

電子メールによるコンピュータウィルスの伝染

箕浦 正人[†] 林 幸雄[†]

北陸先端科学技術大学院大学[†]

1. まえがき

近年、インターネットの拡大とともに、世界のインターネット人口は急激な増加を続けている。インターネット人口の増加とともにコンピュータウィルスの被害も拡大している。ウィルスによる被害を抑えるためには、ウィルス伝染による被害の予測とその対策が重要である。

ウィルスの伝染に関する研究は従来から行われているが、実際のウィルスが伝染するネットワークと異なるネットワークなどで解析しているものが多い(1)(2)。一方、様々なネットワークにおいてハブを免疫することによって被害が抑えられることが分かっている(3)(4)。

そこで、本研究では、実際のメールの使用頻度分布を用いて、メールの送受信ネットワークを (α, β) モデル(5)を使って人工的に生成し、メールによるウィルスの伝染について解析し、ハブを免疫することがどの程度有効であるかを調べた。

平均送受信数が多くなるとウィルスは広範囲に広がって、感染するPCの総数が多くなり被害は大きくなるが、ネットワーク内からウィルスが消滅するまでにかかる時間は短くなった。

しかし、発見確率の値が小さいと、平均送受信数による差が大きいが、の値が大きくなるとその差は小さくなった。

2. ウィルスの伝染モデル

本研究で用いたウィルスの伝染モデルは、未感染状態、保有状態、感染状態、免疫状態の4つの状態を遷移する。各頂点における状態遷移を図1に示す。1つのウィルスに対しウィルスを実行して感染させてしまう確率（実行確率）ウィルスを発見して消滅させる確率（発見確率）とする。未感染状態のPCにウィルスが伝染した場合に、すぐに免疫状態となるか、保有状態から免疫状態となるか、保有状態から感染状態となり免疫状態となる3つの遷移の仕方がある。感染状態になったときに近接するPCにウィルスを1つずつ伝染させて感染状態となる。ウィルス保有数は最大で近接するPCの台数とする。

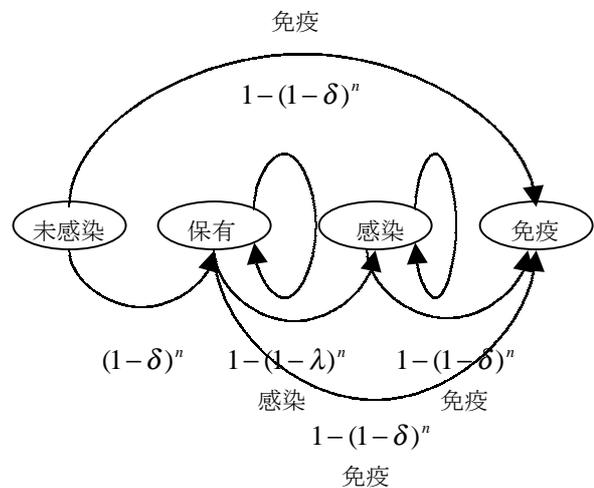


図1 状態の状態遷移図

3. シミュレーションによる解析

3-1. 平均送受信数の変化

ネットワーク内のPCの総数を1000個に固定して、平均送受信数を変化させたときのウィルスの広がり、ネットワーク内からウィルスが消滅するまでにかかった時間を調べた。

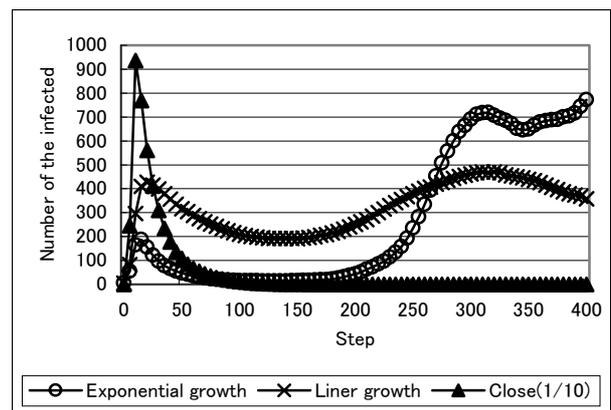


図2 ウィルスを保有するPCの推移

Spread of the computer virus via E-mails
[†]Masato Minoura and Yukio Hayashi
 Japan Advanced Institute of Science and Technology

3-2. 成長するネットワークによる解析

実際のネットワークは日々大きくなっており、本研究でもウィルスの伝染と共に成長するネットワークを考え、ウィルスの広がりを調べた。

まず、ネットワーク内の PC を 400 としてウィルスが広がるともに、1%ずつ増加させる(指数成長)ネットワークと 50 個ずつ増加する(線形成長)ネットワークについて、ウィルスの広がりを調べた。図 2 は指数成長、線形成長、成長しないネットワークそれぞれのウィルスの広がりを表したものである。成長しないネットワークでは一端増加してから単調減少して消滅する。線形成長と指数成長ネットワークでは一端増加してからほぼ消滅し、また増加するという特徴があることが明らかになった。

