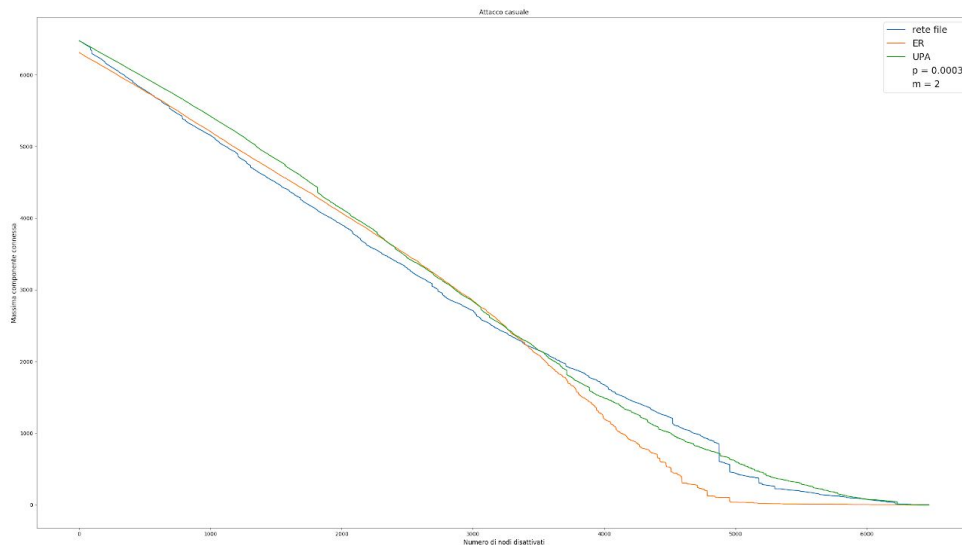


ANALISI DELLA RESILIENZA DI UNA RETE

Alberto Bezzon, Tommaso Carraro, Alberto Gallinaro

Analisi della resilienza di una rete colpita con attacco casuale



Consideriamo il grafico sopra riportato, generato utilizzando la strategia che sceglie casualmente quali nodi disattivare. Ogni curva è associata ad un grafo creato con una delle 3 tecniche previste.

Analizziamo i tre casi:

- **grafo ER:** è il tipo di grafo la cui resilienza è più difficile da abbattere poiché l'algoritmo ER implica che il grado dei nodi sia omogeneo in quanto ogni nodo può essere aggiunto al grafo con probabilità fissata. Ciò implica che è difficile che esistano dei nodi **hub** (ovvero nodi con grado molto alto), di conseguenza è poco probabile che la resilienza venga impattata ad ogni rimozione.
- **grafo UPA:** contrariamente al grafo ER questa tecnica aumenta il numero di nodi con grado molto alto, costruendo dei veri e propri hub della rete, ovvero dei punti nevralgici. Quando questi ultimi vengono disattivati, molte connessioni vengono eliminate inficiando consistentemente nella resilienza della rete. Infatti possiamo notare dal grafico che l'andamento della resilienza è simile a quello degli altri nodi, tranne quando viene eliminato un nodo con grado particolarmente alto. In quel caso la dimensione della componente connessa si riduce drasticamente, infatti la curva precipita ($x \approx 2000$) per poi riprendere l'andamento normale. Nonostante tutto, la strategia elimina i nodi hub con la stessa probabilità con cui abbattere i nodi normali, risultando quindi poco efficace nel ridurre la resilienza della rete.
- **grafo file:** l'andamento della resilienza è simile a quella degli altri grafi, ma più irregolare (discese più grandi rispetto al grafo UPA).

