

平成 22 年 6 月 11 日現在

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2007 ～ 2008

課題番号：19700107

研究課題名 (和文) インターネット免疫学に基づくスパム対抗アーキテクチャ

研究課題名 (英文) A Counter-Spam Architecture Based on Internet Immunology

研究代表者

北本 朝展 (KITAMOTO ASANOBU)

国立情報学研究所・コンテンツ科学研究系・准教授

研究者番号：00300707

研究成果の概要 (和文)：本研究は「インターネットの免疫系」という考え方に基づき、スパムからの攻撃に対抗するためのインターネットアーキテクチャを提案する。インターネットの根本的な概念であるアドレス (メールアドレス、URI 等) に着目し、これらのアドレスを変化させることで、スパムとの通信をブロックしながら非スパムとの通信を続けるアーキテクチャを提案する。本システムはトラックバックスパムに対抗するシステムとして運用を続け、一定規模以下のサイトにおける実用性を示すことができた。

研究成果の概要 (英文)：This research is based on the concept of “internet immunology” and proposes an architecture to counter with spam attacks. The uniqueness of research is to focus on the fundamental concept of the internet, namely internet address such as URI and mail address, and propose architecture for changing addresses rapidly to elude communication with spam, while keep communication with non-spam by having a separate communication channel. The system has been operated to counter with trackback spams, and has successfully blocked the invasion of trackback spams for the Web site with a reasonable scale.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,700,000	0	1,700,000
2008 年度	1,500,000	450,000	1,950,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,200,000	450,000	3,650,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学、メディア情報学・データベース

キーワード：WWW、スパム

1. 研究開始当初の背景

研究を提案するに至ったきっかけは、不特定多数参加型システムにおけるトラックバ

ックスパムの防御という具体的な問題の解決を迫られたことにある。提案者は不特定多数の人々から現地の台風情報を集約し可視

化するためのウェブサイトである、「台風への眼」および「台風前線」を運用してきた。これらのサイトは、ウェブログからのトラックバックを用いて各地の情報を収集してきたが、トラックバックスパムの増加に伴って運用に支障が生じ始めたため、その対抗策として考案したのが「URI 免疫化 (URI Immunization)」である。

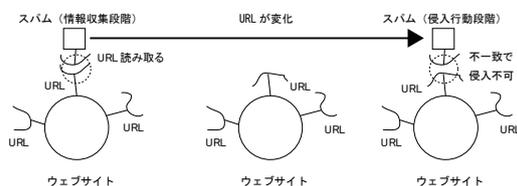


図 1 : URI 免疫化の概念

URI 免疫化とは、あたかも動く標的のように URI (Uniform Resource Locator) を素早く変化させることでスパムの侵入を避ける方法である (図 1)。通常は、スパムがサイト情報を収集する段階と、スパムがサイトに侵入を開始する段階の間には、ある程度の時間差が生じる。その時間にウェブサイトが提示する URI を変更すれば、古い URI しか知らないスパムはウェブサイトに侵入できない。アイデアとしては単純だが、スパムの性質に依存しない確実な方法である。

ただし URI の提示方法には工夫が必要である。すなわち、人間は素早く読み取れるがスパムは簡単に読み取れない情報提示形式を用いることで、スパムの情報収集段階と侵入行動段階との間に時間差を作ることが重要なためである。このように人間とスパムの間に能力差をつけるためには、基本的に CAPTCHA という手法が有効であることが知られている。以上のアイデアを組み合わせると、URI 免疫化とは、URI の可変性と CAPTCHA (Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart) を用いた情報提示、という二つの手法の統合によって実現するトラックバックスパム防御法である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、上記の発想を「インターネットの免疫系」という考え方にまで拡張することで、スパムからの攻撃に対抗するためのインターネットアーキテクチャを提案することにある。本研究が提案するアプローチは、生物の免疫系が実際に外敵の侵入に対抗するために進化させてきたアーキテクチャに着目し、その動作原理の本質的な部分をインターネットのアーキテクチャ

