

語彙知識マップを用いた多読用絵本推薦システム

滝井健介¹ フラナガンブレンダン² 緒方広明²

概要: 外国語としての英語学習において、多読が様々な言語スキルにもたらす学習効果は広く理解されている。また、教育や学習における授業・教材の推薦システムは多数開発されているが、学習効率の向上や個人レベルでの推薦の実現を目指したものは多くない。本研究では、様々な概念を関連するもの同士で繋いだ知識マップを活用した、多読用の絵本推薦システムを提案する。これは、学習者の英語の学習効率の向上と個人の英語スキルに合った推薦を目指すものである。また、本システムが学習者の英語スキルにもたらす影響を調査するための実験方法についても提案する。

キーワード: 外国語としての英語, 多読, 単語学習, 知識マップ, 推薦システム, 学習効率

Keywords: English as a Foreign Language, Extensive Reading, Vocabulary Learning, Knowledge Map, Recommendation System, Learning Efficiency

1. はじめに

外国語としての英語(English as a Foreign Language: EFL)学習において、読む力は書面にした知識を習得するための能力であり、基本的かつ不可欠なスキルである。また、EFL学習における多読(extensive reading)の有効性と効果は、多数の先行研究により広く理解されつつある。高瀬 [1]は、多読の有効性について、日本人による日本でのEFL学習では英語のインプットとアウトプットの必要性がともに非常に小さいため、英語運用能力向上のためにはインプットの量を増やすことが最重要課題であり、そのために最も有効な手段の一つが多読であるとしている。これまでの多読学習の研究は、紙媒体を用いて行われたもの [2][3][4]と、電子ブックを用いて行われたもの [5][6]とに大別できるが、後者の研究は前者に比べて多くない [6]。しかし、多読学習は、行われる媒体にかかわらず、学習者に対して同様の学習効果をもたらすことが報告されており、その効果は読解力の向上 [2][6]のみならず、作文能力 [2][3]、語彙 [4][6]、学習態度 [2][5]の向上・改善にまで広範囲にわたることが示されている。

さらに、e-ラーニングにおける学習用教材推薦システムに目を向けると、現在まで様々なシステムが開発されている。Sikkaら [7]は、e-ラーニングにおける多数の学習者は様々な関心の対象や異なる習熟度を有しているため、万人に対して一律の推薦を行うのではなく、学習者の関心や習熟度の違いに自動的に対応可能な個人レベルのシステムを提供することが非常に重要だと指摘している。また、そのようなシステムが、e-ラーニングでの学習活動における学習者の学習効率・意欲の向上に寄与することは想像に難くないことである。

本研究では、EFLを学ぶ日本の中学生を対象にし、学習者の過去の学習活動に基づいて英語の多読学習向けの絵本

を自動推薦するシステムを提案する。これは、主に英語多読を通じた語彙学習に焦点を当て、ヴィゴツキー [8]の「発達の最近接領域」の理論に基づいた手法によって英語学習の効率向上を目指し、個人の英語熟達度に合わせた絵本の推薦を実現するものである。本システムは、既存の電子ブック閲覧システム BookRoll [9]によって閲覧された絵本の閲覧ログを利用し、中学校で学習する英単語から作られる語彙知識マップ [10]を活用した推薦を行う。また、本システムが学習者の英語熟達度にもたらす影響を調査するための実験方法についても提案する。

2. 先行研究

2.1 発達の最近接領域(Zone of Proximal Development)

語彙学習においては、すでに学習・定着した単語の類義語は、そうでない単語に比べて覚えやすいことが知られている [11]。これは、ヴィゴツキーの提唱した「発達の最近接領域(Zone of Proximal Development: ZPD)」[8]のモデルを援用すれば、すでに学習・定着した単語が学習者の現在の発達水準にあり、その類義語が学習者のZPDにあると考えることができる。本システムは、学習者のZPDにあると考えられる、多読によって触れた単語の類義語や関連語を、学習者の将来の成熟過程に対して先回りして推薦する。つまり、本システムが学習者にとって、より英語に熟達した教師の役割を果たすということである。

2.2 教材推薦システム

前章で述べた通り、e-ラーニングにおいては、個人の関心の対象や習熟度の違いに自動的に対応可能なシステムや、学習者の学習効率の向上を目指したシステムを開発・提供することは重要なことであり、それは学習用教材推薦システムについても同様である。しかし、それらを完全に実現したといえるシステムは実際には多くない。

