

ワンモア CAPTCHA の提案 A Proposal of One-More-Time CAPTCHA

可児 潤也*
Junya Kani

上松 晴信†
Harunobu Agematsu

西垣 正勝‡
Masakatsu Nishigaki

あらまし 違和感を判別する能力およびユーモアを解する能力という2つの人間の高度な認知処理に着目した4コマ漫画 CAPTCHA が提案されている。4コマ漫画を読むことはエンターテインメント性を含んでいるため、正規ユーザが楽しんで CAPTCHA を解くことができるというメリットがある。著者らは、その発展として、新たに「クイズ」を持つエンターテインメント性に着目した。人間は難しいなぞなぞやクイズを解く際に、「もう少し考えさせてほしい」、「次の問題こそ当てたい」という感覚を覚える。クイズに起因するこのような人間の欲求を CAPTCHA に導入することによって、単に楽しいものを利用しただけの CAPTCHA から、ユーザが自ら「もう一度やりたい」気持ちになる CAPTCHA (以下、ワンモア CAPTCHA) に進化させることが可能となる。本研究では、人間の「違和感を判別する能力」を用いてクイズ形式のワンモア CAPTCHA を構築する。具体的には、動画中のシーンの一部を入れ替えてユーザに表示する。人間であれば、シーンが入れ替わったことによって生じる違和感から、そのシーンを特定できると期待される。もし入れ替わったシーンが分からなかったとしても、ユーザが自ら「もう一度やりたい」気持ちになると考えられる。一方、マルウェアにとっては、シーンの入れ替えによるストーリーの違和感を理解することができない限り、CAPTCHA に正答することは困難である。本稿では、動画のシーン入れ替え、および、シーン抜き取りによるワンモア CAPTCHA を実装し、実証実験を通じて提案方式の有効性を検証する。

キーワード CAPTCHA, エンターテインメントセキュリティ, 違和感, クイズ

1 はじめに

WEBサービスの発展にともなって、人間と機械を識別するチューリングテストの有用性が益々高まっている。無料WEBメールやブログなどのインターネットにおけるWEBサービス提供サイトに対し、自動プログラム(マルウェア)を使って、大量にアカウントを不正取得したり、スパム記事を不正投稿するような、いわゆる「DoS : Denial of Service (サービス拒否)」攻撃が定常的に頻発しているためである。チューリングテストは、このようなマルウェア(悪意のある自動プログラム)と正規のユーザ(人間)を識別するために必須の技術であり、現在、CMUの研究者によって開発されたCAPTCHA [1]と呼ばれる方式が広く利用されている。

CAPTCHAの基本形態は、歪曲やノイズが付加された文字列画像をWEBページに提示し、訪問者がその文字を判読できるか否かを試すものである。この方

式のCAPTCHAの例を図1に示す。また、画像に限らず、音声などを利用したCAPTCHAも利用されている。

しかし、近年、既存のCAPTCHAにおける脆弱性が多くの研究者によって指摘されている[2]。例えば、文字列の判読能力を試すCAPTCHAにおいては、すでに高機能なOCR(自動文字読取)機能を備えるマルウェアが出回るようになってきている[3]。文字列に加える変形やノイズを大きくすることによってマルウェアを排除する確率を向上させることはできるが、そのような文字は人間にとっても難読度が高まるため、人間の正答率まで低下させてしまう。また、難読度が高い文字に対しては、逆に、マルウェアのほうが人間よりも判読に優れるという報告もされている[4]。この問題に対し、人間の「より高度な認知処理能力」を利用してCAPTCHAを強化する方法が検討されてきた[5]。その代表的なものとしてAsirra [6,7]がある。Asirraでは、複数の動物の絵を表示し、その中から特定の動物の絵を選ばせる。例えば「猫を選べ」という質問に対し、猫の絵を正しく選択することができれば人間であるとして判定する。「絵の意味を理解する」ことは人間の高度な認知メカニズムの一つであり、マ

