

模型及仿真整理

王帅

目录

1 模型描述	1
1.1 模型描述	1
1.2 目前存在的问题	3
1.3 模拟结果 (采用活跃性描述)	4

1 模型描述

1.1 模型描述

模型地址: [multiplex_networks.m](#)

1.1.1 网络模型

双层网络, 节点总数为 $N = 2,000$ 其中下层为 BA 网络, 作为接触层模拟疾病传播; 上层网络对下层的 BA 网络随机增加 400 条边, 以保证两层网络的相关性, 作为信息层模拟疾病相关信息的传播。

1.1.2 传播模型

接触层在 SIS 和 SIR 传播模型均作了模拟:

1. 下层为 SIS 传播模型, 上层为 UAU 传播模型;
2. 下层为 SIR 传播模型, 上层为 UAU 传播模型。

基本策略:

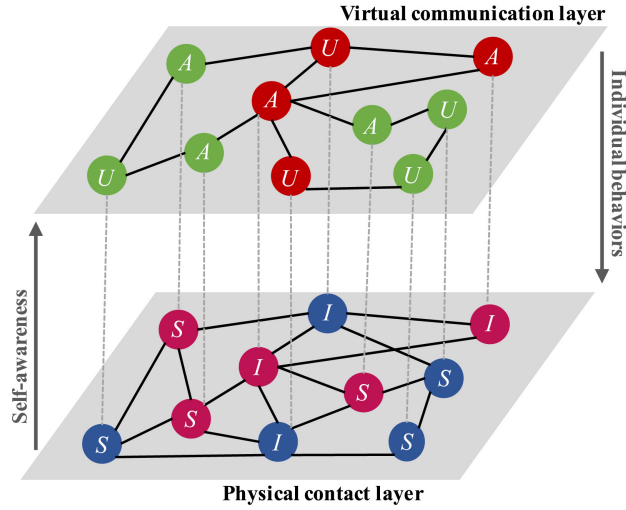


图 1: 图 1-双层网络传播模型的示意图

下层网络代表接触层, 进行疾病传播, 采用 SIS 传播模型: 在每个时间, 易感状态节点在接触了感染状态的邻居时有 β 概率被传染为感染态节点, 感染状态节点以 μ 的概率会康复成为易感状态节点 (SIS 模型);

上层网络代表信息层, 进行疾病相关信息的传播, 采用 UAU 传播模型: 在每个时间, 未知状态节点在接触了已知状态的邻居时有 λ 概率被传播为已知状态节点, 已知状态节点以 δ 的概率会遗忘信息成为未知状态节点;

交互规则: 接触层感染状态节点会以 α 的信息上传率, 在每个时间变为信息层的已知状态节点, 信息层的已知状态节点在接触层若是易感状态节点, 其和其他节点接触时会携带 σ_S 的感染率衰减。

注: 本模型 U 状态的节点实际表示不愿意传播关于疾病的信息, A 状态的节点表示愿意传播信息。所以下层的信息上传率实际的意义是刚感染的节点在每个时间有 α 的概率愿意在上层传播疾病相关的信息。

- β 感染概率
- μ 恢复概率/免疫概率
- λ 传播概率
- δ 遗忘概率
- α 信息上传率

- σ_S S 节点在知道信息后的防御系数/感染率衰减

1.1.3 原始策略描述 (用活跃性描述)

在每个时间:

信息层的已知状态节点都会以 *inactiverate* 的概率变为接触层的不活跃节点; 信息层的未知状态节点都会以 *activerate* 的概率重新变为接触层的活跃节点。

其中:

接触层的“不活跃节点”在进行疾病传播时只会和“活跃邻居节点”接触, 而不会和其他不活跃邻居节点接触; 接触层“活跃节点”则会和“所有节点”接触, 不管其邻居的状态时活跃还是不活跃。

- *inactiverate* 接触层节点变为不活跃状态的概率
- *activerate* 接触层节点变为活跃状态的概率

注: 可以设置 $inactiverate + activerate = 1$

1.1.4 新策略描述 (用警觉性描述)

在每个时间:

信息层的已知状态节点都会以 *activerate* 的概率变为接触层的警觉节点; 信息层的未知状态节点都会以 *inactiverate* 的概率重新变为接触层的非警觉节点。

其中:

接触层的“警觉节点”在进行疾病传播时只会和“警觉邻居节点”接触, 而不会和其他非警觉邻居节点接触; 接触层“非警觉节点”则会和“所有节点”接触, 不管其邻居的状态时活跃还是不活跃。

注: 这里考虑的是警觉节点平时防护性高, 不管其是感染还是易感, 和其接触比和未知节点接触更安全。

- *activerate* 接触层节点变为警觉状态的概率
- *inactiverate* 接触层节点变为非警觉状态的概率

注: 可以设置 $inactiverate + activerate = 1$

1.2 目前存在的问题

当前论文采用的是警觉机制的策略 (即上面第二个策略), 但是效果几乎没有 (也许和参数有点关系, 但效果是没有第一种策略好的)

