

MemeManual: Git 学習時の学習者行動に応じた マニュアルの自動生成

森下 真敬^{1,a)} 上野 未貴^{2,b)} 井佐原 均^{2,c)}

概要: 学習者のマニュアルを作成する方法は、学習者や教育者にとって非常に重要である。しかしながら、多様な学習者に共通のマニュアルを作成することは難しい。本研究では、学習者の行動に基づき、学習者用のマニュアルを自動生成する手法を提案する。手法を実装し、例として、最も有名なバージョン管理システムの一つである Git の学習過程に適用した。2つの実験により、学習者の状態を検出する値を設定し、我々の手法が学習者に有効か確かめた。その結果、効果的な学習マニュアルは学習者によって異なること、提案手法が学習者の差異を取得可能であることを示した。

MemeManual: Automatic Manual Generation based on Learner's Activity while Studying Git

MASATAKA MORISHITA^{1,a)} MIKI UENO^{2,b)} HITOSHI ISAHARA^{2,c)}

Abstract: The way of creating learner's manual is very important for learners and educators. However, it is difficult to generate common manuals for various learners.

In this research, we propose the method which generate a learner's manual automatically based on a learner's activity. The method was implemented and applied to the process of learning Git, as an example, which is one of the popular version management systems. Two types of experiments were carried out; to define the value of extracting learners activity and to confirm the effectiveness of the our method for learners. As a result, we have shown that effective manuals were different among learners and our proposed method can obtain such differences.

1. はじめに

学習のためのマニュアルは、学習者が教育上の新しい知識を得るために重要である。しかし、教師がすべての生徒に適切なマニュアルを用意することは難しい。いくつかの研究ではユーザーの動作の分析 [1] やマニュアルの作成 [2] について報告されているが視線に基づいてマニュアルを自動的に生成する研究はほとんどない。この問題を解決するために、学習者の動作に応じて自動的に学習者のマニュアルを自動生成する新しい方法を提案する。学習対象や学習環境は様々だが、本研究では、筆者らの所属する情報系の

科目、特に、バージョン管理システムを学習するプロセスを事例として、提案手法を示す。

2. 学習方法と問題提起

2.1 学習方法

近年、e-Learning を用いて、学習することが一般的になっている。本学では、最も人気のある e-Learning システムの一つである Moodle[3] によって全ての学生に向けて 200 以上のコースが公開されている。これらのコースは主に以下の 3 つのタイプに分かれている。

対面授業のための補足コース 我々の大学では、通常すべての学生に対面式の授業を行っている。ほとんどの教師は、授業の補足として課題や小規模な試験などを e-Learning 上で用意している。

他の組織に向けた e-Learning のみで提供されるコース

¹ 豊橋技術科学大学 情報知能工学専攻

² 豊橋技術科学大学 情報メディア基盤センター

a) morishita@lang.cs.tut.ac.jp

b) ueno@imc.tut.ac.jp

c) isahara@tut.jp

我々の大学はほかのいくつかの大学や国立高専などの他の組織と協力している。

市民や企業に向けた e-Learning のみで提供されるコース
労働者の職務スキル向上をサポートするためのコースである。

特に e-Learning では、どんな種類の学習マニュアルを使用するかが非常に重要である。通常、教師は教科書やマニュアルを自ら作成して用意している。しかし、準備に時間がかかったり、学生ごとに適切なマニュアルが異なる、などの問題がある。この問題は次節で詳細に説明する。

2.2 学習者と教師にとっての問題

一般的に、学生は何かを学ぶときには自らの方法や、教師から教わるなどの方法によって情報を得る。最近ではインターネットによって学ぶための多くの情報を簡単に得ることが可能になっている。しかし、初心者にとってはどのように学習すればよいのか決めることが難しい。また、効率的な学習の仕方は人によって異なる。そのため、学習用のマニュアルを作成するためには、学習者にとって適切な学習方法を調査する必要がある。本研究では、学習者にとっての適切な学習方法を得るために、学習中の Web ページを参照する頻度に基づいて自動的に情報を要約して、マニュアルを作成する方法を提案する。

