

Web Structure Silmiliarity

[Abstract]

This study aims to establish a standard for enhancing products by defining a formula that determines the similarity of AI-generated web outputs in order to meet the rapidly increasing demand for digital business. To achieve this, there was a need for a similarity evaluation metric between generated images and analyzed images, leading to an investigation of relevant indicators and techniques. The methods for analyzing the similarity between two images include SSIM (Structural Similarity Index), Jaccard Index, and ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF). However, these techniques are generally designed to determine the similarity between a reference image and an image derived from it, which makes them less suitable for evaluating the similarity between generated or matched images through existing image analysis.

In response to this limitation, this study proposes a new method for calculating "web structural similarity," taking into account both the aforementioned techniques and human cognitive perception. This method is anticipated to be broadly applicable for determining the "structural similarity" between two different images. The algorithm developed through this study could not only contribute to web generation but also serve as a meaningful metric for comparing and evaluating generated images. This would help in measuring and improving the performance of AI models.

▶ Key words :

[요 약]

본 연구는 폭증하는 디지털 비즈니스 수요 증가를 감당하기 위하여 웹이 AI로 생성됐을 때, 결과물의 유사도를 판별하는 공식을 정의함으로써 AI가 생성한 결과물에 대한 판단 기준을 만드는 데에 목적이 있다. 이를 위해서 생성된 이미지와 분석한 이미지 사이의 유사도 평가 지표가 필요했기에 관련된 지표, 기법들을 찾아보았었다. 두 이미지 간의 유사도를 분석하는 기법에는 SSIM, Jaccard, ORB 등이 존재하였었다. 하지만 이러한 기법들은 일반적으로 기준이 되는 이미지와, 이에서 파생된 이미지의 유사도를 판별하는 용도로 나온 것이 많았다. 그래서 우리가 적용하고자 하는 기존 이미지의 분석을 통해 생성 혹은 매칭된 이미지와의 유사도에는 적합하지 않았다. 이에 따라 본 연구에서는 위의 기법들과 사람들의 인지 범위를 고려하여 ‘웹 구조적 유사도’를 구하는 방식을 구상하였다. 이는 폭 넓게 사용되어 서로 다른 두 이미지 간의 ‘구조적 유사도’를 구하는 데에도 사용될 수 있을 것으로 사료된다. 본 연구를 통해 개발된 알고리즘을 통해서 웹 생성 뿐만 아니라 생성된 이미지를 비교 평가의 유의미한 지표로 작용하여 모델의 성능을 측정하고, 향상시키는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

▶ 주제어 :

I. Introduction

본 연구는 최근 생성형 AI 기술의 급격한 발전은 웹 생성 및 콘텐츠 자동화의 새로운 가능성을 열어주고 있다. 이러한 기술은 사용자 경험(UX)의 향상뿐만 아니라, 콘텐츠 생성 시간을 단축하고, 개인화된 웹 환경을 제공하는 데 중요한 역할을 하고 있다. 특히, AI를 활용한 웹 디자인 및 콘텐츠 생성은 효율성을 극대화하며, 다양한 사용자 요구에 빠르게 대응할 수 있는 장점을 지니고 있다.

그러나 웹 개설에 대한 수요가 지속적으로 증가함에도 불구하고, 전통적인 SI(System Integration)와 웹 에이전트들은 이 수요를 충족시키는 데 한계를 보이고 있다. 프로젝트 기간의 지연과 높은 비용은 웹 생성 및 관리의 비효율성을 초래하며, 이러한 문제는 더욱 심화하고 있다. 이에 따라 생성형 AI 기술을 활용한 자동화된 웹 생성 솔루션이 주목받고 있지만, 현재의 기술은 그 품질과 신뢰성을 평가하는 데 있어 한계가 있다.

특히, 생성형 AI가 만들어내는 결과물의 품질을 평가하는 것은 필수적이다. 생성된 웹 이미지와 분석된 웹 이미지 간의 유사도를 평가하는 것은 결과물의 일관성과 신뢰성을 판단하는 데 중요한 요소로 작용한다. 하지만, 현재 사용되고 있는 유사도 평가 기법들은 주로 고정된 기준 이미지와 파생된 이미지 간의 비교에 초점을 맞추고 있어, 다양한 생성형 AI 결과물의 구조적 유사도를 평가하는 데는 한계가 있다. 이러한 한계는 쇼핑몰 및 웹 페이지와 같은 구조적으로 복잡한 창작물에 대한 평가에서 특히 두드러진다.

예를 들어, 쇼핑몰 웹사이트의 경우, 다양한 상품 이미지와 텍스트 블록이 복잡하게 배치되어 있다. 이러한 웹 페이지에서 생성형 AI가 만든 이미지가 원본과 얼마나 유사한지를 평가하는 것은 매우 어렵다. 현재의 유사도 평가 방법들은 이러한 복잡한 구조를 충분히 반영하지 못해, 생성된 결과물이 실제로 사용자의 기대에 부합하는지 여부를 정확히 판단하기 어렵다. 이는 특히 쇼핑몰과 같은 사이트에서 고객의 신뢰도와 직결되기 때문에, 보다 정교한 평가 방법이 필요하다.

이미지 유사도를 측정하는 대표적인 방법으로는 평균 제곱 오차(MSE, Mean Squared Error), 최대 신호 대 잡음비(PSNR, Peak Signal-to-noise ratio), 구조적 유사도(SSIM, Structural Similarity Index), FID(Frechet Inception Distance) 등이 있다.

각각의 방법은 이미지의 특정 측면을 강조하며, 본 연구에서는 이러한 방법들을 결합하여 더 나은 유사도 측정 방법을 개발하고자 한다.

따라서 본 연구는 생성형 AI를 활용한 웹 생성물의 구조적 유사도를 평가하기 위한 새로운 지표를 제안한다. 기존의 유사도 평가 기법들이 고정된 기준 이미지와 파생된 이미지 간의 비교에 집중되는 반면, 본 연구에서는 다양한 생성형 AI 결과물 간의 구조적 유사도를 더욱 정확하게 평가할 수 있는 방법론을 개발한다. 이를 통해 웹 페이지와 같은 복잡한 구조의 이미지들에 대해 인지적으로 유사한 구조를 갖는지를 평가하는 데 중점을 둔다. 본 연구는 웹 생성 AI 기술의 평가 지표로 활용될 수 있을 뿐만 아니라, 웹 디자인 및 콘텐츠 생성의 자동화 수준을 한 단계 높이는 데 기여할 것으로 기대된다.

