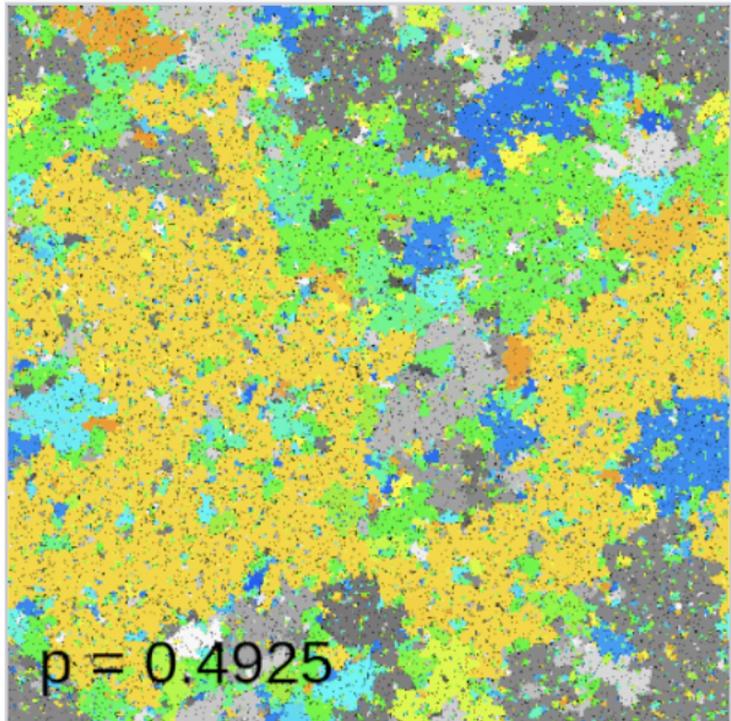




# 목차

1. Background
2. No-exclaves Percolation
3. Applications
4. Summary & Q&A

# Percolation Transition



'Percolation', 'Percolation Theory', Wikipedia

# Percolation?

Percolation - 여과, 스며들기, 스미기

=> 시스템 내에 Giant Connected (=Spanning) Cluster 가 존재하는가?

Percolation Transition - GCC 가 없다가 어느 순간 생기는 상전이

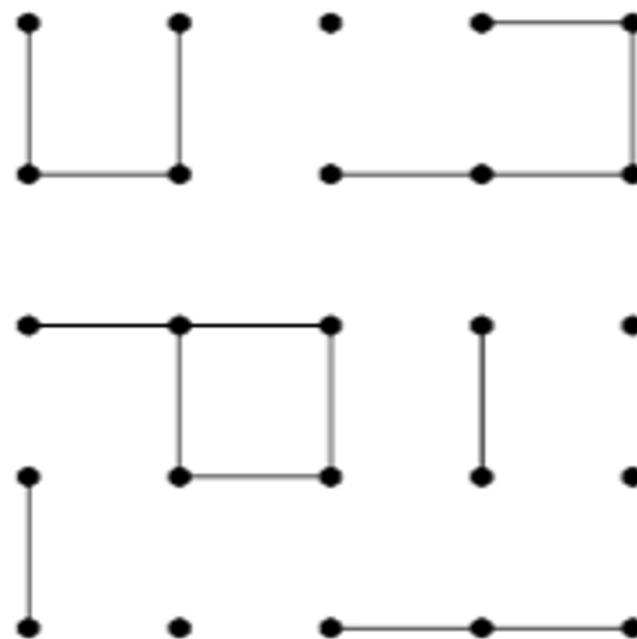
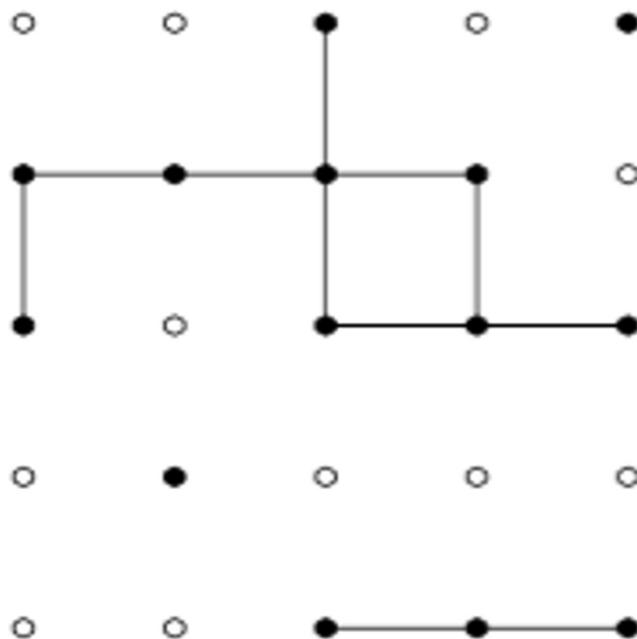
연결을 하나씩 추가할 때를 보면 -> Bond Percolation