3. 提案手法

本研究では、Web 上の特定ページの参照頻度に基づいて、Web ページを要約し、学習者のマニュアルを自動生成する方法を提案する。

学習分野は様々であるが、コンピュータを使用して学習することが多い、情報系の分野を対象にして説明する。一般的に、情報系の分野の学習では、調べものをするためのブラウザのウィンドウを開きながら、ターミナルやエディタなどの作業をするためのウィンドウを開いて、2つのウィンドウを左右に並べて作業をすることが多い。さらに、物理的な環境が許せば、2つのウィンドウは1つのディスプレイ内ではなく、2つのディスプレイに各画面を並べて作業をすることも多い。

情報系の学習内容別に、2つのウィンドウの組合せの典型例を挙げる。

プログラミング

ブラウザ, 統合開発環境

コマンドラインの操作

ブラウザ, ターミナル

論文執筆

ブラウザ, エディタ

そこで、本研究では、まず、最初の実験として、近年情報系分野で学習が必要な、バージョン管理手法 Git[4] の学習プロセスに焦点をあてる。一般的に、Git を使用する際

には、1つのウィンドウに Git クライアント、もう1つのウィンドウに、ブラウザもしくはエディタを表示して操作する。この事例を前提として、提案手法の手順を説明する。まず、前提条件を定義する。

- 学習者の前にブラウザを表示する2つのウィンドウを用意する。ユーザから見て左のウィンドウを W_L 、右のウィンドウを W_R とする。 W_L は作業対象のアプリケーション、 W_R は必要な情報を参照するためのブラウザとする。また、 W_R で参照しているページを p_R とする
- 学習者は視線移動など学習状態取得に有用なセンサーを持つウェアラブルデバイスを装着する。本研究では JINS MEME ES[5](以下、MEME と表記) という眼鏡型のウェアラブルデバイスを用いた。MEME は加速度、ジャイロ、眼電位 [6] の3種類のセンサーを持つが、まず、ジャイロセンサーの値を用いて学習者の視線移動を検出する。
- MEME のジャイロセンサーでは X, Y, Z の3軸の値が取得でき、学習者の頭の横回転は Z 軸の値から検出できる。この Z 軸の値が閾値 $z^{\text{threshold}}$ [LSB] を超えたとき、学習者の見ているモニターが変わったと認識することにする。

次に、提案手法の手順を説明する。

- (1) 初期状態は学習者が W_L を見ているとし、この状態から学習作業および情報取得を開始する。
- (2) ウェアラブルデバイスのジャイロセンサーによって学習者の視線が左右いずれのウィンドウに向いているかを検出し、 W_R に向いていることを検出した場合、 p_R の表示時間 $t_R = 0$ として、参照時間計測をスタートする。
- (3) 学習者が作業を継続する意思がある場合、以下のいずれかの学習者の行動により、左ページと右ページの情報を取得し、学習者の状態保存用ログへの記録をした後、 $t_R = 0$ として、本ステップを繰り返す。学習者が作業を終了したい場合は、4へ進む。
 - 学習者の視線が W_R に向いている間に p_R が遷移した場合、遷移前の参照ページ p_R の参照時間 t_R と作業ページ p_T および参照ページ p_R の URL とタイトルを取得してログに保存する。
 - 学習者の視線が W_L に戻った場合、その時点までの p_R の参照時間 t_R と各ウィンドウが表示している p_T および p_R の URL とタイトルを取得してログに記録し、2に戻る。
- (4) 学習者の作業終了後、 p_T および p_R の各組合せについて、総参照時間を計算する。
- (5) 参照時間に基づき、マニュアルを生成する。

