

효과적인 서브 이미지 기반의 CAPTCHA 시스템을 위한 다각형 형태의 서브 이미지 실험

정우근

Chung Woo-Keun

부산대학교 컴퓨터공학과

wkchung@pusan.ac.kr

ABSTRACT

우리는 전 보고서 [21, 22] 에서 색상 분포도 실험을 통한 효과적인 서브 이미지를 제공하였다. 색상 분포도에 따른 필터링 시스템을 제공하여 사용자에게 인식률 높은 서브 이미지를 제공 또한 조금 더 높은 성공률을 보이기 위하여 실시하였다. 하지만 이미지에 따라서 너무나 다른 색상 분포도 또는 무작위 서브 이미지를 추출 기반인 시스템에 대한 색상 분포도에 따른 필터링 시스템은 색상 분포도가 만족되지 못할 경우 서브 이미지를 재추출하는 작업으로 인한 시스템 과부하 및 재추출로 인하여 불편을 초래하였다. 하지만 실험 성공률은 3%의 증가율을 보였으나 크게 만족하지 못할 정도로 나타났다. 이러한 추후과제를 남겨둔 지금의 시점에서 본 보고서에서는 사용자의 인식률을 조금 더 높이기 위하여 서브 이미지의 형태에 따른 사용자의 인식률에 대한 실험에 대하여 논하기로 하였다. 본 보고서에 서브 이미지를 추출하는 다각형의 형태는 총 4가지의 형태로 정오각형, 정육각형, 정칠각형 및 정팔각형으로 실험을 행하였다.

KEYWORDS CAPTCHA, Sub-Image

1 개요

전 보고서에서는 일반적인 CAPTCHA 시스템에서 보이는 단점, 즉 일반적인 사진에서 무작위로 추출되는 서브 이미지에 대한 단점이었다. 이 단점으로써는 서브 이미지 추출시 무작위로 선정되어 색상 분포도1 가 균일하지 못하는 서브 이미지가 추출되어 사용자에게 불편을 초래하였다. 그림 1에 (a)와 같은 이미지의 경우 색상 분포도가 균일하지 못한 서브 이미지로써 사용자에게 불편을 제공할 수 있다. 그림 1의 (b)와 같은 이미지의 경우 색상 분포도는 균일하지 못한 서브 이미지이나 의미가 내포되어 있는 이미지로써 CAPTCHA 시스템에 제공될 수 있는 서브 이미지이다. 하지만 (b)와 같은 이미지가 나올 수 있는 반면에 (a)와 같은 서브 이미지가 제공될 수 있으므로 필터링 시스템을 제공하였다. 하지만 필터링 시스템은 일반적인 이미지에서 추출되는 서브 이미지의 색상 분포도에 따라서 효과적인 서브 이미지를 제공하는 반면에 색상 분포도가 균일하지 못할 경우 너무 많은 리샘플링 및 시스템 과부하로 효과적인 CAPTCHA 시스템을 제공할 수 없었다. 하지만 CAPTCHA 시스템에 임하는 사용자의 성공률은 3%의 증가를 보였었다. 하지만 추후과제로써 더 많은 실험과 효과적인 필터링 시스템을 제공하기 위한 필터링 Treshold 값 선출과 리샘플링 및 시스템에 과부하에 대한 해결과제가 남아 있다. 본 보고서에는 추후과제로써 남아 있는 Treshold 값 및 효과적인 필터링 시스템의 개선이 아닌 서브 이미지의 형태에 따른 사용자의 인식률에 대한 실험에 대하여 논하기로 하였다. 지금까지 CAPTCHA 시스템의 실험 및 제공되는 환경에서는 정사각형의 형태로써 사용자에게 제공되었었다. 하지만 본 단락에서는 사용자에게 효과적인 서브 이미지의 형태가 무엇인지 또한 사각형의 형태가 제일 효과적이지에 대하여 논하기로 하였다. 서브 이미지 추출시 제공되는 형태로써는 총 4가지의 형태로써 오각형, 육각형, 칠각형 그리고 팔각형의 형태를 띄는 서브 이미지를 통하여 실험을 행하기로 하였다.

