

서브 이미지의 교정을 통한 이미지 기반의 CAPTCHA 시스템 (An Image-based CAPTCHA System with Correction of Sub-images)

정우근[†] 지승현^{**}
(WooKeun Chung) (Seung-Hyun Ji)

조환규^{***}
(HwanGue Cho)

요약 CAPTCHA는 스팸이나 로봇에 의한 사이트 자동가입을 막는 계정 생성방지 도구로써, 특정 언어 또는 그림을 해독할 수 있는 인간의 우수한 가독성을 이용한 것으로 일반적으로 컴퓨터 프로그램이 해독하기 어려운 기호, 글자 등을 입력하도록 하여 스팸 또는 자동화 도구 등을 무력화 시키는 보안 기술이다. 하지만 기존에 사용되었던 CAPTCHA 방식은 웹봇 또는 이미지프로세싱, 머신 러닝을 통하여 쉽게 통과할 수 있는 것으로 알려졌다. 본 논문에서는 기존에 사용되었던 Text 기반의 CAPTCHA 시스템과는 달리 이미지 기반의 새로운 CAPTCHA 시스템을 제안한다. 본 논문에서 제공되는 시스템은 일반적으로 현상된 사진의 부분적인 이미지를 추출하여 추출된 이미지의 회전율을 통하여 CAPTCHA 시스템을 제공하는 것이다. 사용자 인증은 다음과 같이 검증한다. 먼저 총 8장의 사진에서 각각 서브 이미지를 추출하여, 추출된 서브 이미지를 무작위로 회전시킨다. 무작위로 회전된 서브 이미지를 사용자가 올바르게 교정하면 사용자가 인증된다.

* 이 논문은 제36회 추계학술발표회에서 '부분 이미지의 방향정렬을 이용한 새로운 CAPTCHA 시스템의 설계'의 제목으로 발표된 논문을 확장한 것이다

† 학생회원 : 부산대학교 컴퓨터공학과
wkchung@pusan.ac.kr

** 비회원 : 부산대학교 컴퓨터공학과
shji@pusan.ac.kr

*** 정회원 : 부산대학교 컴퓨터공학과 교수
hgcho@pusan.ac.kr
논문접수 : 2009년 12월 23일
심사완료 : 2010년 4월 19일

Copyright©2010 한국정보과학회 : 개인 목적이나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지: 컴퓨팅의 실제 및 레터 제16권 제8호(2010.8)

키워드 : 서브이미지, CAPTCHA

Abstract CAPTCHA is a security tool that prevents the automatic sign-up by a spam or a robot. This CAPTCHA usually depends on the smart readability of humans. However, the common and plain CAPTCHA with text-based system is not difficult to be solved by intelligent web-bot and machine learning tools. In this paper, we propose a new sub-image based CAPTCHA system totally different from the text based system. Our system offers a set of cropped sub-image from a whole digital picture and asks user to identify the correct orientation. Though there are some nice machine learning tools for this job, but they are useless for a cropped sub-images, which was clearly revealed by our experiment. Experiment showed that our sub-image based CAPTCHA is easy to human solver, but very hard to all kinds of machine learning or AI tools. Also our CAPTCHA is easy to be generated automatical without any human intervention.

Key words : Sub-Image, CAPTCHA

1. 서론

인터넷의 도래로 많은 웹 페이지의 생성 및 서비스가 제공되고 있는 실정이다. 많은 서비스가 제공되고 있는 만큼 현재 인터넷의 사용자는 또한 급속도로 증가하고 있다. 또한 사용자들이 급속도로 증가하고 있는 것과 비례하여 많은 홈페이지들의 생성이 기하급수적으로 증가하고 있다. 인터넷 사용자들은 홈페이지에 존재하는 게시판을 이용하여 게시판 이용자들 간의 정보 교환 및 서로의 의견을 내놓기도 하고 또한 토론을 하기도 한다. 하지만 사용자들은 웹봇을 이용하여 게시판에 가혹적인 사용자 등록을 통한 무분별한 스팸 정보 기입이 빈번하게 일어나는 것을 볼 수가 있다.

