

망각곡선과 대결 기반 순위 결정 시스템을 적용한 영어 단어 학습 어플리케이션 개발

염기호*, 오경수*, 전영재**

송실대학교 미디어학과*, 조지워싱턴 대학교 컴퓨터공학과**

{youmkh, oks}@ssu.ac.kr, jyechun@gwu.edu

English Vocabulary Learning Application Development Applying
Forgetting Curve and Match Result Based Rating System

Kiho Youm*, Kyoungsu Oh*, Youngjae Chun**

Department. of Media, Soongsil University*

Department. of Computer Science, The George Washington University**

요 약

본 논문에서는 망각곡선을 응용한 반복학습시기 설정 및 학습자 수준과 단어 난이도 자동계산 방법이 적용된 영어단어 암기시스템을 소개한다. 우리 시스템은 망각곡선을 사용해서 학습자의 단어암기 횟수에 따라 적절한 반복 주기를 정하고 그 시기에 복습을 요구한다. 학습자가 알고 있는 단어들에 대한 복습시간을 없애고 잊어버릴 확률이 가장 높은 단어들을 우선적으로 복습하는 것으로 시간을 절약 할 수 있는 것이다. 또 수준에 맞는 난이도의 단어들을 제공함으로써 학습 흥미와 성취도 유지에 기여할 수 있다. 학습자의 수준을 고려하지 않은 난이도의 단어를 무작위로 제공하거나 이미 다른 사람들의 평가에 맞춰진 난이도의 단어들을 제공하는 기존의 시스템과 차별되도록 학습자와 단어 난이도 설정에 온라인 체스게임 랭킹시스템에서 사용하고 있는 "Glicko" 시스템을 적용시켰다. 플레이어간의 대결을 통해서 서로의 실력이 결정되고 매칭되는 이 시스템을 우리는 단어와 사람간의 대결로 시스템에 적용하였다. 그것으로 인해 학습하는 사람의 수준과 단어들의 난이도가 실시간으로 측정되고 학습과정에 반영이 된다. 이 외에 부가적으로 분산학습, 시험형식의 문제풀이의 즉각적인 피드백을 활용하여 영어 단어 암기의 효율성을 극대화 한다.

ABSTRACT

This paper presents English vocabulary memorization system using forgetting curve to automatically adjust the vocabulary difficulty to match learner's level. Our system will decide the appropriate repetition cycle, depending on the number of memorizing words through the forgetting curve, then requires an iterative learning. No matter what learners know or do not know, words are reviewed. To save time by reviewing some words which have the highest probability that learners forget. And it provides vocabulary based on learner level, which makes learner maintain their interest and achievement. A general system provides vocabularies which difficulty matches with evaluated ones, or randomly provides some vocabularies without consideration of users' level. But we apply the "Glicko" system which is being used in the online chess game ranking system to adjust the vocabulary's difficulty. We utilize the system used in the one-by-one player system to our vocabulary-human system. As a result, learners's level and the vocabularies's difficulty is measured in the review process.

Moreover it maximizes the performance of English vocabulary memorization by applying feedbacks from practice testing and distributed learning.

Keywords : English vocabulary, Glicko system, Rating system, forgetting cycle, distributed learning.

Received: May. 11. 2015 Accepted: Jun. 08. 2015

Corresponding Author: Kyoungsu Oh(Soongsil University)

E-mail: oks@ssu.ac.kr

© The Korea Game Society. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ISSN: 1598-4540 / eISSN: 2287-8211

