

PageRank 알고리즘을 이해하기 위한 언플러그드 활동

박영기

춘천교육대학교 컴퓨터교육과

요 약

현재 초등학생에게 인터넷을 가르칠 수 있는 여러 언플러그드 활동들이 개발되어 있다. 그러나 이 활동들은 인터넷의 작동 원리를 가르치는 것이 주목적이기 때문에, 초등학생들에게 웹(Web)의 개념을 알려주기에는 충분하지 않다. 웹은 인터넷처럼 제3차 산업혁명의 핵심 기술일 뿐만 아니라 학생들이 매일 접하는 기술이기 때문에 기본 상식으로 알아둘 필요가 있다. 본 논문에서는 초등학생에게 웹을 이해시키기 위해, PageRank 알고리즘의 원리를 이해하는 언플러그드 활동을 개발하였다. 개발된 언플러그드 활동은 실제 PageRank 알고리즘을 상당히 높은 정확도로 모사한다는 것을 실험적으로 나타내었다.

키워드 : PageRank, 웹, 언플러그드 컴퓨팅, 인터넷, 초등 교육

An Unplugged Activity to Understand the PageRank Algorithm

Youngki Park

Department of Computer Education, Chuncheon National University of Education

ABSTRACT

There are unplugged computer science activities for elementary school students to learn the concept of the Internet. However, these activities are not enough to teach the concept of the Web because they focus on teaching how the Internet works. Since the Web is the core technology of the Third Industrial Revolution, it needs to be understood as a basic common sense. In this paper, we developed an unplugged activity to understand the PageRank algorithm which is closely related to the web. The experimental results show that our unplugged activities behave similarly to the PageRank algorithm.

Keywords : PageRank, Web, Unplugged Computing, Internet, K-6 Education

1. 서론

언플러그드 컴퓨팅이란 컴퓨터 없이 컴퓨터과학의 개념을 배우거나 컴퓨팅 사고력을 기르는 방식을 말한다. CSUnplugged [2]와 code.org [3]에 나타난 바와 같이 놀이를 통해 언플러그드 컴퓨팅을 할 수도 있고, Bebras Challenge [1]와 같이 문제 풀이를 통해 언플러그드 컴퓨팅을 수행할 수도 있다.

언플러그드 컴퓨팅은 컴퓨터과학의 특정 분야에 한정되지 않고 다양한 교육 내용을 제공하는 점이 큰 특징이다. 이미 널리 알려진 놀이만 하더라도 이진 체계[6, 13], 패리티 비트[6, 8], 검색 알고리즘[6, 8, 9], 교착 상태[6, 8], 비트맵 이미지[8], 암호 놀이[8], 정렬 알고리즘[8, 11, 7], 최소 신장 트리[8], 논리 회로[8], 오토마타[5], 최단 경로 탐색[16] 등 다양한 컴퓨터과학 개념을 다루고 있다. 2018년에 발표된 언플러그드 컴퓨팅 논문들을 체계적으로 정리한 논문에 따르면[12], 연구의 분야가 굉장히 넓고 적용 대상 및 검증 방법도 다양한 것을 확인할 수 있다.

이미 언플러그드 컴퓨팅 놀이의 종류가 다양하고 그 양이 많기는 하지만, 컴퓨터과학의 영역은 너무나 넓기 때문에 여전히 주요 개념들을 모두 설명하기에는 부족함이 있다. 예를 들어 인터넷의 동작 원리를 설명하는 놀이는 존재하지만, 웹(Web)이 무엇인지 설명하는 놀이는 아직 개발되지 않은 것으로 파악된다.

따라서 본 논문에서는 PageRank 알고리즘을 쉽게 이해할 수 있는 언플러그드 활동을 제안한다. PageRank 알고리즘은 검색 엔진에서 사용되는 알고리즘이기 때문에 이 활동을 통해 검색 결과가 나타나는 원리에 대해 이해할 수 있다. 웹과 밀접한 관련이 있기 때문에 인터넷과 웹의 차이를 이해하는 데에도 도움이 된다. 또, 구글(Google)을 지금처럼 큰 회사로 성장시키는 데에 공헌한 대표적인 알고리즘으로 알려져 있기 때문에 컴퓨터과학 기술의 역사를 소개할 때도 활용 가능하다.

본 논문이 공헌한 바는 다음과 같다.

- 본 논문에서는 PageRank 알고리즘을 가르칠 때 사용할 수 있는 언플러그드 활동 2가지를 제안하였다(3절).
- 본 논문에서 제안한 언플러그드 활동들이 실제

PageRank 알고리즘을 얼마나 잘 모사하고 있는지 분석하고, 초등 예비 교사들을 대상으로 수업을 진행했을 때 나타났던 문제점을 제시하였다(4절).