이러한 무분별한 정보기입을 막기 위해 사용자 등록 또는 게시판에 정보를 기입할 경우, 웹봇과 실제 사용자를 식별하기 위하여 CAPTCHA 시스템을 설치하였었다. 기존에 존재하는 Text기반 CAPTCHA 시스템[1]은 그림 1과 같다. 그림 1에 (a)와 같은 시스템은 너무 명확한 문자로 CAPTCHA 시스템이 제공되어서 문자 인식 프로그램을 통하여 웹봇이 쉽게 통과할 수 있다[2]. (b)와 같은 예제는 문자 인식 프로그램을 통하여 인식하기 힘든 점이 있으나, Projection-based segmentation 알고리즘을 통하여 문자들을 덮고 있는 선을 제거할 수 있다[3]. 선을 제거한다면 (a)와 같은 예제가 되므로 문자 인식 프로그램을 웹봇이 통과할 수 있다. (c)와 같은 경우는 글자위에 존재하는 선을 더 짧게 하여 CAPTCHA 시스템이 제공되었으나, Projection-based

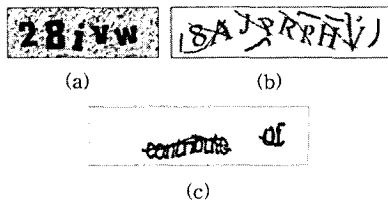


그림 1 가장 일반적인 글자를 이용한 CAPTCHA 시스템. (a)의 경우 너무 명확한 문자로 제공되어서 이미 프로세싱 또는 문자인식을 통하여 쉽게 통과할 수 있다. (b)와 같은 경우 이미지 프로세싱이 통과하기엔 어려운 점이 있으나, Projection-based segmentation algorithm을 사용하면 문자열을 덮고 있는 선들을 제거할 수가 있다. (c)와 같은 경우 사용자마저도 통과하기 힘든 CAPTCHA 시스템을 제공하고 있다. 이와 같이 문자 인식을 통한 시스템은 컴퓨터가 통과할 수 있는 시스템 및 사용자에게 어려움이 많은 CAPTCHA 시스템을 제공한다.

segmentation 알고리즘을 이용하여 선들을 제거할 수 없지만, 사용자에게도 착오를 일으켜, 효과적인 CAPTCHA 시스템을 제공하지 못한다[1].

최근 이미지 기반 CAPTCHA 시스템이 개발되었다[4]. 이 CAPTCHA 시스템은 원안에 이미지를 담아서, 무작위로 원을 회전시킨 뒤 사용자에게 이미지 교정을 요하는 문제이다. 이 시스템은 사용자에게 보다 쉬운 CAPTCHA 시스템을 제공하였으나, 상하가 구분이 없는 사진은 사용자에게 어려움을 제공한다. 상하 구분이 없는 사진이 사용자에게 어려움을 제공하는 이유로 인하여 이 시스템에 사용되는 데이터 수집에 제한이 주어진다. Assira CAPTCHA 시스템은 각각 개와 고양이 담겨 있는 총 12장의 사진을 제공한 다음, 그중에서 고양이의 사진을 선별해내는 것이다. Asirra 시스템에서는



그림 2 Asirra CAPTCHA 시스템이다[5]. 12장의 사진을 보여준 후, 고양이의 사진을 고르는 것이다. 각 사진마다 Adopt me를 클릭하였을 경우 확대된 사진을 제공하여 사용자의 편의를 제공한다.

컴퓨터는 동일한 색을 지닌 개와 고양이의 선별이 어렵다고 말했다. 또한 Asirra CAPTCHA 시스템은 사람은 30초라면 99.6%의 확률로 시스템을 통과할 수 있다고 말했다. 하지만 Asirra CAPTCHA는 머신러닝을 통하여 82.7%로 Asirra CAPTCHA 시스템을 패스하였다[6].

이와 같이 현재 존재하는 CAPTCHA 시스템은 사용자에게 편의를 제공함과 동시에 컴퓨터는 통과하기 어려운 시스템을 제공하였으나, 머신 러닝, 수직, 수평기법, 이미지 프로세싱으로 통과할 수 있었다.

