

# 원의 넓이에 근거한 서브 이미지 기반

## CAPTCHA 시스템 효율 개선

정우근, 조환규  
부산대학교 컴퓨터공학과  
wkchung, [hgcho@pusan.ac.kr](mailto:hgcho@pusan.ac.kr)

### Sub-image based CAPTCHA System Efficiency Improvement Based on Area of Circle

WooKeun Chung, Hwan-Gue Cho  
Pusan National University Dept of Computer Science & Engineering  
wkchung, [hgcho@pusan.ac.kr](mailto:hgcho@pusan.ac.kr)

#### 요 약

현재 인터넷 보급의 우수한 발달로 인해 우리는 정보의 바다 또는 인터넷 시대에 살고 있다. 우리는 이러한 인터넷 시대에 살고 있는 만큼 많은 정보를 인터넷을 통하여 검색하고 원하고자 하는 정보를 인터넷을 통해 얻고 있다. 하지만 인터넷을 통하여 웹서핑 또는 정보를 검색하다보면 스팸이나 자동화 도구를 이용하여 광고성 또는 해당 정보와는 상관없는 글들이 무수히 등록되어 있는 것을 볼 수 있다. 이와 같은 것을 방지하기 위하여 CAPTCHA 시스템이 개발되었다. 하지만 기존에 존재하는 CAPTCHA 시스템은 텍스트 기반의 시스템이고, 현재 쉽게 통과될 수 있는 많은 기법들이 제시되고 있다. 그리하여 우리는 이러한 단점을 보완하고자 새로운 이미지 기반의 CAPTCHA 시스템을 전 연구를 통하여 새롭게 제안했다[4]. 제안된 시스템은 일반적인 이미지에서 사각형 형태의 서브 이미지를 추출, 추출된 서브 이미지를 무작위 회전을 가하여 사용자에게 올바른 교정을 통해 사용자를 인증하였다. 우리는 이와 같은 연구를 바탕으로 본 논문에서는 서브 이미지를 추출 시 정사각형의 형태가 아닌 N다각형의 형태를 통하여 서브 이미지를 추출한다. 본 논문에서는 N다각형 형태의 서브 이미지 추출시 전 연구와는 다른 방법으로 서브 이미지를 추출하고, 실험을 통하여 사용자에게 가장 인식률이 높은 다각형을 찾고, 전 연구와는 다른 방법의 서브 이미지 추출 방법을 통해 사용자에게 보다 효과적인 서브 이미지를 제공한다. 본 논문에서 제공되는 다각형은 정삼각형에서부터 정16각형이다.

#### 1. 서 론

정보화 시대의 도래로 인터넷의 많은 발달 및 보급이 이루어져 우리는 정보화 시대 및 인터넷 시대에 살고 있다. 또한 우리가 정보를 검색하고 정보를 획득하게 되는 매체가 인터넷으로 차지되는 비율이 점점 증가하고 있는 추



그림 1 우리가 포털사이트 가입 시 흔히 볼 수 있는 가입 양식이다. 하지만 우리는 본 그림에서 볼 수 있는 빨간 박스에 존재하는 텍스트로 이루어진 퍼즐을 볼 수 있다. 우리는 이와 같은 퍼즐을 통과해야지만 사이트에 가입할 수 있다.

세이다. 우리는 이러한 근거로 우리의 사회에서는 인터넷은 필수적인 요소로써 자리매김하고 있는 것이다. 인터넷이 이렇게 우리에게 가까운 위치로 자리매김을 하고, 우리에게 많은 유익한 정보를 제공하지만, 현재 인터넷은 무분별한 가입을 통하여 우리에게 유익하지 못한 정보를 제공하는 것을 종종 볼 수가 있다. 우리는 이와 같이 무분별한 가입을 통하여 우리에게 유익하지 못한 정보를 제공하는 것을 방지하기 위해 CAPTCHA 시스템을 제공하였다. CAPTCHA 시스템은 스팸이나 로봇에 의한 자동 가입, 계정 생성 방지 도구로써 인간의 우수한 가독성을 통해 특정 언어 그림을 해독할 수 있는 특성을 이용한 것으로 일반적으로 컴퓨터 프로그램이 해독하기 어려운 기호, 글자 등을 재입력하도록 하여 스팸을 위한 또는 자동화 도구를 무력화하기 위한 기술이다. 기존에 서비스 또는 상용화 되고 있는 CAPTCHA 시스템은 텍스트의 조합으로[7] 사용자에게 제공되고 있는 시스템이다. 텍스트 기반의 CAPTCHA 시스템은 영어와 숫자의 조합으로 일련의 문자들을 제공하여 올바른 텍스트의 값을 입력하면 사용자가 인증되는 시스템이다. 하지만 기존에 존재하고 있는 텍스트 기반의 CAPTCHA 시스템은 머신 러닝 또는 알고리즘을 통하여 쉽게 통과되는 것을 알 수 있다. 이와 같은 이유로 새롭게 연구가 활발히 진행되고 있는 것은 이미지 기반의 CAPTCHA 시스템이다.

