

# GIS와 스마트폰을 이용한 단조 재공 관리 시스템 설계 및 구현

박용구\*, 송원용\*, 정동원\*

\*군산대학교 정보통계학과

e-mail : {dball09, swy0111, djeong}@kunsan.ac.kr

## Design and Implementation of Forging Work-in-Process Management System using Smartphone and GIS

Yonggu Park\*, Wonyong Song\*, Dongwon Jeong\*

\*Dept. of Informatics & Statistics, Kunsan National University

### 요 약

이 논문에서는 보다 효율적인 단조 재공 관리를 위한 새로운 시스템을 제안한다. 지금까지 효율적인 재공 또는 재고 관리 통해 생산성을 향상시키기 위한 다양한 연구가 진행되어 왔다. 특히 바코드, RFID 기술, 영상 인식 기술 등 다양한 IT 기술을 접목을 시도해 왔다. 그러나 단조 재공 관리 시스템의 특성상 이러한 접근 방법을 적용하는데 많은 문제점을 야기한다. 열악한 환경으로 인한 높은 훼손 가능성, 특정 단말기에 대한 종속성과 높은 관리 비용, 부정확한 적재 위치 관리 및 최적의 적재 위치 파악이 어렵다는 문제점을 지닌다. 따라서 이 논문에서는 기존 접근 방법의 한계를 극복하고 단조 재공 관리 환경에 적합한 새로운 시스템을 제안한다. 제안 시스템은 스마트폰과 GIS 시스템을 이용하여 앞서 언급한 많은 문제점을 해결 및 보완할 수 있다는 장점을 지닌다.

### 1. 서론

단조(forging)는 가열된 금속재료를 가압성형 즉, 압축이나 충격을 가하는 방식으로 기계적인 성질을 향상시키는 작업을 지칭하는 것을 의미하며, 단조품은 주물품에 비해 조직이나 기계적 성질이 우수하여 고강도, 내식성, 안정성 등이 요구되는 선박엔진, 발전설비, 석유화학설비의 핵심부품 등의 폭넓은 용도로 사용되고 있다. 단조산업은 동일한 제품이지만 고객의 요구에 의해 사양이 다르고, 동일 공정이 적용되지 않는다는 특성을 지닌다. 따라서 업무 프로세스 변화를 도모함으로써 생산성을 향상시키기 위한 노력이 요구된다[1].

이러한 생산성 향상을 위해서는 다양한 세부 프로세스에 대한 개선이 요구된다. 크레인 최적 이동 경로 탐색, 가열로/열처리로 충전률 향상을 위한 작업 계획 수립, 프레스 실시간 작업 계획 최적화 방안, 적재장 재공 관리 등 여러 관리 프로세스가 존재한다. 특히 적재장 재공 관리는 완제품 생산이 완료되는 시점까지 여러 차례 요구되며, 무엇보다 실시간 재공 파악 및 정확한 위치 정보 확인이 요구되는 작업이다. 따라서 시간과 비용 및 생산성 측면에서 매우 중요한 역할을 수행한다. 그러므로 전체적인 작업의 생산성

향상을 위해서는 단조 재공 관리에 대한 프로세스 개선이 절실히 요구된다.

지금까지 단조 재공 관리 프로세스 개선을 위한 다양한 연구가 진행되어 왔으며, 특히 바코드와 영상인식 기술을 활용한 연구, RFID를 활용한 재고관리 및 위치추적 시스템 구현 등 새로운 IT 기술을 접목하여 비용을 절감시키고자 하는 연구가 진행되어 왔다[2-7]. 이러한 접근 방법들은 각각 고유의 특성과 장점을 지니는 반면, 단조 재공 관리 시스템에 접목하는데 많은 한계를 지닌다. RFID의 경우 인식률이 낮거나 불가능하며 열악한 환경으로 인해 훼손 가능성이 높다. 바코드를 기반으로 한 시스템의 경우에는 특정 단말기에 종속적이라는 문제점과 이로 인한 많은 문제점을 노출시킨다.