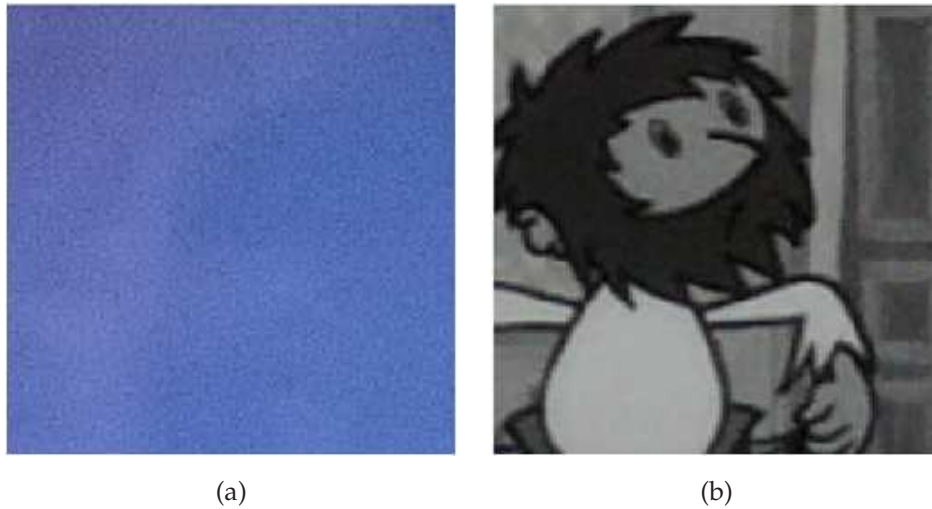


그림 1. 일반적인 CAPTCHA 시스템에서 보여지는 단점들이다. (a)와 같은 서버 이미지의 경우 필터링 시스템을 거치지 않고 무작위 선출된 서버 이미지를 추출하였을 경우, 색상 분포도가 균일하지 못한 서버 이미지들이 추출되어 서버 이미지에 의미가 내포되어 있지 않아 CAPTCHA 시스템에 임하는 사용자들에게 불편을 초래할 수 있는 서버 이미지이다. 반면에 (b)와 같은 서버 이미지의 경우 색상 분포도는 균일하지 못한 것으로 보이나 사용자에게 의미가 내포되어 있어 CAPTCHA 시스템에 제공될 수 있는 서버 이미지이다.

| Color | R | G | B | Color | R | G | B |
|--------------|-----|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|
| Black | 0 | 0 | 0 | Blue gray | 109 | 109 | 170 |
| Sea Green | 0 | 182 | 0 | Lime | 109 | 219 | 0 |
| Light Green | 0 | 255 | 179 | Lavender | 146 | 0 | 170 |
| Olive Green | 36 | 73 | 0 | Plum | 146 | 109 | 0 |
| Aqua | 36 | 146 | 170 | Teal | 146 | 182 | 170 |
| Bright green | 36 | 255 | 0 | Dark red | 182 | 0 | 0 |
| Blue | 73 | 36 | 170 | Magenta | 182 | 73 | 170 |
| Green | 73 | 146 | 0 | Yellow green | 182 | 182 | 0 |
| Turquoise | 73 | 219 | 170 | Flouro green | 182 | 255 | 170 |
| Pink | 255 | 36 | 170 | Red | 219 | 73 | 0 |
| Orange | 255 | 146 | 0 | Rose | 219 | 146 | 170 |
| Brown | 109 | 36 | 0 | White | 255 | 255 | 255 |
| Yellow | 219 | 255 | 0 | | | | |

표 1. 인간이 가장 인지하기 쉬운 색상 25가지. 이 색상들을 이용하여 서버 이미지내에 각 픽셀에 존재하는 R, G, B값의 거리를 구한 뒤 최소값을 가지는 색상을 구하여 서버 이미지의 색상 값을 변경시켜 서버 이미지 내에 색상들을 단일화 시킨다.

