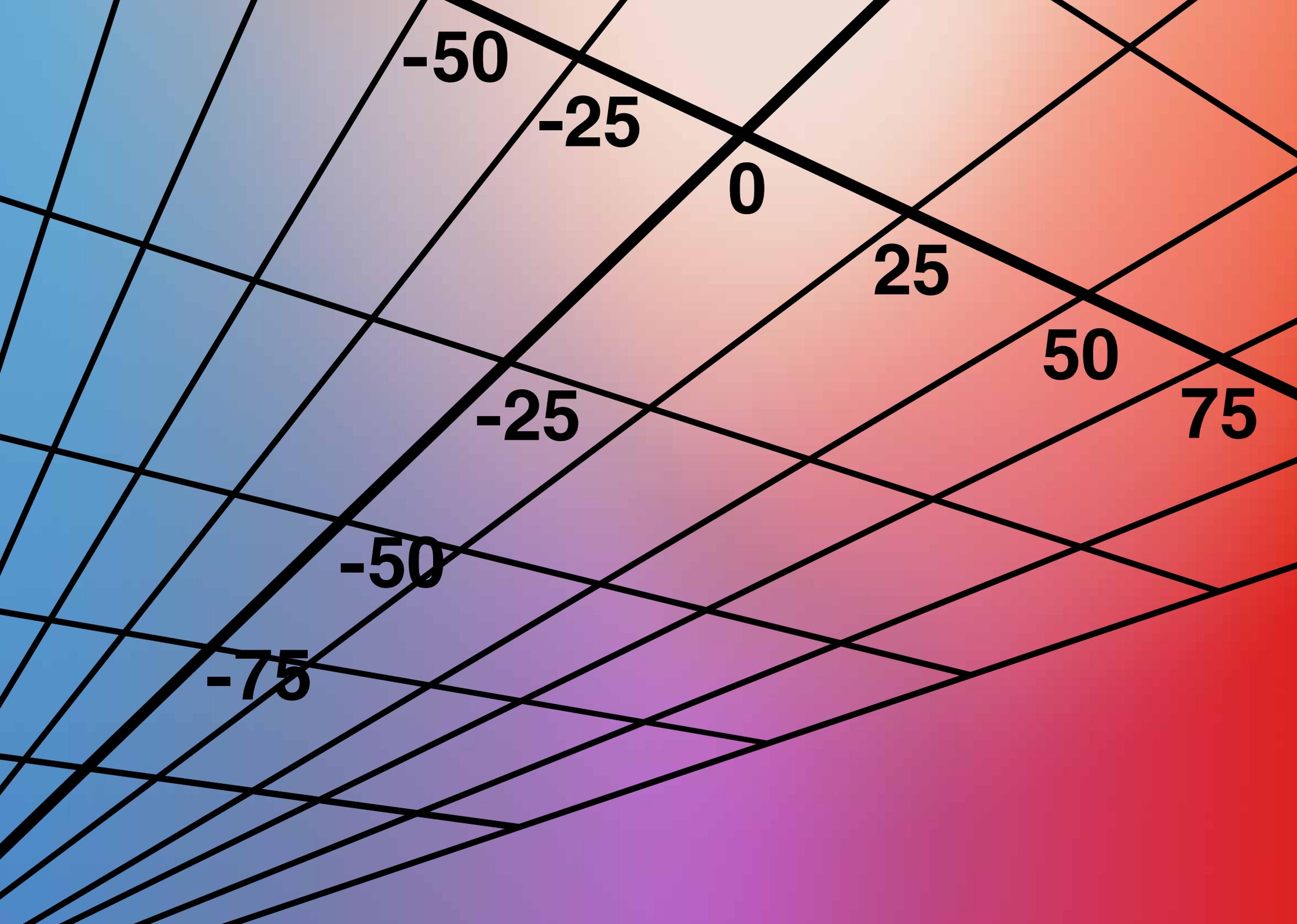


Expert Guide 컬러 & 품질





-50

-25

0

25

50

75

-25

-50

-75

Contents

1 빛과 컬러		4 컬러 체계	
1.1 빛은 컬러입니다	4	4.1 컬러 측정	36
1.2 컬러를 보는 것	6	4.2 표준 컬러 값	37
1.3 컬러 혼합	7	4.3 표준 광원	37
1.4 컬러 시스템	10	4.4 표준 관찰자 / 스펙트럼 값 함수	38
		4.5 분광 광도계를 이용한 측정	39
		4.6 같은 공간에서의 컬러 톤 차이	40
		4.7 Lab 컬러 모델	40
		4.8 Munsell	47
2 인쇄에서의 컬러		5 측색기 사용	
2.1 잉크 필름 두께	12	5.1 분광광도계	48
2.2 톤 값	13	5.2 컬러바	50
2.3 상대적 인쇄 콘트라스트	19	5.3 하이텔메트그 컬러 콘트롤	51
2.4 컬러 발란스/이미지 합성	19	5.4 인쇄 표준화	55
2.5 잉크 트래핑 및 컬러 순서	22	5.5 옵셋 인쇄에서 측색법의 이점	59
2.6 컬러바	24		
3 농도계		Glossary	60
3.1 반사 농도계의 측정 원리	26		
3.2 농도계의 필터	27		
3.3 농도계의 측정값	29		
3.4 측정	30		
3.5 평가	32		
3.6 농도계의 한계	34		

1 빛과 컬러.

1.1 빛은 컬러입니다

우리는 색으로 가득 찬 세상에 살고 있습니다. 색상을 통해 주변 환경을 밝게하여 기분을 좋게 만듭니다. 인테리어 디자인과 색 구성표는 우리의 감각과 우리가 느끼는 방식에 즉각적인 영향을 미칩니다. 잘 어울리는 색상은 조화와 웰빙의 느낌을 줍니다.

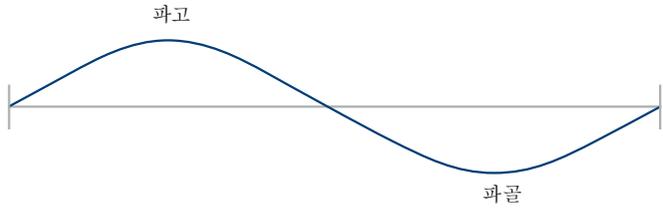
인쇄 산업은 또한 색상을 사용하여 더 높은 품질의 인쇄 제품을 고객에게 제공합니다.

이로 인해 인쇄 품질을 측정하기 위한 표준이 늘어나고 있습니다. 색상을 평가하려면 색상을 "보아야" 합니다. 이것은 빛을 필요로 합니다.

태양은 스스로 생성하는 빛을 방출합니다. 대조적으로, 우리를 둘러싼 대부분의 물체는 스스로 빛을 방출하지 않기 때문에 우리는 그것들을 비발광 물체라고 부릅니다. 즉, 광원에 의해 조명될 때만 인식할 수 있습니다.



빛은 초당 300,000km로 매우 빠르게 이동하는 전자기파입니다. 파동으로 퍼지는 전자자기적 진동으로 구성되어 있습니다. 물결처럼 각 빛의 파동에는 파고와 파골이 있습니다.



파동은 그들이 초당 만드는 진동의 수 혹은 파장을 사용해 설명할 수 있습니다. 파장은 킬로미터, 미터, 센티미터, 밀리미터 또는 나노미터와 같은 익숙한 단위로 측정됩니다.

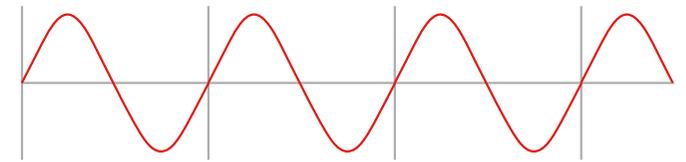
초당 진동 수 (주파수)는 헤르츠 단위로 측정됩니다.

파장이 다르면 특성이 다릅니다. 예를 들어 X 선은 의학적 진단에 사용되는 반면 집에는 대부분 전자 레인지를 갖추고 있습니다. 어떤 파장은 전화 통화나 라디오 및 텔레비전 방송을 전송하는데 사용됩니다.

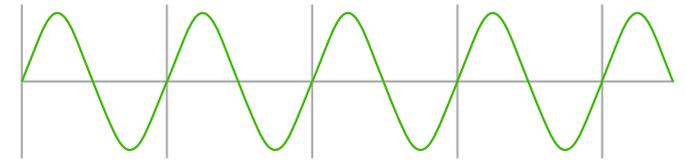
실제로 아주 작은 범위의 전자기적 파동만 빛의 형태로 우리에게 보입니다. 가시 범위는 380nm (푸른 빛)에서 780nm (빨간색 빛) 사이입니다. 우리는 프리즘을 사용하여 빛을 다양한 컬러 요소로 분리할 수 있습니다. 백색광은 전체 가시 범위에 걸친 컬러들이 혼합된 것으로, 무지개의 모든 색상을 포함합니다.(6페이지 그림 참조).

오른쪽 그림은 빨강에서 녹색 및 파랑으로 옮겨갈 수록 파장이 어떻게 짧아지는지를 보여줍니다.

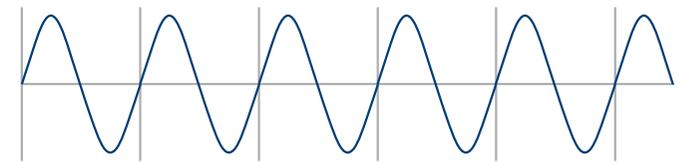
● Red (약 700 nm)

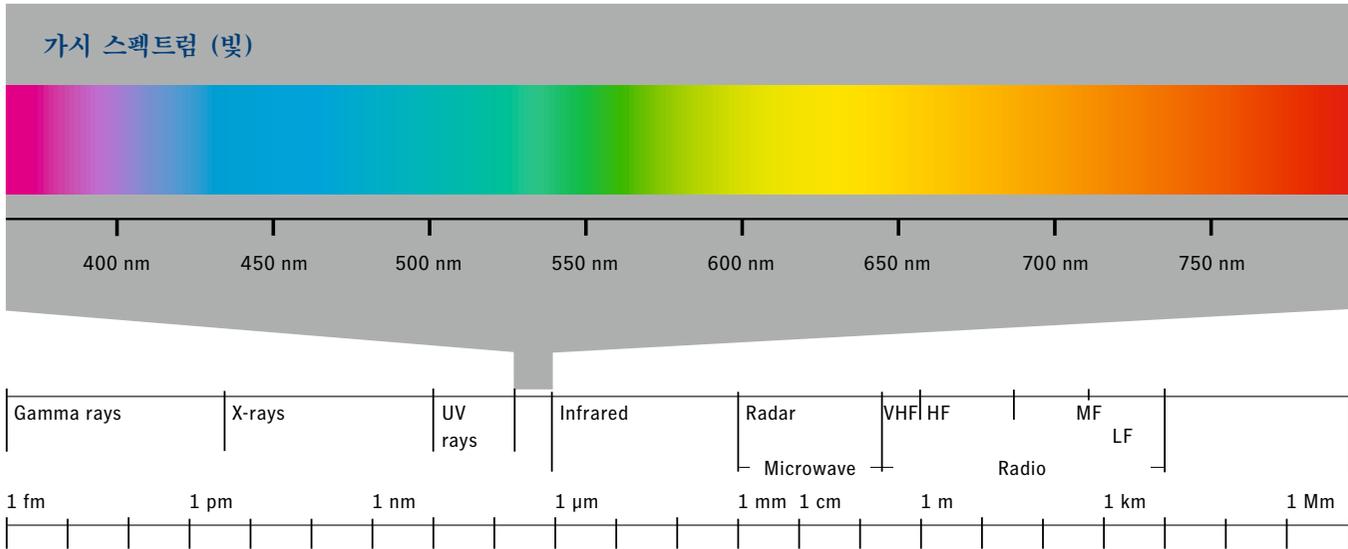


● Green (약 550 nm)



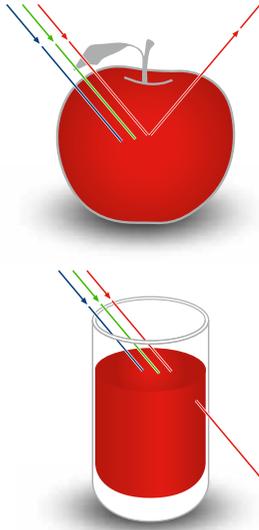
● Blue (약 450 nm)





어떤 시나리오가 발생하는지는 조명된 물체의 속성에 따라 다릅니다.

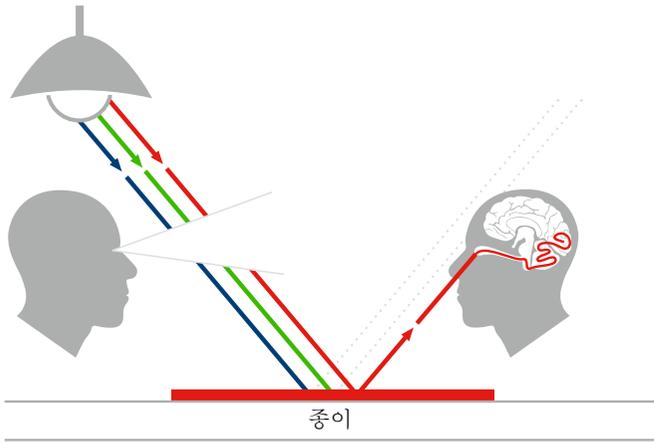
물체에서 반사되거나 투과되는 빛은 우리의 눈에 감지되고 신경 신호로 변환되어 우리 뇌는 컬러를 인식하게 됩니다.



1.2 컬러를 보는 것

컬러는 빛이 비취질 때만 "보이게"됩니다. 그 이유는 무엇일까요? 컬러는 모양과 같은 방식으로 객체의 속성이 아닙니다. 그러나 물체는 특정 파장의 빛을 흡수하거나 반사하는 능력이 있습니다. 반사된 파장에 해당하는 색상만 인식할 수 있습니다. 백색광이 물체를 비추면 다음 시나리오 중 하나가 발생합니다.:

- 모든 빛이 흡수됩니다. 이 경우 우리는 물체를 검은색으로 인식합니다.
- 모든 빛이 반사됩니다. 이 경우 개체는 흰색으로 보입니다.
- 모든 빛은 물체를 통과합니다. 이 경우 빛의 색상은 변하지 않습니다. 유리와 같은 물체는 완전히 투명합니다.
- 빛의 일부는 흡수되고 나머지는 반사됩니다. 어떤 파장이 반사되고 어떤 파장이 흡수되는지에 따라 달라지는 색조 (hue)의 컬러를 봅니다. 이것은 특히 인쇄물에 적용됩니다.
- 빛의 일부는 흡수되고 나머지는 투과됩니다 (관통하도록 한다). 어떤 파장이 흡수되고 어떤 파장이 투과되는지에 따라 달라지는 색조(hue)의 색상을 볼 수 있습니다.
- 빛의 일부는 반사되고 나머지는 투과됩니다. 이것은 반사된 빛의 색상과 투과되는 빛의 색상이 변함을 의미합니다.



우리 눈의 망막에는 빛에 민감한 세포들이 있습니다. 세포에는 간상체(rods)와 추상체(cones)의 두 가지 유형이 있습니다. 간상체는 빛과 어둠을 구별하고 추상체는 다른 컬러에 반응합니다. 추상체에는 세 가지 유형이 있으며 각 간상체는 서로 다른 파장 범위에 민감합니다. 일부는 약 400 ~ 500 nm 범위의 빛에 반응하므로 청색에 민감합니다. 다른 것은 녹색 범위에서만 "볼"수 있는 반면 세 번째 유형은 주로 적색 광에 민감합니다.

다양한 추상체로 이루어진 구조로 인해 우리 눈은 매우 민감하여 수백만 가지 색상을 구분하고 인식할 수 있습니다.

1.3 컬러 혼합

1.3.1 가산 혼합 (Additive color mixing)

가산 혼합에서는 여러 색상의 빛이 겹쳐집니다. 스펙트럼의 모든 색상이 중첩되면 흰색이 나타납니다.

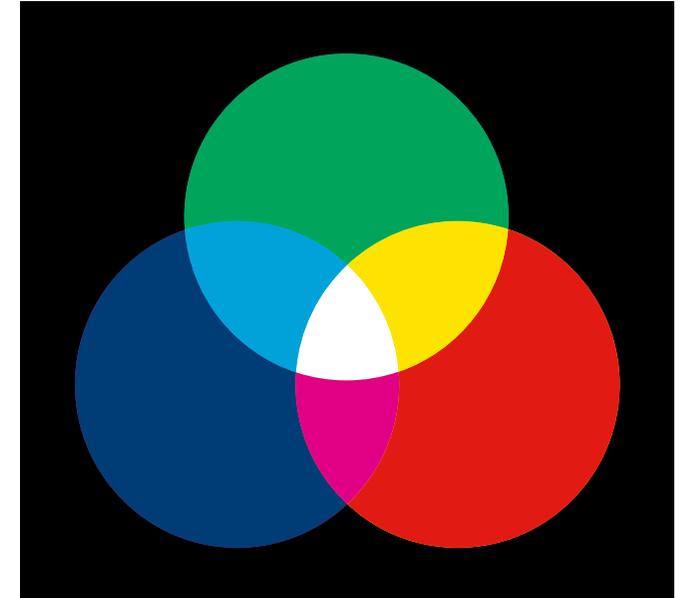
가산 혼합의 기본 색상(additive primary colors)은 빨간색, 녹색 및 파란색입니다. 이들 삼원색은 각각 가시 스펙트럼의 3분의 1을 나타냅니다.

3 개의 슬라이드 프로젝터를 사용하여 가산혼합의 원리를 명확하게 설명할 수 있습니다. 각 프로젝터는 기본 삼원색 중 하나로 화면에 빛의 원을 생성합니다.

가산 혼합의 원리는 컬러 TV에서 이용됩니다.

가산 혼합 (Additive mixed colors)

Green	+	Red	=	Yellow		
Green	+	Blau	=	Cyan		
Blue	+	Red	=	Magenta		
Blue	+	Red	+	Green	=	White
No light					=	Black



빛의 원 3개가 겹치는 곳에 다음과 같은 혼합 컬러를 볼 수 있습니다.

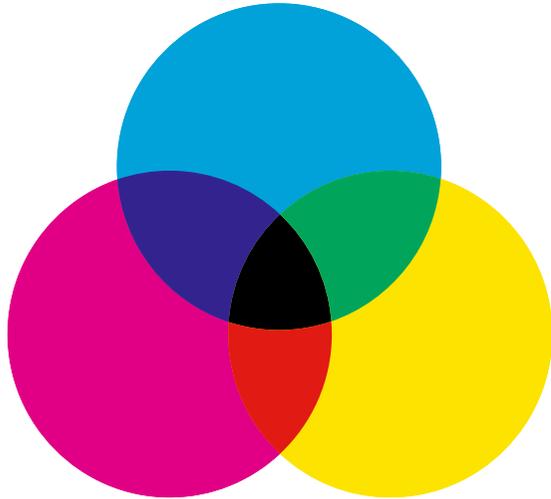
1.3.2 감산 혼합 (Subtractive color mixing)

감산혼합은 백색광에서 여러 색상 요소를 제거하는 것입니다. 모든 색상 요소를 제거하면 검은색이 됩니다.

감산혼합의 기본 색상(subtractive primary colors)은 사이안, 마젠타와 옐로우입니다. 이 색상은 각각 가시 스펙트럼의 3분의 2를 나타냅니다. 감산혼합의 기본 색상은 백색광에서 가산혼합의 기본 색상 중 한가지 색을 제거하거나 (예 : 필터 사용), 두 개의 가산혼합 기본 색상을 겹쳐 만들 수 있습니다.

Subtractive mixed colors

Cyan	+	Yellow	= Green
Yellow	+	Magenta	= Red
Magenta	+	Cyan	= Blue
Cyan	+	Magenta + Yellow	= Black
No color			= White



감산 혼합에서 cyan, magenta, yellow 오버프린팅했을 때의 혼합 색상

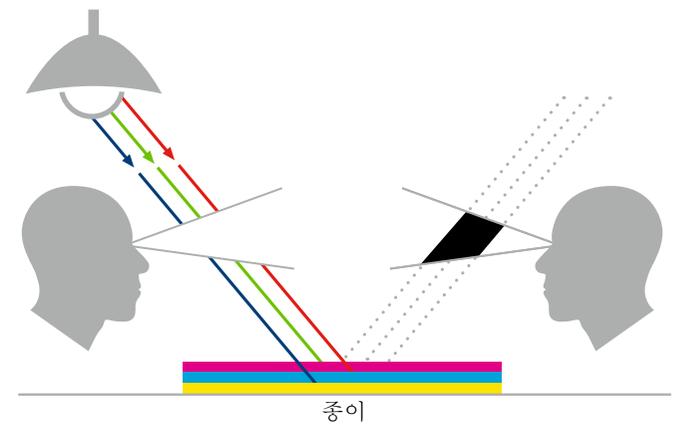
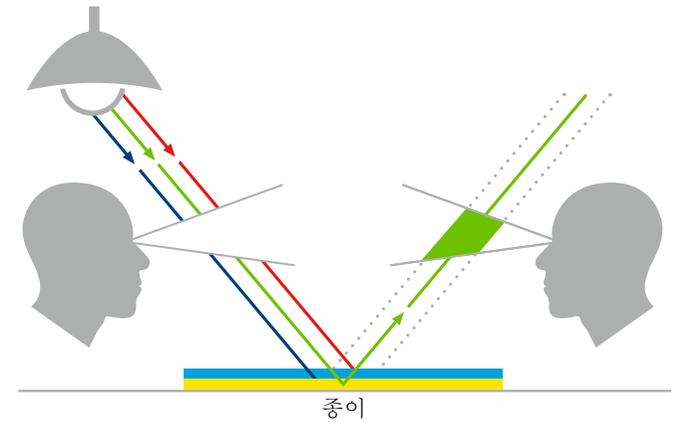
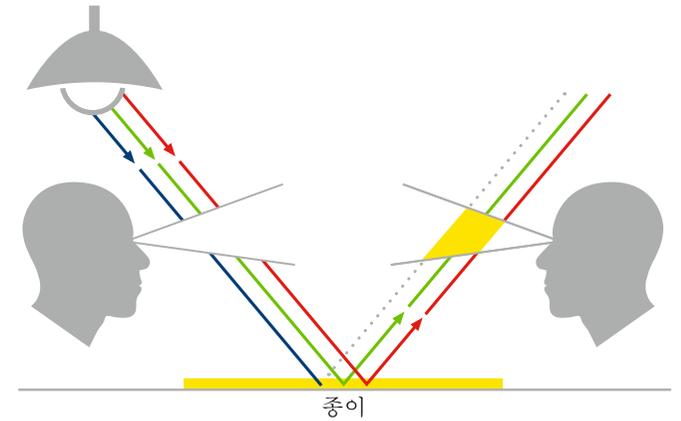
인쇄 잉크는 컬러 필터 역할을 하는 반투명 (투명) 물질입니다. 그렇다면 백색 용지에 blue를 흡수하는 물질을 인쇄하면 어떤 색상을 볼 수 있을까요?

백색광에서 파란색이 제거되고 다른 색상 요소 (green 및 red)가 반사됩니다. 이 두 가지 색상이 가산 중첩되면 노란색이 됩니다. 이것이 우리가 실제로 인지하는 색상입니다.

이 경우 인쇄 잉크는 백색광 (red, green, blue)의 세 가지 색상에서 3분의 1 (blue)을 뺀 것입니다.

또 다른 예로 옐로우와 사이안 인쇄 잉크와 같이 두 개의 물질이 겹쳐 인쇄됩니다. 이 두 물질이 먼저 백색광에서 blue 색상 요소를 필터링한 다음 red 요소를 필터링하고 나서 생기는 색상을 우리는 green으로 인식합니다. 두 잉크는 백색광에서 색상 요소의 3분의 2를 제거합니다.

만약, 사이안, 마젠타와 옐로우가 겹쳐 인쇄되면 모든 입사광선이 흡수됩니다 (즉, 반사가 없음). 우리는 검은색으로 인식합니다.



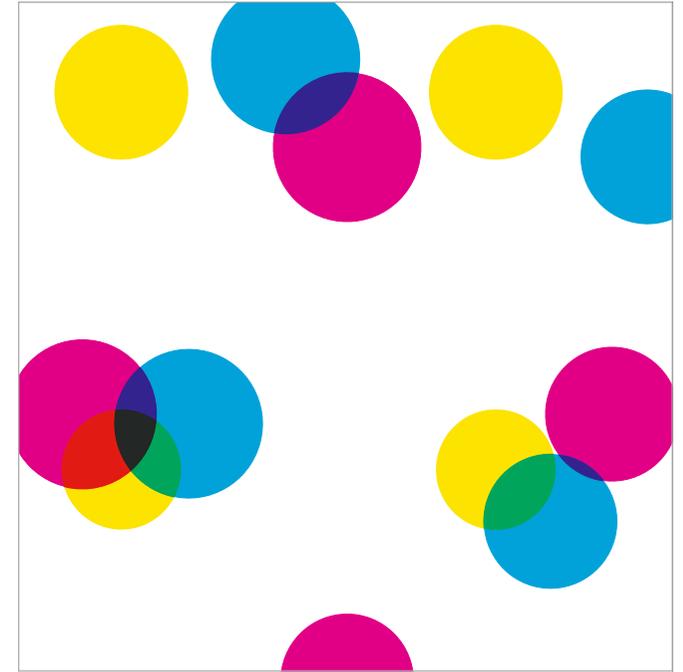
1.3.3 자동 전형 컬러 합성 (Autotypical color mixing)

컬러 이미지는 사이안, 마젠타와 옐로우와 블랙 잉크로 인쇄됩니다. 블랙 잉크는 이미지에서 선명도와 깊이감을 향상시킵니다.

블랙이 사이안, 마젠타와 옐로우를 감색적으로 혼합하여 만들어진다면, 잉크에 사용되는 안료때문에 진정으로 깊이 있는 블랙이 되지 못합니다.

기존의 옵셋 인쇄에서 하프톤 망점의 크기는 원하는 컬러 톤에 따라 다릅니다 (섹션 2.2 참조). 오버프린트되면 개별 색상의 일부 망점은 서로 인접하게 되는 반면, 어떤 것들은 부분적으로 또는 전체적으로 겹쳐지기도 합니다. 확대경을 통해 망점을 보면 (그림 참조), 백상지를 제외하고는 감색적 색상 혼합으로 만들어지는 색상을 인식합니다. 그러나 확대경 없이 일반적으로 보는 거리에서 인쇄물을 검사하면, 인간의 눈은 인쇄된 이미지에서 개별 망점을 식별할 수 없습니다. 이 경우 인쇄된 색상은 색상의 가색적 색상 혼합입니다.

가산 및 감산 색상 혼합을 결합하는 것을 자동 전형 컬러 합성이라고 합니다.



1.4 컬러 시스템

모든 사람은 컬러를 다르게 인식합니다. 여러 사람들에게 컬러 톤을 설명하라고 하면 모두 매우 다르게 말합니다. 그러나 인쇄인들은 작업하는 색상을 정의하기 위해 표준화된 평가 기준을 필요로 하기 때문에, 다양한 평가 시스템이 만들어졌습니다. 많은 잉크 제조업체에서 샘플북을 제작하고 Saphira® C 100과 같은 컬러 명칭을 제공합니다.

HKS 및 Pantone과 같은 컬러 견본을 사용하기도 합니다. 또 다른 유용한 톨로 6, 12, 24 개 또는 그 이상의 세그먼트로 구성되는 컬러 서클(색상을 원주상에 스펙트럼의 차례로 늘어 놓는 것)도 있습니다.



이 시스템들 모두 색상 샘플을 사용하여 개별 색상 톤을 보여주고 이름을 지정합니다. 그러나 그것들은 결코 모든 것을 포괄하지 않으며 계산하는데 적합한 경우가 거의 없습니다.

앞서 살펴보았듯이 우리가 색상을 인식하는 방식은 우리 눈에 있는 red, green, blue 민감 수용체가 어떻게 자극되는지에 달려 있습니다. 따라서 가능한 모든 색상을 모호하지 않게 설명하려면 세 가지 수치적 값들이 필요합니다.

이러한 시스템을 사용하여 예를 들어 green을 나타내보면, 다음과 같습니다.

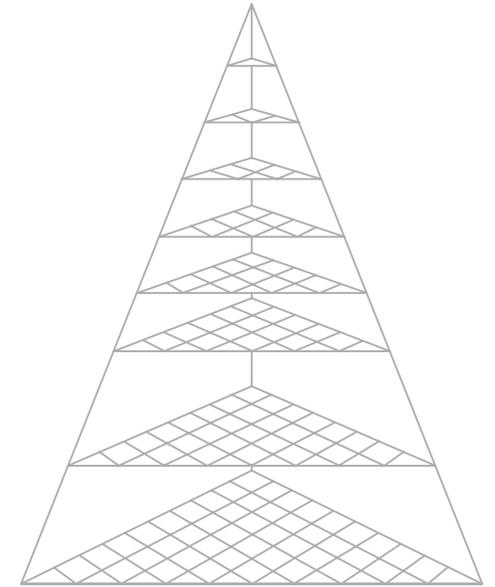
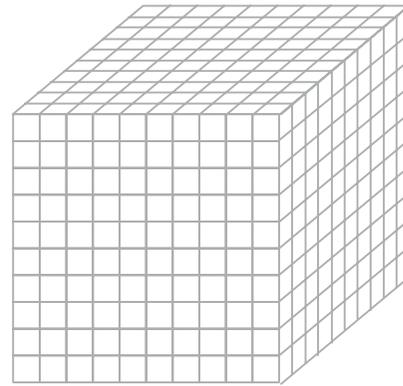
$$\text{Green} = 0 \times \text{Red} + 1 \times \text{Green} + 0 \times \text{Blue},$$

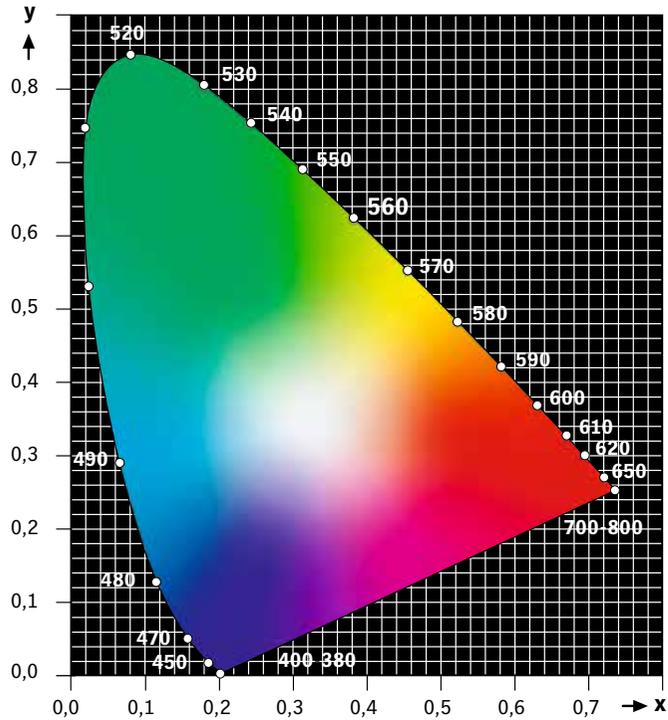
혹은 더 짧게:

$$G = 0 \times R + 1 \times G + 0 \times B.$$

3원색을 3차원 좌표 시스템의 축으로 생각하고 표시하여 얻은 것이 컬러 스페이스입니다.