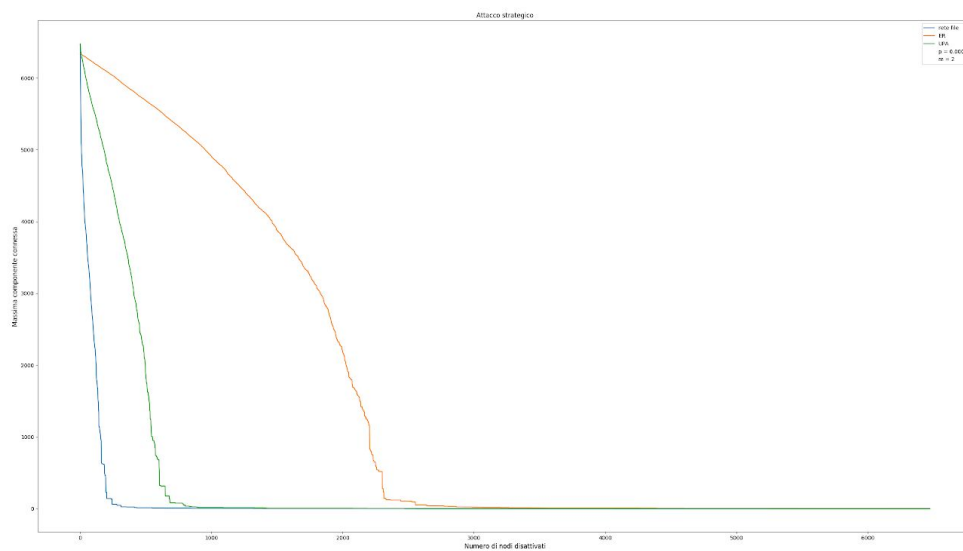
Questo fa sospettare che la topologia della rete sia un'esagerazione di quella generata dal grafo UPA, ovvero esistono nodi con grado molto alto e la loro

eliminazione comporta una diminuzione drastica della resilienza. Inoltre, il fatto che le discese siano, non solo così grandi, ma anche piuttosto numerose fa sospettare che vi siano molti più hub nella rete. (Possiamo ipotizzare quindi che con una strategia più intelligente, come quella seguente, la resilienza dovrebbe diminuire drasticamente già all'eliminazione di pochi nodi)

In nessuno dei tre grafi questa strategia è stata in grado di abbattere la resilienza. Ovvero dopo aver disattivato il 20% dei nodi, la componente connessa di tutti e tre i grafi comprende almeno il 75% dei nodi del grafo ancora attivi.

Osservazione: ripetendo più volte la procedura si può notare che la resilienza di UPA e di "grafo file" è migliore rispetto a quella ER. Ciò può essere ricondotto al fatto che in UPA e "grafo file" la resilienza è affidata ad alcuni nodi della rete, ovvero se vengono disattivati, la resilienza della rete viene impattata. Utilizzando la tecnica casuale, se si ha fortuna, essa continua ad eliminare i nodi con grado basso, i quali non contribuiscono in maniera sostanziale alla resilienza. Quindi il comportamento della curva è quello atteso. Invece con l'ER, dal momento che il grado è "equamente" distribuito, la curva scende linearmente.

Analisi della resilienza di una rete attaccata con la strategia che disattiva i nodi con grado più alto



- **grafo ER:** date le caratteristiche sopracitate, ovvero la distribuzione praticamente omogenea del grado dei nodi, la strategia utilizzata, pur essendo intelligente, non è molto più efficace di quella che disattiva i nodi casualmente. Infatti, non esistono nodi con grado molto più alto degli altri (fondamentalmente non esistono hub) ed analogamente a come avveniva precedentemente, la disattivazione dei nodi viene

attutita da tutti gli altri. Di conseguenza l'andamento della curva è simile a quello della strategia precedente.

- **grafo UPA**: in questo tipo rete la strategia risulta particolarmente efficace. Infatti, concentrandosi nei nodi con grafo più alto, essa è in grado di eliminare per primi i centri nevralgici della rete inficiando drasticamente la resilienza già dalle prime eliminazioni.
- **grafo file**: in accordo con quanto asserito precedentemente, la resilienza della rete viene ridotta drasticamente già dall'eliminazione dei primi nodi. Questo conferma il fatto che la topologia di questa rete sia una versione ancora più estrema di quella generata dal grafo UPA.

Utilizzando questa tecnica, sia la rete generata da UPA che quella fornita con l'esercizio vengono "abbattute". La rete generata con la tecnica ER si dimostra essere la più resiliente verso questo tipo di attacco.