2 구현된 시스템

본 단락에서는 사용자의 인식률을 높이기 위해 다양한 형태의 서브 이미지를 추출할 수 있는 실험 환경 즉, 시스템에 대하여 논하기로 하겠다. 그림 2 에서는 본 보고서에 제안하는 다각형 형태의 서브 이미지를 추출할 수 있는 환경이다. 그림 2 에서 제공되는 환경은 육각형 형태의 서브 이미지를 추출하여 사용자에게 제공하고 있다. 본 보고서에서 제공되는 실험 환경은 전 보고서에서 보여주었던 실험 환경과 동일하게 사용자에게 쉬운 이미지 교정 방법을 제공하고 있다.

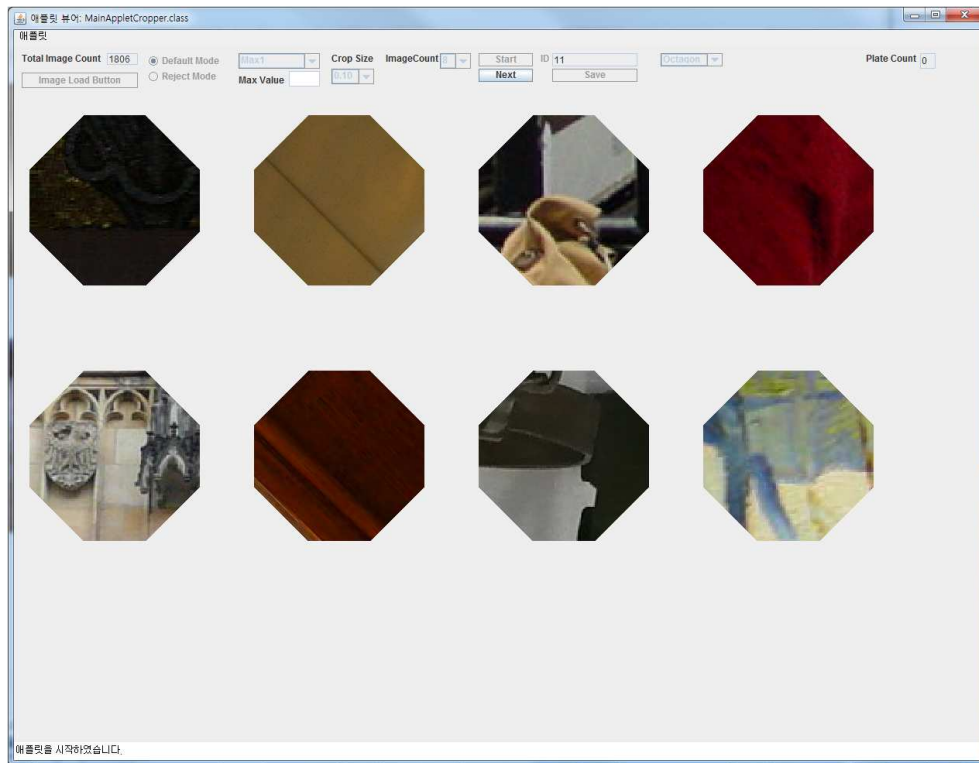


그림 2. 다각형 형태의 서브 이미지를 추출하여 본 보고서 제안하는 실험을 임할 수 있는 실험 환경이다. 오각형 형태의 서브 이미지로 CAPTCHA 실험 환경을 제공하고 있다.

본 보고서에서는 효과적인 서브 이미지의 CAPTCHA 제공하기 위해, 다각형 형태의 서브 이미지에 대한 실험을 행하기로 하였다. 실험에 들어가기 앞서 먼저 일반적인 이미지에서 추출되는 형태의 방법에 대하여 알아보도록 하겠다. 일반적인 이미지에서 추출되는 서브 이미지의 형태는 사각형을 기본으로 하여 추출되었었다. 추출된 사각형의 이미지에서 삼각형, 오각형, 육각형, 칠각형 또는 팔각형의 형태를 사각형의 안에서 추출하는 것이다. 즉, 일반적인 이미지에서 사각형 형태의 서브 이미지를 추출하여, 추출된 사각형 형태의 서브 이미지에서 각각의 도형의 필터에 따라서 다양한 형태의 서브 이미지를 추출하는 것이다. 그림 3 을 통하여 좀 더 확고하게 알아보도록 하자. 그림 3 에서와 같이 (a) 와 같은 형태로 먼저 일반적인 이미지에서 사각형의 형태로 서브 이미지를 추출한 뒤, (b) 와 같은 팔각형 형태의 필터를 씌운뒤 삼각형의 서브 이미지 형태를 추출할 수 있다. 여타 다른 오각형, 육각형, 칠각형의 경우도 이와 같이 동일하다.