例えば、NishiokaとOgata [12]は、電子ブックにおける研究論文推薦システムを開発した。これは、学生が閲覧している講義資料に関連する論文を自動で推薦することで、当該資料の学習効率向上に寄与するものであるが、推薦結果

¹ 京都大学大学院情報学研究所
Graduate School of Informatics, Kyoto University.
² 京都大学学術情報メディアセンター
Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University

は全学生に対して一律であり、個人レベルでの推薦は行っていない。また、Hsu [13]は、第二言語としての英語(English as a Second Language: ESL)の学習者向けのリーディング課題推薦システムを開発した。これは学習者の興味に応じた課題を推薦することで学習の動機づけを高めることを目的としているが、学習者の習熟度などを根拠とした学習効率の向上は視野に入っていない。

本研究で提案するシステムでは、次節で示す既存プラットフォームを用いて、学習者の英語習熟度（主に英単語について）を推定し、その情報を用いて、学習者がまだ習熟していないと推定される英単語を多く含む絵本を推薦することで、多読学習を通じた英単語学習を支援し、学習者の英語学習効率を向上させることを目的とする。

2.3 既存プラットフォーム

2.3.1 語彙知識マップ

Flanagan ら [10]は、英語学習教材に含まれる単語を枝で繋いで作られる語彙知識マップを開発した。図 1 は、語彙知識マップの例の全体像、および一部の拡大図である。

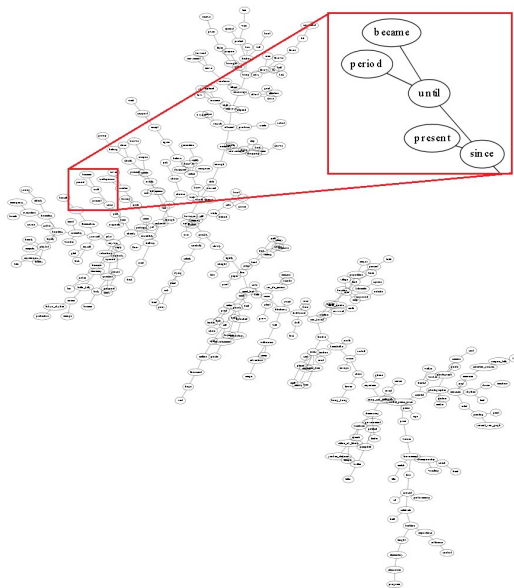


図 1 語彙知識マップの例(全体像および一部の拡大図)

彼らの開発した語彙知識マップでは、各ノードが教材中の英単語と対応しており、意味の似た英単語や関連度の高い英単語同士が枝で結ばれている。すなわち、図 1 語彙知識マップの例(全体像および一部の拡大図)の赤四角で囲まれた部分は、語“until”および“present”が“since”と関連しており、語“become”および“period”が“until”と関連していることを表している。そのため、学習者がマップ中のある単語を学習した場合、その単語に枝で繋がれている単語を次に学習すべき単語として推薦することが、英単語の学習効率の向上に有効であるといえる。

本研究では、この語彙知識マップをシステムのコアとして採用したモデルドリブンな推薦システムを設計する。こ

れは、語彙知識マップが、各英単語が 1 つ 1 つ別々に暗記されるのではなく、類義語や関連語同士が有機的に繋がった形で覚えられるものであるという実際の英単語の学習過程をうまくモデル化したものであるといえるためである。また、ある単語を覚えた、すなわちそれが学習者の現在の発達水準に取り込まれた後に、その類義語、すなわち学習者の ZPD に存在する語へと波及して学習が進むというモデルをも表現しているという意味で、ZPD に基づく手法を採用する上でも適していると考えられる。

以上の理由から、本推薦システムでは学習者の既習・未習単語の管理に語彙知識マップを用い、それを根拠に多読用絵本の推薦を行うこととする。そのために、各単語がどの絵本のどのページに出現するかという情報をその語に対応するノードに格納できるように、知識マップに改良を加える。また、そうすることで、学習者が各単語をどう学習したか（読んだ、聞いた、書いた、話した、辞書で調べた、クイズに答えたなど）といった情報を取得することができるようになる（詳細は 3.1 「システム構造」にて）。

2.3.2 BookRoll

Ogata ら [9]によって開発された BookRoll は、e-ラーニングプラットフォーム Moodle [14]と連携した電子ブックリーダーである。図 2 に BookRoll の UI を示す。

