

人—基盤相互作用によるスパム送信 ED 値推移ダイナミクスの記述

Dynamics of temporal changes in spam senders' ED-values
based on the interaction between human and substratum factors

長井 貴也[†]
Takaya Nagai

中平 勝子[†]
Katsuko T. Nakahira

北島 宗雄[†]
Muneo Kitajima

1 はじめに

インターネットは社会におけるインフラの一つとして発展を遂げてきたとともに、その中では現実社会とは違う社会が展開されることも知られている。その中では、社会を成立させるための行動の他に迷惑行為も多く行なわれている。岩田らによるとインターネット上の社会現象は e-network の枠組み [1] で記述可能だとされている。e-network の枠組みによると、インターネット社会を構成する要素として人、基盤、環境、生成物、それを媒介するメディアと考えることができる。そこで生じる社会現象はこれらのダイナミクスで記述し、それに基づいて分析を行うことで、社会現象の原因を推定可能である。本稿では、そのうちの迷惑行為の一つであるスパム送信を対象に、人—基盤相互作用によって分析する。山口らが考案したスパム送信サーバ行動を定量化する指標として ED 値 [2] を導入し、人的要因にそれを運営・設置を行う技術者の能力、基盤要素に最新の技術によって生み出されるソフトウェア、ハードウェアによって左右されると仮定し、それらを用いた ED 値推移を表現する。

2 スпам送信サーバにおける人—基盤相互作用

Nakahira らが考案したスパム送信サーバ行動変容プロセスの微細構造 [3] によると、スパム送信状態変容を決めるのは人的要素、基盤要素、環境要素の相互作用としている。本稿で扱う人—基盤相互作用によるスパム送信は次のように考える。人的要素は、サーバの管理者と管理者に直属する技術者がいる。管理者は自身で管理・運用に携わっている場合もあるが、巨大システムになると管理についてすべてを把握することが困難になる。技術者の統括・指示を行いサーバの設備投資の意思決定を行う人物を管理者と考え、実際のサーバ運用は技術者に一任するものとする。よって、技術者がサーバの運用を行うにあたって技術者の意見が受け入れられる理想的な環境と想定し、管理者に関する設備投資に関する意思決定を定数にすることによって、管理・運用体制の変容は近似的に技術者—基盤相互作用の結果とすることができる。スパム送信における人—基盤相互作用に対して各要素の記述を行う。

基盤要素：メールを送受信するのにメールサーバを基盤要素として考える。本稿では、メールサーバを処理装置/記憶装置などのハードウェア、OS/アプリケーションソフトなどをソフトウェアの 2 種類に分けて考える。

人的要素：人的要素はサーバ設置・運用に関する知識や技術者としての経験からなどの技術者としてのスキルと、新しい技術を習得しようとする意欲・モラルなどから構成される技術者としてのマインドをあてはめる。

人から基盤へ向かう良い作用とは技術者のスキルやマインドを用いて基盤技術利用の最適化を行うことである。それによりサーバ運営を適切に行える。しかしスキルやマインドの欠如によりスパム送信を蔓延させてしまう悪い作用もたらすことも

考えられる。基盤から人への良い作用として基盤技術の更新によって技術者の知識習得や知識習得の意欲やモラルの向上を促すことである。しかし、基盤技術の更新を怠ると技術者の意欲の低下、スキルの陳腐化などの悪い作用をもたらすことも考えられる。スパム送信サーバへの変容を決めるのはサーバの管理・運用体制つまり、これらの人—基盤相互作用によって左右されると考えることができる。

3 人—基盤相互作用の表現とスパム送信量の関係

管理体制の定式化について説明を行う。管理・運用体制は \mathbf{O} と記述できる。 \mathbf{O} は人的要素の作用 \mathbf{H} と基盤要素の作用を \mathbf{S} を用いて、

$$\mathbf{O}(t) = \mathbf{H}(t)\mathbf{S}(t) \quad (1)$$

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{11}(t) & h_{12}(t) & \cdots & h_{1n}(t) \\ h_{21}(t) & h_{22}(t) & \cdots & h_{2n}(t) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{m1}(t) & h_{m2}(t) & \cdots & h_{mn}(t) \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} s_1(t) \\ s_2(t) \\ \vdots \\ s_n(t) \end{bmatrix} \quad \mathbf{O} = \begin{bmatrix} o_1(t) \\ o_2(t) \\ \vdots \\ o_n(t) \end{bmatrix} \quad (3)$$

