

明治大学総合数理学部

2017 年度

卒 業 研 究

Tor ネットワーク内の 違法商品販売サイトの調査

学位請求者 先端メディアサイエンス学科

大中彩夏

目次

1	はじめに.....	1
1.1	研究背景.....	1
1.2	研究目的.....	1
1.3	論文構成.....	1
2	Tor.....	2
2.1	概要.....	2
2.2	Hidden Service.....	3
3	40 サイトの運用期間についての調査.....	4
3.1	調査内容.....	4
3.2	調査結果.....	6
4	UnderMarket の商品についての調査.....	8
4.1	調査内容.....	8
4.2	調査結果.....	8
5	おわりに.....	21
	謝辞.....	22
	参考文献.....	23

付録 A UnderMarket で売られている商品と値段

付録 B 電子レンジセット作業を用いた CAPTCHA の提案

B. 1	研究背景.....	24
B. 2	研究目的.....	24
B. 3	実験.....	25
B. 3. 1	実験内容.....	25
B. 3. 2	実験結果.....	25
B. 3. 3	考察.....	26
B. 4	電子レンジ CAPTCHA.....	26
B. 4. 1	概要.....	26
B. 4. 2	試験実装.....	26
B. 4. 3	考えられる攻撃.....	27
B. 4. 4	改善点.....	28
B. 5	まとめ.....	28
	参考文献.....	29

1. はじめに

1.1. 研究背景

Web サイトからユーザが識別され、プライバシーを脅かすことを防ぐために、匿名通信システムがある。中でも最も普及しているものが The Onion Routing(Tor)である。Tor は IP アドレスを知られることなくインターネットに接続することができる。しかし、この目的以外に匿名で違法商品の売買を行うダークネットの存在が問題になっている。2014 年に Tor 内で違法薬物や盗難されたクレジットカードなどを取引していたとして“Silk Road2.0”の管理人が逮捕された [1]。

1.2. 研究目的

本研究では、Tor にどのような Web サイトがあり、その運用間隔等を調査するために、Tor でのみアクセス可能な Web サイト 40 件を観察した。また、違法な商品を取り扱っている Web サイト、UnderMarket で売られている商品についても調査した。Tor ネットワークでのみアクセス可能な Web サイトがどのようなものなのか調査することを目的とする。

1.3. 論文構成

本論文の構成は次の通りである。第 2 章では、Tor の仕組みについて述べる。第 3 章では、Tor ネットワーク内でのみアクセス可能な 40 件の Web サイトを観察した結果について述べる。第 4 章では、UnderMarket で取り扱っている商品の調査について述べる。UnderMarket で売られている商品と値段を付録とした。

2. Tor

2.1. 概要

Tor は元々アメリカ海軍調査研究所によって開発された。現在, Tor は様々な目的に使われている。例えば, ジャーナリストが告発者や反体制派の人たちと安全に連絡を取り合うため, 国家機密などの極秘情報のやり取りなどの目的で Tor を利用している。このように誰がどこに送信したかを知られたくない情報交換などに用いられることが目的である。

図 1 に Tor の全体図を示す。Tor は Tor ネットワークからランダムに選ばれた 3 つのプロキシを経由して Web サイトにアクセスする。この 3 つのプロキシをオニオンルータ, ユーザに近い方から Entry ルータ, Middle ルータ, Exit ルータと呼ぶ。Entry ルータはユーザ側にはわかるが, Web サイト側にはわからない。逆に, Exit ルータは Web サイト側にはわかるがユーザ側にはわからない。経由するオニオンルータは一定時間で切り替えられるため特定が難しい。また, オニオンルータ間の通信は暗号化されている。そのため, Tor は高い匿名性を持っている。暗号化が玉ねぎのように何重にもなっていることからオニオンルーティングと呼ばれる。



図 1 Tor の全体図

2.2. Hidden Service

Hidden Service とは Tor ネットワーク内においてサービス提供者とユーザがお互い匿名で様々なサービスを提供できるシステムである。一般サイトへのアクセスは Exit ルータを介しているが,Hidden Service は Tor ネットワーク内で完結する点と点への接続が可能になる。図 2 に Hidden Service の全体図を示す。この匿名サービスは以下のようにして匿名化をしている [2]。

1. サーバが Tor ネットワークに導入ポイント IP1, IP2, IP3 とサーバの存在を通知。
2. サーバ側が分散ハッシュディレクトリに自分の公開鍵などの情報を登録。公開鍵から派生した 16 文字に “.onion” ドメインをつける。
3. ユーザは “.onion” のアドレスを知り,分散ハッシュディレクトリから導入ポイントと公開鍵の情報を得て,ランデブーポイント (RP)を設定する。
4. ユーザは使い捨ての秘密鍵と RP をサーバ側の公開鍵で暗号化したメッセージを作成する。そのメッセージを導入ポイントの 1 つに通知する。
5. サーバはユーザからのメッセージを元に RP に接続する。
6. RP はユーザに接続確立したことを通知。暗号化された通信が可能になる。通信はオニオンルーティングを採用している。

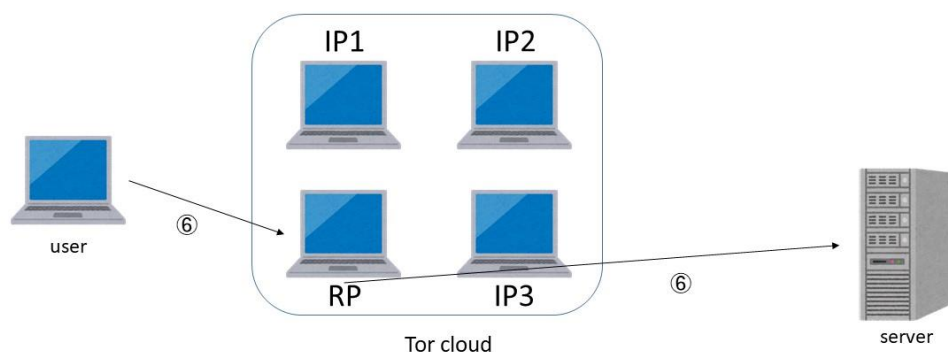


図 2 Hidden Service の全体図

3. 40 サイトの運用期間についての調査

3.1. 調査内容

Tor 内でのみアクセス可能である “.onion” ドメインの Web サイトを 9 月 20 日から 11 月 14 日の間観察し、いつ Web サイトが閉鎖されるのかを調査した。表 1 に観察した 40 件の Web サイトを示す。図 3 に “.onion” ドメインサイトの一例を示す。