本稿では、マニュアルページの生成例は割愛し、参照頻度の取得方法について具体的な実験をする。

4. 実験 1

この実験では、左右のウィンドウ間の視線の移動によって、JINS MEME のジャイロセンサーの Z 軸の値がどの程度変動するのかを調べ、適切な閾値 $z^{\text{threshold}}$ [LSB] を検証する。

被験者として 20 代の男性 2 人に JINS MEME を装着させ、左右に並べた 2 つのモニタにそれぞれ全画面のウィンドウを開き、左モニタのウィンドウ W_L で実際の作業を、右モニタのウィンドウ W_R で作業に関する Web ページを参照する動作をしてもらい、その時の Z 軸の値を調べた。

図 1 に、 W_L から W_R に視線が移ったときの Z 軸の値を示す。図 2 に、 W_R から W_L に視線が移ったときの Z の値を示す。この結果から、ウィンドウ間の視線の移動によって Z 軸の値が ± 2800 [LSB] 程度変動することがわかる。これより、今後の実験に使用する閾値 $z^{\text{threshold}}$ は ± 2800 [LSB] とした。

5. 実験 2

この実験では、Learn Git Branching[7] で Git を学習するプロセスを例として取り上げ、学習者の個性に応じて、有用な参照ページの差異を考察する。Learn Git Branching は、Web ページ上にシミュレートされた Git クライアントを使用して Git のブランチの動作を学ぶことができる Web サービスである。学生は自分のコンピューターに Git クライアントがインストールされている必要はなく、ウェブブラウザ中の仮想的な Git クライアントで Git コマンドの動作を確認できる。今回実験対象として、“Select a level” のレベル選択画面から、“様々な tips” の 3 つの例題を解くという課題を設定し、時間無制限で取り組ませた。例題はすべて Git の rebase コマンドに関連する設問である。被験者は Git に関する知識がそれぞれ異なる 20 代の男性 3 人である。Learn Git Branching には日英版があるが、英語版で実験を実施したところ参照サイトの多くが翻訳サイトとなったので、今回は日本語版で実施することにした。実験 2 では、左モニタの全画面ウィンドウ W_L 中のページ p_T として、ブラウザの Learn Git Branching のサイトの例題 1, 2, 3 のいずれかのページが、右モニタの全画面ウィンドウ W_R 中の p_R として、ユーザの任意の参照ページ p_R が表示されるものとする。

各ユーザの実験前の Git についての理解状況

以下に、各ユーザの実験前の Git の理解状況を示す。

ユーザ A

Git 全体および今回対象とした rebase の概念について理解しており、普段から CUI で Git を使用している。

ユーザ B

日常的に GUI で Git を使用しているが、Git の概念は十分に理解していない。また、今回対象とした、CUI

操作は慣れておらず、基本的なコマンドもあまり覚えていない。

ユーザ C

Git の add や commit の基本的な概念は理解しているが、あまり使用しておらず、ブランチは十分に理解していない。

6. 実験 2 の考察

6.1 参照ページ種別

実験結果から、ユーザが参照したページの種別は以下のように分類できる。

検索結果 Google の検索結果のページ

リファレンス Git の概念やコマンドの動作について体系的に順序立てて学習するように説明されているページ
例：サルでもわかる Git 入門 [8]

記事 Git について様々なトピックで書かれているページ
例：Qiita[9] など技術系サイトに個人が投稿したページや、個人や企業が立ち上げた Web サイトの個別トピックごとの解説ページ

質問サイト Git の質問と回答を投稿するページ例：Stack Overflow[10]

6.2 例題 1

例題 1 は git rebase の基本的な動作について学ぶ問題である。表 1 に例題 1 でのユーザ別の参照頻度上位 5 位までのページ参照時間と URL を示す。表 2 に例題 1 ユーザ別の参照ページ種別と参照時間を示す。この結果を見るとユーザ A はリファレンスのみを参照しており、もともと例題に必要な情報に見当がついていたと思われる。対して rebase について知識のないユーザ B とユーザ C は何度も検索をしており、rebase の基本的な動作について学習できるサイトを探していたことがわかる。