2. 관련 연구

2.1절에서는 인터넷과 관련된 언플러그드 활동들을, 2.2절에서는 PageRank 알고리즘을 간략히 소개한다.

2.1 인터넷과 관련된 언플러그드 활동

CSUnplugged 사이트에는 인터넷의 개념을 이해할 수 있는 재미있는 놀이가 소개되어 있다. 이 놀이의 규칙은 대략적으로 다음과 같다. 먼저, 학생들이 2명씩 짝을 짓는다. 각 2명의 학생들 중 한 명은 메시지를 받는 역할, 다른 한 명은 메시지를 보내는 역할을 한다. 메시지를 보낼 때는 직접 전달할 수는 없으며, 메시지를 전달해 주는 별도의 친구를 통해 전달해야만 한다. 하나의 종이에는 단 6개의 문자만 기록할 수 있기 때문에 긴 메시지를 보내려면 여러 종이를 보내야 한다. 메시지를 전달하는 친구는 종이를 잃어버릴 수도 있고, 종이를 전달할 수도 있고, 종이를 전달하는 순서를 바꿀 수도 있다. 메시지를 받는 학생과 보내는 학생이 서로 약속을 정하여 메시지를 안전하게 전달받는 방법을 찾는 것이 이 놀이의 목표다.

code.org 사이트에도 인터넷과 관련된 용어들을 이해할 수 있는 놀이를 소개하고 있다. 비슷한 개념을 설명하고자 하기 때문에 규칙은 CSUnplugged에서 소개된 놀이와 크게 다르지는 않은데, 세부적으로 약간의 차이가 있다. <Table 1>은 각 놀이에서 가르치고자 하는 개념들을 정리한 것이다. 웹문서, 하이퍼링크 등과 같은 웹의 기본 용어들을 설명하고 있지는 않지만, URL, HTTP 프로토콜 등 웹과 밀접한 관련이 있는 용어들도 소개하고 있는 것을 볼 수 있다[15].

<Table 1> Internet-related terms introduced by CSUnplugged [2] and code.org [3]

	CSUnplugged	code.org
IP Address	✓	✓
Internet	✓	✓
DNS, URL		✓
Server	✓	✓
Packet	✓	✓
Router	✓	
Protocol	✓	
Wi-Fi		✓

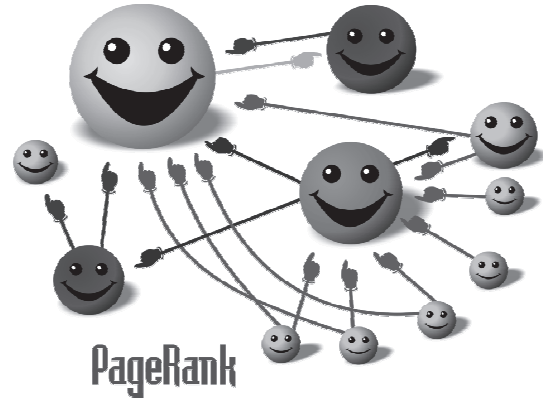
2.2 PageRank 알고리즘

PageRank 알고리즘은 구글의 공동 창립자인 세르게이 브린(Sergey Brin)이 만든 알고리즘으로, Google 검색 엔진에서 사용하고 있는 것으로 알려져 있다[14]. Google 검색 엔진이 개발되었을 때, 당시 국내외에서 사용되던 검색엔진들에 비해 검색 결과가 잘 나왔기 때문에 큰 반향을 일으켰다. 특히 기존 검색 엔진들은 스팸 문서를 보여주는 경우가 많았던 반면 구글 검색 엔진은 그 빈도가 크게 줄었는데, 그 대표적인 이유 중 하나가 PageRank 알고리즘을 사용하였기 때문이었다.

PageRank 알고리즘은 웹문서의 순위를 매기는 알고리즘이다. 간단하게 설명하면, 아래와 같은 2가지 원칙에 의해 웹문서가 정렬된다고 볼 수 있다.

- 하이퍼링크를 많이 받은 웹문서는 보통 더 높은 순위를 가진다.
- 하이퍼링크를 많이 받은 웹문서가 가리키는 웹문서는 보통 더 높은 순위를 가진다.