1. 서 론

본 논문에서는 영어단어 암기에 중점을 두고 에빙하우스의 망각곡선을 사용해서 복습시기를 정하고 랭킹시스템이 적용된 학습자와 단어 난이도 자동계산 방법을 사용하는 암기시스템을 소개한다. 어휘에 중점을 두는 이유는 어휘력이 듣기, 읽기, 말하기, 쓰기의 4가지 영어 교육 영역 모두가 어휘와 관련성을 가지고 있기 때문이다[1]. 기존 영어 학습 콘텐츠의 대부분은 무조건적인 반복학습이나 학습자의 의지에 맡긴 단어장 형식의 학습 방법을 제공하고 있다. 영어 단어를 암기 할 때는 자신이 어느 정도의 수준에 있는지를 알아야 하는 것이 중요하고 그 수준에 맞는 단어들을 우선적으로 암기하는 것이 학습의지를 유지하는 데에 좀 더 효과적이다. 단어장 형태의 암기시스템을 살펴보면 학습자들의 실력을 보편화된 난이도의 단어들로 평가하고 학습 시키거나 학습자의 수준을 고려하지 않고 무작위로 주어지는 난이도의 단어를 암기하게 된다. 이러한 경우 지속적으로 자신이 암기하기 힘든 단어들을 마주하게 되어 학습자의 흥미도가 낮아 질 뿐만 아니라 계속 되는 암기의 어려움 때문에 성취도 또한 낮아지게 되고 결국 학습 의욕의 저하로 나타난다[2]. 우리는 이러한 결점을 해결하기 위해서 온라인 체스 게임에서 사용하는 대결 기반의 사용자 능력 측정 시스템을 적용하였다. 체스게임에서는 사용자들 간의 시합 결과에 맞춰 승리한 사람의 점수가 올라가고 패배한 사람의 점수가 내려가는 형식으로 레벨을 정한다. 이와 같은 방식을 학습자와 단어들의 시합으로 적용시킨 시합 형식의 영어단어암기를 통해서 학습자들의 어휘 수준과 영어단어들의 난이도를 결정한다. 이러한 과정으로 형성된 학습자들과 단어들의 난이도를 사용해서 학습자는 자신의 수준에 맞는 난이도의 단어들을 제공 받을 수 있게 된다[3,4,5]. 이 외에도 에빙하우스의 망각곡선을 적용한 복습을 통하여 학습자에게 자신이 암기했던 단어에 대해서는 복습주기에 맞춰 짧은 시간의 복습을 하는 것만으로도 장

기 기억 상태에 접근할 수 있도록 유도한다[6]. 이미 암기한 단어는 반복주기가 돌아오기 전까지는 무의미한 반복을 하지 않는다. 망각곡선에 따라 그 단어에 대한 기억력이 거의 소진되어 갈 때만 복습을 하는 것으로 소비하는 시간을 최소화하여 학습 효율성을 높게 된다. 이렇게 기존 학습 시스템의 취약점을 보완하고 학습 방법에 대한 검토를 통해서 가장 효과적인 어휘학습을 위한 구체적이고 새로운 모바일 영어 학습 콘텐츠를 제공하는 것이 목표이다.

2. 관련 연구

2.1 “Glicko Rating” 시스템

주로 온라인 체스 게임에서 사용자들 간의 레벨 측정을 위해서 사용되는 시스템이다. 이 시스템에서는 rating 이라는 레벨 측정 수치와 rating의 정확도를 나타내는 수치인 rd를 사용한다. 기본적으로 플레이어의 시합의 승패결과에 따라 rating, 즉 점수가 변동이 된다. 승리한 플레이어는 점수를 획득, 패배한 플레이어는 점수를 잃는 것이 기본적인 규칙이다. rating 의 변화량은 rd 값에 의해 결정이 된다. 플레이어의 rd 값이 작고 상대방의 rd 값이 클수록 변화량의 폭이 줄어들게 된다. 그리고 시합을 하면 할수록 rd 값은 줄어들어 플레이어의 실제 rating 의 신뢰도 변동 폭이 줄어들게 되고 자신의 실력에 정확해 진다고 할 수 있다[7,8].

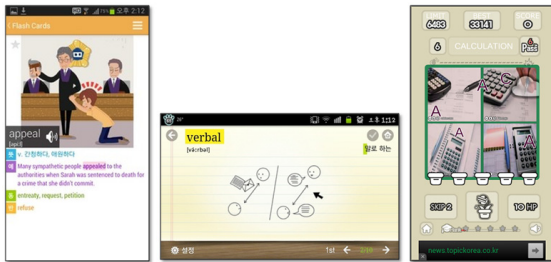
2.2 Ebbinghaus 망각곡선

독일의 심리학자 헤르만 에빙하우스가 기억에 대한 실험 연구를 통해서 제시한 것으로 망각 곡선(Forgetting curve) 가설은 시간이 지남에 따라 기억 감소의 정도를 말하는 가설이다. 이 곡선은 기억을 유지하려는 시도가 없을 때 정보가 시간이 지남에 따라 손실되는 정도를 보여준다. 기억이 강할수록 더 오랜 시간이 지난 후에도 다시 떠올릴

