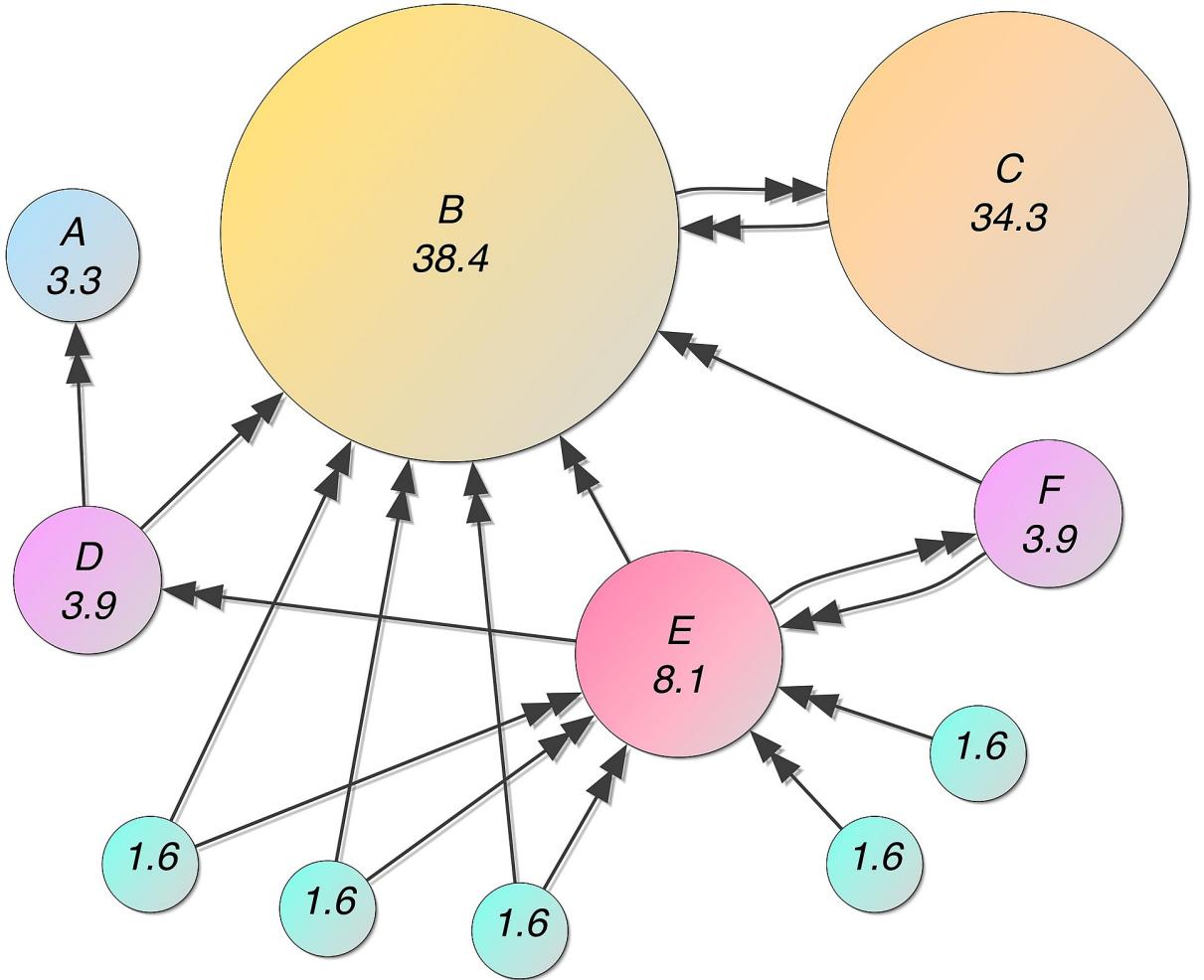


Data Structure 2021 Midterm Project: Pagerank on Graph

프로젝트 소개

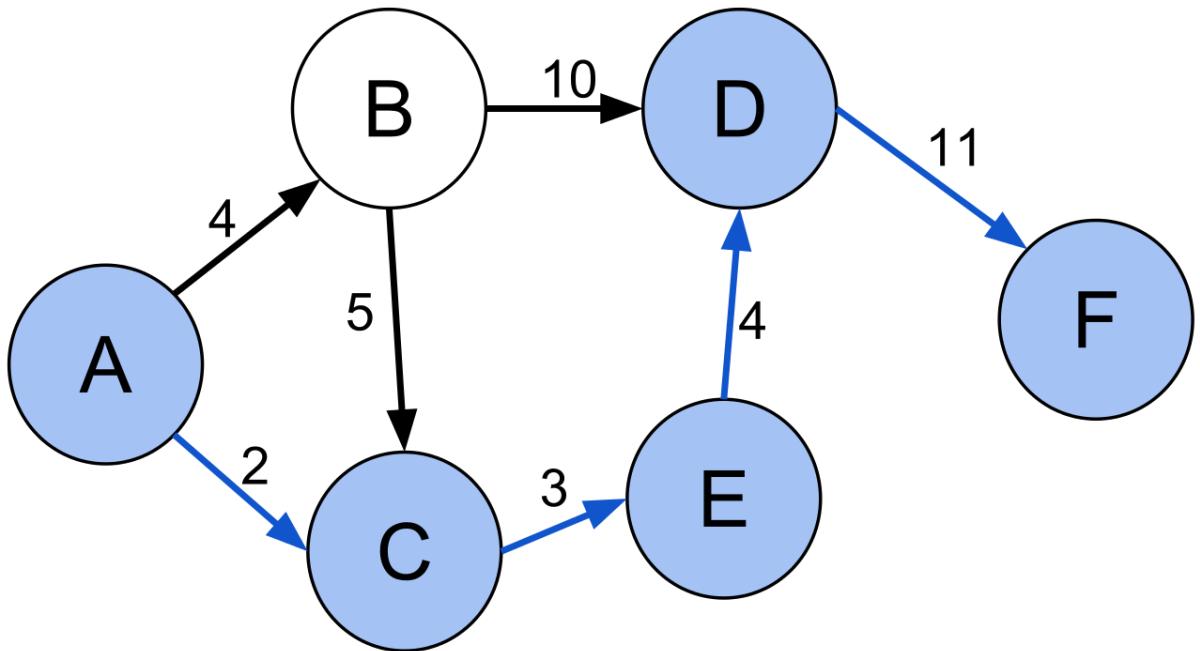
- 이번 프로젝트는 구글이 처음 세워졌을 때 어떤 식으로 중요한 웹사이트를 찾았는지 그 방법을 배워보는 프로젝트입니다.
 - Pagerank를 구현해 봅시다.
 - 실제 데이터를 통해 PageRank가 가지는 의미에 대해 생각해 봅시다.
- 그래프(네트워크)상에서 중요한 노드(정점)를 구분하는 방법으로 Centrality Measure라는 것이 있습니다.
 - 쉽게 말해서 이 노드가 전체에서 얼마나 "중심"에 있는지를 보는 방법입니다.
 - 구하는 방법이 여러가지이고, 각각 다른 결과를 내 줍니다.
 - 궁금하신 분들은: Betweenness centrality, Closeness centrality, Eigenvector centrality 등을 찾아보세요.
 - 이번 프로젝트에서는 이 중 Google의 시작이라 할 수 있는 [Pagerank](#) 에 대해서 다룹니다.
- Pagerank의 아이디어는 매우 단순합니다.
 - 전제조건: 다른 많은 노드에서 하이퍼링크를 "받는" 노드가 중요한 노드일 것이다.
 - 전제조건2: 중요한 노드가 주는 하이퍼링크가 "더" 중요한 링크이다
 - 즉, 링크가 많이 "들어올" 수록 중요한 노드이고, 중요한 노드에서 링크를 많이 받을수록 중요한 노드라는 뜻입니다.
 - 아래의 그림을 참고해 봅시다.