(Fig. 1)은 보통 PageRank 알고리즘을 설명할 때 많이 사용하는 그림으로, 각 노드의 크기가 클수록 PageRank에 의한 순위가 높다는 것을 나타낸다. 예를 들어 중앙에 있는 파란색 웹페이지는 오른쪽의 조그만 초록색 웹페이지들이 하이퍼링크하고 있기 때문에 높은 순위를 가진다. 또, 좌측 상단에 있는 가장 큰 노란색 웹페이지는 크기가 큰 웹문서들이 자신을 가리키고 있기 때문에 더 큰 크기를 가지게 된다.



(Fig. 1) Example Web Pages Ranked by the PageRank Algorithm [14]

더 정확하게 설명하면, 각 웹문서의 PageRank 값이 결정되고, PageRank 값이 클수록 더 높은 우선순위를 가진다. i 번째 웹문서를 p_i 라 하자. p_i 가 초기 상태(0번째 상태)일 때의 PageRank 값을 $PR(p_i; 0)$ 로 정의하자. 그러면 모든 i 에 대해 $PR(p_i; 0)$ 의 값은 아래와 같이 정의한다.

$$PR(p_i; 0) = 1/N,$$

이때, N 은 웹문서의 총 개수를 나타낸다.

각 웹문서는 그 다음 상태에서 PageRank 값을 갱신한다. $t+1$ 번째 상태의 PageRank 값은 아래와 같이 결정된다. 더 이상 PageRank 값의 변화가 없을 때(수렴했을 때), 그 상태의 PageRank 값을 이용하여 웹문서의 순위를 매긴다.

$$PR(p_i; t+1) = \frac{1-d}{N} + d \sum_{p_j \in M(p_i)} \frac{PR(p_j; t)}{L(p_j)},$$

이때, d 는 감쇠율(damping factor), $M(p_i)$ 는 p_i 를 가리키는 노드의 집합, $L(p_j)$ 는 p_j 가 가리키는 노드의 개수(outgoing edge의 수)를 나타낸다.

3. PageRank 알고리즘을 위한 언플러그드 활동

본 절에서는 PageRank 알고리즘을 쉽게 이해하기 위한 언플러그드 활동을 제안한다. 첫 번째 활동은 쿠폰을 나누어주는 게임이며, 두 번째 활동은 대학생들이 술자리에서 즐기는 게임 중 하나인 ‘죽음의 게임’을 변형한 것이다.

3.1 쿠폰 나눠주기 게임

쿠폰을 나누어주는 게임의 규칙은 다음과 같다.

- (1) 모든 학생들은 각각 4장의 쿠폰을 가진다.
- (2) 각 학생들은 마음속으로 m 명의 친구를 생각한다. m 의 값은 1 또는 2가 될 수 있는데, 선생님이 미리 m 의 값을 정하여 학생들에게 알려주어야 한다.
- (3) 마음속으로 생각한 m 명의 학생들에게 자신이 가지고 있는 카드를 절반으로 나누어 전달한다. 이때, 다른 학생이 자신에게 전달하는 카드가 있을 수 있는데, 그 카드는 일단 전달하지 않고 가지고 있어야 한다. 카드가 m 으로 나누어 떨어지지 않을 경우, 한 장은 자신이 가지고 나머지 카드만 나누어 준다.
- (4) 3번 과정을 2번 더 반복한다.
- (5) 가장 많은 쿠폰을 가지고 있는 사람이 게임에서 이긴다.

만약 학생 A가 학생 B, C를 마음속으로 생각했다면, 학생 A가 B, C에게 쿠폰을 주게 된다. 이때 학생 A, B, C를 각각 하나의 웹문서로 비유한다면, A에서 B, A에서 C로 향하는 하이퍼링크가 존재한다고 볼 수 있다. 따라서 최종적으로 가장 많은 쿠폰을 가지게 되는 사람은 PageRank 값이 가장 큰 사람이라고 해석할 수 있다.

이 게임에서 어떤 학생이 가장 많은 쿠폰을 받게 될까? 인기가 많은 학생이 많은 쿠폰을 받으리라 예상할 수 있으며, 더 구체적으로는 아래와 같이 생각해볼 수 있다.

- 나에게 쿠폰을 주는 친구 수가 많으면, 나는 쿠폰을 많이 가진다.
- 나에게 쿠폰을 주는 친구가 많은 쿠폰을 가지고 있으면, 나는 쿠폰을 많이 가진다.

위 2가지 원리에 따르면, 쿠폰을 많이 받게 되는 사람은 PageRank 알고리즘에서 높은 PageRank 값을 가지는 노드와 비슷하다는 것을 알 수 있다. 이 게임이 실제 PageRank 알고리즘과 얼마나 유사한지는 4.1절에서 별도로 분석한다.