수 있다. 사람은 새로운 지식을 배운 후에 며칠 또는 몇 주의 기간 동안 의식적으로 복습하지 않는 한 기억한 내용이 점차적으로 감소한다. 헤르만 에빙하우스는 의미가 없는 철자들(이를테면, ‘fjisd’)을 가지고 망각의 양을 연구했다. 10분 후부터 망각이 시작되며, 1시간 뒤에는 50%가 하루 뒤에는 70%가 한 달 뒤에는 80%를 망각하게 된다. 이 이론에서의 실험은 무의미한 철자를 갖고 결과를 도출하였지만 처음 접하는 영어단어의 경우 무의미한 철자와 같은 형태로 취급할 수 있고 망각시기가 기존의 것보다 어느 정도 늦춰질 수는 있으나 크게 벗어나지 않을 것이라 가정하였다. 이 외에 영어 단어 학습에 필요한 시간, 기억력의 관계를 고려했을 때 본 연구에 필요하다고 판단하고 이론을 적용하였다. 망각 시기를 알면 그에 맞춰 기억이 유지될 수 있는 최소한의 복습을 하는 것이 가능하기 때문이다.

2.3 영어단어 학습 어플리케이션

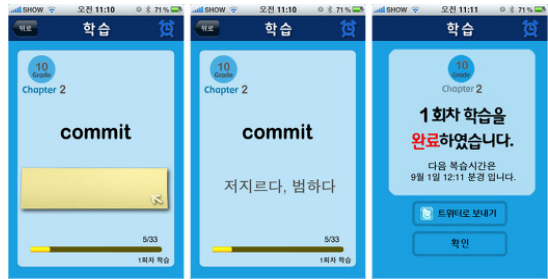
“뇌새김 영단어”, “이미지 보카”, “크레이지워드 기초 영어 시즌1” 어플리케이션[Fig. 1]은 연상기법을 사용한 영어 학습 시스템으로 학습자가 단어와 그 의미를 그림을 통해 연관시켜 암기를 하기 때문에 한번 암기를 했을 경우 쉽게 다시 떠올릴 수 있다는 것이 이 학습 방법의 장점이다[9,10].



[Fig. 1] Associative technique based applications

하지만 이 학습 방법은 단어 하나하나를 학습할 때 자신이 암기 했는지를 즉시 확인하는 것이 불가능하고 알고 있는 단어 임에도 불구하고 무조

건적으로 재학습을 해야 하는 경우가 생기게 된다. 또 복습은 학습자에게 전임하기 때문에 자신이 원하는 단어만을 학습할 수 있는 한편 학습자의 의지에 따라 학습량이 좌우되는 경향이 있다.

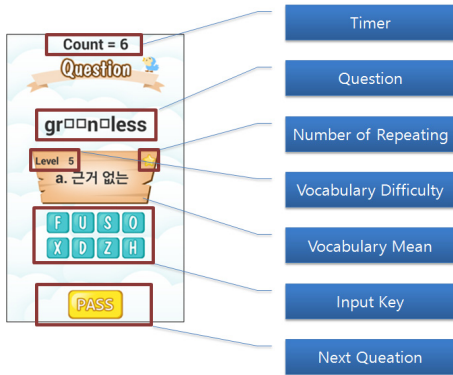


[Fig. 2] Alarm english vocabulary application

“알람영단어”는 에빙하우스의 망각곡선을 사용해서 복습하는 기능을 포함하고 있는 영어 학습 어플리케이션[Fig. 2]이다. 연상기법을 사용한 어플리케이션과는 다른 형식으로 실력측정이라는 테스트를 통해서 자신의 레벨을 측정하고 자신의 레벨에 맞는 단어를 구입해서 사용하는 기능을 갖고 있다. 하지만 이 학습기 역시 자신이 학습을 하는 동시에 암기를 여부를 확인 할 수 있는 피드백이 즉각적으로 제공되지 않는다. 실력측정이 이미 기존에 분류되어 있는 단어세트를 기준으로 평가되기 때문에 자신의 수준에 따라 학습하는 단어들고 정되어 있다.