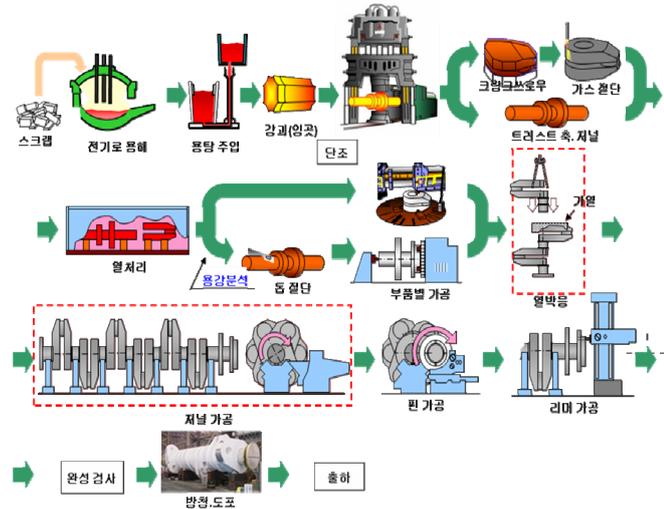
따라서 이 논문에서는 스마트폰과 GIS를 이용한 새로운 단조 재공 관리 시스템을 제안한다. 제안 시스템은 GPS가 내장된 스마트폰을 이용하여 단조품의 위치를 획득하고 통신망을 통해 스마트폰과 ERP 서버간의 통신을 한다. GIS를 이용하여 단조품의 물리적인 적재 위치를 실시간으로 파악할 수 있으며, 입출고 및 재공 관리의 정확도를 향상시킨다. 또한 공정별 정확한 리드타임 산출과 수작업 업무의 제거로 생산성을 향상시킬 수 있다.

**2. 단조 재공 관리 소개 및 관련 연구**

이 장에서는 단조 재공 관리에 대한 개념을 소개하고 재공 관리의 생산성 향상을 위한 기존 연구에 대하여 기술한다.

**2.1 단조 재공 관리 소개**

재공이란 생산 중에 있는 제품을 뜻한다. 단조품의 제작시간이 장시간 소요되어(발전품인 경우, 최장 8개월의 제작시간이 필요) 원활한 납기를 달성하기 위해서는 정확한 재공 관리가 꼭 필요하다. 공장으로 단조 소재인 INGOT를 생산하는 주조 공장, 가압성형 작업을 하는 단조 공장, 고객이 원하는 형태대로 정밀 가공하는 가공 공장으로 나눌 수 있으며, 단조공장은 다시 가열/프레스 공장, 열처리 공장, 후처리 공장으로 크게 세분화할 수 있다. 먼저 고철을 주원료로 사용하여 주조공장에서 INGOT를 생산하면 주조 공장의 재공으로 등록된다. INGOT가 가열로로 장입하게 되면 가열/프레스 공장의 재공으로 등록되고, 프레스 작업 후 FLAME 절단을 하면 생산공정표에 따라 열처리 또는 후처리 공장으로 재공이 인계된다. 이와 같이 재공의 인수인계 과정을 사람이 눈으로 직접 확인한 후 사무실로 돌아가 ERP 시스템에 등록해야만 한다. 그로 인해 입력 오류 및 실시간 재공 관리를 할 수 없는 일이 발생한다.



(그림 1) 일반적인 Crank Throw 제조 과정

**2.2 기존 연구 분석**

앞서 언급하였듯이, 재공 관리 프로세스는 완제품 생산 시점까지 소요되는 비용에서 가장 중요한 역할을 수행한다. 따라서 지금까지 재공 관리 프로세스 향상을 위한 많은 연구가 진행되어 왔으며, 특히 최근에는 IT 기술을 이용한 단조 재공 관리 프로세스 향상에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 지금까지의 이러한 연구는 크게 바코드를 이용한 연구와 RFID 기술을 이용한 연구로 분류되며, 영상인식 기술을 접목하여 활용성을 향상시키고자 하는 연구들도 진행되어 왔다.

먼저 바코드를 이용한 재공 관리 프로세스 향상을 위한 연구는 가장 오래된 연구 분야로서, 최근에는 단순한 바코드 인식기를 이용하지 않고 영상인식 기술을 접목한 시스템이 개발되고 있다[2, 7]. 바코드를 이용한 기술은 키보드를 대신하여 데이터를 신속 정확하게 처리할 수 있어 데이터 입력의 간소화, 데이터 입력시 에러율 감소 등의 장점이 있다. 그러나 판독시 바코드가 인쇄된 면을 일직선 상으로 조준하여 밀착시켜야 하는 불편함이 있고, 정보 저장 및 처리 용량에 한계가 있다. 또한 객체 정보를 충분히 파악할 수 없으며, 정보량이 많을수록 심볼의 길이가 길어진다. 마지막으로 재사용이 불가능하다는 단점을 지닌다.

