

슬라브 내부 크랙 및 중심편석 자동 판정 시스템 개발

Automatic Measuring System Development of Slab Inner Crack and Center Segregation

김성용*, 이수현**, 안인석**
Sung Yong Kim, Su Hyun Lee, In Seok Ahn

Abstract - This thesis puts forward a suggestion of measuring inner crack and center segregation in steel processing by using scanner and image processing with sulfur printer. This is a system to scan according to the program, to choose the size of the specimen and to press the 'Measurement' button, come to a check result, to send the result to the server, and to save the data and check the measurement result in web. To sum up, there are three points in this system.

Key Words :sulfur print, inner crack, center segregation

1. 서론

철강공정중 연주공정에서 생산되는 슬라브(Slab)는 생산과정중에 내부 크랙과 중심편석이 형성되는데, 이 내부 크랙과 중심편석으로 슬라브의 품질 판정을 하게 된다. 이 품질이 낮을 경우 뒷공정인 압연공정에서 연속적인 힘을 가할 때 슬라브의 내부균열 및 제품불량이 발생 할 수 있으며, 만들어진 제품은 하급품질을 가지게 되어 가격 등 제품 경쟁력을 상실하게 된다. 일정 수준의 내부크랙과 중심편석을 내포하고 있는 모든 슬라브가 제품저하를 갖는 것은 아니지만, 결과적으로 볼 때 내부 크랙과 중심편석의 분포도가 높은 슬라브에서 하급품질의 제품이 생산되는 결과를 가지게 되며, 이를 판정하는 것은 매우 중요하다 할 수 있다.

현재 내부 크랙과 중심편석 등급을 판정하는 방법은 슬라브에서 일정 시편을 추출하여 인화지에 찍어 셀파프린트(Sulfur Print)를 만들고, 현장 작업자가 이 셀파프린트를 보고 육안으로 일일이 크랙이라 판단 되는것을 길이는 자로 재고, 두께는 작업자의 주관을 바탕으로 판단하여 등급을 판정한 뒤 웹으로 각각의 수치결과를 입력 하여 저장을 한다. 하지만 이 방법은 작업자의 컨디션에 영향을 받거나, 두께에 대한 일정한 기준이 애매하기 때문에 작업자 마다 다른 판정결과를 가질 수 있으며, 판정의 오류를 범하여도 오류라는 근거가 없다는 문제점이 발생하였다. 그리고 DB에 입력 할 시 수치를 잘못 입력 하였을 때 이것이 잘못 입력 한 지 알수 있는 방법이 없다.

본 논문에서는 이를 해결하기 위하여 스캐너와 영상처리기법 이용하여 슬라브의 내부 크랙과 중심편석의 등급을 일관성 있고 신뢰할 수 있는 자동 판정 시스템을 제안하고 구축하였다.

2. 전체 알고리즘 흐름도

크랙을 검출하는 알고리즘은 그림 1에 나타나있다. 각 블록에 대해서 설명하면 다음과 같다.

