

이미지 기반 캡차 유형에 따른 사용자 경험 연구

Exploring User Experiences Across Different Image-Based CAPTCHA Types

주 저 자 : 신 원 (Shin, Won)	홍익대학교 대학원 디자인공예학과 시각디자인 박사과정
공 동 저 자 : 신영미 (Shin, Young Mi)	홍익대학교 대학원 영상인터랙션학과 박사과정
교 신 저 자 : 윤재영 (Yun, Jae Young)	홍익대학교 시각디자인과 교수 ryun@hongik.ac.kr

<https://doi.org/10.46248/kidrs.2025.1.431>

접수일 2025. 02. 19. / 심사완료일 2025. 03. 17. / 게재확정일 2025. 03. 19. / 게재일 2025. 3 30.

Abstract

This study empirically analyzes the impact of image-based CAPTCHA types and difficulty levels on user experience (usability, security, discomfort, and cognition) through experiments with developed prototypes. A preliminary study with 15 participants refined difficulty levels, followed by a main experiment with 32 participants in face-to-face trials. High-difficulty multiple-image selection CAPTCHAs increased discomfort and cognitive load, especially for users with lower digital literacy, while slide-based and receipt entry CAPTCHAs were rated higher in usability due to their intuitive design. By addressing the gap in prior research focused on security, this study provides UX design guidelines for CAPTCHA development and offers insights into balancing security and usability in future implementations.

Keyword

CAPTCHA(캡차), Image based CAPTCHA(이미지 기반 캡차), User Experience(사용자 경험)

요약

본 연구는 이미지 기반 캡차 유형과 난이도가 사용자 경험(편의성, 보안성, 불편감, 인지성)에 미치는 영향을 실제 개발한 프로토타입을 사용한 실험으로 실증적으로 분석하고, 설계 개선 방향을 제시한다. 캡차 유형을 크게 슬라이드형, 다중선택형, 영수증 입력형으로 나누었고 각 유형별로 난이도를 조절하여 사전 조사에서는 15명을 진행하여 난이도를 조절하였으며 본 조사에서는 32명의 참여자로 대면 실험을 진행하였다. 난이도가 높은 다중 이미지 선택형은 불편감과 긴 해결 시간을 유발하여 디지털 리터러시가 낮은 사용자에게는 과도한 인지적 부하가 사용자 경험을 저해할 가능성을 시사했고, 슬라이드형과 영수증 입력형은 직관적인 설계를 통해 사용성이 상대적으로 높게 평가되었다. 본 연구는 기존 캡차 연구들이 주로 보안성에 초점을 맞추어 사용자 경험에 대한 심층적 연구가 미비한 부분을 진행하여 캡차의 UX 디자인에 대한 가이드라인을 제시하였고 향후 캡차 UX 디자인 설계 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

목차

1. 서론

- 1-1. 연구 배경 및 목적
- 1-2. 연구 방법 및 범위

2. 이론적 배경

- 2-1. 온라인 인증
- 2-2. 캡차 시스템

3. 연구 방법

- 3-1. 연구 모형 설계

3-2. 연구 문제 및 가설

3-3. 실험 설계

4. 연구 결과

- 4-1. 기술 통계
- 4-2. 신뢰도 검증
- 4-3. 연구 문제 및 가설 검증
- 4-4. 연구 결과

5. 결론

참고문헌

1. 서론

1-1. 연구 배경 및 목적

2023년 6월 위크넷과 한국장학재단은 개인정보 유출로 각각 840만 원의 과태료를 물었다. 위크넷은 약 106억 원의 보안 예산을 지출했음에도 불구하고, 비인가 접속 시도를 방지하기 위해 캡차조차 적용하지 않아 대규모의 개인정보 유출이 단기간에 발생하였다. 대부분 민감한 개인정보를 관리하는 사이트의 경우 추가 보안 수단이 권고된다.¹⁾ 이처럼 단순히 비밀번호만을 사용하는 서비스의 경우 해킹 위험에 무분별하게 노출될 수 있으며, 이를 방지하기 위해 2차 로그인 방안으로 캡차가 주로 사용된다.

캡차는 텍스트, 이미지, 오디오 등 다양한 방식으로 발전하고 있으며, 현재는 사용자 행동 분석 방식이나 생체 인증 방식 등과 함께 융합하여 사용되고 있다. 그러나 가장 많이 사용되는 이미지 기반 캡차는 어려운 난이도로 인해 사용자에게 불편함과 심한 경우 서비스 사용 포기를 일으킨다. 현재 캡차 자체에 대한 보안성이나 대안에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있으나, 이미지 기반 캡차의 사용성에 관한 연구는 부족한 실정이다. 이미지 기반 캡차가 실용적으로 사용되기 위해서는 사용자가 이 방식에 대해 거부감을 가지지 않고 편하게 사용할 수 있어야 한다. 따라서 본 연구는 현재 사용되는 이미지 기반 캡차의 사례를 바탕으로, 유형별로 사용자 경험의 차이를 연구하고자 한다.

1-2. 연구 방법 및 범위

본 연구는 이미지 기반 캡차 유형에 따른 사용자 경험을 연구하기 위해 다음과 같이 구성되었다. 먼저 캡차의 정의와 문제점을 알아보고 사례조사를 통해 대표적인 이미지 기반 캡차 유형을 도출하였다. Google의 '다중 이미지 선택형', Geetest의 '슬라이드형', Naver의 '영수증 입력형' 3가지 유형을 난이도 상, 하로 총 6가지 실험물을 제작하여 설문과 심층 인터뷰를 진행하였다. 캡차의 유형과 난이도가 사용자 경험에 유의미한 차이를 보이는지, 유형과 난이도가 사용자 경험에 상호작용 효과를 미치는지 검증하고자 이원 배치 분산분석을 실시하였다. 그리

고 사용자 경험이 상관관계를 가지는지 Pearson 상관분석을 진행하였다.

2. 이론적 배경

2-1. 온라인 인증

인터넷 사용이 증가함에 따라 개인 정보 보호와 보안 위협이 동시에 증가하고 있으며, 이에 따라 안전하고 편리한 온라인 인증 방법의 필요성이 대두되고 있다.