* 静岡大学情報学部, 〒432-8011 浜松市中区城北 3-5-1

† 静岡大学大学院情報学研究科, 〒432-8011 浜松市中区城北 3-5-1

‡ 静岡大学創造科学技術大学院, 〒432-8011 浜松市中区城北 3-5-1

ルウェアによる不正解答は不可能であると考えられていた。しかし、最近になって、Asirra を破る自動プログラムに関する研究報告がなされ、研究者の間に衝撃が走った[8]。マルウェアの能力の向上は留まることを知らない。マルウェアがいかに高度になろうとも、マルウェアによる不正解答が根本的に不可能である安全性の高い「究極的な CAPTCHA」がいよいよ必要とされる時代になってきた。

ここで、CAPTCHA を強化するにあたって、安全性と利便性がトレードオフになっていることに留意しなければならない。高いマルウェア耐性を有する CAPTCHA であっても人間にとって判読しづらい CAPTCHA であっては使い物にならない。また、正規ユーザ（人間）にとっては、自分が人間であることをわざわざ証明しなければならないという意味では、CAPTCHA 自体が本来必要ではない作業である。このため、人間に煩わしさを感じさせない CAPTCHA が求められる。

この問題に対し、人間の「違和感を判別する能力」および「ユーモアを解する能力」に着目した「4 コマ漫画 CAPTCHA[9]」が提案されている。4 コマ漫画 CAPTCHA では、4 コマ漫画の各コマをランダムに並べ替えて表示し、正しい順序を答えることができた者を人間として判定する。4 コマ漫画のそれぞれのコマがランダムに並べ替えられていた場合、人間であれば、各コマの順序の間違いを違和感として感じ、各コマの絵や台詞の意味を統合して、それらをどう並べたら面白いストーリーになるのか理解することが可能である。一方、マルウェアにとっては、今後コンピュータの画像処理技術、言語処理技術が向上し、各コマの絵や台詞の意味を理解することができたとしても、「何がどうして面白いのか」というユーモアを理解することができない限り、4 つのコマを正しい並べ替えることは不可能である。また、4 コマ漫画を読むことはエンターテインメント性を含んでいるため、4 コマ漫画 CAPTCHA には正規ユーザが楽しんで CAPTCHA を解くことができるというメリットがある。

著者らは、4 コマ漫画 CAPTCHA のコンセプトとなっている「CAPTCHA におけるエンターテインメント性の活用効果」について更に深く検討を進める中で、「クイズ」が持つエンターテインメント性に新たに着目した。人間は難しいなぞなぞやクイズを解く際に、「もう少し考えさせてほしい」、「次の問題こそ当てたい」という感覚を覚える。クイズに起因するこのような人間の欲求を CAPTCHA に導入することによって、単に楽しいものを利用しただけの CAPTCHA から、ユーザが自ら「もう一度やりたい」気持ちになる CAPTCHA に進化させることが可能となる。

本研究では、CAPTCHA の安全性の向上には人間の「より高度な認知処理能力」の利用が重要であることを鑑み、人間の「違和感を判別する能力」を用いてクイズ形式のワンモア CAPTCHA を構築していく。

具体的には、動画中のシーンの一部を入れ替えてユーザに表示し、入れ替えたシーンを解答できれば人間であると判定する。人間であれば、シーンが入れ替わったことによって生じる違和感によって、その場所を特定することができる。また、もし入れ

替わったシーンが分からなかったとしても、ユーザが自ら「もう少し考えさせてほしい」、「次こそは当てるので別の問題を出してほしい」という申し出を行うものと考えられる。一方、マルウェアにとっては、画像処理技術等が向上したとしても、シーンの入れ替えによるストーリーの違和感を理解することができない限り、CAPTCHA に正答することは困難である。本稿では、動画のシーン入れ替え、およびシーン抜き取りによるワンモア CAPTCHA を実装し、実証実験を通じて提案方式の有効性を検証する。