다음 단락에서는 현재 새롭게 진행되고 있는 이미지 기반의 CAPTCHA 시스템에 대하여 알아보고, 텍스트 기반의 CAPTCHA 시스템의 문제점에 대하여 알아 보자.

2. 관련 연구

본 단락에서는 지금까지 제공 및 사용되었던 CAPTCHA 시스템에 대하여 알아보고 현재 이슈가 되고 있는 이미지 기반의 CAPTCHA 시스템에 대하여 알아보도록 하겠다.

시스템	레벨
	1
	2
	3
	4
	5
	6

표 1. 이미지 기반 CAPTCHA 시스템에서는 레벨 3과 같이

사용자에게 CAPTCHA 시스템을 제공하면 사용자에게는 쉬운 환경을 제공하며, 컴퓨터에게도 역시 쉽게 통과할 수 있는 환경을 제공한다. 레벨 6과 같이 CAPTCHA 시스템을 제공하면 컴퓨터는 쉽게 통과할 수 없는 환경을 제공하며, 사용자 역시 쉽게 통과할 수 없는 환경을 제공해버리게 된다.

현재 웹사이트의 가입 및 정보 이용 시 사용자 인증의 목적으로 사용되고 있는 CAPTCHA 시스템은 텍스트 기반의 시스템으로써, 문자들의 조합으로 제공된다. 예를 들어 표 1에 레벨 3과 같이 영어와 숫자와의 조합으로써 사용자에게 제공되며, CAPTCHA 시스템에 임하는 사용자는 제공되는 시스템에 나열되어 있는 텍스트들을 올바르게 입력하면 사용자 인증을 거치게 되며 사용자가 원하는 정보와 홈페이지 접근 권한을 얻을 수 있게 된다. 하지만 텍스트 기반의 CAPTCHA 시스템은 문자들의 조합으로써 데이터의 다양성이 보장되지 못한다. 예를 들어, 영어와 숫자의 조합으로써 텍스트 기반의 CAPTCHA 시스템을 제공한다면 데이터의 다양성이 보장되지 못하여 머신 러닝에 의하여 통과할 수 있다[6]. 또한 기존에 제공되었던 텍스트 기반의 CAPTCHA 시스템은 데이터의 제약성을 해결하기 위하여 문자들의 조합으로 CAPTCHA 시스템을 제공할 시 제공되는 문자들의 조합에 약간의 효과를 주었다. 표 1 와 같이 글자들을 휘거나 제공되는 글자들 위에 선을 그어 머신 러닝이나 기타 알고리즘을 통하여 쉽게 통과되는 것을 막았다. 하지만 글자를 휘거나 선을 긋는 효과를 사용자들이 쉽게 인지하도록 글을 휘거나 선을 긋는 효과를 표 1에서 레벨 3 와 같이 한다면 사용자에게도 쉽고 컴퓨터에게도 쉬울 수 있는 CAPTCHA 시스템이 되므로 사용자도 쉽게 통과 하며 컴퓨터도 쉽게 통과하기 때문에 CAPTCHA 시스템으로써 제공하기 힘들다. 하지만 컴퓨터에게 쉽게 통과할 수 없게 하기 위하여 표 1의 레벨 6 와 같이 제공한다면 사용자에게도 쉽게 인지할 수 없으며, 컴퓨터도 쉽게 통과 할 수 없는 시스템이 되어 버린다. 또한 Projection-based 알고리즘[1]을 통해서 표 1 과 같은 줄을 긋는 효과 등을 간단히 제거 시킬 수 있다. 이와 같이 알고리즘으로 이런 효과를 제거시키면 머신 러닝과 같은 알고리즘으로 쉽게 통과할 수 있을 것이다.

