

# 마스크 밖에서도 써야할까..?

20132927 정재명

## - 서론 -

여름이 왔습니다. 이 시국에 이것은 큰 문제가 아닐 수 없습니다. 더운데 마스크를 쓰는 일은 고통스러운 일입니다. 개인적으로는 피부가 많이 손상되어 속상한 것도 있습니다. 물론 세계가 질병으로 인해 고통을 겪는 상황에서 이깟일이 무슨 대수일까라고 생각할 수도 있습니다. 하지만 조금 더 현명하게 마스크를 쓸 수 있다면, 마스크를 쓰는 시기를 '최적화'할 수 있다면 좋겠다는 바람을 지을 수가 없습니다.

그래서 사방이 가로막힌 '실내'와 그렇지 않은 '야외'를 구분해서 마스크를 쓰면 어떨까?라는 생각을 해보았습니다. 폐쇄된 밀집 지역에서는 꼭 마스크를 쓰고 그렇지 않은 곳에서는 쓰지 않는 것입니다. 이미 밀집된 실내에서는 꼭 마스크를 써야하지만 야외에서는 마스크를 쓰지 않아도 된다고 이야기를 하는 전문가들이 있습니다.<sup>1</sup>

그래서 이번 시뮬레이션을 통해, 마스크를 항상써야만 하는지를 테스트해보려고 합니다. 비록 지나치게 단순화된 모델을 사용하긴 하지만, 마스크를 무조건 쓰는 것과 그렇지 않은 것의 전파 추이를 살펴볼 수 있다는 것에 이 시뮬레이션의 의의를 둘 수 있습니다.

## - 실험 목적 -

바이러스와 접촉될 확률이 높은 곳에서는 꼭 마스크를 쓰고 바이러스와 접촉될 확률이 낮은 곳에서는 마스크를 쓰지 않아도 되는지 알아보는 것입니다. 전자는 전파가 쉬운 폐쇄되고 밀집한 실내라고 생각할 수 있고, 후자를 개방되고 분산되어 있는 야외라고 할 수 있습니다. 전파가 쉬운 폐쇄되고 밀집한 실내에서는 마스크를 꼭 쓰고, 그렇지 않고 개방되고 분산되어 있는 야외에서는 마스크를 쓰지 않습니다. 이 때 어느 장소든지 지금 대한민국처럼 항상 마스크를 쓴 경우와 비교하여 전파의 추이가 어떻게 변하는지를 살펴보고자 합니다.

## - 실험 환경 -

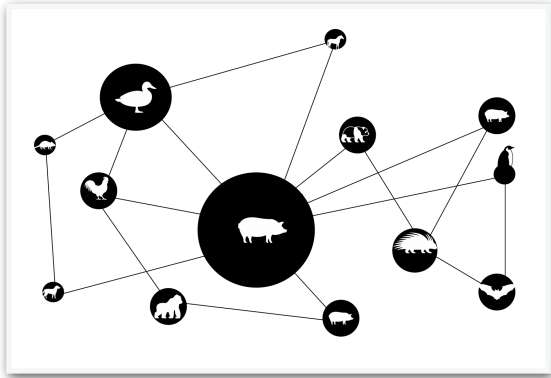


실험 목적을 명확히 달성하기 위해 몇 가지 변수들을 고정된 상수값으로 지정하였습니다. 먼저, 확률을 고정하였습니다. 이번 실험에서 필요로 하는 확률은 마스크를 썼을 때와 그렇지 않았을 때 **감염률**입니다. 이 확률 또한 바뀌가면서 실험을 하는 것도 의미있지만, 딱 두가지 상황으로 나누어서 명확하게 차이를 확인하고자 **마스크를 썼을 때 20%, 쓰지 않았을 때 5%**<sup>2</sup>로 각각 확률을 고정하였습니다. 이는 아래 각주에 링크된 기사에 근거하여 결정하였습니다. 또한 R0를 3.0으로 보아 **회복률**을 1/15의 확률로 하였습니다.