II. Preliminaries

1. Related works

1.1 YOLO (You Only Look Once)

본 연구를 진행하기에 앞서 기존에 사용하던 웹페이지의 분류체계에 의한 비교는 정량적인 수치로 비교할 수 없어, 사용자(고객)의 요구사항에 얼마나 적합한 생성물이 탄생했는지 비교할 수 없고, 웹을 생성하는 퍼블리셔와 디자이너에 의해 얼마든지 자유롭고 변화무쌍한 형태가 제작될 수 있기에 사용자가 원하는 화면에 얼마나 유사하게 만들어 주는지에 대한 평가가 필요했다.

초기 단계에서는 생성형 AI를 활용한 웹 생성물의 유사도를 평가하기 위해 YOLOv8 객체 탐지 모델을 적용한 방법론을 제시하였다. 이 방법론에서는 탐지된 객체의 영역에 대한 confidence 값을 기반으로 두 웹 페이지 간의 유사도를 판단하는 접근을 시도하였다. YOLOv8은 최신 객체 탐지 모델로서, 실시간 탐지 성능을 극대화한 아키텍처를 제공한다. 이러한 특징 덕분에 다양한 웹 페이지 요소들(예: 이미지, 텍스트 블록 등)을 신속하고 정확하게 탐지할 수 있었다. [1] ([Bochkovskiyetal., 2023] (<https://arxiv.org/abs/2304.00501>)). 이에 따라, 탐지된 각 영역의 confidence 값을 활용하여, 본 연구에서는 자체적으로 구축한 분류체계에 기반한 유사도 측정 방식을 통해 웹 페이지 전체의 구조적 유사성을 평가하려고 시도하였다.

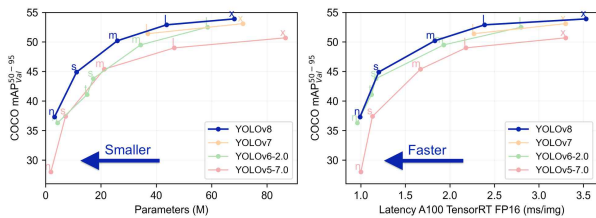


Fig. 1. YOLOv8 Parameters (M), mAP Board

그러나 이러한 접근 방식은 웹 페이지의 다양성과 디자인, 퍼블리셔의 개별적 스타일에 따른 변동성으로 인해 본질적인 한계에 직면하게 되었다. 웹 페이지 디자인은 기본적인 레이아웃에서부터 색상, 타이포그래피, 이미지 배치에 이르기까지 매우 다양한 형태를 취하며, 이러한 변화는 디자이너와 퍼블리셔의 창의적인 판단에 의해 크게 좌우된다. 결과적으로, 동일한 콘텐츠나 기능을 담고 있는 웹 페이지일지라도 그 시각적 표현과 구조적 구성은 크게 달라질 수 있다.

이에 따라 YOLOv8 기반 탐지 방법은 웹 페이지 간 유사도를 평가하는 데 있어 일관적이고 신뢰할 수 있는 결과를 도출하는 데 어려움을 겪었다. 예를 들어, 탐지된 객체의 배치, 크기, 스타일이 다를 수 있음에도 불구하고, 기능적으로는 동일한 두 웹 페이지가 존재할 수 있는데, 이러한 YOLOv8의 confidence 값만을 이용해서는 이들 간의 유사성을 정확하게 평가하는 것이 어려웠다. 더 나아가, 웹 페이지의 비정형적인 디자인 요소들은 탐지 결과에 큰 영향을 미치며, 유사도 측정의 일관성을 저해하는 문제를 야기하였다.

결국, YOLOv8 모델을 활용한 유사도 측정 방법론은 구조적으로 복잡하고 변동성이 큰 웹페이지와 같은 생성물에 대해 정확한 평가를 제공하기 어렵다는 결론에 도달하였다. 이에 따라, 이러한 한계를 극복하고 더 정밀한 유사도 평가를 가능하게 할 새로운 접근 방법의 필요성이 대두되었다.

1.2 OpenCV

YOLOv8 모델을 사용하여 입력 이미지 내의 주요 객체 및 요소들을 탐지한다. YOLOv8은 빠르고 정확한 객체 탐지 능력을 갖추고 있으며, 웹페이지 이미지에서 텍스트 영역, 이미지 영역 등과 같은 주요 요소들을 신뢰성 있게 감지할 수 있다. 감지된 각 영역은 bounding box로 표시되며, 이를 기반으로 이미지의 구조를 이해할 수 있다.

탐지된 bounding box 영역을 기준으로, OpenCV를 사

용하여 다음과 같은 전처리 작업을 수행한다:

- 배경 색상 통일: 탐지된 영역 이외의 부분을 단일 색상(예: 회색)으로 통일한다. 이를 통해, 탐지된 영역을 강조하고 비교 작업을 용이하게 한다.

- 영역 크기 조정 및 정렬: 탐지된 각 영역의 크기를 동일하게 조정하고, 이를 특정 레이아웃(예: 좌상단 기준 정렬)으로 배치한다. 이렇게 하면, 두 이미지 간의 구조적 비교가 더욱 명확해진다.

- 탐지된 영역의 색상 변경: YOLOv8 모델로 탐지된 객체 영역은 각기 다른 색상으로 표시된다. 예를 들어, 특정 객체가 포함된 영역을 특정 색상으로 채우고, 이 색상 코드를 이용해 다른 이미지와의 비교를 수행한다.

이러한 방법은 웹페이지 생성 AI 기술에서 생성된 웹페이지의 구조적 유사성을 평가하는 데 중요한 역할을 한다. OpenCV를 통해 일관된 이미지 전처리 과정을 적용하고, YOLOv8과 같은 객체 탐지 모델을 활용함으로써, 불필요한 요소들이 유사도 평가에 유입되는 것을 막고, 일관되고 정교한 결과를 보장한다. 이를 통해 웹페이지의 레이아웃, 객체 배치 등 구조적 요소들이 일관되게 평가될 수 있으며, 생성된 결과물의 품질에 대한 신뢰성을 높일 수 있다.