以下、2 章で高度な認知処理を利用した CAPTCHA の既存研究を紹介し、その問題を挙げる。3 章で提案方式の詳細を述べ、基礎実験によって提案方式の実現可能性を検討した結果を 4 章に示す。5 章で総合的な考察をして、6 章で本稿をまとめる。



図 1. Google で使用されている CAPTCHA

2 関連研究

文字列の判読能力を試す従来の CAPTCHA においては、すでに高機能な OCR (自動文字読取) 機能を備えるマルウェアが出回るようになってきている[3]。この問題に対し、安全性の向上のために人間のより高度な認知処理を利用して CAPTCHA を強化する方法が検討されてきた[5]。その代表的なものとして Assira がある[6,7]。

Assira では、複数の動物の絵（多種多様な背景、角度、ポーズ、照明の違いがある猫や犬の画像）を表示し、その中から特定の動物の絵を選ばせる（図 2）。例えば「猫を選べ」という質問に対し、猫の絵を正しく選択することができれば人間であるとして判定する。「絵の意味を理解することは人間の高度な認知メカニズムの一つであり、マルウェアによる不正解答は不可能であると考えられていた。

しかしながら、最近になって、Asirra を破る自動プログラムに関する研究報告がなされた。この自動プログラムは、「猫の画像によく見受けられる特徴的な情報」や「犬の画像によく見受けられる特徴的な情報」を抽出し、それを機械学習していくことで、猫の画像を高い精度で言い当てることを達成している。Asirra が破られた原因として、Assira が、画像の表面的な意味（画像中の猫の位置、数など）を問う形式であったためと考えられる。よって、画像の表面的な意味だけでなく、内面的な意味にも着目したより高度な CAPTCHA の実現が必要であると考えられる。

内面的な意味を認識する能力に着目した研究として、著者らのグループは今までに「違和感を判別する能力」および「ユーモアを解する能力」という 2 つの人間の高度な認知処理に着目した SS-CAPTCHA (CAPTCHA using Strangeness in Sentences)[10] および 4 コマ漫画 CAPTCHA[9]を提案している。

SS-CAPTCHA では、Web ページ訪問者に、人間が作成した自然な文章と機械翻訳により生成された文章とを複数提示し、自然な文章を選択することができた訪問者を人間と判定する。機械翻訳技術は目覚ましい進歩を遂げてきたが、他言語の文章を機械翻訳にかけた日本語は、日本人にとっては依然として違和感を覚えるものがあり、自然な文章を自動的に作り出すことは非常に難しい技術の内の一つであると言える。これは、機械にとって自然言語を完全に解釈することが非常に困難であるという証拠に他ならない。すなわち、現在の技術レベルを仮定した場合、機械が自然な文章と機械翻訳により生成された文章との些細な違いを見つけることは不可能に近いといえる。一方、人間であれば、通常、違和感のある不自然な母国語文章を簡単に見つけることができる。

4 コマ漫画 CAPTCHA は、4 コマ漫画の各コマをランダムに並べ替えて表示し、正しい順序を答えることができた者を人間として判定する。4 コマ漫画のそれぞれのコマがランダムに並べ替えられていたとしても、人間であれば、各コマの絵や台詞の意味を統合して、それらをどう並べたら面白いストーリーになるのか理解することが可能である。一方、マルウェアにとっては、今後コンピュータの画像処理技術、言語処理技術が向上し、各コマの絵や台詞の意味を理解することができたとしても、「何がどうして面白いのか」というユーモアを理解することができない限り、4 つのコマを正しい並べ替えることは不可能である。また、4 コマ漫画を読むことはエンターテインメント性を含んでいるため、4 コマ漫画 CAPTCHA には正規ユーザが楽しんで CAPTCHA を解くことができるというメリットがある。

Please select all the cat photos:

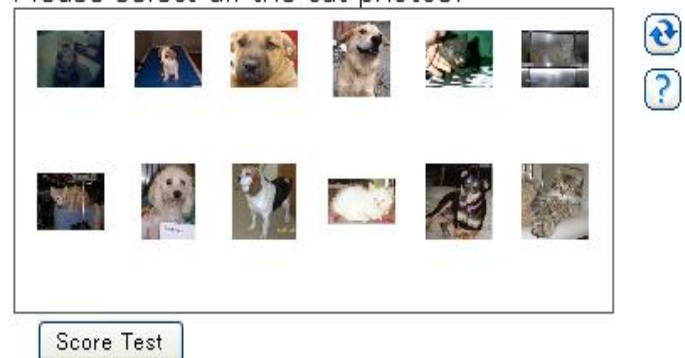


図 2. Asirra の認証画面の例

3 ワンモア CAPTCHA

3.1 クイズ性の利用

CAPTCHA の強化にあたっては、安全性と利便性の両者の観点からの検討が必須である。CAPTCHA の安全性の向上には、人間の「より高度な認知処理能力」の利用が重要であり、「違和感を判別する能力」を利用した SS-CAPTCHA、「ユーモアを解する能力」を利用した 4 コマ漫画 CAPTCHA は効果的な方法であるといえよう。

一方、CAPTCHA の利便性の向上については、4 コマ漫画 CAPTCHA が有するエンターテインメント性が解決の一助となると期待できる。著者らは、CAPTCHA におけるエンターテインメント性の活用効果について更に深く検討を進める中で、「クイズ」が持つエンターテインメント性に着目した。人間は難しいなぞなぞやクイズを解く際に、「もう少し考えさせてほしい」、「次の問題こそ当てたい」という感覚を覚える。クイズに起因するこのような人間の欲求を CAPTCHA に導入することによって、単に楽しいものを利用しただけの CAPTCHA から、ユーザが自ら「もう一度やりたい」気持ちになる CAPTCHA に進化させることが可能となる。

以上より、本稿では「違和感を判別する能力」、「ユーモアを解する能力」、「クイズ性」を融合した新たな CAPTCHA (以下、「ワンモア CAPTCHA」と呼ぶ)を構築することを提案する。具体的には、動画の一部に対して入れ替えや抜き取りの加工を施した動画をユーザに表示する。

人間であれば、動画を視聴することによって動画の正しいストーリーを理解できるため、入れ替えや抜き取りなどの操作が加えられたシーンを見た際に、それを違和感として感じ、そのシーンを特定することができると期待できる。また、もし

加工されたシーンが分からなかったとしても、ユーザが自ら「もう少し考えさせてほしい」、「次こそは当てるので別の問題を出して欲しい」という申し出を行うものと考えられる。一方、マルウェアにとっては、画像処理技術等が向上したとしても、シーンの加工によって生じるストーリーの違和感を理解することができない限り、CAPTCHA に正答することは困難である。

3.2 動画における違和感

本稿では、「違和感を利用したクイズ」を作成するための方法の具体例として、動画中のシーンの一部の入れ替えまたは抜き取りを採り上げる。

1) 入れ替え

動画中のシーンの一部を入れ替えてユーザに表示し、入れ替えたシーンを解答できれば人間であると判定する。

シーンが入れ替わったことによってストーリーの辻褃が合わなくなり、人間にはそれが違和感として感じられることになる。よって、人間であればそのシーンを特定することができると期待される。

一方、マルウェアにとっては、画像処理技術等が向上したとしても、シーンの入れ替えによるストーリーの違和感を理解することができない限り、CAPTCHA に正答することは困難である。

2) 抜き取り

動画中のシーンの一部を抜き取ってユーザに表示し、抜き取られたシーンを解答できれば人間であると判定する。

シーンが抜き取られたことによってストーリーが飛躍し、人間にはそれが違和感として感じられることになる。よって、人間であればそのシーンを特定することができると期待される。

