1027-1038, Dec. 2005.

[9] 최승갑, "철강분야 전자태그(RFID) 기술 적용," 제어·자동화·시스템공학회지, 제 11 권, 제 1 호, pp. 51-53, Mar. 2005.

[10] 김현동, "유비쿼터스 기술 개발 동향 및 철강업 적용 방안," 포항공과대학교 석사 학위 논문, 2006.

[11] 손명식, 조병록 "RFID Tag 기술," Polymer Science and Technology, vol. 17, no. 1, pp. 4-17, Feb. 2006.

[12] 이태경, "선재용 RFID 태그 및 리더 안테나와 LHM을 이용한 소형 안테나 설계," 포항공과대학교 석사 학위 논문, 2006.



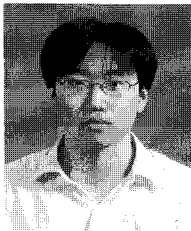
이창우

2002년 경북대학교 전자전기공학부(공학사). 2002년~2004년 포항공과대학교 전자전기공학과(공학석사). 2004년~현재 포항공과대학교 전자전기공학과 박사과정 재학중.



조현우

2006년 한양대학교 전자전기공학부(공학사). 2006년~현재 포항공과대학교 전자전기공학과 통합과정 재학중.



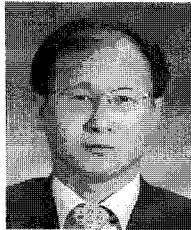
반성준

2006년 경북대학교 전자전기공학부(공학사). 2006년~현재 포항공과대학교 전자전기공학과 통합과정 재학중.



권영신

1996년 중앙대학교 전자공학과(공학사). 2007년 포항공과대학교 철강대학원 철강학과(공학석사). 1996년~현재 포스코 포항제철소 진기제어설비부.



김상우

1983년 서울대학교 제어계측공학과(공학사). 1985년 동 대학원 제어계측공학과(공학석사). 1990년 동 대학원 제어계측공학과(공학박사). 1991년~현재 포항공과대학교 전자전기공학과 부교수. 관심분야는 최적제어, 최적화 알고리즘,

지능제어, 무선 통신, 공정 자동화.