と記述する。各成分について説明を行う。人的要素の作用 \mathbf{H} は m 行 n 列の行列で、基盤要素の作用 \mathbf{S} は n 列のベクトル、管理・運用体制 \mathbf{O} は n 列のベクトルで記述することができる。本稿では $m = n = 2$ とする。人的要素の作用 \mathbf{H} の m 行の成分を技術者の能力、 $m = 1$ を技術者のマインド、 $m = 2$ を技術者のスキルと表現した。また n 行の成分を基盤要素に関わる能力、 $n = 1$ をハードウェアに関する能力、 $n = 2$ をソフトウェアに関する能力と表現した。例えば、 h_{11} はハードウェアに関わる技術者のマインドを表現している。技術者の知識の習得、学習意欲の低下などのイベントは時間とともに変化することから、時間変化すると捉えることができる。成分の $h_{ij} (1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n)$ の値は以下の評価関数 $f(C_{ij}, t)$ に従う。

$$h_{ij}(t) = f(C_{ij}, t) = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \quad (4)$$

$$s_j(t), o_j(t) = f(C_j, t) = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \quad (5)$$

と記述する。 $f(C_{ij}, t)$ は i 行 j 列における要素 C_{ij} が一定水準を超えた時に 1 の値をとり、一定水準を超えなかった時に 0 の値をとる。基盤の作用 \mathbf{S} の成分 s_1 は最新のハードウェア、 s_2 は最新のソフトウェアを表している。同様に s_n の値にしても

[†] 長岡技術科学大学

評価関数 $f(C_j, t)$ に従う。管理・運用体制は O の各要素, o_1 はハードウェアに関する管理・運用体制, o_2 はソフトウェアに関する管理・運用体制を表している。管理・運用体制を評価する指標 $O(t)$ は, 各要素が時間変化すると仮定して,

$$O(t) = \sum_{i=1}^n o_i(t) \quad (6)$$

と記述する。

メールサーバの配下 $n(t)$ 個のクライアントがある。 k 番目のクライアントからの $s^k(t)$ 通のスパム送信要求を行う。この時にメールサーバに寄せられる総スパム送信要求は $M_r(t)$ は $s(t) = \sum_{k=1}^{n(t)} s^k(t)$ と置くことができる。この時実際にメールサーバの外部に流出するスパムメールの量 $M_s(t)$ は管理・運用体制 $O(t)$ と管理・運用体制が最も厳しく行われる状態 O_{max} を用いて,

$$M_s(t) = \left(1 - \frac{O(t)}{O_{max}}\right) M_r(t) \quad (O_{max} \geq O(t)) \quad (7)$$

と記述することができる。 $M_s(t)$ において小数点以下は切り下げとする。 $O(t) = O_{max}$ の時, $M_s(t) = 0$ となりスパム送信は行われない。ここで, 人的要素の作用 H の各変数, あるいは基盤要素の作用 S の変数が変化しとす。その結果, $(1 - \frac{O(t)}{O_{max}})$ 倍だけスパム送信が行われる。これがスパム送信状態変容として表出化され, ED 値に反映される。

4 管理体制の変容における ED 推移ダイナミクス

管理体制の変容における ED 推移ダイナミクスを考察する。本章では, スパム送信サーバ行動を定量化するため ED 値を導入する。観測期間全体 $T = 2^{24}$ (s) 最小観測幅を 1(s), 最大観測幅を 2^{19} (s)(約一週間)とした。また, 管理体制の変化に伴うスパム送信サーバの行動変容を観測するため, T を 2^{19} で分割する。 n 番目の区間におけるスパム送信量は式 (6) より求める。スパムメールはその区間内のランダムな時刻に観測されるとする。スパムメール総量は $M_r(t) = M_c = 10$ とする。以上を条件として管理体制の変容による ED 推移ダイナミクスの考察を行う。