많은 전문가들이 컬러 시스템을 연구하고 컬러 스페이스 구성 방법에 대해 온갖 아이디어를 개발했지만, 이러한 모든 컬러 스페이스에는 장단점이 있습니다.





CIE 컬러 스페이스 (CIE chromaticity diagram)의 광도면 (luminance plane)에서 시각적으로 인식할 수 있는 컬러들.

가장 중요한 컬러 스페이스는 국제적으로 표준화되어 있습니다. 그 컬러 스페이스는 다양한 제품 분야에서 사용되는데, 잉크와 코팅 산업, 섬유 제조, 식품 및 제약 산업 등입니다. 인쇄 산업에서 XYZ 및 CIE Lab 컬러 시스템은 현재 널리 보급되었습니다. (CIE는 “Commission Internationale de l’Eclairage”= International Commission on Illumination을 의미합니다.)

XYZ 컬러 시스템은 R, G, B 대신 컬러 요소로 X, Y 및 Z으로 지정하여 사용합니다. 실용적인 측면에서 이들 컬러는 컬러값 요소 x 및 y와 함께 밝기의 참고값 Y (밝기 참고값은 비발광 색상의 밝기를 나타냄)값에 도달하는 데 사용됩니다. 이 세 가지 좌표를 사용하면 컬러 스페이스 안에서 색상의 위치를 정확하게 정의할 수 있습니다.

이 시스템은 종종 구두 밀창을 닮은 2 차원 그림으로 묘사됩니다. 좌표계의 x 축은 컬러의 빨간색 요소를 나타내고 y 축은 녹색 요소를 나타냅니다. 이러한 방식으로 각 색상을 좌표 시스템에서 특정 지점에 할당할 수 있습니다. 그러나 이 다이어그램은 밝기를 고려하지 않습니다.

이 시스템의 한 가지 문제점은 개별 색상 간의 측정 가능한 거리가 우리가 인식하는 색상의 차이와 일치하지 않는다는 것입니다. 예를 들어, 왼쪽 그림을 보면 green과 yellow-green의 차이는 어느 정도 떨어져야 볼 수 있는 반면, blue와 red 사이의 거리는 아주 적습니다.

2 인쇄에서의 컬러.

인쇄 품질 보증은 전체 인쇄 작업에서 정확하고 일관된 색상 재현을 보장하는데 중점을 둡니다. 잉크와 용지의 색상 외에도 주요 영향 요인으로 적용되는 잉크의 두께, 하프 톤 값, 색상 균형, 잉크 트랩핑 및 컬러 순서가 있습니다.

2.1 잉크 필름 두께

오프셋 인쇄에서는 기술적 제약으로 인해 최대 잉크 필름 두께가 약 3.5 마이크로미터로 제한됩니다.

ISO 2846-1에 따라 아트지를 4원색과 함께 사용할 때, 0.7과 1.1 마이크로미터 사이의 잉크 필름 두께로 정확한 색좌표를 얻어야 합니다. 부적절한 컬러 분해, 용지 또는 잉크를 사용하는 경우 CIE 컬러 스페이스의 표준화된 모서리 점을 얻지 못할 수 있습니다.

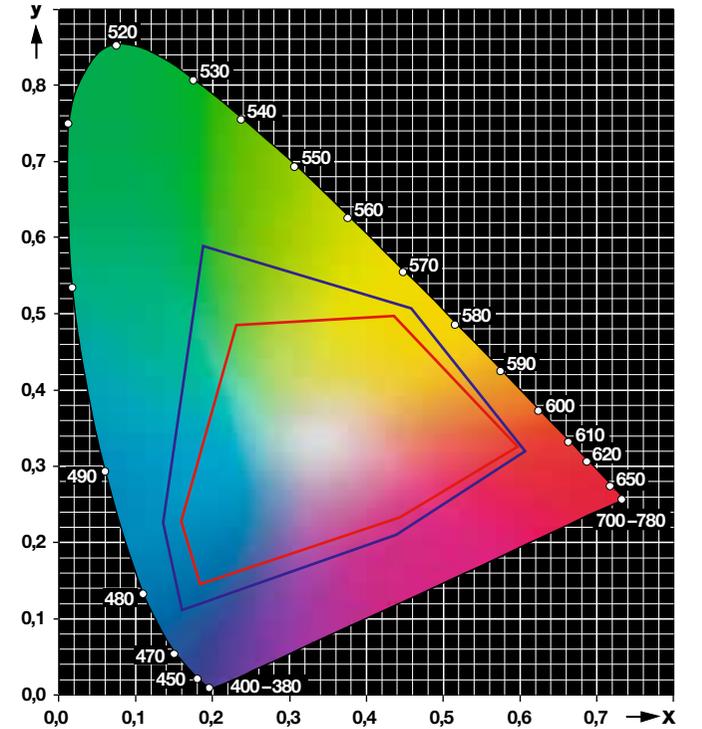
채도가 최적이지 않으면 재현 가능한 컬러 영역도 감소합니다. 맞은편 그림에서 빨간 모서리 부분은 3가지 원색 잉크의 잉크량이 충분히 올라가지 않아 (underinking) 컬러 영역이 줄어든 것을 볼 수 있습니다. 채도가 최적이었다면 모서리 부분이 파란색으로 될 수 있었습니다.

물리학적 관점에서 잉크 필름 두께가 시각적 표현에 미치는 영향을 다음과 같이 설명할 수 있습니다:

인쇄 잉크는 불투명하기 보다는 반투명합니다. 빛이 잉크를 투과합니다. 잉크를 투과할 때 특정 파장의 이상 혹은 이하의 부분을 흡수하는 안료에 부딪힙니다.

안료의 농도와 잉크 필름의 두께에 따라 빛은 더 많거나 적은 양의 안료에 부딪칩니다. 이로 인해 흡수되는 빛의 양이 다릅니다. 광선은 종국에 용지 표면에 도달하여 반사됩니다. 이것은 빛이 눈에 도달하기 전에 다시 잉크 필름을 통과해야 함을 의미합니다.

두꺼운 잉크 층은 더 많은 빛 성분을 흡수하고 얇은 층보다 적게 반사합니다. 따라서 관찰자는 더 어둡고 짙은 색상 톤을 보게 됩니다. 따라서 관찰자의 눈에 도달하는 빛의 요소가 관계된 색상을 평가하는 기준이 됩니다.



2.2 톤 값 (Tonal value)

하프톤 값은 잉크와 함께 색감(칼라 뉘앙스)의 시각적 표현에 영향을 주는 중요한 요소입니다. 필름 또는 디지털 이미지 파일에서 하프톤 값은 하프톤 망점들이 덮인 특정 영역의 비율입니다. 재현할 색상이 밝을수록 덮는 영역의 비율이 작아집니다. 다양한 색감을 재현하기 위해 일정한 선수 (screen frequency)를 사용하는 기존 스크리닝에서는 필요한 톤 값에 따라 크기가 달라지는 하프톤 도트를 사용합니다.

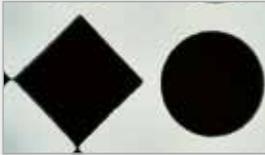
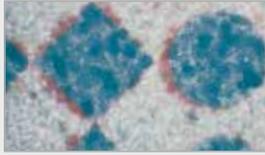
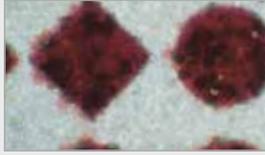
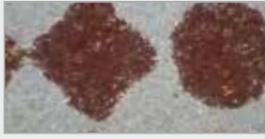
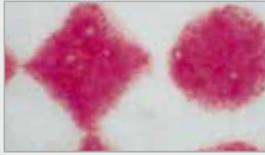
대조적으로, FM 스크리닝에서는 하프톤 망점의 크기가 동일하지만 그 사이의 거리가 다릅니다. 하프톤 값은 일반적으로 백분율(%)로 지정됩니다.

2.2.1 톤 값 변화 (Changes in tonal value)

하프 톤 도트가 인쇄판, 블랑켓을 통해 마지막으로 용지로 옮겨지면 기하학적 망점 크기 및 하프톤 값이 다양한 요인에 따라 바뀔 수 있습니다.

톤 값의 프로세스 관계된 변화 (섹션 2.2.3 참조)는 프리프레스 단계에서 보정할 수 있습니다.

톤 값이 인쇄 문제의 영향을 받는지의 여부 또는 방법을 예측하는 것은 불가능합니다. 그래서 인쇄 과정에서 톤 값에 특별한 주의를 기울여야 합니다. 가장 빈번하게 발생하는 하프톤 망점의 인쇄 관련 문제는 다음과 같습니다.:

하프톤 망점 경로	하프톤 망점에 영향을 미치는 요소	하프톤 망점 모양
필름 Film 밀착 Assembly 소부 Camerawork	필름 가장자리, 필름 셋팅	 2가지 하프톤 망점 모양 (약 150배 확대)
현상 Development	약품, 현상 시간	
인쇄판 Printing plate	재료, 인쇄중 마모	 하프톤 망점- 인쇄판
제판 Platemaking	노출 시간, 진공, 편칭 정밀도 Exposure time, vacuum, undercutting	
습수 Dampening	습수량, pH 값, 표면 장력, 물 경도, 온도	 잉킹된 하프톤 망점 - 인쇄판
잉킹 Inking	잉크 필름 두께, 일관성, 두께	
블랑켓	재료, 상태, 표면	 하프톤 망점- 블랑켓
인쇄 블랑켓 / 용지	실린더 롤링	
용지	표면, 용지 등급	
용지 이송	이송 핀맞춤	 크게 확대해보면 용지에 나타난 최고의 결과를 확인할 수 있습니다.
배지부	얼룩	

도트 게인 / 도트 로스

도트 게인(Dot gain). 하프톤 망점이 필름이나 디지털 이미지에 비해 크기가 커지면 이를 "도트 게인" 또는 "톤 값 증가"(TVI)라고 합니다. 이는 부분적으로 인쇄 과정, 재료 또는 장비로 인해 발생할 수 있습니다. 상대적으로 이 요인들은 인쇄기 작업자가 조정하기 어렵습니다. 그러나 잉크 입력으로 인해 발생하는 경우에는 작업자가 제어할 수 있습니다.

필-인(Fill-in). 필-인은 쉐도우에 있는 비화선부가 줄어들거나 완전히 사라지기 때문에 발생합니다. 슬러와 더블링과 같은 것이 원인이 될 수 있습니다.

도트 손실(Dot loss). 도트 손실은 필름 또는 디지털 이미지와 비교하여 인쇄 과정에서 도트 크기가 감소하는 것입니다. 현장에서 "도트 손실"이라는 용어는, 인쇄물이 필름이나 디지털 이미지에 비해 여전히 도트 게인을 나타내더라도, 도트 게인의 감소를 의미하는 것으로 자주 사용됩니다.

도트 변형(Dot deformation)

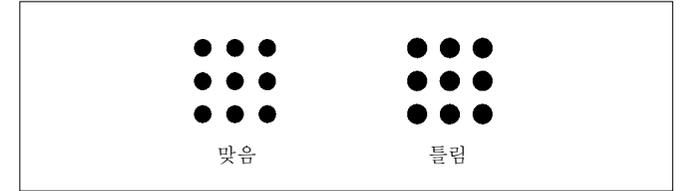
슬러링(Sturring). 슬러링은 인쇄판과 블랑켓 사이 그리고 / 또는 블랑켓과 인쇄 용지 사이의 상대적 운동의 결과로, 인쇄 중 하프톤 망점의 변경되는 것을 말하는데, 예를 들어 원형의 망점이 타원형으로 변하는 것을 말합니다. 인쇄 방향에서의 슬러링을 원주 방향(circumferential) 슬러링이라고 하며, 이 방향에 직각으로 슬러링을 수평 방향(lateral) 슬러링이라고 합니다. 두 가지 유형의 슬러링이 동시에 발생하는 경우 슬러링의 방향은 대각선(diagonal)입니다.

더블링(Doubling). 오프셋 인쇄에서 더블링은 부수적이며 일반적으로 작은 크기의 그림자 같은 잉크 도트가 의도하지 않게 실제 망점 옆에 인쇄될 때를 말합니다. 잉크가 다음 블랑켓 쪽으로 다시 전이되었지만 핀맞춤이 되지 않았을 때 발생합니다.

인쇄인이 주의해야 할 것

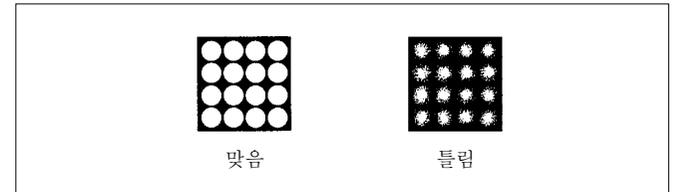
도트 게인은 인쇄 제어 컬러바를 사용하여 측정하고 시각적으로 평가할 수 있습니다. 컬러바는 순전히 시각적인 평가에 특히 유용합니다.

필-인은 높은 톤 값을 측정 목표로 하여 쉽게 검사할 수 있습니다.



도트 게인

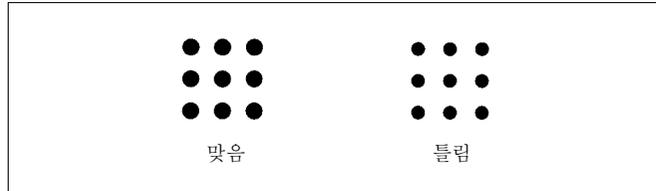
도트 게인 및 필-인은 일반적으로 과도한 잉킹, 부족한 습수액 주입, 판과 블랑켓 사이에 과도한 압력 또는 블랑켓이 너무 느슨한 경우에 발생합니다. 때로는 잉크 및 습수 폼 롤러의 셋팅이 부정확하여 발생하기도 합니다.



필-인

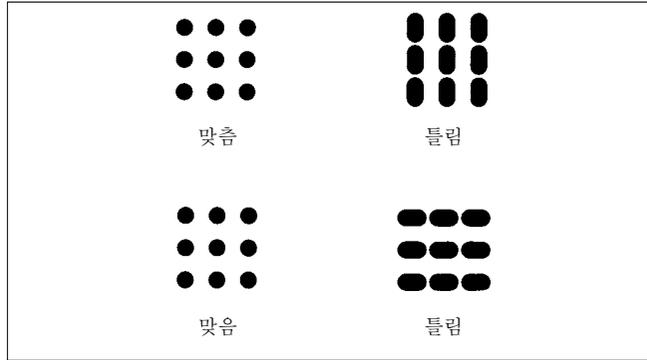


정확히 판을 인쇄하는 정상적인 조건에서도 인쇄물의 톤 값은 원본 필름이나 디지털 데이터에 비해 항상 어느 정도 증가합니다. 도트 손실은 판의 이미지 영역이 충분한 잉크를 받아들이지 못하는 경우나 블랑켓에 잉크가 쌓이는 것과 같은 비정상적인 조건에서 발생할 수 있습니다. 이러한 문제를 방지하기 위해 인쇄 작업자는 블랑켓과 잉킹 유닛을 더 자주 세척하고 잉크 및 색상 순서를 변경하고 폼 롤러, 인쇄압 및 실린더 롤링을 확인해야 합니다.



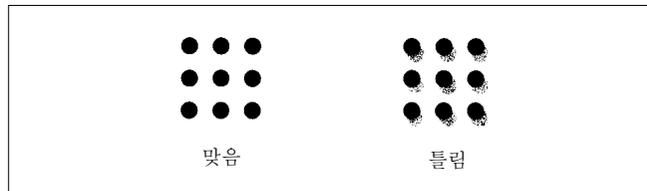
필-인

슬러링은 라인 스크리닝에서 가장 눈에 띕니다. 대부분의 경우 수평 라인은 슬러링 방향에 대한 정보를 제공합니다. 원주 방향 슬러링은 일반적으로 판 실린더와 블랑켓 실린더 사이의 롤링 차이 또는 실린더가 서로 너무 세게 누르고 있음을 나타냅니다. 그래서 실린더 롤링과 인쇄압을 매우 면밀히 모니터링 해야 하는 이유입니다. 많은 경우 블랑켓이 충분히 팽팽하지 않거나 너무 많은 잉크가 사용되었을 수 있습니다. 수평 방향 슬러링은 그 자체로 거의 발생하지 않습니다. 발생하는 경우 용지와 블랑켓을 매우 주의 깊게 검사해야 합니다.



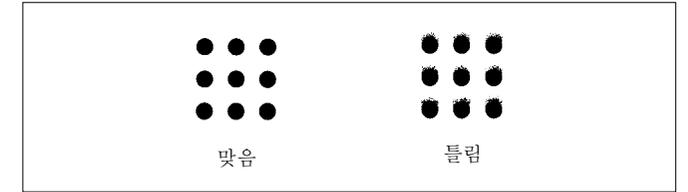
슬러링

동일한 요소가 더블링과 슬러링을 모니터링 하는데 사용됩니다. 하프톤 망점을 검사하는 데에도 확대경을 사용해야 합니다. 라인 패턴은 스스로 더블링이나 슬러링이 발생했는지 여부를 드러낼 수 없기 때문입니다. 더블링에는 많은 원인이 있지만 일반적으로 용지나 주변 환경과 관련이 있습니다.



더블링

더러움 (Smearing)은 현대식 매엽 인쇄기에서는 거의 발생하지 않습니다. 발생한다면, 가장 가능성이 높은 원인은 새로 인쇄된 용지 면을 기계적으로 지지하는 매엽 인쇄기 부분입니다. 용지가 뻗뻗하면 더러움의 위험이 더 높습니다. 또한 배지부 파일과 양면 인쇄기에서 더러움이 발생할 수 있습니다.



더러움

톤 값 변화의 종류는 함께 인쇄되는 SLUR 스트립과 같은 시각적 제어 요소를 통해 빠르게 알아낼 수 있습니다. 이러한 제어 요소는 인쇄 문제를 시각적으로 확대시킵니다.

도트 게인, 도트 손실, 슬러링 또는 더블링과 같은 오류는 거친 것보다는 미세한 하프톤에서 더 두드러집니다. 이는 미세한 하프톤 망점은 거친 것과 같은 양으로 증가하거나 감소하기 때문입니다. 그러나 많은 작은 망점들 모두의 총 원주 길이는 같은 톤 값을 가진 거친 망점의 전체 둘레보다 몇 배나 더 큼니다. 즉, 인쇄에서 거친 것보다 미세한 하프톤 망점 주위에 더 많은 잉크가 묻습니다. 이것이 미세한 망점 영역이 더 어둡게 보이는 이유입니다. 콘트롤과 측정 요소는 이런 점을 활용합니다.

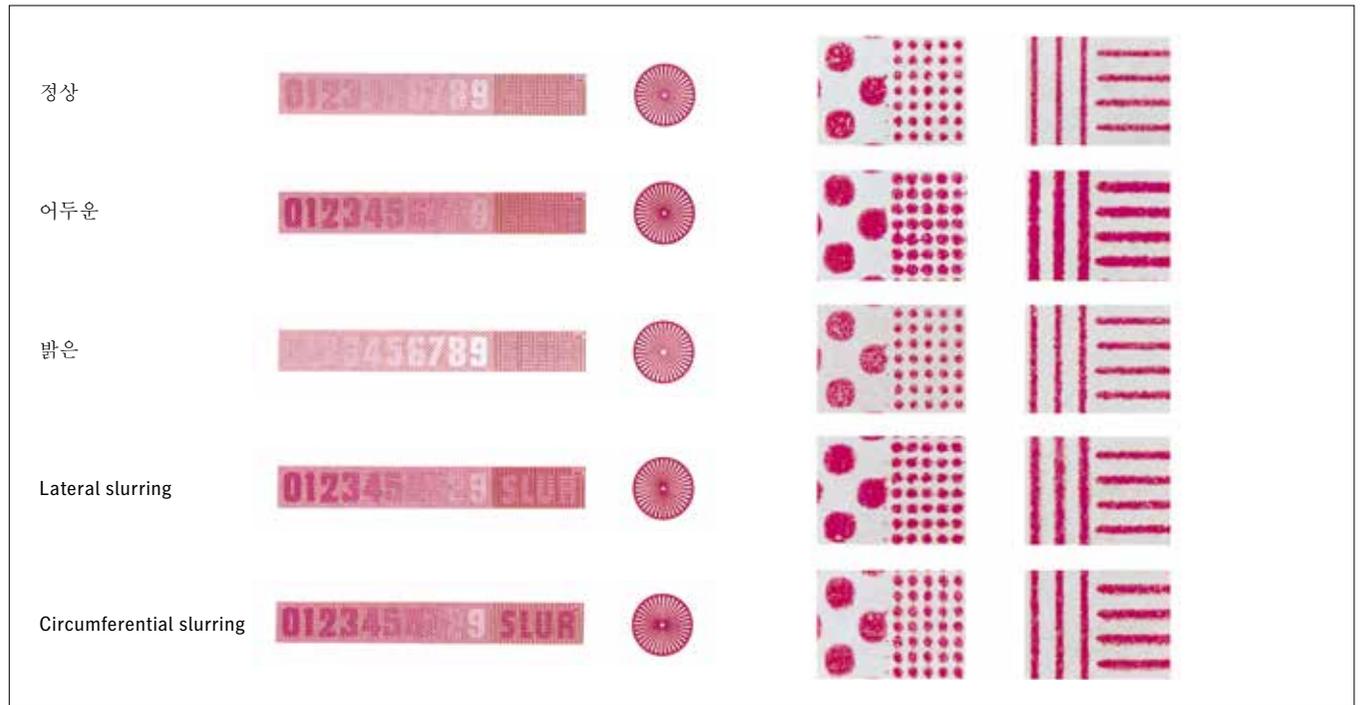
SLUR 스트립

예를 들어 어떻게 SLUR 스트립이 만들어지고 적용되는지를 간단히 살펴보겠습니다 (이 페이지의 그림 참조). 이 스트립은 거친 하프톤 요소 (배경)와 미세 하프톤 요소 (숫자)가 결합되어 있습니다.

거친 하프톤 상에서 일정한 톤 값을 갖을 때, 0에서 9까지의 숫자는 미세한 스크린 선수와 점점 더 밝아지는 톤 값을 갖습니다. 잘 인쇄된 시트에서는 숫자 3과 거친 하프톤 배경이 동일한 색조 값을 가지므로 숫자 3을 더 이상 볼 수 없습니다. 인쇄 중에 도트 게인이 발생하면, 더 밝은 톤 값의 다음의 높은 숫자는 배경의 톤 값에 근접합니다. 어둡게 인쇄할수록 보이지 않는 숫자의 값이 높아집니다.

이것은 도트 로스가 발생하면 반대로 작동합니다. 이 경우 더 이상 숫자 2, 1 또는 0까지도 읽을 수 없습니다. 그러나 이 숫자는 인쇄물이 어두워지거나 밝아지고 있음을 나타낼 뿐이므로 판을 검사하거나 확대경으로 인쇄물을 확인하여 원인을 확인해야 합니다.

패치 숫자 오른쪽에 있는 SLUR 스트립의 일부는 주로 슬러링 또는 더블링 발생 여부를 보여줍니다. "SLUR"라는 단어의 가독성은 정상 인쇄물이나 밝거나 어두운 인쇄물에서 비슷한 수준입니다. 전체 패치가 단순히 약간 더 밝거나 어둡게 보이는 것입니다.



SLUR strip

SLUR이라는 단어에서 슬러링 및 더블링의 일반적인 퍼짐 방향성을 감지하는 것은 쉽습니다. 예를 들어 원주 방향 슬러링의 경우, 시트의 앞쪽 끝과 평행하게 이어지는 SLUR이라는 단어를 형성하는 수평 방향 선이 더 두꺼워집니다. 수평 방향 슬러링이 발생하면, SLUR이라는 단어의 배경을 형성하는 수직선이 더 어둡게 나타납니다.

위의 그림은 도트 게인을 예로 들어 하프톤 망점의 변화가 인쇄에 미치는 영향을 보여줍니다. 한 가지 색상의 망점이 원래보다 크기만 해도 결과적으로 새로운 색도우가 생성하며 이는 인쇄된 이미지의 전체적인 모양에도 영향을 줍니다.

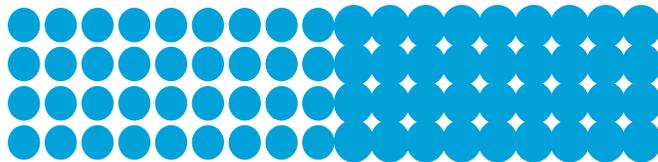
옅게 인쇄는 인쇄판에서 불량케트로, 그리고 불량케트에서 용지로 이미지를 전달해야 하므로 일반적으로 일정한 양의 도

트 게인을 발생시킵니다. 콘트롤 스트립은 인쇄 결과가 좋은지 나쁜지를 알려줄 수 있지만 절대적인 수치를 제공하거나 문제의 정확한 현상을 나타낼 수는 없습니다. 그렇기 때문에 정량화 가능한 수치로 하프톤 값의 품질을 평가하려면 객관적인 측정 방법이 필요합니다.

2.2.2 도트 게인

도트 게인 (또는 TVI)은 스크린된 필름 또는 디지털 이미지와 이에 대한 인쇄물의 톤 값의 차이를 말합니다. 필름과 데이터 모두에 동일하게 적용되지만 다음은 데이터에만 해당됩니다. 차이는 하프톤 망점의 형태적 변화나 "라이트 트랩"으로 알려진 현상으로 인해 발생할 수 있습니다 (섹션 3.4.4 참조).

톤 값과 마찬가지로 도트 게인은 백분율로 표현됩니다 (계산 공식은 섹션 3.5에 설명되어 있음). 도트 게인은 다양한 톤 값 범위에 따라 다를 수 있으므로 도트 게인 값을 이야기할 때 관계된 톤 영역도 언급해야 합니다.



맞음

틀림

예시: 40 % 망점에서 13 % 도트 게인. 최신 측정 장치는 다양한 영역에서 실제 도트 게인을 보여줍니다.

참고: 도트 게인 Z는 인쇄물 FD의 하프톤 값과 필름 카피 FF의 하프톤 값 혹은 절대 수치의 디지털 데이터 간의 차이를 말합니다. 위의 예는 인쇄물에서 53 %의 톤 값이 나오는 반면 데이터 / 필름은 40 %의 톤 값을 나타냅니다.

2.2.3 특성 커브

데이터 상의 하프톤 값과 인쇄물의 하프 톤 값 간의 편차는 "인쇄 특성" 또는 "특성 커브"로 명확하게 설명할 수 있는데 이는 재현 품질을 최적화하는데 직접 사용할 수 있습니다.

특성 커브를 결정하기 위해 그라데이션의 하프톤 패치와 풀 톤 (솔리드) 패치를 반복가능한 조건에서 인쇄합니다. 그런 다음 농도계 또는 분광광도계를 사용하여 하프톤 및 솔리드 패치를 측정합니다. 결과 값이 원본 데이터의 관련 값에 대해 다이어그램으로 찍힌 결과가 특성 커브입니다.

이 커브는 처음 계산에 사용되었던 인쇄 잉크, 용지, 인쇄 압력, 블랑켓 및 인쇄판의 특정 조합에만 유효합니다. 다른 인쇄기에서 다른 잉크나 용지를 사용하여 동일한 작업을 인쇄하면 특성 곡선이 다를 수 있습니다.

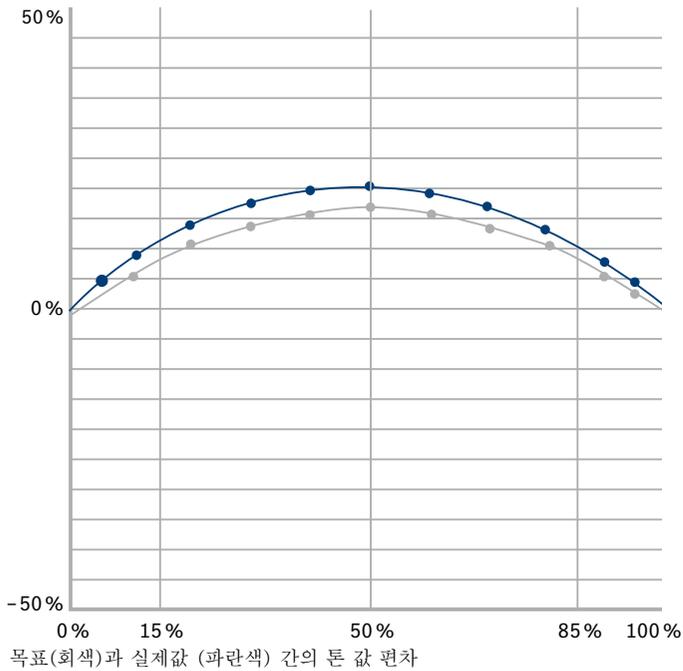
18 페이지의 그림은 45도 각도에서 특성 커브 1을 보여줍니다. 이 선은 일반적으로 얻을 수 없으며 인쇄 및 데이터가 동일한 값을 갖는 이상적인 상태를 나타냅니다. 특성 커브 2는 인쇄물에서 실제로 측정된 하프톤 값을 보여줍니다. 두 라인 사이의 영역이 도트 게인입니다.

중간 톤은 인쇄물의 도트 게인을 결정하는데 가장 의미있는 수치를 제공합니다. 특성 커브에 따르면 그 부분이 톤 값 편차가 가장 두드러지는 곳입니다. 특성 커브 2를 사용하여 CTP 시스템 또는 필름 출력기를 설정하면 필요한 톤 값이 (일반적인 도트 게인으로) 인쇄에서 도달될 수 있습니다.

중요한 것은 인쇄판의 망점 크기가 데이터의 망점 크기와 정확히 일치하도록 출력기가 미리 설정되어 있는지 확인하는 것입니다. 이것은 필름 출력기에도 적용됩니다. 즉, 데이터 파일에서 50 %의 톤 값이 판 (필름)에서도 50%가 되어야 합니다. 이 첫 번째 단계를 리니어라이제이션 (linearization)이라고 합니다. 두 번째 단계에서는 시험 인쇄를 기준으로 망점 크기를 맞추는 것입니다. 이를 프로세스 칼리브레이션 (process calibration)이라고 합니다. 단순한 RIP으로 리니어라이제이션과 프로세스 칼리브레이션은 하나의 커브에 합쳐집니다. 즉, 리니어라이제이션에서 일어나는 모든 변화 (예 : 새로운 판 사용)는 또한 프로세스 칼리브레이션에 영향을 미치고 그 반대의 경우도 마찬가지입니다.

하이텔베르그 프리넥 워크플로우는 이 두 칼리브레이션 서로 명확하게 분리합니다. 일반판과 CTP를 나란히 사용하는 경우 일반판의 결과에 CTP를 맞추는 것만이 가능합니다. 일반판이 CTP로 대체된다면 프로세스 칼리브레이션을 수행하는 것이 필수적입니다. 리니어하게 이미지된 판은 항상 인쇄 결과를 변경합니다. 이는 판 상에서 망점에의 변화가 더 이상 문제되지 않기 때문입니다. (positive copy에서 도트가 작을수록, negative copy에서 도트가 더 짝 찬다).

아래 그림은 필요한 톤 값 (여기서는 ISO-12647-2, 회색) 과 실제 인쇄 결과 (파란색) 간의 도트 계인에 있어 편차를 보여줍니다.



