



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년01월03일
(11) 등록번호 10-2345485
(24) 등록일자 2021년12월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01J 3/28 (2006.01) G01J 3/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01J 3/2823 (2013.01)
G01J 3/32 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0081394
(22) 출원일자 2020년07월02일
심사청구일자 2020년07월02일
(56) 선행기술조사문헌
JP2016526817 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
재단법인대구경북과학기술원
대구 달성군 현풍읍 테크노중앙대로 333
(72) 발명자
김영덕
대구광역시 달서구 조암남로 116, 104동 705호 (대천동, 이안월배아파트)
손국진
대구광역시 달성군 현풍읍 테크노중앙대로 325-3, 띠아모 301호
곽동훈
대구광역시 동구 화랑로80길 8, 110동 1402호(방촌동, 우방강촌마을)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 12 항

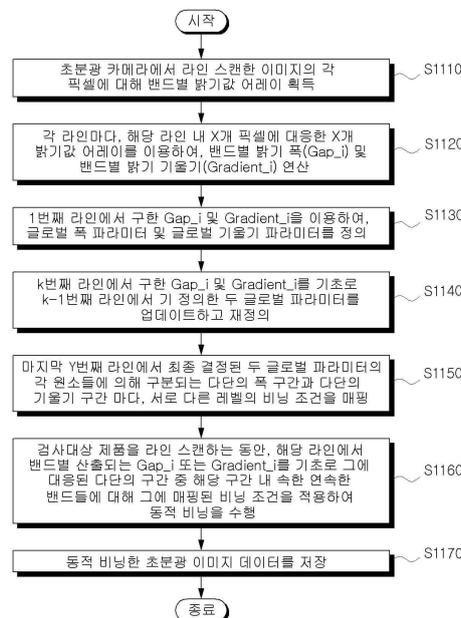
심사관 : 이병수

(54) 발명의 명칭 초분광 카메라의 동적 비닝 조절 장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 초분광 카메라의 동적 비닝 조절 장치 및 그 방법에 관한 것으로, 샘플을 라인 스캔하여 얻은 초분광 이미지 내 X×Y개 픽셀 별로, 해당 픽셀에서의 밴드별 밝기값인 밝기값 어레이를 획득하는 단계와, 각 라인마다, 해당 라인 내 X개 픽셀에 대응된 X개 밝기값 어레이를 이용하여 각 밴드마다 밝기값의 최대와 최소치 간의 폭 (뒷면에 계속)

대표도 - 도11



(Gap_i)을 구하고, X개 각 픽셀마다 i번째와 i+1 번째 밴드 간 밝기값 변화량을 연산후 i번째 밴드끼리 평균하여 각 밴드마다 밝기값의 기울기(Gradient_i)을 구하는 단계와, 1번째 라인에서 각 밴드별 구한 밝기 폭(Gap_i) 중 최대, 최소 및 중간값을 원소로 한 글로벌 폭 파라미터와, 각 밴드별 구한 밝기 기울기(Gradient_i) 중 최대, 최소 및 중간값을 원소로 한 글로벌 기울기 파라미터를 정의하는 단계와, k번째 라인에서 구한 각 밴드별 밝기 폭 및 밝기 기울기를 기초로 직전의 k-1번째 라인(k=2~Y)에서 정의한 글로벌 폭 파라미터와 글로벌 기울기 파라미터를 업데이트하고 재정의하는 단계, 및 마지막 라인에서 최종 결정된 두 글로벌 파라미터의 각 원소들에 의해 구분되는 다단의 폭 구간과 다단의 기울기 구간 마다 서로 다른 레벨의 비닝 조건을 매핑하는 단계를 포함한다.

이러한 본 발명에 의하면, 초분광 카메라에서 통해 획득되는 이미지의 데이터 용량을 줄일 수 있고 검사 계산 속도를 향상시킬 수 있다.

(52) CPC특허분류

H04N 5/347 (2013.01)
G06T 2207/10036 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP2015032917 A
 KR1020150037958 A
 JP2012074763 A
 JP2018148311 A
 KR1020120049801 A

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2020010008
과제번호	DY0002257911-19163민용기521-1
부처명	식품의약품안전처
과제관리(전문)기관명	식품의약품안전처
연구사업명	식품 중 이물 선별 및 제어기술 개발 연구
연구과제명	식품 중 이물 선별 및 제어기술 개발 연구
기여율	1/2
과제수행기관명	식품의약품안전처
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2020010045
과제번호	20-IT-02
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	식품의약품안전처
연구사업명	미래자동차 환경 센싱 및 소프트웨어 플랫폼 핵심기술 개발
연구과제명	미래자동차 환경 센싱 및 소프트웨어 플랫폼 핵심기술 개발
기여율	1/2
과제수행기관명	대구경북과학기술원
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

초분광 카메라를 통해 샘플을 라인 스캔하여 얻은 초분광 이미지 내 $X \times Y$ 개 픽셀 별로, 해당 픽셀에서의 밴드별 밝기값인 밝기값 어레이를 획득하는 단계;

해당 라인 내 소속된 X 개 픽셀에 대응된 X 개 밝기값 어레이를 이용하여 각 밴드마다 밝기값의 최대와 최소치 간의 폭(Gap_i)을 구하고, X 개 각 픽셀마다 i 번째와 $i+1$ 번째 밴드 간 밝기값 변화량을 연산후 i 번째 밴드끼리 평균하여 각 밴드마다 밝기값의 기울기(Gradient_i)을 구하는 단계;

1번째 라인에서 각 밴드별 구한 밝기 폭(Gap_i) 중 최대, 최소 및 중간값을 원소로 한 글로벌 폭 파라미터와, 각 밴드별 구한 밝기 기울기(Gradient_i) 중 최대, 최소 및 중간값을 원소로 한 글로벌 기울기 파라미터를 정의하는 단계;

k 번째 라인에서 구한 각 밴드별 밝기 폭 및 밝기 기울기를 기초로 직전의 $k-1$ 번째 라인($k=2 \sim Y$)에서 정의한 글로벌 폭 파라미터와 글로벌 기울기 파라미터를 업데이트하고 재정의하는 단계; 및

마지막 라인에서 최종 결정된 두 글로벌 파라미터의 각 원소들에 의해 구분되는 다단의 폭 구간과 다단의 기울기 구간 마다 서로 다른 레벨의 비닝 조건을 매핑하는 단계를 포함하는 초분광 카메라의 동적 비닝 조절 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

검사대상 제품을 라인 스캐닝하여 초분광 이미지를 획득할 때, 해당 라인에서 밴드별로 산출되는 밝기 폭 또는 밝기 기울기를 기초로 상기 다단의 폭 구간 또는 다단의 기울기 구간 별로 해당 구간 내 속하는 밝기 폭 또는 밝기 기울기를 가진 연속한 밴드들에 대해 해당 비닝 조건을 개별 적용하여 동적 비닝을 수행하는 단계를 더 포함하는 초분광 카메라의 동적 비닝 조절 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 다단의 폭 구간과 다단의 기울기 구간 각각은,

해당 글로벌 파라미터의 최대값에 근접한 상위의 제1 구간부터 최소값에 근접한 하위의 제 M 구간까지 단계적으로 구분되고,

상기 비닝 조건을 매핑하는 단계는,

상기 제1 구간에 대해서는 비닝을 미수행하는 레벨 0의 비닝 조건을 매핑하고, 상기 제2 내지 제 M 구간에 대해서는 점차 높은 레벨의 비닝 조건을 매핑하는 초분광 카메라의 동적 비닝 조절 방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 두 가지 글로벌 파라미터 각각은,

최대값, 최소값, 1/2 중간값(최소값과 최대값의 중간), 1/4 중간값(최소값과 1/2 중간값의 중간), 1/8 중간값(최소값과 1/4 중간값의 중간)을 원소로 하고,

상기 다단의 폭 구간과 다단의 기울기 구간 각각은,

5가지 원소에 따라 총 4개 구간($M=4$)으로 구분되는 초분광 카메라의 동적 비닝 조절 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 k번째 라인에서 상기 글로벌 폭 파라미터의 업데이트 시, 상기 k번째 라인에서 구한 각 밴드별 밝기 폭 중 최대값 및 최소값을 각각 직전의 k-1번째 라인에서 구한 최대값 및 최소값과 비교 후, 최대값의 경우 더 높은 값을 선택하고 최소값의 경우 더 낮은 값을 선택하여 상기 글로벌 폭 파라미터를 업데이트하는 초분광 카메라의 동적 비닝 조절 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 k번째 라인에서 상기 글로벌 기울기 파라미터의 업데이트 시, 파라미터의 최대값의 경우 아래 수학적식을 이용하여 업데이트하는 초분광 카메라의 동적 비닝 조절 방법:

$$GM'_k = \frac{(k-1) * GM_{k-1} + GM_k}{k}$$

여기서, GM_k'는 k번째 라인에서 업데이트된 글로벌 기울기 파라미터의 최대값, GM_k은 현재 k번째 라인에서 구한 각 밴드별 밝기 기울기 중 최대값, GM_{k-1}은 직전의 k-1번째 라인에서 업데이트된 글로벌 기울기 파라미터의 최대값을 나타낸다.