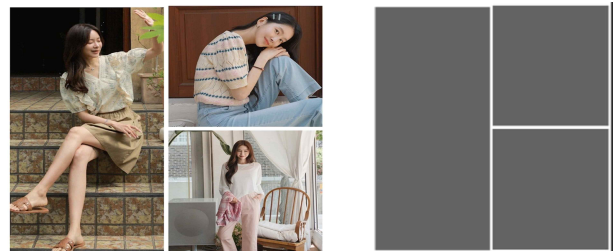


Fig. 2. Preprocessing Website Data by OpenCV

1.3 Jaccard Similarity

그러나 구조적 유사성 평가의 정확성을 더욱 높이기 위해서는 다양한 측면에서 접근할 필요가 있다. 예를 들어, 웹페이지의 구조뿐만 아니라 요소 간의 위치적 유사성도 중요한 평가 요소가 될 수 있다. 이에 따라, 본 연구에서는 추가로 Jaccard 유사도 평가 방법을 도입하였다. Jaccard 유사도(Jaccard similarity, Jaccard index)는 두 집합 간의 유사성을 측정하는 통계적 방법으로, 주로 집합 이론에서 사용된다. 이 방법은 두 집합 간의 공통 요소의 비율을 기반으로 유사성을 계산하며, 0과 1 사이의 값을 가진다.

Jaccard 유사도 값이 1에 가까울수록 두 집합이 매우 유사하다는 것을 의미한다.

$$\text{Jaccard 유사도} = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}$$

Fig. 3. Jaccard Similarity Calculation formula

여기서 AAA와 BBB는 비교하고자 하는 두 집합이고, 두 집합 간의 교집합에 속하는 요소의 개수, 두 집합 간의 합집합에 속하는 요소의 개수를 나타낸다.

Jaccard 유사도는 텍스트 유사도, 이미지 분할 평가, 객체 탐지 결과 평가 등 다양한 분야에서 활용된다.

생성형 AI로 생성된 웹 페이지 이미지의 유사도를 평가하기 위해 Jaccard 유사도를 활용하려고 시도하였다. YOLOv8 모델을 사용하여 웹 페이지 내의 다양한 객체(예: 버튼, 이미지, 텍스트 등)를 탐지하고, 이 탐지된 영역들을 각각의 집합으로 간주한 뒤, Jaccard 유사도를 통해 웹 페이지 간의 구조적 유사성을 평가하려 했다.

예를 들어, 두 웹 페이지 이미지에서 YOLOv8이 탐지한 객체들의 좌표를 사용해 각각의 탐지 결과를 집합 AAA와 BBB로 나타낼 수 있습니다. 그 후, 두 집합 간의 Jaccard 유사도를 계산하여 두 웹 페이지가 얼마나 유사한지를 수치상으로 평가하려는 접근이 시도되었다.

그러나, 이 방법도 여러 한계에 부딪혔다. 웹 페이지의 디자인 요소는 디자이너의 개별적 판단에 따라 크게 달라지기 때문에, 같은 기능이나 내용을 가진 웹 페이지라도 그 구조적 배치나 시각적 표현이 매우 다를 수 있다. 이런 경우, 탐지된 객체 간의 단순한 교집합과 합집합만을 고려하는 Jaccard 유사도는 웹 페이지 간의 본질적인 웹페이지의 구조적인 유사성을 제대로 반영하지 못했다.

또한, 웹 페이지는 매우 다양한 요소들로 구성되며, 이 요소들은 크기, 위치, 스타일이 전혀 다를 수 있다. Jaccard 유사도는 이러한 복잡성을 충분히 반영하지 못해, 결과적으로 두 웹 페이지 간의 유사성을 정확하게 평가하는 데 한계가 있었다.

1.4 SSIM(Structure Similarity index Measure)

웹을 이미지 형상화하여 판단하기 때문에 자료를 찾아보던 중 SSIM, Structure Similarity index Measure라는 평가 방법을 발견하였다. SSIM은 두 개의 이미지 간의

유사성을 측정하기 위한 지표로, 주로 이미지 품질 평가에 사용된다. SSIM은 단순한 픽셀 기반 비교보다는 인간의 시각 시스템이 이미지를 인지하는 방식에 근접한 방법으로 유사성을 평가한다. 이 지표는 두 이미지의 밝기, 대비, 구조를 비교하여 유사성을 계산하며, 0에서 1 사이의 값을 가진다. SSIM의 값이 1에 가까울수록 두 이미지가 매우 유사하다는 것을 의미한다.

SSIM은 다음과 같은 세 가지 요소를 결합하여 유사도를 계산한다.

1. 밝기(Luminance, $l(x, y)$): 두 이미지의 평균 밝기를 비교한다. 'luminance'는 한글로 휘도라고 하며 빛의 밝기를 나타내는 양이다. SSIM에서 계산할 때, 별도 빛의 밝기 성분을 추출해서 사용하지는 않고 이미지의 픽셀값을 이용한다. (픽셀값이 클수록 밝음을 이용함) grayscale 이미지에서는 각 픽셀의 값을 의미하며 RGB 이미지에서는 R, G, B 각 채널 별 픽셀값을 의미한다.

2. 대비(Contrast, $c(x, y)$): 두 이미지의 대비를 비교한다. 'contrast'는 한글로 대조라고 하며 이미지 내에서 빛의 밝기가 바뀌는 정도를 나타내는 양이다. 이 값은 픽셀 간의 값이 얼마나 차이가 나는지 통하여 정량화할 수 있으므로 표준 편차를 사용한다.

3. 구조(Structure, $s(x, y)$): 두 이미지의 구조적 유사성을 비교한다. 'structure'는 픽셀값의 구조적인 차이점을 나타내며 정성적으로 성분을 확인 시, edge를 나타낸다. 'structure'를 구하기 위하여 'luminance'를 평균, 'contrast'를 표준 편차로 이용하여 Normalized된 픽셀값의 분포에서 픽셀값을 다시 정의한다.