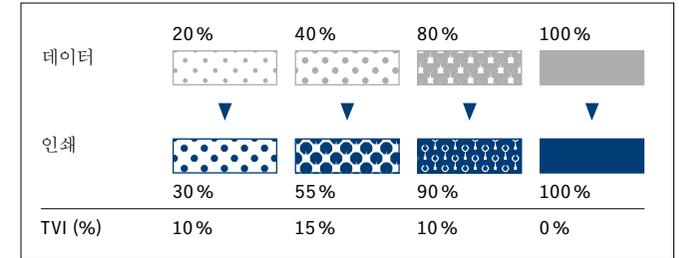
프리넥 메타디멘존의 칼리브레이션 매니저(Calibration Manager)는 모든 톤 값을 명확하게 묘사합니다. 목표와 실제 값의 차이는 판에 필요한 망점 크기를 계산하는데 사용됩니다.

- Nominal = 데이터 상의 톤 값
- Process = 인쇄에 필요한 목표 값 (여기서는 ISO 12647-2)
- Measurement = 인쇄물의 실제 값
- Calibration = 판에서 수정된 톤 값

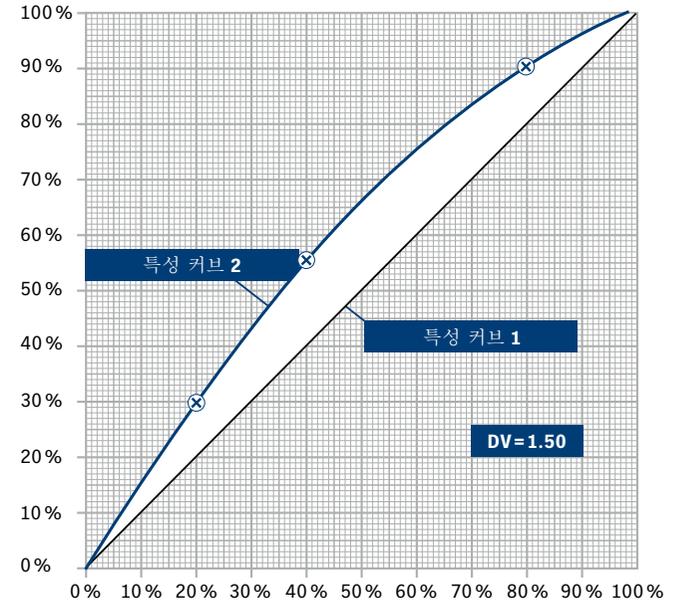
Nominal %	Prozess %	Measurment %	Calibr. %
0.0	0,0	0,0	0,0
5.0	8,21	9,99	4,05
10.0	16,1	18,18	8,62
20.0	30,5	31,89	18,93
30.0	43,5	43,95	29,62
40.0	55,3	55,44	39,87
50.0	66,0	65,48	50,54
60.0	75,6	74,61	61,17
70.0	84,0	82,55	71,94
80.0	91,0	89,69	82,02
90.0	96,5	95,77	91,35
95.0	98,44	98,2	95,58
100.0	100,0	100,0	100,0

칼리브레이션 매니저의 톤 값.

실제로 공정의 변동으로 인해 작업 편차가 항상 발생합니다. 이러한 이유로 도트 계인에 대한 허용 오차가 지정됩니다. 가능한 한 일관된 인쇄 품질을 유지하려면 컬러바와 하이텔베르그의 미니 스폿 (Mini Spots)을 사용하여 톤 값을 지속적으로 모니터링하는 것이 중요합니다.



도트 계인



나타난 특성 커브는 위 도트 계인 값들의 결과입니다.

특성 커브 1: 디지털 데이터 상의 톤 값 / 특성 커브 2: 인쇄에서의 톤 값

2.3 상대적인 인쇄 콘트라스트 (Relative print contrast)

도트 계인의 대안으로 상대적 인쇄 콘트라스트 $K_{rel}(\%)$ 를 계산할 수도 있습니다. 이것은 특히 무거운 톤을 모니터링하는데 유용합니다.

인쇄는 가능한 한 콘트라스트가 뚜렷해야 합니다. 이를 위해 풀 톤은 잉크 농도가 높아야하며 스크린 간에 떨어져 있어야 합니다 (최적의 톤 값 차이). 잉크량을 늘리면 하프톤 망점의 농도가 높아져 콘트라스트가 향상됩니다. 그러나 이 프로세스는 특정 한계가 지나면 도트가 더 짙게 되고 특히 웨도우 부분에서 망점이 서로 붙게 됩니다. 이렇게 되면 용지의 흰 부분 비율이 줄어들고 콘트라스트는 다시 떨어지게 됩니다.

사용 가능한 측정 장치 중 어느 것도 콘트라스트 값을 바로 보여줄 수 없는 경우, 상대적 인쇄 콘트라스트는 계산을 하거나 해당 FOGRA 차트를 사용하여 결정하면 됩니다 (계산 공식은 섹션 3.5.3에 있습니다). 인쇄 작업에서 일정한 풀 톤 농도에도 불구하고 콘트라스트가 나빠지면 블랑켓을 세척할 필요가 있음을 의미할 수 있습니다. 풀 톤 농도가 올바른 경우 콘트라스트 값은 인쇄 결과에 영향을 줄 수 있는 다양한 요소를 평가하는데 사용할 수 있습니다. 예를 들면 다음과 같습니다.:

- 실린더 롤링 및 인쇄 압력
- 블랑켓 및 팩킹
- 습수
- 인쇄 잉크 및 첨가제

상대적 인쇄 콘트라스트는 ISO 12647-2 표준에는 더 이상 명시되지 않습니다. 그 대신 솔리드와 개별 색상의 도트 계인에 대한 값들이 제공됩니다. 이러한 값을 기반으로 상대적 인쇄 콘트라스트를 적절하게 결정할 수 있습니다. 그러나 예를 들어 FM 스크린을 사용하면, 이 표준에서 벗어나도 상대적 인쇄 콘트라스트는 여전히 중요한 변수로 남아 있습니다.

2.4 컬러 발란스/이미지 합성

앞서 언급된 바와 같이 4도 인쇄에서 컬러 톤은 청, 적, 황 및 먹을 특정 비율로 사용하여 재현됩니다. 이러한 구성 요소의 변화가 색상 편차를 낳습니다. 이를 방지하려면 컬러 구성 요소가 필요한 색조에서 요구되는 균형을 유지해야 합니다.

먹(K) 요소만 변경되면 컬러 톤은 더 밝아지거나 어두워지므로 관찰자가 특별히 거부감을 느끼지 않을 것입니다. 모든 색상이 같은 방향으로 같은 양만큼 변하는 경우에도 마찬가지입니다. 우리는 컬러 톤 자체가 변할 때 훨씬 더 심각하게 반응합니다. 그런 상황은 컬러 구성 요소가 다른 양으로 변화될 때, 특히 개별 색상이 반대 방향으로 변경될 때 발생합니다. 이러한 유형의 컬러 발란스 변화는 gray patch 상에서 가장 쉽게 감지할 수 있으므로, 그레이 발란스라는 용어가 이런 상황에서 종종 사용됩니다.

이미지 합성 원리

개별 잉크에서의 불가피한 변동의 폭이 인쇄 과정에 미치는 영향은 무엇보다도 프리프레스에 선택한 이미지 합성 원칙에 따라 달라집니다. 그런 점에서 인쇄 공정과 관련된 질문은 다음과 같습니다.:

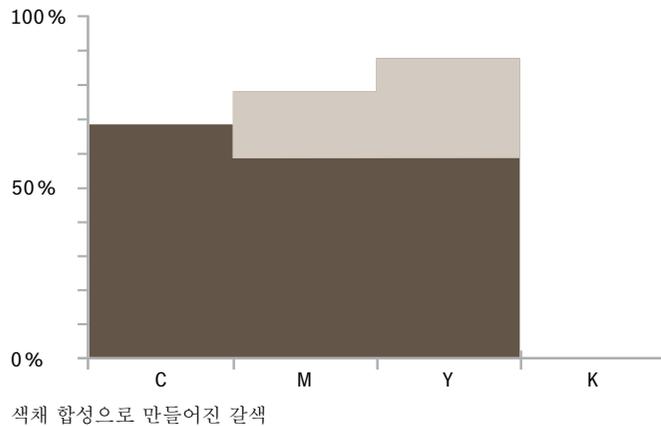
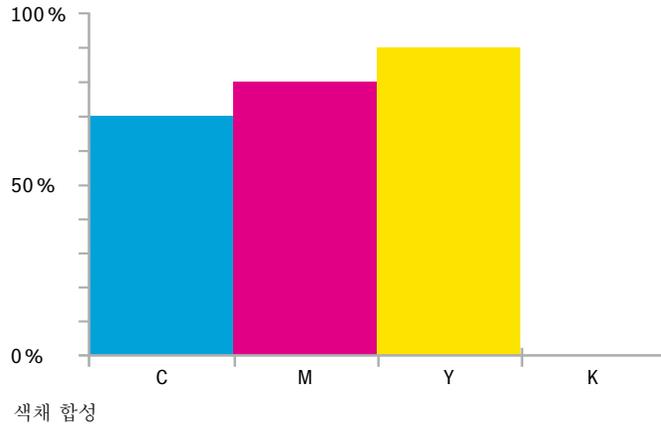
- 어떤 잉크가 그레이 부분을 구성하는가?
- 어떤 역학이 컬러 이미지 영역을 어렵게 만드는가?
- 만들어진 웨도우에서 웨도우와 이미지 선명도는 어떠한가?

요약: 그레이 또는 무채색을 구성하는 요소는 무엇이며 얻어지는 최대 총 잉크량 (total area coverage)은 얼마입니까?

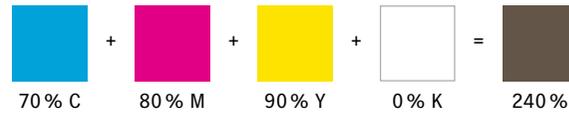
참고: 그레이 및 무채색 값은 청, 적, 황 혹은 먹 잉크를 사용하거나 이러한 모든 색상을 조합하여 생성할 수 있습니다.

2.4.1 색채 합성 (Chromatic composition)

색채 합성에서 모든 무채색 값은 기본적으로 색채 잉크 cyan(C), magenta (M) 및 yellow (Y)의 부분 집합으로 구성됩니다. 즉, 모든 그레이 이미지 영역, 모든 제3색 톤 및 웨도우 선명도는 이 세 가지 색채를 포함합니다. 먹 (K)은 이미지 웨도우를 지원하고 웨도우 선명도를 높이기 위해서만 사용됩니다 (skeleton black).



그림에 표시된 갈색은 70% cyan, 80% magenta, 90% yellow 및 0% black의 색채 합성으로 만들어집니다. 따라서 총 잉크량 (total area coverage)은 240%입니다.

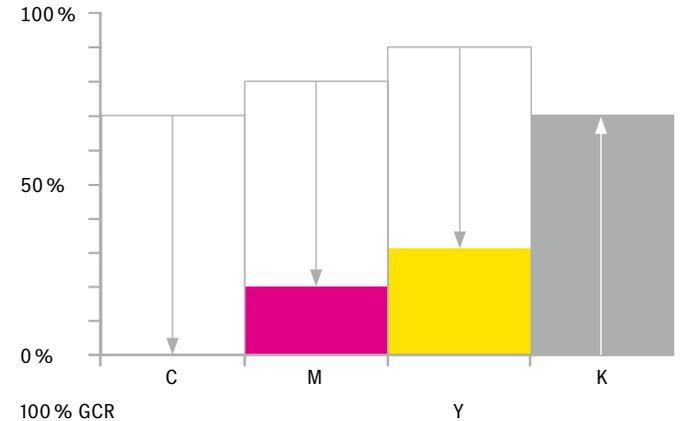


컬러 요소의 효과는 반대로 나타날 수 있습니다. 갈색은 무채색인 그레이 요소와 색채 요소로 구성됩니다. ISO 12647-2에 따르면 70% cyan, 60% magenta, 60% yellow가 오버프린트되면 그레이가 만들어져야 합니다. 남아있는 20% magenta와 30% yellow만 밝은 갈색을 만듭니다. 이는 그레이 요소를 추가하면 어두운 갈색이 됩니다.

색채 합성은 높은 총 잉크량을 초래하고 이론적으로 400%에 달할 수 있습니다. 실제로 이러한 총 잉크량은 합리적인 컬러 밸런스를 배제합니다. 특히 뉴트럴 그레이(neutral gray) 톤은 여러 방향으로 컬러 캐스트(color cast)를 유발하는 경향이 있으며, 잉크 트래핑, 건조 상태 및 파우더 사용량뿐만 아니라 후가공 단계에도 부정적인 영향을 미칩니다.

2.4.2 무채색 합성 (Achromatic composition)

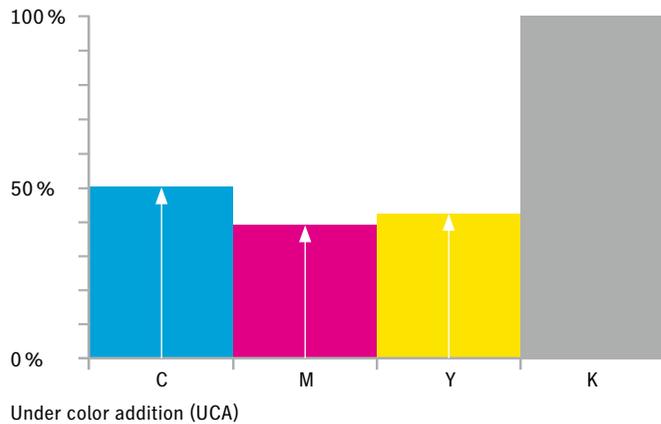
색채 합성과 달리 무채색 합성은 기본적으로 다색 인쇄 이미지에서 모든 무채색 요소를 먹 (black)으로 대체하는 과정을 필수적으로 포함합니다. 따라서 뉴트럴 톤은 먹 (black)으로만 구성되며, 먹은 웨도우 선명도 및 컬러 톤을 어렵게 하는데도 사용됩니다. 모든 컬러 톤은 최대 2개의 색채의 컬러와 먹으로 구성됩니다. 이것은 컬러 밸런스를 더 안정되게 합니다. 이론적으로 2.4.1 절의 갈색은 무채색 합성을 사용하여 다음과 같이 만들 수 있습니다: 0% C + 20% M + 30% Y + 70% K. 그러나 그림에서 알 수 있듯이, CMY로 생성된 무채색 색조를 먹으로 단순히 대체하는 것으로 동일한 색상이 만들어지지 않습니다.



이것은 주로 인쇄 잉크의 결함 때문입니다. 매우 유사한 컬러를 얻으려면 비율을 62% M, 80% Y, 67% K와 같이 수정해야 합니다. 무채색 합성은 100% GCR과 동일합니다 (색션 2.4.6).

2.4.3 Under color addition (UCA)을 이용한 무채색 합성

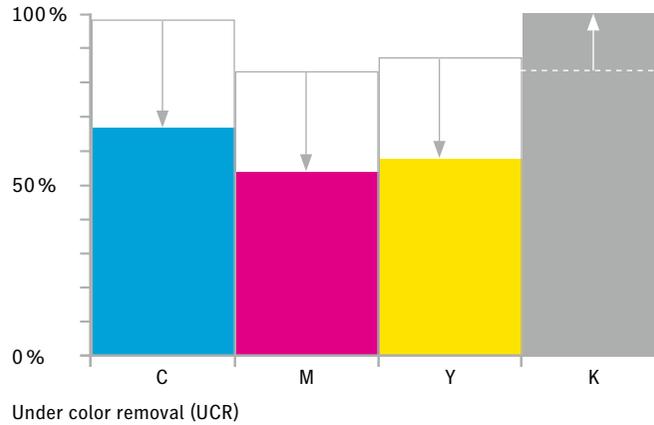
먹(K) 자체만으로는 gray 축의 어두운 부분에 항상 선명도를 충분히 제공하는 것은 아닙니다. 그런 경우, 이 범위의 톤이 낮아지고, C + M + Y로 구성된 무채색 요소를 추가하여 인접한 색채 톤이 향상됩니다. UCA (under color addition)로 알려진 이 프로세스는 특히 용지와 잉크의 조합에 따라 달라집니다. 아래 그림은 뉴트럴 이미지 웨도우에서 UCA를 보여줍니다.



2.4.4 Under color removal (UCR)를 사용한 색채 합성

뉴트럴의 75% 정도의 톤에서 먹(K)에 이르기까지 색채 합성을 사용함으로써 잉크량이 최고에 달합니다. 이런 단점은 Under color removal (UCR)로 상쇄됩니다. C + M + Y로 구성된 무채색 요소는 뉴트럴 웨도우와 인근의 색채 톤에서 줄어들고 반면 먹(K)의 양은 증가합니다. 오른쪽 그림에서 처음의 잉크량 98% cyan + 86% magenta + 87% yellow + 84% black = 355% 은 68% cyan + 56% magenta + 57% yellow + 96% black = 277%로 UCR을 사용하여 78% 감소했습니다.

이는 잉크 트랩핑, 건조 및 컬러 발란스에 긍정적인 효과를 줍니다.



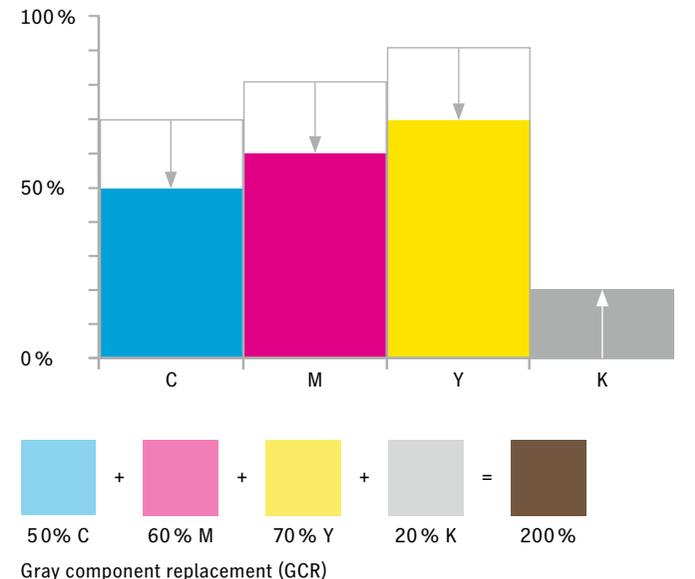
2.4.5 그레이 안정화(gray stabilization)를 사용한 색채 합성

색채 합성으로 만들어진 그레이 톤은 인쇄 과정에서 발란스를 유지하기가 어렵습니다. 컬러 캐스트(color casts)는 쉽게 발생하지만 그레이의 안정화를 통해 대응할 수 있습니다. C + M + Y로 만들어진 무채색 요소는 전체 gray 축을 따라 동등한 양의 먹색으로 부분적 혹은 완전히 대체됩니다. 또한 UCR 에서처럼 gray 축의 더 어두운 끝뿐 아니라, 인접한 컬러 범위에서도 적은 정도지만 같은 대응을 할 수 있습니다. 실제로 이것은 "롱 블랙(long black)"으로 알려져 있습니다.

2.4.6 Gray component replacement (GCR)를 사용한 색채 합성

gray component replacement는 무채색 먹색을 사용하여 C + M + Y 색상을 대체하는데 컬러와 뉴트럴 이미지 부분 모두에서 그레이로 중화(neutralize)됩니다. 따라서 GCR은 모든 이미지 영역에서 채색과 무채색 합성 사이의 모든 중간 단계에 사용할 수 있으며 UCR, UCA 및 gray stabilization와 같이 gray 부분에 제한되지 않습니다. GCR은 때로는 현대적 감색 혼합(complementary color reduction)이라고 불려지기도 합니다.

예를 들어, 섹션 2.4.1 및 2.4.3의 갈색은 GCR을 사용하여 이론적으로 다음과 같이 만들어질 수 있습니다. 무채색 합성(섹션 2.4.2)과 마찬가지로 채색 요소도 조정하지 않고 무채색 CMY의 일부를 단순히 먹으로만 대체한다면, 실제로는 두 가지 방법으로 얻은 색상이 동일하지 않습니다. 예를 들어 49% C + 70% M + 80% Y + 30% K로 유사한 색상을 얻을 수 있습니다.



Gray component replacement (GCR)

2.4.7 5도, 6도 및 7도 인쇄

현대의 4도 인쇄 프로세스는 고품질 이미지 재현을 보장합니다. 그러나 어떤 원본에서 매우 높은 품질이 필요한 경우, 별색 분판을 사용하는 것이 필수적일 수 있습니다. 4원색 외에 추가 색상이나 특별한 원색을 사용하여 재현 가능한 색상 범위를 확장할 수 있습니다. 7도 인쇄에 대해 측정된 좌표는 오른쪽 그림의 CIE chromaticity diagram에 표시됩니다.

안쪽의 육각형은 측정된 원색 cyan, magenta와 yellow로 재현될 수 있는 컬러 영역 (color gamut)을 보여줍니다. 주위의 12각형은 추가 컬러 green (G), red (R), blue (B)를 사용하여 얻어지는 확장된 컬러 영역을 보여줍니다.

2.5 잉크 트랩핑 및 컬러 순서

2.5.1 잉크 트랩핑

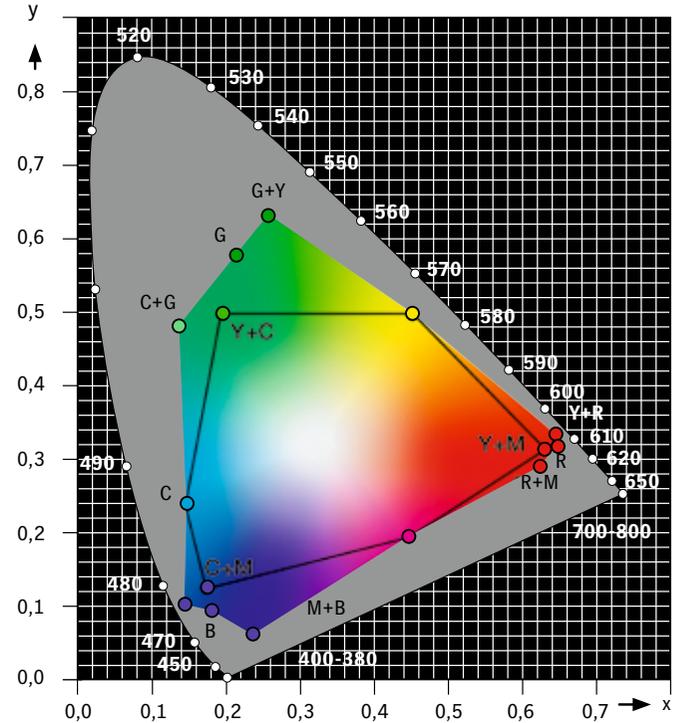
잉크 트랩핑은 색 재현에 영향을 미치는 또 다른 변수입니다. 이것은 비인쇄된 용지와 비교하여 사전 인쇄된 용지에 잉크가 얼마나 잘 전달되는지 측정합니다. 여기에서 wet-on-dry와 wet-on-wet 인쇄간 구별하는 것이 중요합니다.

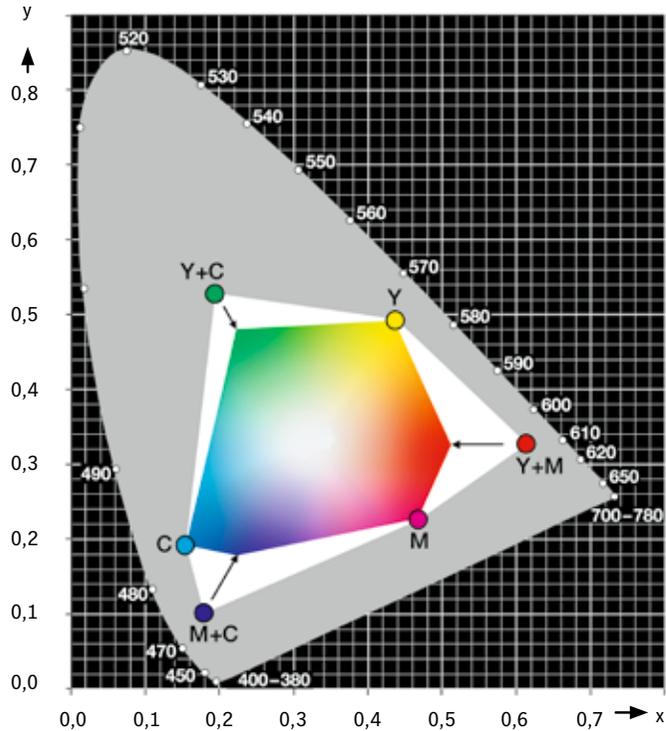
Wet-on-dry 인쇄는 새 용지나 이전에 인쇄되고 건조된 잉크 필름에 잉크가 바로 입혀지는 것을 말합니다. 아직 젖어있는 잉크에 잉크를 적용하는 경우 이를 wet-on-wet 인쇄라고 합니다. Wet-on-wet 인쇄는 우리가 다색 인쇄기에서 인쇄할 때 선택의 조건이 됩니다.

잉킹이 균일하고 필요한 색상의 색상 좌표가 정확할 때 좋은 잉크 트랩핑이 있다는 것을 나타냅니다.

반대로 목표 색상을 얻을 수 없으면 잉크 트랩핑은 부적절하다는 것입니다. 이것은 모든 혼합 색상에서 발생할 수 있습니다. 결과적으로 컬러 영역 (color gamut)이 줄어들고 특정 색조를 더 이상 재현할 수 없습니다.

올바른 잉크 필름 두께가 주어진 컬러 세트에 인쇄되고 원색 cyan, magenta, yellow의 컬러 좌표가 목표에 있더라도, 오버프린팅 문제로 인해 red, green, blue 혼합 색상의 목표 컬러 좌표를 얻는 것이 여전히 불가능할 수 있습니다.





위의 CIE chromaticity diagram은 불규칙한 잉크 트랩핑이나 부적절한 색상 순서가 인쇄 결과에 미칠 수 있는 영향을 보여줍니다. 백색 영역은 잉크 트랩핑 문제로 인한 도트 손실의 정도를 나타냅니다.

2.5.2 컬러 순서

다음 도식 표현은 cyan과 magenta를 오버프린팅할 때 세 가지 순서를 보여줍니다. 1번 예는 1도 인쇄기에서 인쇄한 결과를 보여줍니다. 먼저 백지에 cyan을 인쇄했습니다. 그런 다음 magenta가 건조된 cyan 위에 인쇄되었습니다. 그 결과는 saturated blue입니다.



두가지 컬러를 오버프린팅하는 다양한 방법 예시.

2번째 예제는 다색 인쇄기에서 가능합니다. 먼저 magenta가 건조된 용지에 인쇄되고 (wet-on-dry), 아직 젖어있는 magenta 위에 cyan이 인쇄됩니다 (wet-on-wet). 용지가 magenta에 대한 트랩핑 결과가 좋았다면 cyan에 대해서는 좀 떨어졌습니다 (오버프린트 동안 발생한 잉크 분리 때문). 이로 인해 red cast가 있는 blue가 나타납니다.

3번째 예제도 wet-on-wet으로 인쇄되었지만 역순으로 인쇄되었습니다 (cyan위에 magenta). 이것은 red cast를 방지합니다.

ISO 12647-2는 4도 인쇄를 위해 black - cyan - magenta - yellow의 색상 순서를 지정합니다. 장착하기 전에 원본과 판을 자세히 검사하면 중요한 경우 잉크 트랩핑 문제의 영향을 줄일 수 있습니다. 솔리드 인쇄를 할 때, 예를 들어 진한 톤을 인쇄하기 전에 잉크량이 적게해 약한 톤을 인쇄해 보는 것이 유용 할 수 있습니다.

이는 특히 하프톤 부분과 솔리드 오버프린트 때 적용됩니다. 이 경우 하프톤을 먼저 백지에 인쇄한 다음 위에 솔리드를 인쇄해야 합니다.

2.6 컬러바 (Print control strips)

인쇄 품질을 측정 평가하기 위해 인쇄 용지에 컬러바(콘트롤 스트립)를 포함합니다. 컬러바는 일반적으로 시트의 앞쪽 끝, 뒷쪽 끝 또는 중앙에 배치됩니다. 중앙 위치는 양면기와 대첩된 용지에 사용할 때 선호됩니다.

디지털 형식의 컬러바는 Fogra 및 다양한 제조사에서 공급합니다. 하이텔베르그 사는 수년 동안 DIPCO (Digital Print Control Elements) 패키지를 공급해 왔습니다. 기존의 컬러바 외에도 DIPCO 패키지에는 컬러 및 인쇄 공정 제어를 위한 소위 미니 스폿 (Mini Spots)도 포함되어 있습니다. 모든 DIPCO 바는 수동 대첩에는 물론 프리넥 시그나 스테이션 (Prinect Signa Station)을 사용한 자동 대첩을 위한 "컬러 마크"로 사용할 수 있습니다.

컬러바가 CTP에서 인쇄판의 자동 프로세스 칼리브레이션에 사용되는 경우, 컬러바는 항상 같은 위치에 있어야 합니다! 그렇지 않으면 측정 결과가 부정확할 수 있으며 이로 인해 이 미징에 에러가 발생할 수 있습니다.

컬러바 선택은 주로 작업에 필요한 색상에 따라 다릅니다. 기본 컬러바에는 최소 4 가지 색상이 있습니다. 더 작은 도수로 인쇄하는 경우 사용하지 않는 패치는 비어 있습니다. 또 다른 중요한 기준은 사용하는 측색 장치입니다. 측정 패치의 크기는 측정 렌즈 구경의 직경에 따라 다릅니다. 하프톤 패치의 톤 값도 안정적으로 측정할 수 있어야 하기 때문에 이 구경의 최소 크기에는 제한이 있습니다. ISO 12647에 따르면 구경은 선수의 15배 또는 예로 80 L/cm = 0.125mm 선수의 최소 10배는 되어야만 합니다. 따라서 구경의 최소 크기는 $0.125 \times 15 = 1.875\text{mm}$ 입니다.

모든 컬러바는 다음에 서술되는 여러 다양한 측정 패치로 이루어집니다.

2.6.1 솔리드 패치

솔리드(풀 톤) 패치는 잉크의 일관성을 모니터링하는 데 사용됩니다. 잉크 존의 폭 (하이텔베르그 인쇄기의 경우 32.5mm)에 해당하는 간격으로 각 색상에 대해 하나의 솔리드 패치를 사용하는 것이 좋습니다. 그러면 솔리드 패치를 사용하여 솔리드를 자동으로 제어 할 수 있습니다.



2.6.2 솔리드 오버프린트 패치

이 패치는 시각적 검사 및 측정을 통해 잉크 트랩핑을 평가하는데 사용됩니다.



2.6.3 컬러 발란스 패치

솔리드와 하프톤 컬러 발란스 패치가 있습니다.

cyan, magenta, yellow를 중복 인쇄하면 상대적으로 뉴트럴 정도의 블랙(K)이 됩니다. 비교를 목적으로 솔리드 블랙(K) 패치가 오버프린트 패치 옆에 인쇄됩니다.



정확한 잉크 필름 두께, 표준 컬러 순서 및 정상적 도트 계인을 사용하면 cyan, magenta와 yellow의 하프톤 패치는 오버프린트 시 거의 정확한 뉴트럴 그레이가 되어야 합니다.