이러한 바코드 기술의 문제점을 보완하기 위해 최근에는 RFID를 이용한 재공 관리 시스템에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다[3-7]. RFID는 원거리와 여러 각도에서 비접촉으로 인식이 가능하고, 한 번에 여러 개를 고속으로 자동 인식할 수 있는 기술이다. 또한 RFID는 메모리를 탑재하고 있어 정보 추가와 수정을 통해 재사용이 가능하다는 장점이 있다. 그러나 주파수의 혼선과 충돌로 인해 오류가 발생할 수 있고, 여러 개의 RFID 태그가 인접되어 있으면 개별 사물에 대한 RFID만을 선택하여 인식하는데 어려움이 있을 수 있다.

최근 단조 재공 관리 분야에서도 프로세스 향상과 이를 통한 생산성 및 활용성 향상에 대한 요구가 대두되고 있다. 현재까지의 기존 연구 결과를 고려할 때, RFID 기술을 이용한 단조 재공 관리 시스템 개발이 적합해 보인다. 그러나 단조 재공 관리의 특성상 RFID 기술의 접목은 여러 가지 문제점을 야기한다. 즉, 단조 재공 관리의 경우 고온의 열처리와 프레스 작업이 빈번하게 이루어진다. 가장 큰 문제점은 오염과 훼손의 위험성이 높으며, RFID는 특히 금속에 전파가 차단되는 치명적인 약점이 있다. 부가적으로, RFID 기술을 이용할 경우 특정 단말기에 종속적이라는 문제점을 지닌다.

**3. 접근 방법 및 시스템 구조**

이 장에서는 앞서 언급한 문제점을 해결하기 위한 접근 방법과 함께 시스템 구조에 대하여 기술한다.

**3.1 문제점 해결을 위한 접근 방법**

단조 재공 관리 시스템 개발을 위해서는 다음과 같은 문제점이 우선적으로 해결되어야 한다.

- 식별 장치의 훼손 방지 : 단조 재공 관리 환경은 매우 열악하며 이에 따라 식별을 위해 부착된 장치의 훼손 가능성 매우 높다. 따라서 이를 이러한 문제점을 방지 혹은 최소화할 수 있는 방안이 요구된다.
- 사용 단말기의 독립성 확보 : 바코드 혹은 RFID 기술을 이용할 경우, 전용 판독기를 사용하게 된다. 현재 기술적인 문제로 해외 판독기를 사용하고 있으며 이에 따른 많은 유지 보수 비용이 요구된다.

- 정확한 적재 위치 관리 및 최적 위치 제공 : 기존 접근 방법의 경우, 정확한 적재 위치 확인이 어렵고 또한 새롭게 적재할 단조 재공품을 위한 최적의 적재 위치 제공이 불가능하다. 정확한 적재 위치를 통해 신속한 업무 처리가 가능하며 또한 최적의 적재 위치를 제공함으로써 사용 공간의 활용성을 향상시킬 수 있다.

이 논문에서는 이러한 요구 사항을 만족할 수 있도록 하기 위해 스마트폰과 GIS 시스템을 이용한 단조 재공 관리 시스템을 제안하며, 그림 2는 제안 시스템의 접근 방법을 표현한다. GPS는 정확한 위치 확인을 가능하게 하며, 따라서 정확한 적재 위치 관리 및 최적의 적재 위치 제공 서비스가 가능하다. 최근에 스마트폰이 급격하게 보급되고 있으며, 스마트폰은 기본적으로 GPS 수신기를 장착하고 있다. 따라서 스마트폰을 이용할 경우 별도의 장비가 요구되지 않으며, 특정 단말기에 대한 종속성 문제를 해결할 수 있다. 마지막으로 GIS 시스템을 기반으로 GPS에 의해 획득된 위치 정보를 이용하여 적재된 정확한 구역을 관리할 수 있기 때문에 식별을 위한 장치 훼손에 대한 우려를 방지할 수 있다.



