

비전시스템을 이용한 빌렛영상 문자인식기 개발

박상국*· 박수영*· 이문락**

*위덕대학교 컴퓨터공학부, **(주)엠티케이

Development of character recognition system for the billet image by use vision system

Sang-gug Park*· Soo-young Park*· Moon-rak Lee**

*Div. of Computer Engineering, Daegu Univ., **MTK Co. Ltd.

요 약

본 논문은 철강공장의 연주공정에서 만들어진 빌렛 소재의 관리를 위해 사용되는 소재 관리문자를 실시간으로 인식하기 위한 빌렛 소재 관리문자 인식용 비전시스템 개발 결과에 대해 기술한다. 빌렛 재질의 단면에 마킹된 소재 관리문자는 소재가 다음 공정으로 이동하기 전에 공정상에서 실시간으로 인식된다. 문자인식 시스템은 영상획득을 위한 카메라 시스템, 영상을 장거리로 고속 전송하기 위한 영상전송 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.

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 하는 것으로, 발생할 수 있는 문자의 변형이 적고 어느 정도 예측이 가능하기 때문에 인식기술의 개발에 있어서 많은 진전을 보이고 있으며 최근들어 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.

철강 제조공정 중에서 고로에 담겨진 쇳물은 연주공정을 거치면서 연주주편으로 바뀐다. 연주주편은 빌렛이나 브룸(bloom)소재가 되어 다음 공정인

열연공정을 거쳐 냉연공정으로 이동하게 된다. 이 과정에서 빌렛의 재질과 용도에 따라서 다음공정에서의 후처리 작업 공정이 달라진다. 이런 목적으로 빌렛을 제조공정별로 분류하기 위해 연주공정을 거쳐 나오는 빌렛의 단면에 소재 관리문자를 마킹 시킨다. 그리고 다음공정인 열연공정의 가열로 입측에서는 마킹된 빌렛 문자를 인식하여 수요자가 요구하는 사양으로 열간 압연을 한 다음 수요자나 다음공정인 냉연공정으로 전달된다. 현재 대부분의 지역 철강회사의 철강공정에서는 빌렛 문자 인식은 작업자에 의해 육안으로 식별되어지고 있는 실정이다. 이 공정에서는 하루 평균 약 700개의 빌렛이 가열로로 투입되어 열간압연 공정을 거치게 된다. 이 경우 작업자가 반복해서 육안에 의존하여 식별함으로 인해 작업자의 피로가 누적된다. 또한 이와 같은 반복 작업은 작업자에 의한 오작업의 가능성을 내재하고 있어 이로 인해 빌렛 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

철강 소재에 대한 이력관리가 제대로 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 우리는 이러한 문제점을 해결하기 위해서 연주 공정을 거쳐 나온 소재가 다음 공정으로 이동하기 전에 철강공정 상에서 실시간으로 인식하기 위한 인식시스템 개발에 관해 연구해왔다.[1][2][3]

본 논문에서는 철강공장의 연주공정에서 만들어진 빌렛 소재의 이력 관리를 위해 사용되는 소재 관리문자를 실시간으로 인식하기 위한 비전시스템 개발 결과에 대해 기술한다. 빌렛 재질의 단면에 마킹된 소재 관리문자는 빌렛이 다음 공정인 열연 공정으로 이동하기 전에 공정상에서 실시간으로 인식한다. 문자인식 시스템은 영상획득을 위한 카메라 시스템, 영상을 장거리로 고속 전송하기 위한 영상전송 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.

2. 문자인식 과정

문자인식에서 템플릿 문자나 필기체의 패턴인식 문제를 해결하기 위한 기법이 바로 SVM이다. 패턴인식을 위한 기존의 방법은 경험적인 위험(empirical risk)을 최소화하는데 기초한 반면, SVM 기법은 구조적인 위험(structural risk)을 최소화하는 것에 기초하고 있다. 경험적 위험의 최소화 기법은 훈련 집단의 수행도를 최적화하려는 노력을 말하고 있다. 그리고 구조적 위험의 최소화 기법은 고정되어 있지만 알려지지 않은 확률분포를 갖는 데이터에 대해 잘못 분류하는 확률을 최소화하는 것을 의미한다.