청구항 7

초분광 카메라를 통해 샘플을 라인 스캔하여 얻은 초분광 이미지 내 X×Y개 픽셀 별로, 해당 픽셀에서의 밴드별 밝기값인 밝기값 어레이를 획득하는 데이터 처리부;

각 라인마다, 해당 라인 내 X개 픽셀에 대응된 X개 밝기값 어레이를 이용하여 각 밴드마다 밝기값의 최대와 최소치 간의 폭(Gap_i)을 구하고, X개 각 픽셀마다 i번째와 i+1 번째 밴드 간 밝기값 변화량을 연산후 i번째 밴드 끼리 평균하여 각 밴드마다 밝기값의 기울기(Gradient_i)을 구하는 연산부;

1번째 라인에서 각 밴드별 구한 밝기 폭(Gap_i) 중 최대, 최소 및 중간값을 원소로 한 글로벌 폭 파라미터와, 각 밴드별 구한 밝기 기울기(Gradient_i) 중 최대, 최소 및 중간값을 원소로 한 글로벌 기울기 파라미터를 정의하는 파라미터 정의부;

k번째 라인에서 구한 각 밴드별 밝기 폭 및 밝기 기울기를 기초로 직전의 k-1번째 라인(k=2~Y)에서 정의한 글로벌 폭 파라미터와 글로벌 기울기 파라미터를 업데이트하고 재정의하는 파라미터 갱신부; 및

마지막 라인에서 최종 결정된 두 글로벌 파라미터의 각 원소들에 의해 구분되는 다단의 폭 구간과 다단의 기울기 구간 마다 서로 다른 레벨의 비닝 조건을 매핑하는 단계를 비닝 조건 매핑부를 포함하는 초분광 카메라의 동적 비닝 조절 장치.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

검사대상 제품을 라인 스캐닝하여 초분광 이미지를 획득할 때, 해당 라인에서 밴드별로 산출되는 밝기 폭 또는 밝기 기울기를 기초로 상기 다단의 폭 구간 또는 다단의 기울기 구간 별로 해당 구간 내 속하는 밝기 폭 또는 밝기 기울기를 가진 연속한 밴드들에 대해 해당 비닝 조건을 개별 적용하여 동적 비닝을 수행하는 제어부를 더 포함하는 초분광 카메라의 동적 비닝 조절 장치.

청구항 9

청구항 7에 있어서,

상기 다단의 폭 구간과 다단의 기울기 구간 각각은,

해당 글로벌 파라미터의 최대값에 근접한 상위의 제1 구간부터 최소값에 근접한 하위의 제M 구간까지 단계적으로 구분되고,

상기 비닝 조건 매핑부는,

상기 제1 구간에 대해서는 비닝을 미수행하는 레벨 0의 비닝 조건을 매핑하고, 상기 제2 내지 제M 구간에 대해서는 점차 높은 레벨의 비닝 조건을 매핑하는 초분광 카메라의 동적 비닝 조절 장치.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 두 가지 글로벌 파라미터 각각은,

최대값, 최소값, 1/2 중간값(최소값과 최대값의 중간), 1/4 중간값(최소값과 1/2 중간값의 중간), 1/8 중간값(최소값과 1/4 중간값의 중간)을 원소로 하고,

상기 다단의 폭 구간과 다단의 기울기 구간 각각은,

5가지 원소에 따라 총 4개 구간(M=4)으로 구분되는 초분광 카메라의 동적 비닝 조절 장치.

청구항 11

청구항 7에 있어서,

상기 파라미터 갱신부는,

상기 k번째 라인에서 상기 글로벌 폭 파라미터의 업데이트 시, 상기 k번째 라인에서 구한 각 밴드별 밝기 폭 중 최대값 및 최소값을 각각 직전의 k-1번째 라인에서 구한 최대값 및 최소값과 비교 후, 최대값의 경우 더 높은 값을 선택하고 최소값의 경우 더 낮은 값을 선택하여 상기 글로벌 폭 파라미터를 업데이트하는 초분광 카메라의 동적 비닝 조절 장치.

청구항 12

청구항 7에 있어서,

상기 파라미터 갱신부는,

상기 k번째 라인에서 상기 글로벌 기울기 파라미터의 업데이트 시, 파라미터의 최대값의 경우 아래 수학적 식을 이용하여 업데이트하는 초분광 카메라의 동적 비닝 조절 장치:

$$GM'_k = \frac{(k-1) * GM_{k-1} + GM_k}{k}$$

여기서, GM_k'는 k번째 라인에서 업데이트된 글로벌 기울기 파라미터의 최대값, GM_k은 현재 k번째 라인에서 구한 각 밴드별 밝기 기울기 중 최대값, GM_{k-1}은 직전의 k-1번째 라인에서 업데이트된 글로벌 기울기 파라미터의 최대값을 나타낸다.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 초분광 카메라의 동적 비닝 조절 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 라인스캔 초분광 카메라를 이용하여 컨베이어 벨트 등을 따라 이동하는 제품 표면의 품질 상태를 검사함에 있어 초분광 카메라를 통해 획득되는 이미지의 데이터 용량을 줄여서 계산 속도를 향상시킬 수 있는 초분광 카메라의 동적 비닝 조절 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 기존 RGB 카메라로부터 촬영된 이미지는 픽셀당 3개의 밴드(파장 대역)를 가지며, 초분광 카메라로부터 촬영된 이미지는 픽셀당 수십 내지 수백 개의 밴드를 가진다.

[0003] 도 1은 일반적인 RGB 이미지를 설명한 도면이다. 도 1의 가로축은 파장(wavelength), 세로축은 해당 파장에서 측정된 밝기 강도(intensity)를 나타낸다. 이와 같이 일반적인 RGB 이미지의 한 픽셀은 빨강(Red), 초록(Green), 파랑(Blue)을 포함한 3가지 밴드(파장 대역)를 가진다.

- [0004] 도 2는 초분광 카메라를 통해 획득한 초분광 이미지를 설명한 도면이다. 도 2의 가로축은 파장(wavelength), 세로축은 해당 파장에서 측정된 반사율(reflectance)을 나타낸다.
- [0005] 일반적으로 밝기값은 Intensity 혹은 DN(Digital Number)로 명명한다. 도 2의 경우는 DN 값(밝기값)을 광원대비 반사율(Reflectance; % 단위)로 변환하여 사용한 것이다. 이러한 반사율은 DN 값에 비례하며, 원시 DN값을 가공하여 다양하게 표현될 수 있다.
- [0006] 도 2를 참조하면, 초분광 카메라로부터 획득된 이미지는 픽셀당 수십 내지 수백 개의 밴드(파장 대역)로 구성된다. 예를 들어, 특정 초분광 카메라가 300개의 밴드를 지원한다면 기존 RGB 카메라에 비해 100배 크기의 정보를 포함한다고 볼 수 있다.
- [0007] 이러한 데이터의 크기에 따라 메모리에 저장되는 이미지의 용량도 달라진다. 예를 들어, R, G, B 색상당 밝기가 8 bit(1 byte)의 디지털 수치(0 내지 255의 값)로 표현된다고 가정하면, 600×400 해상도의 이미지에 대해 RGB 카메라의 경우, 600×400×3 바이트의 공간이 필요하다. 반면, 초분광 카메라의 경우는 600×400×300 바이트의 공간이 필요하다. 물론, 초분광 카메라의 밴드 당 갖는 밝기는 8 bit 이상의 경우가 많으므로 더욱 많은 메모리 공간을 필요하게 된다.
- [0008] 이와 같이, 획득되는 이미지의 데이터 용량이 많을수록 관련 시스템의 처리 속도 및 효율이 떨어지게 된다. 따라서 초분광 카메라를 이용하여 이미지를 획득하는 과정에서 메모리에 저장되는 데이터 용량을 줄이고 시스템의 처리 속도를 향상시킬 수 있는 기법이 요구된다.
- [0009] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국공개특허 제2020-0011727호(2020.02.04 공개)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 초분광 카메라를 이용하여 제품 표면의 품질 상태를 검사함에 있어 초분광 카메라에서 통해 획득되는 이미지의 데이터 용량을 줄여서 계산 속도를 향상시킬 수 있는 초분광 카메라의 동적 비닝 조절 장치 및 그 방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명은, 초분광 카메라를 통해 샘플을 라인 스캔하여 얻은 초분광 이미지 내 X×Y개 픽셀 별로, 해당 픽셀에서의 밴드별 밝기값인 밝기값 어레이를 획득하는 단계와, 각 라인마다, 해당 라인 내 X개 픽셀에 대응된 X개 밝기값 어레이를 이용하여 각 밴드마다 밝기값의 최대와 최소치 간의 폭(Gap_i)을 구하고, X개 각 픽셀마다 i번째와 i+1 번째 밴드 간 밝기값 변화량을 연산후 i번째 밴드끼리 평균하여 각 밴드마다 밝기값의 기울기(Gradient_i)을 구하는 단계와, 1번째 라인에서 각 밴드별 구한 밝기 폭(Gap_i) 중 최대, 최소 및 중간값을 원소로 한 글로벌 폭 파라미터와, 각 밴드별 구한 밝기 기울기(Gradient_i) 중 최대, 최소 및 중간값을 원소로 한 글로벌 기울기 파라미터를 정의하는 단계와, k번째 라인에서 구한 각 밴드별 밝기 폭 및 밝기 기울기를 기초로 직전의 k-1번째 라인(k=2~Y)에서 정의한 글로벌 폭 파라미터와 글로벌 기울기 파라미터를 업데이트하고 재정의하는 단계, 및 마지막 라인에서 최종 결정된 두 글로벌 파라미터의 각 원소들에 의해 구분되는 다단의 폭 구간과 다단의 기울기 구간 마다 서로 다른 레벨의 비닝 조건을 매핑하는 단계를 포함하는 초분광 카메라의 동적 비닝 조절 방법을 제공한다.
- [0012] 또한, 상기 동적 비닝 조절 방법은, 검사대상 제품을 라인 스캐닝하여 초분광 이미지를 획득할 때, 해당 라인에서 밴드별로 산출되는 밝기 폭 또는 밝기 기울기를 기초로 상기 다단의 폭 구간 또는 다단의 기울기 구간 별로 해당 구간 내 속하는 밝기 폭 또는 밝기 기울기를 가진 연속한 밴드들에 대해 해당 비닝 조건을 개별 적용하여 동적 비닝을 수행하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 다단의 폭 구간과 다단의 기울기 구간 각각은, 해당 글로벌 파라미터의 최대값에 근접한 상위의 제1 구간부터 최소값에 근접한 하위의 제M 구간까지 단계적으로 구분되고, 상기 비닝 조건을 매핑하는 단계는, 상기 제1 구간에 대해서는 비닝을 미수행하는 레벨 0의 비닝 조건을 매핑하고, 상기 제2 내지 제M 구간에 대해서는 점차 높은 레벨의 비닝 조건을 매핑할 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 두 가지 글로벌 파라미터 각각은, 최대값, 최소값, 1/2 중간값(최소값과 최대값의 중간), 1/4 중간값(최소값과 1/2 중간값의 중간), 1/8 중간값(최소값과 1/4 중간값의 중간)을 원소로 하고, 상기 다단의 폭 구