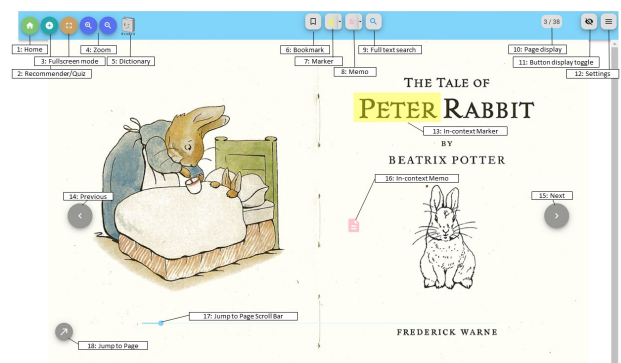


図 2 電子ブックリーダーBookRoll の UI

図 2 に示す通り、BookRoll は、電子ブックの各ページの表示だけでなく、ページの前後移動（図 2 中 14, 15）、拡大／縮小(4)、英和辞書(5)、ブックマーク機能(6)、テキストのハイライト(7)、各ページへのメモ(8)、文書内検索(9)、関連文献表示やクイズの出題(2)などの機能を提供している。また、ユーザが BookRoll において、ページ移動やクイズへの回答、テキストのハイライトやメモ機能の使用といったイベントを発生させると、それらのイベントの詳細情報と発生日時が Learning Record Store (LRS)に格納される。

以上の特徴から、本研究では、BookRoll が EFL 学習者の多読学習ログを収集するのに適していると判断し、これを多読学習用インタフェースとして用いる。すなわち、この研究におけるすべての多読学習は BookRoll を通して行わ

れ、読書記録も BookRoll を通して行われた多読活動のもののみが収集される。

2.3.3 分析ツール(LAVIEW)

分析ツール LAVIEW は, Majumdar ら [15]によって開発された, BookRoll による学習ログを分析するためのツールである。図 3 に, LAVIEW に表示されるデータのサンプルを示す。



図 3 分析ツール LAVIEW のダッシュボードサンプル

LAVIEW では, LRS に格納された BookRoll の学習ログから抽出された情報を知ることができる。例えば, 何人の学生が電子ブックを読み, 分析対象の電子ブックにおいて合計いくつのイベントが発生したかといった概要だけではなく, どの学生が電子ブックのどのページをハイライトしたか, 電子ブックがどこまで読まれているか, といった情報をグラフなどで視認することができる。

本研究では, この LAVIEW に新しく推薦する絵本を表示するインターフェースを追加する。

3. 推薦システムの概要

3.1 システム構成

図 4 に提案する絵本推薦システムの全体像を示す。

最初に, 教科書から英単語を抽出して語彙知識マップを生成し, それを知識マップストア(Knowledge Map Store: KMS)に格納する。次に, ライブラリ中の絵本から, どの絵本のどのページにどの語彙が出現するかという情報(図中の「語彙出現情報」)を抽出し, 知識マップとリンクさせ, それを重み付き知識マップストア(Weighted KMS)に格納する。それらの過程と並行して, 学習者はライブラリから絵本を選択して, BookRoll を用いて多読学習を行う。すると, その読書ログが LRS に格納される。そして, 格納された読書ログは, 処理を経て, 先の Weighted KMS に格納された重み付き英単語知識マップの情報とともに絵本推薦に利用される。