2-1-1. 온라인 인증 정의 및 종류

온라인 인증은 사용자의 신원을 확인하는 과정으로, 보안 수준, 편의성, 적용 기술에 따라 다양한 방식이 존재한다. 기존의 비밀번호 기반 인증 방식은 사용자의 기억력 문제와 보안 취약점(예: 피싱 공격, 비밀번호 유출) 때문에 한계를 가진다.²⁾ 이러한 한계를 보완하기 위해 다양한 온라인 인증 기술이 개발되었으며, 보안성과 사용자 경험을 고려한 인증 방식이 지속적으로 연구되고 있다.

[표 1] 온라인 인증 방식

인증 방식	인증 방식 특징 및 장단점 3) 4)
지식 기반 인증 아이디 및 비밀번호 입력 보안 질문	사용자가 기존에 설정한 아이디와 비밀번호를 영문, 숫자, 특수문자 등의 조합으로 일정 문자수 이상 입력 하며 일정 횟수 이상 입력 오류 시 초기화 해킹 위험에 가장 높은 노출
생체 인증 지문, 얼굴, 홍채, 음성 등	대체 불가능으로 높은 보안성 오류 가능성(거짓 긍정률, 거짓 부정률), 프라이버시 문제 생체 정보 유출시 복구가 어려움
다중인증 비밀번호+OPT, 지문인식 + 스마트카드	두 가지 이상의 인증 요소를 조합하여 보안성을 높이는 방식 추가적인 인증단계로 사용자 경험 불편
행동기반 인증 캡차	사용자의 타이핑 속도, 마우스 움직임, 모바일 사용 패턴을 분석하여 인증 인공지능 봇이 사람처럼 행동하는 경우 무력화될 가능성이 있음

1) 장하민, '23만명 개인정보 유출한 위크넷, 인증서 기반 로그인 정책 도입... 외양간 고치기 총력'. 뉴스워커. 2023.07.19. (2024.01.20.)
<https://www.newsworker.co.kr/news/articleView.html?idxno=213349>

2) 권현정, 정홍주, 한경석, '이용자 인증에 대한 다중인증 적용 필요성 연구', 한국IT정책경영학회, 2020, vol.12, no.4, pp. 1899-1903

3) C Katsini, M Belk, C Fidas, N Avouris, G Samaras, 'Security and usability in

2-1-2. 온라인 인증의 사용자 경험

1) 편의성

편의성은 사용자가 제품이나 서비스를 이용하는 과정에서 느끼는 시간적, 노력적 부의 최소화를 의미하며, Berry는 서비스 편의성이 제품 구매 의사결정에 주요 결정 요인으로 작용한다는 연구 모델로 발전시켰다.⁵⁾

2) 보안성

자동화된 프로그램의 무작위적인 공격이나 해킹은 수식으로 계산할 수 있지만 사용자가 인식한 보안성 실제 보안성과는 그 간극이 있다.⁶⁾ 사용성 측면에서의 보안성은 시스템이 사용자에게 제공하는 보안 기능이 얼마나 직관적이고 효율적으로 설계되어 있는지를 평가하는 중요한 요소이다.

3) 불쾌감

그래픽 패턴 기반 캡차 사용 시 사용자가 느끼는 불쾌감을 사용자 경험과 서비스의 사용 지속성에 직접적으로 영향을 미치는 중요한 요소이다.⁷⁾

4) 인지성

캡차의 인지성은 사용자가 그래픽 패턴을 얼마나 쉽게 이해하고 처리할 수 있는지를 나타내는 중요한 요소이다.⁸⁾

knowledge-based user authentication: A review' Proceedings of the 20th Pan-Hellenic conference on informatics, 2016

- 4) 임대환, '다중 생체인식 알고리즘을 적용한 개인 인증 시스템' 한국정보기술학회논문지, vol.15, no.12, pp. 147-156, 2016
- 5) LL Berry, K Seiders, D Grewal, 'Understanding service convenience', Journal of marketing, journals.sagepub.com, 2002
- 6) Bryan D. Payne and W. Keith Edwards, 'A Brief Introduction to Usable Security', IEEE Computer Society, May/June 2008
- 7) Soumyadeb Chowdhury, Ron Poet, Lewis Mackenzie, 'A Comprehensive Study of the Usability of Multiple Graphical Passwords', Human-Computer Interaction-INTERACT 14th IFIP TC 13 pp 424-441, 2013
- 8) Emre Mulazimoglu, Murat P. Cakir, Cengiz Acarturk, 'The Role of Visual Features in Text-Based CAPTCHAs: An fNIRS Study for Usable Security' Computational Intelligence and

2-2. 캡차 시스템

2-2-1. 캡차 정의 및 문제점

CAPTCHA(Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart)는 웹사이트에서 인간과 봇을 구별하기 위해 설계된 기술로, 약 20년 동안 봇에 대한 방어 수단으로 널리 사용됐다.⁹⁾ 캡차는 자동 계정 등록을 방지하거나, 자동 투표나 스팸성 댓글을 억제하고 웹 크롤링 방지 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.¹⁰⁾ 초기의 캡차는 왜곡된 텍스트를 판독하는 단순한 방식으로 시작되었으나, 시간이 지나면서 점차 정교하고 다양한 방식으로 진화했다.¹¹⁾

최근에는 기존 인증 방식의 대안으로 사용자 행동 분석 기법과 이미지 기반 캡차를 결합하여 활용하는 사례가 증가하고 있다. 사용자 행동 분석 방식은 절차가 간단하고 사용 편의성이 높다는 장점이 있으나, 인공지능이 인간의 행동 패턴을 학습하고 모방할 수 있다는 점에서 보안상 취약할 가능성이 존재한다. 또한, 이 방식은 장애가 있는 사용자들에게 접근성이 낮다는 한계를 가지며, 과도한 행동 데이터 수집이 개인정보 침해로 이어질 위험성을 내포하고 있다.