현재 텍스트 기반의 CAPTCHA 문제점을 해결하기 위해 이미지 기반의 CAPTCHA 시스템이 활발히 연구중이다[8]. 이미지 기반의 CAPTCHA 시스템은 CAPTCHA 시스템에 일련의 이미지들을 제시해 놓고 이미지들을 올바르게 교정하거나[2], 이미지가 내포하고 있는 의미를

제시하여 사용자 인증을 거치게 되는 것이다. 시스템 [3] 은 총 12장의 고양이와 개의 사진을 제시한 후, 총 12장의 사진에서 고양이의 사진을 선택하면 사용자 인증을 거치게 되는 것이다. 시스템 [3] 에서는 개와 고양이의 색깔이 동일할 경우 머신 러닝을 통하여 통과할 수 없다고 하였으나, [5]에서 사용자는 30초 만에 82.7%로 통과할 수 있는 것으로 나타났다.



그림 2. 시스템 [9]의 CAPTCHA 시스템을 보여주고 있다. 시스템 [9]는 이미지 내에 존재하는 텍스트 영역을 사용자가 직접 지정하여 지정된 영역 내에 존재하는 텍스트를 입력하여 사용자 인증을 거치게 되는 시스템이다.

이와 같은 이유는 역시 개와 고양이의 데이터의 제약성 및 데이터의 생성이 쉽지 않아 나타난 것으로 보인다. 이미지 기반의 시스템 [9]는 문자들이 포함되어 있는 이미지를 나열한 뒤, 사용자가 이미지에 존재하고 있는 텍스트를 영역으로 지정하여, 지정된 영역에 있는 텍스트를 입력하면 사용자 인증을 거치게 된다. 하지만 이와 같은 시스템은 사용자가 지정한 영역 내에 있는 텍스트를 입력하게 되는 시스템이라 이미지 내에 텍스트가 존재하는 이미지를 데이터로 제공되어야 하기 때문에 데이터의 제약성에 문제가 있다. 또한 이미지 내에 존재하고 있는 텍스트가 CAPTCHA 시스템을 제공되기 때문에 머신 러닝을 통해서도 통과될 수 있을 것이다.

CAPTCHA 시스템의 가장 기본적인 취지는 사용자에게는 쉽고, 컴퓨터에게는 어려우며, 데이터 또는 시스템의 쉬운 생산이 가능해야 한다는 것이다. 하지만 지금 제공되고 있는 텍스트 기반의 CAPTCHA 시스템과 이미지 기반의 시스템은 기본적인 취지 지켜지지 않고 있는 실정이다.

다음 단락에서는 전 연구를 바탕으로 새로운 서브 이미지 추출기법에 대하여 알아보도록 하자.

### 3. 시스템

본 단락에서는 본 논문에서 제안하는 서브 이미지의 CAPTCHA 시스템에 대하여 전반적인 구조를 설명하

겠다.

전 연구를 통하여 우리는 서브 이미지 기반의 CAPTCHA 시스템에 대하여 논하였다. 전 연구에서 제안한 서브 이미지 기반의 CAPTCHA 시스템의 서브 이미지 추출 방법은 일반적으로 촬영된 이미지에서 무작위 좌표를 선택한 뒤, 선정된 좌표 지점에서 사용자가 서브 이미지의 비율을 지정하여 지정된 크기로 정사각형 형태의 서브 이미지를 추출했다. 추출된 정사각형 형태의 서브 이미지를 사각형이 가지는 4 가지 방향(0, 90, 180 그리고 270 도) 중 한 가지를 택일하여 회전시킨 뒤, 사용자에게 올바른 교정을 요하는 시스템이었다. 본 논문에서 새롭게 제공하는 서브 이미지의 추출방법은 사용자가 원의 반지름을 정한 뒤, 서브 이미지를 추출할 일반적인 이미지에서 무작위 좌표 선정, 선정된 좌표에서 서브 이미지를 추출할 때, 사용자가 지정한 반지름의 크기를 가지는 원을 내포하는 다각형 형태로 추출하는 것이다.

