

철강 슬라브 소재 관리용 비전시스템 개발

박상국*·이문락**

*위덕대학교 컴퓨터공학과, ** (주)엠티케이

Development of vision system for the steel materials management in the slab line

· Sang-gug Park · Moon-rak Lee**

*Dep. of Computer Engineering in Uiduk University, **MTK Co. Ltd.

E-mail : **skpark@uu.ac.kr ***moonrak@mt-korea.com

요 약

본 논문은 철강공장의 연주공정에서 만들어진 슬라브 소재의 관리를 위해 사용되는 소재 관리문자를 실시간으로 인식하기 위한 비전시스템 개발 결과에 대해 기술한다. 슬라브 재질의 단면에 마킹된 소재 관리문자는 슬라브가 다음 공정인 열연공정으로 이동하기 전에 공정상에서 실시간으로 인식된다. 문자인식 시스템은 영상획득을 위한 카메라 시스템, 영상을 장거리로 고속 전송하기 위한 영상 전송 시스템, 기존 시스템과의 인터페이스를 위한 입.출력 장치로 구성된다. 개발된 문자인식 시스템을 실제 철강공장에 설치하여 운용테스트를 실시했다. 테스트 기간 중에 시스템의 내구성과 신뢰성을 검증하고 최종적으로 문자 인식률을 검증했다. 개발된 시스템에 대해 현장 테스트 결과 실험실 수준과 비슷한 수준의 인식률을 가졌다.

ABSTRACT

This paper describes about the vision system, which was developed for the recognition of material management characters in the slab processing line. The material management characters, which are marked at the surface of a slab, are recognized by real time processing before slab moves to the next hot strip line. The vision system for the character recognition include that CCD camera system which acquire slab image, image transmission system which transmit captured image to the long distance, I/O devices for the interface with peripheral control system. We have installed vision system to the slab processing line and tested. Through the testing, we have checked durability, reliability and recognition rate of our system. In the results, we have confirmed that our system have good performance and higher recognition ability.

키워드

Vision system, recognition, CCD camera, slab, image processing, KL

1. 서 론

문자인식은 패턴인식의 한 분야로서, 눈을 통하여 얻은 시각정보를 바탕으로 문자를 인식하고 이로부터 그 의미를 이해하는 사람의 인지능력을 컴퓨터로 실현하려는 의도로서 1970년대 이후부터 활발한 연구가 진행되어 오고 있다. 문자인식은 대상에 따라서 인쇄체 문자인식과 필기체 문자인식으로 분류될 수 있다. 인쇄체 문자인식은 기계에 의해서 인쇄된 문자를 인식 대상으로 하

는 것으로, 발생할 수 있는 문자의 변형이 적고 어느 정도 예측이 가능하기 때문에 인식기술의 개발에 있어서 많은 진전을 보이고 있으며 최근 들어 상품화된 시스템이 등장하는 추세다. 반면에 필기체 문자인식은 사람에 의해 필기된 문자를 인식대상으로 하므로 필기자에 따라 다양한 필체가 존재한다. 이 때문에 문자의 변형형태를 예측할 수 없으므로 이러한 변형을 잘 흡수할 수 있는 효과적인 인식시스템의 설계가 현재 이 분야에서 가장 큰 과제중의 하나이다.

철강공정 중 고로에서 용융된 쇳물은 연주공정을 거쳐 슬라브(slab) 재질로 변환 후 다음 공정인 열연공정을 거쳐 냉연공정으로 이동하게 된다. 이 과정에서 슬라브의 재질과 용도에 따라서 다음공정에서의 후처리 작업 공정이 달라진다. 이런 목적으로 슬라브를 제조공정별로 분류하기 위해 연주공정을 거쳐 나오는 슬라브의 단면에 문자(소재 관리문자)를 마킹 시킨다. 그리고 다음공정인 열연공정의 가열로 입측에서는 마킹된 슬라브 문자를 인식하여 수요자가 요구하는 사양으로 열간압연을 한 다음 수요자나 다음공정인 냉연공정으로 전달된다. 현재 대부분의 지역 철강회사의 철강공정에서는 슬라브 문자 인식은 작업자에 의해 육안으로 식별되어지고 있는 실정이다. 이 공정에서는 하루 평균 약 700개의 슬라브가 가열로로 투입되어 열간압연 공정을 거치게 되는데, 이 경우 작업자가 반복해서 육안에 의존하여 식별함으로 인해 작업자의 피로가 누적되고 또한 이와 같은 반복 작업은 작업자에 의한 오작업의 가능성을 내재하고 있어 이로 인해 슬라브 문자의 인식에 오류가 발생하곤 한다. 이 경우 소재 관리문자의 오 인식으로 인해 수요자가 바뀌거나 혹은 자동차용 소재가 가스통 소재로 오 인식되어 소재의 용도가 바뀔 수 있는 위험한 결과를 초래할 수 있다. 또한 이러한 일련의 작업들을 수작업에 의존함에 따라 열연 전, 후 공정에서 슬라브 제품에 대한 이력관리가 제대로 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 우리는 이러한 문제점을 해결하기 위해서 슬라브 재질의 단면에 마킹된 소재 관리문자를 슬라브가 열연공정으로 이동하기 전에 철강공정 상에서 실시간으로 인식하기 위한 인식 시스템 개발에 관해 연구해왔다.[1][2][3]