출처: 위키백과

- 점의 크기가 PageRank 값이라고 생각해 봅시다.
 - B는 "받는" 하이퍼링크가 가장 많습니다. 그래서 가장 점수가 높습니다
 - 똑같이 한 개의 링크를 받고 있는 A와 C에 대해서 생각해 봅시다.
 - A는 "덜 중요한 노드 D"에게 링크를 받고 있어서 점수가 낮습니다
 - C는 "더 중요한 노드 B"에게 링크를 받고 있어서 점수가 높습니다.
 - 즉, 이런 식으로 점수를 매기면, 더 중요한 노드로 구분할 수 있다는 것입니다.
- 이런 "하이퍼링크가 많은 노드"를 어떻게 찾아야 할까요? 이를 위해서 Random Walker라는 개념을 도입 합니다
 - Random Walker는 매 시간 자기 이웃 중 하나를 "무작위로" 택해서 이동하는 Walker입니다.
 - Walker는 그래프 위를 돌아다니는 가상의 개체입니다.
 - 가중치가 없는 그래프의 각 노드에서 특정 이웃으로 이동할 확률은 아래와 같습니다.
 - 그래프에서 노드 I에 있는 Walker가 특정 이웃 노드 K로 이동할 확률은 $1/n$ (여기서 n은 이웃의 총 수)
 - 위의 그림 예를 한번 들어보죠. Random Walker가 E에서 시작한다고 생각해 봅시다.
 - E는 자신부터 다른 이웃으로 이어진 간선을 B, D, F에게 향하고 있습니다.
 - 전체 이웃이 3개이므로, 이웃한 각각의 간선으로 이동할 확률은 $1/3$ 입니다.
 - 가중치가 있는 그래프의 경우는 가중치의 종류에 따라 다릅니다.
 - 강의시간에 설명드리겠지만 가중치는 두 가지 종류가 있습니다.
 - 클 수록 노드 사이의 관계가 더 "적어지는" 가중치: 거리 등.