3.2 죽음의 게임

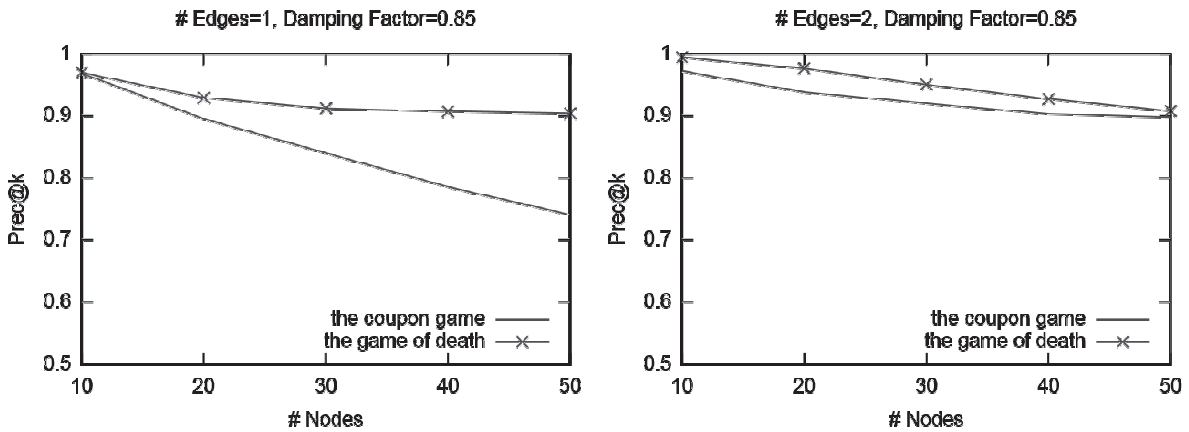
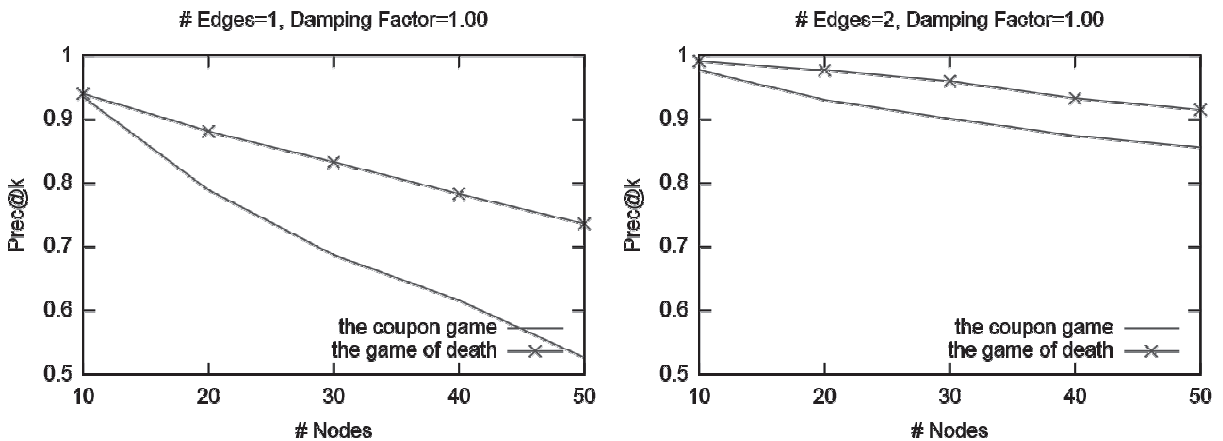
죽음의 게임은 보통 ‘더 게임 오브 데스(the game of death)’라고 불리며, 대학교 MT의 술자리 게임 중 하나다. 이 게임의 규칙은 다음과 같다.

- (1) 모든 학생들은 ‘신난다. 재미난다. 더 게임 오브 데스’를 외치고 1명의 다른 학생을 가리킨다.
- (2) 사회자가 동시에 어떤 숫자를 외친다. 그 숫자에 따라 어떤 사람이 죽을지 결정된다. 예를 들어 3을 외쳤다면, 사회자가 가리키는 사람이(1) 가리키는 사람이(2) 가리키는 사람이(3) 죽게 된다.

이 게임은 쿠폰과 같은 준비물이 별도로 필요하지 않기 때문에, 상황에 따라 모둠 활동과 전체 활동을 적절히 병행할 수 있다. 1명을 가리킨다고 하였지만 쿠폰 나눠주기 게임과 마찬가지로 2명을 가리키는 방식으로 변형할 수도 있다.