본 논문에서 이와 같은 새로운 서브 이미지 추출방법을 제시한 이유는 사용자는 과연 이미지의 크기, 이미지에 내포된 픽셀 수 또는 이미지가 가지는 의미의 양에 따라 어떻게 인식률이 달라지는지 알아보기 위해서 이다. 이와 같이 전 연구와는 다른 방법으로 서브 이미지를 추출하면 정삼각형에서 점점 다각형에 이를수록 점점 원에 가까워지는 것을 알 수 있다. 이와 같은 사실은 그림 5를 보면 알 수 있다. 그림 5는 현재 정16각형 형태의 서브 이미지를 추출한 것으로 원에 가까운 형태를 가진다.

### 4. 실험

본 단락에서는 본 논문에서 제안한 방법으로 실험한 결과와 실험배경에 대하여 알아보겠다.

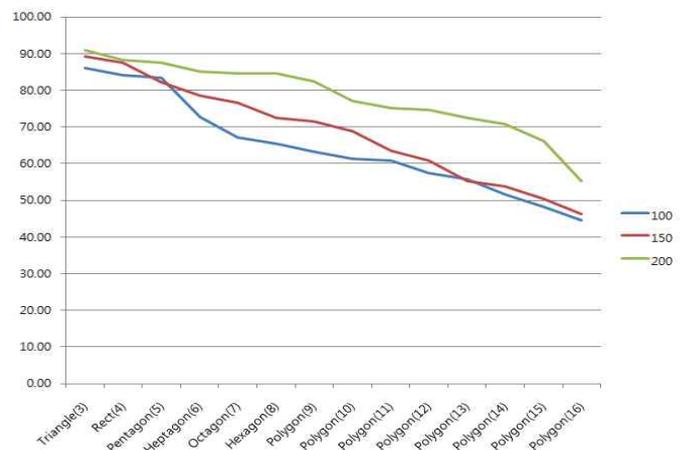


그림 3. 본 논문에서 제안한 시스템을 통하여 실험한 결과이다

다. 원의 반지름이 증가할수록 전체적인 성공률은 증가하고 있으며, 원을 내포하는 다각형중에서 정삼각형이 넓이가 제일 큰 것으로 나타났으며, 역시 성공률도 가장 높게 나타났다. 또한 다각형이 변 또는 가지고 있는 각의 개수가 증가 또는 진화할수록 성공률이 점점 감소되는 것을 알 수 있다.

먼저 실험의 배경에 대하여 알아보겠다. 본 실험은 총 4명의 실험자로 실험에 임하였으며, 실험에 사용된 다각형은 정삼각형에서부터 정16각형까지 사용하였다. 서버 이미지 추출 시 사용되는 원의 반지름의 크기는 100, 150 그리고 200 픽셀로 사용했다. 실험자는 각 픽셀에 따라서 각각의 도형에 대하여 약 80 번의 횟수로 실험에 임하였다. 또한 예전 연구에서도 행하였던 필터링 시스템[10]을 통하여 서버 이미지 기반의 CAPTCHA 시스템에 제공되는 서버 이미지가 사용자에게 좀 더 많은 정보를 줄 수 있도록 제공하였다. 실험 환경을 다시한번 살펴보자.

- 총 실험자 수 : 4명
- 사용된 다각형 : 정삼각형 - 정16각형
- 원의 반지름의 크기 : 100, 150, 200 ( 단위: 픽셀 )
- 변수에 따른 게임 횟수 : 약 80 번 ( 1 명을 기준 )
- 필터링 Threshold 값 : 0.50

실험에 제공되는 서버 이미지의 경우 교정되는 방향으로 각 도형이 가지는 각의 개수에 따라서 교정이 가능하다. 정팔각형의 경우 0, 80, 160, 240 그리고 320인 총 5가지의 방향으로 교정이 가능하다. 이와 같이 이미지 교정이 가능하여 각각 이미지에 대한 교정은 각각의 서버 이미지에 마우스 이벤트를 제공하여 사용자가 쉽게 서버 이미지를 교정할 수 있다.