(그림 2) 제안 시스템의 접근 방법

### 3.2 제안 시스템 구조

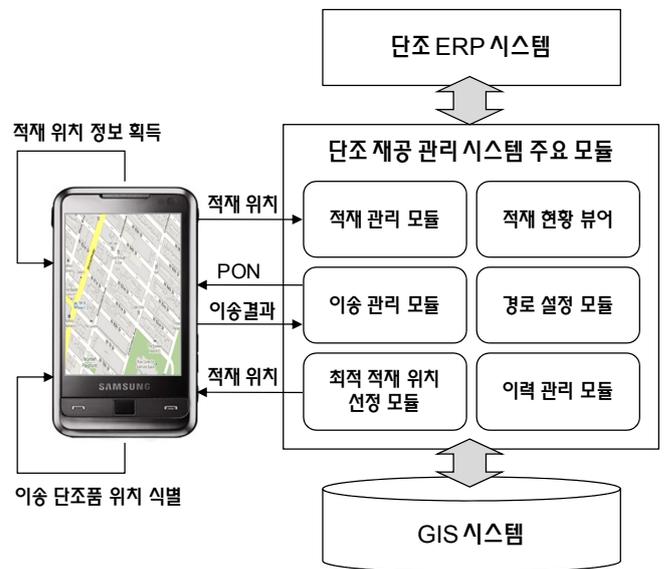
그림 3은 접근 방법에 따라 정의한 단조 재공 관리 시스템의 구조를 보여준다. 단조 재공 관리 시스템은 크게 적재 관리 모듈, 적재 이송 관리 모듈, 최적의 적재 위치 선정 모듈, 적재 현황 뷰어, 이력 관리 모듈 등으로 구성된다. 특히 적재 관리 모듈과 이송 관리 모듈이 가장 핵심적인 부분이며 프로토타입 구현 범위에 해당한다.

적재 관리 모듈은 적재장의 특정 위치에 적재되는 적재품의 위치 관리를 담당하는 역할을 수행한다. 담당자가 적재장에 적재품을 적재하게 되면 적재 결과를 시스템에 저장함으로써 다른 모듈에서 이 정보를 이용할 수 있도록 한다.

적재 이송 관리 모듈은 적재장에 적재되어 있는

적재품을 조회하고 이송함으로써 발생하는 변동 사항을 관리하는 역할을 수행한다. 또한 이러한 변경된 적재품의 이력을 이력 관리 모듈에 전달하여 적재품에 대한 추적을 가능하게 한다. 이송 연산의 경우, 이송 담당자가 적재품까지 도달할 수 있는 기능을 제공할 수 있으며, 이 때 경로 설정 모듈은 적재품과 담당자 간 경로를 설정하여 제시하는 역할을 수행하게 된다.

마지막으로, 최적의 적재 위치 선정 모듈은 현재 적재 공간 정보를 기반으로 최적의 적재 위치 공간을 제안해 주는 기능을 수행한다. 그러나 현재 구현된 프로토타입 시스템에서는 이 기능을 제공하지 않고 향후 연구로 남겨 두었다.



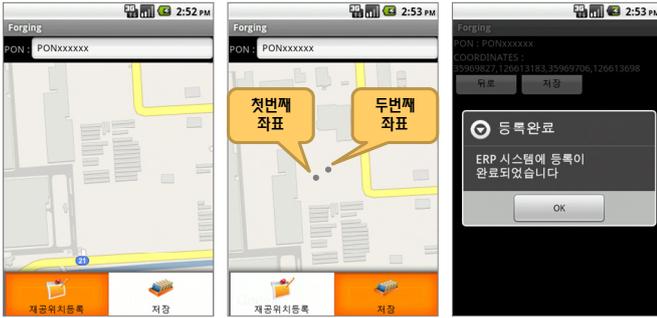
(그림 3) 제안 시스템 구조

### 4. 프로토타입 구현

이장에서는 제안 시스템의 프로토타입 구현 결과에 대하여 기술한다. 구현된 프로토타입은 주조 공장 옥외의 INGOT 적재장에서 관리하는 재공을 대상으로 제한한다. 추가적으로 현재 프로토타입 시스템은 3.2절에서 기술한 주요 모듈 중 핵심 모듈인 적재 관리 모듈과 이송 관리 모듈만을 구현하였다.

#### 4.1 적재 위치 등록

주조 공장에서 생산한 INGOT는 단조 공장으로 이송되기 전이나 제품으로 출하되기 전까지 주조공장의 옥외 적재장으로 크레인과 지게차를 이용하여 이동된다. 적재장 관리자가 적합한 적재위치를 찾은 후 INGOT의 한쪽면 모서리로 이동하여 스마트폰의 GPS 기능을 이용하여 위도와 경도 좌표를 등록한다. 그리고 대각선 방향의 모서리로 이동하여 한번더 위도와 경도를 등록함으로써 적재위치를 등록하게 된다. 이때 첫째 등록된 위치에 마커가 생성되어 정상 등록되었음을 확인하고, 등록된 위치정보는 ERP 서버로 전송되어 적재위치를 공유할 수 있다.