이 게임에서는 어떤 학생이 가장 죽을 가능성이 높을까? 사회자가 무작위로 숫자를 외친다고 가정한다면, 쿠폰 게임과 마찬가지로 인기가 많은 학생이 더 죽게 될 가능성이 높다고 예상할 수 있다. 더 구체적으로는 아래와 같이 생각해볼 수 있다.

- 나를 가리키고 있는 친구가 많을수록 나는 죽을 가능성이 높다.
- 나를 가리키고 있는 친구를 가리키는 친구가 많을수록 나는 죽을 가능성이 높다.

(Fig. 2) A comparison of the PageRank algorithm ($d=0.85$) and the unplugged activities(Fig. 3) A comparison of the PageRank algorithm ($d=1.00$) and the unplugged activities

만약 누군가를 가리키는 것을 하이퍼링크로 간주한다면, 이 게임도 PageRank와 유사하다는 것을 알 수 있다. 즉, 위 2가지 원리는 PageRank 알고리즘의 2가지 원리와 매우 유사하다. 얼마나 실제 알고리즘과 유사한지는 4.1절에서 별도로 분석하였다.

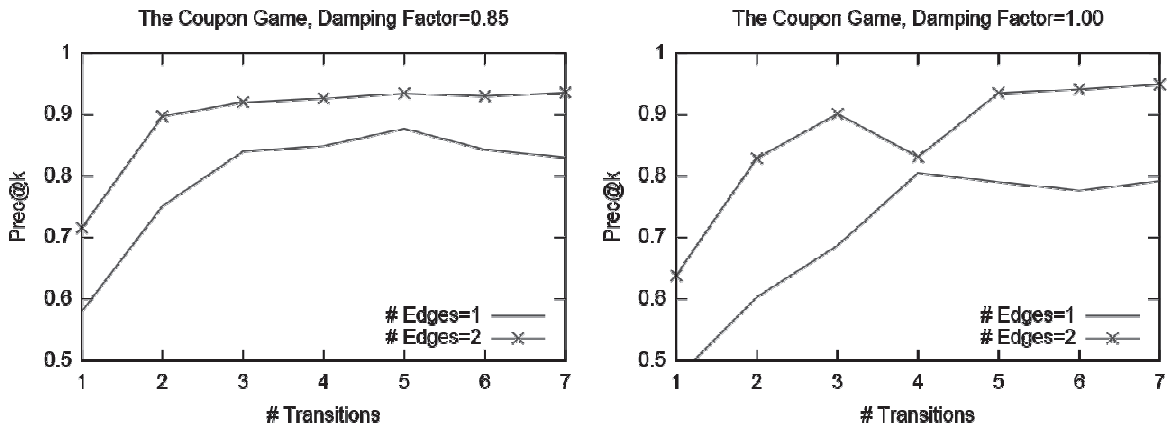
실제 수업을 진행할 때는 조금씩 게임을 변형하였는데, 예를 들어 모둠 활동을 할 때에는 흥미를 유발하기 위해 죽은 사람을 제외하고 한 사람이 남을 때까지 진행하게끔 했다. 전체 활동 시에는 누구를 지목할지 미리 정해두고, 누가 가장 죽을 가능성이 높은지를 예측하게 하였다.

4. 실험

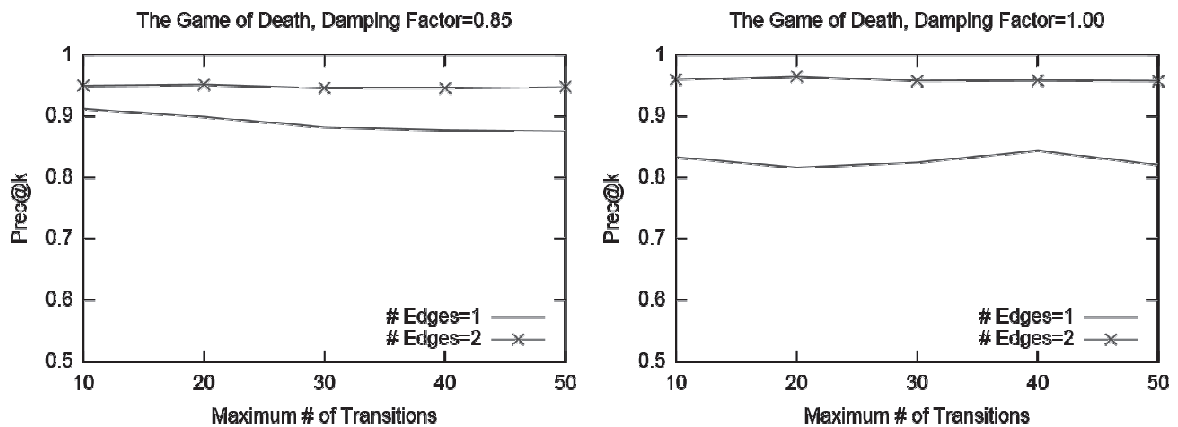
4.1절에서는 2절의 PageRank 알고리즘과 3절의 언플러그드 활동이 얼마나 비슷한지 실험적으로 검증하였다. 4.2절에서는 학생들을 대상으로 수업한 결과를 정리하였다.