表 1 40 件の “.onion” ドメインの Web サイト

	サイト名	URL
1	Dream Market	http://lchudifyeqm4ldjj.onion/
2	TradeRoute	http://traderouteilbgzt.onion/login.php
3	T・chka Free Market	http://tochka3evlj3sxdv.onion/auth/login
4	Wall Street Market	http://wallstyizjhkrvmj.onion/
5	DutchDrugz	http://dutchdr5gsol4dde.onion/auth/login?ReturnUrl=%2f
6	QualityKing	http://quality2ui4uooym.onion
7	BERLUSCONI MARKET	http://berluscqui3nj4qz.onion
8	CGMC	http://cgmcoopwhempo6a5.onion/
9	Zion Market	http://zionshopusn6nopy.onion/
10	RsClub Market	http://rsclubvwwcoovivi.onion/register.php?ref=14801
11	The Majestic Garden	http://talismanrestz7mr.onion/
12	MUSHBUD	http://kpj3orlxmfs6yqah.onion
13	YourDrug	http://yourdruhftworzg4.onion/
14	Stoned100	http://stonedkj4x37iaov.onion/
15	Dutch Magic	http://x75csj7vzprjji5v.onion/
16	RechardSport	http://rechardsp4x6tdrh.onion/
17	The Church	http://artsmankindxgcv5.onion/

18	ElHerbolario	http://elherbotsiddarol.onion/
19	Fight Club	http://fightckxiykml2xu.onion/
20	EuroPills	http://eupillu4np223oxe.onion/
21	CharlieUK	http://eeyovrly7charuku.onion/
22	Pushing Taboo	http://pushingtabu7itqj.onion/
23	L33TER	http://l33ter2w7q4bytfh.onion/
24	The French Connection	http://abyssopyps3z4xof.onion/
25	OnionLand	http://onionlandbakyt3j.onion/
26	Silk Road 3.1	http://silkroad7rn2puhj.onion/
27	Valhalla	http://valhallaxmn3fydu.onion/register/E3we
28	BitCloak	http://bitcloak43blmhm.onion/
29	IDC	http://idcforumremsa2jk.onion/
30	Lelantos	http://lelantoss7bcnwbv.onion/
31	ToYouTeam	http://tytbeta57rw2onit.onion/
32	DNMAvengers	http://dnmavengeradt4vo.onion/
33	The HUB	http://thehub7xbw4dc5r2.onion/
34	Itarian Deep Web	http://kbyz2vu3fzv2di7l.onion/
35	HYDRA	http://hydraruzxpnew4af.onion/
36	French Deep Web	http://fdwmarkvokb5i7wh.onion/
37	WayAway	http://wayawaytcl3k66fl.onion/
38	Grams	http://grams7enufi7jmdl.onion/
39	Bitcoin Blender	http://bitblendervrfkzr.onion/?r=46213
40	Bitcoin Fog	http://foggeddriztrcar2.onion/

