

C군의 네버엔딩 스토리,

디지털 영상처리의 이해-1

독자 여러분, 안녕하세요. 음력설이 기다리고 있는 2월입니다. 독자 여러분께서 기억하실지 모르겠지만, 지난번에 말씀드린 대로 음력설이 기다리는 2월을 기점으로 기존의 연재를 마치고 새로운 연재를 시작하도록 하겠습니다. 대망의 새로운 연재는 ‘디지털 영상처리의 이해’ 시리즈입니다. 새 연재와 함께 문득 하나의 질문이 독자 여러분의 마음속에 자연스럽게 떠오를 것 같습니다.

“C군은 왜 디지털 영상처리의 이해라는 연재를 하지?”

위 질문에 대해 이해 가능한 답이 있어야 새로운 연재에 대해 독자 여러분께서 납득하실 수 있고, 독자 여러분의 납득을 기반으로 C군의 연재가 계속 이어갈 수 있는 힘을 얻을 수 있기 때문입니다. 그럼 위 질문에 대한 나름의 생각을 말씀드리겠습니다. 인터넷의 대중화와 함께 우리의 일상에 디지털 영상의 보급이 본격화되기 시작했습니다. 여기에 가속도를 더한 것이 디지털카메라와 휴대폰의 보급이었습니다. 누구나 쉽게 디지털 영상을 얻을 수 있고, 이를 개인용 PC로 처리하여 인터넷을 통해 타인에게 공개할 수 있게 되면서 디지털 영상은 우리 일상의 중요한 요소가 되었습니다. 이렇게 공기처럼 우리 일상에 항상 함께하는 디지털 영상이지만 우리는 대부분 디지털 영상이 어떻게 만들어진 것인지, 어떻게 처리가 되어서(예를 들면 포토샵), 그 가치가 높아지는지 잘 모르고 있습니다. 사실 굳이 이를 알지 못해도 디지털 영상을 만들고, 사용하는 것에는 문제가 없을 것입니다. 하지만 C군이 연재를 통해 디지털 영상의 내부와 처리 방법을 독자 여러분께 피상적으로나마 설명 드리려는 이유는 디지털 영상에 관한 구체화된 지식을 발판으로 여러분께서 직업이나 또는 취미의 영역에서 디지털 영상을 다루게 될 때 체감할 수 있는 실용적 지식에 도움이 되었으면 하는 바람에서입니다. 이 진실한(?) 마음으로부터 ‘디지털 영상의 이해’를 시작하도록 하겠습니다.

영상의 기록 및 재생

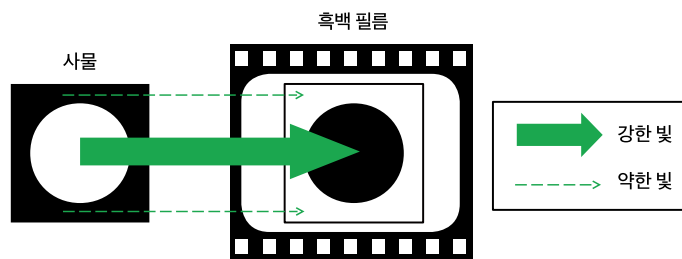


그림 1. 흑백 필름의 빛에 대한 반응

디지털 영상처리를 이야기하기에 앞서, 영상은 어떻게 기록되고 또 재생되는지에 대해 알아보는 것이 필요합니다. 그래서 가장 이해가 간단한 흑백 필름과 사진으로 영상의 기록 및 재생을 설명해보겠습니다.

[그림 1]과 같이 사진기용 흑백 필름은 사물에서 반사된 빛의 세기에 따라 다른 화학반응을 합니다. 사물에서 반사된 빛이 강하게 맺히는 부분은 검게 변하고, 사물에서 반사된 빛이 약하게 맺히는 부분은 상대적으로 덜 검게 변합니다. 그래서 현상된 이후의 흑백 필름을 보면 태양은 검고, 밤하늘은 투명한 필름 그대로 남아 있는 영상들을 볼 수 있습니다.

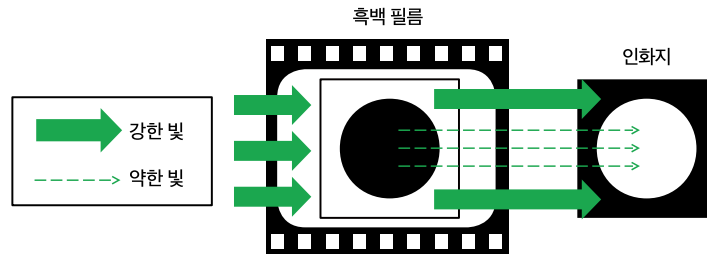


그림 2. 흑백 필름에 기록(촬영)된 영상의 재생(인화)