一方、マルウェアにとっては、画像処理技術等が向上したとしても、シーンの抜き取りによるストーリーの違和感を理解することができない限り、CAPTCHA に正答することは困難である。シーンの一部が抜き取られた動画だけをユーザに表示する方法と、抜き取られたシーンを提示した上でユーザに動画を見せる方法の両パターンが考えられる。

3.3 エンターテイメント性

4 コマ漫画 CAPTCHA には、4 コマ漫画の持つ面白さ（エンターテイメント性）によって、正規ユーザが楽しんで CAPTCHA を解くことができるというメリットがある。そこで、本稿で提案するワンモア CAPTCHA においても、「見て面白い動画」を題材としたクイズを生成することとする。具体的には、「トムとジェリー」のアニメーションを利用して、シーンの入れ替え、抜き取り

を行っていく。

更に、ワンモア CAPTCHA は「クイズ」が持つエンターテイメント性も活用している。人間は難しいなぞなぞやクイズを解く際に、「もう少し考えさせてほしい」、「絶対に当ててやるぞ」という感覚を覚える。また、もし解答に失敗した際には、「もう一回解答したい」、「次の問題こそ当てたいので、もう一問挑戦したい」という気持ちになると期待できる。

既存の CAPTCHA では、ユーザに対して CAPTCHA に答えなければいけないという負担を強いることになる。また、解答の失敗は CAPTCHA テストの再実行を意味するため、利便性の低下に直結していた。しかしワンモア CAPTCHA では、解答に失敗したとしてもユーザが自ら「もう一問挑戦したい」という申し出を行うものと期待されるため、ユーザが実際に感じる利便性はそれほど劣化しないのではないかと期待される。

3.4 認証手順

ワンモア CAPTCHA の認証手順は以下のとおりである。また、図 3 に認証画面の概念図を示す。

Step1. 動画データベースから無作為に動画を一つ選択する。

Step2. 選択された動画のシーンの一部に対して、入れ替えまたは抜き取りの加工を施す。

Step2.1. シーンの入れ替えを行うか、抜き取りを行うかをランダムに選択する。

Step2.2. 動画をシーンごとに分割する。

Step2.3. 動画の加工を行う。

(i) 入れ替えを行う場合：

分割されたシーンの中からランダムに、2つのシーン（シーン A、シーン B）を選択し、両者を入れ替える。すなわち、シーン A が再生される所でシーン B が再生され、シーン B が再生される所でシーン A が再生される。

(ii) 抜き取りを行う場合：

分割されたシーンの中からランダムに 1つのシーンを抜き取る。すなわち、抜き取ったシーンは再生されず、そのシーンを飛ばして動画が再生される。抜き取ったシーンはヒントとして利用可能とする。

Step3. ユーザに操作を加えた動画を再生する。

Step4. ユーザは動画を視聴する中で違和感を覚えた瞬間に画面をクリックする。

Step5. 加工されたシーンが再生された時点でのクリックであれば「人間」、そうでなければ「マルウェア」と判定する。



図 3. 認証の概念図 (出典:「テニスなんて楽だね」, トムとジェリー VOL.7[DVD],ワーナーエンターテインメントジャパン)

4 検証実験

提案方式の実現可能性を確かめるために、基礎実験を行い評価する。

4.1 目的

動画中のシーンの一部の入れ替え, または, 抜き取りを行った動画に対して, ユーザ (人間) は本当に違和感を覚え, 加工されたシーンを言い当てるのが可能かどうかを実験を通じて確認する。また, 実験後に被験者に対してアンケート調査を行い, 提案方式のエンターテインメント性について調査する。

4.2 実験方法

本実験の被験者は情報科学系の大学生 10 名 (A~J) である。被験者には, 入れ替えおよび抜き取りの加工が施された動画を見てもらい, 違和感を覚えた部分で動画を一時停止してもらおう。