간과 다단의 기울기 구간 각각은, 5가지 원소에 따라 총 4개 구간(M=4)으로 구분될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 k번째 라인에서 상기 글로벌 폭 파라미터의 업데이트 시, 상기 k번째 라인에서 구한 각 밴드별 밝기 폭 중 최대값 및 최소값을 각각 직전의 k-1번째 라인에서 구한 최대값 및 최소값과 비교 후, 최대값의 경우 더 높은 값을 선택하고 최소값의 경우 더 낮은 값을 선택하여 상기 글로벌 폭 파라미터를 업데이트할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 k번째 라인에서 상기 글로벌 기울기 파라미터의 업데이트 시, 파라미터의 최대값의 경우 아래 수학적 식을 이용하여 업데이트할 수 있다.

$$GM'_k = \frac{(k-1) * GM_{k-1} + GM_k}{k}$$

[0017] 여기서, GM'_k는 k번째 라인에서 업데이트된 글로벌 기울기 파라미터의 최대값, GM_k은 현재 k번째 라인에서 구한 각 밴드별 밝기 기울기 중 최대값, GM_{k-1}은 직전의 k-1번째 라인에서 업데이트된 글로벌 기울기 파라미터의 최대값을 나타낸다.

[0019] 또한, 본 발명은, 초분광 카메라를 통해 샘플을 라인 스캔하여 얻은 초분광 이미지 내 X×Y 픽셀 별로, 해당 픽셀에서의 밴드별 밝기값인 밝기값 어레이를 획득하는 데이터 처리부와, 각 라인마다, 해당 라인 내 X개 픽셀에 대응된 X개 밝기값 어레이를 이용하여 각 밴드마다 밝기값의 최대와 최소치 간의 폭(Gap_i)을 구하고, X개 각 픽셀마다 i번째와 i+1 번째 밴드 간 밝기값 변화량을 연산후 i번째 밴드끼리 평균하여 각 밴드마다 밝기값의 기울기(Gradient_i)을 구하는 연산부와, 1번째 라인에서 각 밴드별 구한 밝기 폭(Gap_i) 중 최대, 최소 및 중간값을 원소로 한 글로벌 폭 파라미터와, 각 밴드별 구한 밝기 기울기(Gradient_i) 중 최대, 최소 및 중간값을 원소로 한 글로벌 기울기 파라미터를 정의하는 파라미터 정의부와, k번째 라인에서 구한 각 밴드별 밝기 폭 및 밝기 기울기를 기초로 직전의 k-1번째 라인(k=2~Y)에서 정의한 글로벌 폭 파라미터와 글로벌 기울기 파라미터를 업데이트하고 재정의하는 파라미터 갱신부, 및 마지막 라인에서 최종 결정된 두 글로벌 파라미터의 각 원소들에 의해 구분되는 다단의 폭 구간과 다단의 기울기 구간 마다 서로 다른 레벨의 비닝 조건을 매핑하는 단계를 비닝 조건 매핑부를 포함하는 초분광 카메라의 동적 비닝 조절 장치를 제공한다.

[0020] 또한, 상기 동적 비닝 조절 장치는, 검사대상 제품을 라인 스캐닝하여 초분광 이미지를 획득할 때, 해당 라인에서 밴드별로 산출되는 밝기 폭 또는 밝기 기울기를 기초로 상기 다단의 폭 구간 또는 다단의 기울기 구간 별로 해당 구간 내 속하는 밝기 폭 또는 밝기 기울기를 가진 연속한 밴드들에 대해 해당 비닝 조건을 개별 적용하여 동적 비닝을 수행하는 제어부를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0021] 본 발명에 따르면, 라인스캔 방식의 초분광 카메라를 이용하여 제품 표면의 품질 상태를 검사함에 있어 초분광 카메라의 측정 밴드들을 동적으로 비닝 제어함으로써, 초분광 카메라에서 통해 획득되는 이미지의 데이터 용량을 줄일 수 있고 검사 계산 속도를 향상시킬 수 있다.

[0022] 이와 같이 본 발명은 초분광 카메라의 비닝을 동적 조절함으로써 제품의 검사 영역이 넓어질수록 처리 데이터 양이 폭증하는 문제를 해결하고 이를 통해 데이터를 유지 관리해야 하는 메모리의 용량을 대폭 줄임은 물론 그에 따른 계산 횟수도 줄임으로써 시스템 전체의 처리 속도를 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 일반적인 RGB 이미지를 설명한 도면이다.
- 도 2는 초분광 카메라를 통해 획득한 초분광 이미지를 설명한 도면이다.
- 도 3은 라인스캔 초분광 카메라를 통한 이미지 획득원리를 설명한 도면이다.
- 도 4는 도 3의 제어 PC에서 라인스캔 초분광 이미지의 분석 예시를 나타낸 도면이다.
- 도 5는 초분광 이미지의 픽셀 하나당 데이터 구조를 예시한 도면이다.
- 도 6은 초분광 이미지의 라인 하나당 데이터 구조를 예시한 도면이다.
- 도 7은 도 6에 도시한 2차원 데이터 구조가 Y개 라인에 대응하여 Y개 생성된 모습을 개념적으로 설명한 도면이다.

도 8은 본 발명의 실시예에서 일정 간격으로 밴드를 생략하여 데이터를 획득하는 비닝 기법의 적용 원리를 설명한 도면이다.

도 9는 특정 픽셀에 대한 비닝 전후의 분광 그래프를 예시한 도면이다.

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 초분광 카메라의 동적 비닝 조절 장치의 구성을 나타낸 도면이다.

도 11은 도 10를 이용한 동적 비닝 조절 방법을 설명하는 도면이다.

도 12는 본 발명의 실시예에서 라인 스캔 후 생성되는 각각의 파장 그래프를 이용하여 밝기값 폭과 밝기값 기울기를 정의한 도면이다.

도 13은 본 발명의 실시예에서 밝기 폭(Gap_i)과 밝기 기울기(Gradient_i)의 계산 예시를 나타낸 도면이다.

도 14는 본 발명의 실시예에서 밴드별로 구해진 밝기 폭(Gap_i)과 밝기 기울기(Gradient_i)의 두 배열을 예시적으로 나타낸 도면이다.

도 15는 본 발명의 실시예에서 최종 정의된 글로벌 파라미터의 각 구간 별로 비닝 조건이 차등되게 매핑된 모습을 예시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0025] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0026] 본 발명은 초분광 카메라의 동적 비닝 조절 장치 및 그 방법으로, 라인스캔 방식의 초분광 카메라를 통해 제품 표면의 품질 상태를 검사함에 있어 비닝 기법을 이용하여 초분광 이미지의 데이터 용량을 줄이고 데이터 처리 및 연산 속도를 향상시키는 기법을 제안한다.

[0027] 본 발명의 실시예는 라인 스캔 방식의 초분광 카메라에서 스캔한 해당 라인 내 각 픽셀당 측정되는 복수의 분광 밴드들에 대해 비닝(binning) 기법을 적용함으로써 초분광 이미지의 데이터 용량을 줄일 수 있다. 따라서 본 발명은 초분광 카메라의 이미지 획득 방법 중에서 라인 스캔 방식을 위주로 설명한다.

[0028] 이하에서는 본 발명의 상세한 설명에 앞서 라인 스캔을 통한 이미지 획득 원리를 구체적으로 설명한다.

[0029] 도 3은 라인스캔 초분광 카메라를 통한 이미지 획득원리를 설명한 도면이다.

[0030] 도 3과 같이, 1개의 라인(Line)은 X개의 픽셀(점)로 구성되며, 객체가 컨베이어에 의해 이동하면 카메라는 Y개의 Line 값을 순차로 획득하여 제어 PC(제어 단말)로 전송한다. 제어 PC는 카메라로부터 수신한 데이터의 처리, 연산(분석) 등을 수행하여 제품에 대한 품질 검사를 수행할 수 있다. 이러한 제어 PC는 프로세서, 메모리, 유저 인터페이스 입출력 장치, 저장 장치 등을 포함할 수 있다.

[0031] 이때, 제안하는 동적 비닝 기법을 적용할 경우 컴퓨터(제어 PC)에서의 데이터 처리 및 연산 속도 등을 높임으로써 계산 횟수를 줄이고 메모리 용량을 절약하며 시스템의 전반적인 처리 속도를 향상시킨다.