본 논문에서는 철강공장의 연주공정에서 만들어진 슬라브 소재의 이력 관리를 위해 사용되는 소재 관리문자를 실시간으로 인식하기 위한 비전 시스템 개발 결과에 대해 기술한다. 슬라브 재질의 단면에 마킹된 소재 관리문자는 슬라브가 다음 공정인 열연공정으로 이동하기 전에 공정상에서 실시간으로 인식된다. 문자인식 시스템은 영상 획득을 위한 카메라 시스템, 영상을 장거리로 고속 전송하기 위한 영상전송 시스템, 기존 시스템과의 인터페이스를 위한 입출력 장치로 구성된다. 개발된 문자인식 시스템을 실제 철강공장에 설치하여 운용테스트를 실시했다. 테스트 기간 중에 시스템의 내구성과 신뢰성을 검증하고 최종적으로 문자 인식률을 검증했다. 개발된 시스템에 대해 현장 테스트 결과 실험실 수준과 비슷한 수준의 인식률을 가졌다.

II. 문자인식

인식 대상체인 슬라브 소재의 소재 관리문자는 인쇄체이다. 본 논문에서는 인쇄체 문자에 대해서 높은 인식율과 인식 속도를 가지는 문자인식 알

고리즘으로 KL(Karhunen-Löve) 변환 방법을 적용했다. 그림 1은 본 논문에서 인식 대상으로 하고 있는 철강 슬라브 소재에 대한 단면영상을 나타낸다. 그리고 그림 2는 KL변환을 적용한 문자 인식 알고리즘에 대한 순서도를 나타낸다. 1단계로 먼저 카메라를 통해서 인식 대상체에 대한 단면영상을 획득한다. 2단계에서는 획득한 영상에 대해 검색영역을 줄이기 위해 관심영역만을 추출한다. 3단계에서는 추출된 영역에 대해서 배경 잡음과 같은 주변 잡음을 제거시킨다.

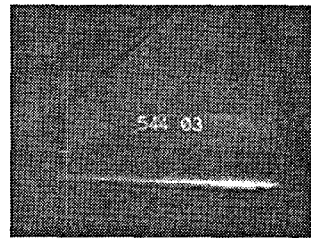


그림 1. 철강 슬라브 소재 단면영상

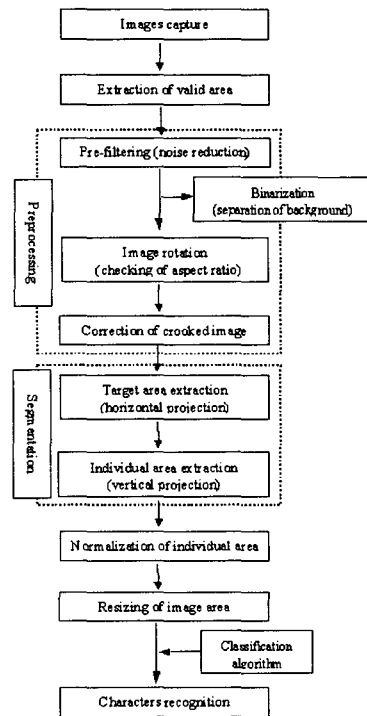


그림 2. 문자인식 알고리즘

영상에 대해 문턱값을 적절히 조정하여 이진화를 실시하면 주변 잡음을 어느 정도 제거 가능하다. 4단계에서는 잡음 제거된 영상에 대해서 회전 을 실시한다. 이는 작업공정 중에 슬라브 소재가

뒤집혀 있는 경우가 발생하기 때문에 정상적인 경우와 뒤집혀진 경우 모두에 대해서 알고리즘을 적용하기 위함이다.