<sup>1</sup> "코로나19 예방 마스크 야외서는 벗고, 실내에선 써야", 동아일보, <http://dongascience.donga.com/news.php?idx=34289>

<sup>2</sup> "마스크는 코로나19 감염률 14%, 2m 거리두기는 9.8% 떨어트린다", 동아사이언스, <http://dongascience.donga.com/news.php?idx=37117>

다음으로 '밀집 지역'과 '희박 지역'에 대한 명확한 구분이 필요합니다. 폐쇄되고 정적이며 인구밀도가 높은 곳은 **밀집지역**, 그렇지 않고 개방되어 있고 동적이며 인구밀도가 낮은 지역을 **희박지역**이라고 정의합니다. 세분화하지 않고 이렇게 딱 이분화하여 단어를 정의하는 게 실험의 목적을 달성하기에 더 적합하다고 생각했습니다.

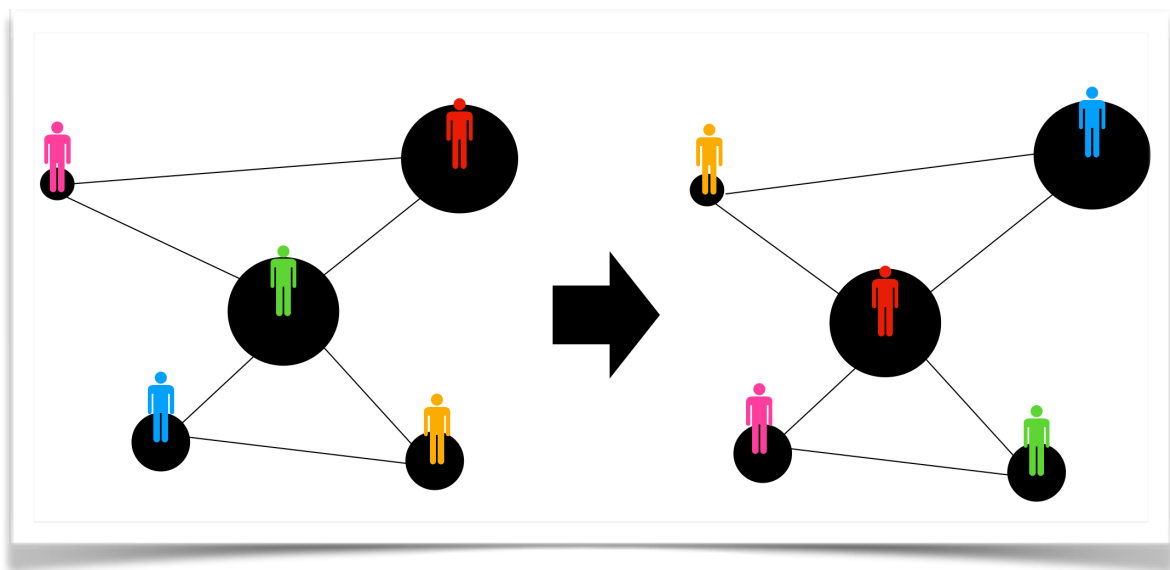


이렇게 정의된 **밀집 지역**은 **희박지역**에 비해 전파가 더 잘됩니다. 이를 나타내기 위해 Barabasi-Albert 모델을 사용하여 그래프를 만들었습니다. 이 모델은 극단적으로 다수의 링크를 갖는 소수의 '허브' 노드가 존재합니다. 링크의 수가 많다는 것은 접촉되어 있는 노드가 많다는 것을 의미합니다. 따라서 이 허브 노드를 밀집지역, 그렇지 않은 노드를 희박지역으로 하였습니다. 즉, '링크의 숫자'를 기준으로 밀집지역과 희박지역이 구분됩니다.

1000x1000 크기로 만들어진 이 그래프를 BAGraph라 하겠습니다. 이 그래프의 한 노드는 '위치'를 의미합니다. 그리고 각 위치 노드마다 한명의 사람이 각각 존재합니다. **허브 노드**에

서 있는 사람은 그만큼 접촉되는 사람이 많다는 것을 의미합니다.

