

군용차량 위장도장 패턴 판별 효율화를 위한 이미지 분석 방안

최창익*, 오창영*

*국방기술품질원

e-mail:soulmas22@naver.com

An Image Analysis Method for Determining Conformity of Camouflage Patterns on Military Vehicles

Chang-Ik Choi*, Changyoung Oh*

*Defense Agency for Technology and Quality

요약

군용차량의 위장패턴은 전장 환경에서 주위 환경과의 시각적 융합을 통해 차량의 노출 가능성을 낮추고, 적의 식별을 지연시키는 기능을 수행한다. 따라서 위장패턴이 요구 조건과 부합하는지에 대한 객관적이고 정량적인 기준이 요구된다. 그러나 기존의 확인 절차는 주로 육안 검사에 의존하고 있어 판정의 일관성 확보와 효율성 측면에서 한계를 가진다. 이에 본 연구에서는 이미지 기반으로 군용차량 위장도장 패턴의 적합 여부를 판단하기 위한 방안을 제시하고자 하였다. 이를 위해 기준 도면으로부터 색상별 기준 영역을 정의하고, 해당 정보를 바탕으로 정답 마스크를 구성한 뒤, 입력 이미지에서 추출된 색상 분포와 비교하여 패턴의 일치 여부를 판단하고자 하였다. 색상 비교의 객관성을 확보하기 위해 CIE 색체계에 기반한 색공간 변환을 적용하고, 기준 색상과 입력 이미지 간의 차이를 색차로 산출하는 방식을 반영하였다. 이러한 접근을 통해 위장패턴 판별 과정을 단순한 시각적 비교가 아닌 기준색 정의, 정답지 설계, 색공간 변환 및 정량지표 기반 비교의 관점에서 체계화할 수 있을 것으로 기대된다.

1. 서론

군용차량의 위장도장은 전장 환경과의 시각적 융합을 통해 차량의 노출 가능성을 낮추고 적의 식별을 지연시키는 기능을 수행한다. 특히 위장도장의 패턴은 단순한 외관 요소가 아니라 운용 환경에서의 시인성 감소에 영향을 미치는 요소로 작용하기 때문에, 요구조건에 부합하도록 구현되어야 한다. 따라서 기준 도면과의 일치 여부를 확인하는 과정은 군용차량의 품질 확보와 운용 신뢰성 측면에서 중요하게 다루어져야 하며, 국방 분야의 위장 패턴 생성 및 인식과 관련된 연구가 수행된 바 있다[1,2].

그러나 현재의 위장패턴 확인 절차는 대체로 육안이나 경험적 판단에 의존하는 경우가 많아, 판정 결과의 일관성과 객관성을 확보하는 데 한계가 있다. 또한 동일한 차량이라 하더라도 판독자의 숙련도, 검사 환경 등에 따라 판정 결과가 달라질 수 있으며, 다수의 차량을 반복적으로 점검해야 하는 상황에서는 검사 효율성 또한 저하 될 수 있다. 이러한 한계점은 위장 패턴의 적합 여부를 보다 정량적이고 체계적인 방식으로 판단 할 수 있는 기준의 필요성을 시사한다.

본 연구에서는 군용차량 위장패턴의 적합 여부를 효율적으로 판단하기 위한 절차를 제시하고자 하였다. 이를 위해 기준 도면


으로부터 색방별 기준 영역을 정의하고, 해당 정보를 기반으로 정답 마스크를 구성한 뒤, 입력 이미지에서 추출된 색상 분포와 비교하여 패턴 일치 여부를 판단하는 흐름을 설정하였다. 또한 색상 비교의 정량성과 객관성을 확보하기 위하여 CIE 색체계에 기반한 색공간 변환을 수행하였고, 색상별 면적 비율, 영역 일치도, 경계 차이 등의 정량 지표를 활용할 수 있는 구조를 검토하였다.

2. 위장패턴 판별 방안

2.1 차량 제원

본 연구의 적용 대상은 기아의 중형표준차량(Kia Medium Tactical Vehicle, KMTV) 계열 차량으로 설정하였다. KMTV는 기존의 군용차량을 대체하기 위해 개발된 차량으로, 4x4 및 6x6 구동 형식을 기반으로 한다. 차량의 사진과 자세한 제원은 표 1에서 확인할 수 있다[3]. 기존의 군용차량에 비해 차체 면적이 크고, 곡면 패널이 더욱 혼재되어 있는 것을 알 수 있다.

[표 1] 중형표준차량 제원[3]

Specification	K751	K551
length (mm)	7,900	6,800
width (mm)	2,500	2,500
weight (mm)	3,150	3,150
GVW (kg)	21,000	15,000
maximum speed (km/h)	105	115
engine power (PS)	330	280
image		

2.2 이미지 분석 방안

군용차량 위장패턴 판별은 입력 이미지와 기준 도면을 비교하여 패턴의 적합 여부를 확인하는 과정이며, 기준 도면으로부터 생성된 정답 마스크와 입력 이미지의 색상 정보를 비교한다. 먼저 기준 색상과 영역 정보를 설정하고, 입력 이미지에서 동일한 기준으로 색상 분포를 추출하고자 하였다. 기준 도면은 사람의 육안 판별을 위한 이미지로 제공되지만, 정량적 비교를 위해서는 픽셀 단위로 분석해야 한다.