본 논문에서 제안하는 CAPTCHA 시스템은 사용자에게 보다 쉽게 통과할 수 있는 실사용자 인식률이 높은 CAPTCHA 시스템을 제안하고, 실사용자와 가상의 사용자(웹봇)를 높이 식별할 수 있는 시스템을 제안한다.

2. 시스템 구조

본 단락에서는 본 논문에서 제시한 시스템의 전반적인 구조와 시스템을 소개한다. CAPTCHA 시스템이 가져야 할 기본적인 요소는 자동생성 및 데이터의 다양성, 간편한 User Interface와 쉬운 난이도 그리고 웹봇 방지이다. Text기반의 CAPTCHA는 Text의 조합으로 자동 생성과 다양한 데이터를 만들 수 있다. 그러나 이미지 기반 CAPTCHA에서는 이러한 조합에 의한 생성이 불가능하기 때문에 많은 이미지 데이터들이 필요하다. 본 논문에서 제시하는 CAPTCHA 시스템은 기존의 방식과는 달리 일반 사진의 일부분 즉, 전체 이미지가 아닌 서브 이미지를 사용한다. 이는 본 시스템의 가장 핵심 아이디어로서 하나의 이미지(사진)내에서 많은 량의 서브이미지 추출이 가능하므로 데이터의 다양성이 보장된다.

시스템의 동작 방식은 추출한 서브 이미지를 0, 90, 180, 270도로 랜덤하게 회전시키고 사용자는 간편한 마우스 클릭을 이용하여 추측되는 원래의 Orientation으로 수정하는 것이다. 서브 이미지 추출 시 이미지의 비율로 서브 이미지를 추출하기 때문에, 이미지의 크기와는 무관하게 추출할 수가 있다. 하지만 서브 이미지의 추출하여 CAPTCHA 시스템을 제공할 시 사용자에게 혼란을 야기한 이미지가 추출될 수가 있다. 그림 3과 같은 사진은 사용자에게 혼란을 야기 시키는 이미지라 할 수가 있다. 그림 3에 있는 사진의 경우에는 너무 가까운 거리에서의 촬영된 이미지 또는 이미지를 구성하고 있는 색상의 비율 그리고 모호한 Edge의 방향에 의해 인식하기 힘든 문제가 발생된다. 제안하는 시스템에서는 이러한 모호함을 줄이기 위하여 이미지를 구성하고 있는 색상의 비율, 너무 가까운 촬영 거리(Zoom 고려)를 자동 Curation한다.

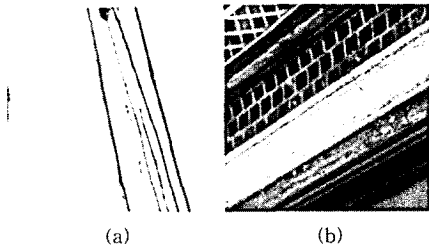


그림 3 서브 이미지 추출이 사용자에게 혼란 야기한 서브 이미지들이다. (a)와 같은 사진은 우리가 혼히 볼 수 있는 전선 줄 사진이다. 사용자는 이러한 서브 이미지는 사용자가 이미지 교정에 어려움을 겪는 사진이다. (b) 역시 건물의 일부분을 담은 사진이지만 사용자가 이미지 교정에 어려움을 겪는 사진이다.

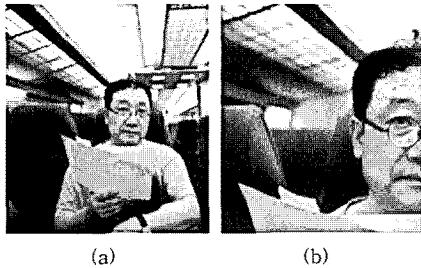


그림 4 (a)와 같은 사진은 얼굴 인식 프로그램을 통하여 인식이 가능하다. 하지만 (b)와 같은 서브 이미지 추출시 얼굴 인식 프로그램을 통하여 인식이 어렵다.