사람은 SIR 중 하나의 상태를 가집니다. I 상태를 가지는 감염된 사람은 매 턴마다 주위에 사람을 확인하여 S 상태를 가진 사람을 I 상태로 변경을 시도합니다. 이 때 적용되는 확률은 마스크를 썼을 때랑 그렇지 않을 때가 다르게 적용됩니다. 만약 사람 노드의 위치가 밀집지역이라면 마스크를 쓴 확률(1/20)을 적용시키고, 희박지역이라면 마스크를 쓰지 않은 확률(1/5)을 적용시킵니다. 그리고 그 턴이 끝나기 전에 회복을 시도(1/15)합니다. 사람 객체는 Node class에 의해 생성되고 이 객체들은 `vector<Node *>`에 담겨 관리됩니다. 매 턴마다 이 벡터를 섞어서 사람의 이동을 표현합니다.



**초기 감염자의 수는 1로** 설정하였습니다. 시뮬레이션 결과, 위너버스 유튜브 동영상에서 설명한 했듯 초기 감염자는 최종 감염자 수의 큰 차이를 일으키지 않았습니다. 너무 큰 수만 아니면 큰 차이가 존재하지 않았습니다.

정리하면 다음과 같습니다.

1. 마스크를 썼을 때 감염률: 1/20, 안썼을 때 감염률: 1/5, 회복률: 1/15
2. BAGraph는 맵, Node는 사람. 사람은 BAGraph의 노드 하나당 하나씩 배치.
3. 사람 노드들은 매 턴마다 BAGraph에서의 위치가 바뀌고, 감염된 사람은 그 위치와 접촉되어 있는 노드에 서 있는 사람에게 감염 시도.
4. 턴이 끝나기 전에 감염된 사람은 회복을 시도함.
5. 최초의 감염자는 1명, 모든 감염자가 사라지면 시뮬레이션 종료.

## - 실험 과정 -

다시 실험의 목적을 살펴보겠습니다. '항상 마스크를 쓴 것' vs '밀집한 곳에서만 마스크를 쓴 것' 이 차이를 살펴 보는 것이 시뮬레이션의 목적이었습니다. 이를 위해 밀집 지역과 희박지역을 구분하는 기준인 **링크의 수**를 변화시켜보았습니다. 이를 통해 이 정도의 밀집도에서는 마스크를 쓰지 않아도 되는구나를 알아볼 것입니다.

**최종 감염자의 수와 종식까지 걸린 시간**이 평가 기준입니다. 이 두가지가 크게 달라지지 않는다면 굳이 희박지역에서 마스크를 쓰지 않아도 될 것입니다.

BAGraphGenerator를 통해 만든 하나의 그래프로만 시뮬레이션을 진행합니다. 이는 허브의 수와 링크의 수를 고정시켜서 실험을 더욱 단순화하기 위함입니다. 이렇게 만든 그래프의 '각 노드의 차수'를 기준으로 정렬하여 해당 차수를 가진 노드가 몇개인지 확인해 보았습니다.

(0,2) (502,3) (697,4) (795,5) (857,6) (890,7) (910,8) (931,9) (943,10) (949,11) (954,12) (960,13)  
(967,14) (974,15) (977,16) (983,17) (985,18) (988,19) (989,22) (990,24) (992,29) (993,33) (994,37)  
(995,43) (996,45) (997,59) (998,64) (999,85)

오른쪽에 위치한 수는 '차수'이고 왼쪽의 수는 그 차수가 처음 나온 인덱스입니다. 위 그래프는 2개의 링크를 가진 노드가 502개, 85개의 링크를 가진 노드가 1개인 그래프입니다.

이 BAGraph그래프의 노드가 가질 수 있는 링크 수의 경우의 수는 다음과 같습니다.

2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 22 24 29 33 37 43 45 59 64 85

위에서 나열한 수를 각각 **밀집지역**과 **희박지역**을 나누는 기준으로 설정하여 매번 어떻게 달라지는지 시뮬레이션해 보았습니다. 예를 들어 3을 기준으로 한다면, 링크 수가 3보다 작으면 이를 희박지역으로 보고 마스크를 쓰지 않습니다. 따라서 약 500정도의 이 S상태의 노드들은 감염노드와 접촉시, 1/5의 확률로 I상태가 됩니다. 3 이상이면 이곳을 밀집지역으로 보고 마스크를 씁니다. 따라서 여기에 놓여진 S상태의 노드들은 감염노드와 접촉시 1/20확률로 I상태가 됩니다.