이러한 문제로 인해 이미지 기반 캡차는 여전히 널리 사용되고 있으나, 많은 사용자가 이를 복잡하고 번거로운 과정으로 인식하고 있다. 따라서 이미지 기반 캡차는 직관적이며 적절한 난이도로 설계될 필요가 있으며, 이를 통해 사용자 경험을 향상하는 동시에 보안성과 사용성 간의 균형을 유지하는 것이 중요하다.

2-2-2. 이미지 기반 캡차 선행연구

이미지 기반 캡차에 관한 선행 연구는 보안성과 사용성에 대한 다양한 접근을 다루고 있다. 먼저 딥

Neuroscience, 2021

- 9) IBM., CAPTCHA. (2025.01.18.) <https://www.ibm.com/kr-ko/topics/captcha>
- 10) A. M. Algwil, 'A survey on CAPTCHA: Origin, applications and classification', Journal of Basic Sciences, 2023, Vol.36, No.1, pp.1-37.
- 11) A. Searles, Y. Nakatsuka, E. Ozturk, A. Pavard, G. Tsudik, and A. Enkoi, 'An empirical study & evaluation of modern CAPTCHAs', arXiv preprint, 2023, <https://arxiv.org/pdf/2307.12108>.

러닝 기반으로 이미지 기반 캡차의 보안성을 분석한 연구에서는, 해당 방식은 봇이 인간의 행동을 모방하는 것을 효과적으로 차단할 수 있으며, 캡차와의 상호작용 및 문제 해결 과정이 보안성 유지에 중요한 역할을 한다고 보고하였다.¹²⁾

또한, 새로운 방식의 이미지 캡차를 제안하는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 기존 연구에 따르면, 이미지 기반 캡차의 경우 인간에게는 비교적 단순한 작업이지만, 봇에게는 해결하기 어려운 문제로 작용할 수 있으며, 노이즈와 스케일링 작업을 추가하면 복잡성을 증가시켜 보안성을 강화하는 효과가 있는 것으로 나타났다. 보안성 분석 결과, 이러한 방식은 높은 보안성을 제공하며, 평균 응답 시간이 짧고 성공률이 높은 것으로 평가되었다.¹³⁾

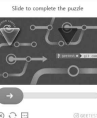
기존 선행 연구는 주로 보안성 강화를 목표로 캡차의 해독 가능성과 AI 기반 공격 방어력을 평가하는 데 초점을 맞추었으며, 기술적 보안성을 중심으로 연구가 진행되었다. 그러나 이러한 연구들은 캡차 사용자가 실제로 경험하는 불편함이나 사용성 문제를 충분히 고려하지 않았으며, 보안성과 사용성이 어떻게 상호작용하는지에 대한 실증적 분석이 부족한 한계를 가진다.

반면, 본 연구는 보안성과 사용성의 균형을 중시함에 두고, 캡차 유형과 난이도가 사용자 경험에 미치는 영향을 실험적으로 검증하는 데 초점을 맞춘다. 기존 연구가 캡차의 보안성 평가에 집중했다면, 본 연구는 실제 사용자의 관점에서 다양한 캡차 유형을 비교 분석하여 사용성이 보안성과 어떻게 상호작용하는지를 탐색하고자 한다. 특히, 난이도가 증가할수록 보안성이 강화되지만, 동시에 사용자 불쾌감과 해결 시간이 증가할 가능성이 있음을 실험을 통해 검증하고, 보안성과 사용성이 충돌하는 지점을 분석하여 보다 사용자 친화적인 캡차 설계 방안을 모색한다.

2-2-3. 이미지 기반 캡차 사례조사

초기 캡차 형태는 텍스트 기반 캡차로, 웹, 앱에서 회원 가입이나 중복 로그인 방지를 위한 단계에서 아직도 많이 사용되는 기본적인 형태이다. 영문자 및 숫자를 시각적으로 왜곡시켜 봇이 인식하지 못하도록 설계되었으나, 시간이 지나면서 2014년에는 가장 왜곡된 텍스트 CAPTCHA 99.8% 식별할 수 있을 정도로 인공 지능과 머신 러닝 알고리즘이 개선되었다. 이에 대응하여 Google은 2012년에 이미지 인식을 도입하여 왜곡된 텍스트를 이미지로 대체하였다.¹⁴⁾ 100개의 사이트를 바탕으로 현재 사용되고 있는 이미지 기반 캡차를 조사한 결과 reCAPTCHA, Arkose Labs, hCAPTCHA, Geetest 4가지로 분류할 수 있었고, Naver에서 사용하는 영수증 방식을 추가해 5가지로 정리하였다. 그 내용은 <표 2>와 같다.

[표 2] 이미지 기반 캡차 유형

유형	사용법	이미지 예시	사용 플랫폼
reCAPTCHA	이미지에서 제시된 사물이 포함된 부분 선택		Google, Instagram, YouTube, Airbnb,
Arkose Labs	이미지가 올바른 방향으로 위치하도록 설정		Microsoft, Roblox, Slack,
hCAPTCHA	체크박스를 체크하여 인증		Cloudflare, Discord,
Geetest	슬라이드로 퍼즐을 지정된 위치로 이동		Alibaba, Tencent, Xiaomi,
Naver	이미지에서 제시된 문제에 대한 답을 찾아 입력		Naver 자체 플랫폼

12) Morteza Moradi, Mohammad Moradi, Simone Palazzo, Francesco Rundo, and Concetto Spampinato, 'Image CAPTCHAs: When deep learning breaks the mold', IEEE Access, 2024, Vol.12, pp.112211-112231.

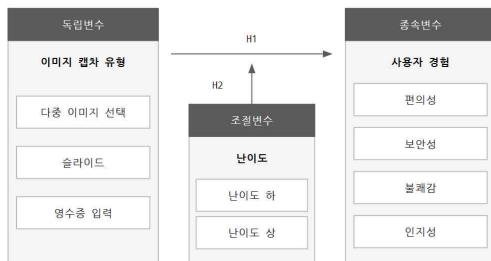
13) Hajjdiab H., Ghazal M., Khalil A, 'Random image matching CAPTCHA system', 2017, Vol.16, No.3, p1-13

14) IBM., CAPTCHA. (2025.01.18.)
<https://www.ibm.com/kr-ko/topics/captcha>

3. 연구 방법

3-1. 연구 모형 설계

캡차 사례조사를 통해 가장 많이 사용되는 유형 3가지를 도출하여 다중 이미지 선택 방식, 슬라이드 방식, 영수증 입력 방식으로 분류하고 독립변인으로 설정하였다. 그리고 난이도(상, 하)를 조절변인으로 설정하여 유형별로 난이도의 차이가 있는지 알아보 고자 한다. 또한 사용자 경험의 차이를 확인하기 위해 편의성, 보안성, 불쾌감, 인지성을 종속변인으로 설정하였다.