4.1 PageRank 알고리즘과 언플러그드 활동 비교

본 절에서는 2절에서 설명한 PageRank 알고리즘과 3절에서 제안한 언플러그드 활동이 얼마나 비슷한지 비



(Fig. 4) The effect of the number of coupon transitions on “the coupon game”



(Fig. 5) The effect of the maximum number of transitions on “the game of death”

교한다. 얼마나 비슷한지 측정하기 위해 아래와 같은 방법을 사용하였다.

- (1) 노드의 개수와 각 노드에서 가리키는 간선의 개수(outgoing edge의 수)를 미리 정한다.
- (2) 랜덤으로 그래프를 생성한다. 즉, 노드의 개수와 간선의 개수가 정해져 있으므로 간선의 방향만 결정한다.
- (3) PageRank 알고리즘을 실행한 결과, PageRank 값이 가장 높은 5개의 노드를 ‘정답’으로 간주한다.
- (4) 쿠폰 나눠주기 게임을 실행한 결과, 쿠폰을 가장 많이 가진 3개의 노드를 찾는다. 이 3개의 노드들

이 ‘정답’에 속한 비율을 계산한다. 이를 Prec@3으로 정의한다[4]. 예를 들어 4, 7, 3번째 노드가 가장 쿠폰을 많이 가졌고, PageRank 값이 가장 큰 노드가 4, 2, 7, 5, 1이라면, 4번째와 7번째 노드가 정답에 있으므로 Prec@3은 2/3=67%로 계산한다. Prec@5가 아닌 Prec@3를 계산하는 이유는 높은 PageRank 값을 가지는 경우 그 값이 비슷한 경우가 많기 때문에, Prec@3의 값이 크다면 충분히 두 게임이 유사하다고 판단했기 때문이다.

- (5) 동일한 그래프에서 죽음의 게임을 실행한 결과, 가장 많이 죽은 상위 3개의 노드를 계산한다. 각 게임을 실행할 때는 사회자를 무작위로 정하고,

사회자가 3부터 10 사이의 수를 무작위로 외친다고 가정한다. 상위 3개의 노드를 이용해 Prec@3를 계산한다. 사회자가 어떤 수를 외치느냐에 따라 결과가 달라지고, 어떤 사람이 사회자가 되느냐에 따라 또 결과가 달라진다. 따라서 이 과정을 1000번 반복하여 Prec@3를 1000번 계산하고, 이 값을 macro-averaging하여 최종 Prec@3 값을 계산한다.

(Fig. 2)는 쿠폰 나눠주기 게임과 죽음의 게임이 얼마나 PageRank와 유사한지를 나타낸 것이다. Damping factor d 는 0.85로 정했는데, 이는 기본적으로 PageRank 알고리즘이 사용하고 있는 파라미터 값이다. 간선의 개수가 2개일 때(Fig. 2의 오른쪽 그림), 두 게임은 노드의 수(학생의 수)가 많아져도 높은 정확도를 유지했다. 그러나 간선의 개수가 1개일 때(Fig. 2의 왼쪽 그림)에는 쿠폰 나눠주기 게임의 정확도는 노드 수가 많아짐에 따라 떨어졌다. 반면 죽음의 게임은 정확도 90% 이상을 유지했다. 노드의 수가 많아짐에 따라 정확도가 떨어지는 것은 당연한 현상인데, 왜냐하면 정답의 개수는 5개로 고정되어 있는데 맞추어야 하는 후보의 개수가 늘어나기 때문이다.

(Fig. 3)는 damping factor를 1.00으로 바꾸었을 때, 즉, damping factor가 영향력이 없도록 만들었을 때의 PageRank가 본 언플러그드 활동들과 얼마나 유사한지를 비교한 것이다. Damping factor는 보통 0.85로 설정하는데, 이렇게 설정해야 가장 좋은 검색 결과가 나타난다고 알려져 있기 때문이다. 따라서 damping factor가 1.00일 때 얼마나 유사한지 비교하는 것은 큰 의미가 없지만, 본 언플러그드 활동은 damping factor를 고려하지 않고 만들었기 때문에 어떤 결과가 나타나는지 확인해 볼 필요가 있었다. 실험 결과, damping factor를 0.85로 설정했을 때보다 정확도가 전반적으로 더 떨어지는 것을 볼 수 있었다. PageRank가 실제로 사용되고 있는 파라미터 값을 사용했을 때, 그렇지 않은 경우보다 우리의 언플러그드 활동과 더 유사한 결과를 만들어낸다는 뜻이어서 놀라운 결과로 보인다.