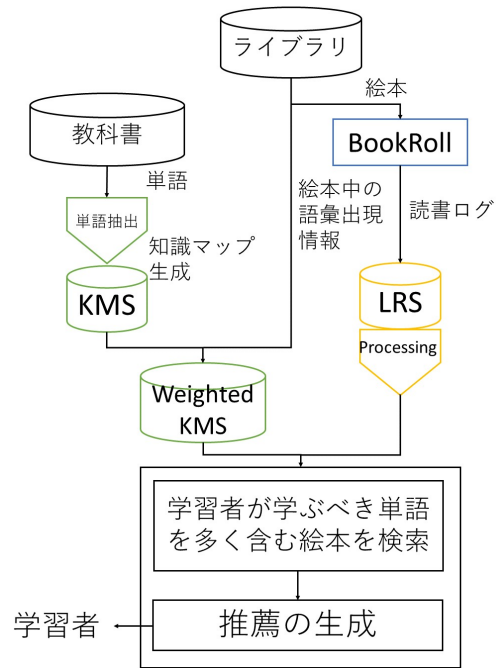


図 4 絵本推薦システムの全体像

3.2 推薦機構

システム中の推薦図書選定部分は, 先述の通り重み付き語彙知識マップと LRS 中の学習ログを受け取って, 以下のように動作する。

1. LRS の学習ログから, 過去に学習者がどの絵本をどのページまで読んだかという情報を抽出する。
2. 1. で抽出した情報と重み付き語彙知識マップの情報を照らし合わせ, すでに読まれた単語を抽出する。
3. 2. で抽出したすでに読まれた単語に知識マップ中で隣接する単語を抽出する。
4. 3. で抽出した単語から, 2. で抽出したすでに読まれた単語を取り除く。
5. 4. で取り除いて残った単語(これを「推薦単語集」とする)について, それらをできるだけ多く含む絵本を検索する。
6. 検索した絵本と, その絵本が推薦単語集の中の単語をいくつ含むかを出力する。

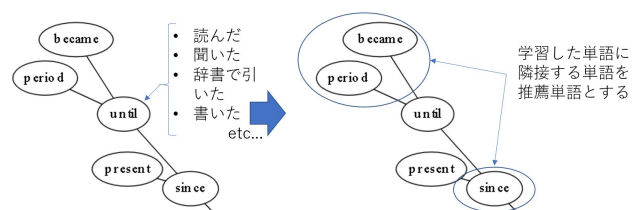


図 5 推薦機構の動作例

例えば、図 5 に示す語彙知識マップにおいて語“until”がすでに読まれた単語として抽出された場合、知識マップ中でそれに隣接する語“since”, “period”, “became”が推薦単語集に含まれることになる。すなわち、この場合ではこれら 3 語をなるべく多く含む絵本が推薦されることになる。

このような推薦方法をとっているのは、2.3.1「語彙知識マップ」で述べた通り、すでに学習した語に対して、それらの類義語が学習者にとって覚えやすいという仮定によるものである。すなわち、本推薦機構は、2.1「発達の最近接領域(Zone of Proximal Development)」で言及したように、ZPD の理論に基づき、学習者の現在の発達領域にある単語に対して、その類義語や関連する語、すなわち学習者の ZPD にあると考えられる語を推薦する機構である。つまり、学習者の将来の発達に先回りして学習援助を行うことで、効率的な単語学習の実現をはかるものである。

また、この語彙知識マップからは、構造上、学習者が過去にどの単語を読んだかだけでなく、過去にどの単語を聞いた、書いた、辞書で調べた、話した、といった「読む」以外の学習活動に関する情報も取得することができる。これは、語彙知識マップの発展可能性として、今後の課題とする。

3.3 システム UI

図 6 に、本推薦システムの UI を示す。前章で述べた通り、これは分析ツール LAVIEW のインターフェースの一部として実装されたものである。



図 6 絵本推薦システム UI

本システムでは、前節において出力された絵本のうち、推薦単語集の単語を多く含んでいる順に 5 冊推薦する。また、各絵本について、含まれる推薦単語集の単語の数を「推薦度」として合わせて表示する。

また、将来的には LAVIEW 内に推薦結果表示のための「推薦」タブを実装し、その中で本推薦結果を表示するものとする。

4. 実験方法

4.1 参加者・実験設定

この実験は日本の S 中学校にて行われる予定である。この学校は中高一貫校であり、Moodle を利用したオンライン

学習環境が整備されている。また、この学校では全校生徒が自身のタブレット端末や PC、および家庭でのインターネット環境を所有しているため、生徒の学習ログをリアルタイムに収集することができる。

本実験は中学 3 年生の生徒 120 人程度を対象に行う。実験の参加者は 2 つのグループに分かれ、一方のグループでは提案する絵本推薦システムを利用した多読学習を、もう一方ではライブラリ中の絵本をランダムに推薦するシステムを利用した多読学習をそれぞれ 1 か月間行う。なお、Day と Bamford [16] が提唱した、学習者が好きな本を選んで読む、「読書そのものが報酬(“reading is its own reward”）」であるなどの多読学習の原則を踏襲し、実験参加者による読書は大いに推奨されこそすれ、義務として課すことはないようにする。これは、多読学習の効果を最大化するだけではなく、かつ生徒の学習態度の変化を追跡するためでもある。また、この多読学習は授業内ではなく、授業時間外に自主的に行われる活動であることを想定する。

