

다각형 넓이를 이용한 CAPTCHA 시스템의 사용자 인식률 실험

정우근

Chung Woo-Keun

부산대학교 컴퓨터공학과

wkchung@pusan.ac.kr

ABSTRACT

우리는 앞선 연구 [23]에서 다각형 형태의 서브 이미지를 제공하여 사용자의 인식률 또는 CAPTCHA 시스템에 임하는 사용자들의 통과율을 알아보았었다. 전 보고서에서 우리는 다음과 같은 의문점을 가졌었다. 각 도형에 보여지는 이미지의 양에 따라서 성공율을 결정하는가? 각 도형이 가지는 방향 즉, 교정이 가능한 방향에 따라서 성공률을 결정하는가? 우리는 이와 같은 의문점 중 하나인 각 도형에 보여지는 이미지의 양에 따라서 성공율을 결정하는가? 를 해결하고자 본 보고서에서는 전 보고서에 실험을 통하여 의문점을 가졌던 다각형안에 포함되어 있는 사진 정보량에 따라서 사용자의 통과율 또는 인식율이 달라지는가 대하여 알아보도록 하겠다. 전 보고서에서는 다각형을 추출할 경우 사각형의 서브 이미지 안에서 다각형의 형태로 이미지를 추출하여 시스템에 제공하였던 반면에 본 보고서에서는 다각형의 넓이를 지정하고, 해당하는 크기 만큼 서브 이미지를 추출하여 CAPTCHA 시스템에 제공하였다.

KEYWORDS CAPTCHA, Sub-Image, Polygon

1 서론

우리는 원 이미지에서 무작위로 서브 이미지를 추출, 추출된 서브 이미지의 무작위 회전을 가하여 이 회전된 서브 이미지의 올바른 교정을 통하여 사용자 인증을 제공하는 시스템을 제안하였다 [22]. 하지만 이 시스템에서는 서브 이미지 제공시 원 이미지에서 무작위 위치를 선정하여 추출되는 방식이기 때문에 사용자에게 혼란을 야기시키는 사진을 제공할 수 있었다. 그리하여 서브 이미지를 추출하여 사용자에게 제공할 시 필터링 시스템을 제공하여 사용자에게 의미 있는 사진을 제공할 수 있는 시스템도 제안하였었다[21]. 하지만 필터링 시스템에서도 서브 이미지를 추출하여 이 이미지가 가지는 색상 분포도의 유무를 판별하는 Threshold 값에 대하여 좀 더 많은 연구는 진행되지 않는 상태이다.

서브 이미지를 추출할 때에 다각형의 형태로 서브 이미지를 추출할 시에는 장, 단점들이 있겠지만, 그림 1에서는 다각형의 단점을 말하고 있다. 일반적으로 우리가 사진을 촬영할 시에는 올바른 각도 또는 사용자의 임의적인 각도로 촬영할 수 있다. 하지만 그림 1에서 (b) 와 같이 임의의 각도로 촬영한 사진에서 다각형의 형태로 추출한 서브 이미지는 사용자에게 올바른 이미지 교정을 요하지 못할 수도 있다. 이와 같은 것은 사진의 EXIF 정보를 읽어들이어 사전에 방지할 수도 있지만, 자칫 촬영된 각도에 의하여 올바른 시스템을 제공하지 못할 수도 있다.