SVM의 기본개념을 살펴보면 패턴 집단이 선형 시스템이고 분리 가능한 경우의 SVM은 +1과 -1의 두 클래스(class)로 패턴을 분류한다. 훈련(training)집단 S는 클래스를 두개로 분류하면 각 클래스에 포함된 훈련 패턴들에 의해 Hyper-plane이 결정된다. Hyper-plane을 결정하는 패턴을 Support vector라 한다. 또한 Support vector는 Hyper-plane으로부터 동일한 최소거리에 위치해 있다. Hyper-plane은 각 집단을 분리하는 절단 평면을 의미한다. 즉 SVM은 두 집단 사이의 마진(margin)을 최대화 시키는 조건을 만족하는

Hyper-plane을 결정하는 것이라 할 수 있다. 그러나 실제의 경우 패턴집단이 선형 시스템인 경우는 거의 드물기 때문에 두 클래스를 선형적으로 분리하는 것이 불가능한 경우가 많을 것이다. 이 경우 Hyper-plane과 Support vector는 제약식을 갖는 최적 문제의 해로부터 얻어진다. 최적해는 각 클래스에서의 Support vector사이의 거리를 가장 크게 하는 것과 에러의 수를 최소화하는 것 사이의 trade-off를 가지고 있으며, 이는 C(Penalty control parameter)에 의해 조정된다.

그림 1은 본 논문에서 인식 대상으로 하는 철강 소재 중에서 bloom 소재의 단면영상을 나타낸다. 단면에 표시된 소재 관리문자는 템플릿 마킹 문자이다. 카메라를 사용해 획득한 영상에 대해 문턱값을 적절히 조정하여 이진화를 실시하면 주변 잡음을 어느 정도 제거 가능하다. 잡음 제거된 영상에 대해서는 4방향으로 각각 회전을 실시한다.

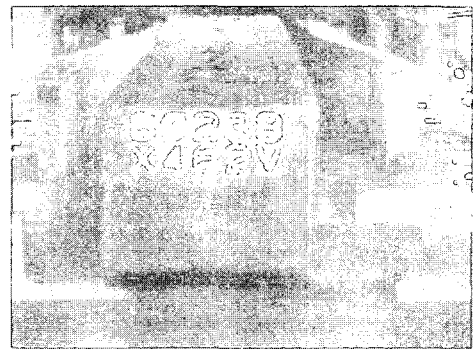


그림 1. 철강 소재 단면영상

이는 야드에 적재되었던 소재들이 작업공정에 재투입되는 과정에서 빌렛 소재가 뒤집혀 있는 경우가 발생하기 때문에 정상적인 경우와 뒤집혀진 경우 모두에 대해서 알고리즘을 적용하기 위함이다. 그림 1과 같은 원래 영상으로부터 인식하고자 하는 문자영역을 추출하기까지의 시간을 줄이기 위해 그림 2와 같이 검색영역을 지정해 주는 방법을 사용했다.