컬러 발란스 패치는 시각적 검사뿐만 아니라 cyan, magenta와 yellow 색상에 대한 자동 그레이 발란스 제어에 사용됩니다.



ISO 12647-2에 따른 표준화된 인쇄 프로세스는 주로 ICC 컬러 프로필을 사용하여 분판을 해서 그레이 발란스를 달성해야 한다고 지정합니다.

2.6.4 하프톤 패치

하프톤 패치의 톤 값은 제조업체에 따라 다릅니다.

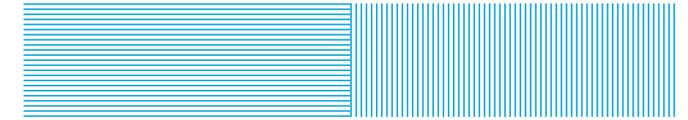
하프톤 및 솔리드 패치에서 얻어진 값은 도트 계인 및 상대적 인쇄 콘트라스트를 계산하는데 사용됩니다.



현재 40% 및 80% 패치가 있는 콘트롤 스트립이 가장 널리 사용됩니다.

2.6.5 슬러링(slurring) 및 더블링(doubling) 패치

다양한 각도의 라인 스크린을 사용하여 슬러링과 더블링을 시각적으로 혹은 측정을 통해 검사합니다 (섹션 2.2.1 참조).



0,5%	99.5	4μ
1%	99%	6μ
2%	98%	8μ
3%	97%	11

0,5%	1%	6μ
		8μ
2%	3%	11
		13
4%	5%	16

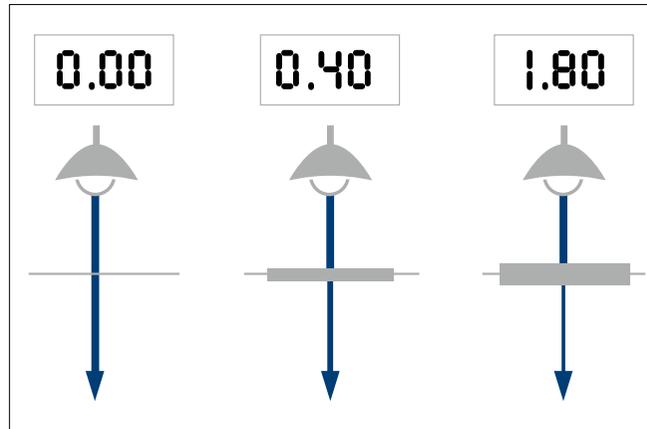
3 농도계 (Densitometry).

농도계는 인쇄 프로세스에서 솔리드 농도 및 톤 값을 모니터링하는 방법입니다. 흑백 재현 및 원색 cyan, magenta, yellow, black에 대해 안정적으로 작동합니다.

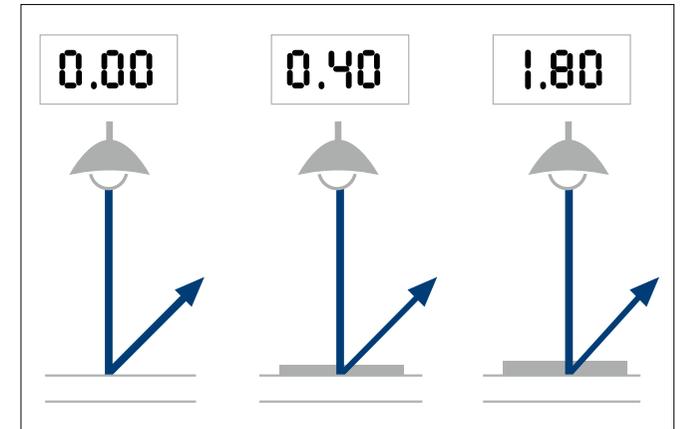
특정 어플리케이션에 따라 두 가지 유형의 농도계가 있습니다.:

- 투과 농도계는 필름의 어두움 정도를 측정하는 데 사용됩니다 (예 : 투명 카피).
- 반사 농도계는 인쇄물 표면에서 반사된 빛을 측정하는 데 사용됩니다 (예: 반사 카피).

다음 섹션에서는 반사 농도계가 기반하는 기술을 살펴봅니다.



투과 농도계

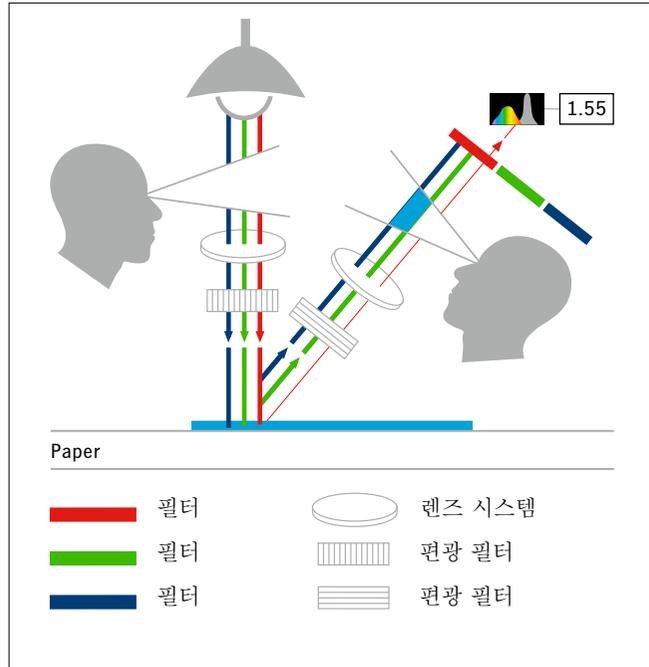


반사 농도계

3.1 반사 농도계의 측정 원리

반사 농도계는 광원을 사용하여 측정중인 잉크를 비춥니다. 광선은 반투명 잉크 필름을 투과하여 그 과정에서 감쇠됩니다. 나머지 빛은 종이 용지에 의해 산란됩니다. 이 방출된 빛의 일부가 다시 잉크 필름을 통과하는 과정에서 더 감쇠됩니다. 나머지 빛은 마침내 측정 장치에 도달하고, 측정 장치에서 빛은 전기 에너지로 전환됩니다. 반사 농도계 결과는 밀도 단위로 표시됩니다.

렌즈 시스템이 빛을 모으는 측정 과정에서 사용됩니다. 편광 필터는 습윤 광택(wet gloss)을 억제합니다 (섹션 3.2.2 참조). 컬러 필터는 색채를 측정할 때 농도계 앞에 삽입됩니다 (섹션 3.2.1 참조).



농도계 측정 원리

그림은 인쇄된 색채를 예로 사용하여 반사 농도계가 어떻게 작동하는지 보여줍니다. 적용된 백색광은 red, green, blue가 이상적으로 동일한 비율로 구성됩니다. 인쇄된 잉크에는 red를 흡수하고 green과 blue를 반사하는 안료가 포함되어 있기 때문에 cyan이라고 부릅니다. 농도와 잉크 필름 두께의 관련이 깊기 때문에 농도계를 사용하여 각 색상의 흡수 범위를 측정합니다. 따라서 이 예제에서는 blue와 green을 차단하고 red만 통과시키는 빨간색 필터를 사용합니다.

잉크의 농도는 주로 안료 유형, 안료 농도 및 잉크 필름 두께에 따라 다릅니다. 특정 잉크의 잉크 농도는 필름 두께를 측정해 알 수도 있지만 톤을 나타내지는 않습니다.

3.2 농도계의 필터

3.2.1 색상 및 밝기 필터

농도계의 컬러 필터는 cyan, magenta, yellow를 흡수하는데 최적화되어 있습니다.

스펙트럼 통과 대역과 통과 최대값의 위치는 ISO 5-3에 정의되어 있습니다. 필터 이름은 표준화되어 2009년에 하이텔 베르그 컬러 측정 시스템에 도입되었습니다. 다음 상관 관계가 적용됩니다.:

ISO 5-3 Status E = DIN 16536

ISO 5-3 Status I = DIN 16536 NB

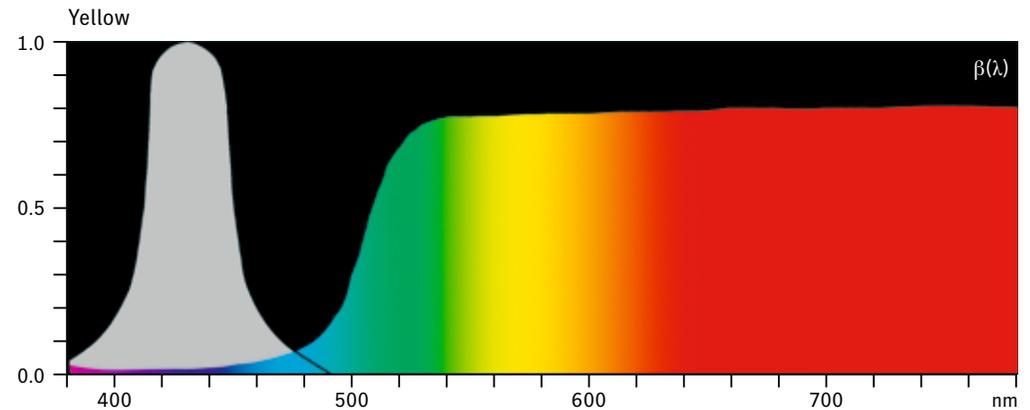
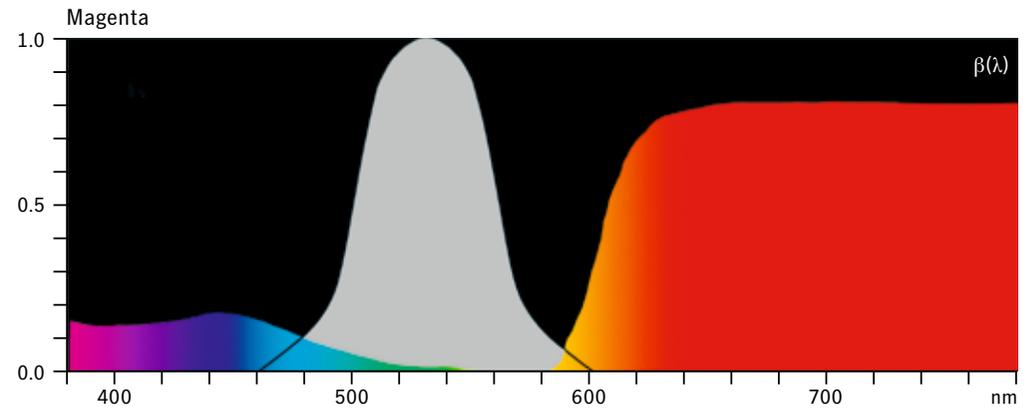
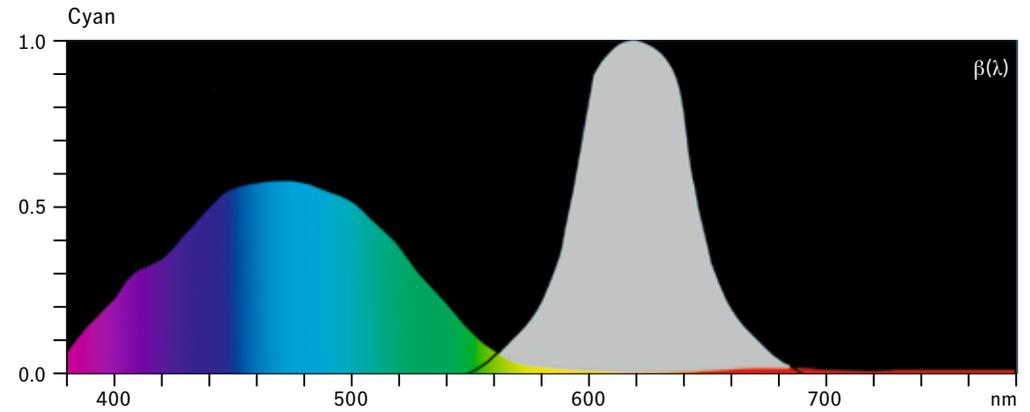
ISO 5-3 Status T = ANSI Status T

필터 ISO 5-3 Status E는 ISO 12647-2에 따른 측정을 할 때 사용해야 합니다.

항상 측정하는 색상에 보색 필터를 선택하십시오. 블랙은 사람 눈의 스펙트럼 밝기 감도에 맞게 조정된 필터로 평가됩니다. 별색은 가장 높은 측정값을 생성하는 필터로 측정됩니다.

다음 세 가지 그림 (다음 페이지)은 ISO 5-3에서 지정한 해당 컬러 필터를 사용하여 얻은 cyan, magenta, yellow의 반사 곡선을 보여줍니다.

인쇄된 색상	필터 색상
Cyan	Red
Magenta	Green
Yellow	Blue



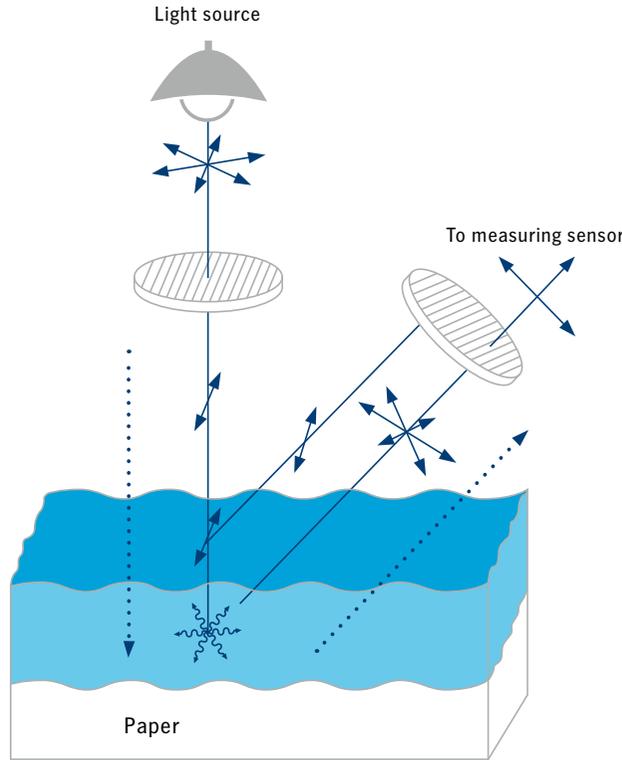
ISO 5-3에서 지정한 해당 컬러 필터를 사용하여 얻은 cyan, magenta, yellow의 반사 곡선

3.2.2 편광 필터 (Polarization filters)

용지를 새로 인쇄했을 때 배지부에서 빼내 측정하면, 잉크는 여전히 젖어 있고 표면에 광택이 있습니다. 잉크가 마르면 잉크가 용지에 스며 들어 (흡수) 광택을 잃습니다. 그러면 잉크의 톤뿐만 아니라 농도도 바뀝니다. 이는 참조값이 일반적으로 건조 잉크를 참고로 한 것이기 때문에, 인쇄 작업자가 젖은 용지를 참조값과 비교할 때 농도값을 사용하는데 제한이 있음을 의미합니다.

이 문제를 해결하기 위해, 두 개의 선형 편광 필터가 서로 직각으로 농도계의 광학 경로에 배치됩니다. 광파는 모든 방향으로 진동하지만 편광 필터는 특정 평면에서 진동하는 광파만 통과하도록 허용합니다. 첫 번째 편광 필터에 의해 허용되는 일부 광선은 젖은 잉크의 광택 표면에서 반사되지만 진동 평면은 변경되지 않습니다. 두 번째 편광 필터는 첫 번째 필터에 대해 90° 회전하여 반사된 광파를 차단합니다.