動画については, シーンの入替えや抜き取りによって「音飛び」が生じると, それを糸口として加工されたシーンが判別されてしまうため, その心配がないよう, 音声無しで再生することとした。今回利用した動画は,

- ・無音声であってストーリーが分かりやすい。
- ・見て楽しい。

という条件を満たすものとして「トムとジェリー」を採用した。

30 秒程度の動画を 4 本用意し, その中の 2 本についてはシーンの入替えを, 残りの 2 本についてはシーンの抜き取りを行うことで CAPTCHA テストに用いる動画を作成した。ここで, 加工されたシーンの長さは入れ替えで 5 秒程度 (2 シーン合計の秒数), 抜き取りで 1~2 秒程度である。入れ替えの場合は, 被験者が入れ替えられたシーンの最中動画を一時停止することができれば正解とし, 抜き取りの場合は, 抜き

取られたシーンの前後 (誤差 1 秒程度) で一時停止することができれば正解とした。

動画を見る回数には制限を設けず, 被験者には何度でも動画を繰り返して再生することを許した。ただし, 解答できる回数には制限を設け, 3 回までとした。また, 抜き取りの場合は, 被験者は抜き取ったシーンの中の 1 フレームの画像をヒントとして見ることが許される。ただし, ヒントを見ると問題が簡単になってしまい, 提案方式におけるクイズ性 (クイズを解く楽しさ) が減少すると考えられるため, ヒントの画像を見せるのは被験者が希望したときのみとした。なお, マルウェアがヒントの画像を見たとしても, ストーリーが理解できなければ不正解答が容易になるようなことはないのではないかと考えている。

比較実験として, 文字列判読型の CAPTCHA についてもテストに加えた。本来ならば順序効果を考慮して実験順序を設定すべきであるが, 今回は基礎実験ということで, 全被験者に「文字判読型 CAPTCHA を 2 問, 動画入れ替え型の CAPTCHA を 2 問, 動画抜き取り型の CAPTCHA を 2 問」の順序で解いてもらった。ここで, 問題は被験者全員同じものを利用した。

すべての CAPTCHA テストを終えた後に, 3 つの方式を比較する形でアンケートに回答してもらった。アンケートの質問項目を以下に示す。各質問について 1~5 点の点数付けで回答してもらった。例えば「解いていて楽しかったか」という質問に対しては, 楽しかったら 5 点, 楽しくなかったら 1 点となる。

- ・解いていて楽しかったか (楽しい 5 点)
- ・面倒だったか (面倒だったら 5 点)
- ・簡単に解けたか (簡単だったら 5 点)
- ・解けたとき嬉しかったか (嬉しかったら 5 点)
- ・もう一度やりたくなかったか (やりたくなったら 5 点)
- ・総合点 (最高点が 5 点)

4.3 実験結果

ワンモア CAPTCHA (入れ替え CAPTCHA, 抜き取り CAPTCHA) の正答率をまとめた実験結果を表 1 に示す。また文字列 CAPTCHA, 入れ替え CAPTCHA, 抜き取り CAPTCHA に関するアンケートの回答の点数を表 2~4 に示す。

表1. 正答率

| CAPTCHA | 正答率 |
|--------------------|------|
| 入れ替え CAPTCHA(1 問目) | 90% |
| 入れ替え CAPTCHA(2 問目) | 100% |
| 抜き取り CAPTCHA(1 問目) | 100% |
| 抜き取り CAPTCHA(2 問目) | 100% |

表2. 文字列 CAPTCHA アンケート結果

| 文字列 CAPTCHA | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | 平均点 |
|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| 解いていて楽しかったか(楽しい 5 点) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 | 3 | 3 | 1.9 |
| 面倒だったか(面倒 5 点) | 5 | 5 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3.3 |
| 簡単だったか(簡単 5 点) | 3 | 2 | 1 | 5 | 5 | 4 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3.1 |
| 解けた時嬉しかったか(嬉しい 5 点) | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1.8 |
| もう一度やりたくなかったか(やりたい 5 点) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1.2 |
| 総合点 | 1 | 1 | 2 | 5 | 1 | 4 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2.2 |