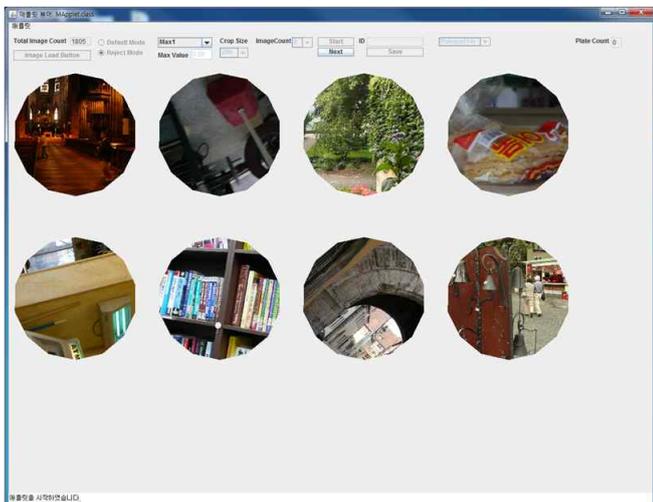


그림 4. 본 논문에서 제공하는 서버 이미지 기반의

CAPTCHA 시스템이다. 본 시스템은 자바 언어로 되어 있으며, 사용자에게 서버 이미지를 쉽게 교정할 수 있는 환경을 제공하고 있다.

실험에서 사용자가 변수로 지정할 수 있는 또는 실험에 변수 값으로 쓰이는 값은 총 2가지로 분류된다. 첫 번째는 사용자가 선택할 수 있는 다각형이며, 두 번째는 사용자가 지정할 수 있는 원의 반지름의 크기이다. 우리는 이와 같은 실험 변수 값을 ( $d_n, l_n$ ) 같이 표기한다.  $d_n$  변수 값은 각 도형이 가지는 각의 개수에 해당하고,  $l_n$  변수 값은 각 도형의 넓이 또는 각 도형이 가지고 있는 이미지의 양 또는 반지름의 값에 해당한다. 우리는 이와 같은 실험 변수 값을 정하고 실험에 임하였다.

그림 3에서 그래프는 본 논문에서 제안한 시스템의 결과를 나타내고 있다. 그림 3의 그래프는 표 2의 값을 토대로 나타내었다. 실험의 결과는 예상했던바와 같이 정삼각형에서 정다각형으로 진화 또는 변, 각의 개수가 증가할수록 성공률이 낮아지는 것을 알 수 있다. 하지만 그림 3에서 나타나는 그래프의 값이 원의 넓이에 따라서 각각 다른 층을 가져야 하나 원의 값이 150과 100에서 두 개의 그래프 값이 약간 교차되는 것을 발견 하였으나, 이와 같은 실험의 횟수를 더 많이 늘리고, 실험자를



그림 5. 본 논문에서 제공한 정16각형의 형태로 서버 이미지를 추출한 것이다. 서버 이미지가 가지는 다각형의 각, 변의 개수가 많아질수록, 서버 이미지를 담고 있는 다각형은 서버 이미지 추출 시 기본이 되는 원을 형태를 가지게 된다. 즉, 점점 원의 넓이와 다각형의 넓이가 비슷한 값을 가지게 된다.

더 많이 보강한다면 그림 3에서 나타나는 원의 넓이 값 100과 150의 값이 교차되는 것은 없어질 것이다.

Name	Region Type	Size		
		100	150	200
Total	3	85.98	89.17	90.93
	4	84.21	87.50	88.17
	5	83.33	82.19	87.45
	6	72.78	78.51	85.04
	7	67.08	76.57	84.58
	8	65.35	72.56	84.55
	9	63.35	71.55	82.49
	10	61.35	68.79	77.17
	11	60.78	63.46	75.11
	12	57.41	60.79	74.69
	13	55.79	55.18	72.49
	14	51.49	53.69	70.66
	15	48.11	50.47	66.18
	16	44.58	46.33	55.33

표 2. 본 논문에서 제안한 실험의 결과로써 사용자 각각의 도형과 사이즈에 대한 사용자 인식률을 나타낸 테이블이다. Region Type은 다각형을 나타내고 있다. 3과 같은 경우는 정삼각형에 해당하며, Size는 원의 지름의 크기를 나타내고 있다.