그러나 빛이 잉크 필름을 관통한 후나 반사되며, 빛이 잉크 필름이나 최종적으로 용지에 의해 다시 반사된다면, 빛은 일정한 진동 방향 (편광)을 잃게 됩니다. 따라서, 일부는 두 번째 편광 필터를 통과하여 측정될 수 있습니다. 따라서 젖은 잉크의 광택 표면에서 반사된 빛을 필터링 하는 것은 젖은 잉크와 건조된 잉크의 농도 측정값을 거의 동일하게 만드는 효과가 있습니다.



- ~~~~ 산란 방향
- ←→ 진동 방향
- ◀...▶ 편광 필터의 작동 원리

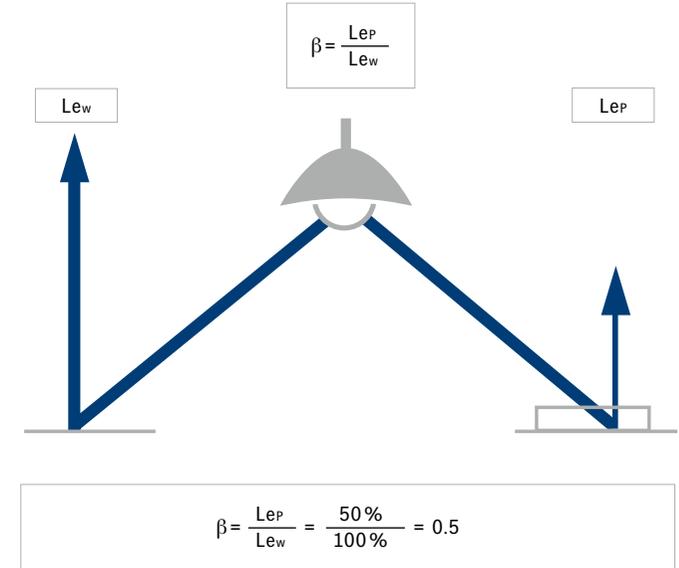
3.3 농도계 측정 값

농도계는 잉크 농도 (D)를 측정하는데, 잉크 필름 H2의 빛 흡수에 대한 참조 백색에 의한 빛 흡수의 대수 관계로 표현됩니다.

다음 방정식은 잉크 농도를 계산하는 데 사용됩니다:

$$D = \lg \frac{1}{\beta}$$

반사율 (베타 값이라고도 함)은 다음과 같이 계산됩니다.:



LeP는 측정된 잉크에 의해 반사된 빛이며, LeW는 참조 백색에서 반사된 빛입니다.

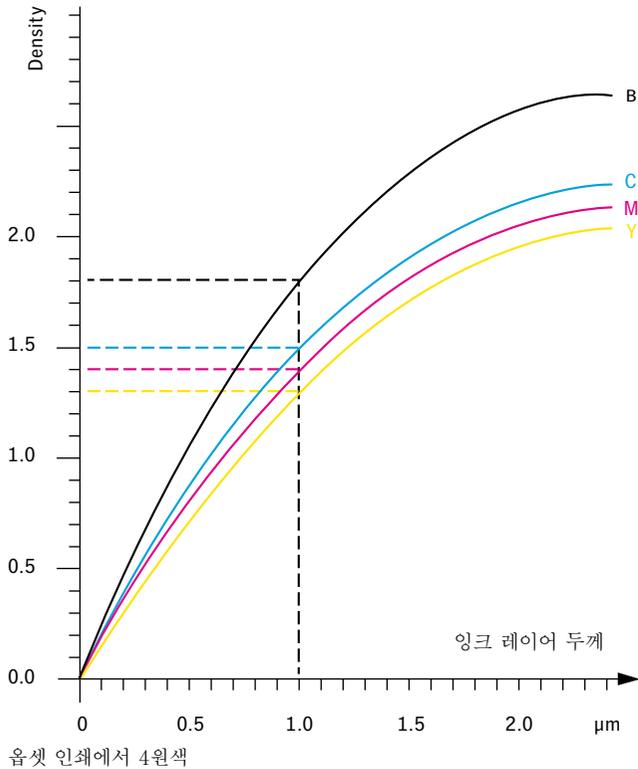
반사율 (β)은 샘플 (인쇄된 잉크)에서 반사된 빛과 표준 백색 (참고 값) 사이의 비율을 나타냅니다.

위의 β 값은 다음 밀도값을 만듭니다.

$$D = \lg \frac{1}{\beta} = \lg \frac{1}{0.5} = \lg 2 = 0.30$$

아래 그래프는 오프셋 인쇄에 사용되는 4원색에 대해 잉크 필름 두께와 밀도가 어떻게 상관되는지 보여줍니다.

수직 점선은 오프셋 인쇄에 일반적으로 사용되는 약 1 μm의 잉크 필름 두께를 나타냅니다. 이 그래프는 밀도 곡선이 훨씬 더 높은 값에서만 평평해짐을 보여줍니다. 이 두께 이상에서는 밀도가 더 이상 증가하지 않습니다. 잉크 캔 전체를 측정 하더라도 얻은 값은 더 높지 않습니다. 그러나 이 두께의 잉크 필름은 표준 4도 프로세스와 관련이 없습니다.



잉크 필름 두께와 잉크 밀도 사이에는 밀접한 상관 관계가 있습니다. 그래프는 잉크 필름이 두꺼워짐에 따라 반사가 감소하고 밀도가 증가함을 보여줍니다.

이를 계산하기 위한 방정식은 32 페이지를 참조하십시오.

3.4 측정

3.4.1 용지 백색으로 칼리브레이션

측정을 하기 전에, 농도계는 인쇄된 잉크 필름 두께를 평가할 때 용지 색상과 그 표면의 영향을 제거하기 위해 해당 용지 백색 (기준 흰색)으로 보정됩니다.

종이 백색의 농도는 "절대 흰색"에 상대 측정되고 이 값은 0으로 설정됩니다 (측정값 $D = 0.00$). 이 규칙에 대한 한 가지 예외로 북미에서는 농도계를 절대 흰색으로 보정하도록 하는 규정이 있습니다.

3.4.2 솔리드 농도

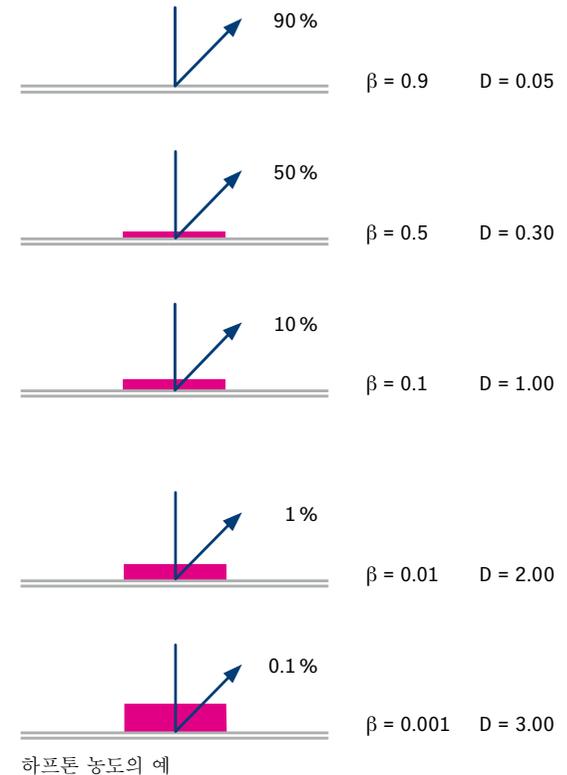
솔리드 영역에서 측정된 값은 솔리드 농도 (SD)를 나타냅니다. 이것은 인쇄 방향에 대해 횡방향으로 시트에 인쇄된 컬러 바에서 측정되며 모든 4원색 (및 필요한 경우 별색)에 대한 솔리드 패치를 포함하여 여러 패치가 있습니다.

솔리드 농도를 사용하여 시트 전체 면과 인쇄 작업 전체에 걸쳐 (특정 허용 오차 내에서) 균일한 잉크 필름 두께를 제어하고 유지할 수 있습니다.

3.4.3 하프톤 농도 Halftone density

하프톤 농도는 하프톤 도트와 용지 백색의 조합을 캡처하여 컬러바의 하프톤 패치에서 측정됩니다. 이것은 또한 적분 측정 (integral measurement)으로 불리기도 합니다

측정된 값은 하프톤 밀도 (HD)입니다. 이 값은 측정된 패치의 하프톤 도트 비율과 잉크 필름 두께에 따라 증가합니다.

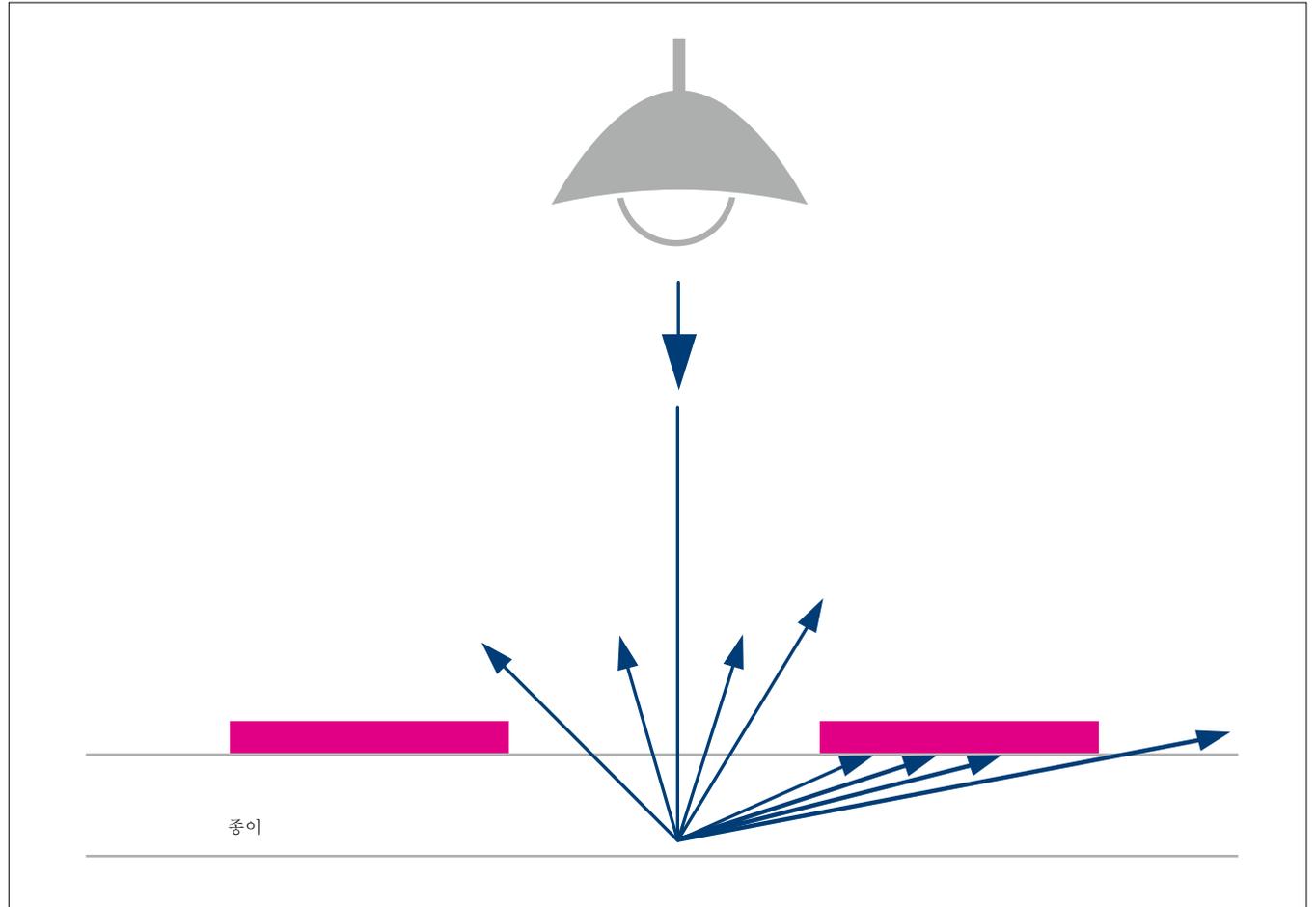


3.4.4 광학적으로 유효한 영역 범위 (하프톤 값)

농도계를 사용하여 하프톤 이미지를 측정할 때 측정되는 것은 기하학적 영역 범위 (하프톤 도트로 덮인 패치 표면의 백분율)가 아니라 "광학적으로 유효한 영역 범위"입니다.

이미지 영역을 시각적으로 확인하든 농도계로 측정하든 관계없이, 기하학적 영역과 광학적 유효 영역의 차이는, 도착하는 빛의 일부는 하프톤 도트 사이의 빈 영역의 용지를 통과하며 반사된 빛의 일부는 도트의 뒷면에 닿아 흡수된다는 사실에 기인합니다.

이 효과를 "라이트 트랩(light trap)"이라고도 하는데, 하프톤 도트를 실제보다 크게 보이게 만듭니다. 따라서 광학적으로 유효한 영역 커버리지는 기하학적 영역 커버리지에 광학 영역 증가분이 더해집니다.



광학적으로 유효한 영역 범위

3.5 평가

처음에 종이 백색으로 보정된 경우, 솔리드와 하프톤의 농도 계 값을 사용하여 하프톤 값, 도트 계인 및 콘트라스트를 계산할 수 있습니다.

3.5.1 하프톤 값

인쇄 작업 FD의 하프톤 값은 Murray-Davies 방정식을 사용하여 다음과 같이 측정된 솔리드 및 하프톤 농도 (SD 및 HD)에서 결정할 수 있습니다.:

$$F_D(\%) = \frac{1-10^{-DR}}{1-10^{-DV}} \cdot 100$$

3.5.2 도트 계인

도트 계인 (DG)은 인쇄 작업 (FD)에서 측정된 하프톤 값과 필름 (FF) 또는 디지털 데이터에서 알려진 하프톤 값 간의 차이입니다.

$$TWZ(\%) = F_D - F_F$$

3.5.3 상대적 인쇄 콘트라스트

상대적 인쇄 콘트라스트 (C)는 측정된 솔리드 농도 (SD) 및 하프톤 농도 (HD)에서도 계산됩니다. HD 값은 3/4 톤에서 가장 잘 측정됩니다.

$$K_{rel.}(\%) = \frac{DV - DR}{DV} \cdot 100$$

3.5.4 트래핑

트래핑은 잉크 인쇄 순서를 고려하여 단색 솔리드와 2 색 및 3 색 오버프린트 패치에서 측정된 농도에서 계산됩니다.

다음 방정식을 사용하여 계산된 트래핑은 다른 색상에 오버프린트되는 컬러의 비율을 나타냅니다. 먼저 적용된 색상과 비교되는데, 먼저 적용된 색상의 트래핑은 100 %로 가정됩니다.

3.5.4.1 두 가지 컬러 오버프린팅

이 유형의 인쇄에서,
D1+2 오버프린트된 두 가지 색상의 농도입니다.
D1 처음 인쇄된 색상의 농도입니다.
그리고
D2 두 번째로 인쇄된 색상의 농도입니다.

참고: 모든 농도는 두 번째 색상에 보색이 되는 컬러 필터를 사용하여 측정해야 합니다.

$$F_{\frac{2}{1}}(\%) = \frac{D_{1+2} - D_1}{D_2} \cdot 100$$

3.5.4.2 세 가지 컬러 오버프린팅

이 유형의 인쇄에서,
D1+2+3 오버프린트된 세 가지 색상 전체의 농도입니다. 그리고
D3 세 번째로 인쇄된 색상의 농도입니다.

$$F_{\frac{3}{1}}(\%) = \frac{D_{1+2+3} - D_{1+2}}{D_3} \cdot 100$$

참고: 모든 농도는 세 번째 색상 (보색)과 정반대인 컬러 필터를 사용하여 측정해야 합니다.

여기에 제공된 방정식은 하이델베르크 컬러 측정 시스템 전체에서도 사용됩니다. 잉크 트래핑을 결정하는 다른 방법도 있습니다. 이 모든 방법은 논란의 여지가 있으므로 산출된 결과를 너무 심각하게 받아들이지 않아야 합니다. 그러나 인쇄 작업들을 비교하고, 특히 동일한 작업에서 빼낸 시트들을 비교하는데 유용합니다. 잉크 트래핑 값이 높을수록 잉크 트래핑이 좋습니다.

측정 시스템의 기능적 범위

	농도계 Densitometer	분광광도계 Spectrophotometer
별색 믹싱 Mixing of spot colors		•
잉킹 셋업 Inking setup		
표준 기준 According to standards	◦ (•)	◦ •
컬러바 사용 Using print control strips	◦ (•)	◦ •
측색값 사용 Using colorimetric values (L*a*b*)		◦ •
프루프 사용 Using proofs		◦ •
샘플 기준 According to samples		◦ •
이미지 데이터 기준 According to image data		◦ •
잉크 적합도 측정 Assessing ink suitability		◦ •
잉킹 조정 Adjusting inking		◦ •
인쇄 본작업 제어 Production print run control		
솔리드 패치 기준 According to solid patches	◦ (•)	◦ •
단색 하프톤 패치 기준 According to single-color halftone patches	◦ (•)	◦ •
다색 하프톤 패치 기준 According to multicolor halftone patches		◦ •
인-이미지 측정 기준 According to in-image measurements		◦ •
잉크 오염 감지 Detecting ink soiling		◦ •
용지 변화 감지 Detecting changes in substrate		◦ •
측정값 Measurement values		
솔리드 농도 Solid density	◦ (•)	◦ •
톤 값/도트 게인 Tonal value/dot gain	◦ (•)	◦ •
상대적 트랩핑 Relative trapping	◦ (•)	◦ •
절대적 트랩핑 Absolute trapping		◦ •
메타메리즘 Metamerism		◦ •
시지각 Visual perception		◦ •

◦ 기본 컬러에 적합 • 별색에 적합 (•) 제한적으로 적용

3.6 농도계의 한계 The limits of densitometry

농도계는 분광을 하는 것과 유사한 원리로 작동하는데 4원색에 특별히 맞춰진 특수 필터를 사용합니다. 농도계는 잉크 필름 두께의 상대적인 측정값을 제공하지만, 인간의 색 지각에 직접적으로 관련된 것은 표시하지 않습니다.

결과적으로 농도계의 어플리케이션에는 제한이 있습니다. 33 페이지의 표는 분광광도계와 비교하여 농도계의 일반적인 어플리케이션을 나타냅니다.

농도계에 대한 한 가지 주요 제약은 동일한 잉크 농도가 반드시 동일한 시각적 인상을 만들어내는 것은 아니라는 것입니다. 이것은 항상 다른 컬러 물질들을 비교할 때 발생합니다. 그렇기 때문에 본인쇄 작업에 사용하는 잉크 및/또는 용지와는 다른 것을 사용한 교정지와 테스트 인쇄 또는 기타 샘플은 본인쇄 작업 용지에 인쇄하기 위해 인쇄기의 잉크 설정을 조정할 때 사용하는 신뢰할만한 참조값이 될 수 없습니다.

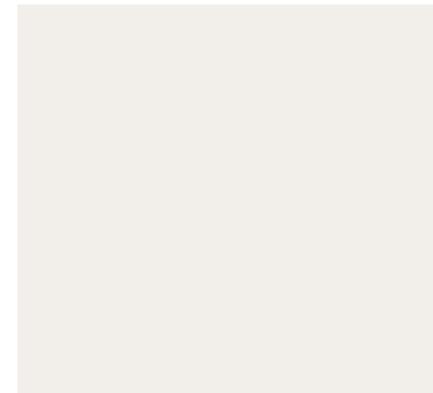
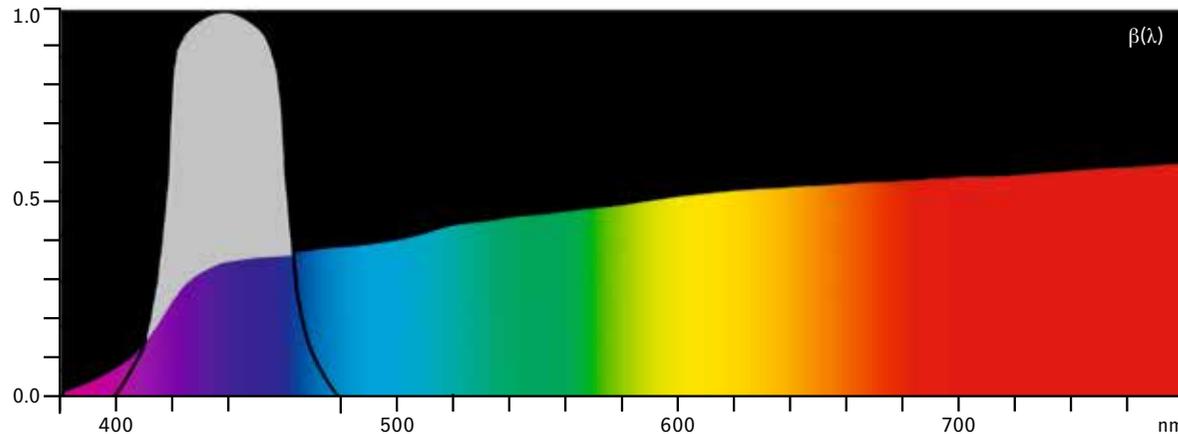
또 다른 중요한 제약은 농도계가 red, green, blue의 세 가지 컬러 필터로만 작동한다는 것입니다. 4 가지 이상의 배합 색상으로 색상 세트가 생성되는 즉시 추가 색상을 측정할 때 문제가 발생합니다. 그 색상들의 흡수 범위에서 작동한다고 추가 색상에 대해 결정된 필터가 없기 때문에 잉크 농도 및 도트 게인 값 정보가 적습니다.

농도계의 사용은 또한 멀티컬러 하프톤 패치 (예 : 그레이 패치)를 기반으로 잉킹을 조절하는데 문제가 있습니다. 세 가지 색상 필터로 그레이 패치를 측정할 때와 각 색상을 개별적으로 측정할 때의 잉크 밀도가 서로 다릅니다.

세 가지 색상 각각은 모든 잉크 농도에 어느 정도 영향을 줍니다. 프로세스 색상은 각각 스펙트럼의 3 분의 2를 나타내는 순수한 원색이 아니므로 다른 파장의 빛도 흡수합니다. 농도계는 4도 인쇄 프로세스를 사용하여 인쇄 작업에서 품질을 모니터링하는데 사용되지만, 다른 모든 어플리케이션에서는 제한적으로만 사용됩니다.

이러한 한계를 극복하기 위해 오늘날 많은 제조업체는 소위 분광농도계 (spectrodensitometer)를 판매합니다. 원칙적으로 하드웨어 및 측정 기술에 있어 분광광도계와 유사하지만, 분광농도계는 농도값만 제공합니다. 이 장치는 별색의 농도를 측정하는데 4개의 필터뿐만 아니라 스펙트럼에서 가장 높은 흡수 (최소 반사율)를 찾는 스펙트럼 필터도 사용합니다.

위의 다이어그램에서 볼 수 있듯이 여기에 표시된 톤 (Pantone Warm Gray 1)은 상대적으로 반사율이 높으며 blue 스펙트럼 (380 ~ 500 나노 미터)에서 약간 떨어집니다. 따라서 가장 높은 농도 값 (0.27)은 blue 필터 (0.27)로 측정됩니다.

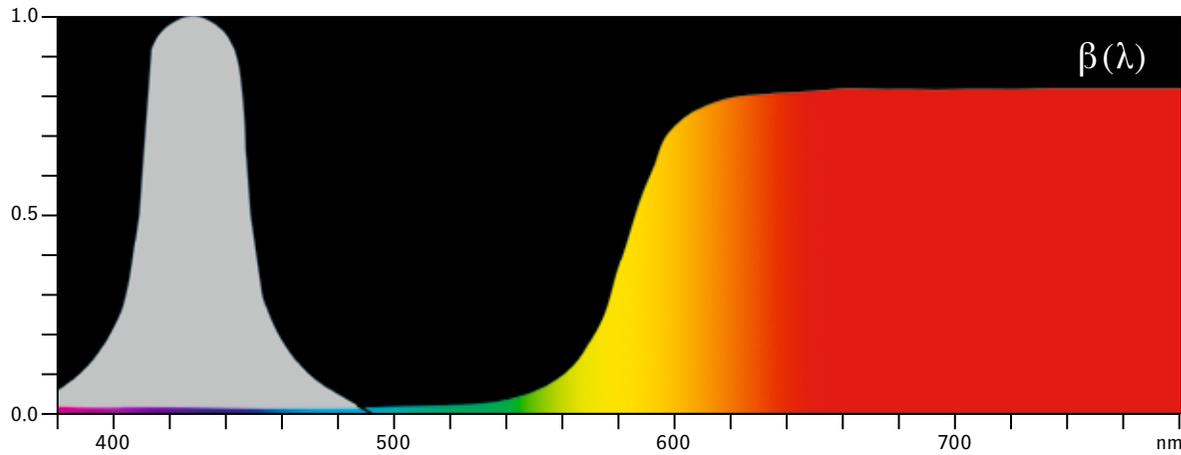


컬러 샘플 : Pantone Warm Gray 1

두 번째 및 세 번째 예의 별색 HKS 8 및 HKS 65는 근본적으로 다른 톤을 갖습니다. 이것은 반사 곡선에서도 분명하게 나타납니다. 그러나 두 색상 모두 blue 스펙트럼 (380 ~ 500 나노 미터)에서 가장 많이 흡수되는데, 이는 가장 높은 농도값 (각 경우 1.60)이 blue 필터로 측정된다는 것을 다시

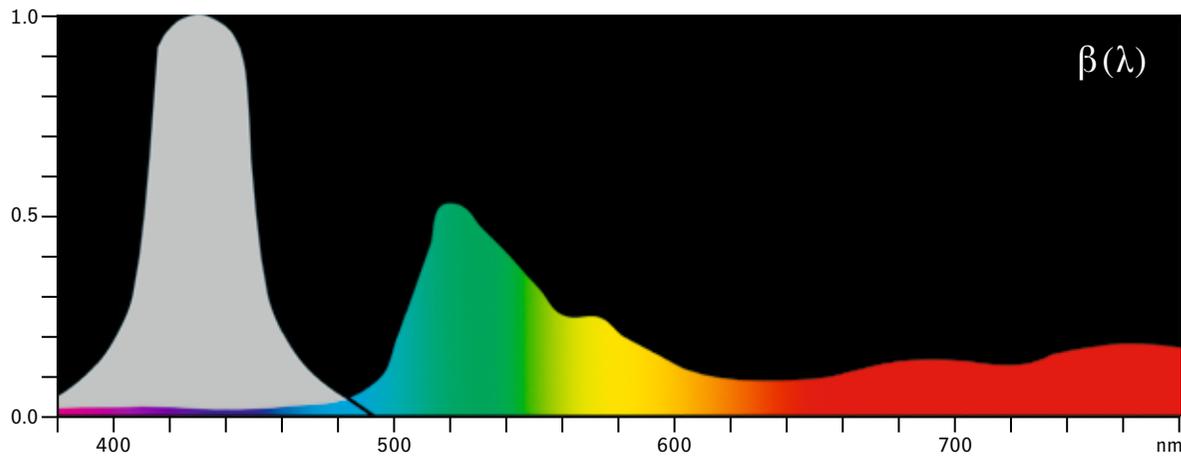
한 번 뜻합니다. 이것은 동일한 컬러 필터로 측정된 농도값이 동일한 컬러 톤을 생성하지 않음을 보여줍니다!

측색식 측정만이 컬러에 대해 의미있는 것을 알려줄 수 있습니다.



Density (blue filter) = 1.60
 $L^* = 62.0$
 $a^* = 61.4$
 $b^* = 72.4$

컬러 샘플: HKS 8



Density (blue filter) = 1.60
 $L^* = 58.7$
 $a^* = -58.8$
 $b^* = 59.7$

컬러 샘플: HKS 65

4 컬러체계(Colorimetry).

컬러 시스템 부분에서 설명했듯이 컬러를 명확하게 설명하려면 3 가지 매개 변수가 필요합니다. 컬러체계는 이러한 값들을 어떻게 얻고 어떻게 그들이 관련되어 있는지를 알려줍니다.

4.1 컬러 측정

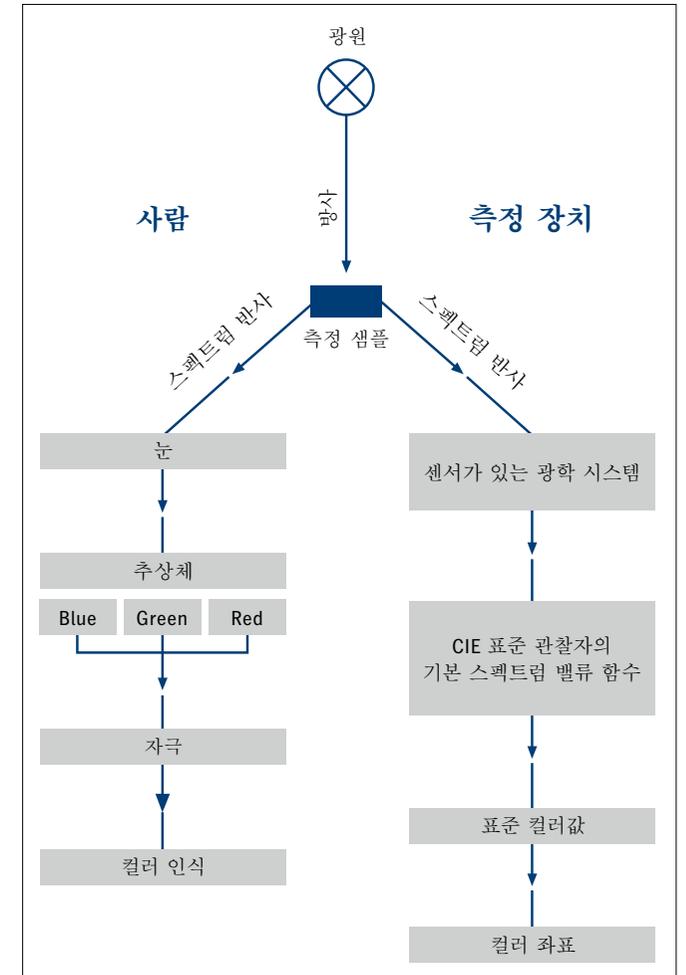
분광광도계 (spectrophotometers)를 사용하여 색상을 측정합니다.

색측 장치의 원리는 인간이 색상을 인식하는 방식을 기반으로 합니다 (그림 참조).

컬러 (샘플)는 광원 (방사선)에 의해 밝혀집니다. 이 빛의 일부는 샘플에 흡수되고 나머지는 반사됩니다. 반사된 빛이 적색, 녹색 및 청색에 민감한 추상체 (감광 세포)를 자극하기 때문에 우리의 눈이 인지합니다.

이 자극은 시신경을 통해 뇌로 보내지는 전자적 신호를 일으키고 이 신호는 색상으로 인지됩니다.

측정 장치는 이러한 자연스러운 과정을 모방합니다. 측정하기 위해 인쇄된 샘플에 빛을 비춥니다. 반사된 빛은 시스템의 광학 장치를 통과하여 센서에 도달합니다. 이 센서는 각 색상에 대해 수신된 빛을 측정하고 그 결과를 프로세서에 전달합니다. 프로세서는 사람의 눈에 있는 세 가지 유형의 감광 세포의 행동을 모방하는 알고리즘을 사용하여 데이터에 가중치를 부여합니다. 이러한 알고리즘은 CIE에 의해 표준 관찰자로 정의되었습니다. 그 결과 세 가지 표준화된 컬러값 (X, Y 및 Z)이 생성되고, 이는 CIE chromaticity diagram 또는 다른 컬러 스페이스 (예 : CIELab 또는 CIE-LUV)의 좌표로 변환됩니다.



사람과 분광광도계 비교

4.2 표준 컬러 값

색상을 측정하기 전에 표준화된 조건에서 측정된 반사율을 기반으로 표준 컬러 값을 결정해야 합니다. 비 발광 색상을 측정할 때 세 가지 요소가 가변적이는데, 이들 요소 (참고 백색, 빛의 종류 (광원) 및 관찰자)를 사용자가 설정해야 합니다.

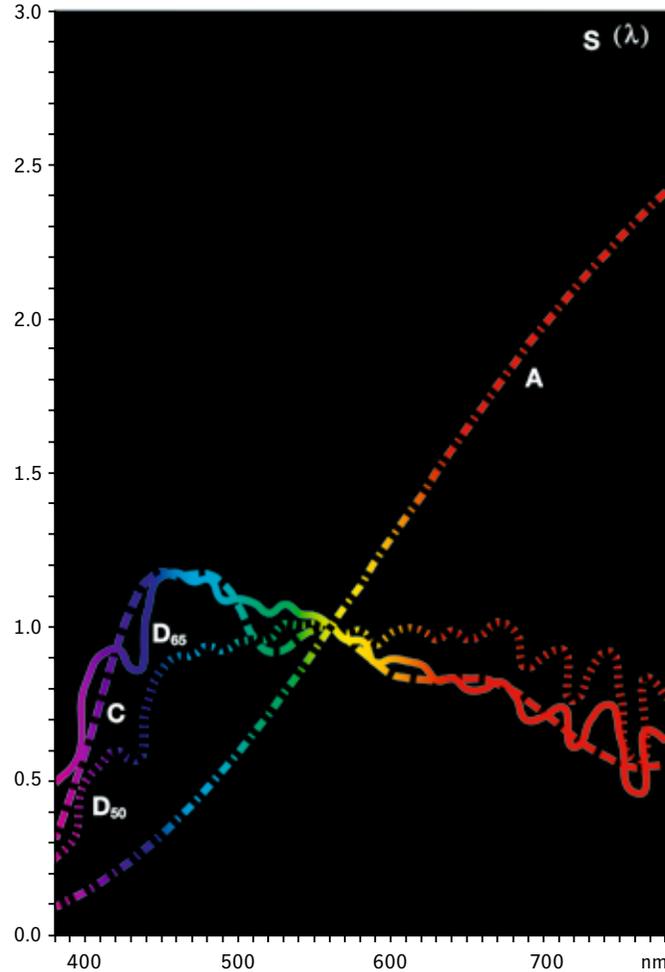
일반적으로 측정된 값은 "절대치 백색"을 기반으로 합니다. 그 값들은 측정 장치의 표준 백색 (일반적으로 세라믹 표면)에 칼리브레이트 되고, 그리고 나서 절대치 백색으로 칼리브레이트됩니다.

4.3 표준 광원

빛이 없으면 색상도 없습니다. 그러나 이것은 빛의 유형이 우리가 색상을 인식하는 방식에도 영향을 미친다는 것을 의미합니다. 빛의 색상은 스펙트럼 구성에 의해 결정됩니다.

자연광의 스펙트럼 구성은 날씨, 계절 및 시간의 영향을 받습니다. 사진 작가와 영화 제작자는 종종 조명이 이상적일 때까지 오랜 시간을 기다려야 합니다.

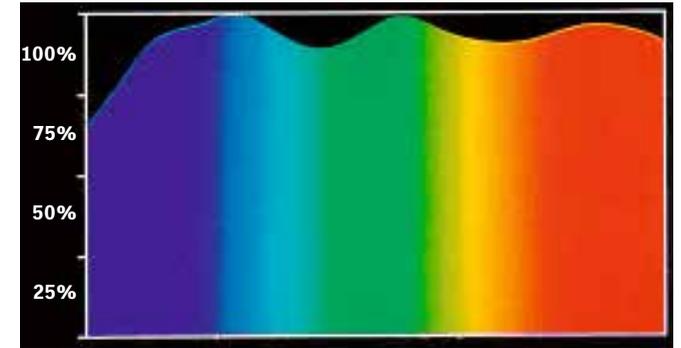
인공 조명의 스펙트럼 구성도 다양합니다. 붉은 빛을 내는 램프가 있는 반면 녹색이나 파란색에 가까운 빛을 내는 것들도 있습니다.



광원의 종류

조명 조건은 스펙트럼 반사율에 영향을 미치므로 색상 인식에 영향을 줍니다. 이는 표준 컬러 값이 표준 조명 조건을 기반으로 해야 함을 의미합니다.

표준화를 위해 다양한 광원의 스펙트럼 분포 (강도)가 380 ~ 780nm의 파장 범위로 규정되었습니다. 왼쪽 그림은 표준 광원 A, C, D50 및 D65의 스펙트럼 분포를 보여줍니다.



스펙트럼 분포

표준 광원 D50은 blue 영역에서 최고의 방사 강도를 가진 평균 일광과 유사합니다. 위 그림은 광원 D50을 보여줍니다.

4.4 표준 관찰자 / 스펙트럼 값 함수

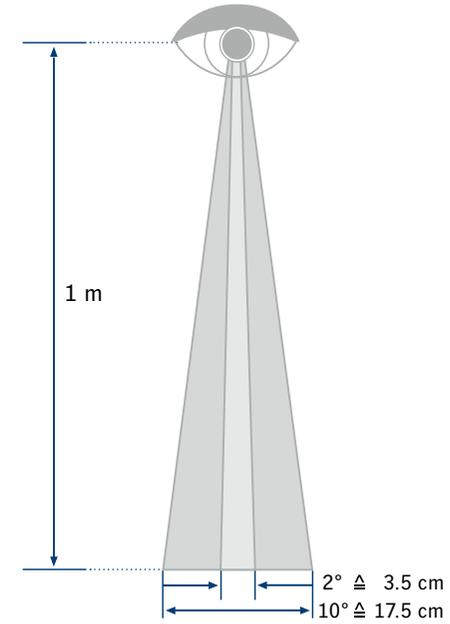
모든 사람의 망막에는 세 가지 유형의 추상체가 있으며 각각 다른 스펙트럼 감도를 가지고 있습니다. 정상적인 컬러 시각을 가진 모든 사람은 비슷한 방식으로 추상체의 특정 감도로 인해 색상을 인식합니다. 따라서 색상은 예외적인 경우에만 사람에 따라 다르게 인식됩니다. 예를 들어, 누군가에게 푸른 빛 나는 녹색으로 보이는 것이 다른 사람들에게는 녹색 빛 나는 푸른색으로 보이기도 합니다.

따라서 색채 측정을 위해서는 컬러 인지의 개인차를 평균화하기 위해 평균적 컬러 인지를 가진 사람, "표준 관찰자"를 규정하는 것이 필수적입니다. 1931년에 그 목적으로 일반적 컬러 시각을 가진 사람들을 대상으로 실험이 수행되었습니다.

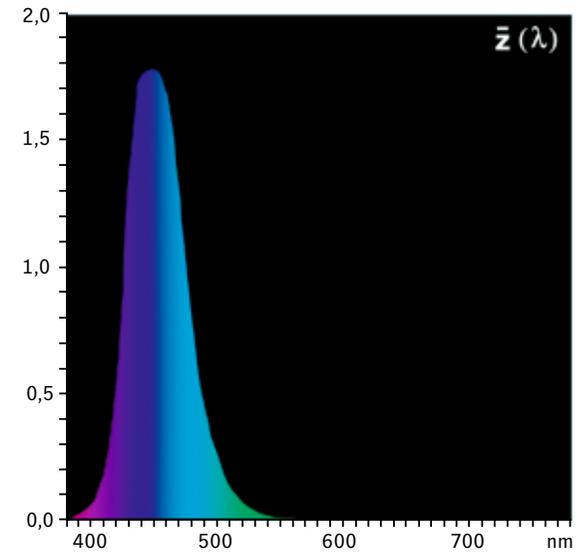
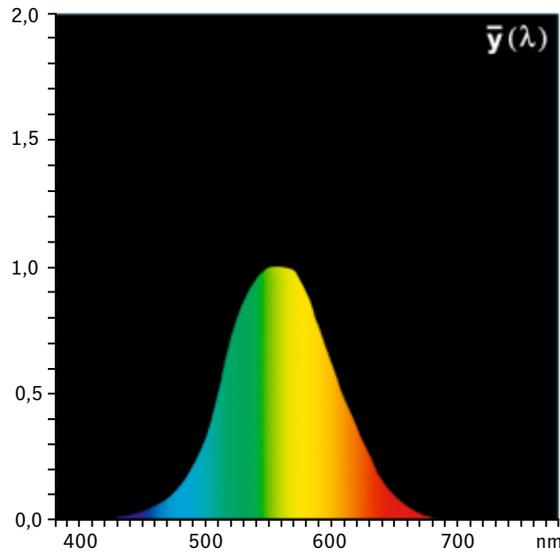
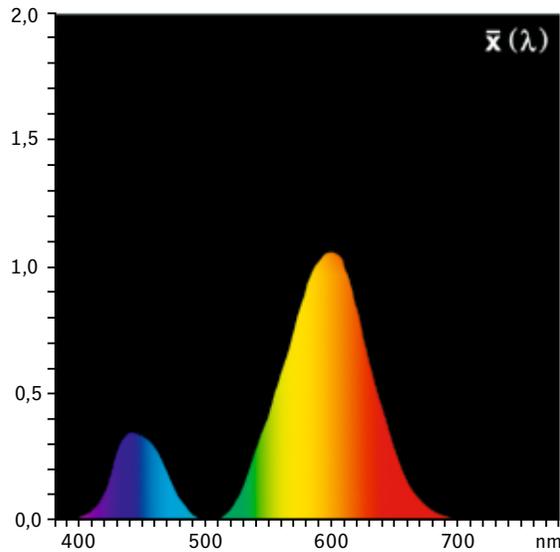
실험 결과는 CIE에서 지정한 표준 스펙트럼 밸류 함수 x , y 및 z 를 도출하는데 사용되었으며, 이 함수는 DIN 5033 및 ISO 12647과 같은 국내 및 국제 표준에 의해 구속력이 있습니다.

이 실험은 관찰자의 시야각을 2° 각도로 사용하여 수행되었습니다. 측색 표준은 "시야"를 사람의 눈이 컬러 영역을 볼 수 있는 시야각으로 해석합니다 (오른쪽 그림 참조). 예를 들어 지름이 3.5cm인 영역을 1m 거리에서 보면 관찰자의 시야각은 2° 입니다.

1964년에는 10° 각도로 보는 테스트를 반복했으며, 그 결과가 표준화되었습니다. 그러나 이 " 10° 표준 관찰자" 표준은 인쇄 산업에서 사용되지 않습니다.



2° 와 10° 표준 관찰자



스펙트럼 밸류 함수 x , y , z .

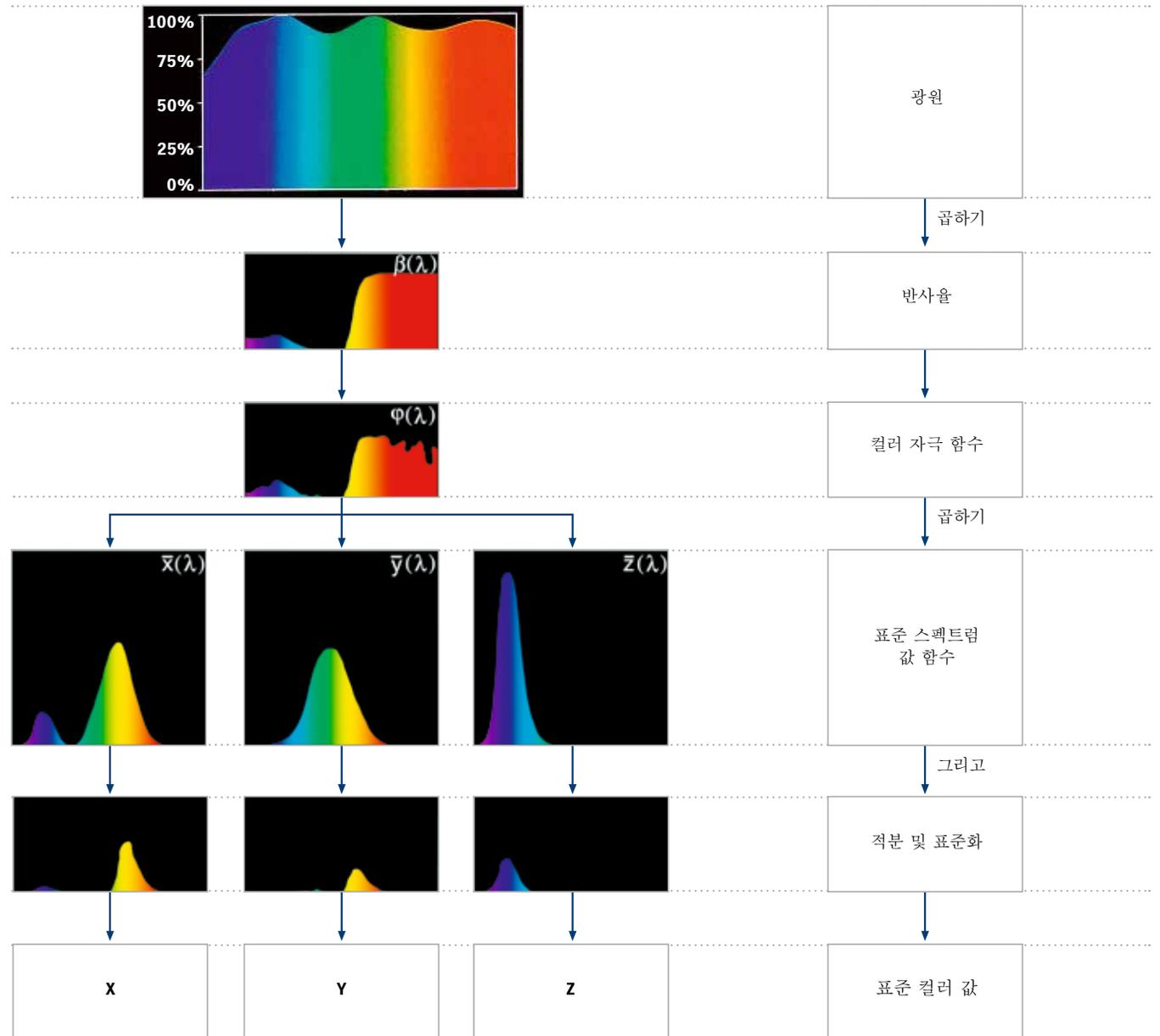
4.5 분광 광도계를 이용한 측정

표준 컬러 값은 $S(\lambda)$ 광원의 스펙트럼, 측정된 색상 $\beta(\lambda)$ 의 스펙트럼 반사율 및 표준 관찰자의 표준화된 스펙트럼 값 함수 $x(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$ 및 $\bar{z}(\lambda)$ 를 기반으로 계산됩니다.

괄호 안에 있는 람다 (λ)가 있다는 것은 빛의 파장 λ 에 따라 계산이 달라짐을 나타냅니다. 첫 번째 단계는 각 파장 λ 에 대한 표준 광원 $S(\lambda)$ 의 방사 함수 (즉, 광원의 각 스펙트럼 컬러에 대한)를 해당 색상에 대해 측정된 반사율 값 $\beta(\lambda)$ 에 곱하는 것입니다. 이것은 새로운 커브 - 컬러 자극 함수 (color stimulus function) $\psi(\lambda)$ 를 만들어냅니다.

두 번째 단계는 컬러 자극 함수의 값을 표준 스펙트럼 밸류 함수 $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$ 및 $\bar{z}(\lambda)$ 의 값과 곱하는 것입니다. 이것으로 3가지 새로운 커브가 만들어집니다.

마지막으로 적분을 적용하여 이러한 커브 아래의 넓이를 결정한 다음, 표준화 계수를 곱하여 측정된 색상을 정확하게 설명하는 표준 컬러 값 X , Y 및 Z 를 얻습니다.



분광광도계를 이용한 측정

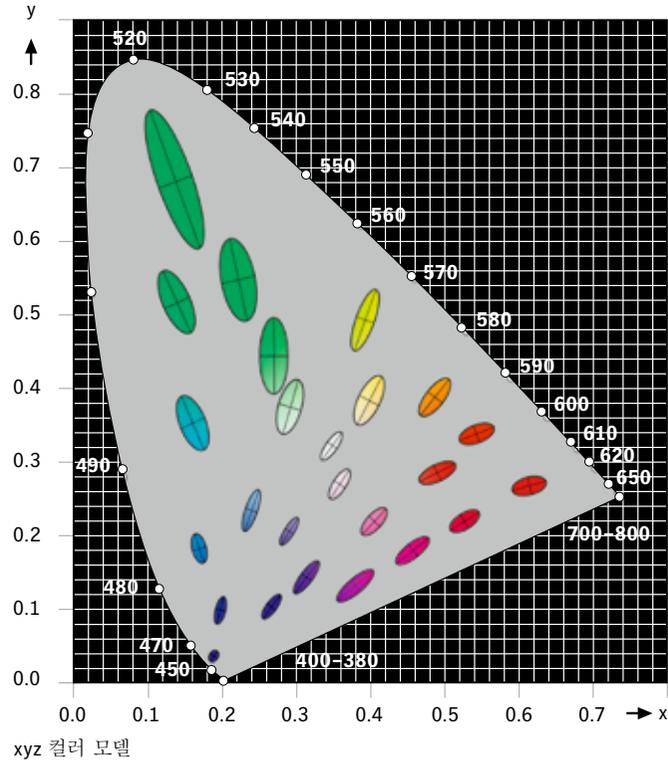
4.6 같은 공간에서의 컬러 톤 차이

CIE 컬러 스페이스는 이미 컬러 시스템 섹션 1.4에서 설명되었습니다. 그러나 이 컬러 스페이스에는 한 가지 중요한 단점이 있습니다. Chromaticity diagram에서 수치적으로 각 톤에 대해 컬러 거리가 동일해도, 인간의 눈은 다른 것으로 인식합니다.

미국의 David L. MacAdam은 많은 실험을 통해 이 현상을 조사하고 정량화했습니다. 그림은 MacAdam 타원으로 알려진 것으로 10 배 확대된 것입니다. CIE 컬러 스페이스가 실제로 3 차원이므로 실질적으로 타원체입니다. 타원체의 크기는 컬러 편차에 대한 지각력 역치 측정을 나타냅니다 (관련 타원체의 중심점으로부터 및 관련 색상에서 볼 수 있음).

결과적으로 이 시스템은 실제로 컬러 거리를 평가하는데 사용할 수 없습니다. 이를 사용한다는 것은 각 컬러 톤에 대해 다른 허용오차를 허용해야한다는 것을 의미합니다. 의미있는 컬러 거리를 안정적으로 계산하려면, 두 컬러 사이의 거리가 실제로 인지되는 거리에 상응하는 컬러 스페이스가 필요합니다. 그러한 두 가지 시스템이 CIELab 및 CIELUV이며, CIE 컬러 스페이스에서 수학적 변환을 통해 도출됩니다.

이 변환은 다양한 크기의 MacAdam 타원체를 거의 정확히 동일한 크기의 구형으로 매핑한 것입니다. 그 결과 모든 색상 사이의 수치적 거리는 인간의 눈으로 인식되는 색상 사이의 거리와 어느 정도 일치합니다.



4.7. Lab 컬러 모델