[0032] 도 4는 도 3의 제어 PC에서 라인스캔 초분광 이미지의 분석 예시를 나타낸 도면이다. 도 4는 설명의 편의상 사과 표면을 라인 스캔한 이미지를 분석하는 것을 예시한다. 도 4의 좌측 도면과 같이 사과 표면을 X 크기의 라인으로 Y 만큼 이동하면 X×Y 면적의 분광 데이터가 획득된다. 즉 X×Y개 픽셀 크기를 가진 초분광 이미지가 획득된다.

[0033] 여기서, 앞서 도 2를 참조하면, 한 개의 픽셀은 파장(wavelength)에 따른 강도(Intensity) 변화 그래프로 표현된다. 따라서, 도 4의 우측 그림과 같이 초분광 이미지 내 X×Y개 전체 픽셀에 각각 대응하여 총 X×Y개의 그래프가 각각 도출된다. 여기서, 밝기값은 Intensity 또는 Digital Number(DN)로 불리는데, 본 발명에서 밝기값은

DN값을 대표 예시로 한다.

- [0034] 도 5는 초분광 이미지의 픽셀 하나당 데이터 구조를 예시한 도면이다. 이러한 도 5는 한 개의 픽셀에 대응하여 획득되는 밝기값 어레이를 나타낸다.
- [0035] 도 5에서 인덱스(index)는 밴드(파장대역)의 인덱스, Value(intensity)는 해당 번째 밴드에서의 DN값을 나타낸다. 초분광 카메라는 n개의 밴드 마다 DN값을 측정할 수 있으므로, 초분광 이미지 내 픽셀 하나하나는 도 5와 같이 n개의 인덱스(크기)를 갖는 1차원 배열로 표현될 수 있다.
- [0036] 이와 같이, 초분광 이미지의 픽셀 하나에 대해 n개의 각 밴드별 DN값이 어레이 형태로 저장됨을 알 수 있다.
- [0037] 도 6은 초분광 이미지의 라인 하나당 데이터 구조를 예시한 도면이다. 라인 스캔 카메라의 경우, X개의 픽셀로 이루어진 하나의 라인(Line)을 한 번에 측정하므로, 도 6과 같이 한 개 라인에 대해 X개의 행과 n개의 열로 구성된 2차원 배열이 생성된다.
- [0038] 또한, 한 개 라인을 구성한 X개의 픽셀은 맨 앞의 0번째 픽셀부터 맨 뒤의 X-1번째 픽셀을 포함한다고 가정할 때, 도 6의 상측 데이터는 0번째 픽셀에 대응한 밝기값 어레이를 나타내고, 하측 데이터는 X-1번째 픽셀에 대응한 밝기값 어레이를 나타낸다.
- [0039] 도 7은 도 6에 도시한 2차원 데이터 구조가 Y개 라인에 대응하여 Y개 생성된 모습을 개념적으로 설명한 도면이다. 라인 스캔 카메라가 Y 축으로 이동 또는 컨베이어가 이동하면 총 Y개의 라인이 생성되므로, 도 6과 같은 2차원 배열은 총 Y개 생성된다. 도 7은 이를 개념적으로 나타낸 것이다.
- [0040] 그런데, 도 7와 같이 라인이 이동하여 이미지의 면적이 커질수록 처리되는 데이터 양도 Y배로 커지므로, 제어 PC의 계산 속도도 떨어진다. 본 발명의 실시예는 이러한 현상을 완화하기 위해 일정 간격으로 밴드를 생략하여 데이터를 획득하는 비닝(Binning) 기법을 사용한다.
- [0041] 도 8은 본 발명의 실시예에 적용되는 비닝 기법을 예시한 도면이다.
- [0042] 도 8과 같이, 본 발명의 실시예에 적용되는 비닝 기법의 경우 일정 간격으로 밴드를 생략하여 데이터를 획득하며 비닝 간격은 설정되는 비닝 레벨(예: x1, x2, x3 등)에 따라 달라질 수 있다.
- [0043] 1배 비닝(x1; 2¹)은 데이터 2개(=2¹)당 1개를 저장하고 나머지 1개를 생략(null)하며, 2배 비닝(x2; 2²)은 데이터 4개(=2²)당 1개만 저장하고 나머지 3개를 생략(null)한다.
- [0044] 이때, 1배 비닝(x1)을 수행할 경우 획득되는 배열의 크기가 1/2로 줄어들음을 알 수 있고, 2배의 비닝을 수행할 경우 1/4로 줄어들음을 알 수 있다. 요약하면 m배 비닝(2^m)은 데이터 2^m개당 1개를 저장하고 나머지를 버리는 방식으로 데이터를 저장하며, m이 커질수록 저장되는 데이터가 경량화된다.
- [0045] 도 9는 특정 픽셀에 대한 비닝 전후의 분광 그래프를 예시한 도면이다. 도 9의 상측 그림은 비닝 전의 원 데이터에 해당하고, 하측 그림은 비닝(1배 비닝)을 수행한 후의 데이터를 나타낸다. 상측 그림(0배 비닝; x0)의 경우 촘촘한 밴드 간격으로 분광 정보를 획득함을 보이지만, 하측 그림(1배 비닝; x1)의 경우 2배 이상의 분광 간격으로 정보를 획득하므로 상측보다 듬성듬성하게 데이터를 획득한다.
- [0046] 다만, 비닝은 데이터의 용량과 속도 개선에는 유용하지만 그만큼 정보량이 적어짐으로써, 검사의 정밀도는 떨어지게 된다. 이에 따라, 사용되는 목적과 환경에 맞게 적절한 비닝 계수(m)의 선택이 매우 중요하다.
- [0047] 이하의 본 발명의 실시예는 이러한 비닝 계수(비닝 레벨)의 조절을 동적으로 제어할 수 있는 기법을 제안한다.
- [0048] 앞서 도 4에서 계속된 사과 표면의 파장 그래프를 보면, 400~700 대역은 DN값의 변화가 작으며, 700~900 사이의 DN값이 급격하고 다양하게 변함을 알 수 있다. 즉, 검사되는 객체의 종류에 따라 특성이 다르지만, 대체로 DN값이 두드러지게 변화되는 구간에서 제품의 고유한 특성(특징)을 주로 갖는다. 즉, 이러한 DN값이 급격하게 변화하는 구간에서는 비닝 없이 정상적으로 정밀한 DN값 비교를 수행하고, 그 외의 구간 즉, 변화가 적은 구간은 비닝을 크게 하여 데이터를 생략하여 속도를 향상시킴이 본 발명의 목적이다.
- [0049] 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 초분광 카메라의 동적 비닝 조절 장치의 구성을 나타낸 도면이고, 도 11은 도 10를 이용한 동적 비닝 조절 방법을 설명하는 도면이다.
- [0050] 도 10 및 도 11과 같이, 본 발명의 실시예에 따른 초분광 카메라의 동적 비닝 조절 장치(100)는 데이터 처리부(110), 연산부(120), 파라미터 정의부(130), 파라미터 갱신부(140), 비닝 조건 매핑부(150), 제어부(160)를 포

함한다.