3. 영어 단어 암기 시스템

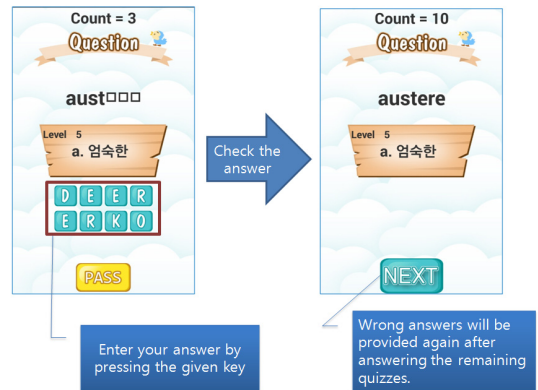
3.1 어플리케이션 레이아웃



[Fig. 3] Learning scene layout

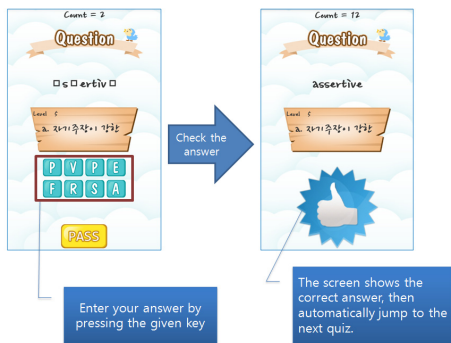
[Fig. 3] 최상단에 표시되는 타이머가 15초가 되기 전에 문제에 대한 정답을 입력해야 한다. 타이머 아래에는 영어 단어 문제가 출제가 되며 철자 중에서 임의로 3개를 가리도록 되어있다. 단어 문제 밑으로 문제풀이의 힌트가 되는 단어의 해석된 의미가 나타난다. 단어의 의미가 적혀있는 좌측 상단에 단어의 레벨이 표시가 되고 우측 상단에는 현재 출제되어 있는 단어를 맞힌 횟수가 별의 개수로 표시 된다. 단어 뜻 아래쪽에는 문제를 풀이할 수 있는 철자 버튼이 8개가 주어지게 된다. 마지막으로 다음 문제로 넘어 갈 수 있는 패스 버튼이 배치되어 있다.

에 주어진 빈칸에 순서대로 입력이 된다. 3개의 버튼을 눌러 답을 모두 입력 했을 경우에 자동으로 판정이 이뤄지고 정답을 맞게 되면 정답이라는 의미의 피드백 그림(주먹을 쥔 상태에서 엄지를 세운 그림)을 2초 동안 보여주고 다음 문제로 자동으로 넘어가게 된다.



[Fig. 5] Wrong-answer screenshot

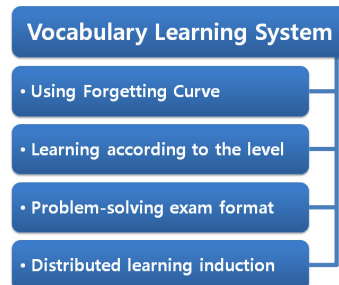
[Fig. 5]은 오답을 입력하거나 패스버튼을 눌렀을 경우를 보여주는 그림이다. 패스버튼을 눌러서 화면이 전환된 후에는 학습자가 단어를 확인하고 충분한 시간을 갖고 숙지할 수 있도록 고정된 화면을 제공한다. 이 후에 “NEXT” 버튼을 누르면 다음 문제 화면으로 이동하게 된다.



[Fig. 4] Correct-answer screenshot

[Fig. 4]는 정답을 맞혔을 경우를 보여주는 그림이다. 보기에 주어진 버튼을 누르면 자신이 누른 버튼이 하나씩 사라지고 버튼에 있는 철자가 문제

3.2 영어 단어 학습 시스템 구조



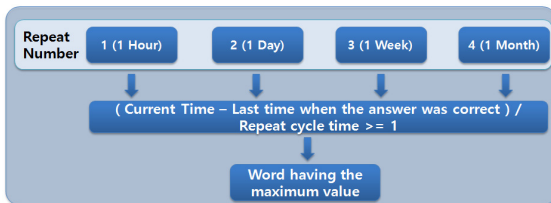
[Fig. 6] English vocabulary learning system features

영어 단어 학습 시스템은 [Fig. 6]에서 보는 바

와 같이 크게 4가지 특징으로 나눌 수 있다. 그 중에서도 에빙하우스의 망각곡선을 활용한 적정 시기의 복습, “Glicko” 시스템을 적용한 학습자의 수준에 맞는 학습이 우리 시스템의 가장 큰 장점이다. 이 외에 추가적으로 분산학습 유도, 시험형식의 문제풀이 방식[11] 등을 통한 학습 효율성의 증가 역시 또 다른 장점이다.