뿐만 아니라, 이미지 프로세싱을 통한 웹봇 방지를 위하여 사람의 전체 얼굴이 나오는 서브이미지는 자동으로 Curation한다. 일반적으로 회전된 이미지를 찾는 많은 방법들이 공개되어 있다[7,8]. 기존에 있는 방법들은 모서리, edge등으로 찾는 방법[9], 사진 내에 존재하는 수직, 수평등을 탐지하여 찾는 방법[10], 벡터머신을 이용하여 하늘을 Detection하는 방법, 사진 내 얼굴을 인식하여 회전된 이미지의 원래 방향을 찾았다. 그러나 본 시스템에서는 전체 이미지가 아닌 서브이미지를 사용하기 때문에 기존의 Orientation detection 방법으로는 자동으로 방향을 찾기 힘들다.

그림 5는 Curation된 이미지를 보여준다. 이 경우에는 사람은 매우 쉽게 Orientation을 알 수 있지만 이미지 프로세싱을 이용한 Orientation에서는 너무 많은 수직, 수평 선분의 존재로 원래의 Orientation을 찾기 어렵다 또한 사진 전체가 아닌 일부이기 때문에 그 확률은 더 낮아진다.

뿐만 아니라 그림 6과 같은 사진의 경우 이미지 프로세싱을 통하여 Orientation을 찾는 것은 거의 불가능하다. 그림 4에 있는 (a)와 같은 사진은 얼굴 인식 프로그램

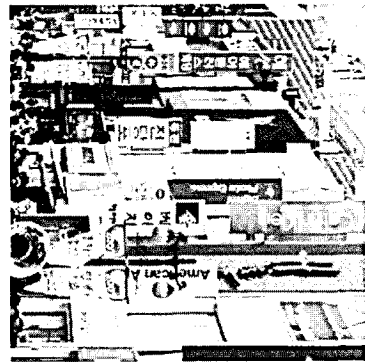


그림 5 서브 이미지 추출이 사용자에게 빠른 판단을 줄 수 있는 서브 이미지의 한 예. 본 이미지는 사용자에게 빠른 판단을 줄 수도 있거니와, 수직, 수평 성분도 존재하지만 컴퓨터에게는 혼란스러운 이미지이다.



그림 6 회전된 이미지를 찾는 방법들로는 해결하지 못하는 사진. 바다와 하늘이 동시에 나타나는 사진과 같은 경우는 찾기 못하는 결과를 초래한다.

램을 통하여 인식이 가능하다. (a)에서 서브 이미지를 추출한 (b)와 같은 사진은 얼굴 인식 프로그램으로는 얼굴을 인식하기는 어렵다.

그림 8은 본 논문에서 제안한 CAPTCHA 시스템이다. 본 시스템에서는 총 8장의 서브 이미지를 출력하고 원-클릭을 통하여 이미지를 90도씩 회전시켜 올바른 Orientation으로 수정하도록 한다.

3. 실험

본 단락에서는 본 논문에서 제시하였던 CAPTCHA 시스템을 통하여 실험에 대하여 알아보겠다. 본 논문에서의 실험은 약 50 명가량의 사용자들을 통하여 시행되었다.

실험에서 제공된 CAPTCHA 시스템은 서로 다른 8장의 이미지에서 서브 이미지를 추출한 뒤, 각 이미지에 회전을 가한 뒤 제공되었다. 일반적인 사진에서의 서브 이미지 추출한 통한 CAPTCHA 시스템에서의 성공률은 약 95%의 성공률을 보였으며, CAPTCHA 시스템은

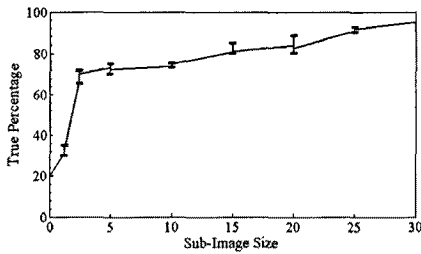


그림 7 약 50명가량의 사용자들의 실험 결과 그래프이다. 0.05%로 서브 이미지를 추출하였을 경우 사용자는 혼란을 겪었으나, 30%로 서브 이미지를 추출하였을 경우 사용자는 약 95%의 성공률을 보였다.

