

임의의 네트워크 구조에서의 정보확산 분석

Analysis of Information Cascades in Arbitrary Networks

Seulki Lee

Hyuna Kim

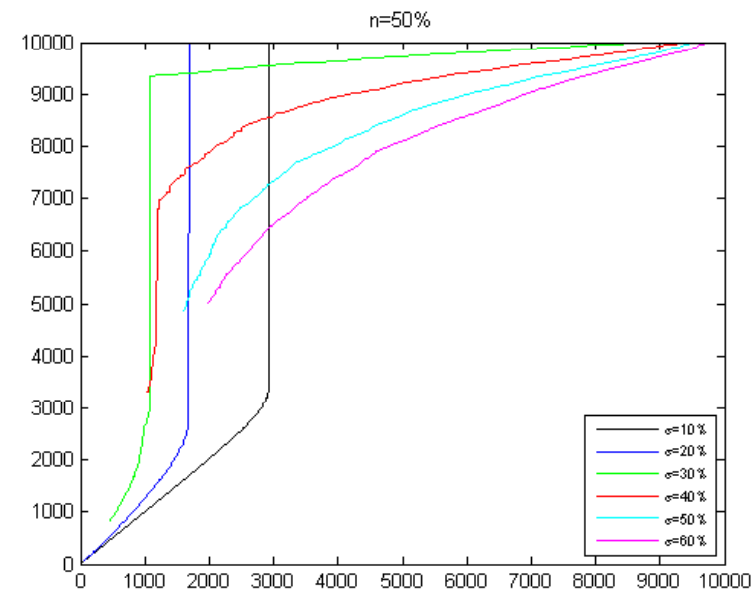
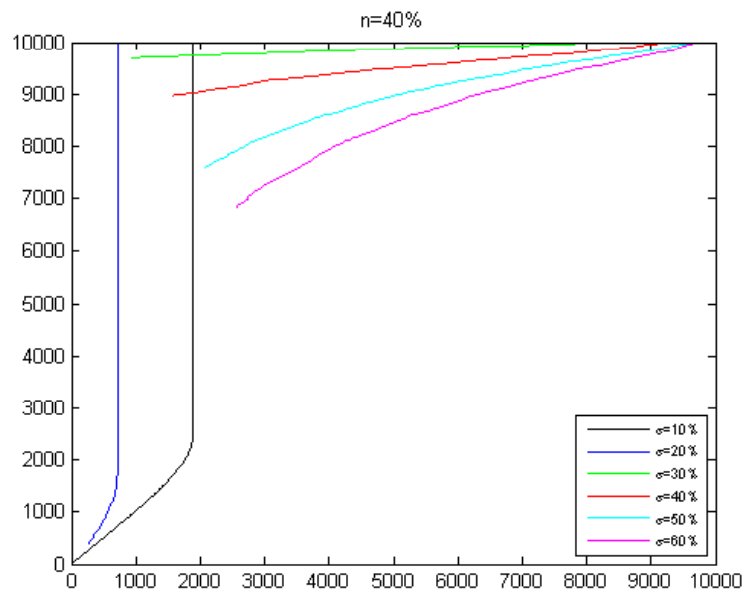
Kyomin Jung

KAIST

Applied Algorithm Lab

지난 연구내용

- 선형 threshold 모형을 따르는 정보확산에서 초기 수용자 수를 변화시켰을 때 정보확산 규모가 불연속적으로 커지는 지점인 tipping point가 존재한다는 것을 시뮬레이션 결과를 통해 보임.



개요

- 정보확산 (Information Cascade)
 - 개개인이 서로 영향을 주고 받으며 정보가 퍼져 나가는 현상
 - Ex) 소문, 뉴스, 습관, 전염병, 유행 등
- 광범위 확산 (Global Cascade)
 - 망 전체로 정보가 퍼져나가는 것
- Tipping Point
 - 정보 확산의 양상 (규모)가 급격하게 바뀌는 지점

정보 확산 분석의 중요성

- 정보 확산 분석
 - 정보의 흐름을 예측하고 제어 가능
- 확산 규모의 예측
 - 정보의 영향력을 가늠
 - 규모의 예측을 통해서 tipping point의 조건을 찾아냄
- 응용분야
 - 입 소문 광고 전략
 - 전염병 (바이러스) 확산 차단
 - 연쇄반응이 있는 효과의 영향력 예측

모형 및 목표

- 각각은 두 상태 중 하나를 선택 가능

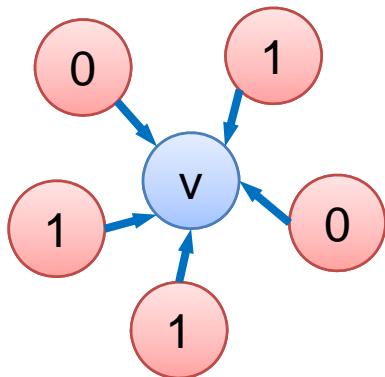
스무의 미계나 마계나 / 무거운 사계나 마계나

- 확률 \mathbf{x} 가 주어졌을 때, 확산 규모를 높은 확률로 예측해보자

- 이웃의 상태
- 나의 성향 (threshold 값)