이렇게 밀집지역과 희박지역을 나누는 기준을 변경하면서 어떻게 최종 감염자의 수와 종식일까지 걸린 시간이 변하는지 실험해 보았습니다. 이 기준을 TIPPING\_POINT\_HUB라는 상수로 정의하였습니다. 이 실험에서의 유일한 변수입니다.

## - 시뮬레이션 -

TIPPING\_POINT\_HUB를 2부터 85까지 수정하여 시뮬레이션을 실행했습니다. 각각 100회씩 수행하고 평균수치를 출력하도록 했습니다. 그 결과로 나온 값들을 바탕으로 종식될 때까지 얼마나 시간이 걸렸는지, 최대 감염자 수는 얼마였는지를 확인해보았습니다.

다음은 시뮬레이션 결과입니다.

2일때, 최종 감염자 수: 506, 종식 때까지 걸린 시간: 187, 마스크를 쓴 노드의 수: 1000  
3일때, 최종 감염자 수: 835, 종식 때까지 걸린 시간: 173, 마스크를 쓴 노드의 수: 498  
4일때, 최종 감염자 수: 884, 종식 때까지 걸린 시간: 163, 마스크를 쓴 노드의 수: 303  
5일때, 최종 감염자 수: 939, 종식 때까지 걸린 시간: 159, 마스크를 쓴 노드의 수: 205  
6일때, 최종 감염자 수: 939, 종식 때까지 걸린 시간: 154, 마스크를 쓴 노드의 수: 143  
...

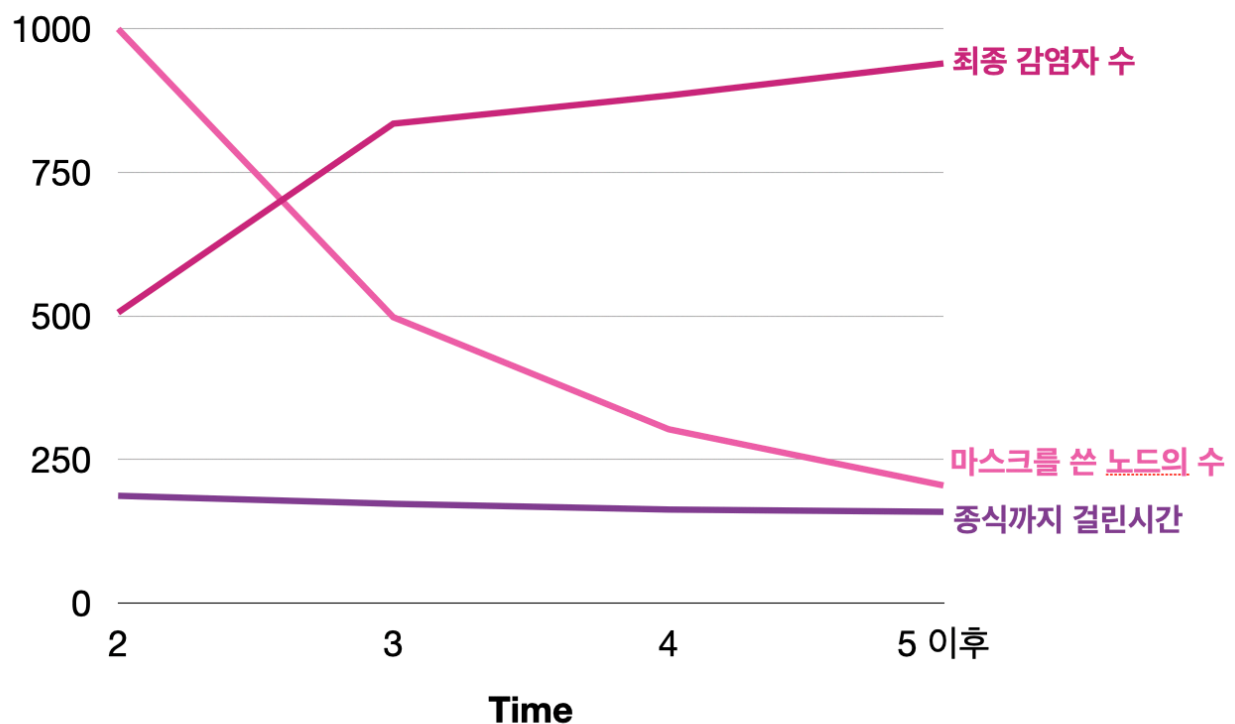
2일때, 최종 감염자 수: 948, 종식 때까지 걸린 시간: 150, 마스크를 쓴 노드의 수: 1