노드를 하나씩 추가할 때를 보면 -> Site Percolation

# Site Percolation

# vs

# Bond Percolation



Percolation by Bollobas et all (2009)

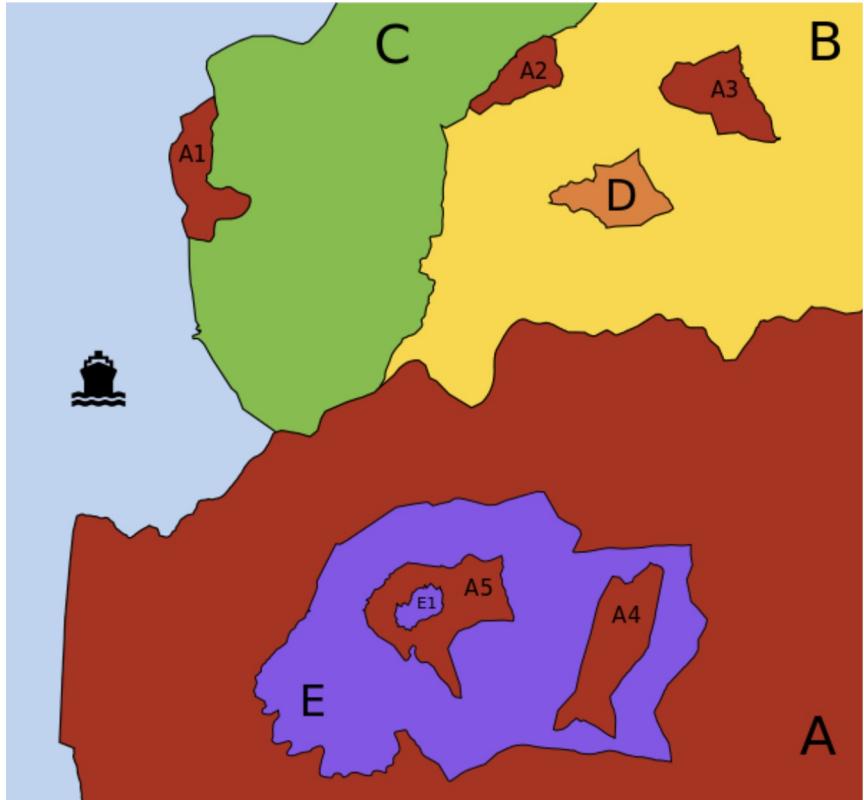
# Exclave? Enclave?

Exclave - A portion of a state or district geographically separated from the main part by surrounding alien territory

ex) A1, A2, A3, A4, A5, E1

Enclave - A territory that is entirely surrounded by the territory of one other state or entity

ex) A3, D, E3, E, A4, ...