[그림 1] 연구모형

3-2. 연구 문제 및 가설

본 연구에서는 이미지 기반 캡차 유형인 다중 이미지 선택형, 슬라이드형, 영수증 입력형과 난이도 상, 하에 따른 편의성, 보안성, 불쾌감, 인지성이 차이가 있는지 알아보고자 한다. 또한 캡차 유형과 난이도 간의 상호작용 효과가 있는지 알아보고, 이미지 기반 캡차에 대한 편의성, 보안성, 불쾌감, 인지성이 상관관계를 갖는지 확인할 것이다.

H1. 이미지 기반 캡차의 유형에 따라 사용자 경험에 차이가 있을 것이다.

H2. 이미지 기반 캡차의 난이도에 따라 사용자 경험에 차이가 있을 것이다.

H3. 이미지 기반 캡차의 유형과 난이도가 사용자 경험에 상호작용 효과를 미칠 것이다.

H4. 이미지 기반 캡차에 대한 편의성, 보안성, 불쾌감, 인지성은 상관관계를 가질 것이다.

3-3. 실험 설계

사례조사를 통해 도출한 유형을 바탕으로 총 6가지 실험물을 제작 후, 예비 조사를 진행하여 난이도

및 유형을 정립하였다. 이후 32명을 대상으로 설문 및 심층 인터뷰를 진행하였으며, 참가자의 디지털 리터러시 수준에 따른 차이를 분석하여 사용성 및 경험의 차이를 추가적으로 검토하였다.

3-3-1. 실험 유형 도출

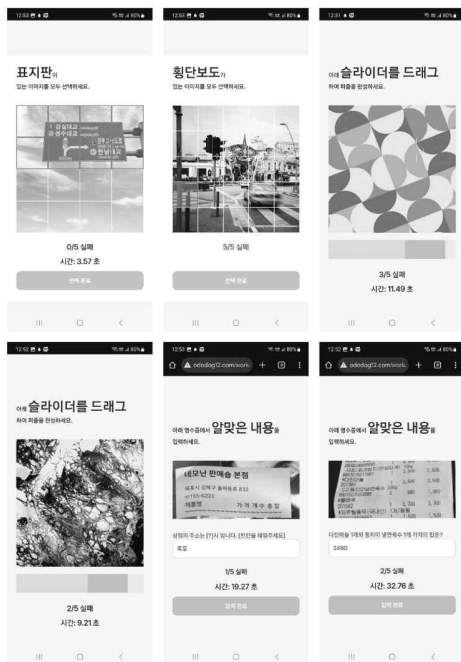
본 연구에서는 사례조사를 바탕으로 해당 유형들의 난이도 구분 기준과 실험의 대표성을 확보하기 위해 다음과 같은 과정을 거쳤다.

먼저 설정한 캡차 난이도는 실제 서비스에서 사용되는 캡차의 난이도를 기반으로 구성되었다. 난이도 구분을 위해 기존 캡차 시스템에서 샘플을 추출한 후, 이를 바탕으로 3차례의 사전 조사를 진행하여 적절한 난이도를 설정하였다. 사전 조사를 통해 기존 사용자의 캡차 해결 시간을 분석하여 난이도가 지나치게 높거나 낮은 항목을 제외하고 실험에 적합한 난이도를 최종 조정하여, 각 유형별로 난이도 '상'과 '하' 조건을 확립하였다. 이를 통해, 난이도가 지나치게 낮아 보안성이 떨어지거나, 너무 높아 실험이 진행되지 않는 문제를 방지하고 실제 서비스에서 경험할 수 있는 난이도를 적절히 반영하였다.

실험에서 사용된 캡차 유형은 대표성을 확보하기 위해 가장 많이 사용되는 이미지 기반 캡차 3가지를 선정하였고, 한국에서 많이 쓰이는 네이버 영수증 방식을 추가하여, 지역적 특성과 차이를 반영하여 실제 서비스 환경에서 사용되는 방식과 유사성을 유지하였다.

3-3-2. 실험물 제작

실험물은 다중 이미지 선택형, 슬라이드형, 영수증 입력형을 난이도별(하, 상)로 구분하여 총 6가지 유형으로 제작하였다. html, css, javascript를 기반으로 모바일 웹 버전으로 개발하였으며, 브라우저 로컬스토리지에 결과 값이 저장되도록 설정하였다. 모든 실험물은 동일한 기본 레이아웃을 적용하여 변수를 통제하였으며, 유형별 비교가 가능하도록 실패 횟수 및 완료 시간을 기록하였다. 실험물 제공 순서에 따른 결과의 편향을 방지하기 위해 실험물의 순서는 무작위로 배정되었으며, 모든 실험은 별도의 사용 설명 없이 참가자가 제시된 안내 문구를 기반으로 스스로 진행하였다.



[그림 2] 실험물

1) 다중 이미지 선택형

다중 이미지 선택형은 Google에서 개발한 방식으로, 현재 온라인에서 가장 널리 사용된다. 제시된 이미지를 4×4로 분할한 후, 특정 개체가 포함된 칸을 선택하는 방식이다. 이미지의 해상도와 복잡성에 따라 난이도가 달라지며, 실제 환경에서는 반복 출제되어 난이도가 높아질수록 사용자의 불쾌감과 피로도가 증가하는 경향이 있다.