- [0051] 이러한 동적 비닝 조절 장치(100)는 도 3에 도시된 제어 PC와 같이 사용자 단말로 구현되거나 사용자 단말에 포함될 수 있고, 이외에도 사용자 단말기 등에 실행 가능한 응용 프로그램의 형태로 구현될 수도 있다. 여기서, 제어 PC는 데스크탑, 노트북 등 기 공지된 다양한 컴퓨팅 가능한 장치에 해당할 수 있다.
- [0052] 우선, 본 발명의 실시예는 검사 대상 제품들 중 정상 제품 하나를 샘플로 선정하고 해당 샘플을 라인 스캔하여 얻은 초분광 이미지로부터 글로벌 파라미터를 획득한다. 글로벌 파라미터는 추후 동종 제품에 대한 표면 검사 시 동적 비닝에 활용되는 요소이다. 이러한 과정들은 데이터 처리부(110), 연산부(120), 파라미터 정의부(130), 파라미터 갱신부(140), 비닝 조건 매핑부(150)를 통해 수행된다.
- [0053] 그런 다음, 실제 검사 대상이 되는 제품이 컨베이어 벨트 등에 의해 이동되어 라인 스캔되는 동안 앞서 획득한 글로벌 파라미터를 기초로 분광 밴드들에 대한 비닝 레벨을 동적으로 조절한다. 이는 제어부(160)에 의해 수행된다.
- [0054] 먼저, 데이터 처리부(110)는 초분광 카메라를 통해 샘플을 라인 스캔하여 얻은 초분광 이미지 내 $X \times Y$ 개의 각 픽셀 별로, 해당 픽셀에서의 밴드별 밝기값인 밝기값 어레이를 획득한다(S1110).
- [0055] 픽셀 하나당 획득되는 밝기값 어레이는 도 5를 통해 예시한 바 있다. 데이터 처리부(110)는 초분광 이미지를 구성하는 전체 픽셀 마다 앞서 도 5와 같은 구조의 밝기값 어레이를 획득한다.
- [0056] 물론, 한 개의 라인은 총 X 개의 픽셀로 구성되므로, 데이터 처리부(110)는 Y 개의 각 라인마다 해당 라인에 속한 X 개의 픽셀에 대응하는 X 개의 밝기값 어레이를 획득할 수 있다. 또한, 한 개의 라인에서 획득되는 총 X 개의 밝기값 어레이는 도 6과 같이 X 개의 행과 n 개의 열로 구성된 2차원 배열 형태를 가질 수 있다.
- [0057] 다음, 연산부(120)는 각 라인마다, 해당 라인 내 X 개 픽셀에 대응된 X 개 밝기값 어레이를 이용하여 각 밴드마다 밝기값의 최대와 최소치 간의 폭(Gap_{*i*})을 구하고, X 개 각 픽셀마다 i 번째와 $i+1$ 번째 밴드 간 밝기값 변화량을 연산후 i 번째 밴드끼리 평균하여 각 밴드마다 밝기값의 기울기(Gradient_{*i*})을 구한다(S1120).
- [0058] 여기서 물론 i 는 밴드의 인덱스로서, 0 에서 $n-1$ 까지 범위를 가진다. 이하에서는 설명의 편의상 Gap_{*i*}는 i 번째 밴드에서의 밝기 폭, Gradient_{*i*}는 i 번째 밴드에서의 밝기 기울기로 명명한다. Gap_{*i*}과 Gradient_{*i*}의 개념을 더욱 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0059] 도 12는 본 발명의 실시예에서 라인 스캔 후 생성되는 각각의 파장 그래프를 이용하여 밝기값 폭과 밝기값 기울기를 정의한 도면이다.
- [0060] 도 12는 픽셀의 개수만큼 총 $X \times Y$ 개의 그래프를 하나의 도메인 상에 겹쳐 도시한 것이다. 여기서 가로축은 파장, 세로축 DN값(밝기값)을 나타낸다.
- [0061] 도 12를 보면 전체 밴드 중에서 파장이 약 420에 해당하는 밴드 영역에서 가장 큰 DN값을 갖는 그래프와 가장 작은 DN값을 갖는 그래프의 차이 폭(Gap)은 20이고, 750 밴드 영역에서의 Gap은 450임을 알 수 있다. 그리고, 450~500 밴드 구간에서 기울기(변화량)은 매우 완만하지만, 680~730 밴드 구간은 매우 큰 기울기를 갖는다.
- [0062] 이와 같이, 연산부(120)는 는 한 개 라인 내 X 개 픽셀에 대응된 X 개 밝기값 어레이를 이용하여, n 개의 각 밴드에서 밝기값의 최대치와 최소치 간의 차이(폭)을 구하고, n 개의 각 밴드에서 인접 밴드와의 밝기값 변화량인 기울기를 구한다.
- [0063] 도 13은 본 발명의 실시예에서 밝기 폭(Gap_{*i*})과 밝기 기울기(Gradient_{*i*})의 계산 예시를 나타낸 도면이다.
- [0064] 우선, Gap_{*i*}는 i 번째 밴드(wavelength)에서 최대 DN과 최소 DN의 차이 값이다. 예를 들어, 라인 스캔으로 획득된 도 13과 같은 Array 데이터에서 Gap₀는 0번째 열에 해당하는 총 X 개의 DN값들 중에서 최대값과 최소값을 찾은 후 그 차이로써 계산된다.
- [0065] 다음, Gradient_{*i*}는 i 번째와 $i+1$ 번째 밴드(Wavelength)의 DN값 증가분의 절대값들의 평균을 나타낸다. 여기서, 절대값을 취하는 이유는 기울기가 내려가는 구간에서 DN값의 변화량이 음수(-)가 되어 평균값이 0에 가까워지기 때문이다.
- [0066] 도 13에서 Gradient₂의 계산 예시는 다음과 같다. 우선, X 개 픽셀(0 ~ $X-1$ 번째 픽셀) 중에서 맨 위의 0번째 픽셀에서 $n=2$ 일때 DN값(Array[0][2])과 $n=3$ 일때 DN값(Array[0][3])의 차이(A)의 절대치는 1이고 두 밴드 간의 인덱스의 차이(B)는 1이므로 밝기값 변화량은 $1(=|A|/B)$ 이 된다. 이러한 과정을 나머지 1번째 내지 $X-1$ 번째 픽셀

에 대해서도 동일 적용 후 모든 값을 평균하면 Gradient₂이 얻어진다.

- [0067] 즉, 요약하면 Gradient₂을 구하기 위해, 먼저 Array[0][2]와 Array[0][3]의 변화량(기울기)의 절대치를 구하면 1이 되고, 동일한 방법으로 X를 가변하여 Array[1][2]와 Array[1][3]의 변화량 내지 Array[X-1][2]와 Array[X-1][3]의 변화량을 모두 구한 후, 전체 X개의 변화량에 대한 절대치의 평균을 계산하면 Gradient₂이 얻어진다.
- [0068] 이러한 방법으로 n개의 밴드 마다 Gap_i와 Gradient_i이 구해진다. 이하에서는 각 밴드별 얻어지는 Gap_i와 Gradient_i를 G-G 배열로 명명한다.
- [0069] 그리고, Gap_i와 Gradient_i이 구해지면, 파라미터 정의부(130)는 1번째 라인(k=1)에서 각 밴드별 구한 밝기 폭(Gap_i) 중 최대, 최소 및 중간값을 원소로 한 글로벌 폭 파라미터와, 각 밴드별 구한 밝기 기울기(Gradient_i) 중 최대, 최소 및 중간값을 원소로 한 글로벌 기울기 파라미터를 정의한다(S1130).
- [0070] 즉, S1120 단계 이후에, 파라미터 정의부(130)는 연산부(120)에 의해 구해진 Gap_i와 Gradient_i를 이용하여 Gap과 Gradient에 대한 글로벌 파라미터 각각 정의한다.
- [0071] 도 14는 본 발명의 실시예에서 밴드별로 구해진 밝기 폭(Gap_i)과 밝기 기울기(Gradient_i)의 두 배열을 예시적으로 나타낸 도면이다.
- [0072] 도 14와 같은 각 밴드에 따른 Gap_i와 Gradient_i 배열(G-G배열)이 구해지면, 도 14의 우측 부분과 같이, 해당 배열 내에서 밝기 폭의 최대값(Gap_Max), 최소값(Gap_Min), 중간값(Gap_Half), 그리고 밝기 기울기의 최대값(Gradient_Max), 최소값(Gradient_Min), 중간값(Gradient_Half) 등이 구해질 수 있다. 본 발명의 실시예는 이들 값을 글로벌 파라미터(Global Parameter)라고 정의한다.
- [0073] 그 중에서 Gap과 관련된 파라미터는 글로벌 폭 파라미터, Gradient와 관련된 파라미터는 글로벌 기울기 파라미터로 명명한다. 본 발명의 실시예는 중간값으로, Gap_Half 뿐만 아니라, Gap_Half의 1/2인 Gap_Quarter, Gap_Half의 1/4에 해당하는 Gap_Eight도 정의한다. Gradient와 관련된 파라미터의 경우도 마찬가지이다.
- [0074] 즉, 두 가지 글로벌 파라미터는 최대값, 최소값, 1/2 중간값(최소값과 최대값의 중간), 1/4 중간값(최소값과 1/2 중간값의 중간), 1/8 중간값(최소값과 1/4 중간값의 중간)을 각각 원소로 갖는다. 따라서 글로벌 파라미터는 5개의 원소를 포함하여 구성된다.
- [0075] 그런데, 앞서 정의한 파라미터는 하나의 라인 상의 X개의 픽셀에 대한 밝기 폭과 기울기를 구한 것이며, 실질적으로 컨베이어가 이동하여 Y개의 라인이 생성되었다면 좌상 그래프의 개수는 Y배로 증가하게 된다. 따라서 전체 이미지를 대상으로 하기 위해서는 라인이 이동할 때마다 글로벌 파라미터는 재정의되어야 한다.
- [0076] 이에, 파라미터 갱신부(140)는 이후 k번째 라인에서 구한 각 밴드별 밝기 폭 및 밝기 기울기를 기초로 직전의 k-1번째 라인(k=2~Y)에서 정의한 글로벌 폭 파라미터와 글로벌 기울기 파라미터를 업데이트하여 재정의한다(S1140).
- [0077] 구체적으로, 파라미터 갱신부(140)는 k번째 라인에서 글로벌 폭 파라미터의 업데이트 시, k번째 라인에서 구한 각 밴드별 밝기 폭 중 최대값 및 최소값을 각각 직전의 k-1번째 라인에서 구한 최대값 및 최소값과 비교 후, 최대값의 경우 더 높은 값을 선택하고 최소값의 경우 더 낮은 값을 선택하여 글로벌 폭 파라미터를 업데이트한다.
- [0078] 예를 들어, 앞서 최초 라인(k=1)에서 계산된 G-G배열을 GG_1이라고 하고, 2번째 라인에서 계산된 G-G 배열을 GG_2로 가정한다. 그리고 GG_1의 Gap_Max, Gap_Min과 GG_2의 Gap_Max, Gap_Min을 비교하여, 그 중 더 높은 값을 Gap_Max, 더 낮은 값을 Gap_Min으로 업데이트 한다. 결국, 나머지 GG_Y번째 Line(k=Y)까지 Line by Line으로 비교하면서 전체 X×Y 픽셀 이미지에 대한 최대, 최소 Gap(Gap_Max, Gap_Min)을 구하게 된다.
- [0079] 물론, 마지막 Y 번째 라인에서 최종 구해진 Gap_Max, Gap_Min로부터 Gap_Half, Gap_Quarter, Gap_Eight 역시 최종적으로 얻을 수 있으며, 이들은 전체 X×Y 개 픽셀에 대한 글로벌 폭 파라미터로 최종 결정된다.
- [0080] 여기서, 파라미터 갱신부(140)는 k번째 라인에서 글로벌 기울기 파라미터의 업데이트 시, 파라미터의 최대값의 경우 아래 수학적 식 1을 이용하여 업데이트할 수 있다.