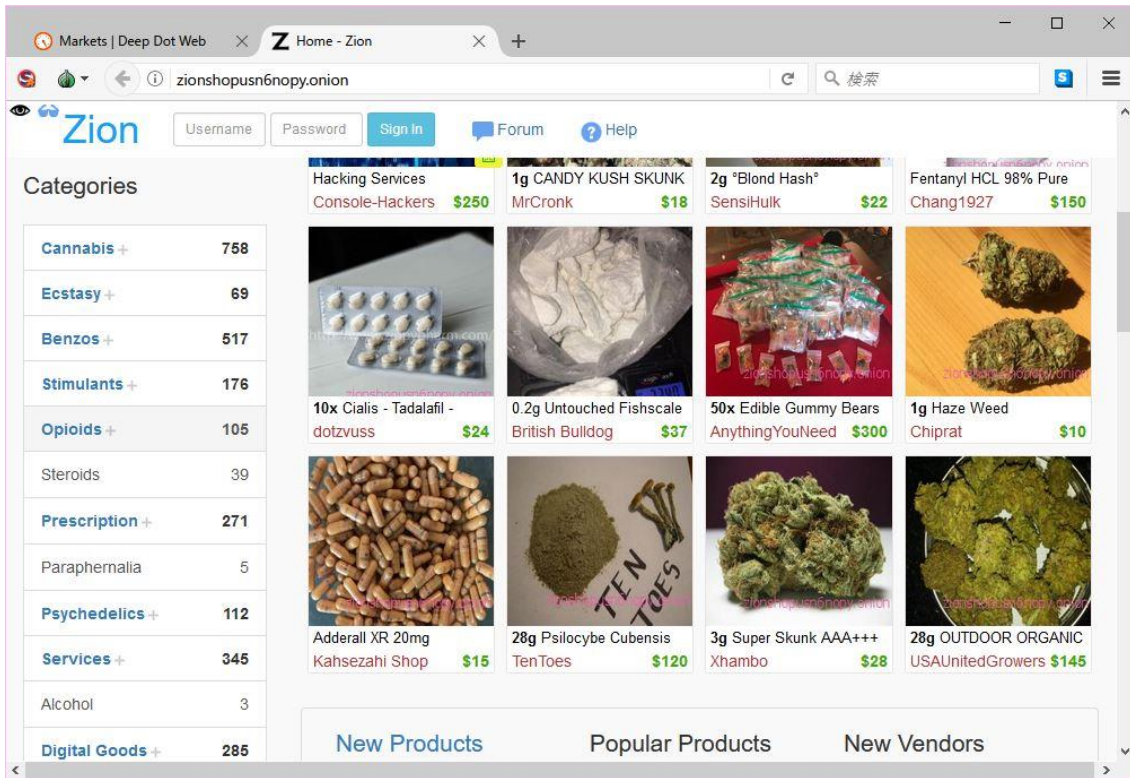


図3 “.onion”ドメインサイト(薬物)の例

3.2. 調査結果

9月20日から11月14日まで観察した結果を図4に示す。9月20日に40件すべてのWebサイトにアクセスすることが可能だったが、約1ヶ月後の10月25日にはアクセスできるWebサイトが20件になった。中でも閉鎖された多くは薬物販売のWebサイトだった。検索サイト、ミキシングサイトは閉鎖されることはなかった。

また、表2に40件のWebサイト中でも開設された日が調べられたWebサイトの寿命を示す。平均すると約2年で閉鎖されていることがわかる。

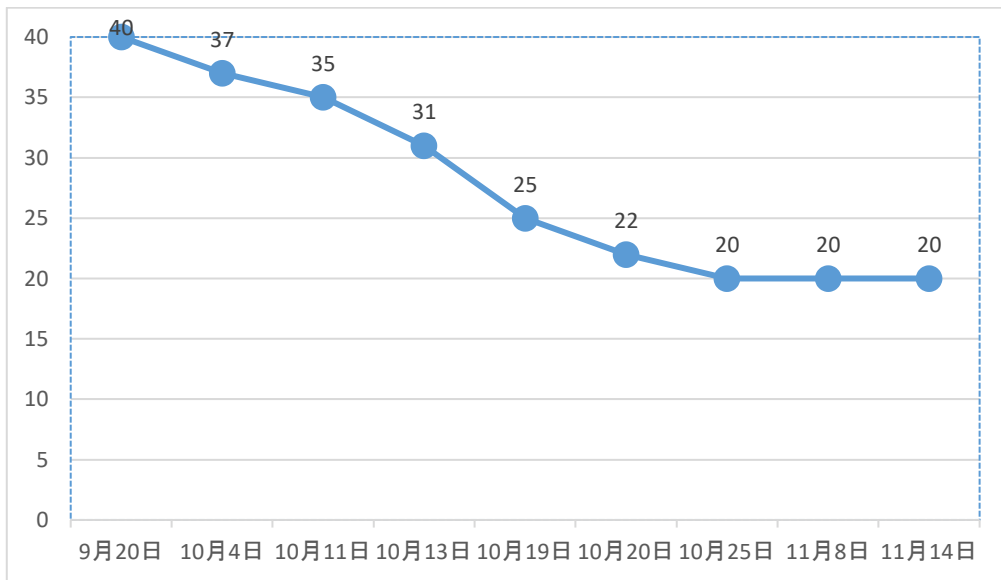


図4 40件のWebサイトのうちアクセスできるWebサイトの数

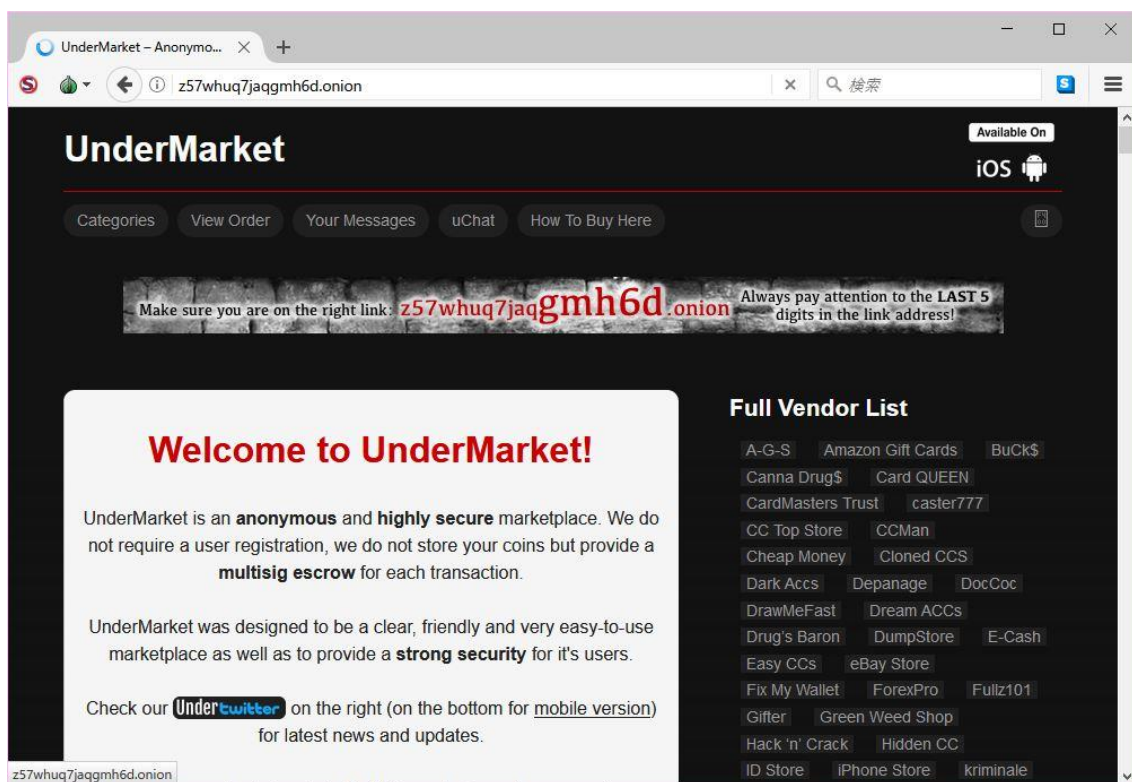
表2 Webサイトの寿命

薬物売買サイト	create	close	運用期間	[日]
1. big market	2013/11/15	2017/10/13	3年10月28日	1428
2. big market	2015/1/30	2017/10/13	2年8月13日	987
3. drug	2017/10/19	2017/10/19	1年	365
4. drug	2016/7/11	2017/10/13	1年3月2日	459
5. drug	2016/6/7	2017/10/19	1年4月12日	499
平均			約2年17日	747.6