2) 슬라이드형

슬라이드형은 퍼즐 조각을 빈 공간에 맞추는 방식으로, 코인 거래소 및 중국 기반 서비스에서 주로 사용된다. 난이도는 이미지 복잡도와 퍼즐 조각 크기에 따라 조절할 수 있다. 직관적인 인터페이스로 인해 조작이 쉬우며, 실패율이 낮아 빠르게 인증할 수 있는 장점이 있다. 또한, 사용자 행동 분석과 결합하여 보안성을 강화할 수 있다.

3) 영수증 입력형

영수증 입력형은 네이버에서 사용하는 방식으로, 영수증 이미지에서 특정 정보를 찾아 입력하거나 계산하는 인증 방식이다. 단순 이미지 인식이 아닌 정보 해석이 필요하므로 난이도가 높으며, 텍스트 입력이 필수적이기 때문에 인증 시간이 길어질 수 있

다. 특히, 계산이 포함될 경우 실패 확률이 증가할 가능성이 있다.

[표 3] 설문 문항

구분	설문 문항
편의성	이 유형은 사용하기 쉽다.
	이 유형은 정답을 입력하기 쉽다.
보안성	이 유형은 보안 기능을 제공하는 것 같다
	이 유형은 해킹으로의 위험으로부터 안전한 것 같다.
불쾌감	이 유형은 사용할 때 피곤함을 느낀다.
	이 유형은 사용할 때 스트레스를 유발한다.
인지성	이 유형은 사용 방법을 쉽게 이해할 수 있다.
	이 유형은 무엇을 입력해야 하는지 쉽게 알 수 있다.

4. 연구 결과

20~50대 남녀 34명을 대상으로 설문을 진행하였고, 이상 수치 2명을 제외한 32명을 대상으로 데이터 분석을 진행하였다. 참가자는 3가지 유형을 2가지 난이도로 총 6가지 실험물을 무작위 순서로 체험 후 설문에 답했고, 이후 심층 인터뷰에 응하였다. 인구 통계학적 특성은 아래와 같다.

[표 4] 실험 참가자들의 인구통계학적 특성

연령		20대		30대		40대		50대 이상	
남	여	2	3	4	6	7	8	2	1

4-1. 기술 통계

본 연구에서는 3가지 캡차 유형(다중 이미지 선택, 슬라이드, 영수증)과 2가지 난이도(하, 상)에 따른 사용자 경험을 분석하였다. 분석 결과, 편의성은 다중 이미지 선택 유형(난이도 하)에서 4.56으로 가장 높게 나타났으며, 보안성은 영수증 유형(난이도 상)에서 3.78로 가장 높은 값을 기록하였다. 불쾌감은 다중 이미지 선택 유형(난이도 상)에서 4.47로 가장 높게 나타났으며, 영수증 유형(난이도 상)도 3.91로 높은 값을 보였다. 반면, 다중 이미지 선택(난이도 하)과 슬라이드 유형(난이도 하)의 경우 불쾌감이 1.97로 낮게 측정되었다. 인지성은 다중 이미지 선택 유형(난이도 하)에서 4.23으로 가장 높았으며, 전체적으로 난이도 하의 캡차가 높은 점수를

기록하였다.

추가적으로 성공 시간과 실패 횟수를 분석한 결과, 다중 이미지 선택 유형(난이도 상)이 가장 긴 시간과 높은 실패 횟수를 기록하였으며, 영수증 유형(난이도 상)도 비교적 높은 소요 시간을 보였다. 또한, 다중 이미지 선택(난이도 상)에서 대다수의 참가자가 실패를 경험한 것으로 나타났다. 반면, 영수증 유형(난이도 상)의 평균 수행 시간은 28.29초였으며, 실패 횟수는 0.5회로 비교적 적었으나 시간이 오래 걸리는 경향을 보였다.

4-2. 신뢰도 검증

본 연구에서는 설문을 통해 수집된 데이터의 신뢰성을 검토하기 위해 Cronbach's α 계수를 활용하였으며, 각 변수(편의성, 보안성, 불쾌감, 인지성)의 문항들이 일관된 방향으로 응답되었는지를 평가하였다. 신뢰도 계수가 0.7 이상인 경우 신뢰할 수 있는 데이터로 판단하였다. 분석 결과 편의성 0.952, 보안성 0.907, 불쾌감 0.947, 인식성 0.927로 모든 항목의 Cronbach's α 계수가 기준치인 0.7을 상회하여 설문 항목들의 신뢰성이 확보되었음을 확인할 수 있었다.

4-3. 연구 문제 및 가설 검증

4-3-1. 캡차 유형과 난이도 간의 상호작용 효과

이원 분산 분석(Two-Way ANOVA) 결과, 캡차 유형과 난이도의 상호작용 효과가 편의성에서 유의하게 나타났다($F=26.282$, $p<0.001$). 주효과 분석에서는 난이도($F=90.599$, $p<0.001$)와 유형($F=3.987$, $p=0.020$) 모두 유의한 차이를 보였다. 모든 유형에서 난이도가 낮을수록 편의성이 높아지는 경향을 보여, 난이도가 사용자 편의성에 주요한 영향을 미친다는 것을 시사한다.

[표 5] 편의성에서 유형과 난이도의 상호작용 효과

종속 변인	독립 변인	제곱합	자유도	평균 제곱	F(p)
편의성	유형	9.375	2	4.688	3.987(.020*)
	난이도	106.505	1	106.505	90.599(<.001***)
	유형*난이도	61.792	2	30.896	26.282(<.001***)

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

보안성에서 캡차 유형과 난이도의 상호작용 효과는 유의하지 않았다($F=90.599$, $p=0.695$), 즉, 두 변인이 보안성에 미치는 영향에 차이가 없었다. 그러나 주효과 분석에서는 난이도($F=23.150$, $p<0.001$)와 유형($F=4.220$, $p=0.016$) 모두 유의한 차이를 보였다.