そして、提案システムの有効性を検証するため、4.3「英語熟達度の評価方法」で詳述するテストによって、生徒の英語熟達度を評価する。

4.2 教材

ライブラリには 476 冊の英語の絵本が準備されており、これらの本はヨーロッパ言語共通参照枠(Common European Framework of Reference for Languages: CEFR)の共通参照レベルに基づいた難易度に応じて 9 種類に分類されている。また、実験に参加する生徒はそれらを自由に選んで読むことができる。

表 1 CEFR レベルによって分類された絵本の冊数

CEFR レベル	絵本の冊数
pre-A1	42
A1	201
A1/A2	10
A2	79
A2/B1	92
B1	17
B1/B2	10
B2	10
B2/C1	10
該当なし	5
計	476

表 1 は CEFR レベルによって分類された英語の絵本の冊数を示している。この中で最も多いのが A1 レベル(初学者向け)の絵本(201 冊)であり、その次が A2/B1 レベル(初級者～中級者向け)の絵本(92 冊)である。「該当なし」にあたる 5 冊には、難易度のラベル付けがなされていなかった。

なお、以上の蔵書データは 2020 年 5 月現在のものであり、今後蔵書数が増減する可能性がある。

4.3 英語熟達度の評価方法

生徒の英語熟達度は、主に reading speed（単位は Word per Minute:WPM）と語彙の観点から測定する。実験参加者の reading speed は BookRoll の学習ログから推定し、語彙レベルは、受験者の語彙数を推定できる標準的な語彙テストによって測定するものとする。まず、プレテストとして、本システムを用いた多読学習を始める前に全参加者の語彙レベルを測定する。そして、1 か月間多読学習を行ったのち、ポストテストとして、もう一度語彙テストを全参加者に実施する。reading speed は、実験開始後間もなくと実験終了間際のタイミングで測定するほか、適宜実験中にも測定を行うこととする。以上の方法によって、本実験による reading speed 及び語彙レベルの変化、また本研究にて提案する絵本推薦システムの効果を測定することができる。

5. 考察

この推薦システムの特徴としては、推薦単語集に含まれる単語の難易度を調節することが可能であることが挙げられる。これによって、推薦される単語のレベルが学習者の英語熟達度に合致していることが保証される。語彙知識マップは教科書だけではなく、様々な教材から構築することが可能であるため、教材を変更することで、簡単に学習者の英語習熟度に合わせて推薦単語のレベルを調節することができる。

しかし、推薦機構には依然として改善の余地がある。例えば、この機構においては、学習者がすでに学習した単語の類義語が推薦の唯一の根拠であるため、ある本がたくさんの単語を含んでいるほど、その本が推薦単語集の中の単語を含んでいる可能性が高くなる。言い換えれば、その本の内容にかかわらず、たくさんの単語を含んでいる本ほど推薦されやすくなる可能性が高くなるということである。これは、本システムが学習者にとって必要以上に難しい本を推薦してしまうのではないかと、ということが懸念されるということである。

また、内容ベースの絵本推薦機構を取り入れることも、システムの改善につながると考えられる。1. 「はじめに」で述べた通り、e-ラーニングシステムは学習者の関心や習熟度の違いに対応できる仕組みをもつことが重要である。学習のためのコンテンツが学習者にとって興味深いものであれば、学習者はそれだけ意欲を持って学習に臨むことができると考えられる。したがって、学習者の学習効率だけではなく、やる気や取り組みの真剣さに対して作用するような仕組みを構築することも必要である。

6. おわりに

本研究では、個人の英語熟達度に合った推薦による英語学習効率の向上を目的とした、多読学習用絵本の推薦シス

テムを開発した。本システムは、学習者がどの単語を学習したのか、及びしていないのかを管理するために、既存のプラットフォームである語彙知識マップを用いた。また、学習者の英語熟達度の変化を追跡できるよう、多読用インタフェースとして、その使用ログを収集できるような電子ブックを用いることとした。

本システムの改善案及び課題としては、以下の3つが挙げられる。

1. 英文法知識マップの導入
2. 知識マップの可視化とユーザへの提示
3. 各絵本の推薦理由の提示

1. については、本システムで導入した語彙知識マップと同様のものを英文法についても構築し、システムに導入するというものである。すなわち、中学校で学習する英文法事項を抽出して、意味的に繋がりや関連がある者同士を枝で結んだ知識マップを作成し、推薦に活用するというのである。ここでは、絵本に含まれる英文が知識マップ中のどの文法事項を用いて書かれているかという情報を知識マップに格納することで、学習者が触れた文法事項を推定するという過程を経て、学習者が次に学習すべき文法事項の判定、及びそれに基づく絵本推薦を行う、といった活用法を想定している。