4. UnderMarket の商品についての調査

4.1. 調査内容

Tor 内の Web サイトである UnderMarket を調べる。UnderMarket を図 5 に示す。この Web サイトには様々な商品を買っているバイヤーがいる。ここでは、この Web サイトにどのような商品が販売されているかと販売数、販売価格を調べる。



4.2. 調査結果

カテゴリ別バイヤー数を表 3 に示す。薬物が 1 番多く、クレジットカードなどのカード類のショップが続く。1 つのバイヤーが 1 日あたりに売れた個数を 11 月 5 日と 12 月 11 日までの約 1 ヶ月間の 2 点観測で調査した結果を同表に示す。表より、クレジットカードなどのカード類が 1 日で約 80 個売れていることがわかる。次いで、iTunes カードなどのギフトカード類が多く売れ

ている。薬物類は1番少ないことがわかる。

表3 カテゴリー別の数と売れた数

カテゴリー	バイヤー数	1日当たり売れた数
carding	14	12437.93
cigarette	1	11909
counterfeit	5	10100.6
drugs	16	8221.813
electronics	2	10468
gift cards	6	13022.33
manuals	1	8851
paypal	5	8060.3
services	2	11292.5
other	7	10273

表4にUnderMarketで売られている商品の値段の統計情報を示す。UnderMarketには364個の商品が売られていた。商品がビットコインかライトコインで取引ができる。

表4 UnderMarketに売られている商品の値段の統計情報

category	max	average	SD
carding	3699	479.3768	677.2336
cigarette	54	49.97143	1.698499
counterfeit money	2375	453.3462	516.9293
drugs	1019	154.2963	204.7185
electronics	899	569.7317	115.281
gift cards	2499	269.0571	466.8945
manuals	49	49	0
paypal	999	263.2593	227.5435
services	175	100.3333	43.4818
other	2499	314.9091	554.3588

5. おわりに

Tor 内の Web サイトで販売する, 様々な商品を明らかにした. 特に, 薬物販売のサイトが多く目について. 薬物を販売しているところは多いが, 商品数は少なく, カードなどの方が多く売られていることがわかった. Web サイトは長くて 3 年, 短いと 1 年で閉鎖されてしまい, 短い期間でいろいろな Web サイトが開閉設を繰り返していることがわかった.

Tor では違法な売買が多く行われている. このような Web サイトをなくし, 本来の目的で使われる対策を考えなければならない.

謝辞

本研究に際して、様々なご指導をいただきました菊池浩明教授に深く感謝します。最後に、本研究に対し熱く議論を交わした菊池研究室の皆様へ感謝の意を表すると共に、謝辞にかえさせていただきます。

参考文献

- [1] goo ニュース「違法サイト「シルクロード 2.0」を閉鎖に追い込んだ FBI の進化する IT 操作技術に潜む問題とは？」 (<https://news.goo.ne.jp/article/gigazine/trend/gigazine-35088.html>, 2017 年 12 月参照.)
- [2] Tor:Onion Service Protocol (<https://www.torproject.org/docs/onion-services.html.en>, 2018 年 1 月参照)
- [3] 宗裕文, 和斉薫, 横山絵美里, 山場久昭, 久保田真一郎, 朴美娘, 岡崎直宣, “匿名通信システム Tor における悪用ユーザ推定手法の精度に関する検討”, 研究報告高度交通システムとスマートコミュニティ (ITS), pp1-7, 2014 年 11 月

付録 A

UnderMarket で売られている 商品と値段

表 A.1 に UnderMarket で売られている商品と値段の一覧を示す。1 列目にカテゴリー, 2 列目に商品名, 3 列目から値段, 複数ショップで売られている商品はそれぞれの値段を 4 列目以降に示した。

表 A.1 UnderMarket で売られている商品と値段の一覧

category	product	\$			
carding	credit card \$1000 balance	99			
	credit card \$10000 balance	699	499	499	549
	credit card \$10000 balance*5	2399	2149		
	credit card \$13000-17000 balance (\$3000-4000 daily limit)	199			
	credit card \$1500 balance	99	99	119	89
	credit card \$1500 balance*5	399	399	297	
	credit card \$2000 balance	125			
	credit card \$2500 balance	199			
	credit card \$3000 balance	199			
	credit card \$3000-3500 balance	150			
	credit card \$3500 balance	199	249	149	
	credit card \$3500 balance*5	899	599		
	credit card \$4000-6000 balance	119			
	credit card \$4500 balance	299			
	credit card \$4500 balance*5	1399			
	credit card \$5000 balance	399	299	299	225

credit card \$5000 balance*5	1399	
credit card \$6000–8000 balance (\$2000–2500 daily limit)	159	
credit card \$7000 balance	399	299
credit card \$7000 balance*5	1199	
credit card \$7500 balance	449	
credit card \$9000–12000 balance (\$2000–2500 daily limit)	179	
credit card African countries	120	
credit card AmEx \$6000–8000 balance	145	
credit card AmEx \$6000–8000 balance*10	1305	
credit card AmEx \$6000–8000 balance*5	685	
credit card Arab countries	110	
credit card Asian countries(except for African countries, Arab countries, China, India)	120	
credit card Balkan region	115	
credit card Baltic Region	110	
credit card Canada	115	
credit card China	120	
credit card Eastern Europe	115	
credit card EU 2500–4500eur balance	130	
credit card EU 2500–4500eur balance*10	1170	
credit card EU 2500–4500eur balance*5	615	
credit card European Countries (expect for Balkan region, Scandianavia region, UK, Ireland)	115	
credit card India	120	
credit card Ireland	110	
credit card mag stripe \$1400–2500 balance	115	
credit card mag stripe \$1400–2500 balance*30	2900	