3.3 망각곡선을 사용한 복습

사람의 기억은 최초 학습 후 10분이 지나면서 망각이 시작되고 1일이 지나면 70% 이상을 잊고 1달이 지나면 80% 이상을 잊어버리게 된다. 우리는 복습주기를 1시간, 1일, 1주일, 1달 로 설정을 했다[12]. 문제풀이에서 정답을 입력한 경우에 그 시간을 데이터베이스에 저장하고 최초 복습시기인 1시간에 한번 데이터베이스를 검색한다. 반복시기를 넘긴 단어가 있을 경우에 모바일 장치에 알람을 주도록 한다.



[Fig. 7] Repeat cycle test & new word transmission process

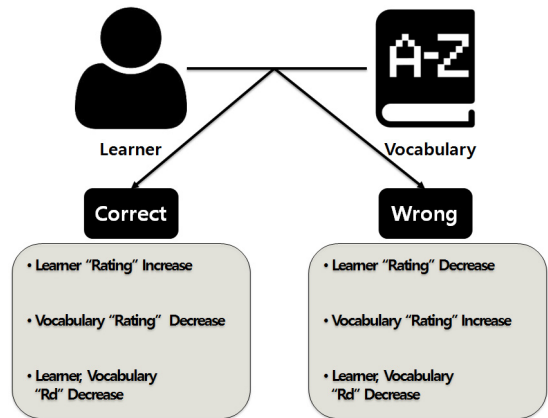
(현재시간 - 마지막으로 문제를 맞힌 시간) / 반복주기시간 \geq 1 [Fig. 7]에 나와 있듯이 위의 공식을 사용해서 반복학습주기를 지난 단어들 중에서 가장 짧은 주기에 있는 단어들을 우선적으로 선택하고 그 주기에 속한 단어들 중에서 가장 오랫동안 학습하지 않은 단어를 선택하게 된다. 이러한 반복 주기 우선순위의 단어 선택으로 학습자들은 자동으로 자신이 암기했던 어휘를 지속적으로 알맞은 시기에 반복을 하게 되고 짧은 시간의 복습만을 통해서 장기기억을 할 수 있도록 도와주게 된다.

3.4 학습자 수준에 맞는 학습

3.4.1 단어와 사용자의 Rating 결정

“Glicko” 시스템을 영어 단어 학습시스템에 적용해서 단어와 사용자의 난이도 레벨을 설정한다. 이를 사용해서 학습자의 수준에 맞는 단어를 제공하는 것이 가능하다. 체스게임에서는 플레이어와 플레이어간의 시합을 통해서 각 플레이어들의 “rating” 이라는 레벨 측정 수치가 정해진다.

반면 학습시스템에서는 위에서의 플레이어들 간의 대결 구도를 학습자와 단어들의 시합으로 한다. 시스템의 목적은 학습자들의 등급을 판단하고 그에 맞는 단어를 제공하는 것이다. 그러기 위해서는 학습자들의 등급과 단어들의 등급이 필요한데 이것은 학습자들과 단어들 간의 경쟁구도를 통해서 정해지게 된다. 때문에 학습자들 간의 시합이나 단어들 간의 시합이 아닌 학습자와 단어들 간의 시합으로 제한을 둔다[13].



[Fig. 8] “rating” setting process

[Fig. 8] 학습자가 단어를 암기 했을 경우(문제풀이를 통해 정답을 맞힌 경우)에는 학습자의 승리, 단어의 패배로 평가한다. 암기하지 못했을 경우(문제풀이를 맞히지 못한 경우)에는 학습자의 패배, 단어의 승리로 평가하여 “rating”과 “rd” 적용한다.