수학식 1

$$GM'_k = \frac{(k-1)*GM_{k-1} + GM_k}{k}$$

- [0081]
- [0082] 여기서, GM'_k 는 k번째 라인에서 업데이트된 글로벌 기울기 파라미터의 최대값, GM_k 은 현재 k번째 라인에서 구한 각 밴드별 밝기 기울기 중 최대값, GM_{k-1} 은 직전의 k-1번째 라인에서 업데이트된 글로벌 기울기 파라미터의 최대값을 나타낸다. 여기서 물론 $k = [1, 2, \dots, Y]$ 이다.
- [0083] 예를 들어, 한 라인 내 픽셀 수가 100개라고 가정하고, 첫 번째 라인의 100개 픽셀의 밴드별 평균 기울기 중 최대값인 Gradient_Max를 편의상 GM_1 이라 가정하고, Y방향으로 라인이 이동 후, 2번째 라인의 Gradient_Max를 GM_2 라고 가정한다. 이 경우, 새로운 Gradient_Max는 $[(GM_1 + GM_2) / 2]$ 가 된다. 만약, 3번째 라인으로 이동하여 GM_3 를 구하면 이전에 구한 GM_2 는 200개 픽셀의 평균이지만 GM_3 는 100개 픽셀의 평균이므로 단순히 두 변수의 평균으로 취할 수 없다. 따라서 위 수식과 같이 k번 이동할 때마다 이전 GM값에 k-1을 곱하여 누적 픽셀 수를 반영한다.
- [0084] 여기서 최소값의 경우는 앞서 Gap의 경우와 동일한 방법으로 업데이트될 수도 있고 수학식 1의 원리로 업데이트될 수도 있다.
- [0085] 그리고, 마지막 Y번째 라인에서 최종 구해진 Gradient_Max, Gradient_Min로부터 Gradient_Half, Gradient_Quarter, Gradient_Eight를 최종적으로 얻을 수 있으며, 이들은 전체 $X \times Y$ 개 픽셀에 대한 글로벌 기울기 파라미터로 최종 결정된다.
- [0086] 이후, 비닝 조건 매핑부(150)는 마지막 Y번째 라인에서 최종 결정된 두 글로벌 파라미터의 각 원소들에 의해 구분되는 다단의 폭 구간과 다단의 기울기 구간 마다 서로 다른 레벨의 비닝 조건을 매핑한다(S1150).
- [0087] 여기서, 두 가지 글로벌 파라미터 모두 5가지 원소로 구성되므로, 다단의 폭 구간과 다단의 기울기 구간은 모두 4가지 구간(M=4)으로 구분된다. 즉, 다단의 폭 구간과 다단의 기울기 구간 각각은 해당 글로벌 파라미터의 최대값(Max)에 근접한 상위의 제1 구간부터 시작하여 최소값(Min)에 근접한 하위의 제M 구간까지 단계적으로 구분된다.
- [0088] 이때, 비닝 조건 매핑부(150)는 제1 구간에 대해서는 비닝을 미수행하는 레벨 0의 비닝 조건(0배 비닝; x_0)을 매핑하고, 제2 내지 제M 구간에 대해서는 점차 높은 레벨의 비닝 조건을 매핑하게 된다.
- [0089] 도 15는 본 발명의 실시예에서 최종 정의된 글로벌 파라미터의 각 구간 별로 비닝 조건이 차등되게 매핑된 모습을 예시한 도면이다.
- [0090] 도 15에서 옵션 1은 글로벌 폭 파라미터의 5가지 원소에 의해 결정된 4가지 구간과 각 구간에 매핑된 비닝 조건을 나타낸다. 마찬가지로 옵션 2는 글로벌 기울기 파라미터의 5가지 원소에 의해 결정된 4가지 구간과 각 구간에 매핑된 비닝 조건을 나타낸다.
- [0091] 여기서, 옵션 1과 옵션 2 모두 최대값에 가까운 구간일수록 비닝을 수행하지 않는 레벨 0의 비닝 조건(x_0)을 적용한 것을 알 수 있다. 즉, 밝기 폭 또는 밝기 기울기가 해당 글로벌 파라미터의 최대에 근접한 값을 가진 밴드들의 데이터는 중요도가 높은 데이터에 해당하여 비닝 없이 모두 저장한다.
- [0092] 그리고 옵션 1과 옵션 2 모두 최소값에 가까운 구간으로 갈수록, 비닝 레벨 x_1 에서 x_3 까지 증가하는 것을 알 수 있다. 즉, 밝기 폭 또는 밝기 기울기가 해당 글로벌 파라미터의 최소에 근접한 값을 가진 밴드들의 데이터는 중요도가 낮은 데이터에 해당하여 높은 레벨의 비닝 조건을 적용하고 데이터량을 줄일 수 있다.
- [0093] 즉, 옵션 1에서 특정 밴드의 Gap이 Half와 Max 사이라면 급격한 DN 차이를 보이는 구간이므로 정상적으로 비닝의 생략없이 정밀 검사를 수행한다. 반면, 1/2과 1/4사이의 Gap 구간은 1배 비닝을 사용하여 불필요한 메모리를 줄이고, 계산 속도를 향상시킨다. 옵션 2에서도 유사하게 특정 밴드의 기울기를 Max, 1/2, 1/4, 1/8 구간으로 구분하여 각각 x_0, x_1, x_2, x_3 비닝을 수행함으로써 계산 속도를 향상시킨다.
- [0094] 본 발명의 실시예는 검사의 종류, 방법 등 응용 목적에 따라 옵션 1이나 옵션 2를 단독으로 사용하여 비닝을 제

어할 수도 있고, 두 옵션을 AND 조건, OR 조건으로 동시에 활용할 수도 있다.

- [0095] 후자의 경우 예를 들면, 제1 구간의 경우 옵션 1 및 옵션 2의 제1 구간 중 적어도 하나 또는 모두를 만족하는 밴드들에 대해 x0 비닝을 적용할 수 있다. 예를 들어, 옵션 1 및 옵션 2의 제1 구간 모두를 만족하면 x0 비닝을 적용하고 어느 하나만 만족하면 x1 비닝을 적용할 수 있다. 또한, 제2 구간의 경우 옵션 1 또는 옵션 2의 제2 구간 중 적어도 하나를 만족하는 밴드들에 대해 각각 x1, x2, x3 비닝을 적용할 수 있고, 제3 및 제4 구간도 이와 같은 방식을 적용할 수 있다. AND 및 OR 조건에 따른 비닝 제어는 보다 다양한 변형예가 존재할 수 있다.
- [0096] 이후, 제어부(160)는 상기와 같이 결정된 글로벌 파라미터를 기초로 신규로 유입되는 검사대상 제품에 대한 초분광 데이터의 저장 시 동적 비닝을 적용하여 데이터의 용량을 줄이고 계산속도를 향상시킨다.
- [0097] 제어부(160)는 검사대상 제품을 라인 스캐닝하여 초분광 이미지를 획득할 때, 해당 라인에서 밴드별로 산출되는 밝기 폭(Gap_i) 또는 밝기 기울기(Gradient_i)를 기초로 다단의 폭 구간 또는 다단의 기울기 구간 별로 해당 구간 내 속하는 밝기 폭 또는 밝기 기울기를 가진 연속한 밴드들에 대해 해당 비닝 조건을 개별 적용하여 동적 비닝을 수행한다(S1160).
- [0098] 예를 들어, 해당 라인에서 X개의 픽셀에 대응하여 구해진 X개의 밝기값 어레이(X개의 파장 그래프)를 통해 각 밴드마다 Gap_i과 Gradient_i를 구한다.
- [0099] 그리고 각 밴드별 Gap_i과 Gradient_i를 각각 다단의 폭 구간 및 다단의 기울기 구간과 비교한다. 이때, Gap 데이터만 활용하여 비닝 제어하는 것을 가정하면, 밴드별로 산출되는 밝기 폭(Gap_i)을 [옵션 1]의 다단의 폭 구간과 비교하여 각각이 어떠한 구간에 속하는지 분류한다. 그리고 각 구간에 속하는 연속한 밴드들에 대해 해당 비닝 조건을 적용한다.
- [0100] 예를 들어, i = 0 ~ 44까지의 연속한 15개 밴드의 밝기 폭(Gap_i)이 제3 구간 내에 속한다면 해당 45개 밴드의 경우 4개당 1개 밴드의 데이터만 저장하는 2배 비닝(x2)을 적용하고, i= 45~60 까지의 연속한 15개 밴드의 밝기 폭이 제2 구간에 속한다면 해당 16개 밴드에 대해 2개당 1개 밴드의 데이터만 저장하는 1배 비닝(x1)을 적용할 수 있다.
- [0101] 이와 같은 방법으로 제어부(160)는 검사대상 제품의 각 라인에 대해 동적 비닝을 수행하며 동적 비닝을 수행한 초분광 이미지 데이터를 메모리에 저장한다(S1170). 이후, 저장 데이터를 분석하여 제품 표면에 대한 검사 결과를 출력할 수도 있다. 검사 결과는 정상 여부, 불량 부위, 스캔 영상 등을 포함할 수 있다.
- [0102] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따르면, 실제 검사대상 제품이 라인 스캔 초분광 카메라를 통해 라인 스캔될 때 해당 라인에서 획득된 분광 데이터를 글로벌 파라미터와 비교하여 해당 라인 상의 밴드들을 분류하고 분류한 밴드들 별로 그에 대응된 비닝 조건을 동적으로 적용할 수 있다.
- [0103] 이러한 동적 비닝 조절 기법은 밴드별 Gap 및 Gradient를 획득하고 계산하기 위해 초기에는 어느 정도 계산 시간이 소요된다. 그러나, 일반적으로 라인 스캔 카메라는 공장 내 컨베이어 벨트를 통해서 다수의 동일한 제품(객체)들을 반복 검사함이 대부분이다. 따라서, 최초 검사되는 하나의 제품에 대해 비닝 조건이 결정된다면, 추가적인 설정없이 후속 제품에 대해서도 반복하여 적용할 수 있으므로 전체적인 시간을 절약할 수 있다.
- [0104] 이상과 같은 본 발명에 따르면, 라인스캔 방식의 초분광 카메라를 이용하여 제품 표면의 품질 상태를 검사함에 있어 초분광 카메라의 측정 밴드들을 동적으로 비닝 제어함으로써, 초분광 카메라에서 통해 획득되는 이미지의 데이터 용량을 줄일 수 있고 검사 계산 속도를 향상시킬 수 있다.
- [0105] 이와 같이 본 발명은 초분광 카메라의 비닝을 동적 조절함으로써 제품의 검사 영역이 넓어질수록 처리 데이터 양이 폭증하는 문제를 해결하고 이를 통해 데이터를 유지 관리해야 하는 메모리의 용량을 대폭 줄임은 물론 그에 따른 계산 횟수도 줄임으로써 시스템 전체의 처리 속도를 향상시킬 수 있다.
- [0106] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