	credit card mag stripe+chip \$1400–2500 balance	145
	credit card mag stripe+chip \$1400–2500 balance*30	3699
	credit card Mexico	115
	credit card Oceania	110
	credit card Russia	110
	credit card Scandinavia region	110
	credit card South America	115
	credit card UK	115
	credit card US \$2500–5000 balance	110
	credit card US \$2500–5000 balance*10	990
	credit card US \$2500–5000 balance*5	520
	credit card USA	120
cigarette	Camel White	50
	Camel Black	50
	Camel Blue	49
	Camel Silver	49
	Camel Filters	49
	Camel Full Flavour	49
	Lucky Strike Blue	49
	Lucky Strike Red	49
	Lucky Strike Silver	49
	Lucky Strike Black	49
	Marlboro Gold	50
	Marlboro Gold Touch	54
	Marlboro Gold Edge	54
	Marlboro Red	50
	Marlboro Flavor Note	54
	Marlboro Filter Plus	54
	Monte Carlo Blue	49
	Monte Carlo Red	49
	Monte Carlo Silver	49
	Monte Carlo White	49
	Parliament Aqua Blue	49

	Parliament Night Blue	49		
	Parliament Super Slims	49		
	Parliament One	54		
	Winston Classic	49		
	Winston White	49		
	Winston Blue	49		
	Winston Silver	49		
	Winston Super Slims Blue	49		
	Winston Super Slims Silver	49		
	Winston XSence Blue	50		
	Winston XSence Silver	50		
	Winston XStyle Blue	50		
	Winston XStyle Silver	50		
	Winston Cool XS Pression	50		
counterfeit money	counterfeit money \$10*10	49		
	counterfeit money \$10*20	79	99	
	counterfeit money \$100*10	499		
	counterfeit money \$100*20	899	999	
	counterfeit money \$100*5	249		
	counterfeit money \$20*5	45		
	counterfeit money \$50*10	199		
	counterfeit money \$50*20	399	499	
	counterfeit money \$50*5	85		
	counterfeit money 100euro*20	859	1061	
	counterfeit money 100euro*5	259		
	counterfeit money 10euro*20	75	105	
	counterfeit money 2000INR*20	199		
	counterfeit money 20euro*5	49		
	counterfeit money 500INR*20	49		
	counterfeit money 50euro*100	2375		
	counterfeit money 50euro*20	379	469	530
	counterfeit money 50euro*5	89		
	counterfeit money 50euro*50	1189		
drugs	10 hits LSD 150ug	99		

100 hits LSD 150ug	599	
30 seeds Blueberry Haze	45	
30 seeds Lemon Skunk	45	
30 seeds NewZeeland x SSH	45	
50 hits LSD 150ug	349	
Adderal IR 10mg*5tabs	49	
Adderal IR 20mg*5tabs	99	
Adderal IR 30mg*5tabs	129	
afghani 100g (大麻)	949	
afghani 20g (大麻)	299	
afghani 50g (大麻)	469	
Anadrol-Nas Pharma 50mg*100tabs	65	
Anavar-Balkan Pharmaceuticals 10mg*60tabs	70	
Bob Marley Strain Medical Grade Indica 3g	51	
Bubble Hash 3g	51	
Clenbuterol Inject-Body Pharm 40mg/10ml	70	
Cocain NEW BATCH 96% 1g	120	
colombian cocain 1g	109	99
Crystal Meth Methamphetamine POWDER 3g	81	
Danabol-Balkan Pharmaceuticals 10mg*120tabs	65	
Deca Durabolin-Body Pharm 250mg/10ml	65	
Donald Trump OG Medical Indica 3g	45	
FIRE METH 1g	63	
highgrade hash oil 3g	51	
highgrade vape juice blue chronic flavor	54	
highgrade vape juice jamaican flavor	56	
Jack HererMedicl Grade Sativa 3g	51	
Klonopin 1mg*20	79	
Klonopin 2mg*10	79	

	MDMA XTC PEACE LOVE & ROCK N ROLL*10pills	59	
	MDMA XTC PILL JIGSAW MASK*50pills	149	
	Methyltrienolone-Ice Pharmaceutical 1mg*60tabs	65	
	MIND BLOWING MDMA 1g	75	
	Organic Blue Dream Indoor 3g	51	
	oxycontin 80mg op*5tabs	289	
	peru cocain 1g	89	99
	Platinum Girl Scout Cookies 3g	51	
	purple kush 100g (マリファナ)	1019	
	purple kush 20g (マリファナ)	299	
	purple kush 50g (マリファナ)	549	
	S-isomer ketamin 3g (麻薬)	60	
	Skywalker Medical Grade Hybrid 3g	45	
	Testosterone Enanthate-Balkan Pharmaceuticals 10*250mg/1ml	70	
	THC Medical Grade Indica 3g	51	
	Turinabol-Nas Pharma 10mg*100tabs	65	
	valium brand name from roche 10mg*90tabs	239	
	varium generic 10mg*80tabs	149	
	Winstrol-Balkan Pharmaceuticals 10mg*120tabs	65	
	xanax 2mg*90bars	189	
	Banana OG Medical Grade Indica 3g	45	
	LSD 9doses	60	
electronics	iPhoneX 64GB Silver	799	
	iPhoneX 64GB Space Gray	799	
	iPhoneX 256GB Silver	899	
	iPhoneX 256GB Space Gray	899	
	iPhone8 64GB Silver	549	
	iPhone8 64GB Gold	549	
	iPhone8 64GB Space Gray	549	
	iPhone8 256GB Silver	649	