- 클 수록 노드 사이의 관계가 더 "커지는" 가중치: 둘 사이의 유사도, 공통된 친구의 수 등.
- 이 프로젝트에서는 "클수록 관계가 더 적어지는 가중치"는 다루지 않습니다.
 - 이런 경우의 Random Walker의 이동 확률을 계산하는 문제는 아주 어려운 문제이기 때문입니다.
- 가중치가 있는 경우는 어떻게 생각하면 될까요?
 - 가중치에 비례하는 확률로 이동한다고 가정합니다.
 - 아래의 그래프 예를 들어봅시다.
 - A노드가 이동할 수 있는 이웃은 B와 C입니다.
 - 각각의 가중치는 $A \rightarrow B = 4$, $A \rightarrow C = 2$ 입니다.
 - Random Walker가 A에 있을 때, B로 이동할 확률은 $4/(4+2) = 4/6$ 입니다.
 - Random Walker가 A에 있을 때, C로 이동할 확률은 $2/(4+2) = 2/4$ 입니다.



출처: 위키백과

- 하지만 단순히 이렇게 주변 이웃으로만 이동하는 Random Walker만 사용하면 Walker는 처음 시작한 노드 주변에서 멀리 퍼져나가기 힘듭니다.
 - 그래서 Pagerank는 이웃 탐색을 멈추고 완전히 다른 곳으로 이동할 확률 q 를 줍니다.
 - 그래서 사실 매 시간 Walker는 두 가지 중의 하나의 일을 합니다.
 - $(1-q)$ 의 확률로 위의 규칙에 따라 이웃 노드를 탐색
 - q 의 확률로 임의의 노드로 점프. 이 경우에는 이웃하지 않은 노드라도 무작위로 선택해서 이동합니다.
 - 전체 노드의 수가 K 개라면 균등한 확률인 $1/K$ 로 이동한다고 가정합시다.
- Random Walker에 대해서는 [이 영상](#)을 한 번 참조해주세요
 - 위는 2차원에서의 random walker이지만, 우리는 그래프 위에서의 random walker를 다룹니다.
 - 하지만 본질적인 차이는 없지요!
- 사실 실제로 PageRank를 이렇게 구현하지는 않습니다. 이 방법은 매우 느리고 비효율적이죠.

해야 할 일들

- 프로젝트에서는 해야 할 일만 제시하고, 본인이 직접 함수 이름도 정하시고 하고싶은 실험도 직접 해 보시면 됩니다.
 - 실제 코드를 작성하시고, 분석하고 실험한 내용에 대한 보고서를 A4용지 3-4장 내외로 작성해주세요
 - 더 많이 작성하셔도 됩니다 (읽는 제가 좀 힘들겠지만...^^);
- 그래프를 저장하는 방법은 어떤 것을 쓰셔도 됩니다.
 - 수업에 배운 방법 중 Adjacency list, Adjacency matrix, edgelist 등등 어떤 방법을 쓰셔도 됩니다.
 - 다만 선택하는 방법에 따라서 구현이 쉬워지거나 어려워질 수 있습니다.