可能的原因: 警觉节点是由 A 状态节点依概率来的 (每个 A 状态的节点每个时刻都有几率变为警觉节点), 而警觉性的消失是由 A 节点遗忘为 U 节点恢复的, 所以警觉性比例之比 A 状态比例低一点, 只不过延迟几个时间。因此信息传播越广警觉节点比例就越高, 在我们的初步仿真模型中占比 80% 多, 导致在下层连通率也很高, 使得效果几乎就比无策略好一点。

而采用活跃性的策略, 效果则比较明显, 见下面的图。因为一开始所有节点都是活跃的, 而 A 状态的节点会以概率变为非活跃节点, 非活跃节点只会和活跃节点接触, 随着信息的扩散越来越广, 网络中的越来越多的节点会变为非活跃节点, 因此接触网络中的有效连接就会变少, 从而抑制疾病的传播。

改进方向: 希望可以给活跃性策略换一种更合理的对应实际生活的名字, 使得可以在论文中采用活跃性的模型。

1.3 模拟结果 (采用活跃性描述)

为了方便对比, 本节所有模型使用的都是相同的参数。

SIS 参数: 感染率 $\beta = 0.2$, 恢复率/免疫率 $\mu = 0.1$

UAU 参数: 传播率 $\lambda = 0.4$, 遗忘率 $\delta = 0.15$

策略参数: 节点不活跃概率 $inactiverate = 0.4$, 活跃概率 $activerate = 0.6$

层间交互参数: 信息上传率 $\alpha = 0.6$, 感染率衰减 $\sigma_S = 0.7$

1.3.1 SIS-UAU

当没有加入策略时, $inactiverate = 0$, $activerate = 1$, 其他参数不变。

图 2(图 3) 注:

- 绿色曲线代表知情节点密度
- 蓝色曲线代表感染节点密度
- 红色曲线代表不活跃节点密度

加入策略的结果:

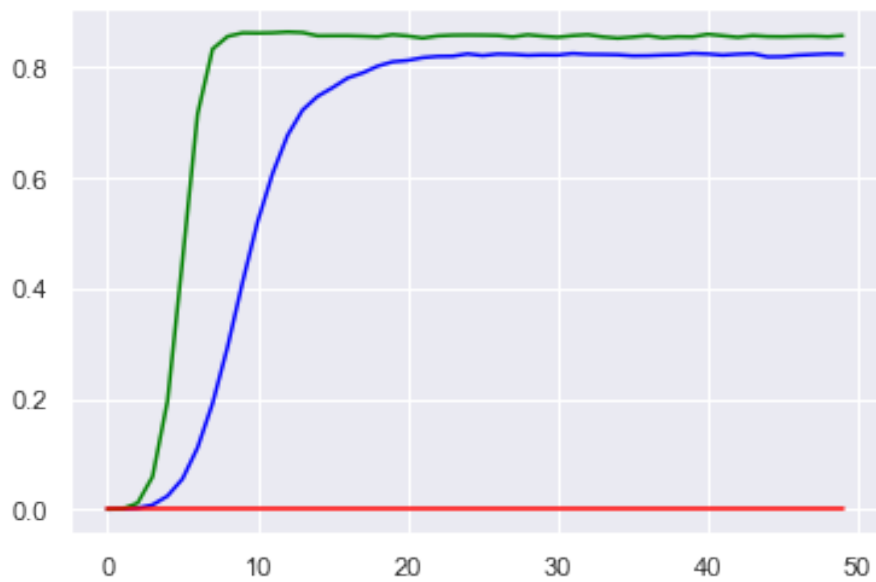


图 2: 图 2 SIS-UAU 传播结果 - 没有加入策略

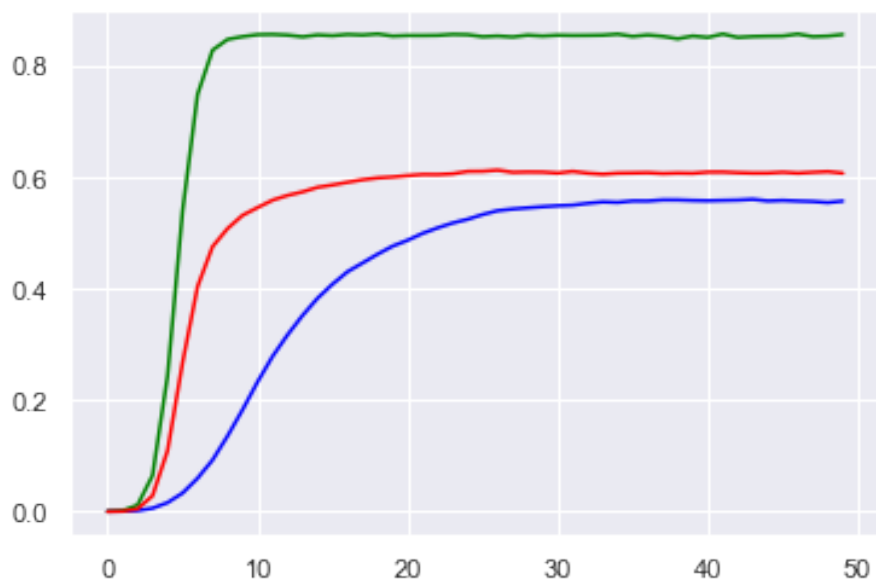


图 3: 图 3 SIS-UAU 传播结果 - 加入策略