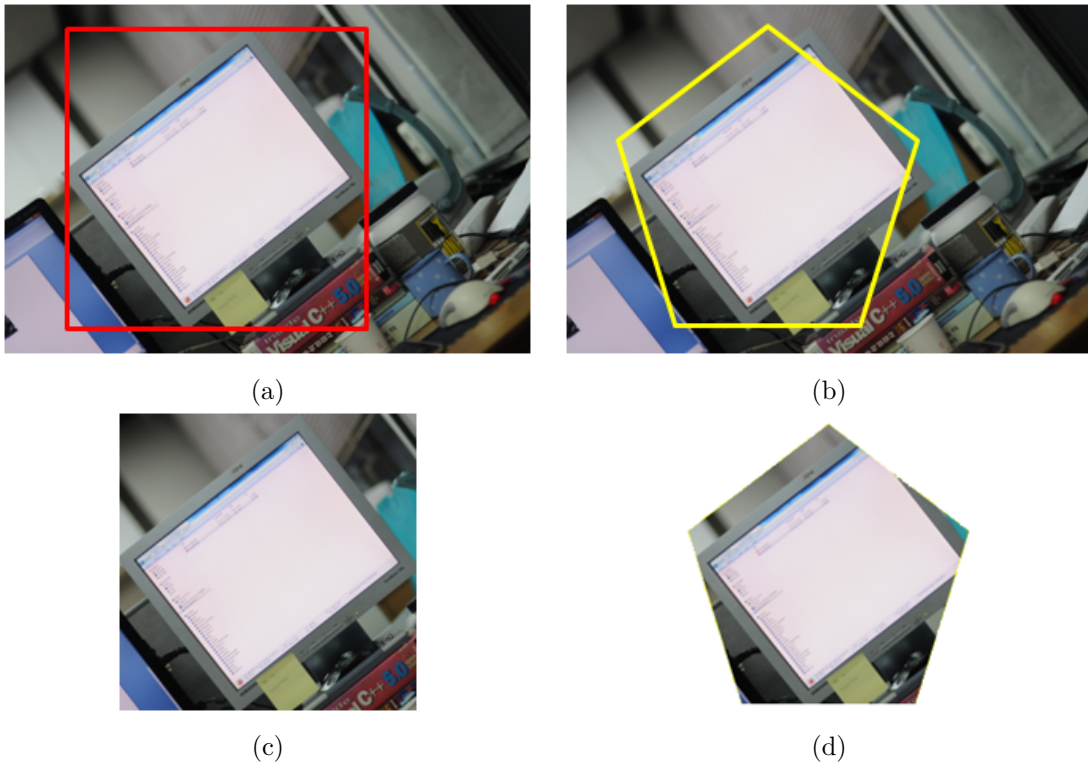


그림 1. 우리는 일상 생활에 접하면서 많은 사진들을 찍게 된다. 우리는 동일한 사진에 대하여 정사각형과 정오각형으로 서브 이미지를 추출할 경우 이미지의 상태에 따라서 각 도형들의 장점과 단점을 알 수 있다. 본 그림에 있는 일반적인 사진은 카메라를 오른쪽으로 기울여 모니터 사진을 촬영한 경우이다. (a)와 (b)와 같이 일반적으로 촬영한 이미지의 전체를 보면 이 사진이 오른쪽으로 기울여 진 것을 알 수가 있다. 하지만 이와 같은 이미지에서 서브 이미지를 추출하여 서브 이미지만 살펴볼 경우 이와 같은 환경을 알 수가 없다. (c)와 같이 정사각형으로 추출할 경우 모니터의 객체를 제외하고도 모니터 주변의 정보를 보고도 서브 이미지가 올바른 것을 알 수 있다. 하지만 (d)와 같이 정오각형으로 서브 이미지를 추출할 경우 정사각형과는 달리 모니터를 제외한 정보가 많이 나타나지 않고 있다. 이러한 이유에서 정오각형의 경우 사용자에게 많은 양의 정보를 제공하지 못하여 이미지 교정에 어려운 것을 나타내고 있다.

앞선 연구 [23]에서는 서브 이미지를 추출할 때 서브 이미지를 담고 있는 다각형이 사용자에게 어떤 영향을 미치는가에 대하여 논하였다. 우리는 이 보고서에서 행한 실험을 통하여 다각형이 많은 방향을 가지고 있을 경우 사용자에게 인식률이 높지 않는 것으로 나타났다. 즉, 교정할 수 있는 많은 방향을 가지는 다각형 일수록 사용자의 성공률이 낮아 진다는 것을 알 수 있다. 하지만 우리는 이 보고서를 통하여 2 가지 의문점을 가질 수 있었다. 각 도형에 보여지는 이미지의 양에 따라서 성공률을 결정하는가? 각 도형이 가지는 교정할 수 있는 방향에 따라서 성공률을 결정하는가? 우리는 이러한 의문점 중 첫번째 의문점에 대하여 논하여 보겠다. 우리는 도형에 보여지는 이미지의 양에 따라서 성공률이 달라지는 것을 알아보기 위하여 전 보고서와는 다르게 서브 이미지를 추출하여 실험에 임하였다.

2 구현된 시스템

전 보고서에서 제공된 다각형 형태의 서브 이미지는 원 이미지에서 사용자가 선택한 서브 이미지 비율로 서브 이미지를 추출한 후, 추출된 서브 이미지 내에서 다각형 형태의 서브 이미지를 추출하였다. 이와 같은 방법으로 서브 이미지를 추출할 시 제공되는 시스템은 무작위 이미지를 선정, 선정된 이미지에서 무작위 위치를 선택하여 서브 이미지를 추출하여 추출된 이미지 내에서 다각형 형태의 이미지를 추출하기 때문에 다각형의 넓이가 일정하지 않다. 이와 같은 이유로 본 보고서에서는 전 보고서와는 다른 방법으로 다각형 형태의 서브 이미지를 추출한다.