(10-11주차) 가중치 없는 그래프에서 PageRank

- Task1: 가중치가 없는 그래프에서 Random Walker를 만들어 주세요.
 - 임의의 입력받은 노드부터 시작해서 이동하는 Random Walker를 만들어 주세요
 - Walker는 매 시간 q 의 확률로 모든 노드중 하나를 선택하여 점프합니다.
 - 입력 파라미터는 아래의 것을 기본으로 기능에 따라 추가하거나 빼시면 됩니다.
 - 시작하는 노드 i :
 - 전체 Walking length n : 충분히 크지 않으면 알고리즘이 제대로 작동하지 않습니다.
 - 점프/이동을 합쳐서 n 번 하면 알고리즘이 멈춥니다.
 - 최소 어느정도 수치가 되어야 시작점에 따른 차이가 거의 없어질까요?
 - 임의의 노드로 점프할 확률 q
- Task2: 이를 통해서 PageRank를 구하는 함수를 만들어 주세요
 - 특정 노드 i 의 PageRank는 walker가 이동한 전체 경로 중 i 를 방문한 횟수를 가지고 구합니다.
 - 이 횟수를 $n(i)$ 라고 두면 총 이동한 경로의 길이는 위에 지정한 walking length 모든 노드들의 $n(i)$ 의 합이 됩니다.
 - 혹은 위에 지정한 전체 walking length n 과 같아집니다.
 - 여기에서 노드 i 의 pagerank는 $n(i)/n$ 이 되고, 모든 노드의 pagerank를 합치면 1이 됩니다.
- Task3: 실제 그래프 데이터에 대해서 PageRank를 수행해보세요
 - dataset 폴더에 아래의 두 가지 데이터를 첨부해 두었습니다.
 - 두 개 모두 아래의 포맷을 따릅니다
 - SourceNodeTargetNodeWeight
 - 방향성이 없는 데이터: 스타워즈 네트워크
 - 출처: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1411479>
 - 스타워즈에 나온 등장인물들이 서로 같은 장면에 나온 것을 모아둔 자료입니다.
 - 방향성이 없으므로 $A \rightarrow B$ 의 간선이 있다면 $B \rightarrow A$ 의 간선도 있다는 것을 유의해보세요.
 - PageRank 기준으로 스타워즈에 나온 중요한 등장인물들은 누구누구인가요??
 - SourceNode: 인물1, TargetNode: 인물2, Weight: 같이 등장한 장면 수
 - Files:
 - starwars-episode-* -interactions-allCharacters-nodes.tsv : starwars episode * 에 나온 인물들의 id와 이름

- starwars-episode-* -interactions-allCharacters-nodes.tsv : starwars episode * 에 나온 인물들 사이의 공통 등장 빈도
- 방향성이 있는 데이터: 따릉이 네트워크
 - 출처: <http://data.seoul.go.kr/>
 - 따릉이에서 자전거를 빌리고 다시 반납하는 station들의 이동 기록 데이터입니다.
 - 2021년 1월에 있었던 모든 따릉이 이동을 모은 데이터입니다.
 - SourceNode: 출발 station, TargetNode: 도착 station, Weight: station간 총 이동 횟수
 - Files:
 - station_names: station 번호와 그 이름
 - bicycle_trips_all.tsv: 전체 이동 경로와 그 빈도
 - bicycle_trips_over*.tsv: *번 이상 이동한 경로

(12주차) 가중치 있는 그래프에서

- Task4: 가중치가 있는 그래프에서 Random Walker를 만들어 주세요.
 - 자세한 것은 가중치 없는 그래프를 참조해주세요
- Task5: 이를 통해 가중치 있는 그래프에서 PageRank를 구하는 함수를 만들어 주세요
 - 자세한 것은 가중치 없는 그래프를 참조해주세요
- Task6: 실제 가중치가 있는 그래프 데이터에 대해서 PageRank를 수행해보세요
 - 자세한 것은 가중치 없는 그래프를 참조해주세요
- Task7: 가중치가 있는 경우와 없는 경우가 어떻게 달라지나요? 어떤 것이 더 잘 맞는 것 같나요?
 - 이외에 다양한 실험을 해 보시면 좋습니다.
- 보고서는 따로 쓰시고, 실험은 따로 하시되 코드 짜고 이러는 것 같이 하셔도 됩니다.
 - 어차피 코드 유사성 이런걸 떠나서, 제대로 이해하지 못하면 보고서에서 다 티가 납니다...

제출 방법

- Due Date: 추후에 정해질 기말고사 시험 직전까지.
 - 미리 공지드립니다. 프로젝트는 성적 입력 일정때문에 자연제출이 불가능합니다.
- 스마트캠퍼스에 11주차 과제로 업로드되어 있습니다. 여기 업로드해주세요.
 - 보고서 PDF파일과 소스코드를 압축해서 한 파일로 만들어주세요
 - 파일은 DS2021_PR1_20212021_홍길동.zip 형태로 부탁드립니다
 - 제발 간절히 부탁합니다. egg 혹은 alz는 쓰지 말아주세요... (감점할거예요)
- 구현체는 제대로 작동을 하면 어떤 형태도 좋습니다.
 - 구현체는 구현 여부로 평가하겠습니다
 - 점수의 차이는 주로 해 보신 실험과 보고서에서 있을 것입니다. 재밌는 실험 많이 해보세요.
 - 굿럭!