6.3 例題 2

例題 2 は git rebase を使った応用問題で、特に -i オプションについて学ぶ問題である。表 3 にユーザ別の参照頻度上位 5 位までのページ参照時間と URL を示す。表 4 にユーザ別の参照ページ種別と参照時間を示す。例題 1 でリファレンスしか参照していなかったユーザ A がこの実験では記事のみを参照している。ユーザ B も例題 1 のときよりも記事を参照する割合が大きくなっている。逆にユーザ C はリファレンスを参照する割合が大きくなっており、総参照時間も一番長い。すなわち、応用問題を解く場合には、リファレンスに記載してあるような基本的な説明よりも、記事の局所的な情報の方が参考になるといえる。

6.4 例題 3

例題 3 は git cherry-pick について学ぶ問題である。表

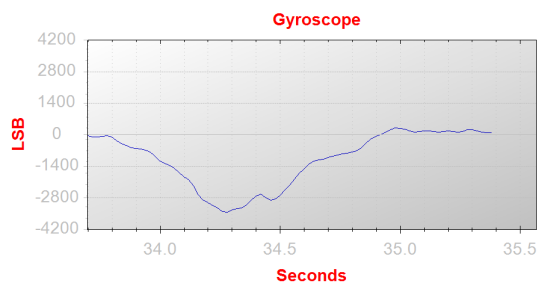


図 1 学習者の視線が左から右に移ったときの Z 軸の値

Fig. 1 The value of the Z axis when the learner's line of sight moves from left to right

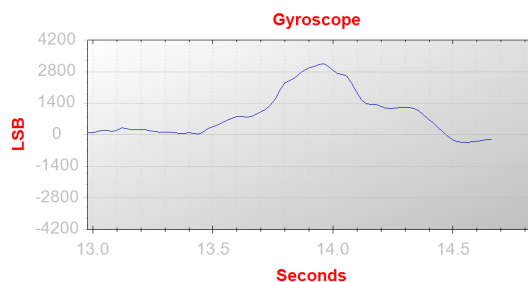


図 2 学習者の視線が右から左に移ったときの Z 軸の値

Fig. 2 The value of the Z axis when the learner's line of sight moves from right to left

表 1 例題 1 でのユーザ別の参照時間上位 5 位までのページの参照時間と URL

Table 1 Viewing time and URL of Top 5 reference pages by user in Example 1

順位	ユーザ	URL	参照時間 [秒]
1	A	http://www.backlog.jp/git-guide/stepup/stepup7.6.html	77
	B	https://www.google.co.jp/q=git+master+移動	388
	C	http://www.backlog.jp/git-guide/stepup/stepup2.3.html	35
2	A	https://www.google.co.jp/q=git+rebase	6
	B	http://www.backlog.jp/git-guide/stepup/stepup7.5.html	232
	C	http://www.backlog.jp/git-guide/stepup/stepup2.2.html	23
3	A	https://www.google.co.jp/q=git+rebase+i	5
	B	http://www.backlog.jp/git-guide/stepup/stepup2.5.html	180
	C	http://kyon-mm.hatenablog.com/entry/20121217/1355706783	20
4	A	なし	0
	B	http://sota1235.com/blog/2015/03/19/git-rebase.html	70
	C	http://www.backlog.jp/git-guide/stepup/stepup2.6.html	19
5	A	なし	0
	B	http://www.backlog.jp/git-guide/stepup/stepup2.8.html	69
	C	http://www.backlog.jp/git-guide/stepup/stepup2.7.html	18

表 2 例題 1 でのユーザ別の参照ページ種別と参照時間

Table 2 Types and viewing time of reference pages by user in Example 1

ユーザ	記事 [秒]	リファレンス [秒]	検索結果 [秒]	質問サイト [秒]	総参照時間 [秒]
A	0	77	11	0	88
B	375	493	606	5	1479
C	253	250	35	0	538