본 단락에서는 다양한 형태의 서브 이미지를 추출하는 기본적인 시스템의 배경에 대하여 알아보았다. 다음 단락에서는 각각의 서브 이미지에 대한 사용자의 성공률에 대하여 논의 해보도록 하겠다.

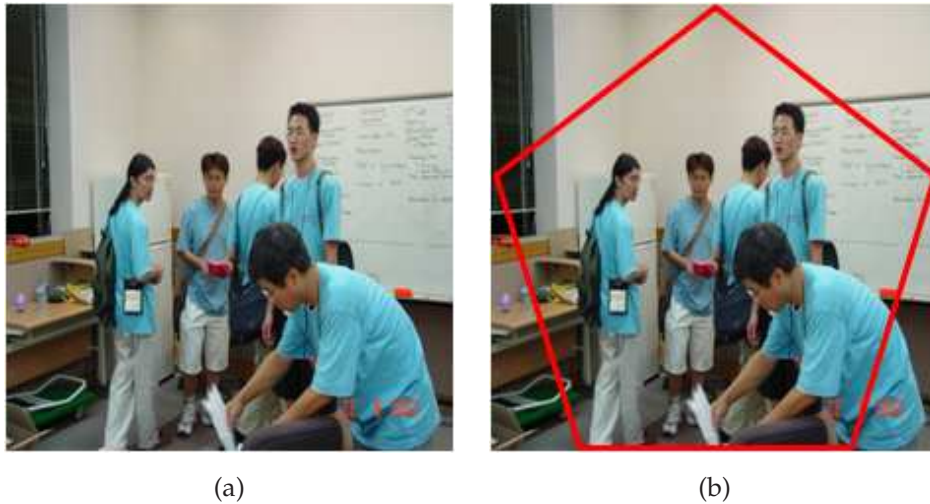


그림 3. 다각형 형태의 서브 이미지를 제공하기 위하여 본 보고서에서는 다음과 같은 방법을 제안한다. (a) 와 같이 먼저 일반적인 이미지에서 사각형 형태 즉, 일반적인 형태의 서브 이미지를 추출한 뒤, 추출된 서브 이미지에서 (b) 와 같이 팔각형 형태의 필터를 씌워 삼각형을 추출한다.

3 실험

본 단락에서는 실험을 통하여 사용자에게 가장 효과적인 서브 이미지의 형태를 알아보기로 한다. 실험에 들어가기 앞서 실험에는 총 4명의 실험자로 구성되어있으며, 각 사용자마다 각각의 도형에 따라 약 80 번의 횟수로 실험을 행하였다. 실험에 사용된 도형은 사각형, 오각형, 육각형, 칠각형 그리고 팔각형이다.

각각의 다양한 서브 이미지의 형태에 따라서 사용자의 교정 할수 있는 방향도 각각 다르다. 먼저 사각형의 경우 0, 90, 180 그리고 270의 방향으로 총 4가지의 방향을 가지고 있다. 5각형의 경우 5가지의 방향인 0, 72, 144, 216 그리고 288 도(degree)로 총 5 가지의 방향을 가진다. 즉, 각 도형이 가지는 면의 갯수 만큼에 따라 방향을 가지는 경우이다. 하지만 도형이 가지는 면의 갯수 만큼에 따라서 더 많은 양의 이미지 또는 더 많은 방향을 가지고 있다. 또한 다각형의 경우 더 많은 방향을 가지게 되므로 더 낮은 확률을 가지고 있다. 우리는 이러한 가설 그리고 각 도형이 가지는 특성을 배경으로 실험에 임하여 보겠다. 먼저 실험된 결과를 테이블 2의 우측 그래프를 살펴 보자.

| None | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 사각형 | 74.34 | 80.42 | 85.73 | 89.21 | 92.97 |
| 오각형 | 69.44 | 76.22 | 82.33 | 86.70 | 89.59 |
| 육각형 | 59.38 | 70.02 | 73.97 | 81.76 | 86.66 |
| 칠각형 | 51.05 | 64.82 | 70.45 | 77.03 | 84.33 |
| 팔각형 | 46.75 | 56.25 | 59.61 | 71.68 | 77.74 |

표 2. 4 명의 실험자들을 통하여 각각의 도형에 따라서 약 80 번의 횟수로 실험한 결과표.