우리의 컬러 인식이 현실과 맞지 않는 문제는 1976년 CIE가 Lab 컬러 모델을 개발하여 해결되었습니다. 그것은 동등한 크기로 인지되는 컬러 편차가 컬러간 동등한 거리로 측정되는 3 차원 컬러 스페이스입니다. 즉, 각 컬러가 특정 a 값 및 b 값과 명도 L을 사용하여 정확하게 지명될 수 있습니다. 그러나 이 컬러 스페이스에서 가장 중요한 속성은 표준 컬러 시스템과 마찬가지로 장치에 독립적이며 따라서 객관적이라는 것입니다.

CIELab 컬러 스페이스는 일반적으로 3개의 축이 있는 구형으로 표시됩니다. 이 축은 다음과 같습니다.:

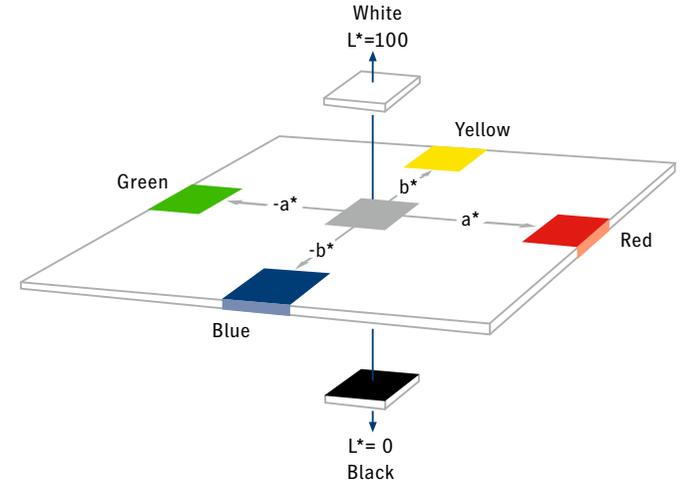
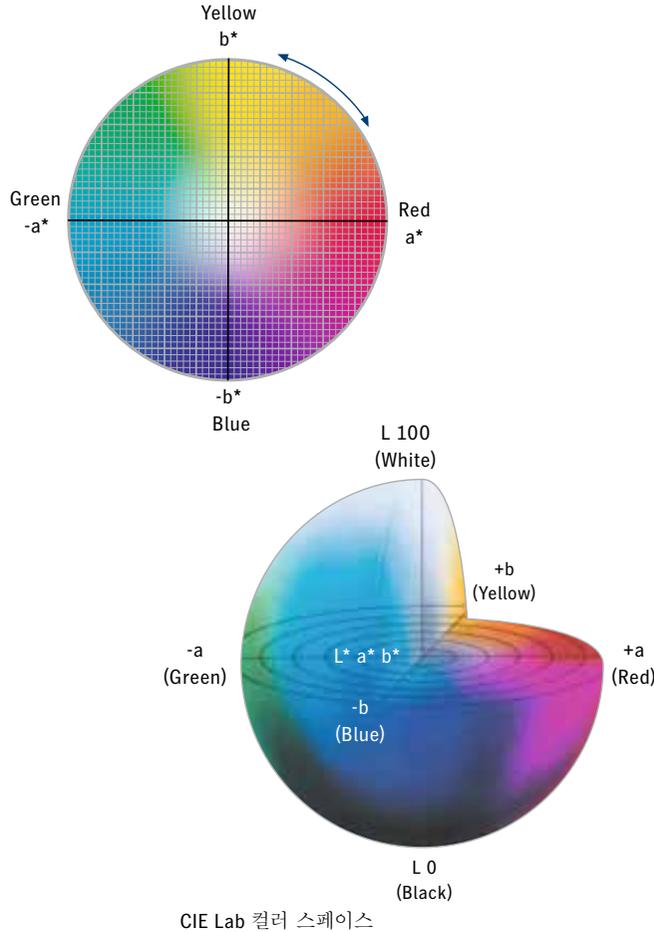
- L = 명도 축
- a = 적-녹 축
- b = 청-황 축

L은 항상 0과 100 사이에 있으며 0은 절대적 검 (K)이며 100은 절대적 백색입니다.

a + b 값은 축 중심부에서 0에 있는데, 이는 그 부분에서 완벽한 무채색임을 말하고자 하는 것입니다. 0에서 멀어질수록 a 및 b 값은 더욱 채도가 높은 색상입니다.

명확한 색상 인지를 보장하기 위해 다양한 사람들에게 가능한 정도까지 표준 관찰자와 표준 조명 D50 (5000 Kelvin) 이 정의되었습니다. 표준 관찰자는 10° 또는 2° 각도에서 컬러 샘플을 봅니다. 인쇄 산업에서는 2° 관찰자만 정의됩니다. L* a* b* 표시는 컬러 값이 표준 관찰자의 인지를 참조함을 나타냅니다.

CIEL * a * b * 값을 이용한 인쇄 잉크의 색채 표시가 이제 표준이 되었습니다. 원색 cyan, magenta, yellow 및 black 에 대한 색상 좌표는 ISO 2846 표준에 명시되어 있습니다. 그러나 이 표준은 특정 인쇄 조건하의 잉크 자체만을 나타내어 잉크 제조업체에서 주로 사용됩니다. 반면 매엽 오프셋 인쇄에 지정된 컬러 스페이스는 ISO 12647-2 표준에 의해 규정되며, ISO 12647-2 표준은 ISO 2846-1.0에서 규정된 표준 잉크를 기반으로 합니다.



예	특정 타겟 컬러	실제 측정된 컬러
L*	70.0	75.3
a*	55.0	51.2
b*	54.0	48.4

L* = 75.3은 해당 컬러가 밝으며 a* = 51.2와 b* = 48.4의 위치는 황과 적 사이에 컬러가 있다는 것을 의미합니다. 이 특정 예의 컬러는 따라서 밝은 노란빛을 띤 적색이나 오렌지 색입니다.

실제 측정된 컬러 좌표는 규정된 타겟 컬러에서 벗어나 있습니다.

4.7.1 CIELab 컬러 편차

두 색상의 차이는 $L^* a^* b^*$ 컬러 스페이스에서 ΔE 로 표현됩니다. Δ = 차이 (그리스어), E = 오류(차이). 목표는 항상 사람의 눈으로 감지할 수 있는 가장 작은 차이에 해당하는 1 ΔE 를 갖는 것입니다. 그래서 이른바 컬러 편차 공식이 지속적으로 업데이트되고 개선되고 있습니다.

컬러 편차를 계산하는데 사용되는 몇 가지 ΔE 공식이 있습니다. 그 중 2 개는 현재 인쇄 및 미디어 산업에서 널리 사용됩니다.

- ΔE (1976), ΔE_{ab} 이라고도 하며,
- ΔE (2000), ΔE_{00} 이라고도 함

편차 ΔL^* , Δa^* 및 Δb^* 가 Δb^* 와 동일하게 가중치가 부여되는 경우, ΔE_{00} 은 톤을 고려합니다. 이러한 방식으로 ΔE_{00} 공식은 ΔE_{ab} 의 단점을 제거하려고 합니다. 즉, 사람의 눈은 red에서 1 ΔE 를 거의 인식하지 못하는 반면, gray에서 1 ΔE 는 매우 쉽게 인지합니다.

ΔE_{ab} 공식은 오프셋 인쇄기에서 색상 제어에 더 적합한데, 일반적으로 채도가 높은 색체를 포함하기 때문입니다. 즉, 이러한 색상 제어 시스템은 최소한의 컬러 편차도 보정하여 매우 일정한 인쇄 결과를 보장합니다.

하이델베르크 컬러 측정 시스템에서는 기본 설정에서 디스플레이에 컬러 편차 ΔE_{ab} 와 ΔE_{00} 중에서 선택할 수 있습니다. 선택한 설정에 관계없이 권장 후속 조치는 항상 ΔE_{ab} 공식을 기반으로 작동합니다.

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

ΔL^* , Δa^* 및 Δb^* 값은 실제 값과 목표 값의 차이를 나타냅니다. 세 축에 투영된 컬러 좌표 사이의 거리에 해당합니다. 다음 예제는 목표와 실제 값 사이의 컬러 편차가 계산되는 방법을 보여줍니다.

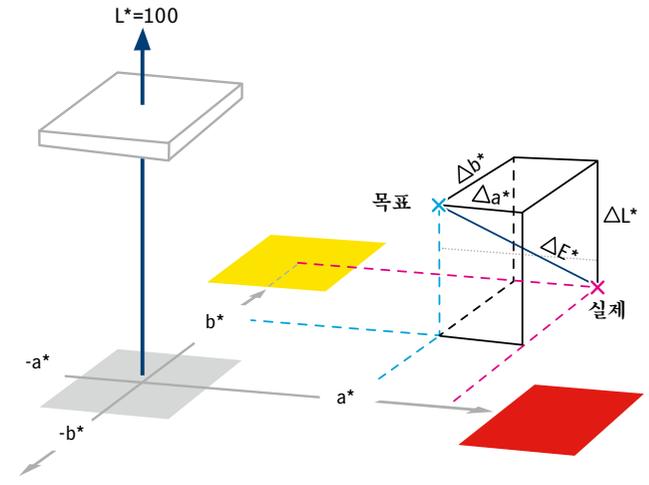
ΔE_{00} 공식을 기반으로 컬러 편차를 계산하는 공식: 이 공식에는 5 가지 보정 요소가 포함됩니다.:

- blue 톤을 약 275° 수정하는 색조 회전 값 (RT)
- 무채색 보정
- 명도 보정 (SL)
- 채도 보상 (SC)
- 톤 보정 (SH)

컬러 편차는 가시성과 관련하여 다음과 같이 분류할 수 있습니다.:

$$\Delta E_{00}^* = \sqrt{\left(\frac{\Delta L^*}{S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*}{S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*}{S_H}\right)^2} + R_T \frac{\Delta C^*}{S_C} \frac{\Delta H^*}{S_H}$$

- | | |
|------------------------|------------------------------|
| $\Delta E, 0 \sim 1$ | 일반적으로 눈에 보이지 않는 편차; |
| $\Delta E, 1 \sim 2$ | 매우 작은 편차; 훈련된 사람만 볼 수 있습니다 |
| $\Delta E, 2 \sim 3,5$ | 작은 편차; 훈련되지 않은 사람도 볼 수 있습니다. |
| $\Delta E, 3,5 \sim 5$ | 분명한 편차 |
| $\Delta E, 5 \sim$ | 큰 편차 |



목표와 실제 값 간 컬러 편차 계산 예시:

$$\begin{aligned} \Delta L^* &= 75.3 - 70.0 = 5.3 \\ \Delta a^* &= 51.2 - 55.0 = -3.8 \\ \Delta b^* &= 48.4 - 54.0 = -5.6 \\ \Delta E_{ab}^* &= \sqrt{(5.3)^2 + (3.8)^2 + (5.6)^2} = 8.6 \end{aligned}$$

ISO 2846-1에 따른 오프셋 잉크의 컬러 값

Color	CIELab values			허용오차			
	L*	a*	b*	ΔE^*ab	Δa^*	Δb^*	L*
Yellow	91.0	-5.1	95.0	4.0	-	-	-
Magenta	50.0	76.0	-3.0	4.0	-	-	-
Cyan	57.0	-39.2	-46.0	4.0	-	-	-
Black	18.0	0.8	0.0	-	1.5	3.0	≤18.0

인쇄 작업에 대해 ISO 12647-2:2013에 따른 매엽 오프셋에서 솔리드 컬러 값, 백색 및 먹색 뒷면에서 측정. CD = Colorant Description

Coordination		CD1 (coated paper glossy, matt, semi-matt)						CD 5 (uncoated, wood-free paper – offset paper)					
		L*		a*		b*		L*		a*		b*	
밝은 grey는 현재 값을 나타내고 어두운 grey는 ISO 표준과 조화되는 틀 내에서 원하는 변화이며 bvdM의 프로세스 표준 오프셋값입니다. 이 값은 FOGRA51 및 FOGRA52에도 해당합니다.													
Black	WB	16		0		0		33		1		1	0
	BB	16		0		0		32		1		1	0
Cyan	WB	56		36	-35	-51	-53	60	59	-25	-22	-44	-48
	BB	55		35	-34	-51	-52	58		-24	-22	-44	-47
Magenta	WB	48		75		-4	-5	55		60		-2	-4
	BB	47		73	74	-4	-5	53	54	58		-3	-4
Yellow	WB	89		-4		93	92	89	88	-3		76	
	BB	87		-4		91	90	86		-3		73	70
Red	WB	48		68	69	47	46	53		56		27	26
	BB	46	47	67	68	45		51	52	55		25	
Green	WB	50	49	-65	-66	26	24	53	52	-43	-41	14	11
	BB	49		-63	-65	25	24	52	51	-41		13	11
Blue	WB	25		20	21	-46	-47	39	38	9	10	-30	-32
	BB	24	25	20	21	-45	-47	37	38	9	10	-30	-31
Overprint CMY100	WB	23		0	-1	-1	-2	35		0	1	-3	-4
	BB	23		0	-1	-1	-2	34		0	1	-3	-4

WB = White Backing BB = Black Backing

4.7.2 CIELUV

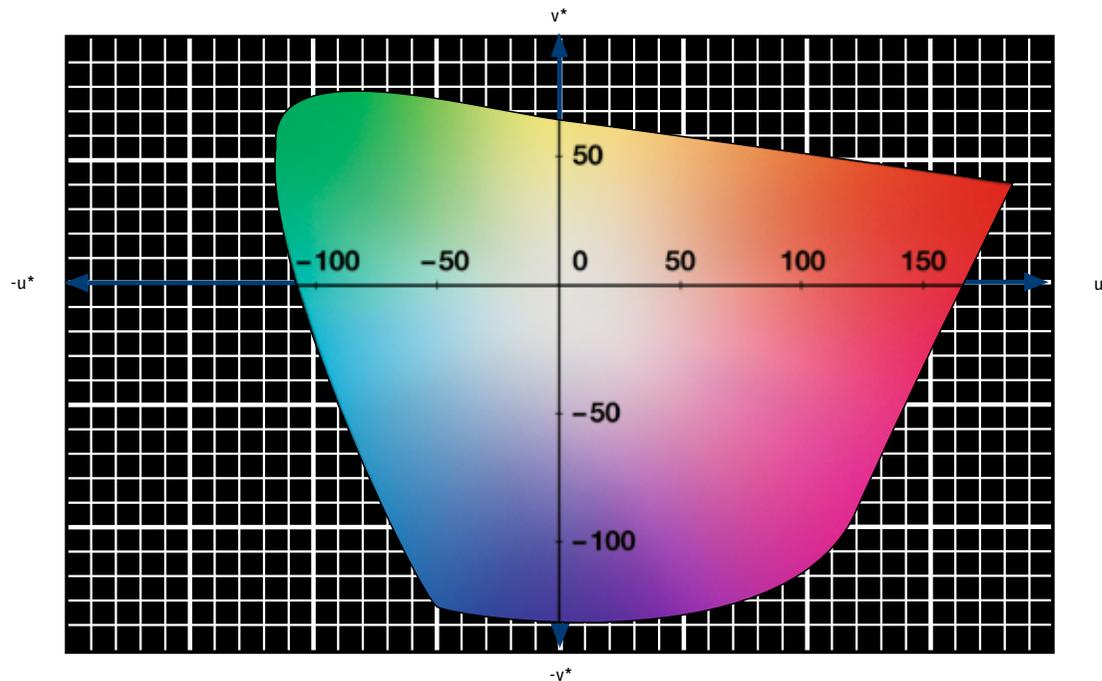
컬러 스페이스 또한 CIE 컬러 스페이스에서 변환을 통해 파생됩니다. 세 좌표 축은 L^* , u^* 및 v^* 로 지정됩니다.

CIELUV 및 CIELab 색상 공간은 서로 다른 변형에서 비롯되므로 모양도 다릅니다. 둘 다 body color를 매핑하는데 사용됩니다.

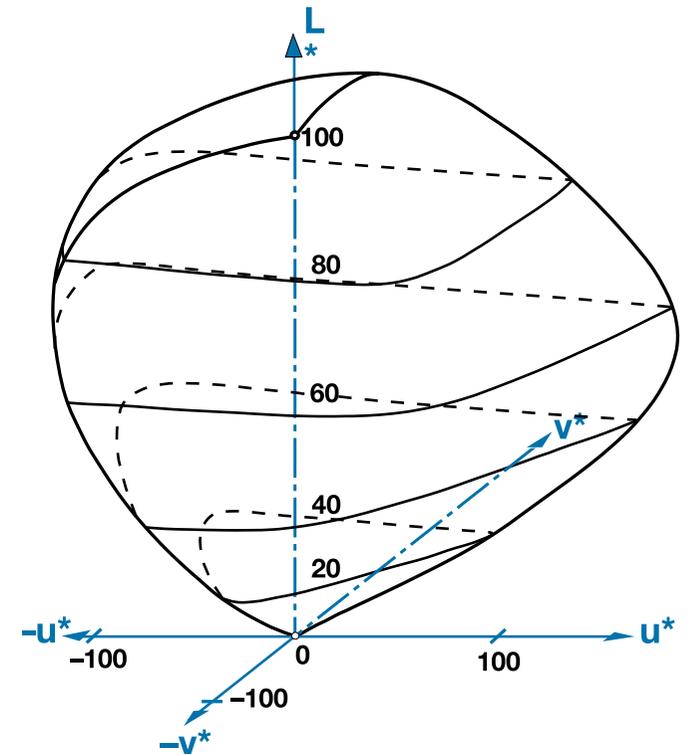
아래 그림은 $L^* = 50$ 휘도를 갖는 body color의 CIELUV 컬러 스페이스 단면도를 보여줍니다. 녹색은 CIELab 컬러 스페이스에서 보다 더 안쪽에 위치하고 파란색 범위가 더 큽니다.

CIELUV 컬러 스페이스는 컬러 모니터 (예 : 텔레비전 화면 또는 컴퓨터 모니터)의 디스플레이 컬러를 평가하는데 종종 사용됩니다. 장점은 선형적(linear) 변환에 의해 파생되어,

컬러 관련성이 CIE 컬러 스페이스와 동일하다는 장점이 있습니다 (CIELab 컬러 스페이스는 그렇지 않음).



body color의 CIELUV 컬러 스페이스 단면도



4.7.3 CIELCH

CIELCH는 데카르트 좌표 a^* , b^* 및 / 또는 u^* , v^* 대신 실린더형 좌표 c (채도, 중앙으로부터의 거리) 및 h (색조 = 각도)가 CIELab 또는 CIELUV 컬러 스페이스에서 사용되는 경우의 명칭입니다. 즉, 그 자체로 컬러 스페이스는 아닙니다.

관련된 계산은 CIELUV의 계산식과 일치합니다.

CIELCH

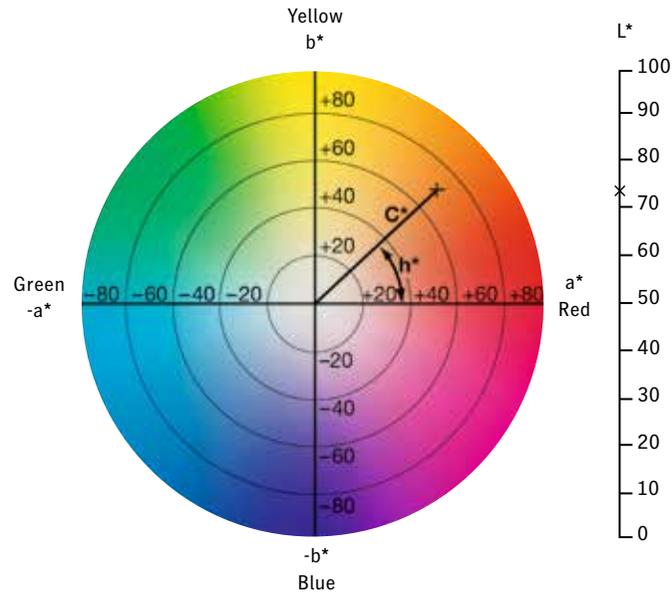
실제 색 : $L^* = 75.3$
 $C^* = 70.5$
 $h^* = 43.4^\circ$

CIELUV

명도 L^* 은 변하지 않습니다.

$$\text{채도 } C^*_{ab} \text{ 계산식 : } C^*_{ab} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$\text{hue 각도 } h^*_{ab} \text{ 계산식 : } h^*_{ab} = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$



4.7.4 CMC

CIELab 컬러 스페이스에 근거하여 컬러 거리를 평가하는 시스템인 CMC는 1988년 Colour Measurement Committee of the Society of Dyers and Colourists (CMC)에 의해 영국에서 개발되었습니다. CIELab 또는 CIELUV와 달리 CMC는 컬러 차이를 관찰자가 어떻게 인식하는지가 아니라 관찰자가 얼마나 잘 수용하는지를 설명합니다.

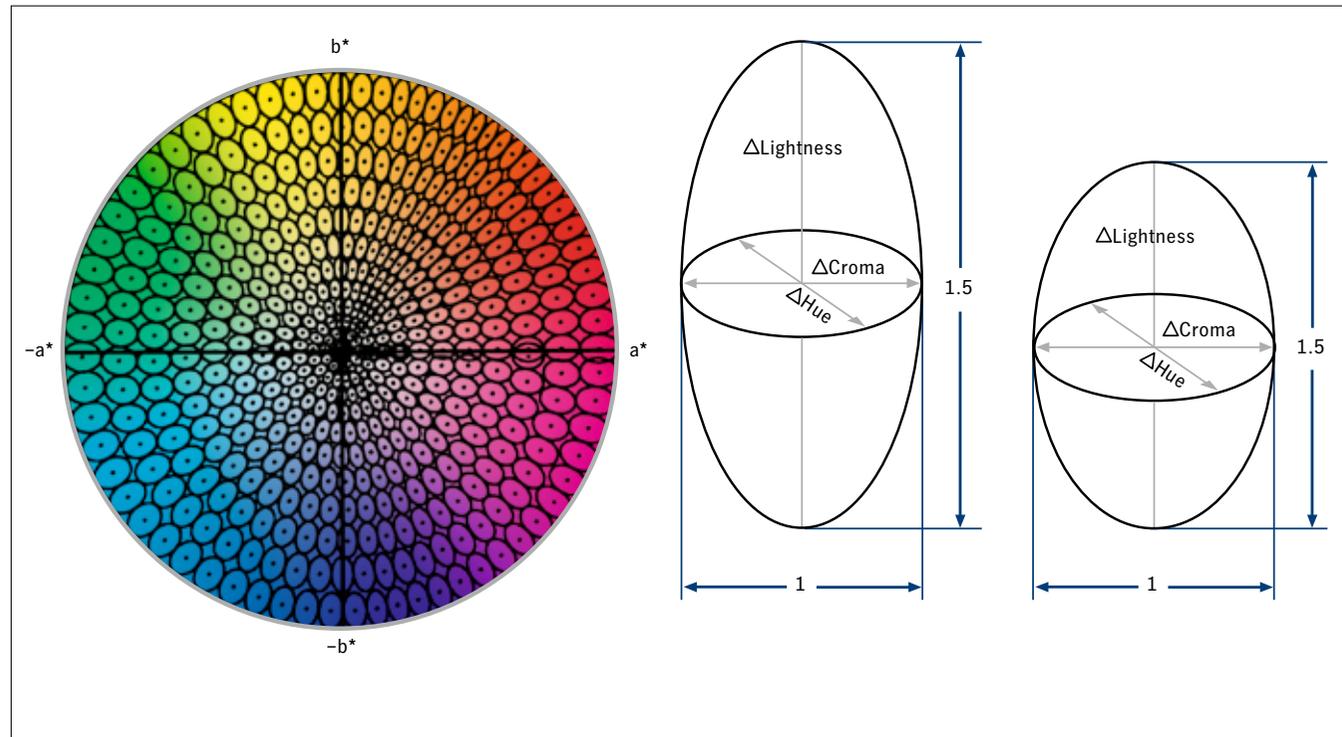
일반적으로 명도(L) 축 근처에서의 색상 변동이 채도가 높은 색상에서의 편차보다 훨씬 더 불편하게 인식된다는 사실을 다룹니다. 마찬가지로 채도의 변동은 hue 각도에서의 변동보다 훨씬 더 쉽게 받아들여집니다.

46쪽에 있는 그림은 CIELab 컬러 스페이스에서 컬러 거리를 평가하는데 CMC 원리가 적용되는 것을 보여줍니다. 각 타원은 CMC 공식에 기초하여 목표 위치값 주변 수용 가능한 편차를 가진 컬러를 보여줍니다.

명확하게 볼 수 있듯이 타원형 (CMC 컬러 스페이스에서 허용 오차를 나타냄)은 채도가 높은 영역보다 무채색 영역에서 더 작습니다. 또한 hue 각도에서 허용 가능한 편차가 채도 값의 편차보다 작도록 모양이 만들어집니다. 또한 명도와 컬러 편차를 평가하기 위해 유연하게 조절할 수 있습니다. 그 조절은 1 및 c의 두 가지 가중 요소 (여기서 1은 명도에 대한 가중치이고 컬러 톤에 대한 가중치가 c일 때, 보통 1입니다)를 사용해 이루어집니다.

섬유 산업은 종종 1 : c = 2 : 1의 비율로 가중치를 사용하는 경우가 많습니다. 이는 명도 편차가 컬러 편차보다 두 배 더 허용된다는 것을 의미합니다.

이 비율은 각 용도에 맞게 조정할 수 있습니다. 그러나 결과적으로 컬러 거리 값은 동일한 가중치로 되어있을 때만 비교가 가능하며 의미가 있습니다.



CMC 컬러 스페이스 모델

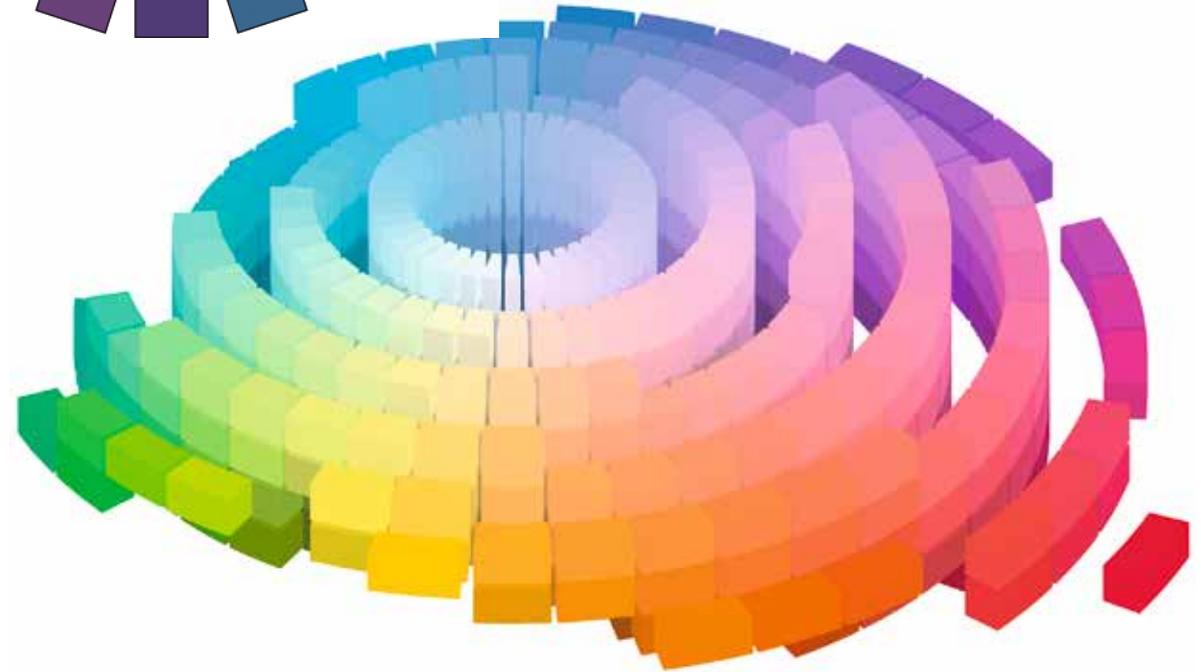
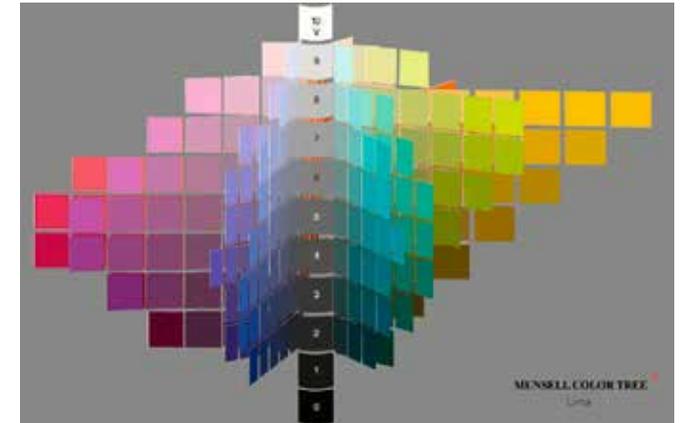
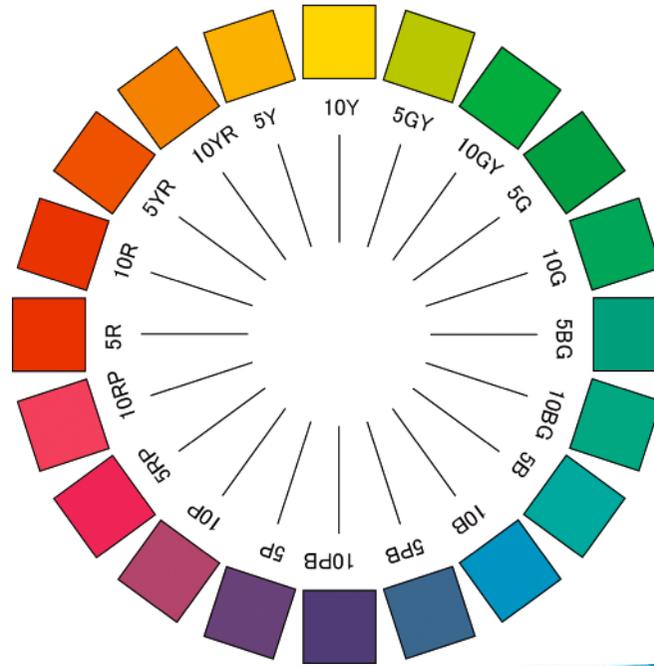
4.8 Munsell

1905년 Alfred Munsell은 인식되는 대로 컬러 거리를 나타내는 컬러 시스템을 개발했습니다. 그는 hue (톤), value (명도) 및 chroma (채도)라는 용어를 사용해 컬러의 속성을 표현했습니다. 다섯 가지 기본 hue는 red, yellow, green, blue, purple의 표기 시스템으로 이루어집니다. 이 시스템은 1915년에 유광과 무광 샘플을 모두 포함하여 광원 C에서의 40가지 컬러 톤에 대한 “Munsell Book of Color”로 발행되었습니다.

5가지 기본 hue는 각각 최대 100가지 짝수의 컬러 톤으로 세분되는데, 각 톤에는 16 채도와 10 명도 레벨로 이루어진 그리드를 갖습니다. 그림은 40개 컬러 톤을 가진 Munsell color tree의 단면을 보여줍니다. 각 그리드에 있는 모든 슬롯이 채워진 것이 아니기 때문에 불규칙적인 컬러 스페이스가 됩니다.

Munsell 좌표는 수학적으로 CIE 좌표로 변환될 수 없습니다.

이외의 컬러 시스템으로는 DIN Color Atlas (DIN6164), Natural Color System (NCS), OSA 시스템 (미국 광학 협회 제공) 및 RAL Design System (RAL-DS)이 있습니다.



5 측색기 사용.

5.1 분광광도계 Spectrophotometry

분광광도계는 예를 들어 380 - 730 nm까지의 가시 스펙트럼을 측정합니다. 잉크에 의해 반사된 빛은 회절격자나 기타 기술을 사용해 스펙트럼의 요소로 분리되어 많은 센서에 의해 감지됩니다.

측정된 반사율 값은 표준 컬러 값 X, Y 및 Z을 계산하는데 사용됩니다. 이는 표준 스펙트럼 함수 x, y, z을 사용하는 프로세서에서 이루어집니다. 이러한 함수는 유리 필터로 모델링할 필요가 없기 때문에, 분광광도계의 절대 정밀도는 매우 높습니다.

분광광도계의 주요 장점은 높은 절대 정밀도 외에도 관계 값이 저장되어 있다면 모든 표준화된 광원과 관찰자에 대한 표준 컬러 값을 만들 수 있다는 사실입니다. 또한 모든 필터 표준에 대해 농도를 계산할 수 있습니다.

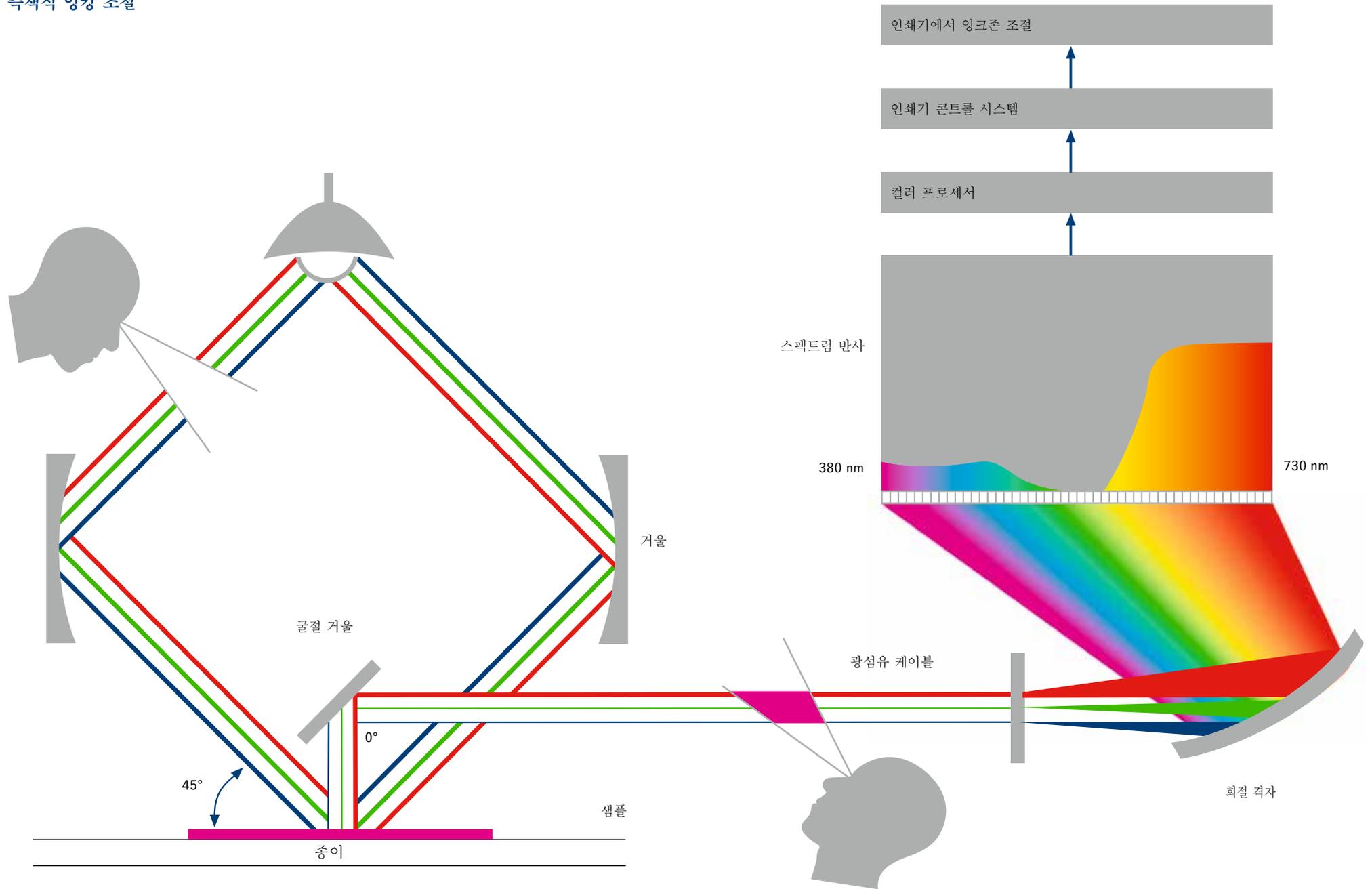
잉크 제조업체는 제품을 만들 때 정확한 사양을 준수해야 합니다. 이는 표준화된 색상 (ISO 2846-1)뿐만 아니라 HKS 및 모든 특수 별색 혼합에도 매우 중요합니다. 이는 분광 광도계로 샘플을 측정한 다음 적절한 합성 프로그램을 사용하여 잉크 혼합 비율을 계산함으로써 가능합니다.

분광광도계의 작동 원리는 오른쪽 그림에 나와 있습니다.

먼저, 빛은 45° 각도로 인쇄 샘플로 향합니다. 0° 각도로 반사된 빛은 굴절 거울과 광섬유 케이블을 통해 측정 헤드에서 분광광도계로 전달됩니다. 거기에서 회절격자를 통해 스펙트럼 컬러로 분리됩니다 (프리즘과 유사한 방식).

그러면 포토 다이오드는 전체 가시 스펙트럼 (380 ~ 730nm)에 걸쳐 방사선 분포를 측정하고, 결과를 프로세서로 전달합니다. 이 프로세서는 측정된 값을 측광식 평가를 하고 이를 Lab 값으로 출력합니다. 측정된 값이 이전에 입력된 목표 값과 비교되면 시스템은 다양한 색상에 대해 상대적 권장 조정값을 계산하고 이러한 권장 사항을 인쇄기 컨트롤 시스템으로 전송합니다. 컨트롤 시스템은 개별 잉크존을 제어하기 위해 데이터를 절대 값으로 변환하여 잉크존 모터로 전달합니다.

측색식 잉킹 조절



5.2 컬러바

하이텔베르그는 또한 모든 컬러 관련 프리넥 제품에 대한 디지털 인쇄 컨트롤 요소 (Dipco - digital print control elements) 라이브러리를 판매합니다. 이 종합 패키지에는 프리프레스에서 인쇄까지 인쇄 공정의 각 단계에서 얻은 결과를 확인하고 제어하는데 필요한 모든 디지털 요소가 포함되어 있습니다. 사용되는 인쇄 컬러바는 주로 작업에 필요한 색채에 따라 다릅니다. 모든 관계된 컬러바는 프리넥 컬러 측정 시스템에 저장됩니다. 인쇄기 작업자가 수동으로 선택하거나 프리넥 컬러 워크플로우에서 자동으로 선택합니다. 프리넥 인프레스 컨트롤 (Prinect Inpress Control)은 동기화 마크를 사용하여 시트에서 컬러바의 유형과 위치를 자동으로 식별합니다. 컬러바의 모든 요소를 측정된 결과는 컬러 측정 시스템에 저장된 참고값과 비교됩니다. 이 비교를 기초로 프리넥 컬러 측정 시스템은 각 인쇄 유니트의 개별 잉크존에 대해 권장되는 조정을 계산합니다.

컬러바 위치 선정 방법에 대한 팁 :

- 용지에 대각선으로 놓지 않으며 용지 끝에 수평으로 놓습니다.
- 항상 특정 인쇄기에 적합한 컬러바를 선택하고, 컬러바의 중앙이 인쇄기의 중앙에 오도록 배치하십시오.
- 컬러바의 모든 부분을 한 줄에 함께 배치해 그들을 분리시키지 않습니다.
- 인쇄 작업에 적합한 컬러바를 선택합니다.
- (원색만, 원색 및 별색, 별색 만)

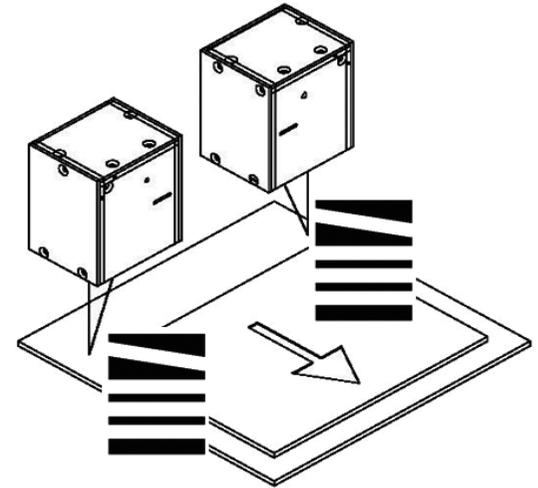
- 컬러 측정 시스템으로 후속 측정 및 제어를 할 수 있는 올바른 컬러바 선택
 - 솔리드 / 그레이 패치 제어
 - 솔리드 컨트롤만
- 평가하려는 하프톤 패치에 적합한 컬러바를 선택하십시오.
- 톤 값에 대한 표준 준수 측정 및 특성 커브의 우수한 조정을 위해 항상 미드-톤과 3/4 톤 범위의 하프톤 패치가 있는 스트립을 사용하십시오. 예 40 % 와 80 % 또는 50 % 와 75 %
- 컬러바의 높이 또는 폭을 줄이거나 늘리거나 자르지 마십시오.
- 그리퍼가 용지를 잡는 곳에 컬러바를 놓지 않습니다.
- 컬러바는 용지 앞쪽이나 뒤쪽 끝 혹은 용지 중앙 (양면 인쇄기)에 배치 할 수 있습니다.
- 프리넥 컬러 측정 시스템으로 작업할 때는 항상 Dipco 포지셔닝 지침을 준수하십시오. 측정 장치 및 Dipco 제어 요소의 소프트웨어 상태를 고려하십시오.

컬러바를 왼쪽과 오른쪽으로 자르지 마십시오! 가능하면 컬러바 패치와 인쇄된 이미지 사이, 용지와 그리퍼 가장자리 사이에 항상 1mm의 용지 백색을 남겨 두십시오.

프리넥 이지 컨트롤, 프리넥 액세스 컨트롤 및 프리넥 이미지 컨트롤을 사용할 때 컬러바의 왼쪽과 오른쪽에 5mm의 용지 백색을 남겨 둡니다.

프리넥 인프레스 컨트롤을 사용하면 항상 동기화 마크가 인쇄 가능 영역에 있는지 확인하십시오! 또한 컬러바의 패치와 인쇄된 이미지 및 그리퍼 가장자리 사이에는 항상 1mm의 용지 백색 여백이 있어야 합니다.

컬러바의 개별 패치는 4mm 또는 6mm의 높이에 3.25mm 또는 5mm 너비가 되도록 합니다. 모든 스피드마스터 인쇄기에서 잉크 존의 너비는 32.5mm이므로 2개의 잉크존에 13개 또는 20개의 패치를 위한 공간이 있습니다.



프리넥 인프레스 컨트롤의 경우 측정 헤드에 있는 특수 센서는 자동으로 컬러바를 감지합니다.



5.3 하이텔베르그 컬러 콘트롤

5.3.1 하이텔베르그 컬러 측정 콘트롤 시스템

하이텔베르그는 스펙트럼 측정 및 측색식 (colorimetric) 제어에 기반한 시스템만 판매합니다. 작업자가 측정된 컬러 편차를 승인하면 인쇄기 제어 콘솔에 온라인으로 전달되고 잉크존 조정으로 변환됩니다. 프리넥 인프레스 콘트롤을 사용할 경우에는 측정 후 조정이 완전 자동으로 이루어질 수도 있습니다.

모든 장치는 컬러바에서 솔리드, 하프톤, 슬러링 (slurring)이나 더블링(doubling)을 측정하고 보여줍니다. 필요한 모든 인쇄 컬러바는 하이텔베르그 웹사이트에서 무료로 다운로드할 수 있습니다 (www.heidelberg.com - "Dipco"를 검색하면 됩니다).

모든 Prinect 컬러 측정 장치에는 Pantone 및 HKS L*a*b*와 내장된 컬러 데이터베이스가 함께 제공됩니다.

프리넥 이지 콘트롤 (Prinect Easy Control)

Prinect Easy Control은 인쇄기 제어 콘솔에 통합된 반자동 컬러 측정 장치입니다. 운용 방법이 쉬워 스펙트럼 측정 기술을 처음 접하는 사람들에게 이상적인 장치입니다.



Prinect Easy Control

프리넥 액세스 콘트롤 (Prinect Axis Control)

Prinect Axis control은 인쇄기 제어 콘솔에 통합된 장치로 X 및 Y 방향으로 전동식 측정 헤드가 이동합니다. 진공 석션이 있어 무거운 용지도 평평하게 유지시킵니다.

프리넥 이미지 콘트롤 (Prinect Image Control)