に埋め込むことでスパムの攻撃に対抗するというものである。本研究ではこのようなアプローチの核となる体系を「インターネット免疫学」と呼ぶことにする。

インターネットの免疫系は暗号技術のように完璧なセキュリティを目指すものではない。「免疫」という言葉の文字通りの意味は「一度は病気にかかるが二度はかからない」である。ゆえにインターネット免疫学および本研究の目標は、「理論的に侵入を防げるわけではないが、たとえ侵入されたとしても被害を食い止め回復していくような動作原理を備えた開放的で柔軟なシステム」を作っていくことにある。

3. 研究の方法

3.1 インターネット免疫学の発展

インターネット免疫学の核となる概念を体系化するとともに、生体における免疫学に関する近年の知見の進展についても調査しつつ研究を進める。インターネットサービスへの応用可能性という観点では、特にインターネットの根本的な概念であるアドレス (メールアドレス、URI 等の各種のアドレス) に着目し、こうした情報の入り口を抑える手法についてのメリットとデメリットを総合的に検討する。生物の免疫系とインターネットの免疫系では制約条件が異なることから、インターネットの免疫系では生物の免疫系をそのまま模倣するのではなく、むしろ動作原理の本質を捉えてインターネット環境に移植する。

3.2 各種アドレス免疫化によるスパム対抗アーキテクチャの実現

トラックバックスパムを避けるために考案した URI 免疫化は、これまで数年にわたって「台風前線」ウェブサイトにおいて有効に機能しており、基本的に大規模サイト (スパム行為に巨大な価値があるサイト) 以外では有効に活用できる見込みがたってきている。ただしインターネットでは次々に新しいサービスが登場しており、こうしたサービスには個別対応ではない包括的な枠組みが必要である。そこでトラックバックスパムの防御システムで蓄積された知見を活用し、アドレスなどを活用した免疫的な防御システムを他のインターネットサービスに広げていく。可能であればプロトタイプとして配布できるものも作成していきたい。

4. 研究成果

4.1 トラックバックスパム

まずウェブログを中心に使われるトラックバックというプロトコルを対象としたスパム対抗アーキテクチャの研究を進めた。具体的には、URIを可変にしたEphemeralinkをウェブサイトへの入り口となるImport URIに適用する「URI免疫化」という手法により、人間とスパムの能力差を活用したトラックバックスパム対抗策を提案した。このシステムを実際に「台風への眼」および「台風前線」というウェブサイトにおいてトラックバックの入り口に適用したところ、1年間の定常的な運用においてトラックバックスパムの侵入を許した回数は数回程度と、非常に高い確率でスパムを防御できることを示した。また侵入を許したケースでも継続的な侵入を許したわけではないことから、自動化されたスパムにシステムが攻略されたのではなく、たまたま人手によるスパムに遭遇したことが侵入の原因ではないかと考えられる。人手によるスパムは本手法では原理的に防げないが、他の手法でも人海戦術によるスパムを効果的に防御できるものは少ない。したがって本手法はトラックバックスパムへの対抗アーキテクチャとして有効であると評価する。

4.2 インターネット免疫学

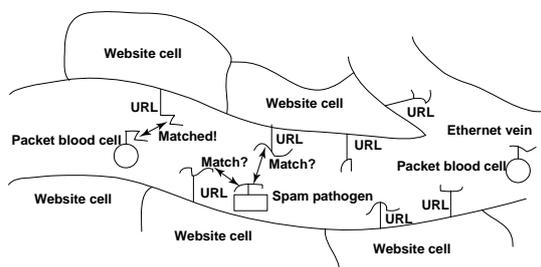


図2 インターネット免疫学の概念

次にインターネット免疫学の方式について、生物学とのアナロジーに基づいて今後の展開を検討する。まず、インターネットサービスを細胞、インターネットサービスへの入り口をレセプター、非スパムであるパケットを白血球、スパムであるパケットを病原体と対応させる(図2)。すると、細胞への外からの情報の流入は、白血球の抗体と細胞のレセプターの構造が相補的に結合することで開始すると考えることができる。一方で病原体の抗原については、細胞のレセプターとは構造が一致しないので、結合せずに情報の流入が発生しない。ここでの構造の一致は、レセプターが提示するインターネットアドレス(文字列)と、病原体あるいは白血球が提示するインターネットアドレス(文字列)との比較で