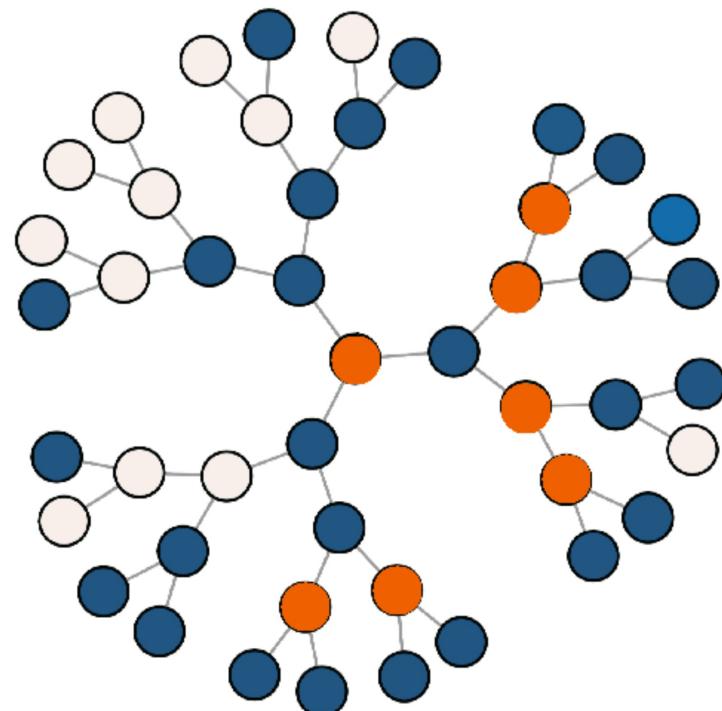
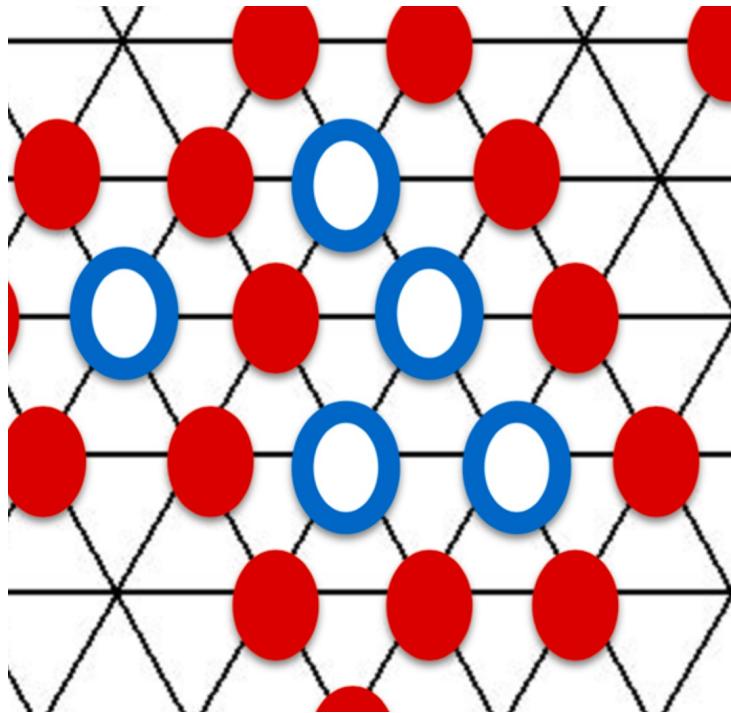