[표 6] 보안성에서 유형과 난이도의 상호작용 효과

종속 변인	독립 변인	제곱합	자유도	평균 제곱	F(p)
보안성	유형	10.969	2	5.484	4.220(.016*)
	난이도	30.083	1	30.083	23.150(<.001***)
	유형*난이도	0.948	2	0.474	0.365(.695)

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

불쾌감에서 캡차 유형과 난이도의 상호작용 효과가 유의하게 나타났다($F=7.639$, $p<0.001$), 즉, 두 변인에 따라 불쾌감의 차이가 달라졌다. 주효과 분석에서는 난이도($F=86.596$, $p<0.001$)와 유형($F=9.508$, $p<0.001$) 모두 유의한 차이를 보였다. 모든 캡차 유형에서 난이도가 높을수록 불쾌감이 증가하는 경향을 보여, 난이도가 사용자 불쾌감에 중요한 영향을 미친다는 것을 시사한다.

[표 7] 불쾌감에서 유형과 난이도의 상호작용 효과

종속 변인	독립 변인	제곱합	자유도	평균 제곱	F(p)
불쾌감	유형	27.125	2	13.563	9.508(<.001***)
	난이도	123.521	1	123.521	86.596(<.001***)
	유형*난이도	21.792	2	10.896	7.639(<.001***)

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

인지성에서 캡차 유형과 난이도의 상호작용 효과가 유의하게 나타났다($F=5.076$, $p=0.007$), 즉, 두 변인에 따라 인지성의 차이가 달라졌다. 주효과 분석에서는 난이도($F=36.915$, $p<0.001$)는 유의한 차이를 보였으나, 유형($F=1.162$, $p=0.315$)은 유의한

차이가 없었다. 모든 캡차 유형에서 난이도가 낮을 수록 인지성이 높게 나타나, 난이도가 사용자 인지성에 주요한 영향을 미친다는 것을 시사한다.

[표 8] 인지성에서 유형과 난이도의 상호작용 효과

종속변인	독립변인	제곱합	자유도	평균제곱	F(p)
인지성	유형	3.445	2	1.723	1.162(.315)
	난이도	54.720	1	54.720	36.915(<.001***)
	유형*난이도	15.049	2	7.525	5.076(.007**)

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

4-3-2. 난이도가 사용자 경험에 미치는 영향

이원 분산 분석 결과, 난이도는 모든 종속변수(편의성, 보안성, 불쾌감, 인지성)에 대해 통계적으로 유의한 주효과를 나타내었다. 이에 따라 난이도가 사용자 경험에 미치는 영향에 대한 구체적인 검토를 위해 독립표본 t-검정을 추가로 실시하였다.

[표 9] 난이도에 따른 편의성 차이 (N=32)

유형	구분	편의성		t(p)
		평균(M)	표준편차(SD)	
다중이미지 선택	하	4.562	0.759	18.985(<.001)***
	상	1.468	0.522	
슬라이드	하	3.843	1.346	2.212(.015)*
	상	3.125	1.250	
영수증	하	3.812	1.060	2.208(.015)*
	상	3.156	1.304	

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

세 가지 유형 모두 난이도에 따른 편의성의 차이가 통계적으로 유의하게 나타났다(다중 이미지 선택형: $t=18.985$, $p<0.001$; 슬라이드형: $t=2.212$, $p=0.015$; 영수증 입력형: $t=2.208$, $p=0.015$). 모든 유형에서 난이도 하가 난이도 상보다 높은 편의성을 나타내었으며, 이는 난이도가 편의성에 주요한 영향을 미친다는 것을 시사한다.

[표 10] 난이도에 따른 보안성 차이 (N=32)

유형	구분	보안성		t(p)
		평균(M)	표준편차(SD)	
다중이미지 선택	하	2.4219	0.889	-3.925(<.001)***
	상	3.3906	1.075	
슬라이드	하	2.6563	1.266	-2.530(.014)*
	상	3.4375	1.203	
영수증	하	3.1563	1.173	-2.114(.039)*
	상	3.7813	1.190	

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

세 가지 유형 모두 난이도에 따른 보안성의 차이가 통계적으로 유의하게 나타났다(다중 이미지 선택형: $t=-3.925$, $p<0.001$; 슬라이드형: $t=-2.530$, $p=0.014$; 영수증 입력형: $t=-2.114$, $p=0.039$). 모든 유형에서 난이도가 보안성에 주요한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

[표 11] 난이도에 따른 불쾌감 차이 (N=32)

유형	구분	불쾌감		t(p)
		평균(M)	표준편차(SD)	
다중이미지 선택	하	4.0313	1.250	9.734(<.001)***
	상	1.5313	0.739	
슬라이드	하	4.0313	1.039	3.078(.003)**
	상	3.1563	1.227	
영수증	하	3.5313	1.396	4.138(<.001)***
	상	2.0938	1.382	

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

세 가지 유형 모두 난이도에 따른 불쾌감의 차이가 통계적으로 유의하게 나타났다(다중 이미지 선택형: $t=9.734$, $p<0.001$; 슬라이드형: $t=3.078$, $p=0.003$; 영수증 입력형: $t=4.138$, $p<0.001$). 모든 유형에서 난이도 하보다 난이도 상에서 불쾌감이 높게 나타났으며, 이는 난이도가 불쾌감에 주요한 영향을 미친다는 것을 시사한다. 특히, 다중 이미지 선택형과 영수증 입력형에서 난이도에 따른 불쾌감의 차이가 크게 나타났다.

[표 12] 난이도에 따른 인지성 차이 (N=32)

유형	구분	인지성		t(p)
		평균(M)	표준편차(SD)	
다중이미지 선택	하	4.2344	1.023	6.468(<.001)***
	상	2.3750	1.263	
슬라이드	하	3.4688	1.250	2.095(.04)*
	상	2.8125	1.255	
영수증	하	3.8125	1.014	2.206(.031)*
	상	3.1250	1.442	

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

세 가지 유형 모두 난이도에 따른 인지성의 차이가 통계적으로 유의하게 나타났다(다중 이미지 선택형: $t=6.468$, $p<0.001$; 슬라이드형: $t=2.206$, $p=0.040$; 영수증 입력형: $t=2.206$, $p=0.031$). 모든 유형에서 난이도 하가 난이도 상보다 높은 인지성을 나타내었으며, 이는 난이도가 인지성에 주요한 영향을 미친다는 것을 시사한다.