- [0107] 100: 동적 비닝 조절 장치 110: 데이터 처리부
- 120: 연산부 130: 파라미터 정의부

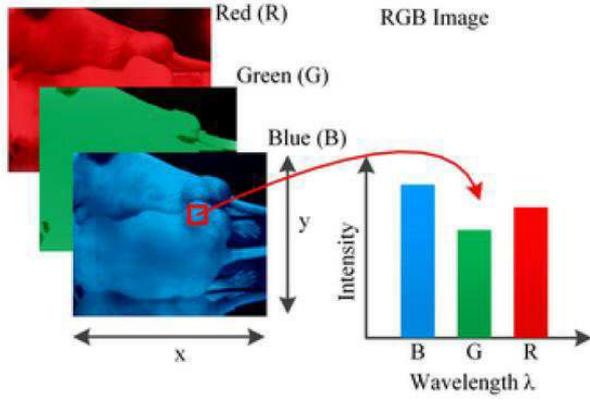
140: 파라미터 갱신부

150: 비닝 조건 매핑부

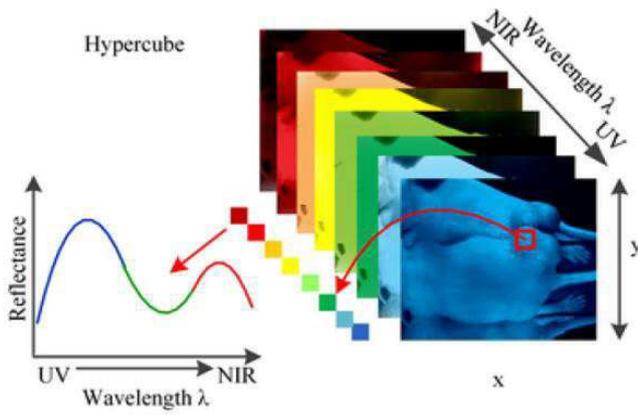
160: 제어부

도면

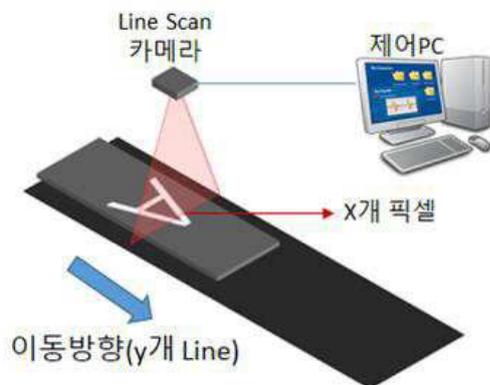
도면1



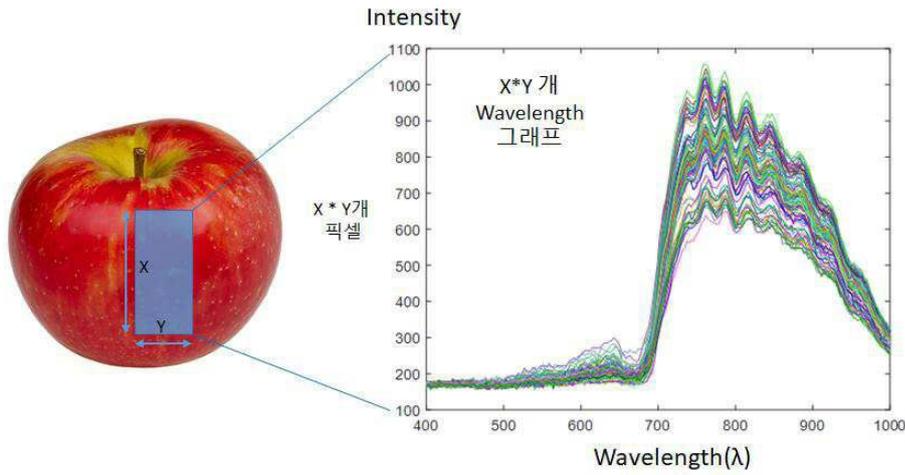
도면2



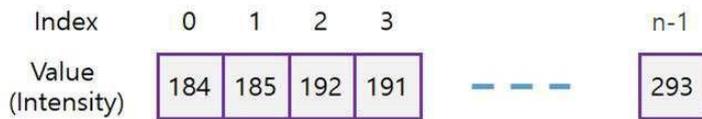
도면3



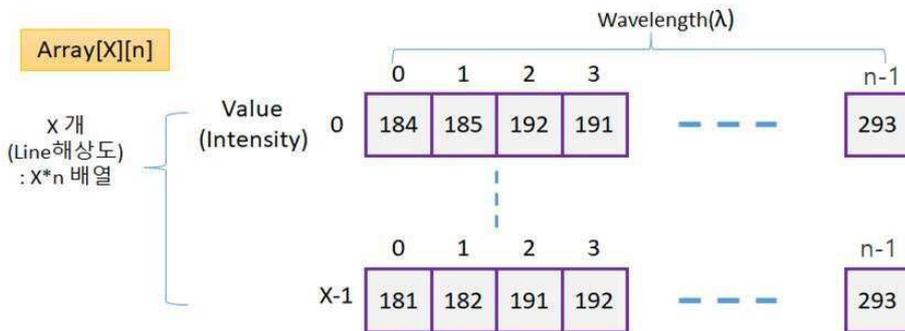
도면4



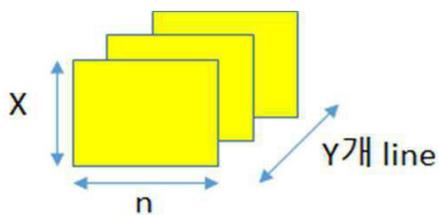
도면5



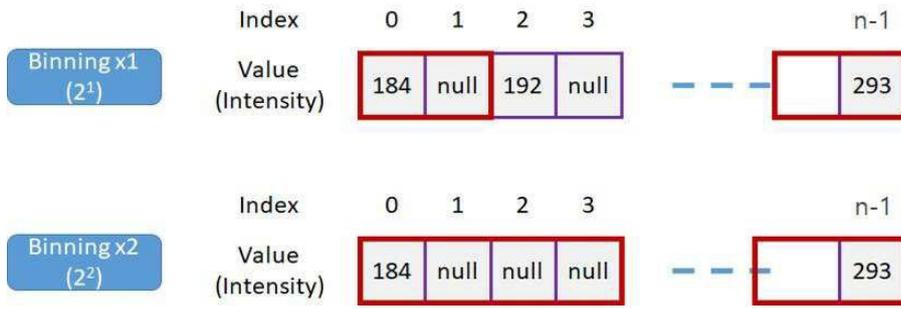
도면6



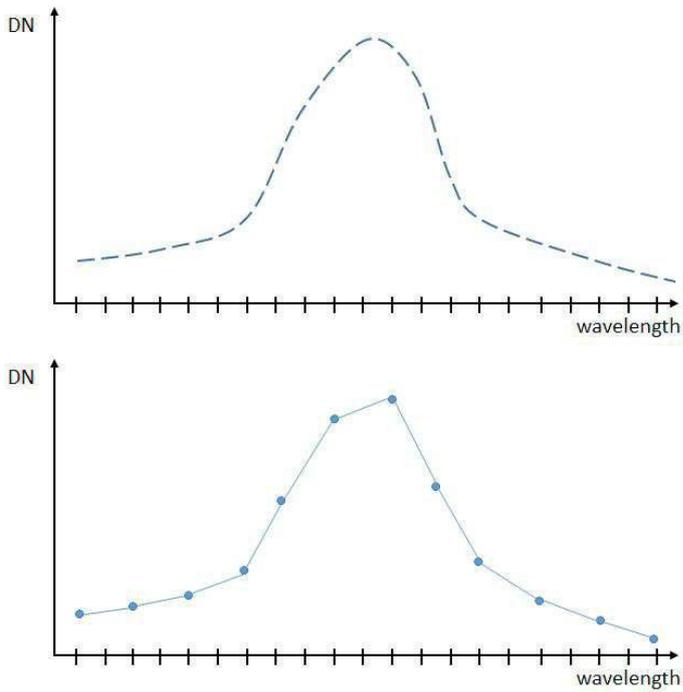
도면7



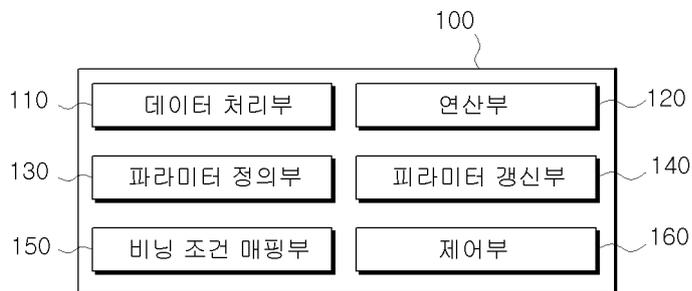