SSIM은 다음과 같이 계산한다.

$$\text{SSIM}(x, y) = [l(x, y)]^\alpha \cdot [c(x, y)]^\beta \cdot [s(x, y)]^\gamma$$

Fig. 4. SSIM Calculation Formula

각각의 요소는 다음 수식으로 계산한다.

$$\begin{aligned} \text{밝기: } l(x, y) &= \frac{2\mu_x\mu_y + C_1}{\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1} \\ \text{대비: } c(x, y) &= \frac{2\sigma_x\sigma_y + C_2}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2} \\ \text{구조: } s(x, y) &= \frac{\sigma_{xy} + C_3}{\sigma_x\sigma_y + C_3} \end{aligned}$$

Fig. 5. Specific Calculate Formula of SSIM

μ_x, μ_y : 각각 두 이미지의 평균 밝기

σ_x, σ_y : 각각 두 이미지의 표준 편차(대비를 나타냄)

σ_{xy} : 두 이미지 간의 공분산(구조적 유사성을 나타냄)

C_1, C_2, C_3 : 안정화 상수로, 아주 작은 값으로 설정하여 분모가 0이 되는 것을 방지

Fig. 6. Specific Contents of SSIM

웹페이지의 일부분을 SSIM을 통해 생성된 결과와 비교하는 방법은 이렇다.

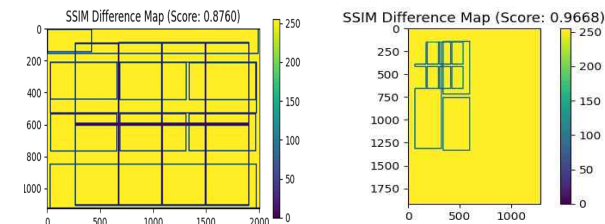


Fig. SSIM Algorithm Structural Area Calculation Results

생성된 웹페이지, 비교 대상 웹페이지를 이미지화하고 SSIM 유사도 평가 프로세스에 입력해 결과를 확인한다. 값이 1에 가까울수록 유사한 것으로 판단한다. 하지만 밝기와 대비를 비교하는 부분에서 채도, 명도, 조도에 영향을 받기에 구조적인 유사도만을 평가하기는 어려웠다.

Table 1. Results comparison analysis table according to color

배경 \이미지	(10, 10, 10)	(100, 100, 100)	(180, 180, 180)	(245, 245, 245)
B_(0,0,0)	0.6989	0.6197	0.6151	0.6136
W_(255, 255, 255)	0.6454	0.7943	0.8665	0.9495

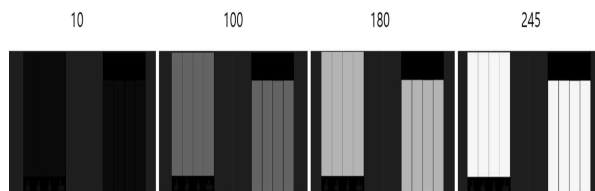


Fig. 7. Limitation of SSIM

1.5 ORB(Oriented FAST and Rotated BRIEF)

이러한 한계를 극복하기 위해, SSIM에서 나아가 보다 구조적 유사성에 초점을 맞춘 ORB 알고리즘 사용을 시도하였다. ORB는 특징점 기반 접근법을 통해 이미지 간의 유사성을 더욱 정밀하게 분석할 수 있는 알고리즘으로, 이

이미지 내의 특정 위치에서 특징점을 추출하고, 두 이미지 간의 위치적 일치성을 기반으로 유사성을 평가하는 데 강점을 가진다. SSIM과 달리, ORB는 밝기와 대비 요소를 배제하고 구조적 특징점에 중점을 둔 평가를 가능하게 할 거로 예측했다.

따라서, 본 연구에서는 ORB 알고리즘을 통해 생성된 웹 페이지와 원본 웹페이지 간의 구조적 유사성을 평가하고자 한다. 이를 통해, SSIM의 한계를 보완하고 더 정확한 평가를 수행할 수 있을 것으로 기대된다.

ORB는 (Oriented FAST and Rotated BRIEF) 컴퓨터 비전 분야에서 널리 사용되는 특징점 검출 및 Descriptor 생성 알고리즘이다. ORB의 특징은 빠르고, 효율이면서도 강력한 성능을 제공한다. 주로 객체 인식, 이미지 정합, 추적 등의 작업에서 사용한다.

ORB는 두 가지 주요 알고리즘을 결합하여 동작한다. FAST(Features from Accelerated Sement Test)와 BRIEF(Binary Robust Independent Elementary Features)

FAST는 ORB에서 사용되는 특징점(코너 등)을 검출하는 알고리즘이다. FAST는 매우 빠르게 특징점을 찾을 수 있지만, 이 특징점들이 회전이나 조명 변화에 민감할 수 있다. ORB는 이 단점을 보완하기 위해 FAST로 검출된 특징점에 대해 방향 정보를 추가로 계산하여 회전 불변성을 갖도록 한다.

BRIEF는 특징점 주변의 패치를 이진화하여 설명하는 기술자(Descriptor)를 생성하는 알고리즘이다. BRIEF는 계산이 매우 간단하고 빠르지만, 역시 회전 불변성을 갖추고 있지 않다. ORB는 BRIEF를 회전 불변하게 개선하여, 다양한 각도에서 촬영된 이미지에서도 동일한 특징점을 찾아낼 수 있도록 한다.

ORB 알고리즘의 동작 과정은 다음과 같다.

1. 특징점 검출:

이미지 내의 코너나 엣지와 같은 특이점을 FAST 알고리즘을 통해 검출한다. 이 특징점들은 이미지의 중요한 픽셀을 나타내며, 이미지의 주요 구조를 파악하는 데 중요한 역할을 한다.

2. 특징점 방향 계산:

검출된 특징점 주변의 화소 분포를 분석하여 각 특징점의 방향을 계산한다. 이를 통해 ORB 알고리즘은 회전 불변성을 가지게 되며, 이미지가 회전해도 일관된 특징점을 유지할 수 있다.

3. 기술자 생성:

BRIEF 알고리즘을 사용하여 특징점 주변의 패치를 이진화하고, 이를 기반으로 기술자를 생성한다. 이 기술자는 매우 짧고 계산이 효율적이며, 이미지의 주요 특징을 포착하여 시각화하는 데 사용된다.

4. 특징점 매칭:

다른 이미지에서 동일한 개체나 장면을 찾기 위해 생성된 기술자들을 비교하여 두 이미지 간의 유사한 특징점을 매칭한다. 이 과정은 일반적으로 해밍 거리(Hamming Distance)를 사용하여 수행된다.