5. 결론

본 논문을 통하여 우리는 원의 넓이에 근거한 새로운 서버 이미지 추출방법을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 방법은 서버 이미지 추출 시 원의 반지름 값을 정하여, 선택한 반지름의 크기를 가지는 원을 내포하는 다각형을 추출하는 것이다. 본 논문에서 이와 같은 방법을 제시한 이유는 서버 이미지에 포함되는 이미지의 양이 많을수록 사용자 역시 이미지에 대한 인식률이 높을 거라는 것을 예측을 확인하기 위하여 제시하였다. 우리는 이와 같은 예측을 증명하기 위하여 실험을 행하였다. 실험의 결과는 그리 만족스러운 결과를 나타내지는 못했지만 우리의 예측했던 것과 같이 결과 값이 나왔다. 즉, 사용자는 이미지의 양 즉, 서버 이미지에 대한 정보 값, 서버 이미지가 나타내는 의미가 많을수록, 픽셀의 개수가 많을수록 더 인식률이 높아지는 것으로 나타났다. 우리는 실험을 통하여 이와 같은 사실을 입증하였으나, 정삼각형의 경우, 정삼각형이 가지는 각의 개수는 3 개다. 0, 120 그리고 240 이다. 정삼각형이 가지는 각의 개수가 3가지이므로 우리가 임의로 회전시킬 수 있는 방향은 3 가지이며, 사용자가 교정할 수 있는 방향도 3 가지이다. 이와 같은 이유로 정삼각형이 제공될 경우, 사용자가 교정을 하지 않아도 정답이 될 확률이 높다는 것이다. 이와 같은 이유로 정삼각형은 CAPTCHA 시스템에 제공되기에는 부적합한 것으로 여겨진다. 본 서버 이미지 기

반의 CAPTCHA 시스템의 연구가 활발히 되어 인터넷 보안에 큰 보탬이 되기를 기원한다.

참고문헌

- [1] Bell G. Huang S.Y., Lee Y.K. and Ou Z.H. "A projection-based segmentation algorithm for breaking msn and yahoo captchas." In Proc. of the International Conference of Signal and Image Engineering, 2008.
- [2] Rich Gossweiler, Maryam Kamvar, and Shumeet Baluja. "What's up captcha?: a captcha based on image orientation." In Proc. of the 18th international conference on World wide web, pages 841 - -850, 2009.
- [3] J. Howell J. Elson, JR. Douceur and J. Saul. "Asirra: a captcha that exploits interest-aligned manual image categorization." In Proc. of the 14th ACM conference on Computer and communications security, pages 366 - -374, 2007.
- [4] 정우근(WooKeun Chung) · 지승현(Seung-Hyun Ji) · 조환규(Hwan-Gue Cho) 한국정보과학회, 한국정보과학회 학술발표논문집 한국정보과학회 2009 가을 학술발표논문집 제36권 제2호(A), 2009. 11, pp. 130 ~ 131 (2pages)
- [5]G. Philippe. "Machine learning attacks against the asirra captcha." Proc. of ACM conference on Computer and communications security, pages 535 - -542, 2008.
- [6] P. Simard and K. Chellapilla. "Using machine learning to break visual human interaction proofs (hips)." In *Advances in Neural Information Processing Systems* 17, 2004.
- [7] Kumar Chellapilla, Kevin Larson, Patrice Simard, and Mary Czerwinski. "Designing human friendly human interaction proofs (hips)." In *Proc. of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 711 - -720, 2005.
- [8] Srikanth et al. "Think-an image based CAPTCHA mechanism (testifying human based on intelligence and knowledge)" In Proc of the ICAC3 '09, page 412--424, 2009.
- [9] Peter Faymonville et al. "CAPTCHA-based image labeling on the SoyLent Grid" In Proc of the HCOMP '09, page 46--49, 2009.
- [10] Prasad B. G et al. "Region-based image retrieval using integrated color, shape, and location index." *Computer Vision and Image Understanding* 94 (2004), page 193-233, 2004.