L-016

スパム送信行動の再起性変動に着目した管理者/利用者行動の考察

Relationships between manager / user behavior and fluctuations in reproducibility of spam sending behavior

太田 大智 † 中平 勝子 † 北島 宗雄 †
Daichi Ohta Katsuko T. Nakahira Muneo Kitajima

1 はじめに

本稿は現在の情報社会において重要な基盤であるインターネットの継続的な安心・安全な利活用が実現されているかを，“インターネットレジリエンス”という観点から感知するための 3 つのレジリエンス指標のうち再起性に着目し，サーバ管理者/利用者が行うと想定される行動と再起性変動の関係について考察を行う．インターネットを通じて情報交換を行う今の社会において，その機構の中枢であるサーバや通信インフラには様々な問題が起こりうる．それらの問題が発生する大多数の原因はセキュリティ技術のみならず，そのサーバや通信インフラを取り巻くサーバ管理者の活動，ユーザのモラル，法規制やその実現のための意思決定手順，インフラ普及およびその発展計画などが複雑に絡み合って存在する．こうした問題解決の一手法にレジリエンスの考え方を導入することができる．ネットワークにおけるレジリエンスは，Smith ら [1] によって，“ネットワーク上に存在する様々な障害や課題の存在下でサービスを許容できるレベルに維持する能力”であるとされている．

本稿ではインターネット社会のレジリエンスはセキュリティ技術のみならずインターネット社会を構成する種々の要素と合わせて存在しうる，と考える．安心・安全なネットワーク利活用の推進には，セキュリティ技術やハード/ソフトウェア技術開発だけでなく，そこに介在する人や環境を内包する社会システムとしての設計や管理運用綱領が必要となる．こうした社会システムにおいて，現状維持，健全状態への復興という堅牢なシステム構築のみならず，許容できるレベルでのサービス提供という発想によって安心・安全を提供するという考え方がインターネットレジリエンスである，としている．

例として取り上げるスパム送信サーバ行動は，複数のユーザと環境が相互作用を行った結果と捉えられる．その様子を総 ED 値で定量化し，時間繊維からレジリエンスに関与する 3 要素が特定される [2] [3]．そのうち，再起性は比較的容易に評価可能なことから，再起性変動の地域評価を行い，それとサーバ管理者/利用者行動との関係を考察する．

2 再起性と再起性変動

ネットワークにおけるレジリエンスとは Smith ら [1] によって研究されており，“ネットワーク上に存在する様々な障害や課題の存在下でサービスを許容できるレベルに維持する能力”であるとされ，組織づくりやシステム設計，運用者や管理者へのアプリケーション提供によってなされるとされている．

インターネット社会でのレジリエンスについての研究は，山口ら [2] によって，“現状維持，現状への復興という堅牢なシステム構築のみならず，許容できるレベルでのサービス提供”という考えのもとに，総 ED 値およびスパム送信サーバの生態である行動変容を特徴づける最大送信能力，継続性，再起性から地域や TLD ごとのレジリエンス特性の評価、という形で行われている．今回インターネット社会でのレジリエンスを考える際に，この再起性という指標がどのように変動したかをパタンに分けて分類し，管理者/利用者行動の考察を行った。

再起性: 再起性はスパム送信に対して自発的に，あるいはなんらかの対策がなされて一旦スパム送信を停止したサーバがスパム送信を再開した回数で定義する．スパム送信の再開は，スパム送信が最後にあった区間から t_r 秒だけ離れてスパム送信が再開した場合カウントする．本稿では区間を 1 ヶ月とした．

再起性変動: 再起性を一定期間ずつ観測し，その移り変わりを示したものである．観測期間が区切られることから，連続的な値となる再起性を容易にクラス分けすることが可能となる．再起性変動は配列として表し，観測期間数を配列要素数とし，それぞれの期間で再起性があった場合 1 を，なかった場合 0 を割り当てる．その変動パタンによって以下の 4 つに分類できる．

上昇傾向: 再起性が拡大していることを表し，管理体制の悪化などから今後も再起性の値が大きくなることが予想される．

下降傾向: 再起性が収束へ向かっていることを表し，管理体制の改善などが計られていることが予想できる．

振動: 再起性の値が上下しており，管理体制や環境に常に動きがあることが予想できる．

安定: 再起性の値が安定しており，動きが少ないことを表す．スパム送信をした後対処しないなど管理が放置されているか，常にスパム送信に対応できる監視体制であると予想できる．

3 実験

再起性変動のパタンからサーバのレジリエンスを評価し，サーバの IP アドレスから求められる所在国からえられた地域情報とあわせて，管理者/利用者行動の考察を行うことで，レジリエンスのあるインターネット環境づくりへと貢献することを目的とする．

実験では本学に送られてきたメールのうち，メールフィルタリングソフト SpamAssassin によってスパムと判定されたものを用いた．観測期間は 2012 年から 2015 年の 4 年間それぞれの 4 月から 6 月までの 2 ヵ月ずつであり，確認した計 14,057,811 通のスパムメールを送信してきた 1,826,454 サーバ