(그림 4) 적재 위치 등록 화면

#### 4.2 적제품 조회 및 이동

적재된 INGOT의 정보를 조회할 경우 ERP 서버에서 적재된 제품의 모든 정보를 전송받아 스마트폰에 마커로 표시하게 된다. 또한 사용자의 위치정보도 GPS를 이용해 표시함으로써 적재장 내의 제품 위치를 파악하기 쉽게 할 수 있다. 상단에 PON을 입력할 경우, 적재장 내의 해당 PON이 위치한 마커의 색만 다르게 표시해주어 정확한 위치를 알 수 있게 된다. 적재장 내의 마커를 클릭하게 되면 해당 제품의 정보를 별도의 팝업창으로 상세히 조회할 수 있다. 특정 PON을 다른 장소로 이동시키기 위해 이동버튼을 클릭하면 해당 마커를 맵 상에서 사라지게 된다.



(그림 5) 적제품 조회 및 이동 화면

#### 4.3 평가

제안 시스템과 기존 접근 방법과의 비교 평가 결과는 표 1과 같다. 열악한 단조 재공 환경으로 인해 바코드 및 바코드-영상인식 기반 접근 방법과 RFID 접근 방법은 바코드나 RFID 태그의 훼손 가능성이 높고 그로인해 낮은 인식률을 제공한다. 반면 제안 시스템은 RFID 태그와 같은 장치를 부착하지 않기 때문에 훼손률과는 무관하며 위치 정보를 이용하므로 높은 인식률을 보인다.

기존 접근 방법들은 전용 관독기를 사용하므로 특정 기기에 종속적이며, 높은 관리 비용을 요구한다. 그러나 제안 방법은 최근 보편화 추세에 있는 스마트폰을 이용하므로 전용 기기의 사용이 불필요하며 관리 비용이 낮다.

제안 시스템은 GPS를 이용한 위치 정보를 기반으로 한다. 따라서 정확한 적재 위치 관리가 가능하며, 또한 최적의 적재 공간을 선정할 수 있다.

그러나 기존 접근 방법은 위치 정보를 이용하지 않기 때문에 위치 관리가 불가능하며 효율적인 적재 공간 활용이 어렵다.

<표 1> 비교 평가 결과

평가항목 \ 접근방법	바코드 기반	바코드-영상인식	RFID 기반	제안 시스템
인식률	×	×	△	○
훼손(손상)률	○	○	△	N/A
기기 독립성	×	×	×	○
관독기 관리 비용	○	○	○	△
위치 관리의 정확성	N/A	N/A	N/A	○
적재 공간 효율성	×	×	×	○

×: 낮음 △: 보통 ○: 높음

#### 5. 결론 및 향후 연구

이 논문에서 스마트폰과 GIS 기술을 이용한 단조 재공 관리 시스템을 제안하고 프로토타입을 구현하였다. 기존의 접근 방법에 비해 제안 시스템은 단조 재공 관리 환경에 적합하며 많은 장점을 제공한다. 현재 이 논문에서는 일부 핵심 프로세스를 위한 모듈만을 구현하였으나 향후에는 다른 모듈에 대한 구현이 요구된다. 특히 적재 공간의 효율적 활용을 위한 최적의 적재 공간 선정 알고리즘 개발이 필요하며, 옥외 적재장은 물론 옥내 적재장에서의 재공 관리를 위한 연구가 요구된다.

#### 참고문헌

- [1] 장희상 “주·단조품 제조공정의 이해”, 한국공작기계학회, 2009 추계학술대회 논문집, pp. 3-19, 2009년 10월.
- [2] 강민구, 권기철, 김철민, 김혜윤, 유지성, 전중서, “바코드와 영상인식기반의 생산정보시스템”, 한국인터넷정보학회, 2010년도 학술발표대회 논문집, pp. 701-703, 2010년 6월.
- [3] 오정진, 문광현, “EPC 정보 서비스를 이용한 재고관리 시스템 구현”, 한국콘텐츠학회, 2005 추계 종합학술대회 논문집, 제3권, 제2호, pp. 590-595, 2005년 11월.
- [4] 김순석, 김동호, 김영훈, “RFID 기반의 재고 관리 및 위치 추적 시스템”, 한국정보기술학회논문지, 제7권, 제3호, pp. 116-124, 2009년 6월.
- [5] 문태수, 최상민, 강성배, “자동차부품산업의 RFID기반 U-SCM시스템 설계 및 구현”, 한국전자거래학회 학회지, 제14권, 제4호, pp. 267-286, 2009년 11월.
- [6] 김영호, 최병용, 전병환, “RFID를 이용한 스마트 창고관리 시스템”, 한국정보처리학회, 2005년도 제24회 추계학술발표대회, pp. 1425-1428, 2005년 11월.
- [7] 구중역, “국내 도서관에서 바코드와 RFID를 이용한 모바일 서비스 증진에 대한 연구”, 한국문헌정보학회, 한국문헌정보학회지, 제44권, 제2호, pp. 309-331, 2010년 5월.