3.4.2 수준에 맞는 단어 가져오기

학습 시스템도 “Glicko” 시스템과 마찬가지로 “rating”과 “rd” 값이 주어진다. 위에서 설명한 시합 결과에 맞춰서 승리한 쪽의 “rating” 점수가 올라가고 패배한 쪽의 “rating” 점수는 감소하게 된다. “Glicko” 시스템에서 “rd”(rating deviation = 점수 편차)는 플레이어 실력의 신뢰도, 즉 플레이어 실력(rating)의 정확도 구간을 설정하게 되는 수치이다. 학습자에게 계정 생성 시 “rd” 기본 값이 주어지게 되고 문제를 풀이하면 할수록 사용자와 단어들이 갖고 있는 “rd” 값은 감소하게 된다.

$$\text{rating} - 2*rd < \text{학습자 실력} < \text{rating} + 2*rd \quad (\text{eq. 1})$$

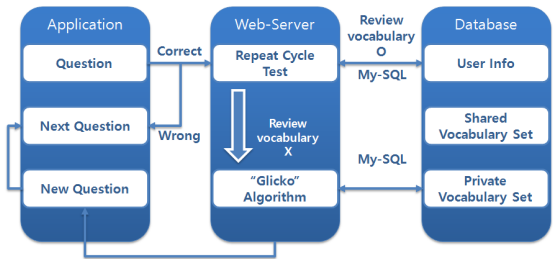
(eq. 1) 공식을 사용해서 학습자의 등급구간이 정해지고 이 점수에 맞는 등급의 단어들을 가져오게 된다. 여러 사용자들이 공유하고 있는 단어세트를 갖고 있는 상태에서 지속적으로 그 단어들을 암기 할 경우 이를 통해서 단어들의 rating 즉 단어 난이도의 신뢰성을 높이고 여러 사용자들의 실력을 반영한 단어세트를 확보 할 수 있게 된다. 여기까지가 사용자와 학습자의 수준 즉 난이도가 결정되는 과정이다.

4. 구현 및 실험 결과

4.1 시스템 프로세스와 자료구조

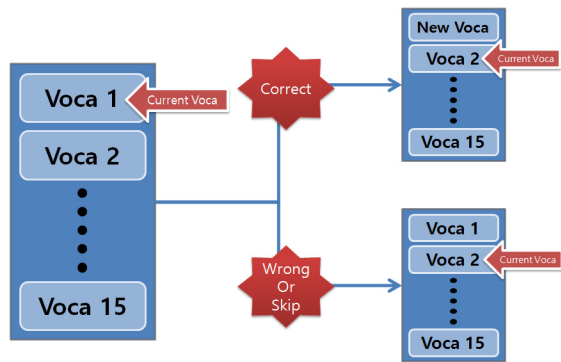
영어단어 풀이 시스템의 과정[Fig. 9]을 살펴보면 사용자가 모바일기기에서 영어 단어 문제를 풀이 하고 풀이가 끝남과 동시에 결과 값(정답, 오답)을 웹 서버에 전달한다. 결과에 따라 연산 처리 후에 데이터베이스(데이터베이스는 모든 학습자들의 풀이결과에 의해 실시간으로 난이도가 변경되는 공용단어세트를 저장하고 있는 테이블, 학습자의 학습내역과 학습레벨 등이 저장되는 사용자 정보 테이블, 그리고 모바일 장치로 단어를 가져오는 용

도의 사용자 개인의 단어 테이블로 구성)에 저장되어 있는 단어들과 학습자의 정보를 업데이트 하고 반복시기를 넘긴 단어 또는 학습자의 수준에 맞는 난이도의 단어를 가져오는 것이다.



[Fig. 9] English vocabulary learning system process

이 과정에서 복습주기를 계산하기 위해 에빙하우스의 망각곡선을 사용했고 학습자와 단어의 난이도를 결정하기 위해서 “Glicko” 시스템을 사용하였다.



[Fig. 10] Mobile device storage data structure

[Fig. 10]단어는 최초 학습 시 데이터베이스에서 무작위 수준의 문제 15개를 가져와서 모바일 장치에 저장 한다. 학습자의 최초 학습 수준은 “Glicko” 시스템의 초기 값을 따른다. 문제를 맞혔을 경우에는 새로운 단어를 데이터베이스에서 가져온 후 맞힌 단어와 교환하고 다음 문제로 넘어가게 되고 틀렸을 경우에는 아무변화 없이 다음 문제로 넘어가서 14개의 문제를 풀이한 후에 다시 반복학습 하게 된다. 새로운 단어를 가져올 때는 두 가지 조건을 고려해서 가져오게 되는데 첫째는

반복학습을 해야 할 단어가 있는 경우를 최우선적으로 가져오게 되고 둘째로 반복학습을 해야 할 단어가 없는 경우에는 학습자 수준을 고려한 “rating”이라는 점수를 비교해서 학습자의 점수에 맞는 단어를 선택해서 가져오게 된다.