기준 도면을 픽셀 단위의 정답 마스크 M으로 변환하였으며, 정답 마스크는 각 픽셀 위치(x,y)에 대해 해당 위치의 색상 클래스를 부여한 행렬로 식 1과 같이 정의된다. 식 1에서 0은 배경 혹은 비검사 영역을 의미하며, 1 ~ C는 녹색, 갈색, 흑색 등 위장 도장에 사용되는 색상 클래스를 의미한다. 기준 색상은 도면에 기재된 요구 조건을 바탕으로 정의 되며, 본 연구에서는 KS M 5550 기준 색상 번호를 적용하였다. 다만 색상 번호는 직접 사용되지 않으며, 해당 색상에 대응하는 기준 색좌표를 구하기 위해 사용되었다.

$$M(x,y) \in \{0, 1, 2, \dots, C\} \quad (1)$$

입력 이미지에서 획득되는 색상 정보는 일반적으로 RGB 형태로 표현되기 때문에 사람의 시각적 색차와 선형적으로 대응하지 않는 한계를 가진다. 따라서 기준 색상과 입력 이미지의 색상 차이를 정량적으로 평가하기 위해서는 시각적 색차 해석에 적합한 색공간으로의 변환이 필요하다. 먼저 기준 색이 CIE xyY값으로 주어질 경우, 이를 XYZ 색공간으로 변환할 수 있으며, XYZ 값은 식 2와 같이 계산된다. 이후 XYZ 값을 기준 백색점(X_n, Y_n, Z_n)으로 정규화한 뒤 L_{ab} 색공간으로 변환되며, L_{ab} 변환식은 식 3 - 5와 같다[4].

$$X = \frac{x}{y} Y, Y = Y, Z = \frac{1-x-y}{y} Y \quad (2)$$

$$L^* = 116f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - 16 \quad (3)$$

$$a^* = 500\left[f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_n}\right)\right] \quad (4)$$

$$b^* = 200\left[f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right)\right] \quad (5)$$

이를 바탕으로 그림 1에 도면 요구조건의 녹색에 해당하는 색좌표를 변환한 예시를 제시하였다. 그림 1은 기준 색상의 CIE xyY 값을 XYZ 색공간으로 변환한 후, 기준 백색점에 대한 정규화 과정을 거쳐 L_{ab} 색공간으로 표현한 결과이다. 동일한 절차는 위장도장에 사용되는 다른 기준 색상에도 동일하게 수행하였으며, 최종적으로 산출된 각 색상의 L_{ab} 값을 기준색으로 설정하였다.



[그림 1] KS M 5550 녹색의 L_{ab} 변환 예시

이후 입력 이미지에서 추출된 색상 정보와 기준색 간의 색차를 산출하여 색상 적합 여부를 판단하고, 기준 도면으로부터 생성된 정답 마스크와 입력 이미지의 색상 분포를 비교함으로써 색상별 면적 비율, 영역 일치도 및 경계 차이를 함께 평가하였다. 이를 통해 각 색상이 요구조건에 부합하는지 여부와 전체 위장패턴이 기준 도면과 일치하는지를 종합적으로 판단하였다.

3. 결론

본 연구에서는 군용차량 위장패턴의 적합 여부를 보다 객관적이고 효율적으로 판단하기 위한 이미지 기반 판별 절차를 검토하였다. 이를 위해 기준 도면으로부터 색상별 기준 영역을 정의하고, 정답 마스크를 구성한 뒤, 입력 이미지에서 추출된 색상 분포와 비교함으로써 위장패턴의 일치 여부를 판단하고자 하였다. 또한 기준 색상의 CIE xyY값을 XYZ 및 L_{ab} 색공간으로 변환하여 각 색상의 기준 L_{ab} 값을 설정하고, 이를 바탕으로 입력 이미지와 기준색 간의 색차를 산출함으로써 색상 적합 여부를 정량적으로 평가할 수 있도록 하였다. 하지만 이러한 접근이 효과적으로 적

용되기 위해서는 입력 이미지가 가능한 한 동일한 위치, 각도 및 조명 조건에서 획득되어야 하며, 이러한 조건이 달라질 경우 색상 정보와 패턴 경계의 왜곡으로 인해 정확도가 저하될 수 있다는 한계가 있다. 따라서 향후 연구에서는 다양한 촬영 환경에 대한 보정과 정합 절차를 추가적으로 검토할 필요가 있을 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] 이효석, 권현, “국방 분야에서 딥러닝 기술을 활용한 위장패턴 생성에 관한 연구”, 한국통신학회 하계종합학술발표회, pp. 1577-1578, 6월, 2022년.
- [2] 이현우, 박순영, 유대훈, “디지털 위장무늬의 패턴 인식을 위한 영상 처리”, 한국HCI학회 학술대회, pp. 31-33, 2월, 2017년.
- [3] “KMTV”, KIA, <https://org-military.kia.com/kr/kmtv#detail-section2> Accessed 26 April 2026
- [4] ISO/CIE, Colorimetry — Part 4: CIE 1976 $L^*_{a^*b^*}$ colour space, ISO/CIE 11664-4:2019, First edition, 2019.