그럼 필름에 촬영된 영상을 재생하는 과정은 어떻게 될까요? 설명을 위해 [그림 2]를 보겠습니다. 필름에 기록된 영상을 얻기 위해서는 인화라는 과정을 거칩니다. 이 인화에 사용되는 종이 가 말 그대로 인화지인데, 이 인화지 또한 빛에 반응하는 화학적 성질을 갖고 있습니다. 인화지는 원래 백색이며, 필름과 마찬가지로 강한 빛에 노출될수록 검게 변하게 됩니다. 이러한 화학적 성질을 이용하여 흑백 필름을 인화지 앞에 두고 빛을 쏘이면 흑백 필름의 투명한 부분은 빛을 투명한 만큼 많이 통과시켜 인화지가 검게 변하고, 흑백 필름의 검은 부분은 빛을 차단하여 인화지의 백색이 남게 됩니다. 그러면 여기서 전체 과정을 간단히 되짚어 보겠습니다. 태양을 촬영했다면 태양의 상이 맺힌 필름의 부분은 화학반응으로 인하여 검게 변합니다. 이를 인화하기 위해 인화지 앞에 필름을 놓고 빛을 쏘이면, 태양이 맺혔던 부분의 빛이 차단되며 인화지는 백색으로 남게 됩니다. 그래서 결국 인화지의 태양은 인화지의 원래 색상인 백색으로 남아 있게 됩니다. 반대로 밤하늘을 촬영했다면, 밤하늘의 상이 맺힌 필름의 부분은 화학반응이 거의 없으므로 필름이 투명한 채로 그대로 남아있게 됩니다. 이를 인화하기 위해 인화지 앞에 필름을 놓고 빛을 쏘면, 밤하늘이 맺혔던 필름의 투명한 부분을 통해 빛이 모두 투과되어 인화지를 검게 변화시킵니다. 고로 인화지의 밤하늘은 검은색을 띄게 됩니다. 이로써 흑백사진의 원리를 간단히 알아보았습니다.

그러면 컬러 사진은 어떻게 만들어질까요? 컬러사진의 원리를 설명하기 위해서는 [그림 3]에 보이는 것과 같은 3원색(가법 3원색/감법 3원색)에 관한 약간의 이해가 필요합니다. 우리는 일반적으로 [그림 3]의 가법 3원색과 같이 빨강, 파랑, 초록 세 가지 색을 섞으면 모든 색을 만들 수 있고 이 색들을 모두 섞으면 백색이 된다고도 알고 있습니다. 그런데 혹시 초등학교 시절 미술시간에 빨강, 파랑, 초록 물감을 동일한 양으로 모두 섞었을 때 무슨 색이 되었는지 기억하시나요? 빨강, 파랑, 초록 물감을 모두 섞으면 [그림 3]의 가법 3원색의 중심부에 보이는 백색과는 반대로 검정이 됩니다. 왜 이런 현상이 발생한 것일까요? 가법 3원색의 원리가 틀린 것일까요? 아닙니다. 가법 3원색의 원리는 예나 지금이나 유효한 원리입니다. 그러면 뭐가 문제인 것일까요? 문제의 원인은 바로 물감을 혼색할 경우, [그림 3]의 감법 3원색의 원리를 따른다는데 있습니다.

그러면 도대체 가법 3원색과 감법 3원색은 무엇일까요? 간단히 말하면 가법 3원색은 색을 가지는 빛의 혼색에 적용되는 원리이고, 감법 3원색은 잉크나 물감 등의 혼색에 적용되는 원리입니다. 그러면 왜 빛과 안료의 혼색에 다른 원리가 적용되는 것일까요? 우선, 가법 3원색을 설명하겠습니다. 우리가 흔히 검정이라고 말하는 색은 빛이 없을 때 느껴지는 색입니다. 빛이 있는 상태에서 빨강, 파랑, 초록