4.2 “Glicko” 시스템 실험 및 결과

“Glicko” 시스템이 적용된 단어들이 정상적으로 “rating”에 따라 등급이 결정이 되었는지를 확인하기 위해서 단어의 정답률을 사용한 실험을 실시했다. 미리 100번 이상의 암기 테스트를 통해서 “rating”이 결정된 70개의 단어를 준비하고 임의의 학습자 9명 에게 암기 시험을 한 후에 정답률과 “rating”의 관계를 확인해 보았다.

[Table 1] Correlation of percentage of correct answers and “rating”

Rating	Vocabulary number	Correct answering number	Percentage of correct answers (%)
1800 ~ 2300	126	36	28.57
1600 ~ 1800	108	63	58.33
1400 ~ 1600	72	60	83.33
1200 ~ 1400	135	99	73.33
~ 1200	189	141	74.60

[Table 1]에서 나타난 결과와 같이 “rating”이 높을수록 어려운 단어가기 때문에 정답률은 “rating”과 반비례하는 형태로 나타났다. 1800 점 이상의 구간 단어들에서는 정답률이 거의 비슷한 결과를 보이기 때문에 구간의 범위를 확장 시켜서 표시했다. 1400~1600 점수대의 단어들에서 어긋나는 결과가 도출 되었지만 그 외의 점수대에서의 정답률은 “rating”과 반비례함을 알 수 있다. 이

결과를 바탕으로 단어들이 사용자들의 수준에 따라 정상적으로 난이도가 조절이 되고 있음을 확인 할 수 있다.

5. 결 론

에빙하우스의 망각곡선과 게임 랭킹 시스템에서 사용되는 “glicko system”을 이용해서 영어단어 암기시스템에 적용했다. 그 결과 적절한 시기에 짧은 시간을 투자하는 것만으로도 충분히 기억지속시간을 늘려주게 되어 반복학습에 소모하는 시간을 최소한으로 유지 시켜준다. 그리고 단어의 난이도를 학습하는 그룹의 수준에 따라 분류해 주기 때문에 단어들의 난이도는 기존에 인위적으로 이미 정해져있는 등급의 단어들이 아니라 학습자들의 실질적인 단어 암기 테스트를 통해서 실시간으로 유동적인 변화를 보이며 학습자들의 수준에 따라 등급이 나뉘게 된다. 이렇게 분류된 단어들 중에서 자신의 수준에 맞는 단어들을 우선적으로 암기하게 된다. 학습하는데 있어서 너무 어렵거나 쉽지 않은 난이도이므로 학습 흥미를 쉽게 떨어뜨리지 않고 암기하는데 적절한 수준의 단어를 제공함으로써 학습 성취도를 올리는 데에도 충분한 효과를 볼 수 있을 것이다. 부가적으로 반복주기를 사용한 복습 시스템이기 때문에 자연스럽게 분산학습의 효과가 이루어지고 철자를 입력하는 시험형식의 문제풀이와 즉각적인 풀이결과 피드백을 통해서 학습자들이 자신의 어휘력을 정확하게 평가받음으로서 학습 동기를 부여하는 자극제 역할을 하게 된다[14]. 실험을 통해서 “rating” 이 단어에 어느 정도 일치하는 것을 확인할 수 있었으나 망각 주기의 검증은 다수의 인원과 장기간에 걸쳐 기억력이 감소되는 정도를 판단해야 하는 실험이 요구되므로 추후에 실험을 통해서 망각곡선이 실질적으로 정확하게 학습자들에게 적용이 되는지를 확인하고 반복주기 기간을 최적화 한다면 좀 더 효율적인 학습시스템 개발이 가능할 것이다[15,16].