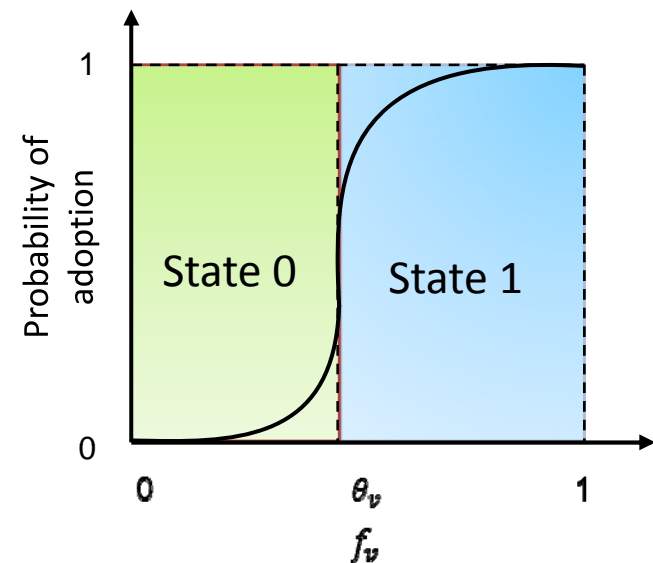
- 개인이 초기 수용자가 될 확률이 주어짐

- $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n), x_n \in [0, 1]$



$$f_v(0, 1, 0, 1, 1) = 0.6$$

$$\theta_v = 0.4$$



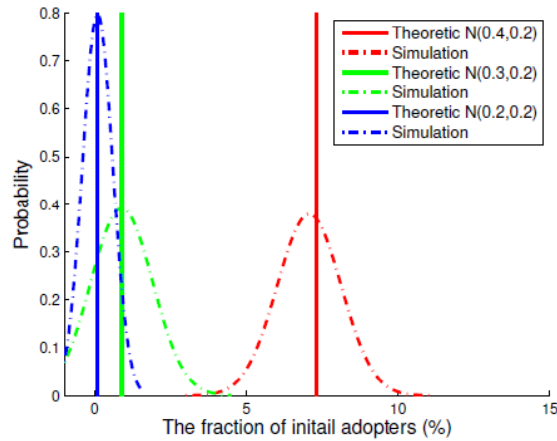
연구 결과

- 선형 threshold 모형
 - 매우 높은 확률로 확산 규모가 그 평균에 밀집된다는 것을 증명함
 - 확산 규모의 평균값을 계산하는 식 제안
- 일반화된 threshold 모형
 - 확산 규모에 대한 상한과 하한을 제시
 - 확산 규모의 평균값을 구하는 효율적인 알고리즘 제시

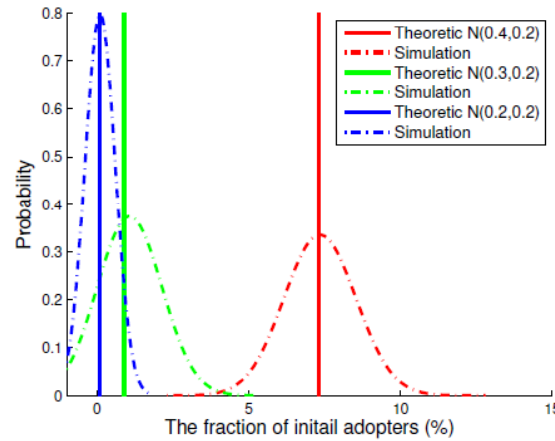
연구의 기여

- 제한된 정보로도 확산 규모 예측 가능
 - 확산 규모의 밀집을 보임
 - 확산 평균값이 점근적으로 망의 구조에 영향을 받지 않는다는 것을 보임
- 선형 threshold 모형 하에서 확산 규모를 계산하는 것을 일반화 시킴
 - 개인의 threshold 분포의 조건을 완화
 - 망 구조의 조건을 완화 ($d_v = \omega(\log n)$)
- 일반화 threshold 모형 하에서의 분석