본 보고서에서는 다른 방법으로 다각형 형태의 서브 이미지를 추출한다고 하였다. 먼저 전 보고서에서는 사용자에게 서브 이미지를 추출할 때 비율을 정하여 서브 이미지를 추출하였다. 하지만 본 보고서에서는 서브 이미지를 추출할 때 비율을 정하여 추출하면 이미지 마다 크기가 다를 경우 제공되는 서브 이미지의 크기가 각기 다르기 때문에 본 보고서의 목적과는 다르다. 그리하여 본 보고서에서는 원 이미지에서 서브 이미지를 추출할 때 픽셀의 단위를 지정한다. 본 보고서에서는 픽셀의 단위를 50 픽셀에서 200 픽셀까지 10단위로 서브 이미지를 추출할 수 있는 픽셀 단위를 제공한다. 서브 이미지를 추출하는 픽셀의 단위를 선정한다면 이제는 서브 이미지를 포함하는 다각형을 선택하여 서브 이미지를 추출할 것이다. 전 보고서와는 틀린 점은 바로 다각형을 추출할 때이다. 다각형을 추출할 때에는 선택된 서브 이미지 픽셀값을 반지름으로 하는 원을 포함하는 다각형의 형태로 추출하는 것이다. 예를 들어 50 픽셀로 서브 이미지를 추출한다고 가정할 경우 지름이 100이 되는 원을 형성할 수 있다. 이 지름이 100이 되는 원을 포함하는 다각형을 추출하는 것이다. 그림 2에서 처럼 그림에 존재하는 빨간색 원이 사용자가 지정한 픽셀값을 반지름으로 갖는 원이라고 한다면, 이 원의 크기를 갖는 정오각형의 형태로 서브 이미지를 추출하는 것이다. 또한 본 보고서에서는 두 가지의 파라미터 값을 설정하여 실험 환경을 구축한다. 두 가지의 파라미터 값은 (d_n, l_i) 이다. d_n 의 값은 다각형의 각의 갯수를 나타내며 또한 사용자의 다각형 선택에 해당한다. 사용자가 정오각형을 선택할 경우 n 의 값은 5에 해당한다. l_i 의 값은 본 보고서에서 제안하는 서브 이미지 추출 방법에 쓰이는 원의 반지름 값이다.

3 실험

본 단락에서는 다각형 서브 이미지 추출시 전 보고서와는 다르게 일정한 크기를 가지는 다각형 서브 이미지를 추출하여 이미지를 담고 있는 다각형을 CAPTCHA 시스템에 적용하여 사용자가 이미지가 담기는 넓이에 따르는 사용자 인식율에 대한 실험에 대하여 논해보겠다.

실험에 들어가기 앞서 실험에는 총 4명의 실험자로 구성되어있으며, 각 사용자마다 각각의 도형에 따라 약 80번의 횟수로 실험을 행하였다. 실험에 사용된 도형은 정삼각형, 정사각형, 정오각형, 정육각형, 정칠각형

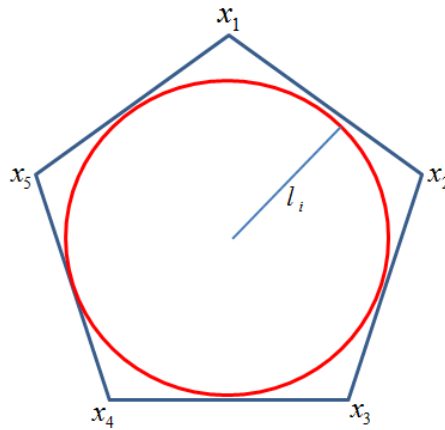


그림 2. 본 보고서에서는 전 보고서와는 다른 방법으로 서브 이미지를 추출한다. 사용자가 지정한 픽셀값을 반지름으로 갖는 원을 형성한 뒤, 그 원의 크기를 갖는 다각형의 형태로 서브 이미지를 추출하는 것이다. 그림에서 보이는 것처럼 빨간색 원을 포함하는 정오각형의 형태로 다각형 서브 이미지를 추출하는 것이다. 본 보고서에서 제공하는 서브 이미지의 추출방법은 사용자가 두 가지의 파라미터 값을 설정하여 서브 이미지가 추출된다. 사용자가 설정하는 것은 원의 반지름 값과 다각형을 선택하는 것이다. 우리는 이 값을 (d_n, l_i) 이라 한다. d_n 은 다각형이 가지는 각의 갯수를 의미하며 또는 다각형을 선택하는 것이다. 본 그림에서 n 값은 5에 해당하며 $d_5 = x1..x5$ 값이다. l_i 값은 반지름의 값에 해당한다.