그래프 4에서는 사각형에서 점점 더 많은 면을 가지는 팔각형까지 점점 사용자의 성공율이 저하되는 것을 알 수가 있다. 우리는 이러한 결과를 통해 사각형에서 팔각형까지 더 많은 면을 가지는 즉, 교정할 수 있는 방향 그리고 각 도형에 따라 사용자에게 보여지는 이미지의 정보량, 이미지가 내포하고 있는 의미 전달에 따라서 이러한 결과 또는 사용자의 성공율을 결정한다고 볼 수있다. 하지만 본 보고서에서는 우리는 여기서 다각형에

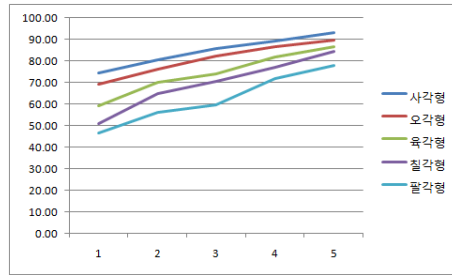


그림 4. 본 그래프에서는 사각형에서 점점 더 많은 면을 가지는 팔각형까지 점점 사용자의 성공율이 저하되는 것을 알 수가 있다. 본 그래프를 통하여 우리는 사각형에서 점점 더 많은 면을 가지는 팔각형 즉, 더 많은 교정을 할 수 있는 다각형의 경우 점점 원에 가까운 다각형일수록 성공율이 떨어지는 것을 알 수가 있으며, 또한 이미지를 내포하고 있는 정보량에 따라서도 성공율이 달라지는 것을 알 수가 있다.

따라서 더 많은 면을 가지는 즉, 더 많은 방향을 가지게 되어 교정될 수 있는 방향을 가지는 면에 따라서 사용자의 성공율을 결정한다고 가정할 수 있다. 다시 말하여, 다각형의 서브 이미지가 내포하는 방향의 경우 다각형이 가지는 면에 갯수와 일치 하므로 방향을 적게 가지는 다각형일수록 사용자에게 성공율을 높이는 다각형이라 할 수 있다.

4 결론

본 보고서에서는 사용자의 인식률을 높이기 위하여 일반적인 이미지에서 추출되는 서브 이미지의 형태를 다각형의 형태로 추출하여 사용자에게 가장 높은 인식률을 보이는 서브 이미지의 형태를 실험을 통하여 알아 보았다. 실험에는 사각형, 오각형, 육각형, 칠각형 그리고 팔각형 총 4 가지의 다각형의 형태로 서브 이미지를 추출하여 사용자들에게 실험 해보았다. 실험의 결과는 다각형 즉, 교정할 수 있는 많은 방향을 가지는 다각형 일수록 사용자의 성공율이 낮아 진다는 것을 알 수 있었다. 하지만 우리는 여기에 많은 의문점을 가질 수 있다.

- 각 도형이 보여지는 이미지의 양에 따라서 성공율을 결정하는가?
- 각 도형이 가지는 교정할 수 있는 방향에 따라서 성공율을 결정하는가?

하지만 우리는 이러한 가정아래 삼각형의 서브 이미지를 추출할 경우 사각형 보다 높은 성공율을 보여야 한다는 것을 또한 알 수 있다. 하지만 삼각형의 경우 사각형 보다 더 낮은 면을 가지며 교정할 수 있는 방향이 적다는 것을 알 수 있다. 우리는 이러한 의문점을 가지고 삼각형 과 그리고 다른 다각형에 대한 더 많은 실험과 다각형이 가지는 면 즉, 교정할 수 있는 방향에 대한 확률에 대해서도 많은 연구가 필요한 실정이다.