도면8



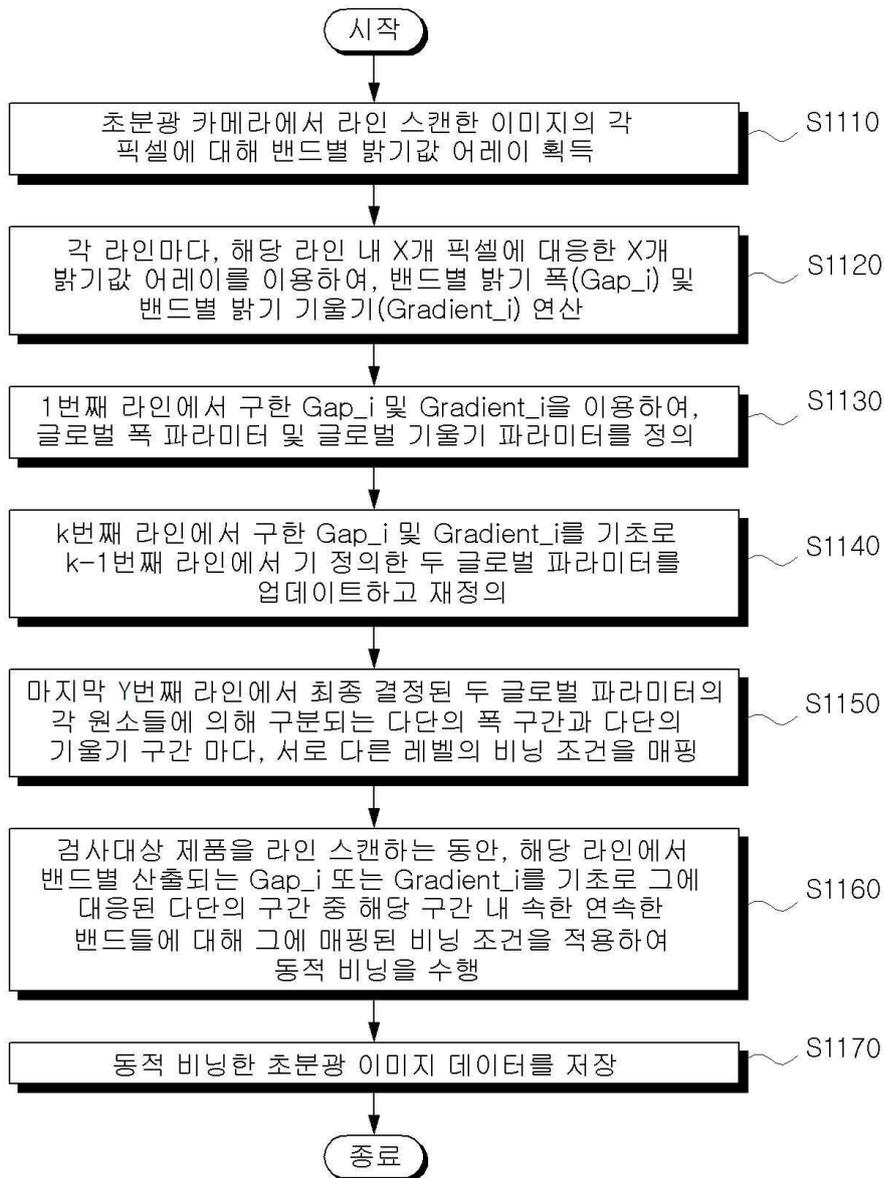
도면9



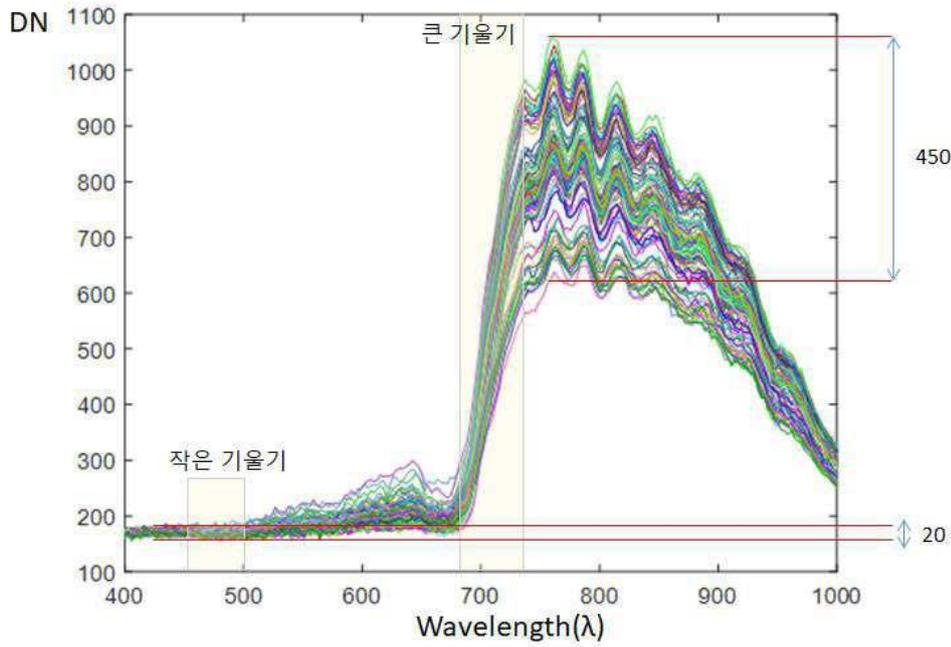
도면10



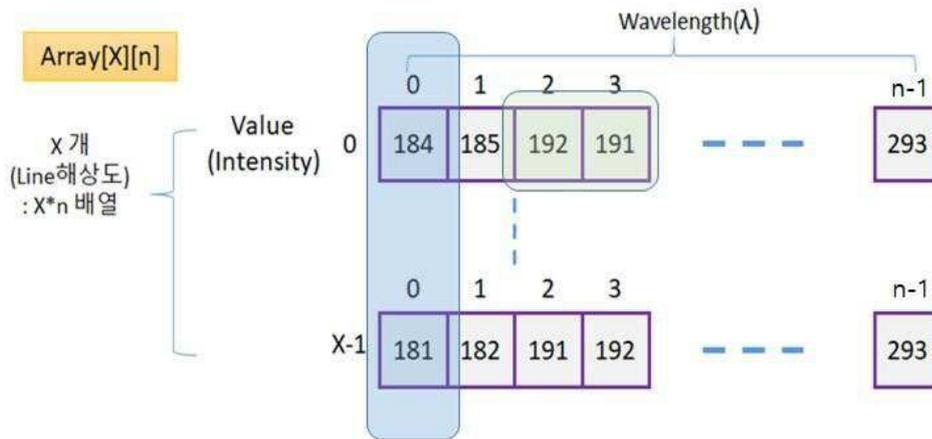
도면11



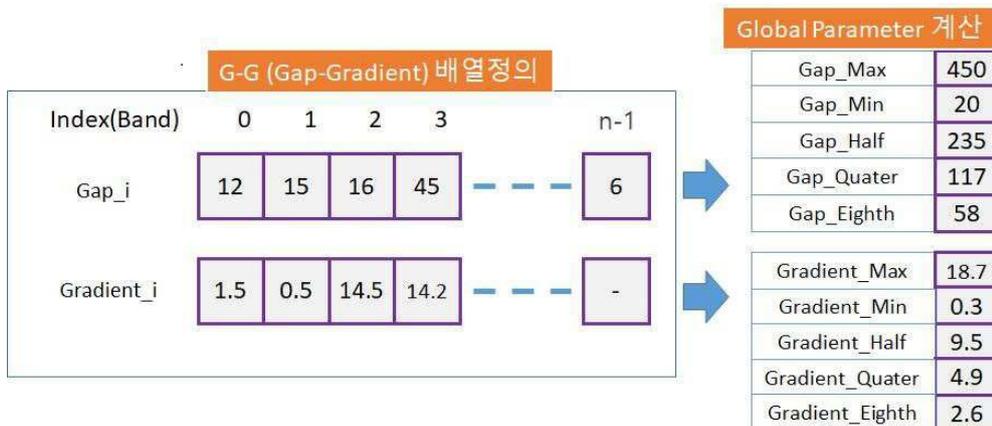
도면12



도면13



도면14



도면15

<옵션 1>

[Gap_Half, Gap_Max] : x0비닝 (정상),
[Gap_Quarter, Gap_Half] 구간 : x1비닝
[Gap_Eighth, Gap_Quarter] 구간 : x2비닝
[Gap_Min, Gap_Eighth]구간 : x3비닝

<옵션 2>

[Gradient_Half, Gradient_Max] : x0비닝 (정상)
[Gradient_Quarter, Gradient_Half] 구간 : x1비닝
[Gradient_Eighth, Gradient_Quarter] 구간 : x2비닝
[Gradient_Min, Gradient_Eighth]구간 : x3비닝