4-3-3. 캡차에 대한 사용자 경험의 상관관계

캡차에 대한 편의성, 보안성, 불쾌감, 인지성의 상대적 영향력을 파악하기 위해 Pearson 상관분석을 실시한 결과, **편의성과 불쾌감($r=0.759$, $p<0.001$)*이 가장 높은 정(+)적 상관관계를 보였다. 또한, 편의성과 인지성($r=0.744$, $p<0.001$), 불쾌감과 인지성($r=0.701$, $p<0.001$) 역시 높은 정(+)적 상관관계를 나타냈다. 반면, **보안성과 불쾌감($r=-0.160$, $p=0.026$)*은 유일하게 부(-)적 상관관계를 보였다.

[표 13] 편의성에서 유형과 난이도의 상호작용 효과

독립변인	편의성	보안성	불쾌감	인지성
편의성	1			
보안성	-.101	1		
불쾌감	.759***	-.160**	1	
인지성	.744***	0.46	.701***	1

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

4-3-4. 심층 인터뷰 결과

참가자 32명을 대상으로 한 심층 인터뷰 결과,

디지털 리터러시 수준이 캡차 해결 속도와 난이도 인식에 영향을 미쳤다. 디지털 리터러시가 높은 참가자는 난이도 저항이 낮고 해결 시간이 짧았으며, 게임을 자주 하는 사용자층은 슬라이드 방식에 익숙해 빠르게 해결하는 경향을 보였다. 반면, 디지털 리터러시가 낮은 40대 이상 참가자는 완료 시간이 평균보다 15% 더 길었으며, 난이도가 높을수록 실패율도 증가했다.

캡차 유형별 난이도 차이에 대한 인식도 디지털 리터러시 수준에 따라 달랐다. 다중 이미지 선택형(난이도 상)은 전반적으로 불쾌감을 유발했으며, 디지털 리터러시가 낮은 참가자는 해결 시간이 길고 실패율이 높아 피로감을 더 호소했다. 영수증 입력형(난이도 상)의 경우도, 디지털 리터러시가 낮은 참가자들은 제시문을 이해하는 데 어려움을 겪어 시간이 더 걸렸다. 반면, 디지털 리터러시가 높은 참가자는 빠르게 해결하며 거부감이 낮았다.

캡차 사용 여부에 대한 의견도 디지털 리터러시 수준에 따라 달랐다. 디지털 리터러시가 높은 참가자는 보안보다 빠른 접근성을 중시해 캡차를 불편하게 인식했다. 반면, 디지털 리터러시가 낮은 참가자는 보안 필요성을 인정하면서도 난이도가 높으면 사용을 포기할 가능성이 크다고 응답했다. 일부 참가자는 "어려운 캡차는 짜증 나지만, 컴퓨터가 풀기 어렵다면 보안성이 높아 보인다"고 답했으며, 이는 디지털 리터러시가 낮은 참가자들에게서 더 많았다.

이러한 결과는 캡차 설계 시 사용자별 디지털 리터러시 수준을 고려한 난이도 조정이 필요하며, 특히 디지털 리터러시가 낮은 사용자가 문제를 직관적으로 이해할 수 있도록 설계하는 것이 중요함을 시사한다. 문제 제시 방식을 명확하게 하고 시각적 피드백을 강화하면 캡차 사용성을 높일 수 있으며, 사용자 특성에 따라 캡차 유형과 난이도를 차별적으로 적용하는 전략이 필요하다.

4-4. 연구 결과

첫째, 캡차 유형과 난이도에 따른 사용자 경험 차이를 분석한 결과, 난이도가 낮을수록 모든 캡차 유형에서 편의성이 높게 나타났다. 특히 다중 이미지 선택형(난이도 하)의 편의성이 가장 높았으며, 난이도가 낮을수록 문제 해결이 쉬운 것으로 확인되었다. 반면, 다중 이미지 선택형(난이도 상)은 평균 수행 시간이 39.6초로 가장 길었고, 실패 횟수가 많아 편의성이 낮았다.

보안성 측면에서는 난이도가 높은 캡차일수록 보안성이 높게 평가되었으며, 영수증 입력형(난이도 상)에서 보안성이 가장 높았다. 하지만, 수행 시간이 길어지는 경향이 있어, 복잡한 문제 해결 과정이 보안성 향상에 기여할 수 있음을 시사한다.

둘째, 난이도 상에서는 불쾌감이 높게 나타났으며, 다중 이미지 선택형(난이도 상)과 영수증 입력형(난이도 상)의 불쾌감 수치가 가장 높았다. 이는 실패 횟수와 불쾌감이 정(+)의 상관관계를 가지며, 실패 횟수가 많을수록 사용자 만족도가 감소함을 의미한다. 반면, 난이도 하에서는 인지성이 높았으며, 난이도가 낮을수록 사용자가 문제를 쉽게 이해하고 해결할 가능성이 높아졌다.

셋째, 사용자 경험 요소 간의 상관관계를 분석한 결과, 편의성과 불쾌감, 인지성과 불쾌감 간에는 부(-)의 상관관계가 나타났다. 즉, 편의성이 높을수록 불쾌감이 줄어들고, 문제가 명확해수록 불쾌감이 감소하는 경향이 확인되었다. 이는 직관적인 캡차 설계가 사용자 만족도를 높일 수 있음을 시사한다. 반면, 보안성과 불쾌감은 정(+)의 상관관계를 보여, 보안성이 높을수록 인지적 부담과 불편함을 더 크게 경험하는 것으로 나타났다. 이는 보안성과 사용성의 균형을 유지하는 것이 중요하며, 보안성을 높이는 경우에도 불필요한 인지적 부담을 최소화할 필요가 있음을 의미한다.

마지막으로, 성공 시간과 실패 횟수를 분석한 결과, 지나치게 복잡한 캡차는 사용자 만족도와 편의성을 저하시킬 수 있음이 확인되었다. 특히 다중 이미지 선택형(난이도 상)에서 실패 횟수가 많았으며, 참가자의 56%가 최대 실패 횟수(5회)를 기록했다. 이는 낮은 편의성과 높은 불쾌감의 원인이 되었으며, 과도한 실패를 유발하는 캡차 설계는 사용자 경험을 저해할 수 있음을 의미한다.