참고 문헌

1. Shumeet Baluja, Automated image-orientation detection: a scalable boosting approach, *Pattern anal. appl.* **10** (2007), 247-263.
2. Kumar Chellapilla, Kevin Larson, Patrice Simard, and Mary Czerwinski, Designing human friendly human interaction proofs (HIPs), Proc. of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, 2005, pp. 711-720.
3. Huang SY et al., A projection-based segmentation algorithm for breaking MSN and YAHOO CAPTCHAs, Proc. of the International Conference of Signal and Image Engineering, 2008.

4. Rich Gossweiler, Maryam Kamvar, and Shumeet Baluja, What's up CAPTCHA?: a CAPTCHA based on image orientation, Proc. of the 18th international conference on World wide web, 2009, pp. 841–850.
5. J. Howell J. Elson, JR. Douceur and J. Saul, Asirra: a CAPTCHA that exploits interest-aligned manual image categorization, Proc. of the 14th ACM conference on Computer and communications security, 2007, pp. 366–374.
6. P Simard K Chellapilla, Using machine learning to break visual human interaction proofs (HIPs), Advances in Neural Information Processing Systems, 2004.
7. Hong-Jiang Zhang Lei Zhang, Mingjing Li, Boosting Image Orientation Detection with Indoor vs. Outdoor Classification, Proc. of the Sixth IEEE Workshop on Applications of Computer Vision, 2002, pp. 95–99.
8. David G. Lowe, Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints, *International journal of computer vision* **60** (2004), 91–110.
9. Jiebo Luo and Matthew Boutell, A Probabilistic Approach to Image Orientation Detection via Confidence-Based Integration of Low-Level and Semantic Cues, CVPRW '04: Proceedings of the 2004 Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshop (CVPRW'04) Volume 9, IEEE Computer Society, 2004, p. 141.
10. G. Mori and J. Malik, Recognizing objects in adversarial clutter: breaking a visual CAPTCHA, Proc. of Computer Vision and Pattern Recognition., June 2003.
11. Golle Philippe, Machine learning attacks against the Asirra CAPTCHA, Proc. of the 15th ACM conference on Computer and communications security, 2008, pp. 535–542.
12. B. G. Prasad, K. K. Biswas, and S. K. Gupta, Region-based image retrieval using integrated color, shape, and location index, *Comput. vis. image underst.* **94** (2004), 193–233.
13. et al. S. M. Bileschi, Towards component-based car detection, In ECCV Workshop on Statistical Learning and ComputerVision, 2004.
14. Lyu Siwei, Automatic image orientation determination with natural image statistics, Proc. of the 13th annual ACM international conference on Multimedia, 2005, pp. 491–494.
15. V. Srikanth, C. Vishwanathan, Udit Asati, and N. Ch. Sriman Narayana Iyengar, Think-an image based CAPTCHA mechanism (testifying human based on intelligence and knowledge), Proc. of the International Conference on Advances in Computing, Communication and Control, 2009, pp. 421–424.
16. A. Vailaya, H. Zhang, Changjiang Yang, Feng-I Liu, and A.K. Jain, Automatic image orientation detection, *Ieee trans. on image processing* **11** (2002), 746–755.
17. Lei Wang, Xu Liu, Lirong Xia, Guangyou Xu, and Alfred Bruckstein, Image orientation detection with integrated human perception cues (or which way is up), Proc. of ICIP, vol. 2, Sept. 2003, pp. 539–42.
18. Yongmei Wang and Hongjiang Zhang, Content-based image orientation detection with support vector machines, IEEE Workshop on Content-Based Access of Image and Video Libraries, 2001.
19. Yongmei Michelle Wang and Hongjiang Zhang, Detecting image orientation based on low-level visual content, *Computer vision and image understanding* **93** (2004), 328 – 346.
20. Ming-Hsuan Yang, David J. Kriegman, and Narendra Ahuja, Detecting Faces in Images: A Survey, *Ieee transactions on pattern analysis and machine intelligence* **24** (2002), 34–58.
21. 정우근, Color 색상 분포도 실험을 통한 효과적인 서브 이미지 제공, Tech. report, 부산대학교, 12 2009.
22. _____, 실험을 통한 효과적인 CAPTCHA 시스템을 위한 서브 이미지 추출 개선방안, Tech. report, 부산대학교, 11 2009.