Prinect Image Control은 최대 4 대의 하이텔베르그 인쇄기에 연결 가능한 독립형 측정 장치입니다. 진공 석션으로 무거운 용지도 완전히 평평하게 유지합니다. 장치는 자체 터치 스크린 모니터를 통해 작동됩니다. Prinect Image Control은 전체 인쇄 이미지의 색상을 측정 및 제어하고 컬러바에서 불투명 백색을 제어합니다.

프리프레스에서 CIP4-PPF 데이터를 받아 다음 옵션을 제공합니다.:

- 교정지와 일치하도록 인쇄물 조정
- 컬러 매니지먼트, 미니 스팟 워크플로우, 프로세스 제어
- 인쇄 오류에 대한 시트 검사
- 보안 및 레인보우 인쇄를 위한 특수 애플리케이션

프리넥 인프레스 콘트롤 (Prinect Inpress Control)

Prinect Inpress Control은 인쇄기에 내장되는 측정 장치입니다. 컬러바를 자동으로 감지하고 모든 인쇄 속도에서 측정할 수 있습니다. 백색 용지와 컬러 샘플을 측정하기 위한 소형 분광광도계가 추가로 함께 제공됩니다.



Prinect Axis Control



Prinect Image Control



Prinect Inpress Control

5.3.2 측색식 콘트롤 방법

하이텔베르그 컬러 측정 시스템은 스펙트럼을 측정하고 측색식 제어를 합니다. 두 가지 유형의 컬러 제어 모드에서 선택하여 작동할 수 있습니다.

- 인쇄물 컬러바 (CMYK 및 별색 용)에 있는 솔리드 패치를 기반으로 한 측색법.
- 오토티피컬 스크리닝으로 오버프린트 인쇄된 패치를 기반으로 한 측색법.

후자의 변형은 원색 CMY로 구성된 그레이 패치에서 측정하고 제어하기 위한 목적으로만 사용될 것이었습니다. 인쇄판 노광 중 톤 값 조절에 근거한 오늘의 모던 그레이 발란스 최적화를 통해, 그레이 패치를 사용한 이런 형태의 제어는 더욱 뒤로 밀려나게 되었습니다.

하이텔베르그 장치는 이제 오버프린트된 패치 대신 전체 인쇄 이미지를 측정합니다. Prinect Image Control은 인쇄된 이미지를 스펙트럼으로 스캔하고 디지털 이미지 데이터를 기반으로 잉크존을 제어하는 세계 최초이자 유일한 장치입니다. 이것은 측정하는 것과 고객에게 판매되는 것이 동일하다는 의미입니다. 당연히 컬러 이미지 영역뿐만 아니라 그레이 톤도 정밀하게 측정 및 제어할 수 있습니다.

모든 제어 모드는 측색법식 참고 값을 사용합니다. 이렇게 하면 인쇄 결과와 가장 중요한 참고 값 사이의 완벽한 색상 일치 보장됩니다. 하이텔베르그 컬러 측정 시스템에서 사용되는 측색식 접근 방식은, 인간 눈의 기능 및 색상 인식을 모방하는 기술을 통해 OK 시트와 본인쇄 시트 사이에 감지된 색상 차이를 최적으로 제어하고 최소화하도록 합니다.

5.3.3 인쇄기에서 측정 및 조정을 위한 전제 조건

어떻게 각 측정 시스템들이 작동하는지를 살펴보기 전에, 측정과 조정을 정확하게 하기 위한 선결 조건을 확인하는 것이 필요합니다.

컬러 사전 설정 및 프리잉킹은 가장 큰 관심사입니다. 컬러 사전 설정은 잉크와 재료 파라미터 (인쇄기에 저장된 특성 커브)뿐 아니라 작업의 잉크값에 의해 주로 결정됩니다. 이상적으로 잉크값은 프리프레스의 CIP4-PPF 데이터를 사용하여 결정되는데, 잉크값은 인쇄기에 온라인으로 전송되었거나 저장 매체를 통해 제공됩니다. 컬러 사전 설정의 목적은 인쇄가 시작되는 즉시 잉킹에 필요한 참고 값에 최대한 근접하도록 하는 것입니다. 모든 존에서 잉크키와 각 잉킹 유니트에서의 잉크줄 폭은 추정되는 잉크 사용량에 따라 설정됩니다. 잉크키를 설정하기 위해 특성 커브는 잉크값을 컬러 사전 설정 값으로 변환하는데 적용됩니다.

자주 간과되는 요소는 소위 프리잉킹입니다. 안정적인 인쇄 조건에서 본인쇄 중 나중에 필요한 잉크량이 첫 번째 시트가 인쇄되기 전에 잉킹 유니트로 공급됩니다. 여기서 규칙은 다 음과 같습니다. 잉킹이 처음에 잘 설정되면 나중에 그것을 조정할 필요가 없습니다. 잉크 사전 설정을 위해 위에 설명된 단계를 수행하면, 인쇄가 시작될 때 잉킹은 컬러 측정 및 제어를 시작하기에 참고값에 충분할만큼 가까이 있게 됩니다.

5.3.4 하이텔베르그 컬러 측정 시스템 작동법

하이텔베르그는 잉크 농도 또는 $L^*a^*b^*$ 값을 출력하는지 여부에 관계없이 모든 컬러 측정 시스템에 분광광도계를 사용합니다. 측정된 스펙트럼은 통합 프로세서로 전달되어 필요한 값을 계산하는데 사용됩니다. 이러한 색상 값은 측색법식 콘트롤의 기초가 됩니다. 즉, 잉크기에 대해 권장되는 조절은 잉크 필름 두께가 변화할 때 색채 변화를 알려주는 컬러 모델을 사용하여 직접 계산됩니다.

제어를 위해 스펙트럼 값을 측정 장치에 참고값으로 저장하는 것이 중요합니다. Pantone 및 HKS 별색에 대한 참고값은 Prinect 색상 측정 시스템과 인쇄사에서 프리넥 워크플로우의 중앙 컬러 데이터베이스에 저장됩니다.

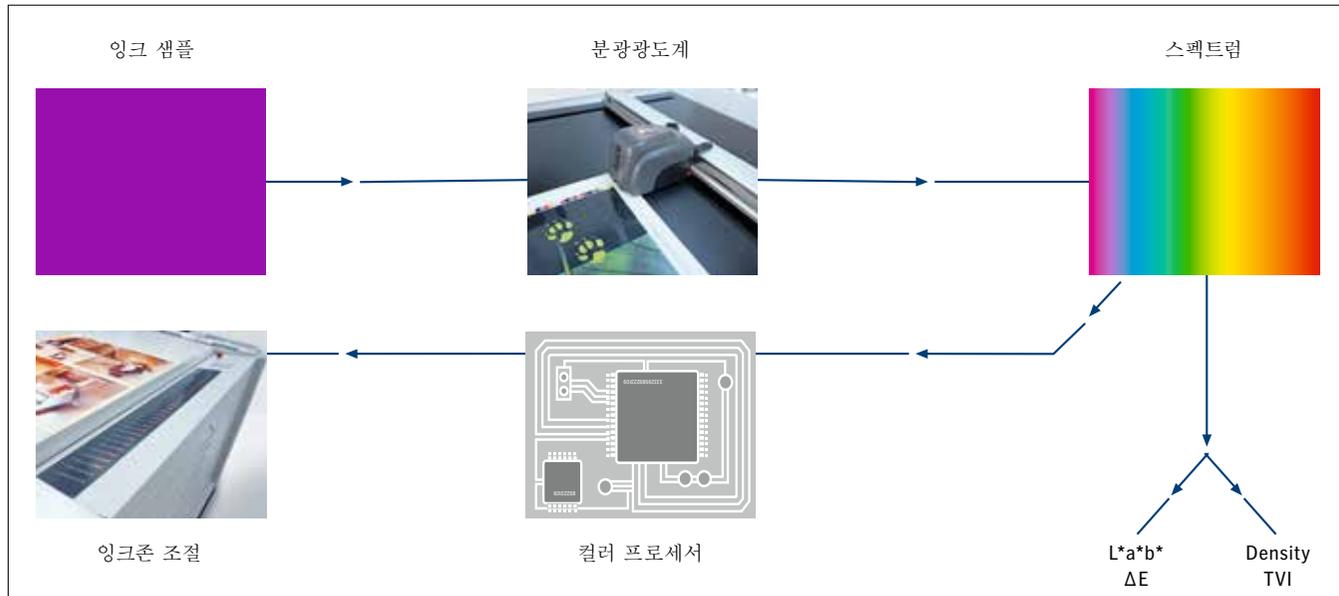
4원색 잉크 (4C), 고안료 잉크 또는 기타 잉크에 대해서는 스펙트럼 값이 저장되지 않습니다. 여기에는 두 가지 이유가 있습니다. 현장에서 사용되는 잉크의 유형이 매우 다양하고 원색 잉크의 색상이 크게 차이가 나는 경우가 많기 때문입니다. 따라서 인쇄기 작업자는 인쇄 샘플 (솔리드)을 측정하여 새로운 기준 색상 좌표를 확인하고 이러한 잉크의 스펙트럼 값을 결정해야 합니다. 이 작업은 몇 분 밖에 걸리지 않으며 인쇄 회사에서 사용하는 잉크로 현실적으로 얻을 수 있는 참고값을 생성할 수 있다는 장점이 있습니다. 예를 들어 서로 다른 시점에 생산된 잉크 배치 간의 색상 편차를 모니터링하여 품질 관리를 하는 것도 가능합니다.

5.3.5 참고값 결정 - 실질적인 예

ISO 12647-2 표준에 따라 인쇄하려고 합니다. 이 표준은 실제 컬러 인쇄를 보장하는 CIE $L^*a^*b^*$ 좌표로 표현되는 측색법식 참고값과 도트 계인을 규정합니다. 다양한 요인의 영향으로 인해 CIE $L^*a^*b^*$ 값은 완벽하게 일치할 수 없으므로 개별 4원색 및 인쇄 작업에 대한 허용오차가 주어집니다. 인쇄기 작업자는 그가 사용하는 잉크로 참고값에 얼마나 가깝게 근접할 수 있는지 아는 것이 중요합니다.

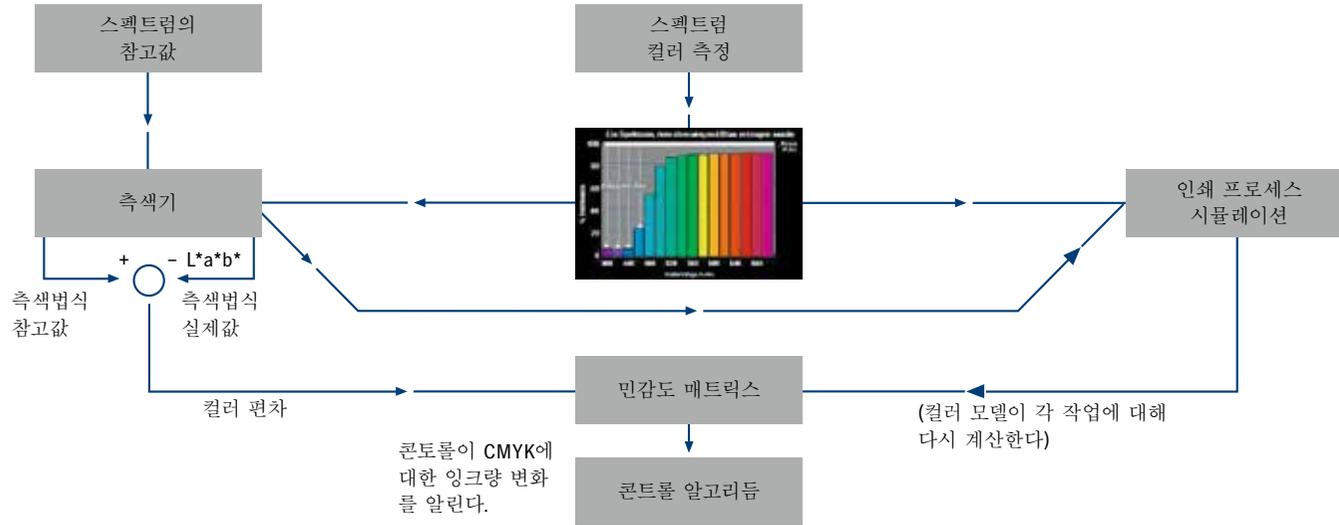
달성 가능한 목표값 (= 인쇄 표준)을 결정하기 위한 두 가지 실용적인 접근 방식이 있습니다.

1. 잉크량을 적게 한 것 (underinking)에서 많이 한 것 (overinking)에 이르는 잉크로 일련의 시트를 인쇄한 다음 측정합니다. 허용 가능한 오차 내 목표값에서 ΔE 편차가 가장 낮은 시트가 측정 시스템의 표준으로 적합합니다.
2. 잉크 제조업체에 작업에 사용할 동일한 용지에 시험 인쇄를 수행하도록 요청합니다. 측정 시스템으로 이 인쇄물을 스캔하고 표준으로 사용합니다.



하이텔베르그 컬러 측정 시스템 작동법.

인쇄 중 색상 편차를 잉크존에 대한 조정 권장값으로 변환하고 컬러 제어하기



5.3.6 인라인 컬러 측정 및 컨트롤

목표값이 결정되면 인쇄 작업 측정을 시작할 수 있습니다. 첫 번째 실제 측정 값은 맨 처음 배지부에서 뺀 용지에서 나옵니다. 이러한 초기값은 목표값에 비교적 가까워야 합니다. 이제 목표는 잉크존, 즉 잉크량을 조절해 가능한 한 빨리 목표값에 도달하는 것입니다.

언뜻보기에 이 접근 방식은 간단해 보일 수 있지만 잉크량의 변화가 사용된 잉크의 색상에 미치는 영향을 설명하는 복잡한 컬러 모델을 기반으로 합니다. 측색기 자체는 지금까지 달성한 색상이 컬러 스페이스 (실제 측정 값)에서 어디에 있고 도달해야 할 지점 (목표값 또는 기준값)만 알려줄 수 있습니다. 어떻게 해야 하는지 그 방법을 알려줄 수는 없는 것은, 그것은 측색기가 아닌 컬러 모델의 목적이기 때문입니다. 예를 들어 잉크량이 5% 증가하는 경우 컬러 모델을 사용하여 색상이 어떻게 변하는지 확인할 수 있습니다. 용지 위의

잉크량이 변경되면 시각적 모습도 자연스럽게 변경됩니다. CIE L*a*b* 컬러 스페이스에서 매우 적은 잉크량부터 완전히 높은 것까지 시리즈로 인쇄를 했을 때 컬러 좌표를 생각해 보십시오. 이 좌표는 명도뿐만 아니라 a 및 b 평면의 위치에서도 변화하는 선을 따라 있습니다. 이것을 컬러 라인이라고 합니다. 솔리드를 제어 할 때 달성 가능한 컬러 좌표는 잉크의 색소와 사용된 용지에 의해 결정됩니다. 컬러 모델을 사용하여 목표값을 만들어 내는데 가장 가까운 잉크량과 컬러 스페이스 내에서의 목표값 위치를 계산할 수 있습니다.

5.3.7 측색법은 어떻게 도움이 되는가

실제로 이것은 인쇄기 작업자가 한눈에 자신이 필요한 컬러 값을 얻을 수 있는지를 볼 수 있음을 의미합니다. 인쇄 프로세스의 모든 매개 변수가 최적으로 조정되면 작업자는 그것을 달성할 것으로 기대할 수 있습니다. 예를 들어 인쇄 중 유체색의 먹 농도에 따라 컬러가 목표값에서 크게 벗어날 수 있습니다. 이 경우 측색법은 필요한 색상 결과가 지정된 허용 오차 내에서 여전히 달성될 수 있는지 또는 잉크 롤러 세척과 같은 조치가 필요한지 여부를 알아내는데 큰 도움이 될 수 있습니다. 다른 유형의 잉크를 사용하는 경우 컬러 측정 시스템은 맨 처음 빼본 용지에서부터 달성 가능한 색상이 허용 오차 내에 있는지 여부를 바로 표시합니다. 다른 제조업체나 다른 종류의 잉크, 이전에 저장된 참조값으로 작업하는 것으로 색상은 허용 오차를 벗어날 수 있습니다. 같은 종류의 잉크가 다른 시점에 생산되었다면 동일한 CIE L*a*b* 값을 얻을 수 있지만 농도는 다를 수 있습니다. 시트가 참조 농도값에 따라서만 인쇄된 경우 인쇄물의 시각적 모습이 그에 따라 다르게 보일 수 있습니다. 이것이 ISO 표준이 참고 농도를 지정하지 않는 이유 중 하나입니다.

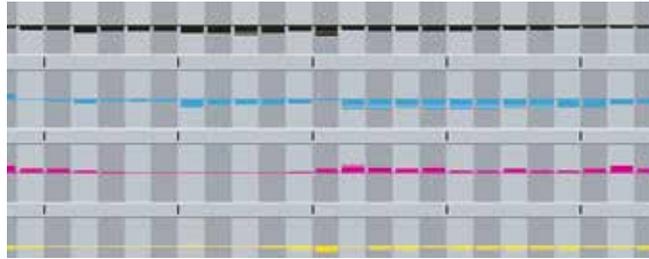
5.3.8 요약

측색법식 컨트롤의 가장 큰 장점은 인쇄기 작업자가 원본의 실제 모습에 최대한 가까운 인쇄 결과를 얻을 수 있다는 것입니다. 컬러 제어는 항상 두 가지 유형의 측정 결과를 표시합니다. ΔE 은 실제 잉크 및 용지가 보여줄 수 있는 최상의 일치값과 측정된 값 간의 차이로 조정할 수 있습니다. ΔE_0 은 최상의 일치값과 시스템에 저장된 기준값 간의 차이로 조정할 수 없습니다. 측색법식 평가는 육안의 컬러 인지에 해당하며 주관적인 영향과 가변적인 환경의 영향이 없다는 또 하나의 이점입니다. 그것이 객관적인 판독이 가능한 이유입니다. 측정 데이터는 품질 인증서에 사용하기 위해 저장 및 문서화할 수 있습니다. 측정 결과는 하이텔베르그 컬러티 모니터 (Quality Monitor)를 사용하여 자동으로 평가할 수도 있습니다.

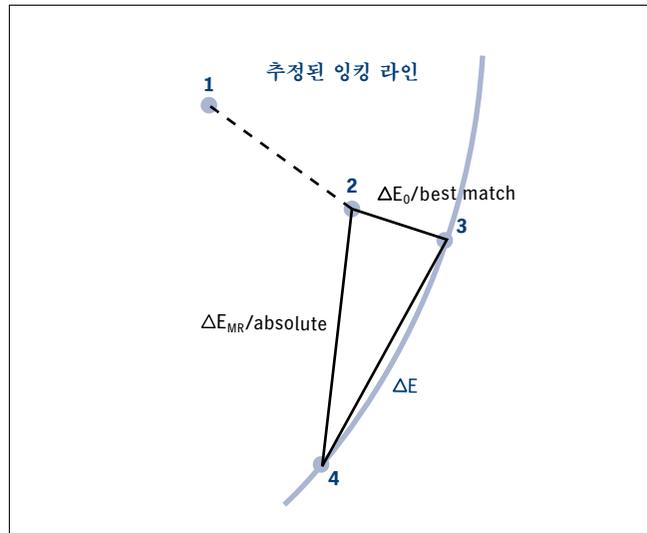
프리벡 이미지 컨트롤이 측정할 때 보여주는 정보



인쇄 작업자는 한눈에 잉킹을 수정해야 할 지점을 알 수 있습니다.



라인은 참고 컬러를 나타냅니다.
바는 각 잉크존에 대해 언더잉킹과 오버잉킹을 나타냅니다.



CIE Lab 컬러 스페이스의 컬러 라인 예시.

5.4 인쇄 표준화

인쇄 산업에서의 표준화는 다음 표준에 근거합니다.

5.4.1 ISO 2846-1을 준수하는 인쇄 잉크

1975년 DIN 16539에 의해 처음 정의되어 계속 발전해 왔습니다. 1996년에 ISO 2846이 미국 SWOP 및 일본 TOYO 표준의 아이디어를 통합한 공통 프로세스 표준을 설정하는

데 성공했습니다. 이 표준의 Part 1은 정의된 참조 잉크량으로 APCO 용지에 교정 인쇄를 할 때 달성해야 하는 4도 매엽 및 웹 오프셋 인쇄의 4원색 잉크에 대한 측색식 특성 및 투명도에 대한 허용 오차를 정의합니다.

그러나 이 표준에 지정된 컬러 값은 인쇄사가 아닌 잉크 제조업체에만 적용됩니다.

5.4.2 ISO 12647-2 및 Process Standard Offset (PSO)

1981년에 독일 인쇄 및 미디어 산업 연합 (bvdM)은 매엽 오프셋 인쇄 표준화에 대한 첫 번째 출판물을 발행했습니다. 현장 경험과 관련된 과학적 연구 결과가 국제 표준 ISO 12647-2 “하프톤 원색 분리, 교정 및 인쇄물 생산을 위한 공정 제어 - 오프셋 리소그래피 프로세스”에 포함되었습니다. ISO 12647-2는 정기적으로 개정하며 새로운 지식과 프로세스 기술을 포함시키고 있습니다. 다음은 이 브로셔가 인쇄에 들어갔을 때 시행 중인 버전 ISO 12647-2 : 2013와 관련이 있습니다. 2003년 독일 인쇄 및 미디어 산업 연합 (bvdM)은 FOGRA와 협력하여 ISO 12647-2 표준을 준수하고 확인하는 첫 번째 절차인 PSO (Process Standard Offset)를 만들었습니다. 현재 버전은 2016년에 출시되었으며 bvdM에서 인쇄물을 주문할 수 있습니다. ISO 표준의 사양 외에도 PSO에는 심층적 권장 사항 및 관리 툴을 포함하고 있습니다. 가장 잘 알려진 것은 교정 품질 관리를 위한 FOGRA 미디어 웨지와 FOGRA 컬러바입니다. 그러나 PSO 자체는 표준이 아닙니다.

5.4.3 The MediaStandard Print

1997년에 bvdM은 MediaStandard Print를 처음 도입했습니다. ISO 12647을 기반으로하는 디지털 인쇄 데이터에 대한 기술 지침 외에도 이 표준은 digital contact proof에 대한 사양 및 허용 오차를 정의합니다. 이것은 에이전시, 프리프레스 회사 및 인쇄 회사에 대해 일련의 규칙을 만들어 다음과 커뮤니케이션 향상과 워크플로우 최적화에 기초가 됩니다. MediaStandard Print의 최신 버전은 다음 사이트에서 무료로 다운로드 할 수 있습니다.

https://www.bvdm-online.de/fileadmin/tundf/bvdm_Medienstandard_Druck_2016.pdf

주로 다음 원칙들을 제시합니다.:

- 교정은 PSO에 명시된 참조 인쇄 조건 중 하나를 시뮬레이션해야 합니다..
- 교정은 파일 이름, 출력 날짜 및 사용한 컬러 매니지먼트 셋팅을 표시하는 주석 줄이 포함되어야 합니다.
- UGRA / FOGRA 미디어 웨지가 있어야 합니다.
- 평가를 위해 측정 조건이 규정되어야 합니다.

German Printing and Media Industries Federation (bvdM)의 Process Standard Offset, 매엽 옵셋 인쇄에서 프리프레스 파라미터

Screen ruling	58 L/cm to 80 L/cm					
Screen angle	Nominal angular difference between C, M, K = 60° (chain dots), = 30° (circular or square dots) Y = 15° from another color, dominant color at 45° or 135°					
Halftone dot shape	Print control strip: circular dot, image: chain dot with 1. dot touch ≥ 40%, 2. dot touch ≤ 60%					
Total area coverage	≤ 330%					
Gray balance	Non-binding gray balance values according to ISO 12647-2:2013 that can offer orientation if no ICC standard profiles are used.					
	Cyan	Magenta	Yellow	L*	a*	b*
Quarter tones	25.0%	18,4%	18,6%	75,6	0,8	-3,1
Mid-tones	50.0%	40,9%	40,1%	56,7	0,5	-2,2
Three-quarter tones	75,0%	68,9%	69,9%	39,0	0,3	-1,4

두 용지 유형에 대한 도트 게인 참고값

Halftone patches (%)	Dot gain (%) with tolerances for paper grades 1 + 5	
	Deviation tolerance OK sheet-ISO value	Deviation tolerance production print-OK sheet
<30	3	3
30 to 60	4	4
>60	3	3
Maximum mid-tone spread	5	5

MediaStandard Print 2016, 8가지 등급의 용지별 매엽, 웹 옵셋을 위한 솔리드 베이스 컬러의 CIEL*a*b* 컬러 값

Paper category	NEW – being introduced		OLD – will gradually be replaced by NEW		NEW – 2016–2018 being checked by ECI WOWG (OLD therefore valid for time being)					not currently valid
	1 (replaces old 1/2)	5+ (replaces old 4; old 5 lapses)	1/2 (will be replaced by new 1)	4 (will be replaced by new 5+)	2 (old LWC-I)	3 (old LWC-S)	4 (old MFC)	6 (old SC)	7 (old INP)	8 (SNP heatset)
g/m ² range	80...250, approx.115	70...250, approx. 120	approx. 115	approx. 115	51...80, approx. 70	84...70, approx. 51	51...65, approx. 54	38...60, approx. 56	40...56, approx. 49	40...52, approx. 45
Gloss below 75°	35...70	5...15	approx. 65 (1)/38 (2)	approx. 6	25...65, approx. 55	60...80, approx. 55	7...35, approx. 21	30...55, approx. 43	10...35, approx. 21	5...10
CIE Whiteness	105...136	140...175	105...136	140...175	90...105	60...90	75...90	45...85	40...80	35...60

Solid inking on white backing (wb) – for measurement on proofs as well as test forms for producing characterization data or profiles for proof and production printing conditions

Color values	L*	a*	b*	L*	a*	b*																								
Black (K)	16	0	0	33	1	0	16	0	0	31	1	1	20	1	2	20	1	2	24	1	2	22	1	3	32	1	3	Not supported by the Process Standard Offset due to intentional deviation in measuring on black backing in the characterization data!		
Cyan (C)	56	-35	-53	59	-22	-48	55	-37	-50	60	-26	-44	57	-37	-46	56	-37	-42	55	-36	-38	58	-29	-36						
Magenta (M)	48	75	-5	55	60	-4	48	74	-3	56	61	-1	48	73	-6	47	71	-4	49	67	-2	48	66	-3	52	58	-2			
Yellow (Y)	89	-4	92	88	-3	72	89	-5	93	89	-4	78	86	-2	89	84	-1	88	84	-2	81	83	-1	86	82	-1	72			
Red (M+Y)	48	69	46	53	56	26	47	68	48	54	55	26	48	66	44	47	65	44	48	62	39	47	62	40	50	56	30			
Green (C+Y)	49	-66	24	52	-41	11	50	-65	27	54	-44	14	50	-59	26	50	-56	28	50	-52	24	49	-53	25	52	-43	17			
Blue (C+M)	25	21	-47	38	10	-32	24	22	-46	38	8	-31	28	16	-46	28	15	-42	28	17	-38	28	13	-39	37	8	-31			
C + M + Y	23	-1	-2	35	1	-4	23	0	0	33	0	0	27	-4	-2	27	-2	0	28	2	-3	27	-1	-3	34	-3	-5			
Paper tone	95	1	-6	94	2	-10	95	0	-2	95	0	-2	92	0	-2	90	0	1	90	0	0	89	0	5	88	0	2			

Solid inking on black backing (bb) – only for measurements of production prints, reference print specimens (press proofs, OK sheets, first runs) and single page prints

Black (K)	16	0	0	32	1	0	16	0	0	31	1	1	19	1	2	19	1	2	23	1	2	22	1	2	31	1	3
Cyan (C)	55	-34	-52	58	-22	-47	54	-36	-49	58	-25	-43	56	-36	-45	54	-35	-41	54	-32	-41	54	-35	-38	56	-28	-36
Magenta (M)	47	74	-5	54	58	-4	46	72	-5	54	58	-2	46	70	-7	45	68	-5	48	64	-3	47	63	-3	50	56	-3
Yellow (Y)	87	-4	90	86	-3	70	87	-6	90	86	-4	75	84	-4	86	82	-3	85	81	-2	77	80	-2	83	79	-1	69
Red (M+Y)	47	68	45	52	55	25	46	67	47	52	53	25	46	62	42	45	61	42	47	60	37	46	59	39	48	54	29