表3. 入れ替え CAPTCHA アンケート結果

| 入れ替え CAPTCHA | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | 平均点 |
|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| 解いていて楽しかったか(楽しい 5 点) | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4.3 |
| 面倒だったか(面倒 5 点) | 4 | 5 | 1 | 5 | 2 | 5 | 3 | 1 | 3 | 4 | 3.3 |
| 簡単だったか(簡単 5 点) | 2 | 5 | 4 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3.1 |
| 解けた時嬉しかったか(嬉しい 5 点) | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4.4 |
| もう一度やりたくなかったか(やりたい 5 点) | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 2 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4.3 |
| 総合点 | 3 | 4 | 4 | 2 | 5 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3.6 |

表4. 抜き取り CAPTCHA アンケート結果

| 抜き取り CAPTCHA | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | 平均点 |
|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| 解いていて楽しかったか(楽しい 5 点) | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.4 |
| 面倒だったか(面倒 5 点) | 4 | 5 | 1 | 5 | 5 | 5 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3.5 |
| 簡単だったか(簡単 5 点) | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 3 | 2 |
| 解けた時嬉しかったか(嬉しい 5 点) | 5 | 4 | 4 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4.5 |
| もう一度やりたくなかったか(やりたい 5 点) | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 2 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.4 |
| 総合点 | 3 | 5 | 4 | 1 | 5 | 2 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3.8 |

アンケート結果を見ると、「解いていて楽しかったか」、「解けたとき嬉しかったか」、「もう一度やりたくなかったか」の項目に関しては、ワンモア CAPTCHA は平均 4 点以上 (表 3, 4)、文字判読 CAPTCHA は平均 2 点以下である (表 2)。「面倒だったか」については、ワンモア CAPTCHA も文字列判読 CAPTCHA も 3 点程度である (表 2, 3, 4)。よって、本研究の思惑通り、ワンモア CAPTCHA は利便性そのものを軽減するものではなく、「テス

トを受けることは面倒ではあるが、楽しいので許容できる」方式になっていることが確認できる。「簡単だったか」のアンケート項目からは、入れ替え CAPTCHA、文字判読 CAPTCHA、抜き取り CAPTCHA の順で難しいという結果が得られた。今回の被験者の多くが、抜き取り CAPTCHA のヒント画像を使わずにいた。ヒント画像を提示してやるようにすれば、抜き取り CAPTCHA の難易度も軽減されると考える。また、正答率を見ると、入れ替

え CAPTCHA (約 90%) も、抜き取り CAPTCHA (100%) も被験者がテストに答えられないという状況にはなっていない (表 1)。以上より、ワンモア CAPTCHA は、人間にとって適度な難度となっていると考えてよいだろう。

5 考察

5.1 安全性について

入れ替え CAPTCHA の場合は、入れ替えられたシーンの最中で動画が一時停止されれば正解となる。30 秒程度の動画の中で入れ替えられたシーンの長さは 5 秒程度であるため、マルウェアからランダムなタイミングで動画を一時停止させた場合も 6 分の 1 程度で正解と判定される。抜き取り CAPTCHA の場合は、抜き取られたシーンの前後 1 秒間の時点で動画が一時停止されれば正解となる。28~29 秒程度の動画 (30 秒程度の動画の中からシーンが 1~2 秒間抜き取られている) の中で、正解となる時間区間は 2 秒間であるため、マルウェアがランダムなタイミングで動画を一時停止させた場合も 14 分の 1 程度で正解と判定される。しかも、今回は 3 回まで解答が許容されるため、マルウェアによる総当たり攻撃の脅威は高いと言える。総当たり攻撃に対する安全性の確保は、ワンモア CAPTCHA における非常に重要な課題の一つである。