(Fig. 4)는 쿠폰 나눠주기 게임에 대해 추가 실험을 수행한 결과를 나타낸다. 쿠폰 나눠주기 게임에서 학생들은 자신의 쿠폰을 친구에게 3번 전달했다. 3번 전달하

지 않고 1번, 2번, ..., 7번 전달한 결과, 전반적으로 더 많은 횟수로 전달하면 더 높은 정확도가 나타났다. 단, 3번 이상 전달할 경우 3번 전달한 경우와 정확도 차이가 크게 나지 않았기 때문에, 수업시간에 쿠폰 나눠주기 게임을 할 경우 3번 정도만 전달해도 PageRank 알고리즘을 잘 모사한다고 볼 수 있을 것이다.

(Fig. 5)는 죽음의 게임에 대해 추가 실험을 수행한 것이다. 죽음의 게임에서 사회자는 3부터 10 사이의 수를 외칠 수 있었는데, 3부터 10 대신 3부터 20, 30, 40, 50 사이의 값을 외칠 수 있다고 한다면 어떤 결과가 나타나는지를 보았다. 실험 결과, 어떤 수를 외치더라도 큰 차이가 없음을 확인할 수 있었다.

실험 결과를 종합적으로 판단했을 때, 다음과 같은 사실을 확인할 수 있었다.

- 죽음의 게임은 대부분의 경우 실제로 사용되는 PageRank 알고리즘($d=0.85$)과 비교했을 때 Prec@3이 90% 이상을 나타냈다. 어떤 경우에도 PageRank 알고리즘을 잘 모사하고 있다고 판단된다.
- 쿠폰 나눠주기 게임은 간선의 개수가 2개인 경우 실제로 사용되는 PageRank 알고리즘과 비교했을 때 대부분 Prec@3이 90% 이상을 나타냈다. 그러나 간선의 개수가 1개인 경우에는 Prec@3이 크게 떨어지는 경우가 있다.
- PageRank 알고리즘의 Damping factor 값이 1.00인 경우보다 0.85인 경우 본 언플러그드 활동과 더 유사하게 나타났다. 본 언플러그드 활동이 damping factor까지 고려하고 있음을 나타낸다.

4.2 사례 연구

대학교 1학년 교양 과목에서 4학기동안 300여 명의 예비 교원들을 대상으로 1차시 수업을 진행하였다. 1번째 학기에는 파워포인트 슬라이드(PPT)를 이용하여 PageRank 알고리즘을 설명하였고, 2번째 학기에는 쿠폰 나눠주기 게임을 이용하여 알고리즘을 설명하였다. 3번째, 4번째 학기에는 죽음의 게임을 이용하였다. 기말고사를 통해 본 알고리즘을 제대로 이해했는지 평가한 결과, 1~4학기의 평균 점수는 각각 4.91, 4.16, 6.72, 7.05로, 죽음의 게임을 사용하면 때 쿠폰 나눠주기 게임이나

PPT를 이용한 수업을 할 때에 비해 더 높은 점수가 나타났다($p < .0001$). 반면 쿠폰 나눠주기 게임과 PPT를 활용한 방식은 평균 점수가 95% 신뢰수준에서 유의미한 차이를 보이지 않았다($p=0.1680$). 그러나 각각의 교수법을 시행한 시기가 모두 달랐기 때문에, 본 결과를 신뢰하기는 어렵고, 추후 체계적인 검증이 필요하다고 판단된다.

예비교사를 대상으로 쿠폰 나눠주기 게임을 진행했을 때, 많은 학생들이 그 규칙을 제대로 이해하는 데에 어려움을 겪었다. 마음속으로 생각했던 친구에게 쿠폰을 전달한 후, 그 다음 번에 다시 동일한 친구에게 쿠폰을 전달해야 하는데 다른 친구에게 쿠폰을 전달하는 경우가 많았다. 또, 현재 가지고 있는 쿠폰만 친구에게 전달하고 새로운 쿠폰을 친구에게 받아야 하는데, 새로운 쿠폰을 받은 후 그 쿠폰까지 친구에게 전달하는 경우가 자주 발생했다. 그리고 이 놀이는 병렬적으로 처리가 되어야 한다는 단점이 있었다. 즉, 어떤 학생이 쿠폰을 전달하는 과정에서 다른 학생도 쿠폰을 전달해야 하기 때문에 이 과정에서 혼선이 빚어지곤 했다. 자리에 앉은 상태에서 게임을 진행하기 때문에 쿠폰을 멀리 있는 학생에게 전달하지 않는 것도 문제였다.