실험적 결과



(a) WS



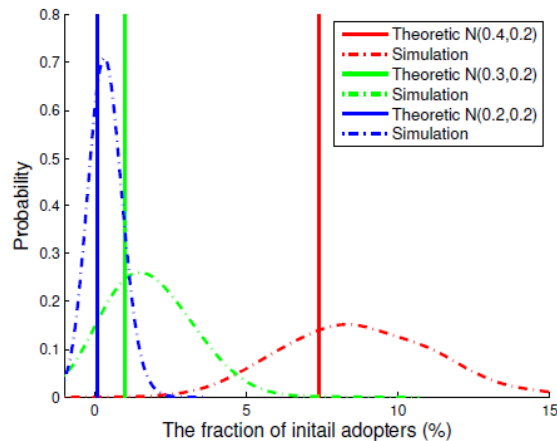
(b) PA

$$F' \sim N(0.4, 0.2)$$

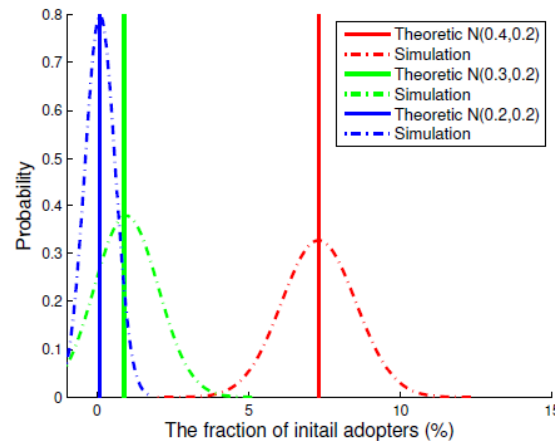
$$N(0.3, 0.2)$$

$$N(0.2, 0.2)$$

$$\text{LTM with } 0.5 \leq \sum_{i=1}^{d_v} w_{uv_i} \leq 1$$



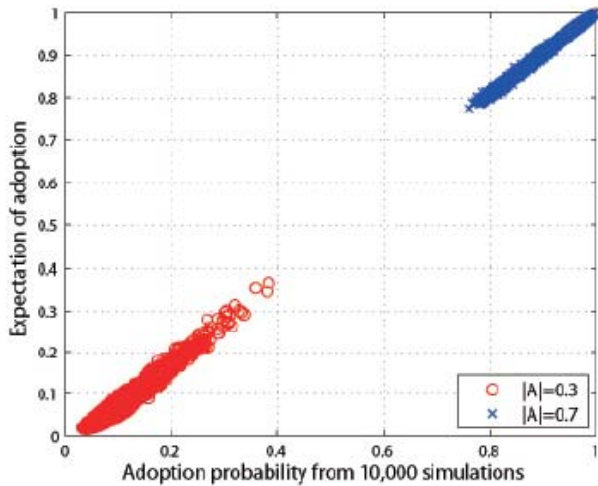
(c) PolBlogs



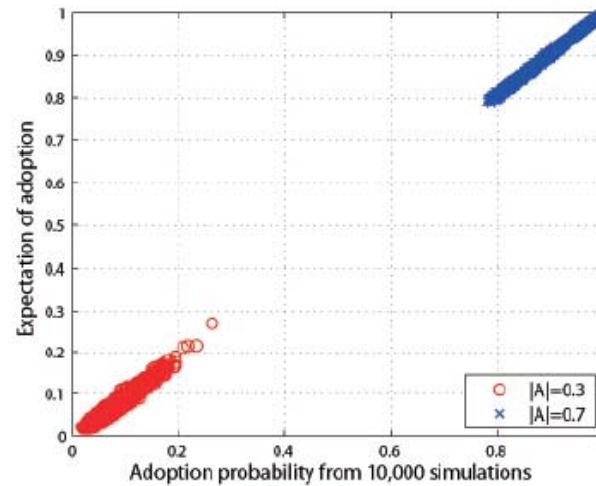
(d) Epinions

- 1000번의 실험 결과에서 tipping point 발생 지점을 분포를 이론값과 비교

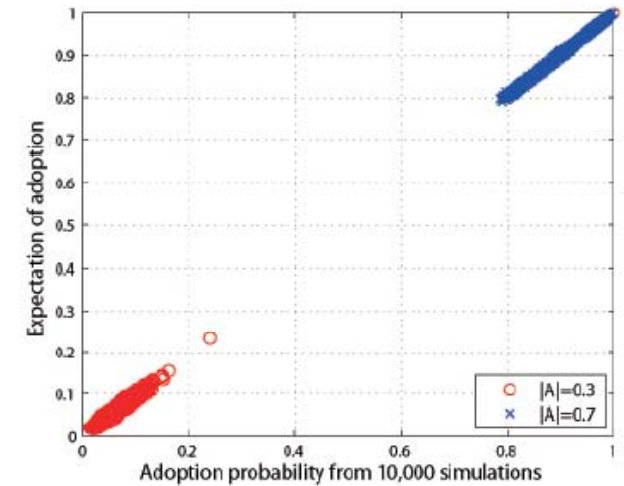
실험적 결과



(a) Average degree 50



(b) Average degree 100



(C) Average degree 200

$$F' \sim N(0.3, 0.2)$$

$$x_v = 0.3, 0.7 \text{ for all node } v$$

$$\text{LTM with } 0.5 \leq \sum_{i=1}^{d_v} w_{uv_i} \leq 1$$

각 개인이 정보를 받아들일 확률 (y축, 이론값)과 10,000번의 실험에서 실제로 정보를 받아들인 경우의 비율 (x축, 실험값) 비교

감사합니다