	iPhone8 256GB Gold	649	
	iPhone8 256GB Space Gray	649	
	iPhone8 Plus 64GB Silver	599	
	iPhone8 Plus 64GB Gold	599	
	iPhone8 Plus 64GB Space Gray	599	
	iPhone8 Plus 256GB Silver	699	
	iPhone8 Plus 256GB Gold	699	
	iPhone8 Plus 256GB Space Gray	699	
	iPhone7 128GB Silver	449	499
	iPhone7 128GB Gold	449	499
	iPhone7 128GB Rose Gold	449	499
	iPhone7 128GB Black	449	499
	iPhone7 128GB Jet Black	449	499
	iPhone7 256GB Silver	499	
	iPhone7 256GB Gold	499	
	iPhone7 256GB Rose Gold	499	
	iPhone7 256GB Black	499	
	iPhone7 256GB Jet Black	499	
	iPhone7 Plus 128GB Silver	499	
	iPhone7 Plus 128GB Gold	499	
	iPhone7 Plus 128GB Rose Gold	499	
	iPhone7 Plus 128GB Black	499	
	iPhone7 Plus 128GB Jet Black	499	
	iPhone7 Plus 256GB Silver	549	
	iPhone7 Plus 256GB Gold	549	
	iPhone7 Plus 256GB Rose Gold	549	
	iPhone7 Plus 256GB Black	549	
	iPhone7 Plus 256GB Jet Black	549	
gift cards	apple music 12mo membershipx2	69	
	apple music 3mo membershipx5	49	
	apple store \$1000	329	
	apple store \$2000	669	
	apple store \$500	159	
	iTunes \$150	49	49
	iTunes \$300	99	85

	amazon gift card \$1000	499			
	amazon gift card \$150	49			
	amazon gift card \$250	125			
	amazon gift card \$300	85			
	amazon gift card \$3000	1499			
	amazon gift card \$500	249			
	amazon gift card \$5000	2499			
	eBay gift card \$1000	379			
	eBay gift card \$150	49			
	eBay gift card \$250	79			
	eBay gift card \$300	85			
	eBay gift card \$500	149			
	Best Buy \$150	49			
	Best Buy \$300	85			
	steam \$150	49			
	steam \$300	85			
	VISA gift card \$1000	295	299		
	VISA gift card \$200	67			
	VISA gift card \$2000	499			
	VISA gift card \$250	89			
	VISA gift card \$300	99			
	VISA gift card \$500	165	199		
	target \$150	49			
	target \$300	85			
manuals	carding manual	49			
paypal	paypal \$100*5	155			
	paypal \$1000	349	255	289	149
	paypal \$10000	999			
	paypal \$1001-1250 balance	375			
	paypal \$125	50	49		
	paypal \$1251-1500 balance	458			
	paypal \$15*100	375			
	paypal \$150	49			
	paypal \$150-349 balance	59			

	paypal \$2000	799		
	paypal \$250	99	65	89
	paypal \$300	85		
	paypal \$3000	299		
	paypal \$350–500 balance	141		
	paypal \$50*20	299		
	paypal \$500	249	125	149
	paypal \$501–750 balance	208		
	paypal \$7000	599		
	paypal \$751–1000 balance	291		
service	Comment Spamming	75		
	Changing a particular information	175		
	Database Hacking	75		
	DDos (clearnet)	95		
	Ddos (tor)	145		
	Email Spamming	55		
	Extracting a particular list of information	155		
	SM account hack 1person	49		
	Non-SM account hack 1person	79		
other	brazzers unlimited account	49		
	digital item per \$200	49		
	Dumps EU	55		
	Dumps US	49		
	E-gift cards per \$200	79		
	Fullz EU	59		
	Fullz US	69		
	hbo now lifetime guarantee	49	45	
	netflix unlimited account	49		
	Physical items per \$1000	149		
	passport	59		
	ID	49		
	driver license	49		
	address documents	69		
	bank account statement	49		

passport UK	2499
ID UK	799
driver license UK	599
residency Visa UK	1299
passport USA	1999
ID USA	599
driver license USA	399
residency Visa USA	999
passport Australian	1999
ID Australian	599
driver license Australian	399
residency Visa Australian	999
passport New Zealand	1999
ID New Zealand	599
driver license New Zealand	399
residency Visa New Zealand	999
passport Canadian	2099
ID Canadian	699
driver license Canadian	499
residency Visa Canadian	1099
passport French	2199
ID French	749
driver license French	549
residency Visa French	1199
passport German	1999
ID German	599
driver license German	399
residency Visa German	999
amazon refund guide	49
how to set up bank drops	49
overnight money making marcine	49
the art of carding	55
carding lessons vol.2 + bonus referal link	99
Vader Forex Robot	75
Ganon Forex Robot	69
Falcor Forex Robot	65

Reaper Forex Robot	49
Pterodoctyl Forex Robot	59
HAS Forex Robot	59
Volatility Forex Robot	49
Hedge Forex Robot	49
WaveRunner Forex Robot	49
Fractal Forex Robot	49
Directional Forex Robot	49
nba league pass [LIFETIME Premium Account]	59
nfl gamepass [LIFETIME Premium Account]	59
nhl gamecenter [LIFETIME Premium Account]	59
wwe network [LIFETIME Premium Account]	49
fox soccer 2go[LIFETIME Premium Account]	59
ESPN [LIFETIME Premium Account]	49
UFC [LIFETIME Premium Account]	49
MLB.TV [LIFETIME Premium Account]	49
BT SPORT[LIFETIME Premium Account]	49
netflix [LIFETIME Premium Account]	45
hbo go [LIFETIME Premium Account]	45
showtime anytime [LIFETIME Premium Account]	49
HULU PLUS [LIFETIME Premium Account]	45
sling TV [LIFETIME Premium Account]	59
Xfinity [LIFETIME Premium Account]	49
crunchroll [LIFETIME Premium Account]	49
DIRECTV [LIFETIME Premium Account]	49
DISH anywhere [LIFETIME Premium Account]	59