次に、2. については、学習者が現在の語彙の学習状況を把握できるという点で有用であると考えられる。現在の実装では、学習者に提示される情報は推薦される絵本のタイトルだけであり、多読を通じた自身の学習状況を確認することはできない。知識マップを可視化してユーザに提示し、学習者が多読を通じてどの単語にどれだけ触れたのかを可視化することは、学習者自らが自身のレベルアップを実感するだけでなく、多読学習を超えた自発的な学習の契機にもなりうるといえる。

3. は 2. と関連しており、学習者に提示される情報が絵本のタイトルだけでは、学習者がその推薦結果に納得して学習を進めることが難しい可能性があるという問題に対処するものである。推薦結果の根拠として、今までに学習した単語の状況だけではなく、次に推薦された絵本を通してどのような単語を学習すべきかを表示することが、この問題を解決する一つの手法になると考えられる。

今後は、EFL を学習する中学生を対象にして、本研究で提案した実験を実際の教育現場にて行い、本システムの有効性について検証する。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費基盤研究(B)20H01722, (S)16H06304, 及び NEDO SIP 18102059-0 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 高瀬 敦子 (2010). 『英語多読・多聴指導マニュアル』大修館

書店.

- [2] Mason, B., & Krashen, S. D. (1997). Extensive reading in English as a foreign language. *System*, 25, 91-102.
- [3] Mermelstein, A. D. (2015). Improving EFL Learners' Writing through Enhanced Extensive Reading. *Reading in a Foreign Language*, 27(2), 182-198.
- [4] Pitts, M., White, H., & Krashen, S. (1989). Acquiring second language vocabulary through reading: A replication of the clockwork orange study using second language acquirers. *Reading in a Foreign Language*, 5, 271-275.
- [5] Sun, Y. C. (2003). Extensive reading online: an overview and evaluation. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19(4), 438-446
- [6] Chen, C. N., Chen, S. C., Chen, S. H. E., & Wey, S. C. (2013). The Effects of Extensive Reading via E-Books on Tertiary Level EFL Students' Reading Attitude, Reading Comprehension, and Vocabulary. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 12(2), 303-312.
- [7] Sikka, R., Dhankhar, A., & Rana, C. (2012). A survey paper on e-learning recommender system. *International Journal of Computer Applications*, 47(9), 27-30.
- [8] ヴィゴツキー(Vygotsky, L. S.) (1935). (土井 捷三, 神谷 英二 訳 2003 「発達の最近接領域」の理論—教授・学習過程における子どもの発達— 三学出版).
- [9] Ogata, H., Yin, C., Oi, M., Okubo, F., Shimada, A., Kojima, K., & Yamada, M. (2015, January). E-Book-based learning analytics in university education. In *International Conference on Computer in Education (ICCE 2015)* (pp. 401-406).
- [10] Flanagan, B., Chen, M. A., Lecailliez, L., Majumdar, R., Akçapınar, G., Ocheja, P., & Ogata, H. (2019). Automatic vocabulary study map generation by semantic context and learning material analysis. *Proceedings of the 27th International Conference on Computers in Education (ICCE2019)* (pp. 698-702).
- [11] Webb, S. (2007). The effects of synonymy on second-language vocabulary learning. *Reading in a Foreign Language*, 19(2), 120-136.
- [12] Nishioka, C., & Ogata, H. (2018, May). Research Paper Recommender System for University Students on the E-Book System. In *Proceedings of the 18th ACM/IEEE on Joint Conference on Digital Libraries* (pp. 369-370).
- [13] Hsu, M. H. (2008). A personalized English learning recommender system for ESL students. *Expert Systems with Applications*, 34(1), 683-688.
- [14] Moodle.org. (n.d.). Moodle – open-source learning platform. Retrieved Oct 17, 2020, from <https://moodle.org/>
- [15] Majumdar, R., Akçapınar, A., Akçapınar, G., Flanagan, B., & Ogata, H. (2019) Learning analytics dashboard widgets to author teaching-learning cases for evidence-based education. *Companion Procs. of 9th LAK*, 2019.
- [16] Day, R., & Bamford, J. (2002). Top ten principles for teaching extensive reading. *Reading in a Foreign Language*, 14, 136-141