이와 같은 ORB 알고리즘의 동작 과정을 통해 두 이미지 사이의 특징점을 추출하고, 이들이 얼마나 일치하는지를 분석한다. ORB는 특히 이미지 내의 중요한 구조적 요소인 코너(corner)를 효과적으로 검출하고, 이들 간의 유사성을 비교하는 데 강점을 가진다. 예를 들어, 웹페이지의 레이아웃에서 중요한 역할을 하는 다양한 코너들을 비교하여, 구조적인 부분에서 각 요소가 적절하게 배치되었는지, 즉, 각 코너의 위치가 예상된 오프셋(offset)을 가졌는지를 판단할 수 있다.

이 과정에서 ORB는 코너 영역에 있는 특징점(Key Point)을 찾기 위해 해리스 코너 검출 알고리즘(Harris Corner Detection)을 사용한다. 해리스 코너 검출은 이미지에서 코너를 감지하는 고전적인 방법으로, 이미지의 경계를 찾기 위해 소벨(Sobel) 미분 연산을 활용한다. 소벨 미분은 이미지의 경계값을 계산하고, 이 경계값의 경사도 변화를 측정하여 코너를 검출하는 방식으로 동작한다. 경사도가 수직, 수평, 대각선 방향으로 크게 변화하는 부분을 코너로 판단하여, 이미지 내의 구조적 특징을 포착하는 데 사용된다.

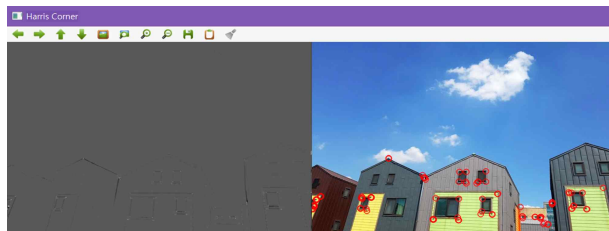


Fig. 8. Example of ORB

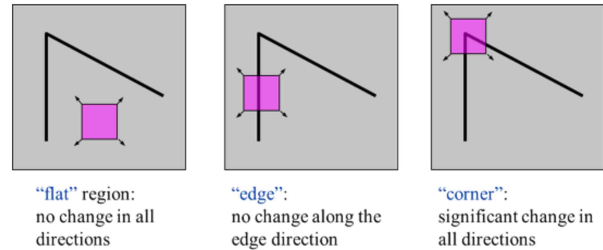


Fig. 9. How ORB finds different feature points

따라서, 본 연구에서는 ORB 알고리즘을 사용하여 코너 영역의 특징점을 검출하고, 이들 간의 유사성을 분석함으로써, 웹페이지와 같은 구조적으로 복잡한 이미지 간의 유사성을 평가하고자 한다. 특히, 해리스 코너 검출과 시-토마시 검출 알고리즘을 함께 고려하여, 다양한 조건에서의 이미지 유사성을 더욱 정확하게 평가할 방법을 제안한다. 이를 통해, AI가 생성한 웹페이지가 원본과 얼마나 일치하는지를 평가하는 데 있어, 기존의 유사도 평가를 보완하고 더욱 정교한 분석을 가능하게 할 것이다.

III. The Proposed Scheme

먼저, 본 연구에서 분석 및 제작 가능한 범위 설정을 통

3.1 Detection corner

영역을 검출하는 과정에서 특정 영역을 더 정밀하게 분석하기 위해, 우리는 이미지 내에서 코너의 특정 모양을 지정하여 분석하였다. 이러한 코너들은 웹페이지 레이아웃에서 중요한 구조적 요소로 작용하며, 다양한 형태를 가질 수 있다. 예를 들어, 직각 코너(Γ , Υ , \perp , \neg), 교차점(+), 그리고 T자형 모양(Γ , Υ , \perp , \neg) 등 다양한 코너 형태가 있다. 이와 같은 코너들은 웹페이지의 구조적 일관성을 평가하는 데 중요한 역할을 하며, 각 코너의 위치와 형태를 비교하여 구조적인 오프셋(offset)이 발생했는지를 판단하는 데 사용된다.

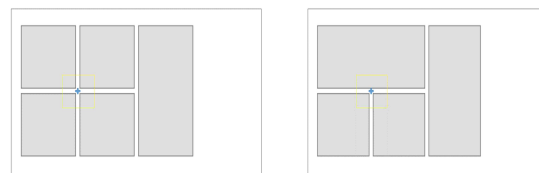


Fig. 9. Criteria for being recognized as a corner

특히, 이들 코너 형태의 특징을 기반으로, 두 이미지 간

의 구조적 유사성을 더욱 정밀하게 평가할 수 있다. 이를 위해, 해당 코너들에 대한 정확한 위치와 구성을 분석하고, 이미지 내에서 동일한 위치에 유사한 형태의 코너가 존재하는지를 비교하였다. 예를 들어, ㄱ 모양의 코너가 특정 위치에 존재한다면, 비교 이미지에서도 동일한 위치에 ㄱ 모양의 코너가 존재하는지를 확인하는 것이다. 이러한 비교를 통해, 두 이미지 간의 구조적 일치도를 더욱 명확하게 평가할 수 있다.

이와 같은 코너 기반의 분석 방법은 웹페이지와 같은 구조적으로 복잡한 이미지에서 매우 유용하다. 코너의 형태와 위치를 정확하게 비교함으로써, 단순히 픽셀 단위의 유사성을 넘어, 이미지의 전반적인 구조적 유사성을 평가할 수 있게 된다. 특히, 웹페이지 레이아웃에서 중요한 역할을 하는 이러한 코너들은 전체적인 디자인의 일관성을 유지하는 데 중요한 요소로 작용하므로, 이를 통해 보다 정밀한 구조적 유사성 평가가 가능해진다.

또한, 지정된 코너 모양을 활용한 분석은 웹페이지의 시각적 안정성을 평가하는 데에도 기여할 수 있다. 예를 들어, 웹페이지 내의 특정 코너가 예상 위치에서 벗어나 있거나, 다른 형태로 변형되어 있으면, 이는 레이아웃의 불안정성을 나타낼 수 있으며, 이를 조기에 발견하여 수정할 수 있다. 이처럼, 다양한 코너 형태를 기반으로 한 분석은 단순한 유사성 평가를 넘어, 웹페이지의 구조적 완성도와 시각적 일관성을 높이는 데 중요한 역할을 한다.