‘Enclave and exclave’, Wikipedia

NEP

vs

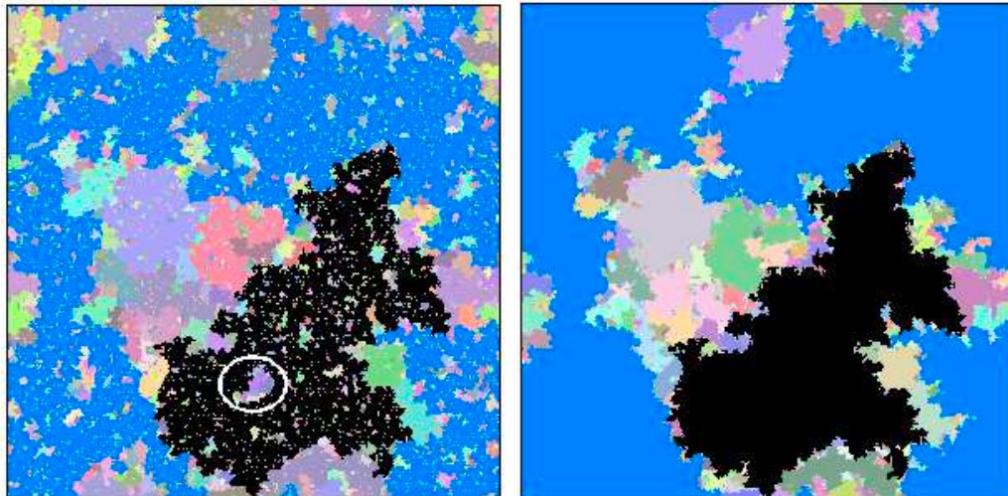
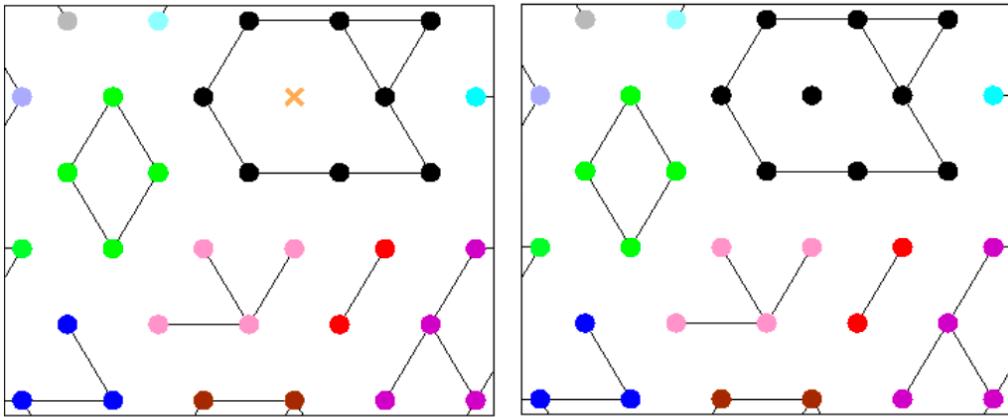
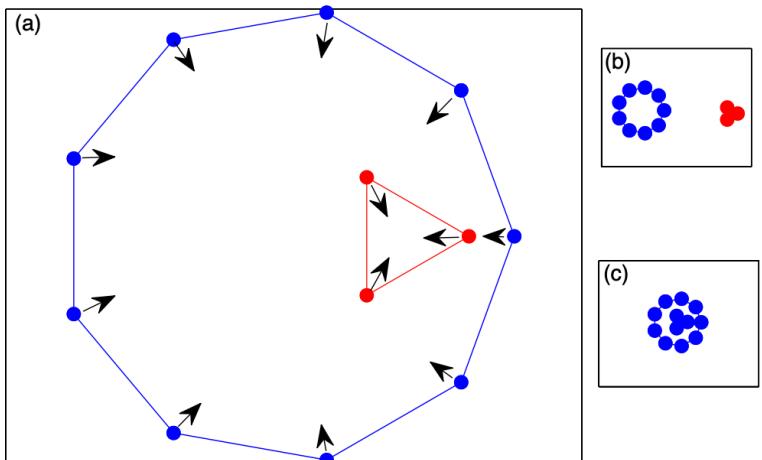
NExP



Eunkyu Park. "No-exclaves percolation on ER networks and its critical behavior " M.D. Thesis (2018)

# No-enclave Model

Active Gel에서의 상전이를  
설명하기 위해 제안된 Model



Sheinman, M., et al. "Anomalous discontinuity at the percolation critical point of active gels." Physical review letters 114.9 (2015): 098104.

## Characteristics of NEP

- Critical Point 에는 변화 없으며, GCC 의 크기만 변함
- 둘러싼다는 게 정의될 수 있어야 함. (= 안과 밖이 정의 되는가?)
- Dense 할수록 Enclave 가 잘 만들어지며  
Sparse 할수록 Enclave 가 안 만들어져 Normal Percolation 과 비슷해짐

# No-exclave Model

Initial State

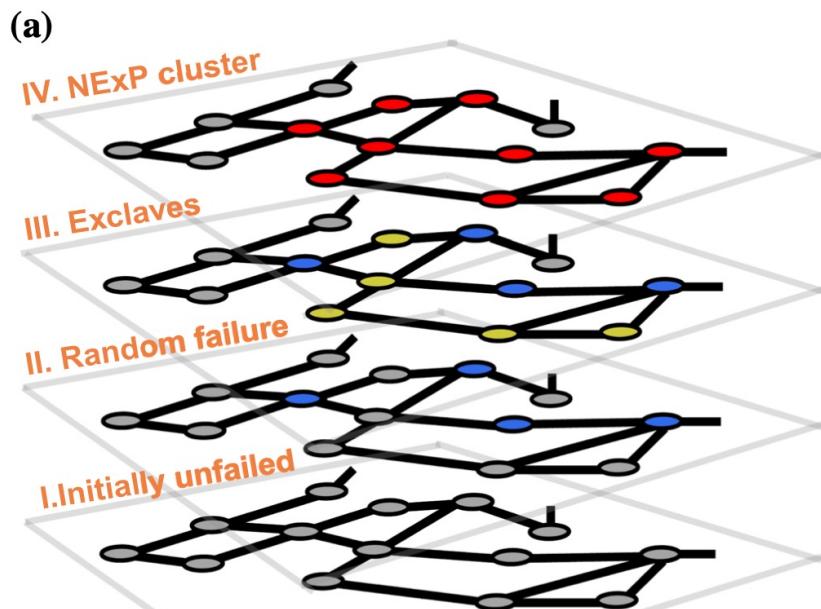
=> Random Failure (activate, etc)