그리고 정팔각형이다. 각각의 도형에 따라서 교정될 수 있는 방향은 각 도형들이 가지는 각의 갯수에 비례한다. 즉 사각형의 경우 0, 90, 180 그리고 270 도 (degree) 이며, 팔각형의 경우 0, 45, 90, 135, 180, 225, 270 그리고 315 도 (degree) 이다. 즉, 각 도형이 가지는 면의 갯수 만큼에 따라 교정할 수 있는 방향을 가지는 것이다. 또한 다각형의 경우 더 많은 방향을 가지게 되므로, 기본적으로 통과할 수 있는 통과율이 낮다고 볼 수 있다. 하지만 삼각형의 경우는 3 방향 (0, 120 그리고 240) 을 가지게 되므로 사용자가 별도의 이미지 교정을 하지 않아도, 통과할 수 있는 통과율이 높다고 볼 수 있다. CAPTCHA 시스템에 제공된 삼각형 형태의 서브 이미지를 교정하지 않아도 통과할 수 있는 통과율이 높을수 있다는 것이다. 어쩌면 삼각형은 이러한 이유에서라도 부적합한 도형일수도 있다. 그래프 3를 살펴보자.

N-gon	50	100	200
n = 3	71.25	88.75	93.75
n = 4	69.87	77.50	89.53
n = 5	67.50	73.75	85.75
n = 6	63.12	69.84	83.58
n = 7	57.75	64.37	79.66
n = 8	50.87	61.82	76.37

표 1. 4 명의 실험자들을 통하여 각각의 도형에 따라서 약 80 번의 횟수로 실험한 결과표.

그래프 3 을 살펴보면 사각형에서 점점 더 많은 면을 가지는 팔각형까지 즉, 교정할 수 있는 방향을 더 많이 가진 다각형 일수록 성공율이 낮은 것으로 나타났다. 우리는 이러한 결과를 통해 성공율이 저하되는 이유에 대하여 생각해 볼 수 있다. 본 보고서에서 가설로 내세웠던 다각형이 포함하는 이미지의 양 즉, 다각형의 넓이에

따라서 사용자의 성공율이 달라지는 것을 알 수가 있고, 또한 전 보고서와 마찬가지로 교정할 수 있는 방향을 많이 가지는 다각형 일수록 사용자의 성공율이 낮은 것으로 나타났다. 하지만 예상했던 바와 같이 삼각형의 성공율을 우리가 내세웠던 가설과는 반대로 성공율이 높은 것으로 나타났다. 이유인즉 삼각형의 경우 사용자에게 보이는 이미지의 양은 사각형 보다 더 많다. 즉, 반지름이 50인 원을 내포하는 삼각형의 넓이가 원을 내포하는 사각형의 넓이보다 크다는 것이다. 또한 삼각형의 경우 교정할 수 있는 방향이 적은 만큼 사용자가 교정하지 않아도 성공할 수 있는 확률은 높다. 삼각형의 성공율이 높은 이유는 앞의 내용과 같이 생각해 볼 수 있다.