이러한 코너 기반의 접근법은 기존의 단순한 픽셀 비교 방식에서 벗어나, 더 깊이 있는 구조적 분석을 가능하게 하며, 특히 웹페이지 디자인과 같은 복잡한 구조를 평가하는 데 있어 중요한 도구로 활용될 수 있다.

구조적인 유사도를 평가할 때, 동일하거나 유사한 위치에 나타난 특징점 간의 매핑이 중요한 문제로 대두되었다. 동일한 위치에 동일한 특징을 매칭하지 않으면, 유사도 계산에서 혼란이 발생할 수 있다. 이에 따라, 이미지의 코너에 위치한 특징점이 다른 이미지에서 비슷한 위치에 해당하지 않을 경우 매칭하지 않도록 하는 구조가 필요했다.

3.2 Develop

이를 위해, 두 이미지의 좌표 기준으로 매칭된 특징점의 값이 유클리디언 영역(변수)을 벗어나지 않도록 제한하고, 유사한 위치에 있는 특징점들만을 매칭하는 커스터마이징 코드를 개발했다.

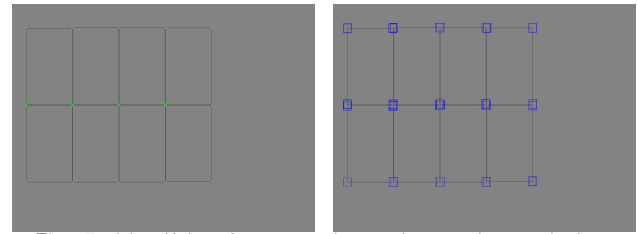


Fig. 7. Identifying feature points using cosine and sine values of circular patterns and feature points using rectangular patches

원형 패턴의 cosine, sine 값을 사용하지 않고, 직사각형(rectangle) 형태의 패치를 기준으로 이동하며 특징점을 확인한다.

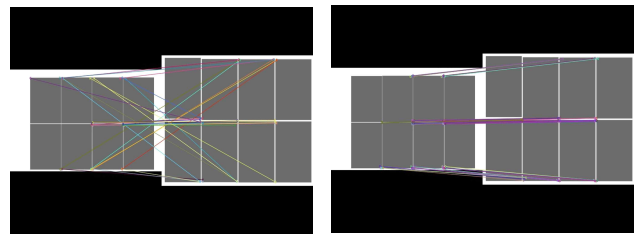


Fig. 7. Mapping only feature points in similar locations based on two image coordinate values (Uklidian distance)

두 이미지의 좌표 값(유클리디언 거리)을 기반으로 유사한 위치에 있는 특징점만을 매칭한다.

위 두 가지 조건을 모두 만족하는 경우에만, 양 이미지 간의 구조적인 특징점을 매핑한다.

두 이미지에서 유사한 위치에 있는 특징점들만을 추출하고, 이를 연결하여 구조적인 유사도를 높이는 방식으로 커스터마이징된 매칭 알고리즘을 시각적으로 나타낸다. 이 알고리즘은 매칭된 특징점이 유클리디언 거리 50~100 사이에 있는 경우만을 추출하여 구조적 유사도를 계산한다.

또한, descriptor 계산 방식에서 원형 패턴 대신 직사각형 패턴을 적용하여, keypoints에서 사각형 영역에 적합한 descriptor를 추출하는 방식을 사용하였다. 이를 통해 두 이미지를 비교할 때 이미지 내부 요소들의 간격(interval)을 조절하여 구조적 유사성을 강조하고, 시작점의 위치를 동일하게 설정하여 비교의 정확성을 높였다.

이 커스터마이징된 알고리즘은 유사한 위치에 있는 특징점들만을 고려함으로써, 구조적 유사도를 더욱 정확하게 평가할 수 있도록 설계되었다. 이로써, 이미지 간의 구조적 일관성을 더욱 신뢰성 있게 분석할 수 있게 되었다.

3.3 ORB and SSIM combined

그러나 ORB를 단독으로 사용하였을 때, 이미지의 코너

와 같은 특징점은 잘 분석되었지만, 이미지 내에서 중요한 역할을 하는 영역의 구조적 요소들을 충분히 반영하지 못하는 한계가 있었다. 특히, 웹페이지와 같은 복잡한 이미지에서는 코너 외에도 다양한 요소가 유사성 평가에 영향을 미친다. 이를 보완하기 위해, ORB와 SSIM을 결합하여 사용하기로 하였다.

SSIM은 이미지의 밝기, 대비, 구조(접치는 부분)를 함께 고려하여 평가할 수 있기 때문에, ORB로는 놓칠 수 있는 내부 영역의 유사성을 보완하는 데 유용하다. 두 알고리즘을 결합함으로써, 웹페이지의 구조적 유사성을 평가하는 동시에, 내부의 채워진 영역과 같은 세부 요소까지도 함께 평가할 수 있었다.

결국, 본 연구는 SSIM과 ORB를 결합한 평가 방법을 통해, 보다 정밀하게 웹페이지의 유사성을 평가할 수 있는 방법론을 제안하고자 한다. 이를 통해 AI가 생성한 웹페이지와 원본 웹페이지 간의 유사성을 평가하는 데 있어 보다 신뢰성 있는 결과를 제공한다.

또한, SSIM과 ORB 알고리즘을 결합하여 구조적인 유사성 평가를 진행하였다. SSIM을 사용해 대비, 밝기, 색채와 같은 요소들을 제거하고, 이미지의 구조적인 부분만을 평가하였다. ORB의 특징점 매핑을 통해 AI가 생성한 웹페이지의 구조적 유사성을 고객의 요구사항과 얼마나 일치하는지를 두 이미지로 비교하였다.