=> Exclaves

=> NExP Cluster

Tree-like graph 구조에서는  
Enclave 가 존재할 수 없으며,

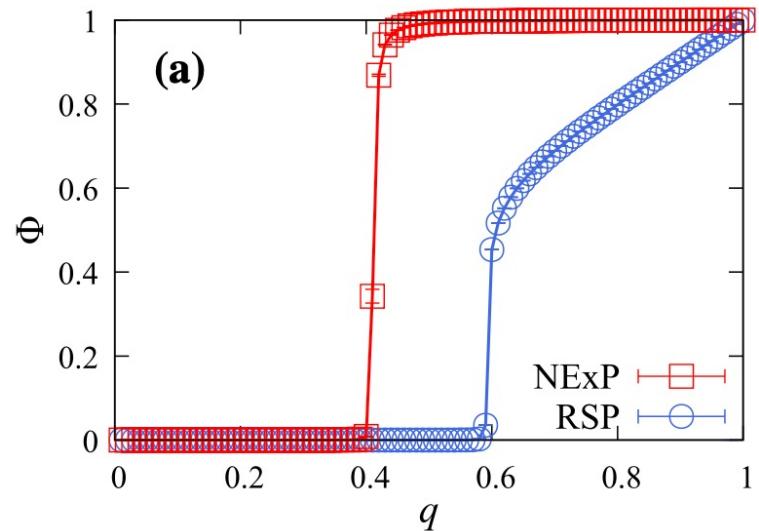
Network 등에서 NEP 와 비슷한 현상을  
modeling 하기 위하여 제안함



Node	State	Condition
gray	unfailed	functional
blue	random failed	nonfunctional
yellow	exclaves	nonfunctional
red	NExP	nonfunctional

## Characteristics of NExP

- Critical Point 에도 변화가 있으며, GCC 가 최대 크기에 도달하는  $p^*$  존재
- NEP 대비 훨씬 강력한 비대칭적 dynamics 가 존재하는 상황
- Sparse 할수록 Exclave 가 잘 만들어지며, dense 할 수록 Exclave 가 안 만들어져 normal Percolation 과 비슷해짐



Gwak, Sang-Hwan, and K-I. Goh. "No-exclaves percolation." Journal of the Korean Physical Society 81.7 (2022): 680-687.

# Normal Random Percolation on Random Network

$$H_1^{op}(x) = 1 - F_1^{op}(1) + xF_1^{op}[H_1^{op}(x)]$$

$$H_0^{op}(x) = 1 - F_0^{op}(1) + xF_0^{op}[H_1^{op}(x)]$$

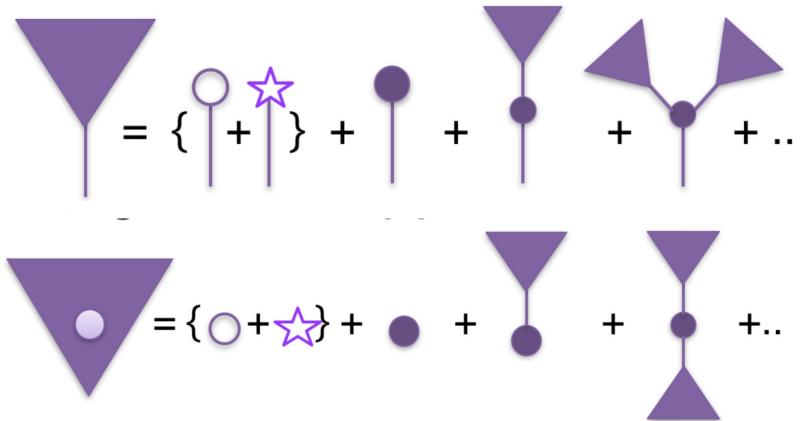
$$S^{op} = 1 - H_0^{op}(1) = F_0^{op}(1) - F_0^{op}(u)$$

$$u = 1 - F_1^{op}(1) + F_1^{op}(u)$$



$\Rightarrow q_c = 1/z$  (in site percolation)