반면 예비교사를 대상으로 죽음의 게임을 진행했을 때는 상대적으로 수업이 원활하게 진행되었다. 죽음의 게임은 그 규칙이 단순하고, 이 게임을 알고 있는 학생들이 이미 많이 있었기 때문인 것으로 보인다. 또, 병렬 처리를 하지 않기 때문에 학생들이 더 쉽게 게임을 진행했다. 모둠 활동과 전체 활동 모두에 적합하다는 것도 학생들의 이해를 돕는 데에 도움이 되었던 것으로 판단된다.

5. 결론

본 논문에서는 PageRank 알고리즘을 쉽게 이해할 수 있도록 새로운 언플러그드 활동들을 2가지 제시하였다. 두 활동들은 PageRank 알고리즘과 유사한 결과를 나타낸다는 것을 보였고, 예비 교원들을 대상으로 수업을 진행하였을 때의 문제점을 제시하였다.

본 언플러그드 활동들 중 특히 죽음의 게임은 PageRank 알고리즘을 설명하는 데에 효과적인 것으로

보여진다. PageRank 알고리즘과 매우 유사하게 동작하고, 다른 방법에 비해 학생들의 이해도가 더 높았다. PageRank 알고리즘을 설명하기 전에 CSUnplugged 또는 code.org에 나타난 인터넷과 관련된 언플러그드 활동을 먼저 수행한다면, 더 큰 학습 효과를 기대할 수 있을 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] Bebras Challenge, <http://www.bebraschallenge.org/>
- [2] CSUnplugged, <https://csunplugged.org>
- [3] code.org, <https://code.org/>
- [4] Evaluation measures (information retrieval), [https://en.wikipedia.org/wiki/Evaluation_measures_\(information_retrieval\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Evaluation_measures_(information_retrieval))
- [5] Go, H. and Kim, C. (2016). Development of Finite State Automata Learning Materials for Elementary School Students. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 20(4), pp. 401-408.
- [6] Han, B. (2017). The Elementary Students' Understanding of Computer Science Through the Computer Science Show Program. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 21(2), pp. 209-217.
- [7] Han, B. (2013). The Research of Unplugged Computing Method for Computational Thinking in Elementary Informatics Education. Vol 17(2), pp. 147-156.
- [8] Han, H. and Han, S. (2008). A Case Study on Information Education for Pre-Service Teacher using Unplugged Computing. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 13(1), pp. 23-30.
- [9] Han, B., Gu, J. and Song, T. (2016). An Activity-based Instructional Design for Search Algorithm Expression of Elementary Students. *Journal of the Korean Association of Information Education*. 20(2), pp. 161-170.

- [10] Han, S. and Shin, S. (2011). Development of Edutainment Program using Computer Science Unplugged. *Journal of the Korean Association of Information Education*. 15(2). pp. 201-208.
- [11] Jang, J. and Kim, C. (2016). Development of Sorting Algorithm Contents for Improving the Problem-solving Ability in Elementary Student. *Journal of the Korean Association of Information Education*. 20(2), pp. 151-160.
- [12] Kim, J. (2018). A Study on Systematic Review of Unplugged Activity. *Journal of the Korean Association of Information Education*. 22(1), pp. 103-111.
- [13] Ma, D. (2016). A Study of Data Representation Education for Elementary Students. *Journal of the Korean Association of Information Education*. Vol 20(1), pp. 13-20.
- [14] PageRank,
<https://en.wikipedia.org/wiki/PageRank>
- [15] World Wide Web, https://en.wikipedia.org/wiki/World_Wide_Web
- [16] Yang, C. (2016). Computer Science Unplugged Activities of Graph Theory for Primary School Students. *Journal of the Korean Association of Information Education*, Vol 20(1), pp. 93-100.

저자소개

박 영 기



2008 KAIST 전자전산학과 전산
학전공(공학사)
2010 서울대학교 대학원 컴퓨터공
학과(공학석사)
2015 서울대학교 대학원 컴퓨터공
학과(공학박사)
2015~2016 삼성전자 종합기술원
전문연구원
2016~현재 춘천교육대학교 컴퓨
터교육과 조교수
관심분야 : 초등컴퓨터교육, 인공
지능

E-Mail : ypark@cnu.ac.kr