† 長岡技術科学大学

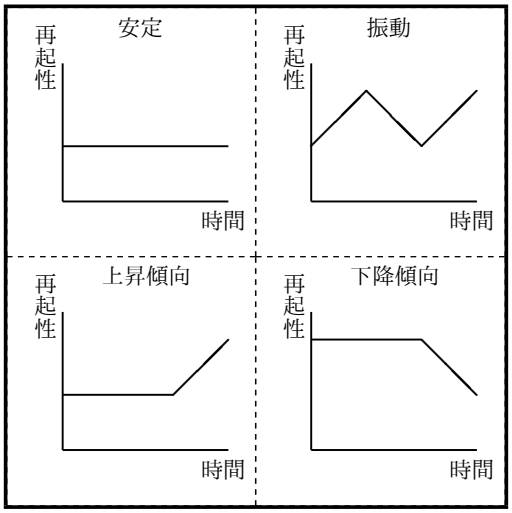

図 1　再起性変動の 4 パタン例

表 1　再起性変動パタン分類

再起性変動パタン	該当パタン
安定	[0,0,0,0] [1,1,1,1]
上昇傾向	[0,0,0,1] [0,0,1,1] [0,1,1,1]
下降傾向	[1,0,0,0] [1,1,0,0] [1,1,1,0]
振動	[0,0,1,0] [0,1,0,0] [0,1,0,1] [0,1,1,0] [1,0,0,1] [1,0,1,0] [1,0,1,1] [1,1,0,1]

表 2　期間別の地域ごと再起性変動パタン．変動パタン割合の上段は測定開始年，下段は測定終了年．

地域	再起性	変動パタン割合 (年)		
観測期間	変動パタン	2012 2014	2013 2015	2012 2015
アジア	安定	20.0%	11.6%	4.0%
	上昇	24.9%	23.9%	19.4%
	下降	23.5%	36.5%	25.5%
	振動	31.6%	28.1%	51.0%
アメリカ大陸	安定	4.9%	3.6%	1.1%
	上昇	59.5%	15.2%	12.9%
	下降	0.2%	29.9%	0%
	振動	35.4%	51.3%	85.9%
中東，南アジア	安定	1.4%	1.3%	0%
	上昇	4.0%	8.8%	1.9%
	下降	79.6%	71.4%	78.0%
	振動	15.0%	18.5%	20.1%
西欧	安定	0%	1.0%	0%
	上昇	15.3%	14.6%	15.3%
	下降	0.8%	33.0%	0.8%
	振動	83.9%	51.4%	83.9%
東欧	安定	5.3%	1.2%	0.5%
	上昇	4.4%	1.5%	1.5%
	下降	0.5%	92.8%	0.5%
	振動	89.9%	4.5%	97.5%

のうち，4 期間すべてにおいてメール送信を行った 17,704 のサーバーを再起性変動観測の対象とした．観測期間は 4 点，配列は (a_0, a_1, a_2, a_3) となり，$[0,0,0,0]$ から $[1,1,1,1]$ の 16 の変動パタンを，

if($a_0 = a_1 = ... = a_n$) then 安定パタン
else if($a_n = 1$&&傾きが 1 つ)then 上昇パタン
else if($a_n = 0$&&傾きが 1 つ)then 下降パタン
else then 振動パタン

というルールのもとに 4 パタンに分類し表 1 に記した．その後，サーバの IP アドレスから MaxMind 社の GeoIP を用いて所在国を特定し，地域ごとに分類した．観測期間を 2012 年，2013 年，2014 年の 3 期間にしたものと，2013 年，2014 年，2015 年の 3 期間にしたものについても同様のルールで分類し実験を行った．

変動パタンごとの地域サーバ数は表 2 のようになった．実験を 3 パタンに分けて行ったのは，変動パタンの変動を見るためだ．例えば，4 期間において振動傾向に分類する $[0,1,0,1]$ と $[0,1,0,0]$ の 2 つは，それぞれ 3 期間で分類すると，$[0,1,0]$ 振動から $[1,0,1]$ 振動へ，$[0,1,0]$ 振動から $[1,0,0]$ 下降へ，とパタンの移り変わりが異なることがわかる．振動から振動パタンのものは今後も振動パタンをとり続けることが予測でき，振動から下降パタンに入ったものは今後管理体制の改善を見込むことができる．変動パタンの変動から，より詳しく行動の予測を立てることが可能となる．

4　考察とまとめ

変動パタンの変動を見ると，アメリカ，東西ヨーロッパでは下降傾向に，アジア全体では値があまり変動していないことがわかる．どの観測においても下降傾向の強い中東，南アジアでは今後も再起性のあるサーバは減少していくと考えられ，上昇傾向から下降傾向へと変動しているアメリカ大陸では，今後も管理体制に変化がみられると考えられる．

本稿はスパム送信サーバの再起性変動の時間変化を指標として利用者/管理者行動の考察を行った．該当指標は、長期間観測を行うことでより精度のある実態把握を行うことができると考えている。

参考文献

[1] Smith P., Hutchison, D., Sterbenz, J.P.G., Schller, M., Fessi, A., Karaliopoulos, M., Lac, C., and Plattner, B :Network resilience: a systematic approach. Communications Magazine, IEEE, Vol.49, No.7, 88-97, 2011.

[2] 山口翔生，中平勝子，北島宗雄:行動変容過程の解明のためのスパム送信サーバ観測，情報処理学会第 77 回全国大会論文集,vol.3,pp.489-490,2015.

[3] Katsuko T. Nakahira, Kakeru Yamaguchi, and Muneo Kitajima:Ecology of Spam Server Under Resilience Force in the e-Network Framework. COGNITIVE 2015 : The Seventh International Conference on Advanced Cognitive Technologies and Applications, 169-174,2015.