$z_c = 1$  (in bond percolation)

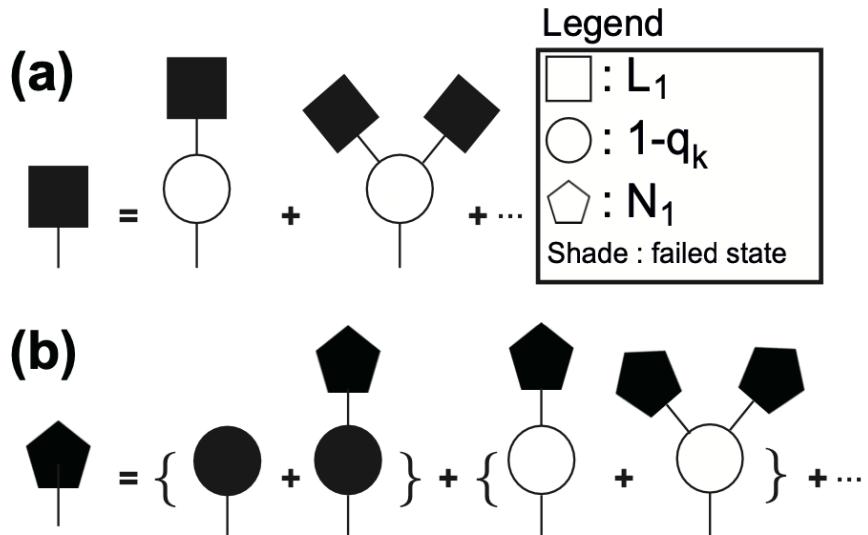


Callaway, Duncan S., et al. "Network robustness and fragility: Percolation on random graphs." Physical review letters 85.25 (2000): 5468.

박은규. "No-exclaves percolation on ER networks and its critical behavior." 국내석사학위논문 Graduate School, Korea University, 2018. 서울

# No-exclaves Percolation on Random Network

$$\begin{aligned}\mathcal{N}_1(x) &= 1 - \mathcal{F}_1(1) - \mathcal{E}_1(\mathcal{L}_1(1)) \\ &\quad + x\mathcal{F}_1(\mathcal{N}_1(x)) + x\mathcal{E}_1(\mathcal{N}_1(x) - \mathcal{N}_1(0)), \\ \mathcal{N}_0(x) &= 1 - \mathcal{F}_0(1) - \mathcal{E}_0(\mathcal{L}_1(1)) \\ &\quad + x\mathcal{F}_0(\mathcal{N}_1(x)) + x\mathcal{E}_0(\mathcal{N}_1(x) - \mathcal{N}_1(0)).\end{aligned}$$