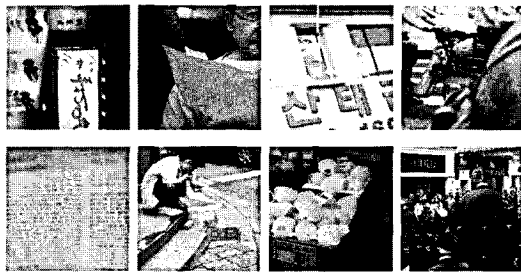


그림 8 본 논문에서 제안한 CAPTCHA 시스템. 총 8개의 사진으로 시스템을 제공하고 있으며, 사용자는 마우스 클릭으로 사용자 인터페이스를 제공하고 있다.

표 1 서브 이미지의 크기에 따른 사용자의 클릭수를 나타내고 있는 표이다. 서브 이미지의 크기가 작을 경우 사용자는 혼란을 겪어서 그냥 넘어 가거나 클릭을 한 경우가 있지만 서브 이미지가 500의 경우 사용자는 혼란을 겪어 클릭의 횟수가 많은 늘어난 반면, 서브 이미지가 600이상의 경우부터는 오히려 클릭의 횟수가 적어짐에 따라 정답의 확률은 높아진 것으로 나타났다.

서브 이미지 비율	총 사진 개수	정답률	사용자 클릭수	평균 클릭수	평균 시간
10%	832	76.40%	674	0.81	6
15%	832	84.13%	935	1.12	10
20%	824	86.77%	948	1.15	14
25%	832	91.58%	1215	1.46	16
30%	816	93.62%	1155	1.41	13
35%	816	95.00%	932	1.14	9
40%	832	97.00%	926	1.11	6
45%	832	98.90%	632	0.75	5

수행하는데 걸리는 시간은 약 23초가량이 소요되었다. 서브 이미지 추출은 원본이미지로 부터 0.5%부터 30%까지 서브 이미지를 추출하였다.

0.5% 이하의 서브 이미지 추출은 사용자에게 형체를 거의 알아 볼 수 없을 정도의 서브 이미지가 추출되어

CAPTCHA 시스템에 사용할 수가 없을 정도였다. 30% 이상의 서브 이미지 추출은 사용자, 컴퓨터에게 쉽게 통과할 수 있는 이미지를 추출하여서 30%가 적당하다고 판단하였다. 그림 7에서 0.5% 이하의 서브 이미지는 정답률이 0%에 가깝고 서브 이미지의 비율이 30%에 가까울수록 90%에 가까운 정답률을 보였다.

표 1에서 보이는 것과 같이 서브 이미지의 비율이 낮을 경우 사용자는 혼란을 겪어 이미지의 교정을 거의 하지 않는 것으로 나타나지만, 이미지의 비율이 높아짐에 따라 이미지의 교정을 더욱 많이 하다가 일정한 크기 이상에서는 이미지의 교정의 정답률이 높아짐과 동시에 클릭횟수가 낮아지는 것으로 나타났다. 이에 따르면 시스템은 클릭의 횟수가 낮아지는 지점을 서브 이미지 추출의 최대 비율로 정하였다.

4. 결론

본 논문에서는 웹 페이지에서 웹봇에 무분별한 사용을 막기 위한 CAPTCHA 시스템을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 CAPTCHA 시스템은 일반적으로 쓰이는 사진에서 서브 이미지를 추출한 뒤, 이 서브 이미지의 회전을 가하여 사용자에게 CAPTCHA 시스템을 제공하는 것이었다.