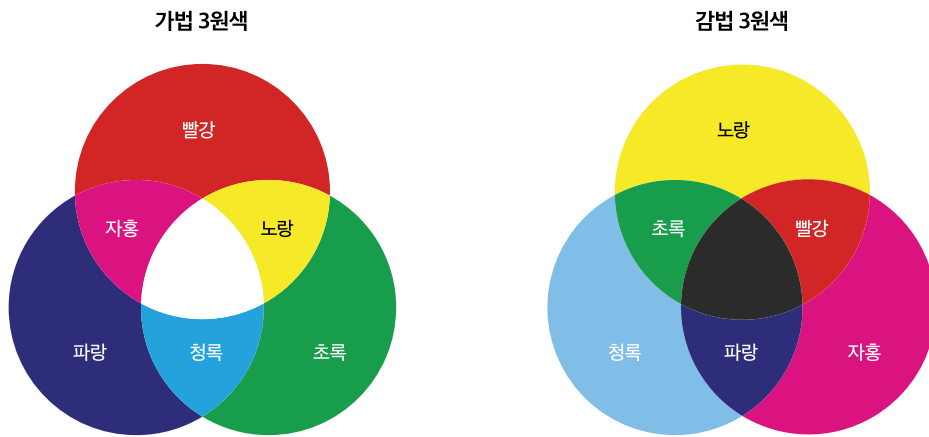


그림 3. 3원색을 이용한 혼색법의 종류

의 빛을 서로 섞으면 청록, 자홍, 노랑 등의 색을 만들 수 있고, 빨강, 파랑, 초록 빛의 혼합비에 따라 가시광선의 거의 모든 색을 표현할 수 있습니다. 그리고 빨강, 파랑, 초록 빛을 모두 혼합하면 흰색을 얻을 수 있습니다.

감법 3원색의 원리는 잉크나 물감같이 특정 파장의 빛을 흡수해서 색을 내는 물질의 혼색에 적용되는 원리입니다. 스스로 색을 갖는 빛과 달리 잉크나 물감은 빛의 어떤 파장은 반사시키거나 투과시키고, 어떤 파장은 흡수하는 원리로 색을 내기 때문입니다. 예로써, 청록색 물감은 빛의 파장 성분 중에서 빨강에 해당하는 파장의 빛만 흡수하고 나머지는 모두 반사하는 성질을 갖고 있으며, 자홍색 물감은 초록에 해당하는 파장의 빛을 흡수하고, 노랑 물감은 파랑에 해당하는 파장의 빛을 흡수합니다. 그래서 청록, 자홍, 노랑의 물감을 모두 섞으면 인간이 감각할 수 있는 원색이 모두 흡수되므로 검정색이 되는 것입니다. 그리고 감법 혼색으로는 백색을 만들 수 없으므로, 백색은 도화지 등 물감이나 잉크가 칠해지는 배경을 통해서만 표현할 수 있습니다.

그러면 이제 [그림 3]의 혼색법을 이용해서 컬러사진의 원리를 설명하겠습니다. 컬러 필름에는 촬영된 영상의 색과 같은 색의 영상이 필름에 기록되는 포지티브 방식과 촬영된 영상이 반전된 색(보색)으로 필름에 기록되는 네거티브 방식이 있습니다. 이중 사용이 간편하여 대중적으로 많이 쓰였던 네거티브 방식의 컬러필름을 이용한 컬러사진에 관해 이야기해보겠습니다.

컬러 사진에 사용되는 네거티브 컬러필름은 [그림 4]와 같이 빨강, 파랑, 초록 각각의 빛에 반응하는 세 층의 필름을 겹쳐 놓은 것과 같다고 생각하면 됩니다. 파란색 파장의 빛에 반응하는 층은 빛에 파란색 성분이 많을수록 이에 반응하여 현상 후 파란색의 보색인 노란색으로 변하고, 초록색 파장의 빛에 반응하는 층은 빛에 초록색 성분이 많을수록 이에 반응하여 현상 후 초록색의 보색인 자홍색으로 변하며, 빨간색 파장의 빛에 반응하는 층은 빛에 빨간색 성분이 많을수록 이에 반응하여 빨간색의 보색인 청록색으로 변합니다.

파란색에 반응하는 필름의 층이 백색에서 파란색을 뺀 노란색으로 변하는 것은 빛에서 파란색 성분을 차단하는 효과가 있고, 초록색에 반응하는 필름의 층이 백색에서 초록색을 뺀 자홍색으로 변하는 것은 빛에서 초록색 성분을 차단하는 효과가 있으며, 마지막으로 빨간색에 반응하는 필름의 층이 백색에서 빨간색을 뺀 청록색으로 변하는 것은 빛에서 빨간색 성분을 차단하는 효과가 있는 것입니다.

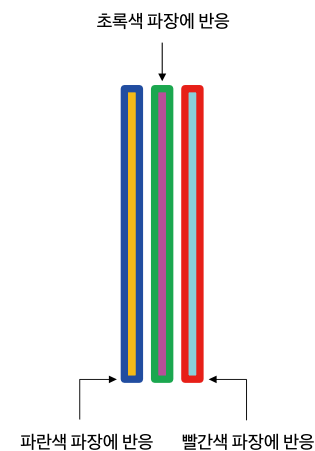
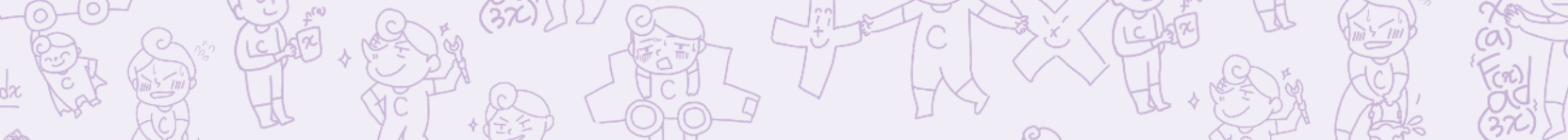