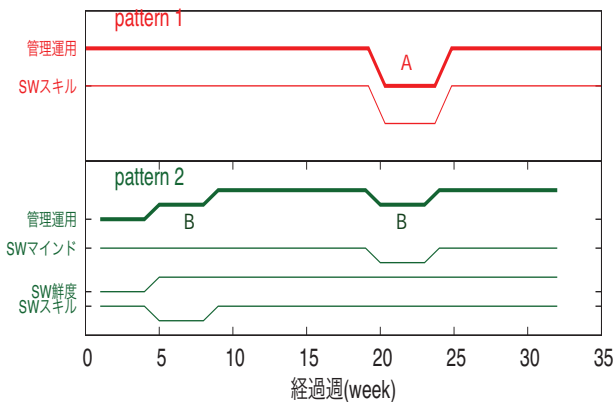


図 1 管理・運用体制の変容

図 1 は H と S の時間推移を示す。縦軸はそれぞれの要素の変化を, 横軸は 2^{19} (約 1 週間) で分割した時間帯の区間番号である。図 2 は図 1 の各状態に対する ED 推移図を表している。

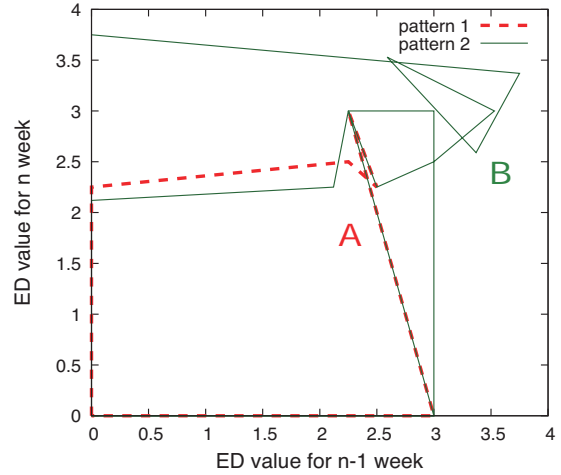


図 2 ED 推移図

図 1, 図 2 について予想される社会現象について考察を行う。始めに図 1 の pattern1 について考察を行う。観測開始からある時期までは管理・運用体制は管理・運用体制が最も厳しく行われる状態であった。これは基盤要素は最新のソフトウェア, 最新のハードウェアを備えており, 技術者は卓越したスキル, マインドを持っている。サービスを行うには最も良い状態である。しかし, ある時期を境に技術者のスキルが劣化が認められる。その結果, 管理・運用体制は低下し, スパム送信が行われ ED 値が変化する。図 2 の A が対応している。 pattern1 のある時点で技術者の交代あるいは新スキル習得により管理・運用体制は改善されたことを意味している。また図 2 より ED 値の値が y 軸に近づいていることがわかる。管理・運用体制が健全性を取り戻しスパム送信が停止したことを示している。次に図 1 の pattern2 について考察を行う。観測開始直後は旧式のソフトウェアを使用している状態である。図 2 の B に対応している。ソフトウェアの更新また購入による設備投資によりソフトウェアの鮮度が上昇した。しかし, 最新のソフトウェアにより新たなスキルが技術者要求されるため, 相対的なスキルの低下が発生している。技術者の交代あるいは新スキル習得により管理体制・運用体制は改善された。ある時点で, ソフトに関するマインドが低下している。学習意欲の低下や管理・運用に対する怠惰により ED 値が変化していることがわかる。

5 まとめと今後の課題

人—基盤相互作用によって ED 値の推移を表現することができた。今後は人—基盤相互作用における要素数を増やし, 評価関数の複雑化によって, 人—基盤相互作用の ED 値の推移をより正確に表現することができると考えられる。

参考文献

- [1] 岩田翔汰, 中平勝子, 北島宗雄: 通信基盤と人との相互作用による情報生成・流通プロセスの記述とバイラルメディアへの適用, FIT2014 J-033, 2014.
- [2] 山口翔生, 中平勝子, 北島宗雄: インターネットレジリエンス感知のためのスパム送信サーバの行動変容観測, 情報処理学会論文誌, vol.56, 2022-2031, oct 2015.
- [3] Katusko T, Kakeru Yamaguchi, and Muneo Kitajima: Ecology of Spam Server Under Resilience Force in the e-Network. COGNITIVE 2015: The Seventh International Conference on Advanced Cognitive Technology and Applications, 169-174, 2015.