슬라브 단면영상으로부터 최종 소재 관리문자를 인식하기 위한 영상처리과정의 단계별 순서를 그림 3에 나타냈다. 그림에서 슬라브 단면영상은 실제 슬라브 공정상에서 획득한 영상이며 인식 결과에 대한 영상화면은 현장에 설치한 문자인식 시스템의 화면을 보여준 것이다.

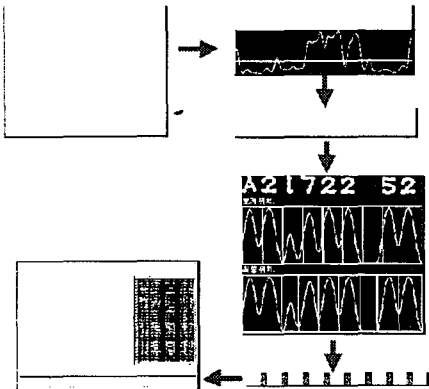


그림 3. 문자인식용 영상처리 순서도

III. 비전 시스템

철강 제조공정 중에서 고로에 담겨진 쇳물은 연주공정을 거치면서 연주주편으로 바뀐다. 연주주편은 슬라브나 브룸(bloom)소재가 되어 다음공정으로 이송된다. 현재 현장적용을 대상으로 하는 철강공정은 연주공정에서 만들어진 소재가 야드에 일정기간 적치된다. 이 때문에 다음 공정으로 이동하기 전에 냉각된 소재를 재가열하는 단계를 거친다. 본 논문에서 적용하고자 하는 비전 시스템은 냉각된 소재가 가열로로 투입되기 직전에 소재 단면에 마킹된 소재 관리문자를 실시간으로 인식하고자 함이다. 그림 4는 철강제조 공정에 대한 공정 개략도를 나타낸다. 본 논문에서 적용하는 비전 시스템은 야드에 적치된 슬라브 소재가 가열로로 재투입되기 직전에 문자 인식을 해야 한다. 그림 5는 현장에 설치하는 문자 인식용 비전 시스템에 대한 현장 설치도를 나타낸다.

공정에서 이동 중인 슬라브의 단면을 획득하기 위한 CCD 카메라의 초점거리는 약 4~5 m로 설정했다. 또한 슬라브가 원하는 위치에 도달했음을 메인 컴퓨터로 알려주기 위해 초음파 위치감지 센서를 적용한다. 실제로 제철공정에 설치되는 비전 시스템과 기존 시스템과의 연결도는 개발된 시스템을 적용하고자 하는 제철공정 라인과 밀접한 관계를 가지고 있다. 따라서 사전에 기존 시스템에 대한 인터페이스 정보가 필요하다.

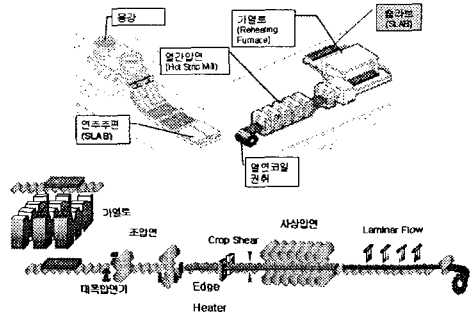


그림 4. 철강 제조공정에 대한 개략도

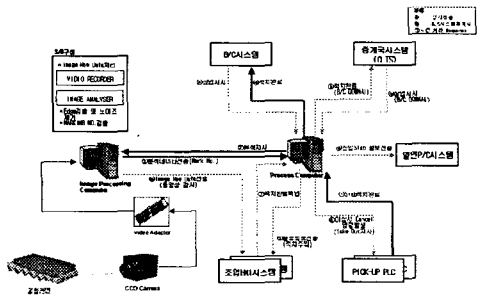


그림 5. 비전 시스템 현장 설치도

표 1은 온라인 슬라브 제조 공정상에서 실시간으로 영상을 획득하고 이를 장거리 전송하기 위해 사용된 영상획득 시스템에 대한 사양을 나타낸다.