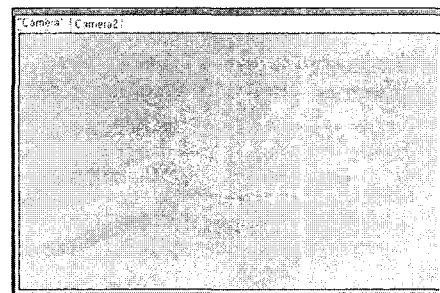


그림 2. 문자 검색영역 지정

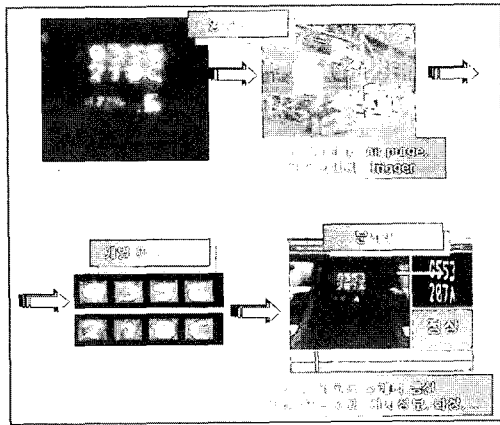


그림 3. 문자인식용 영상처리 순서도

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

3. 비전 시스템

철강 제조공정 중에서 고로에 담겨진 쇳물은 연주공정을 거치면서 연주주편으로 바뀐다. 연주주편은 빌렛나 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 한다. 그림 4는 철강제조 공정 중에서 빌렛 공정의 개략도를 나타낸다. 본 논문에서 적용하는 비전 시스템은 야드에 적치된 빌렛 소재가 가열로로 재투입되기 직전에 문자 인식을 해야 한다. 표 1은 온라인 빌렛 제조 공정상에서 실시간으로 영상을 획득하고 이를 처리하기 위한 영상처리 시스템에 대한 주요 구성품과 기능을 나타낸다.

공정에서 이동 중인 빌렛의 단면을 획득하기 위한 CCD 카메라의 초점거리는 빌렛 소재의 단면으로부터 약 5 m로 설정했다. 또한 빌렛이 원하는 위치에 도달했음을 메인 컴퓨터로 알려주기 위해 지멘스사의 초음파 위치감지 센서를 적용했다. 실제로 제철공정에 설치되는 비전 시스템과 기존 시스템과의 연결도는 시스템을 적용하고자 하는 제

철공정 라인과 밀접한 관계를 가지고 있다. 따라서 사전에 기존 시스템에 대한 인터페이스 정보가 필요하다.

철강 공정라인은 실험실과 같은 양호한 환경이 아니기 때문에 부차적인 보호시스템이 추가로 필요하다. 문자 인식률에 직접적으로 영향을 미치는 환경인자 중에서 하나가 소재 단면 주변의 밝기 차이이다. 태양이 떠오르기 전과 떠오른 후 그리고 오전과 오후의 밝기가 각기 달라지기 때문이다. 따라서 이들 환경인자의 영향을 줄이기 위해서는 항상 주변의 밝기를 일정하게 유지할 필요가 있다. 본 논문에서는 다른 조명기구에 비해 전구의 평균 수명이 길고 소비전력이 작은 반면에 항상 일정한 밝기를 유지해 주는 할로젠 램프를 적용했다.

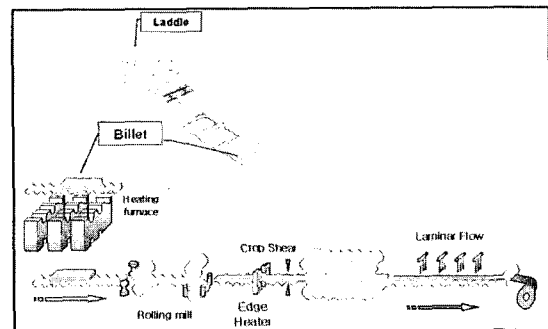


그림 4. 철강 제조공정에 대한 개략도

표 1. 영상처리 시스템 주요 구성

프로그램	역 할
Windows 2000 pro	PC-PNIS의 운영체제
MIL-Lite	Matrox Meteor II 보드의 구동 및 제어를 위한 device driver와 C++ 언어 용 library가 포함되어 있다.
Matrox Intelicam	Matrox Meteor II 보드를 이용하여, 카메라로부터 실시간으로 영상을 획득하여 화면에 보여주는 프로그램.
Advantech Driver	Advantech PCI-1750 Digital I/O 보드의 구동 및 제어를 위한 device driver와 C++ 언어용 library가 포함되어있는 패키지.
문자인식 소프트웨어 CIP(Character Identification Program)	대상체에서 취득한 영상을 분석하여 문자로 변환하는 프로그램

4. 결과 및 고찰

그림 6은 빌렛 소재에 대해 문자인식용 프로그램을 실행한 화면을 나타낸다. 우측에 현재 공정에서 진행 중인 빌렛 소재에 대한 문자인식 작업환경을 나타낸다. 좌측 상단에는 현재 인식하고자 하는 빌렛 소재의 단면 영상을 나타낸다. 그리고 하단부에는 그것의 확대한 영상을 나타낸다. 소재 단면 영상들 사이에 위치한 좌측의 화면은 공정을

지나간 소재에 대해 문자 인식을 적용한 결과에 대한 작업 이력을 나타낸다. 그리고 화면에는 인식결과와 사전정보를 나타내게 했다. 사전정보는 작업 지시서에 의해 사전에 정해지는 빌렛 소재에 대한 관리문자 정보를 나타낸다. 실제 공정에 적용시 인식결과와 사전정보를 비교해서 두 결과가 다를 때는 경고신호를 발생시킨다. 이 경우는 현장 작업자의 판단이 필요함을 암시한다. 그림 7은 개발한 비전시스템 영상처리부에 대한 실험실 사진을 나타낸다.