Canal Plus [LIFETIME Premium Account]	45
OPTINUM TV [LIFETIME Premium Account]	49
USTVNow [LIFETIME Premium Account]	49
Time Warner Cable [LIFETIME Premium Account]	49
Yupp TV [LIFETIME Premium Account]	49
CBS AllACCESS [LIFETIME Premium Account]	45
Spotify [LIFETIME Premium Account]	45
Tidal[LIFETIME Premium Account]	49
Pandora [LIFETIME Premium Account]	49
Deezer [LIFETIME Premium Account]	49
Audible [LIFETIME Premium Account]	49
Sirius XM [LIFETIME Premium Account]	59
Fit Radio [LIFETIME Premium Account]	45
Lynda [LIFETIME Premium Account]	59
Shutterstock [LIFETIME Premium Account]	59
Scribd [LIFETIME Premium Account]	45
Chegg Study [LIFETIME Premium Account]	45
Lumosity [LIFETIME Premium Account]	49
GRAMMARLY [LIFETIME Premium Account]	49
Course Hero [LIFETIME Premium Account]	45
Study Mode [LIFETIME Premium Account]	45
NEW YORK TIMES ACCOUNT [LIFETIME Premium Account]	49
ExpressVPN [LIFETIME Premium Account]	59

IPVANISH VPN [LIFETIME Premium Account]	45
STRONGVPN [LIFETIME Premium Account]	45
ZenMate VPN [LIFETIME Premium Account]	45
hide.me VPN [LIFETIME Premium Account]	45
VyprVPN [LIFETIME Premium Account]	45
Hide My Ass VPN [LIFETIME Premium Account]	45
VPN IN TOUCH [LIFETIME Premium Account]	45
CYBERGHOST 6 VPN [Full Edition, LIFETIME]	45
Hotspot Shield VPN 5.20.21 Elite Edition [Full Edition, LIFETIME]	45

付録 B

電子レンジセット作業を用いた CAPTCHA の提案

B.1 研究背景

マルウェアやロボットによって不正にサービスを悪用されることが大きな課題となってきた。そのため、そのサービスを利用しているのがマルウェアであるか人間であるか識別をしなければならない。これまでに多くの種類の CAPTCHA が使用されている[1]。CAPTCHA は、自動生成ができる、人間に容易に解ける、マルウェアには解くことができない、という 3 点を備えたものではなくてはならない。

B.2 研究目的

現在、主流である文字判読型の CAPTCHA はマルウェアには難しく、自動生成も可能であるが、人間にとって解くのは容易ではない。他にも様々な CAPTCHA があるが、どの CAPTCHA もすべてを十分に備えているとは言えない。

そこで本研究では、電子レンジを利用した CAPTCHA を提案する。電子レンジに着目した理由は 2 点ある。まず、電子レンジが多くの人にとって日常生活の中にあり、身近にあるということだ。そのため、この CAPTCHA を使うことに抵抗が少ない。もう 1 つは、多くの人が電子レンジを利用したことがあるということだ。多くの人が使い方を理解していると考えられる。また、すぐに操作の仕方が理解できるのでストレスを感じる事が少ないことが期待される。さらに文字判読型 CAPTCHA などの CAPTCHA にはなかった楽しさを感じることができる。既存の CAPTCHA である画像認証 CAPTCHA の評価と提案する電子レンジセット作業を用いた CAPTCHA の実装を目的とする。

B.3 実験

B.3.1 実験内容

図 B.1 に示す既存の画像認証 CAPTCHA を 2016 年 8 月, 200 人の被験者で実験した. 年齢, 性別, 正誤, 時間を記録して実験を行った. 時間は正誤関係なく 1 問にかかった時間を記録した.

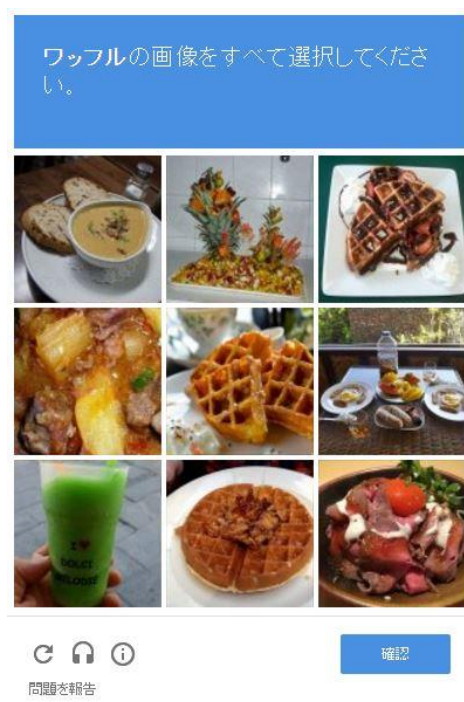


図 B.1 画像 CAPTCHA [2]

B.3.2 実験結果

実験結果を表 B.1 に示す. 平均回答時間は 18.07 秒である. 正解者の年代別の処理時間の分布を図 B.2 に示す. このグラフから 10 代, 20 代の時間のかかり方は似ていて, 10~19 秒かかっている人が多い. それに比べて 30 歳以上の方は 20~29 秒かかっている人が多い.