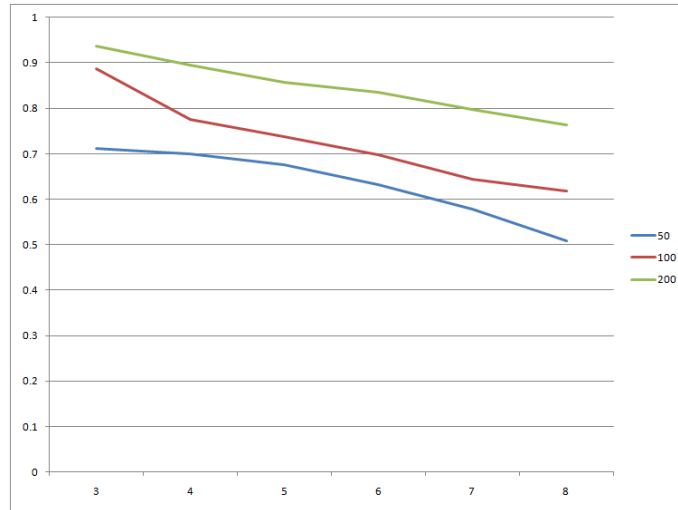


그림 3. 본 그래프에서는 사각형에서 점점 더 많은 면을 가지는 다각형에 이르기 까지 성공율이 저하 되는 것을 알 수가 있다. 우리는 이러한 결과를 통해 사각형에서 다각형까지 성공율이 저하되는 이유를 생각해 볼 수 있다. 우리는 성공율이 낮아 지는 이유에 대하여 2가지를 생각해 볼 수 있다. 첫번째로 다각형에 이르는 도형일수록 원에 가까운 도형인 것을 우리는 알 수 있다. 그러므로 사각형에 비하여 이미지를 내포하고 있는 넓이가 낮은 것을 알 수 있다. 이미지를 담고 있는 넓이가 작음으로 인하여 사진에 담긴 정보가 작다는 것을 알 수 있다. 또한 다각형에 이를 수록 교정할 수 있는 방향 즉, 무작위 회전할 수 있는 방향이 많음으로 인하여 교정할 수 있기도 어려우며 교정된 이미지에 대한 올바른 방향을 찾기가 힘들다는 것이다. 또한 우려했던 바와 같이 삼각형에 대한 성공율은 사각형 보다 높은 것으로 나타났다. 우리는 이러한 성공율에 대하여 2가지를 생각해 볼 수 있다. 첫번째는 동일한 크기의 원을 내포하는 삼각형과 사각형의 넓이의 차이는 삼각형이 큰 것으로 나타났다. 그러므로 삼각형이 훨씬 더 많은 이미지 정보를 내포하고 있을 것이며, 삼각형이 교정할 수 있는 방향이 적으므로 사용자가 이미지 교정을 하지 않아도 통과할 수 있는 경우가 많다는 것을 알 수가 있다. 우리는 이러한 관점에서 삼각형이 CAPTCHA 시스템에 불리하다고 생각해 볼 수도 있다.

4 결론

본 보고서에서는 전 보고서에서 행하였던 다각형을 통한 사용자 인식률에 대한 좀더 확고한 의미를 찾고자 다각형에 넓이 따르는 사용자의 인식률에 대하여 논해보았다. 전 보고서에서는 서브 이미지 추출시 원 이미지에서 비율을 설정하여 서브 이미지를 추출하여 추출된 서브 이미지내에서 다각형의 형태의 이미지를 추출하여 CAPTCHA 시스템에 제공하였다. 하지만 이런 방식의 서브 이미지 추출은 원 이미지의 비율로 추출하기 때문에 각각의 이미지들이 크기가 일정하지 못하다. 그리하여 본 보고서에서는 다른 방법의 추출에 대하여 논하였다.

픽셀값을 정하여 픽셀값을 반지름으로 하는 원을 내포하는 다각형 형태의 서브 이미지를 추출하여 CAPTCHA 시스템에 제공 그리고 실험을 행하였다. 사각형에서 부터 팔각형 까지 다각형의 형태로 올라갈수록 사용자의 인식률을 저하되는 것을 알 수 있었다. 우리가 내세웠던 이미지를 내포하고 있는 넓이의 크기가 작을 수록 사용자의 인식율을 떨어질 것이라는 것에 들어맞았다. 즉, 다각형 형태를 가지는 도형일수록 원에 가까운 형태를 가지기 때문에 이미지를 내포하고 있는 넓이가 작아지기 때문이다. 하지만 삼각형의 경우 사각형보다 원을 내포하고 있는 형태의 넓이는 사각형 보다 크고, 또한 이미지를 내포하고 있는 양도 사각형 보다 많으나, 삼각형이 가지는 교정할 수 있는 방향이 너무 작은 관계로 무작위 회전을 통하여 CAPTCHA 시스템에 제공하였을 시에는 사용자가 교정을 하지 않아도 해당 시스템이 통과할 수 있는 경우의 수가 높다는 것을 알 수가 있다. 그러므로 삼각형은 CAPTCHA 시스템에 제공하기에는 부적합한 것으로 생각된다.

추후 과제으로써는 본 보고서에서는 실험의 규모가 작았고, 또한 제공되는 이미지의 데이터 역시 작은 것으로 생각된다. 더 많은 데이터와 실험을 통하여 CAPTCHA 에 가장 적합한 도형을 찾는 것이다. 또한 본 보고서에서는 각 도형들에 대하여 CAPTCHA 실험에 적용할 때에 8개를 제공하였으나, 각 도형에 대하여 교정할 수 있는 방향이 다르므로, 각각의 도형에 대하여 제공되는 갯수를 달리하여 실험에 임하여야 할 것이다.

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.
23. ———, 효과적인 서브 이미지 기반의 CAPTCHA 시스템을 위한 다각형 형태의 서브 이미지 실험, Tech. report, 부산대학교, 01 2010.