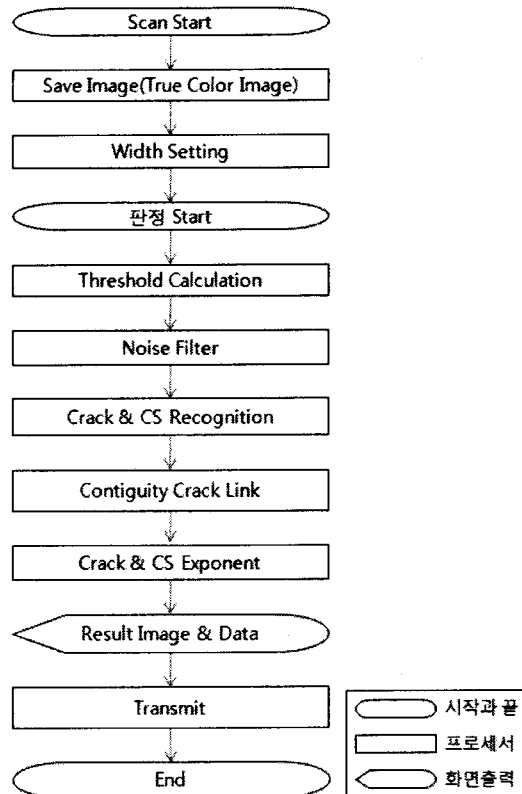


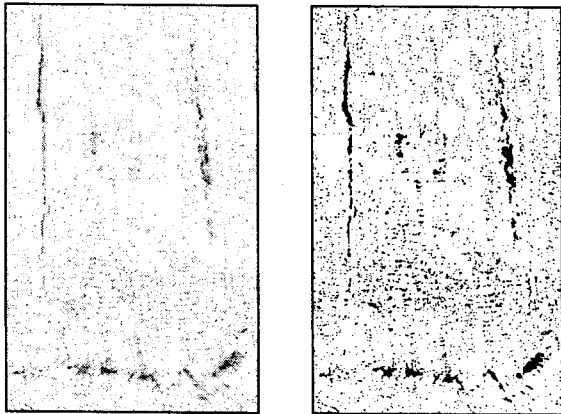
그림 1. 알고리즘 흐름도

* 正 會 員 : 위덕대학교 컴퓨터공학과 교수

** 準 會 員 : 위덕대학교 컴퓨터공학과 석사

*** 準 會 員 : 위덕대학교 전기공학과 교수

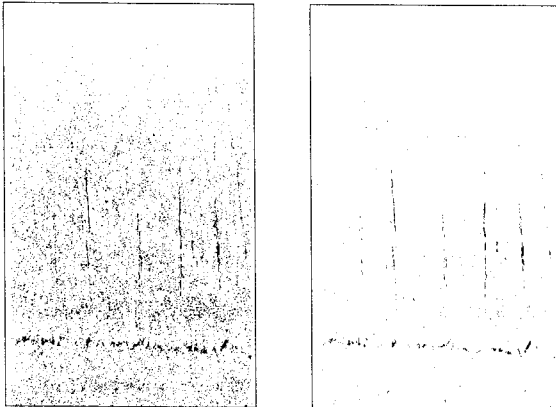
- 1) Scan Start : 프로그램의 가장 시작 부분이며, Sulfur Print를 읽어 메모리에 적재한다.
- 2) Width Setting : Sulfur Print 마다 폭이 다양하기 때문에 폭은 사용자가 설정한다.
- 3) 판정 Start : 설정이 끝나면 판정 시작 버튼을 누른다.
- 4) Threshold Calculation : 영상처리기법인 히스토그램을 이용하여 영상 2진화를 한다. 영상을 2진화 시키기 위해서는 특정 임계치 값을 지정해 그 이상일 경우 255, 그 미만일 경우 0로 바꾸는 형식이지만, 셀파프린트는 인화지 자체에서 색상 차이가 있을뿐더러, 시편의 상태에 따라 검은 점들이 많을 수도 있고 적을 수도 있다. 이러한 상황들을 고려해서 밝거나 어둡거나에 상관없이 그 한 장의 이미지 밝기에 따라 히스토그램의 형태를 분석하여 각각 다른 임계치를 주기 위해 여러 알고리즘 중 개선된 명암대비 스트레칭을 이용한다. 그림 2는 셀파프린트의 트루칼라와 2진화를 한 이미지를 보여준다.



(a) 트루칼라 이미지 (b) 2진화 이미지

그림 2. 셀파프린트 2진화 단계

- 5) Noise Filter : 과정 4)를 거친 후 영상처리기법인 마스크를 이용해 노이즈 제거를 한다. 본 논문 3*3의 I 마스크를 적용 시켰으며, 마스크와 이미지의 내용이 일치하면 3*3의 가운데 값만 흑색을 갖는 식으로 진행해 나가며, 여기서 정해진 흑색이 예상크랙위치가 된다. 그림 3은 2진화를 한 이미지와 마스크 적용시킨 이미지를 보여준다.



(a) 2진화 이미지 (b) 마스크 적용 이미지

그림 3. 셀파프린트 마스크 적용 단계

- 6) Crack & CS Recognition : 예상크랙위치와 히스토그램 적용 이미지, 크랙자동인식 알고리즘을 이용하여, 크랙과 중심편석을 판단한다. 인접 방향으로 흑색 값을 찾아가며, 스택이 빌 때 까지를 한 크랙으로 지정하고, 크랙의 번호와, 위치를 저장한다.
- 7) Contiguity Crack Link : 과정 6)에서 지정된 예상 크랙 중 인접인 크랙은 하나의 크랙으로 보며 하나로 합치며, 최종 크랙이 길이에 미치지 않거나 개체물로 분류 되는 경우 삭제한다.
- 8) Crack & CS Exponent : 크랙의 길이, 두께, 지수, 등급을 계산하며, 중심편석의 크랙성 유무와 그에 따른 중심편석 비율과 등급을 계산한다.
- 9) Result Image & Data : 결과 이미지와 계산된 모든 수치들을 보여주는 단계이다. 이는 그림 4에 나타나 있다.

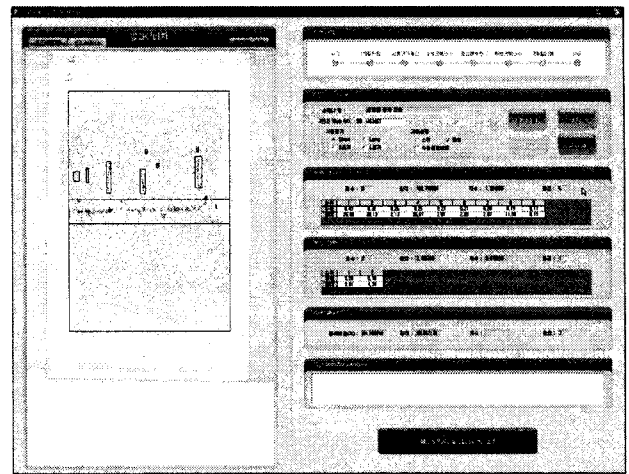
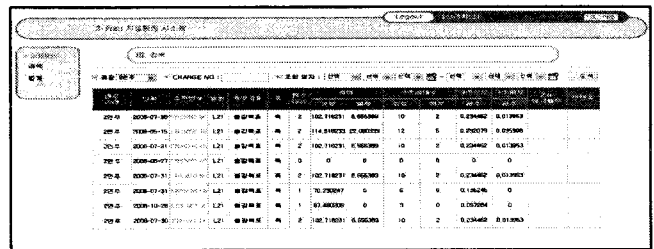
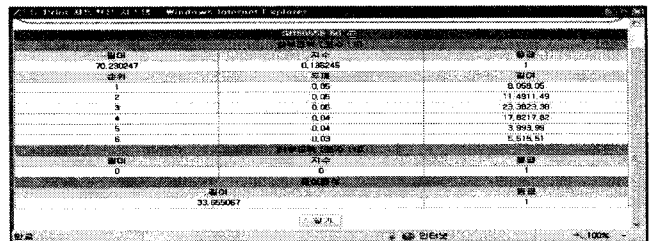