TIPPING\_POINT\_HUB가 2일때는 링크 수가 2이상인 노드가 모두 마스크를 착용합니다. 모든 노드의 링크가 2 이상이기 때문에 이때는 모든 노드가 마스크를 착용하여 모든 노드가 감염노드로 부터 1/20확률을 적용받아 감염 됩니다. 이 때 최종 감염자는 전체의 절반 수준이었고 종식까지 걸린 시간은 187입니다.

TIPPING\_POINT\_HUB가 3일 때는 링크 수가 3이상인 노드들만 마스크를 착용합니다. 링크수가 2인 노드의 개 수가 502개입니다. 따라서 502개의 노드에서는 마스크를 쓰지 않고 498개의 노드에서는 마스크를 착용합니다. 이때 최종 감염자 수는 835이고 종식까지 걸린 시간은 173입니다.

TIPPING\_POINT\_HUB가 4일 때는 링크 수가 4이상인 노드들만 마스크를 착용합니다. 링크수가 4가 아닌 노드 의 개수는 697개입니다. 따라서 697개의 노드에서는 마스크를 쓰지 않고 303개의 노드에서는 마스크를 착용합 니다. 이때 최종 감염자 수는 884이고 종식까지 걸린 시간은 163입니다.

약 200개의 노드에게서만 마스크를 쓰고 약 800개의 노드에서는 마스크를 쓰지 않은 이후부터는 모두 최종 감염 자의 수가 940부근이고 종식까지 걸린 시간도 150대로 거의 비슷했습니다.



시뮬레이션 결과, 마스크를 언제 어디서든 쓰는 것이 최종 감염자의 수가 확연히 적다는 것을 알게 되었습니다. 물론 마스크를 퐁퐁 싸매어 버틸 때 종식까지 시간이 약간 더 오래 걸리긴 하였습니다. 하지만 그차이는 크지 않았습 니다.

## - 결론

아무리 접촉된 노드의 수가 적은 노드라 할지라도 마스크를 쓰지 않으면 확연하게 결과가 나빠지는 것을 눈으로 확인하였습니다. 물론 지나치게 데이터를 단순하게 모델링하여 현실 세계를 잘 반영했다고는 볼 수 없을 것입니다. 하지만 분명히 알 수 있었던 것은, '중요하다고 생각되는 부분'만 틀어막는 것보다 어찌되었든 모든 부분을 틀어막는 것이 더 좋다는 것을 알게되었습니다.

땡벌 밑에서 마스크를 쓰는 것은 분명 고된일입니다. 하지만 조금만 참고 버티는 것이 좋을 것 같습니다.

## - 소감

우선 구현부터 벅찼습니다. 더 많은 것들을 해보고 싶은 욕심이 있었지만, 저의 역량이 부족하여 그래프와 시뮬레이션 코드를 구현하는 것만으로도 쉽지 않았습니다. 하지만 분명히 많은 것을 배웠고 무엇이 부족한지 구체적으로 알 수 있는 기회였습니다.

확률을 지나치게 확정 지었다는 것도 조금 아쉽습니다. 통계적인 지식이 많이 부족하다고 느꼈습니다. 인터넷에서 검색하여 얻은 확률이 아니라, 직접 데이터를 보고 확률값을 구할 수 있었다면 좋겠다고 생각이 들었습니다.

또한 SIR 모델은 전염병 예측 모델 중 가장 단순한 모델입니다. 더 구체적이고 현실을 반영한 이외의 모델들이 존재합니다. 하지만 이 기간 동안 복잡한 모델까지 반영하여 진행하는데에 지금 저의 실력으로는 무리가 있다고 판단했습니다. 이것 또한 아쉬움이 많이 있습니다.

이외에도 여러가지 부족함을 느꼈습니다. 배울 것들은 항상 많이 존재합니다. 하지만 이렇게 구체적으로 무엇이 부족한지 깨닫는 것은 좋은 기회입니다. 그래서 기쁩니다. 좋은 경험을 했다고 생각합니다.