그림 4. 컬러필름의 구조



빨강, 초록, 파란색의 빛에 반응하여 현상 후에 촬영한 영상과 반전된 색(보색)을 갖는 네거티브 컬러필름으로 사진을 만들기 위해서는 인화지에 다시 원래의 색으로 영상을 재현하는 화학적 과정이 필요합니다. [그림 5]에 네거티브 컬러필름을 위한 인화지의 구조가 나타나 있습니다. 이 인화지는 흰색 배경 위에 빛의 빨간색 성분에 반응하여 청록색으로 변하는 층이 있고, 그 위에 빛의 초록색 성분에 반응하여 자홍색으로 변하는 층, 마지막으로 빛의 파란색 성분에 반응하여 노란색으로 변하는 층으로 구성되어 있습니다.

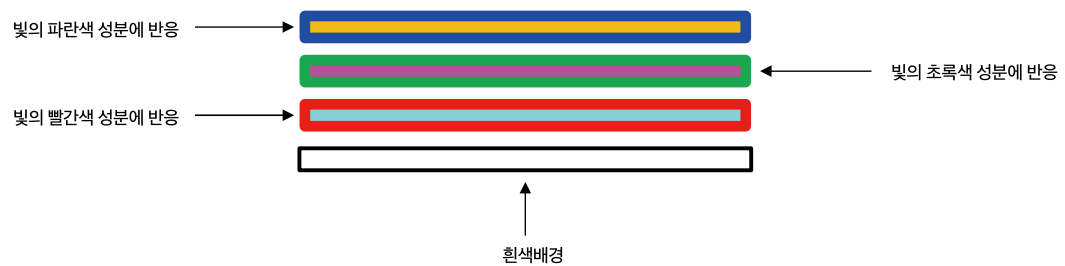


그림 5. 컬러 인화지의 구조

간단한 몇 가지 예를 들어보겠습니다. 만약 빨간색의 빛이 네거티브 필름에 들어오면, 네거티브 필름의 세 겹 중에 빨간색 빛에 반응하는 층만 청록색으로 변하고 나머지 층들은 아무 변화가 없습니다. 인화지 위에 이 필름을 두고 백색광을 비추면, 필름의 색인 청록색 빛이 인화지에 비추게 됩니다. 이때, 청록색은 파란색과 초록색의 혼색으로 이루어진 색이므로, 인화지의 세 층 중에 파란색 빛과 초록색 빛에 반응하는 두 층의 화학반응을 유도하여 각 층을 노란색과 자홍색으로 변하게 합니다. 그런데 노란색과 자홍색을 섞으면 빨간색이 되므로, 인화지는 빨간색으로 변합니다.

또한, 초록색의 빛이 네거티브 필름에 들어오면, 세 개의 층 중에 초록색 빛에 반응하는 층만 자홍색으로 변합니다. 필름을 인화지 위에 두고 백색광을 비추면 자홍색의 빛만이 필름을 통과하고, 자홍색은 빨간색과 파란색의 성분으로 이루어져 있으므로 인화지에 청록색과 노란색을 맺히게 하고, 청록색과 노란색의 혼색은 초록색이므로 인화지는 초록색으로 변합니다.

마지막으로 파란색의 빛이 네거티브 필름에 들어오면, 세 개의 층 중에 파란 빛에 반응하는 층만 노란색으로 변하고, 필름을 인화지 위에 놓고 백색광을 비추면 노란색의 빛만이 필름을 통과하고, 노란색은 빨간색과 초록색의 성분으로 이루어져 있으므로 인화지에 청록색과 자홍색을 맺히게 하여 인화지는 그 혼색인 파란색으로 변합니다.

위의 내용을 이용하여 백색광과 암흑에 대한 사고실험을 해보면 백색과 검정으로 인화지가 변하는 것을 이해하실 수 있으며, 위 삼원색에 관한 내용을 기반으로 모든 색의 빛을 삼원색으로 분해하여 사고실험을 해보면 네거티브 필름을 이용한 컬러사진의 원리를 이해하실 수 있습니다.

시작은 ‘디지털 영상처리의 이해’ 시리즈라고 해놓고, 뜬금없이 사진의 원리만 늘어놓아서 뭔가 이상하다는 생각을 하실 수도 있습니다. 하지만 빛의 원색을 이용한 영상의 원리를 설명하기 위한 과정이므로, 다소 뜬금없다는 생각이 드셔도 너그럽게 지켜봐 주시기 바랍니다. 그러면 다음에는 TV와 카메라에 대한 이야기로 찾아뵙겠습니다. 📺