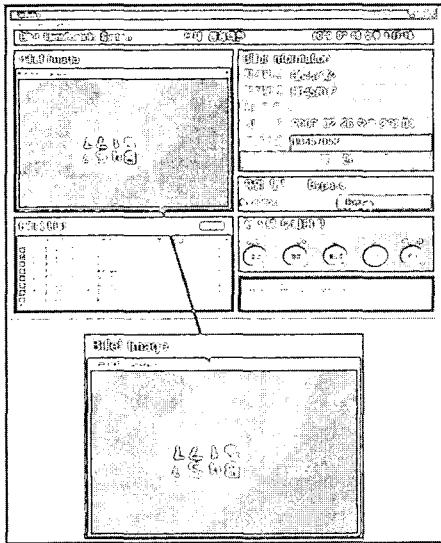


그림 6. 문자인식용 프로그램 화면

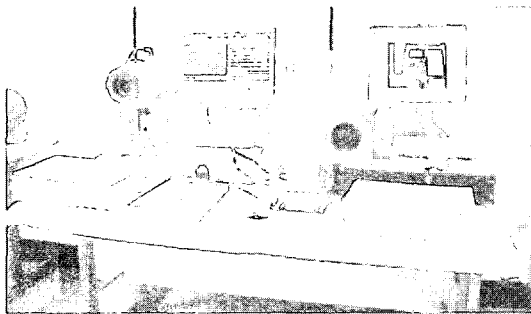


그림 7. 비전시스템 영상처리부 실험실 사진

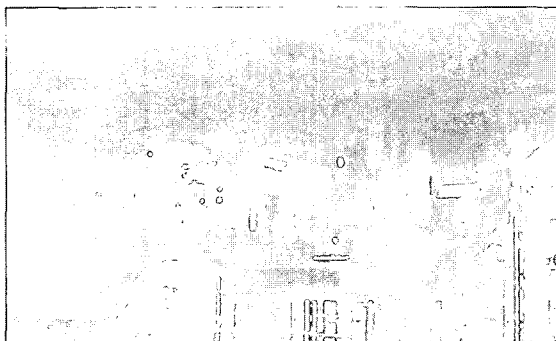


그림 8. 현장에 설치한 비전시스템

카메라 부분은 공정 주변의 고온 환경과 분진 및 습기 유입에 대처하고자 냉각장치와 에어퍼지 (air purge) 장치를 설치했다. 그림 8은 실험을 위해 실제로 철강공장의 빌렛 소재공정에 설치한 비전 시스템으로 좌측이 할로젠 램프이고 우측은 영상획득을 위한 카메라 시스템을 나타낸다.

5. 결론

본 논문에서는 철강공정 중에서 블룸이나 빌렛 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 환경 요인들을 극복하려고 노력했다. 테스트 기간 동안 시스템의 내구성과 신뢰성을 검증하고 최종적으로 문자 인식률을 검증했다. 검증결과 실험실과 유사한 수준의 인식결과를 얻었지만 좀 더 지속적인 시스템 보완이 필요함을 느꼈다.

참고 문헌

- [1] 이종학, 박상국, 이문락, “철강공정 슬라브번호 자동인식 시스템 개발”, 한국해양정보 통신학회 추계종합학술대회, Vol.7 No.2, pp 986-989, 2003.
- [2] 이종학, 박상국, 박수영 “철강 공정용 Template-Marking 문자 인식 기법”, HCI 2005, pp 811-816, 2005.
- [3] Sang-gug Park, Jong-hak Lee and Soo-young Park “Recognition system for the template-marked character in the steel plan”, Proceeding of the 2005 International Conference on Computer Vision, pp 157-162, 2005.