웹페이지의 구조적 유사성을 평가하기 위해서는 페이지 내부의 텍스트 영역 또한 중요한 요소로 작용한다. 특히, 웹페이지에서 텍스트는 사용자에게 중요한 정보를 전달하며, 디자인의 일관성을 유지하는 데 핵심적인 역할을 한다. 그러나 ORB 알고리즘만으로는 텍스트 영역과 같은 세부 요소들을 충분히 반영하기 어렵기 때문에, 이를 보완하기 위해 SSIM과 결합하여 평가를 진행하였다. SSIM은 텍스트 영역을 포함한 페이지의 구조적 유사성을 측정하는데 유리하며, 이를 통해 보다 정교한 유사성 평가가 가능해진다.

텍스트 영역의 가중치를 0.1로 설정한 이유는, 웹페이지의 전반적인 구조와 디자인이 중요하다는 점을 고려하면 서도, 텍스트의 배치와 내용 또한 유사성 판단에 있어 무시할 수 없는 요소이기 때문이다. 따라서 전체적인 구조적 평가에서 텍스트 영역의 비중을 적절히 반영하기 위해 이와 같은 가중치를 부여하였다.

IV. Conclusions

본 연구는 급증한 웹사이트 제작수요에 따라 발전하고 있는 혁신적인 인공지능의 기술을 융합하여 웹사이트 자동생성시스템에 딥러닝을 적용한 새로운 시스템을 설계하는 것에 중점을 두었다. 이 시스템은 전통적인 웹사이트 제작의 절차를 일정한 규칙과 표준을 바탕으로 분석할 수 있도록 틀을 만들어 제공했다. 아울러 딥러닝 모델이 학습되고 또 데이터레이크 구축을 통한 지속적인 매칭이 가능한 방안을 제시했다.

이번 연구에서 제안한 딥러닝 모델 기반 웹사이트 자동생성시스템은, 목업 기반, 예제 기반과 같은 선행연구들의 한계를 극복하고자 했다. 즉, 결과물의 완성도와 제작의 효율성을 확장해 사용자의도를 딥러닝 모델이 분석하고, 그 결과 템플릿 데이터와 매칭하여 완전한 웹사이트를 단 시간에 제공할 수 있는 방안을 제안했다. 이 설계 방안이 실제로 구현될 경우, 생성형 AI가 갖는 일종의 ‘기계적인 (컴퓨터스러운)’ 생성의 결과와 달리, 전문가들이 만들어 둔 템플릿을 기반으로 산업 현장에서 바로 사용할 수 있는 높은 품질의 결과를 기대할 수 있다[21]. 또 템플릿의 조화에 따라 무수히 다른 결과를 활용할 수 있고, 이것은 최근 급증하는 온라인 비즈니스의 수요를 충족할 수 있는 새로운 패러다임이 될 수 있으리라 여겨진다[22].

처음 사도에 따른 웹페이지 구성요소의 분류와 실제 섹션을 구성하는 단위요소의 분류 등은 딥러닝 모델의 실제 구현을 통해 많은 보완이 필요할 것이다. 우리가 사용하는 디지털 거기와 소프트웨어(SW) 연계 IoT 장비, 카오스크 등도 초기 일정한 규칙을 바탕으로 사용성 기반의 산업적 발전과 창의적인 요소가 더해져 왔다[23,24]. 이렇듯 웹페이지 구성요소에 대한 표준은 웹디자인과 제작산업에 큰 영향을 미칠 것으로 기대된다.

게다가 최근 생성형 AI에 대한 연구가 활발히 진행되고 있지만, 단순한 원천 데이터(raw data) 기반의 생성과 단일 단락 수준의 개발에 그쳤던 부분을 어떻게 접근해야 하는지에 대해서도 고찰했다. 다시 말해 실제 현업에서 활용할 수 있을 정도의 전체 완성물로서 웹페이지를 제작할 수 있는지 그 가능성을 제시했다. 프롬프트를 통해 사용자 의도를 수차례 반복해 입력해야 했던 현재의 방식에서 나아가, 완성물을 한 번에 제공하고 이를 분석하는 모델로 시스템을 설계한 것이다. 이로써 같은 모델로 미리 구성해 둔 데이터와의 매칭 기반 시스템이 운용되는 프레임워크를 적용할 수 있다는 학술적 시사점을 제공하게 되었다.

그럼에도 불구하고, 본 연구는 다음의 몇 가지 한계점을 갖고 있어 밝혀둔다. 가장 먼저, 제안하는 시스템은 전문

가 수준의 대규모 템플릿의 존재와 관리 시스템이 필수로 구현되어야 함을 전제로 한다. 이 템플릿의 품질에 따라 생성된 웹사이트의 품질이 결정되기 때문이다. 이것은 최근 인공지능의 연구와 산업의 발전이 컴퓨터에게 일을 사 키고 높은 부가가치를 창출하고자 하는 등 IT산업의 방향 [25]과 부합하지 않는다. 즉, 여전히 사람의 개입이 많이 필요하므로 템플릿을 자동화 할 수 있는 추가적인 방안이 필요하다.

그리고 딥러닝 모델 기반의 벤치마크 웹사이트 분석은 사용자 설계(UI: User Interface) 측면의 디자인만 우선 고려되었다. 연구의 한계 상 기능적인 측면의 분석이나 의 도가 분석되지 않아 생성된 페이지에 필요한 기능이 반영 되지 못했다. 정적 웹페이지를 기반으로 분석하는 데에는 사용자 행위기반의 동적기능을 분석할 수 없으며, 일정한 패턴이 있더라도 오류율이 많은 부분으로써 후속 연구를 통해 지속적으로 보완해 나가야 할 것이다[26].

마지막으로 딥러닝 모델이 각 단락과 요소의 탐지와 특징 분류 등에 있어 예상한 수준의 정확도를 보일 것이라 가정할 측면이다. 이를 기반으로 전체 시스템을 설계한 만큼, 모델을 학습시키기 위하여 대량의 데이터 수집 및 가공이 필요해 보인다. 실제 인공지능 기술의 활용에서 딥러닝 모델이나 알고리즘은 선행연구로부터 참조하므로 쉽게 접근이 가능하다. 하지만 이를 특정 서비스에 맞게 훈련하기 위해 요구되는 대량의 데이터 수집 및 가공이 큰 비중을 차지하는 현실의 한계와 일맥상통하는 부분이다.