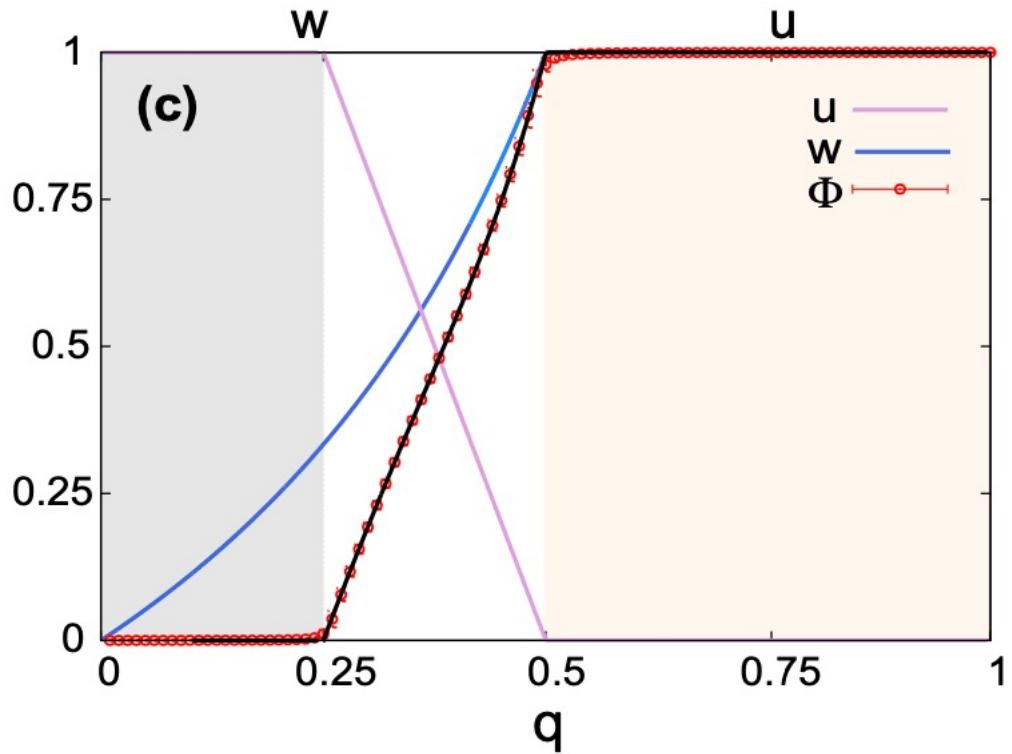
$$\begin{aligned}\Phi &= 1 - \mathcal{N}_0(1) \\ &= \mathcal{F}_0(1) - \mathcal{F}_0(u) + \mathcal{E}_0(w) \\ &\quad - \mathcal{E}_0(u - 1 + \mathcal{F}_1(1) + \mathcal{E}_1(w)),\end{aligned}$$

➡

$$\begin{aligned}w &= 1 - \mathcal{E}_1(1) + \mathcal{E}_1(w), \\ u &= 1 - \mathcal{F}_1(1) - \mathcal{E}_1(w) + \mathcal{F}_1(u) \\ &\quad + \mathcal{E}_1(u - 1 + \mathcal{F}_1(1) + \mathcal{E}_1(w)).\end{aligned}$$

Gwak, Sang-Hwan, Eunkyu Park, and K-I. Goh. "No-exclaves percolation: Uncovering hidden impact of failures in complex systems ." ongoing

# No-exclaves Percolation on Random Network



$$q = \frac{1}{\mathcal{G}'_1(u)} \left( 1 - \mathcal{E}'_1(u - \mathcal{N}_1(0)) \right) \equiv f(q).$$

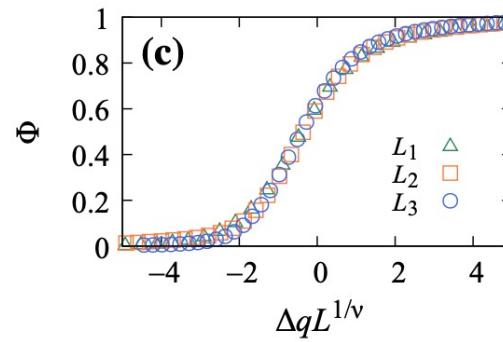
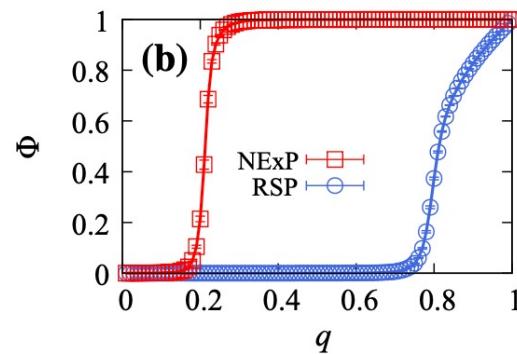
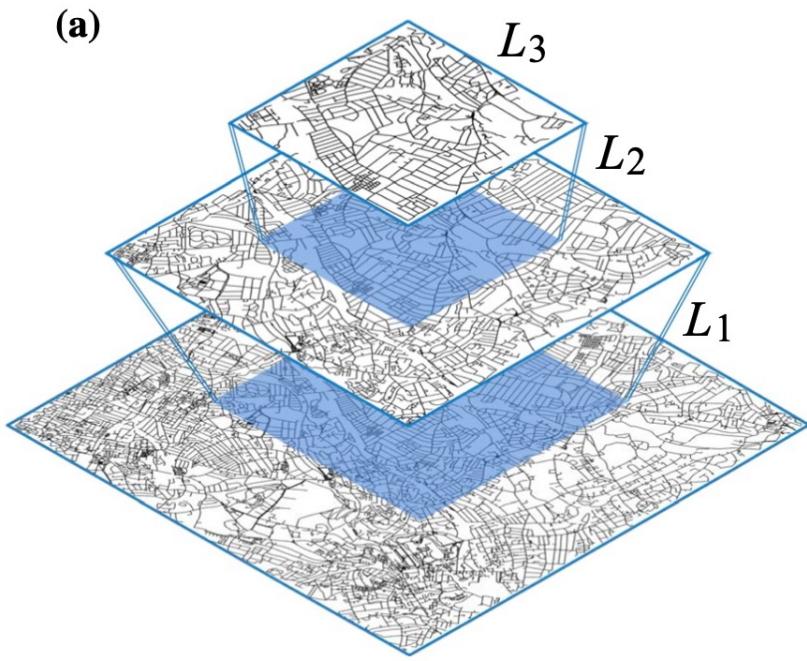
$q_c = \text{solution of } f(q) = 0$