Green (C+Y)	49	-65	24	51	-41	11	49	-63	26	53	-42	13	49	-57	26	49	-54	28	49	-51	23	48	-52	25	50	-42	16
Blue (C+M)	25	21	-47	38	10	-31	24	21	-45	37	8	-30	27	16	-45	27	15	-41	28	17	-38	27	12	-39	36	8	-31
C + M + Y	23	-1	-2	34	1	-4	22	0	0	32	0	0	27	-4	-1	27	-2	-1	27	2	-3	26	-2	-3	33	-3	5
Paper tone	93	1	-7	92	2	-10	93	0	-3	92	0	-3	89	0	-1	87	0	0	87	0	-2	86	-2	3	86	-1	2

MediaStandard Print 2016, 매엽, 웹 옵셋을 위한 솔리드 베이스 컬러의 CIE L*a*b* 컬러 값

Tolerances for solid coloring on white and black backing						
Criterion	Press proof (differences over the format ≤ 8 % of the lowest measured solid density for the primary color in question)		Production print differences		Production print fluctuations	
	normative	informative	normative	informative	normative	informative
Black (K)	$\Delta E^*_{ab} = 5$	$\Delta E^*_{00} = 5$	$\Delta E^*_{ab} = 5$	$\Delta E^*_{00} = 5$	$\Delta E^*_{ab} = 4$	$\Delta E^*_{00} = 4$
Cyan (C)	$\Delta E^*_{ab} = 5$	$\Delta E^*_{00} = 3.5$	$\Delta E^*_{ab} = 5$	$\Delta E^*_{00} = 3.5$	$\Delta E^*_{ab} = 4; \Delta H^*_{ab} = 3$	$\Delta E^*_{00} = 2.8$
Magenta (M)	$\Delta E^*_{ab} = 5$	$\Delta E^*_{00} = 3.5$	$\Delta E^*_{ab} = 5$	$\Delta E^*_{00} = 3.5$	$\Delta E^*_{ab} = 4; \Delta H^*_{ab} = 3$	$\Delta E^*_{00} = 2.8$
Yellow (Y)	$\Delta E^*_{ab} = 5$	$\Delta E^*_{00} = 3.5$	$\Delta E^*_{ab} = 5$	$\Delta E^*_{00} = 3.5$	$\Delta E^*_{ab} = 5; \Delta H^*_{ab} = 3$	$\Delta E^*_{00} = 3.5$

컬러 충성도를 위한 프루프 검사 Checking proofs for color fidelity

Test criterion	Measurement patches in the Fogra media wedge	Tolerances acc. to ISO 12647-7 (it is not possible to convert between new and old)			
		new (-7:2016) based on the CIEDE2000 color difference formula		old (-7:2007) based on the CIELAB (1976) color difference formula	
Paper white	C 21	Measured value	$\Delta E^*_{00} \leq 3.0$	Measured value	$\Delta E^*_{ab} \leq 3$
Overall inking	all	Mean value	$\Delta E^*_{00} \leq 2.5$	Mean value	$\Delta E^*_{ab} \leq 3$
		Maximum value	$\Delta E^*_{00} \leq 5.0$	Maximum value	$\Delta E^*_{ab} \leq 6$
Primary color solids	A1, A6, A11, A21	Maximum value	$\Delta E^*_{00} \leq 3.0$	Maximum value	$\Delta E^*_{ab} \leq 5$
		Maximum value	$\Delta H^*_{ab} \leq 2.5$	Maximum value	$\Delta H^*_{ab} \leq 2.5$
Chromatic gray	B16 to B21	Mean value	$\Delta C_h \leq 2.0$	Mean value	$\Delta H^*_{ab} \leq 1.5$
		Maximum value	$\Delta C_h \leq 3.5$	-	
Solids, poss. spot color halftones	-	Maximum value	$\Delta E^*_{00} \leq 2.5$	-	

ΔE^* = Color difference, ΔH^* = Hue difference, ΔC_h = Chroma difference

5.5. 옵셋 인쇄에서 측색법의 이점

요약하면 오프셋 인쇄에서 측색법의 주요 이점은 다음과 같습니다.:

- 측정값은 색상의 시각적 인식과 매우 밀접하게 일치합니다.
- 측색법은 프리프레스부터 모든 종류의 교정에서 완제품의 최종 품질 관리에 이르기까지, 프로세스에 관계 없이 인쇄 프로세스 전반에 걸쳐 사용할 수 있는 컬러 평가 방법입니다.
- 측색법식 기준값은 숫자로 표현될 수 있습니다. 수치는 프리프레스에 통합될 수도 있습니다.
- 측색법식 기준값은 샘플에서 가져올 수 있습니다.
- 측색법은 객관적인 평가를 보장하는 유일한 방법입니다.
- 측색법을 사용하면 개별 색상이나 저장된 변환 테이블을 보정하지 않고도 이미지 관련 컬러 제어 (예 : 그레이 패치 사용)가 가능합니다.
- 측색법은 매우 밝은 별색을 포함해 모든 색상을 정확하고 안정적으로 제어하는데 사용할 수 있습니다.
- 별색의 도트 게인도 스펙트럼 측정으로 정확하게 측정할 수 있습니다.
- 용지의 변화, 잉크 얼룩 및 메타메리즘 (조건 등색)을 측정하고 고려할 수 있기 때문에 인쇄 작업을 보다 안정적으로 제어할 수 있습니다.
- 4도 이상의 하프톤 인쇄도 올바르게 제어할 수 있습니다.
- 인쇄 품질을 보다 효과적으로 설명하고 문서화할 수 있습니다. 컬러 톤과 무관한 컬러 편차 측정값 (ΔE)이 있습니다.
- 측색법을 통해 색상이 중요한 역할을 하는 다른 모든 산업과 인쇄산업이 연계할 수 있습니다.
- 예를 들어 도트 게인을 결정하기 위한 농도계는 스펙트럼 컬러 측정의 필수적인 부분입니다.
- 이미지 영역을 원본과도 비교할 수 있습니다.

5.6 컬러 제어에 측색법 사용하기

농도 제어 시스템과 달리 측색법식 컬러 제어는 항상 원하는 색상에 최대한 근접하는 것을 목표로 합니다. 이는 다음과 같이 수행됩니다. 컬러 측정 시스템의 색상 아카이브에 저장된 $L^*a^*b^*$ 값 **1**이 측정 및 제어의 기초입니다. 이 값은 항상 잉크가 저장 / 보관될 때 인쇄된 백색 용지를 기초로 합니다. 시스템은 이제 현재의 용지를 사용하지만 동일한 잉크로 달성될 수 있는 목표 컬러 좌표 **2**를 계산합니다. 이 색상은 이제 모든 평가에 사용되는 참조값입니다.

첫 번째 컬러 측정 후, 시스템은 현재 잉크의 스펙트럼을 인식하고 **컬러 라인**을 계산합니다. 이 선은 잉크량이 늘어나거나 줄어드는 경우, 대상 색상 좌표의 변화를 나타냅니다. 동시에 시스템은 컬러 라인의 컬러 좌표 **2**에 가장 가까운 컬러 좌표 **3**을 결정합니다. 계산된 목표 색 좌표 **2**와 실제로 달성 가능한 컬러 좌표 **3** 간의 차이는 ΔE_0 또는 최적 매치 (best match)라고 하며 인쇄기 작업자에게 표시됩니다.

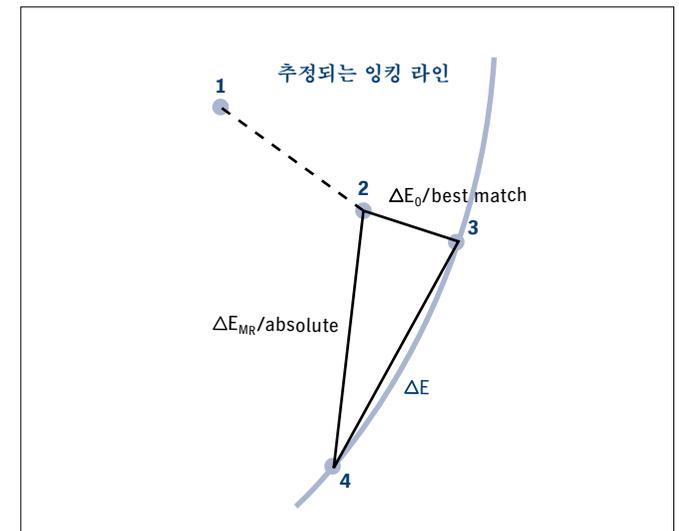
위치 **4**는 측정된 컬러가 이 달성 가능한 최상의 컬러 좌표 **3**, 즉 최선의 컬러 매치에서 얼마나 멀리 떨어져 있는지를 보여줍니다. 이 값은 ΔE_{MR} 로 표시됩니다. 인쇄기 작업자는 잉크량을 늘리거나 줄임으로써 이러한 차이를 없앨 수 있습니다.

컬러티 어시스트 (Quality Assist)를 Prinect Inpress Control 및 Wallscreen XL과 함께 사용하면 ISO 12647-2에 따른 인쇄기 자동 작업 준비 및 관련 표준에 따른 생산 제어가 가능합니다. 이를 위해 시스템은 목표 컬러 좌표 **2**와 현재 컬러 **4** 간의 절대 색상 차이 ΔE_{MR} 과 **3**과 **4** 사이의 조정 가능한 ΔE 를 동시에 분석합니다.

ΔE_{MR} 의 MR은 makeready (작업 준비)를 나타냅니다. 자주 사용되는 또 다른 용어는 절대 컬러 편차입니다. ΔE_{MR} 이 ISO 표준의 OK 시트 허용 오차에 해당하고 ΔE 가 생산 허용 오차 내에 있으면 시스템은 생산을 시작할 수 있다는 신호를 인쇄기 작업자에게 보냅니다. 작업 준비에서 생산으로 자동 전환하고 본인쇄 매수 카운터를 시작하도록 시스템을 설정할 수 있습니다.

중이 백색에 대한 조정이 바람직하지 않거나 의미가 없는 경우, 목표 좌표 **2**가 제거됩니다. 즉 **1**과 동일합니다. 일반적으로 더 큰 $\text{best match}/\Delta E_0$ 값이 생성됩니다. 다음 시나리오의 경우입니다.:

1. $L^*a^*b^*$ 값 수동 입력
2. 측정된 $L^*a^*b^*$ 값에 대한 수동 변경
3. Pantone 및 HKS 잉크 선택 (인쇄기의 소프트웨어 버전에 따라 다름)
4. ISO 12647-2/FOGRA51-52에 따른 목표 색상 선택



CIE Lab 컬러 스페이스에서 컬러 라인 예시

Glossary

Color management

A method/system for coordinating the individual devices and presses involved in the workflow from color image processing through to the finished print result. Color management is used to ensure correct color reproduction from input to output, for example on printing presses. For some time now, it has also been used to ensure color fidelity in various printing systems such as inkjet proof, offset and digital printing.

Densitometer

A device that measures density. Reflection densitometers are used in printing. To determine the density, the paper white measurement is compared to the measurement results in the required color area.

> Density

Density

The degree to which an ink layer is impermeable to light. Mathematically this is the relationship between a measurement on unprinted paper and a measurement on printed paper.

Characteristic curve

The graphical representation of the relationship between the tonal values of prepress data, usually tonal values of halftone data, and the associated tonal values in print.

> Dot gain

Ink fading

Term for the decline in the thickness of the ink film in the circumferential direction in offset printing.

Color deviation ΔE

ΔE describes the color deviation between two colors and can be calculated as the distance of the $L^*a^*b^*$ values between the two colors.

Ink film thickness/ink level

The physical thickness of the ink applied. The ink film thickness essentially determines the density value of a color area.

Area coverage

The ratio of the area covered (with image elements) to the total area. Area coverage is generally specified as a percentage. A distinction is made in printing between the effective area coverage calculated from optical measurements and the geometric area coverage calculated from area measurements.

Actual value

The value actually measured in a sample.

> Reference value

Metameric colors

Metameric colors are colors with different spectra that look the same under one illuminant but different under another. We call this metamerism.

Measuring Conditions

Since 2009, ISO 13655 has permitted spectral measurement in the print under a number of different measuring conditions.

M0 = former CIE illuminant A with a slight, undefined UV portion.

M1 = corresponds to CIE illuminant D50 with a defined UV portion that excites the usual optical brighteners in printing paper. This means the illuminant must include a defined UV portion in addition to the visible light spectrum. Ideally, the spectral distribution should always be in the range of 380 nm to 730 nm.

M2 = not clearly defined illuminant, which must nevertheless not contain any UV light. As the fluorescence of optical brighteners is excited mainly in the range between 340 nm and 420 nm, a continuous spectrum between 420 nm and 730 nm would be desirable. However, as we also want to be able to measure the reflectance in the range between 400 nm and 420 nm, the manufacturer must determine the ideal range for his device and the optimum measurement.

M3 = M2 + polarization filter

Mini Spots

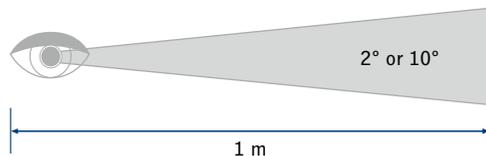
Small print control elements that can be located anywhere on standard production jobs because they only take up a limited amount of space. The measurement values are then evaluated with the Quality Monitor, and any required process or profile adjustments are made using the Calibration Tool or Profile Tool in the Prinect Color Toolbox.

Nanometer (nm)

Unit of length, $1 \text{ nm} = 0.000001 \text{ mm}$. For example: fine hair has a diameter of 0.020 mm ; a thousandth of 0.020 mm is 0.000020 mm , i. e. 20 nm .

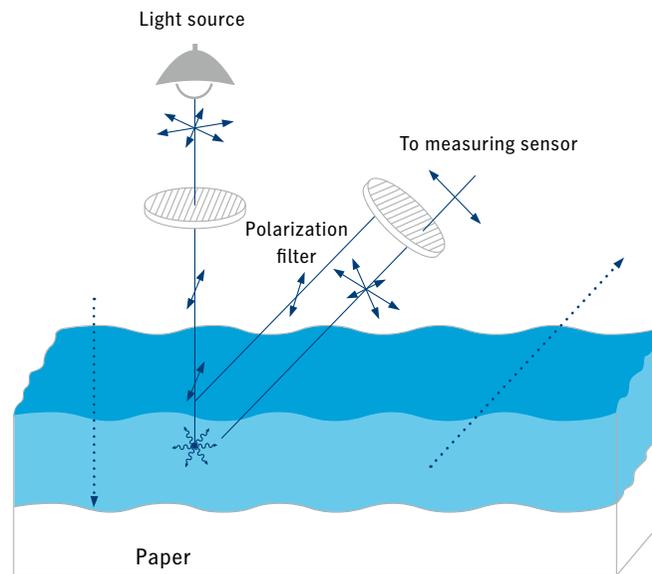
Standard observer

The chromatic response of the average standard observer to a specific color area was defined in a test series. The 2° angle test is based on the typical reading situation for books or magazines. The 10° experimental setup simulates looking at a billboard.



Polarization filter

A polarization filter can be inserted in front of a densitometer for a density measurement. Polarization filters are used to filter out the glare of the reflected light. This means it is irrelevant whether the print sample is wet or dry during measurement. One drawback is, however, that using a polarization filter increases the density measured in the print sample.



- ~> Direction of scattering
- > Direction of oscillation
- > Functioning principle of polarization filters

Reference value

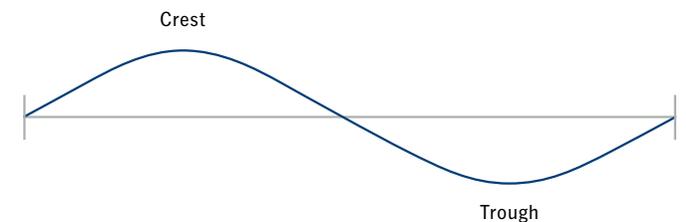
Guideline value for a measurement sample. The aim of every control operation is to ensure the smallest possible difference between the reference or target value and the actual value. > [Actual value](#)

Dot gain

Optical and mechanical process conditions result in an increase in the size of halftone dots when they are printed on paper in comparison to their size in the original digital data. Dot gain measures the difference between the visually perceived area coverage and the area coverage in the data. > [Area coverage](#)

Wavelength

The physical length of a wave period.



Heidelberger Druckmaschinen AG

Kurfuersten-Anlage 52 – 60

69115 Heidelberg

Germany

Phone +49 6221 92-00

Fax +49 6221 92-6999

heidelberg.com

Impressum

Printed in: 02/19

Photographs: Heidelberger Druckmaschinen AG

Fonts: Heidelberg Antiqua MI, Heidelberg Gothic MI

Printed in Germany

Trademarks

Heidelberg, the Heidelberg logotype and Prinect, Axis Control, Image Control, MetaDimension, Mini Spots, Prinect Press Center, Saphira, Signa Station and Speedmaster are registered trademarks of Heidelberger Druckmaschinen AG in the U.S. and other countries. All other trademarks are property of their respective owners.

Subject to technical modifications and other changes.



www.fsc.org
FSC® C008807
Das Zeichen für
verantwortungsvolle
Waldwirtschaft



equipment CO₂ neutral

HEIDELBERG

www.heidelberg.com/co2 · 100000