종합적으로 볼 때, 본 연구는 인공지능과 웹사이트 자동 생성 분야에서 절차적인 혁신을 추구하여 기여한 점이 크다. 동시에 산업의 실제 적용이 가능한 새로운 연구방향과 가능성을 제시했지만, 자동화된 웹 제작에 새로운 지평을 열어 가기에 많은 후속연구가 필요하다.

REFERENCES

- [1] Zhu, Meng, Yang Yang, and Christopher K. Hsee. "The mere urgency effect." *Journal of Consumer Research* 45.3 (2018): 673-690, DOI : <https://doi.org/10.1093/jcr/ucy008>
- [2] Arum Park, Sae Bom Lee, and Jaemin Song, "Application of AI based Chatbot Technology in the Industry," *Journal of the Korea Society of Computer and Information* , Vol. 25, No. 7, pp. 17-25, 2020, DOI : <https://doi.org/10.9708/jksci.2020.25.07.017>
- [3] Kim, R. Y. (2020). "The impact of COVID-19 on consumers: Preparing for digital sales." *IEEE Engineering Management Review* 48(3): 212-218, DOI : <https://doi.org/10.1109/emr.2020.2990115>
- [4] internetlivestats (2023). "Total number of Websites." 1. Retrieved 10, 2023, from <https://www.internetlivestats.com/>
- [5] Parlakkilic, A. (2022). "Evaluating the effects of responsive design on the usability of academic Websites in the pandemic." *Education and Information Technologies* 27(1): 1307-1322-1322, DOI : <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10650-9>
- [6] Muthukrishnan, Nikesh, et al. "Brief history of artificial intelligence." *Neuroimaging Clinics* 30.4 (2020): 393-399, DOI : <https://doi.org/10.1016/j.nic.2020.07.004>
- [7] Xu, Y., Bo, L., Sun, X., Li, B., Jiang, J., & Zhou, W. (2021). image2emmet: Automatic code generation from web user interface image. *Journal of Software: Evolution and Process*, 33(8), e2369, DOI : <https://doi.org/10.1002/smr.2369>
- [8] Hashimoto, Y. and T. Igarashi (2005). Retrieving Web Page Layouts using Sketches to Support Example-based Web Design. *SBM*, DOI : <http://dx.doi.org/10.2312/SBM/SBM05/155-164>
- [9] Chang, K. S.-P. and B. A. Myers (2012). WebCrystal: understanding and reusing examples in Web authoring. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. DOI : <https://doi.org/10.1145/2207676.2208740>
- [10] Baule, D., von Wangenheim, C. G., von Wangenheim, A., Hauck, J. C., & Junior, E. C. V. (2021). Automatic code generation from sketches of mobile applications in end-user development using Deep Learning. *arXiv preprint arXiv:2103.05704*. DOI : <https://doi.org/10.48550/arXiv.2103.05704>
- [11] Kaluarachchi, T. and M. Wickramasinghe (2023). "A systematic literature review on automatic Website generation." *Journal of Computer Languages* 75. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.cola.2023.101202>
- [12] Mohammed, A., C. M. Rahman, and M. S. Abdulkarim. "The Scientific Comparison between Web-Based Site and Web-Builder (Open Source) Project: Functionalities, Usability, Design and Security." *International Journal of Scientific Research and Management (IJSRM)*, Volume: 0 6. DOI : 10.18535/ijrm/v6i6.ec05
- [13] WhichCmsToChoose.com (2016). "WordPress - CMS review, advantages and disadvantages." from <http://whichcmstochoose.com/wordpress.html>.
- [14] Forbes, J. (2019). "Web Builders and the Future of the Web Development Industry."

- DOI : <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2019100619610>
- [15] Nguyen, T. (2020). "Web design fundamentals: Web Builder software." *Australian Law Librarian* 28(3): 165-167.
DOI : <https://search.informit.org/doi/10.3316/agis.20210907053029>
- [16] Pillai, A., Shinohara, K., & Tigwell, G. W. (2022). Website Builders Still Contribute To Inaccessible Web Design. In *Proceedings of the 24th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility* (pp. 1-4).
DOI : <https://doi.org/10.1145/3517428.3550368>
- [17] Ndukwe, W. (2019). "Website Builders: A Tool In Web Design From A Graphic Design Perspective."
DOI : <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201904266105>
- [18] Newman, M. W. and J. A. Landay (2000). Sitemaps, storyboards, and specifications: A sketch of Web site design practice. *Proceedings of the 3rd conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques*.
DOI : <https://doi.org/10.1145/347642.347758>
- [19] Huang, F., Canny, J. F., & Nichols, J. (2019). Swire: Sketch-based user interface retrieval. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-10).
DOI : <https://doi.org/10.1145/3290605.3300334>
- [20] dbcut (2023). "shopdesign." from <https://www.dbcut.com/shopdesign>.
- [21] Lee, H. & Gu, H. (2022). "Delphi Research on Usability Test Framework of Metaverse Platform - Case of Roblox, Zepeto, and Gathertown". *Journal of the Korea Contents Association*, 22(9), 179-193.
DOI : 10.5392/JKCA.2022.22.09.179
- [22] Chai, B-S. Min, D-H, and Lee, H. (2023). "Research to Improve the Quality of Non-Contact Education Systems." *The Society of Convergence Knowledge Transactions*, 11(1), 89-100.
DOI : <https://doi.org/10.22716/sckt.2023.11.1.008>
- [23] Choi, H-S., Ko, Y-B., Min, D-H and Lee, H-J. (2023). "Research on Recognition Differences of PSD Features in KIOSK." *The Society of Convergence Knowledge Transactions*, 11(2), 45-55.
DOI : 10.22716/SCKT.2023.11.2.015
- [24] Lee, H-E, Yoon, J-W. Park, Y-H, and Lee, H-J. (2023). "Expanding the Universal Lifelong Learning through Digital Education Engagements." *The Society of Convergence Knowledge Transactions*, 11(4), 105-111.
- [25] Lee, H., Kwon, S. and Min, D. (2021) "The Empirical Research on the User Satisfaction of Mobile Grocery Shopping Customer Journey," *Journal of Information Technology Applications and Management*, 28(4), pp. 59-78.
DOI : <https://doi.org/10.21219/jitam.2021.28.4.059>
- [26] Youngwook Kim, "The story of 21st century gold rush artificial intelligence," *KSCI Review*, Vol. 24, No. 2, pp. 7-12, 2016.