우리는 실험을 통하여 일반적인 사진에서 서브 이미지를 추출하여 사용자에게 제공하였을 때, 사용자는 이미지에 대한 의미를 알고, 또한 사진을 찍는 사람들은 의미가 있는 사진을 찍기 때문에 CAPTCHA 시스템에 임하는 사용자들은 본 논문에서 제시한 시스템을 통과할 수 가 있는 것이다. 또한 기존에 존재하는 CAPTCHA 시스템을 통과하는 수직, 수평 방법, 얼굴 인식, 머신 러닝을 통한 방법으로는 본 시스템을 통과하기는 어려울 것이다. 그림 5와 같은 이미지는 수직, 수평 성분이 존재하나 사용자에게는 쉬운 이미지를 제공한다. 하지만 그림 5와 같은 이미지에 존재하는 수직, 수평 성분을 추출하여 CAPTCHA 시스템을 통과하기는 어려울 것이다. 또한 이미지에서 서브 이미지를 추출한 뒤 회전을 가하기 때문에 이러한 조각조각의 이미지를 수집하여 머신 러닝을 통하여 완벽한 이미지를 만들기는 어려울 것이다.

일반적인 이미지 교정 방법들은 전체적인 이미지 즉, 일반적인 이미지에 존재하는 하늘 그리고 대부분의 사진들이 윗부분이 밝다는 것을 이용하여 교정이 가능하나, 본 시스템은 서브 이미지를 이용하여, curation을 통하여 하늘과 같은 색상 분포도가 낮은 서브 이미지는 시스템에 제공하지 않아서 자동 이미지 교정을 회피할 수 있다.

서브 이미지 추출시 원 이미지에서 30%비율로 서브

이미지를 추출하여 CAPTCHA 시스템에 제공했을 시 95%의 성공률을 달성했다. 여기서 5%의 실패율은 서브 이미지 추출시, 본 시스템에서 제공하였던 curation에서는 얼굴인식, 색상분포도가 단일한 서브 이미지의 경우는 제외시켰으나, 이 같은 curation을 만족하는 서브 이미지에도 의미 없는 사진이 드물게 존재하기 때문에 5%의 실패율이 나오는 것이다.

본 CAPTCHA 시스템은 사용자에게 편한 Interaction을 제공하며, 시스템 자체에서 curation을 제공하기 때문에 데이터 수집에서도 제한적이지 않다.

참 고 문 헌

- [1] Chellapilla, K., Larson, K., Simard, P., Czerwinski, M., "Designing Human Friendly Human Interaction Proofs(HIPs)," pp.711-720, 2005.
- [2] Mori, G., Malik, J., "Recognizing Objects in Adversarial Clutter: Breaking a Visual CAPTCHA," *Proc. of Computer Vision and Pattern Recognition*, 2003.
- [3] Huang, S.Y., Lee, Y.K., Bell, G. Ou, Z.h., "A Projection-based Segmentation Algorithm for Breaking MSN and YAHOO CAPTCHAs," *Proc. of Signal and Image Engineering*, 2008.
- [4] Gossweiler. Rich and Kamvar et al, "What's Up CAPTCHA? A CAPTCHA Based on Image Orientation," *Proc. Of WWW 09*, pp.841-850, 2009.
- [5] Elson, J., Douceur, J. Howell, J., Saul, J., "Asirra: A CAPTCHA that Exploits Interest-Aligned Manual Image Categorization," *Proc. of the 14th ACM conference on Computer and communications security*, pp.366-374, 2007.
- [6] Golle, P., "Machine Learning Attacks against the Asirra CAPTCHA," *Proc. of the 15th ACM conference on Computer and communications security*, pp.535-542, 2008.
- [7] Luo, J. & Boutell, M., "A probabilistic approach to image orientation detection via confidence-based integration of low level and semantic cues," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol.27, no.5, pp.715-726, 2005.
- [8] Baluja, S. "Automated image-orientation detection: a scalable boosting approach," *Pattern Analysis & Applications*, vol.10, no.3, 2007.
- [9] Wang, Y., & Zhang, H., "Detecting Image Orientation based on low level visual content," *Computer Vision and Image Understanding*, pp.328-346, 2004.
- [10] Vailaya, A., Zhang, H., Yang, C., Liu, F., Jain, A., "Automatic Image Orientation Detection," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol.11, no.7, 2007.