$q^* = 1 - q_c$  of RSP =  $(z-1)/z$

# Application of No-exclave Percolation

- 1) 전체에 연결되지 않으면 급격히 취약해질 때 (=인프라망, 도로, 전력 등등)
- 2) 지배적인 주체가 있거나 알고리즘, 규칙의 힘이 강할 때 (= 국가, 플랫폼 등)
- 3) 전체에 연결되어 있는지의 여부 자체가 크게 중요할 때 (= 이소적 종분화)

# Application of No-exclave Percolation - London 도로망 시뮬레이션



Gwak, Sang-Hwan, and K.-I. Goh. "No-exclaves percolation." Journal of the Korean Physical Society 81.7 (2022): 680-687.

# Application of No-exclave Percolation - Tweet 가짜뉴스

“‘트위터 봇’ 미 대선 가짜뉴스 확산에 큰 역할”

2017.09, KBS



트위터, 국제 갈등·재해 관련 가짜뉴스 집중 감시한다

2022.05, AI 타임스



"머스크의 'X', 가짜뉴스 퍼나르는 '트윗 봇' 방지"

2022.05, 동아사이언스

# Application of No-exclave Percolation - 칼부림 사태 수습

## 경찰 "살인예고 글 올리는 청소년 강력 처벌" 긴급 스쿨벨 3호 발령

서울경찰청 '긴급 스쿨벨 3호' 발령…'"살인 예고'글 올리는 청소년, 강력 처벌 예정"

'살인 예고' 글 올려 검거된 피의자 54%가 10대 청소년…경찰, SPO 등 통해 관련 범죄예방교육 실시

8월 -> 예고 건수 총 469 건



9월 -> 관련 사건 10 건 이하



연합뉴스

[2023년 대한민국 다발적 흉기난동 사태/사건 목록 , 나무위키](#)



여행자를 연결하는 가장 안전한 O2O 동행 플랫폼 커넥트립  
신뢰를 기반으로 여행자의 안전을 지켜 혼행의 추억을 지켜드립니다

## Connectrip

여행자



여행 동행, 모임

여행 정보 교류, 친목

다양한 안전 장치

여행자



What is key factor for Build safe, trust,  
and robustness of Community?

# Summary

- Unfailure node 의 finite cluster 가 전부 failed로 바뀌는 rule 이 적용된 model 이 No-exclaves Percolation Model
- 비대칭적인 dynamic 가 존재하는 사례에 NExP Model 적용이 가능함
- 다음 사례들에 NExP Model 을 적용해볼 수 있음
  - 도로망, 전력망 등 전체에서 분리되면 급격히 취약해지는 시스템의 붕괴 상황
  - 강력한 지배주체의 의도에서 벗어나는 행위를 규제하는 상황
  - 종의 분리 같이 전체와 연결되었는지의 여부 자체가 중요한 상황
- Graph / Network 의 구성 요소와 구조 만큼이나 그 시스템의 지배적인 Rule 이 시스템의 Dynamic 에 지대한 영향을 줌

# 감사합니다.

Eunkyu Park  
[eunkyui@gmail.com](mailto:eunkyui@gmail.com)  
010-9288-9071  
<https://litt.ly/connectrip>