指数成長のネットワークにおけるウィルスの広がりに は、発見確率 の値が重要である。 = 4% のときでは 50% 確率でこのような広がりが見られるが = 6% になると ほぼ 0% になってしまう。

3-3. ハブとランダム免疫化

成長するネットワークについて、ハブを免疫化するとウィルスの広がりを抑えられるかを調べた。

30step ごとにハブを優先的に免疫する場合とランダムに免疫する場合とによる違いを調べた。

免疫割合が 10% であれば、ハブを免疫化する場合には、30step ごとに免疫するときに出度数が多い順に 10% の頂点を免疫する。一方、ランダムに免疫化する場合は、免疫しようとした PC の合計数が全体の 10% になるようにした。

ハブを免疫化する場合は、図 3 で示すように免疫割合が 20% になると感染数を半減させることができ、30% になるとほとんど絶滅する。ランダムに免疫化する場合は免疫割合を 30% にしてもあまり効果は見られない。しかし、ハブを免疫化する場合はランダムに免疫化する場合よりもウィルスが長く生き延びてしまうことが明らかになった。

また、線形成長ネットワークの場合についても同様に、ハブ、ランダムの両方について免疫させた。その結果、線形成長の方が指数成長よりもハブに免疫させる効果が大きかった。

4. まとめ

実際のメール送受信頻度を用いて、電子メールによるコンピュータウィルスの伝染に関するシミュレーションを行った。

メールの使用頻度が多くなるとウィルスは発見されやすくなると考えられるが、被害が拡大してしまうことが明らかになった。将来メールをする頻度が増加すると考えられるので、被害が増加することが予測される。しかし、ウィルスに対する予防をしっかりとすることによって被害を抑える事ができる。

ネットワークが増加しない場合には、最終的にはウィルスが消滅することが分かっていた。しかし、ネットワークが成長するときには、しづとくウィルスが生き残る

ことが明らかになった。成長するネットワークでは、ハブとなる PC を免疫化することによって被害を抑えることができる。

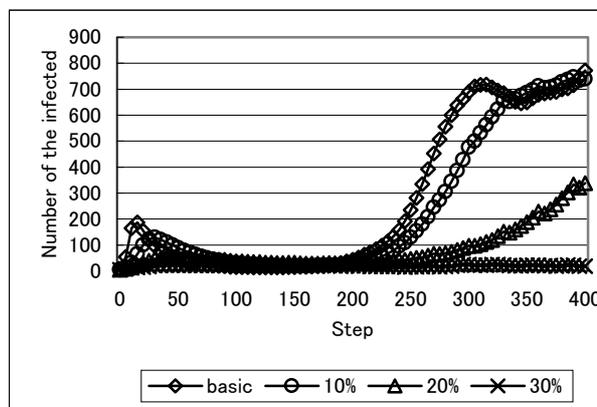


図3指数成長におけるハブ免疫化

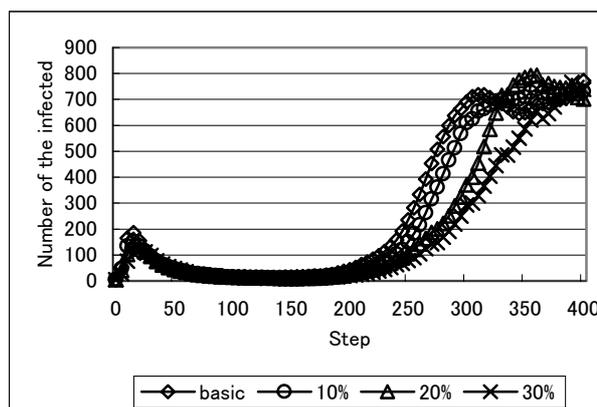


図4指数成長におけるランダム免疫化

文献

- (1) 岡本剛, 石田好輝, “電子メールにより拡散するコンピュータウィルスの拡散モデルの解析,” 電子情報通信学会論文誌, vol.J84-D-I, No.5, pp.474-482, (2001).
- (2) T.Okamoto and Y.Ishida, “A Performance of A Mobile Anti-virus System,” AROB7th'02, January, (2002).
- (3) M.E.J.Newton Stephanie Forrest and Justin Balthrop, “Email networks and the spread of computer viruses,” Phys.Rev.E 66,035101, (2002).
- (4) Zoltán Dezső and Albert-László Barabási, “Halting viruses in scale-free networks,” Phys.Rev.E 65,055103, (2002).
- (5) R.Kumar, P.Raghavan, S.Rajagopalan, and A.Tomkins, “Extracting large-scale knowledge based from the web,” Proc. of the 25th VLDB Conf., pp7-10,(1999).