行われる。ただし病原体の抗原が細胞のレセプターと一致するように進化することも考えられるため、それに対応するように細胞のレセプターも素早く変化しなければならない。このような仕組みはランダムなアドレスの変化と、それを白血球のみに伝えるための伝達経路が必要である。その一つの方法は、CAPTCHAのように、ある主体は情報を読み取れるがある主体は情報を読み取れないような技術である。ただしCAPTCHAには、現在広く使われているような文字認識型CAPTCHAだけではなく、通信プロセスも含めたもっと幅広い可能性が考えられるだろう。このようなアナロジーに基づいて、生物の様々な動作原理をインターネット免疫学に取り込んでいくことにした。

今後の課題としては、生物が利用する他の戦略も取り込んだ、より大きな枠組みへの発展という課題がある。例えば生物ではダブルチェック、すなわち1つの証拠だけではなく複数の証拠を組み合わせる意思決定する仕組みが見られる。レセプターとの結合においても、実際には2箇所では結合しないとコミュニケーションが開始しないというメカニズムが随所に見られることから、これは1箇所の結合という偶然に起こりうる可能性を排除するメカニズムとして有効に機能していると考えられる。したがってインターネット免疫学でも、2箇所のアドレス結合をもって確認するような枠組みが必要になるだろう。また生物の免疫系においては自己と非自己の識別が根本的な問題であり、そのメカニズムは解明されつつあるが、この部分のアナロジーをスパム対抗アーキテクチャにはまだ取り込めていない。さらに生物の免疫系では自然免疫と獲得免疫とが多段で活動するアーキテクチャを用いているため、インターネット免疫学でも一つの方法で十分ということではなく、多段階で対抗していくようなアーキテクチャが必要となる。こうした戦略を取り組みつつ、より適用範囲の広いアーキテクチャに発展させていくための研究が今後必要になると考える。

4.3 メールスパム

最後にメールスパムに関する研究であるが、メールスパムにはトラックバックスパムよりも、プロトコル上で難しい点がある。それは、トラックバックスパムが利用するアドレスであるURIは基本的に1対1の通信に利用されるが、メールスパムが利用するアドレスであるメールアドレスは1対多の通信にも利用されるという点である。その代表例がメーリングリストであり、この場合1つのメールアド

レスが複数のメールアドレスに展開されることになる。

またメールアドレスに付加する可変部分の表記法についても検討する必要がある。ただしメールアドレスの規格はRFC (Request for Comments)で定められており、そこに可変部分の規格を新たに付加することは現実的には難しい。そこで現状の規格の上うまく可変部分を付け足すための方式を検討した。一つの方法はコメント部分に可変部分を付加し、メールサーバあるいはメールクライアント上で適切にコメント部分を解釈することで、可変部分の結合を判定する方法である。第二の方法は、Gmail等で使われているようにローカル部のアドレスに特別な区切り文字（たとえば'+'）を利用できるようにし、これを可変部分と解釈することによって適切に処理するという方法である。両者とも、既存の電子メールシステムには影響を与えずに、メールサーバあるいはメールクライアント上の対応のみで実現できるはずである。ただしメーリングリスト等にもうまく対応できるメールクライアントの制作と実証は今後の課題となった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計1件)

- ① 北本 朝展, "台風前線：大規模自然イベントを象徴とする時空間インタラクション", インタラクション2008, pp. 77-78, 2008年03月、東京

[その他]

台風への眼

<http://eye.tc/>

台風前線

<http://front.eye.tc/>

URI 免疫化

<http://agora.ex.nii.ac.jp/~kitamoto/research/URI-immunization/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

北本 朝展 (KITAMOTO ASANOBU)

国立情報学研究所・コンテンツ科学研究系・准教授

研究者番号：00300707

(2) 研究分担者

該当なし

(3) 連携研究者
該当なし