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the Korea Science and Engineering Foundation(KOSEF) grant funded by the Korea government(MEST) (No.2011-0012214)

REFERENCES

- [1] Eun-mi Jeong, In-Young Seo, "A design guideline of multimedia software for vocabulary learning", *Multimedia-Assisted Language Learning*, Vol. 6, No. 2, pp.119-135, 2003.
- [2] JaeMu Lee, YoungTae Kim, "A Game-Style Learning System for the Enhancement of Underachievers' Motivation", *Journal of Korea Game Society*, Vol. 8, No. 2, pp.37-46, 2008.
- [3] Jae-Seok Lee, Ihn-Han Bae, "Design and Implementation of a Mobile Contents for Learning English Vocabulary", *Journal of Internet Computing and Services*, Vol. 5, No. 4, pp.43-51, 2004.
- [4] Kiho Youm, Kyoungsu Oh, "Determination of Difficulty of Problem and Ability of Learner using Learning History", *Proceedings of conference on Korea Game Society*, pp.119-122, Nov 2015.
- [5] Sang-Moon Jeon, Kyoung-Su Kim, Gap-Pyoung Lee, "Design and Implementation of a SmartPhone Serious Game for Learning English Conversation", *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 14, No. 2, pp.235-245, 2013.
- [6] Chen, Chih-Ming, and Ching-Ju Chung, "Personalized mobile English vocabulary learning system based on item response theory and learning memory cycle", *Computers & Education*, Vol. 51, No. 2, pp. 624-645, 2008.
- [7] Glickman, Mark E. "The glicko system". Boston University 1995.
- [8] Glickman, Mark E. "Chess rating systems." *American Chess Journal*, Vol. 3, pp.59-102, 1995.
- [9] Haksu Lee, Young Yim Doh, "A Study on Enhancing Emotional Engagement in Learning Situation - Based on Development Case of English Learning Serious Game 'Word Collectrian'", *Journal of Korea Game Society*, Vol. 12, No. 6, pp.95-106, 2012.
- [10] Hyungsung Park, Youngkyun Baek, "Exploring meaning of the context into the educational game", *Journal of Korea Game Society*, Vol. 9, No. 4, pp.11-20, 2009,
- [11] Buzan, Tony. "Use your head". Rajpal & Sons, 1982.
- [12] J. Dunlosky, K. A. Rawson, E. J. Marsh, M. J. Nathan, D. T. Willingham. "Improving Students' With Effective Learning Techniques: Promising Directions From Cognitive and Educational Psychology", *Psychological Science in the Public Interest*, Vol. 14, No. 1, pp. 4-58, 2013.
- [13] Amory, A., Naicker, K., Vincent, J., & Adams, C. "The use of computer games as an educational tool: identification of appropriate game types and game elements", *British Journal of Educational Technology*, Vol. 30, No. 4, pp. 311-321, 1999.
- [14] Johnson, W. Lewis. "Serious use of a serious game for language learning", *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications* Vol. 158, No. 67, 2007.
- [15] Sahoan H. Kim, "A Research on the Extended Definition of Educational Serious Game and Guiding Directions through Categorizations of Serious Games", *Journal of Korea Game Society*, Vol. 12, No. 1, pp.3-14, 2012.
- [16] Eun-Sok Won, "Analyzing Game Interfaces for Adapting Games in English Learning and Teaching", *Journal of Korea Game Society*, Vol. 15, No. 2, pp.131-144, 2015.



염 기 호(Youm, Kihoh)

2012 숭실대학교 컴퓨터학부 학사
2015 숭실대학교 미디어학부 석사

관심분야 : 기능성 게임, 게임 레벨 자동 생성



전 영 재(Chun, Youngjae)

2007 숭실대학교 미디어학부 학사
2014 숭실대학교 미디어학부 박사
2015-현재 조지워싱턴대학교 컴퓨터공학과 박사후과정

관심분야 : 실시간 렌더링, 게임 레벨 자동 생성



오 경 수(Oh, Kyuongsu)

2001 서울대학교 전기 컴퓨터 공학부 박사
2001-2002 (주)조이먼트 개발팀장
2003-현재 숭실대학교 미디어학부 부교수

관심분야 : 실시간 컴퓨터 그래픽스, 시리우스 게임

— 망각곡선과 대결 기반 순위 결정 시스템을 적용한 영어 단어 학습 어플리케이션 개발 —