4-5. 캡차의 사용자 경험 디자인 가이드라인 제안

연구 결과를 종합적으로 분석하여, 이후 캡차 설계 및 디자인 시 편의성, 보안성, 불쾌감, 인지성 측면에서 다음과 같은 가이드를 제안한다.

[표 14] 캡차 사용자 경험 디자인 가이드라인 제안

유형	제안	예상 결과
편의성	사용 빈도가 높을수록 실패율을 낮추는 학습 가능한 난이도로 설계한다.	단축된 실행 시간
보안성	두개 이상의 요소를 결합하여 설계한다. 그래픽 캡차 요소의 다양성을 제공한다.	인지된 보안성 강화
불쾌감	난이도를 적절히 조정하여 인지적 부담을 완화한다. 수행 시간 단축이 필요하다. 난이도에 대한 부담을 느끼지 않도록 복잡한 설정을 배제한다. 캡차 성공시, 긍정적 메시지나 그래픽 요소를 전달한다.	특정 사용자군의 높은 실패율 감소 사용자의 효용성 향상
인지성	문제 지시문을 명확하게 작성 실패 시 추가적인 힌트를 제공한다. 중요한 정보에 컬러 코딩을 제공 사용가이드(애니메이션, 이미지, 텍스트 등)를 제공한다. 명확한 UX writing을 제공한다.	캡차 유형에 대한 명확한 이해

5. 결론 및 시사점

본 연구는 기존 연구에서 미비했던 캡차의 사용자 경험 측면을 보완하기 위해, 다양한 유형의 캡차를 실제로 개발하고 테스트하여 각 요소가 사용자 경험에 미치는 영향을 검증하였다. 또한, 인구통계학적 특성과 디지털 리터러시 경험을 분석함으로써, 캡차의 사용자 경험 설계 및 디자인 방향에 대한 제언의 토대를 마련하고자 하였다. 연구 결과를 종합하면, 캡차 설계와 관련하여 다음과 같은 시사점을 제안할 수 있다.

첫째, 캡차의 유형과 난이도에 따라 사용자 경험에 유의미한 차이가 있었다. 캡차 해결에 소요되는 시간은 슬라이드형 >이미지 선택형 >영수증 입력형 순으로 짧아지는 경향을 보였다. 이를 바탕으로 각 유형별 난이도를 적절히 조정하면 사용자 경험을 개선할 수 있다.

둘째, 수행 시간이 길어지고 실패 횟수가 증가할수록 사용자의 불쾌감이 높아지는 경향을 보였다. 그러나 인지된 보안성 측면에서는 난이도가 일정 수준 이상일 때 더 높은 신뢰도를 나타냈다. 따라서, 난이도를 조정할 때 실패 횟수를 3회 이하로 유지하면 불쾌감과 신뢰도를 모두 충족할 수 있을 것으로

보인다. 예를 들어, 실패 시 단계적으로 난이도를 조절하거나, 반복 시 문제를 단순화하는 방식이 이를 보완하는 데 효과적일 수 있다.

셋째, 사용자 경험 디자인 측면에서 캡차 유형에 따라 설정의 자유도를 높이는 것이 효과적일 수 있다. 사용자의 기존 디지털 리터러시 경험에 따라 난이도 체감이 크게 달라지므로, 캡차 설정에서 개인화된 최적화가 필요하다.

본 연구는 기존 연구에서 부족했던 사용자 중심의 캡차 개발과 실험을 직접 수행했다는 점에서 의의가 있다. 그러나 다음과 같은 한계를 지닌다. 첫째, 캡차의 난이도 차이를 보다 명확하게 구분하여 UX 디자인에 미치는 영향을 심층적으로 분석하는 것이 부족했다. 둘째, 본 연구의 실험 참여자는 32 명으로, 향후 더 많은 참여자를 대상으로 연구를 진행한다면 신뢰도를 더욱 강화할 수 있을 것이다.

향후 연구에서는 생성형 AI 등 새로운 기술이 도입됨에 따라 변화하는 캡차 유형을 고려한 사용자 경험 디자인 연구가 이어질 것으로 기대한다.

참고문헌

1. Morteza Moradi, Mohammad Moradi, Simone Palazzo, Francesco Rundo, and Concetto Spampinato, 'Image CAPTCHAs: When deep learning breaks the mold', IEEE Access, 2024
2. A. M. Algwil, 'A survey on CAPTCHA: Origin, applications and classification', Journal of Basic Sciences, 2023
3. 권현정, 정홍주, 한경석, '이용자 인증에 대한 다중인증 적용 필요성 연구', 한국IT정책경영학회, 2020
4. 임대환, '다중 생체인식 알고리즘을 적용한 개인 인증 시스템', 한국정보기술학회논문지, 2016
5. LL Berry, K Seiders, D Grewal, 'Understanding service convenience', Journal of Marketing, 2002
6. A. Searles, Y. Nakatsuka, E. Ozturk, A. Paverd, G. Tsudik, and A. Enkoji, 'An empirical study & evaluation of modern CAPTCHAs', arXiv preprint, 2023
7. C. Katsini, M. Belk, C. Fidas, N. Avouris, G. Samaras, 'Security and usability in knowledge-based user authentication: A review', Proceedings of the 20th Pan-Hellenic Conference on Informatics, 2016
8. Bryan D. Payne and W. Keith Edwards, 'A Brief Introduction to Usable Security', IEEE Computer Society, May/June 2008
9. Soumyadeb Chowdhury, Ron Poet, Lewis Mackenzie, 'A Comprehensive Study of the Usability of Multiple Graphical Passwords', Human-Computer Interaction-INTERACT 14th IFIP TC 13, 2013
10. Emre Mulazimoglu, Murat P. Cakir, Cengiz Acarturk, 'The Role of Visual Features in Text-Based CAPTCHAs: An fNIRS Study for Usable Security', Computational Intelligence and Neuroscience, 2021
11. www.newsworker.co.kr
12. www.ibm.com