表 B.1 実験結果

正解	不正解	計
163	37	200

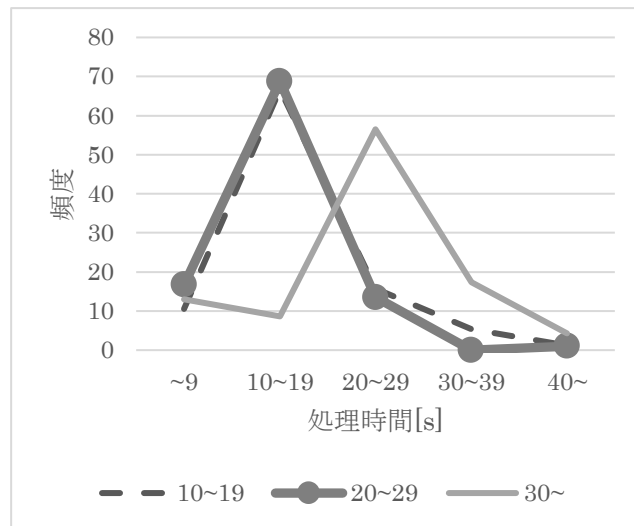


図 B.2 年齢別の処理時間の分布

B.3.3 考察

画像認証 CAPTCHA は操作が簡単であるが、難易度が問題によって様々であった。画像の中にわずかに写っているものも対象になる時があり、判断が困難であると感じた。そのため、予想していたよりも問題を解くのに多くの時間がかかった。また、正答率も予想よりも悪かった。画像認証 CAPTCHA の問題に難易度の差があったこと、わかりにくい画像が混入されていることが原因であると考えられる。

B.4 電子レンジ CAPTCHA

B.4.1 概要

図 B.3 に提案する電子レンジ CAPTCHA の実行例を示す。右に表示されている弁当画像に表記されている推奨時間を電子レンジに入力する CAPTCHA である。

B.4.2 試験実装

弁当の写真を 10 種類ランダムで表示する。「1 分」と「10 秒」のボタンを組み合わせることで押しやすくなる。これによりレンジ時間を入力する。

Processing3.0 を用いて実装した。画像はキーワード「弁当 温め 時間」で Web から取得した。実在する電子レンジ(パナソニック製)をモデルに電子レンジを Processing3.0 で描いてい

る.

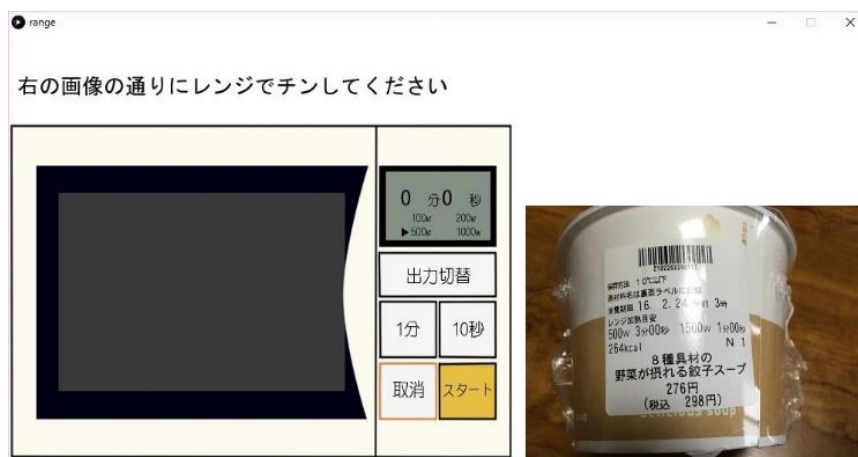


図 B.3 提案システム実行例

B.4.3 考えられる攻撃

ランダムに時間を入力したときに当たってしまう可能性(ブルートフォース攻撃)がある. また, 既存の弁当だとレンジ時間が想定できてしまう(推定攻撃). 例えば3分30秒の弁当が多いことから, コンピュータは毎回3分30秒で入力していれば何回かに1回は当たってしまう.

実際に1月9日にセブンイレブン, ファミリーマートでコンビニの弁当を63個調べた. この弁当の統計量を表B.2に示す. このうち8個の弁当の推奨時間が3分30秒だった. すなわち「3分30秒攻撃」により, 約12%の確率でマルウェアはこのCAPTCHAを突破できてしまう.

表 B.2 弁当の統計量

平均	3分10秒
最小	1分
最大	7分
中央値	2分50秒

B.4.4 改善点

10種類だけでは問題数が少なく、安全とは言えない。問題を自動生成するためには画像を何枚も使用するのではなく、1枚の画像を用意し、時間の部分だけを変更すれば自動生成も容易い。画像数を減らすことでプログラム自体が軽くなり、動きがスムーズになることも期待できる。

電子レンジの入力がクリック式であるが、数値をキーボードから直接入力した方が早いと思われる。入力方式の見直しが必要である。

また、本実装は図 A.3 の電子レンジをモデルにしているが、このほかのタイプの電子レンジを使っている人には使い方がわからないという可能性も考えられる。例えば、時間の入力の仕方がボタン式ではなく、ダイヤル入力のものもある。どの入力の仕方が適しているのか、調査の必要がある。

B.5 まとめ

本研究では既存の CAPTCHA の問題点を解決するために、新しい CAPTCHA である、電子レンジ CAPTCHA を提案した。しかし、この CAPTCHA は問題の自動生成が難しく、人間に対して入力の方法が難しい問題点がある。また「3分30秒攻撃」などの想定時間を入力する攻撃に対して、12%の確率で破れることを評価した。マルウェアに対する難易度を向上し、自動生成を考えることを今後の課題とする。

参考文献

- [1] 藤田真治, 池谷勇樹, 可児潤也, 西垣正勝 “非現実画像 CAPTCHA : 常識からの逸脱を利用した 3 DCG 画像 CAPTCHA” , 2015 年 12 月
- [2] ReCAPTCHA を使ったサンプルフォーム
<https://www.google.com/recaptcha/api2/demo>
(2017 年 1 月 13 日アクセス)