표 1. 영상획득 시스템 사양

종류	세부사항	수량	
Camera	모델명 : Pulnix TM-6702	2EA	
Frame Grabber	모델명 : Matrox Meteor-II	1EA	
Hirschmann Electronics	Transmitter	OSVC 01 BFOC PSY-5-10 (Power Supply)	2EA
	Receiver	ORVC G1 BFOC	2EA
	광 케이블	RPS 60 (Power Supply)	2EA
		Break out 4Core 250mtr Multi mode 62.5/125	1Set 1Set
Software	Matrox MIL 7.5	1EA	

철강 공정라인은 실험실과 같은 양호한 환경이 아니기 때문에 부차적인 보호시스템이 추가로 필요하다. 그 중에서 카메라 부분은 주변의 고온 환경과 분진 및 습기 유입에 대처하고자 냉각장치와 에어퍼지 장치를 설치했다. 영상신호를 장거리 전송하기위해 광 전송시스템을 구현했다.

IV. 결과 및 고찰

그림 6은 슬라브 소재에 대해 문자인식용 프로그램 실행한 화면을 나타낸다. 우측에 공정을 지나간 슬라브 소재에 대한 문자인식 결과의 작업 이력을 나타낸다. 화면에 인식결과와 사전정보를 나타내게 했다. 인식결과는 본 논문에서 개발한 비전 시스템을 이용한 문자인식 결과를 나타낸다. 사전정보는 작업 지시서에 의해 사전에 정해지는 슬라브 소재에 대한 관리문자 정보를 나타낸다. 실제 공정에 적용시 인식결과와 사전정보를 비교해서 두 결과가 다를 때는 경보신호를 발생시킨다. 이 경우는 현장 작업자의 판단이 필요함을 암시한다. 그림 7은 슬라브 공정에 설치한 카메라 시스템부에 대한 설치 사진을 나타낸다. 그림 8은 현장에 설치된 모니터링 화면으로 운전자가 현재의 작업 상황을 실시간으로 관찰할 수 있게 했다.

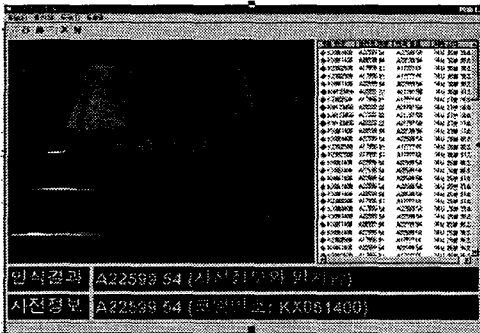


그림 6. 문자인식용 프로그램 화면



그림 7. 현장에 설치한 카메라 시스템

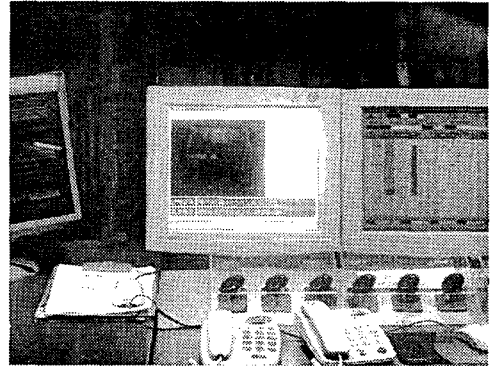


그림 8. 현장 설치된 모니터링 화면

V. 결론

본 논문에서는 철강공정 중에서 슬라브 소재에 대해 그동안 연구한 문자인식 알고리즘을 시스템으로 구현하여 실제로 철강공정에 적용하여 실험했다. 실험실 환경과 실제 철강공정 환경은 너무 많은 차이가 있음을 실감했다. 알고리즘을 보완하여 얻어지는 문자 인식을 개선보다는 열악한 현장 작업환경이 인식률에 더 큰 영향을 미치고 있음을 확인했다. 따라서 현장의 작업환경을 실험실 환경과 얼마만큼 유사하게 구사하느냐가 중요한 과제인거 같다. 최대한 해결 가능한 많은 환경요인들을 극복하려고 노력했다. 테스트 기간 동안 시스템의 내구성과 신뢰성을 검증하고 최종적으로 문자 인식률을 검증했다. 검증결과 만족할 만한 인식결과를 얻었지만 좀 더 지속적인 시스템 보완이 필요하다.

참고문헌

- [1] 이종학, 박상국, 이문락, "철강공정 슬라브번호 자동인식 시스템 개발", 한국해양정보통신학회 추계종합학술대회, Vol.7 No.2, pp 986-989, 2003.
- [2] Jong-Hak Lee, Sang-Gug Park, Moon-Rak Lee, "Character recognition system of the slab images in the steel plant", ITC-CSCC 2004, 7F3P, pp 41-1 ~ 41-4, 2004.
- [3] 박상국, 박수영, 이종학 "철강 슬라브 소재 관리문자 인식시스템 개발", 한국해양정보통신학회 동계학술대회, pp 211-214, 2006.