5.2 運用方法

ワンモア CAPTCHA を WEB サービスサイトの中で実際に運用するには、多くの動画が必要になる。動画の利用料の観点からは、YouTube 等の動画投稿サイトを利用する方法が有効であると考えられるが、動画投稿サイトに投稿されている動画は玉石混合であり、すべての動画が「ストーリーの分かりやすい動画」であるとは限らない。ストーリーの分かりやすさはワンモア CAPTCHA の正答率に直結すると考えられるため、ストーリーの分かりやすい動画をどうやって大量かつ安価に集めるかは、ワンモア CAPTCHA における第二の重要課題である。ここで、もし著作権動画を利用する場合は、単なる使用許諾だけでなく、動画を加工することに対しても承諾を得る必要がある。

5.3 利便性について

ワンモア CAPTCHA は、30 秒程度の動画を用いるため、文字列判読 CAPTCHA 等の既存の CAPTCHA に比べ時間がかかると考えられる。ワンモア CAPTCHA を実現していく上で、解答時間の削減は第三の重要課題である。ただ、ワンモア CAPTCHA は、「クイズ」が持つエンターテイメント性を利用しているため、ユーザが実際に体感する

利便性はそれほど低くないと期待できる。

6 まとめと今後の課題

本稿では、人間のより高度な認知処理として「違和感を判別する能力」を用いたクイズ形式のワンモア CAPTCHA を提案した。提案方式は、高度なマルウェアによる不正解答が困難であるとともに、「クイズ」が持つエンターテイメント性の導入によってユーザが「もう一度やりたい」気持ちになる CAPTCHA となっている。

提案方式はまだ、安全性と利便性の両方に関して改善の余地を残しているため、実験結果から得られた知見を基に方式の改良を行っていく予定である。特に、提案方式のエンターテイメント性を一層向上させていくために、動画の選択や違和感を出すための動画の加工方法、クイズの形式などを工夫していく必要があると考えている。また、ワンモア CAPTCHA が本当にマルウェアによる攻撃に耐えうるものなのかについての検証も行っていく予定である。

参考文献

- [1] The Official CAPTCHA Site,
<http://www.captcha.net>.
- [2] PWNtcha-Captcha Decoder,
<http://caca.zoy.org/wiki/PWNtcha>
- [3] J.Yan,A.S.E.Ahmad: Breaking Visual CAPTCHAs with Naïve Pattern Recognition Algorithms, 2007 Computer Security Applications Conference, pp.279-291, 2007.
- [4] J.Elson,J.Douceur,J.Howell,J.Saul: Asirra: a CAPTCHA that exploit interest-aligned manual image categorization. 2007 ACM CSS, pp.366-374, 2007.
- [5] K Chellapilla, K Larson, P Simard, M Czerwinski, Computers beat humans at single character recognition in reading-based Human Interaction Proofs (HIPs), 2nd Conference on Email and Anti-Spam (CEAS), 2005.
- [6] MSR Asirra Project,
<http://research.microsoft.com/asirra/>
- [7] P.Golle: Machine Learning Attacks Against the ASIRRA CAPTCHA, 2008 ACM CSS, pp.535-542, 2008.
- [8] CAPTCHA 認証は“終わった”技術なのかー有効性を疑問視する専門家たち:セキュリティマネジメント, 2008年8月11日,Computerworld.jp
- [9] 鈴木徳一郎, 山本匠, 西垣正勝: 4 コマ漫画

CAPTCHA の提案, 2009 年暗号と情報セキュリティ
シンポジウム予稿集, 3D3-3 (CD-ROM) , 2009.

- [10] Takumi Yamamoto, J.D.Tygar, Masakatsu
Nishigaki: CAPTCHA Using Strangeness in
Machine Translation, Proceedings of IEEE
International Conference on Advanced Information
Networking and Applications 2010,
pp.430-437,2010.