그림 4. 최종 결과

- 10) Transmit : 판정 결과 후 전송 버튼을 누르게 되면 서버로 결과데이터와, 결과이미지가 전송이 되며, 결과 화면을 웹으로 확인 할 수 있다. 그림 5는 웹에서 보여지는 화면이다.



(a) 웹브라우저 판정결과



(b) 상세정보내용

그림 5. 웹브라우저로 판정 결과 확인

3. 정합성 실험결과

이미지	중심편석등급		판정	상부길이		판정	하부길이		판정
	수작업	시스템		수작업	시스템		수작업	시스템	
No 1	0	0	○	0.00	0.00	○	0.00	0.00	○
No 2	0	0	○	0.00	0.00	○	0.00	0.00	○
No 3	0	0	○	0.00	0.00	○	0.00	0.00	○
No 4	1	1	○	0.00	0.00	○	0.00	0.00	○
No 5	0	0	○	34.00	36.30	○	0.00	0.00	○
No 6	1	1	○	5.00	5.78	○	0.00	0.00	○
No 7	2	2	○	77.00	79.99	○	0.00	0.00	○
No 8	1	1	○	40.00	39.43	○	0.00	0.00	○
No 9	2	1	△	115.00	117.71	○	0.00	0.00	○
No 10	2	2	○	0.00	0.00	○	0.00	0.00	○
No 11	2	2	○	0.00	0.00	○	0.00	0.00	○
No 12	1	1	○	0.00	0.00	○	0.00	0.00	○
No 13	1	1	○	0.00	0.00	○	0.00	0.00	○
No 14	2	2	○	0.00	0.00	○	0.00	0.00	○
No 15	2	2	○	0.00	0.00	○	0.00	0.00	○
No 16	3	4	△	18.00	20.22	○	0.00	0.00	○
No 17	4	4	○	0.00	0.00	○	0.00	0.00	○
No 18	4	4	○	0.00	0.00	○	0.00	0.00	○
No 19	3	3	○	0.00	0.00	○	0.00	0.00	○
No 20	2	2	○	0.00	0.00	○	0.00	0.00	○
정합성			90%			100%			100%

표 1. 정합성 결과 표

2장의 알고리즘 대로 구현된 시스템으로 크랙이 없는 깨끗한 이미지 5장, 크랙이 많은 이미지 5장, 중심편석이 적은 이미지 5장, 중심편석이 많은 이미지 5장을 각각 선별하여 수작업 한 결과와 시스템의 정합성 비교를 하였다. 크랙길이 정합성은 육안측정의 한계성으로 $\pm 5\text{mm}$ 이내일 경우 합격으로 인정하였으며, 정합성 결과 중심편석 90%, 상부크랙 100%, 하부크랙 100%를 종합결과 97% 시스템 판정수준의 신뢰성이 있다는 결과가 나왔다. 표 1은 수작업과의 정합성 결과이다.

4. 결 론

본 논문에서는 셀과 프린트를 가지고 내부 크랙과 중심편석을 수작업으로 계산하던 작업을 영상 처리 기법을 보완 및 조합을 통해 육안과 거의 근접하게 찾아 크랙 자동 판정 시스템을 구축하였다. 이 시스템을 판독자들에게 테스트 기간을 거친 결과 편리하고, 빠르고, 정확하고, 일관성있는 결과로 판독자들에게 만족할 결과를 주었고 조업 DB와의 연동, 자동 폭 측정 기능, 크랙 인식 알고리즘 개선등을 통해 더 편리하고 더 쉽게, 더 빠르게 사용 될 수 있는 가능성도 확인하였다.

참 고 문 헌

- [1] 남승훈, 김용일, 류대현, "영상 처리 기법을 이용한 1CR - 1Mo - 0.25V 강의 피로균열 성장거동 관찰," 2002.
- [2] 류대현, 최태완, "크랙 영상처리 알고리즘에 관한 연구," 2000.
- [3] 高知勳, "이미지프로세싱을 이용한 포장도로의 균열폭 측정에 관한 연구," 2000.
- [4] 강동중, 하중은, Visual C++을 이용한 디지털 영상처리, 사이텍미디어.

지역혁신인력양성사업

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임