表 3 例題 2 でのユーザ別の参照時間上位 5 位までのページの参照時間と URL

Table 3 Viewing time and URL of Top 5 reference pages by user in Example 2

順位	ユーザ	URL	参照時間 [秒]
1	A	http://tkengo.github.io/blog/2013/05/16/git-rebase-reference/	43
	B	http://d.hatena.ne.jp/mrgoofy33/20100910/1284069468	408
	C	http://www.backlog.jp/git-guide/stepup/stepup6.4.html	134
2	A	https://www.google.co.jp/q=git+rebase+i	4
	B	http://www.backlog.jp/git-guide/stepup/stepup2.5.html	167
	C	http://www.backlog.jp/git-guide/stepup/stepup2.3.html	81
3	A	なし	0
	B	https://www.google.co.jp/q=git+branch+削除	3
	C	http://www.backlog.jp/git-guide/stepup/stepup2.2.html	74
4	A	なし	0
	B	https://www.google.co.jp/q=commit+amend	3
	C	http://www.backlog.jp/git-guide/reference/branch.html	63
5	A	なし	0
	B	なし	0
	C	http://labs.timedia.co.jp/2010/12/git-moving-changes-with-cherry-pick.-ja/	55

5 にユーザ別の参照頻度上位 5 位までのページ参照時間と URL を示す. 表 6 にユーザ別の参照ページ種別と参照時間を示す. 結果を見ると, ユーザ B, C の参照時間が例題

1, 2 に比べて少なくなっている. これは先の 2 つの例題によって rebase についての知識が身についたことを顕著に示している. ユーザ A の参照時間が長くなっているのは別解

表 4 例題 2 でのユーザ別の参照ページ種別と参照時間

Table 4 Types and viewing time of reference pages by user in Example 2

ユーザ	記事 [秒]	リファレンス [秒]	検索結果 [秒]	質問 [秒]	総参照時間 [秒]
A	43	0	4	0	47
B	408	167	6	0	581
C	155	419	59	0	633

があるか模索していたのが理由であると考えられる。

6.5 実験 2 全体の考察

表 7 にユーザ別の参照頻度上位 5 位までのページ参照時間と URL を示す。表 8 にユーザ別の参照ページ種別と参照時間を示す。

6.5.1 ユーザ間に共通したページ

本例題において、ユーザ A, B, C はそれぞれ、11, 33, 36 種のページ参照した。うち、ユーザ間で共通したページは、以下の 3 種のリファレンスおよび記事のページに加えて、3 種の検索結果ページである。

リファレンス

「`rebase -i` でコミットを修正する」^{*1} というページをユーザ A, B が参照した。`git rebase -i` コマンドの動作について簡単に解説したページ。`rebase i` で検索した際、1 番目に表示されるため、参照したのだと思われる。`git rebase -i` コマンドには色々な機能があるがこのページでは `edit` についてしか解説されておらず、今回の例題に対してはあまり参考にならない。

記事

- 「`git` のコミットの歴史を改変する (`git rebase`) 1 / 2」^{*2} というページをユーザ A, B が参照した。このページも `git rebase -i` コマンドについてのページであるが、実際のコミットログと実行例を使って更に具体的な解説がされている。`Git` の概念の説明はされていないが、`Git` についてある程度理解があれば非常に参考になると思われる。
- 「`Git` でブランチを作るのを忘れて `master` にコミットしてしまったときの対処法」^{*3} というページをユーザ B, C が参照した。このページではブランチの移動方法について解説されている。`branch` の移動は `Git` の概念や仕様をよく理解していなければ使いこなすことは難しく、`rebase` によって `branch` を移動することに気付く必要がある。

検索結果 以下は、Google で検索されたキーワードである。

- `git rebase`
- `git rebase i`

^{*1} <http://www.backlog.jp/git-guide/stepup/stepup7.6.html>

^{*2} <http://tkengo.github.io/blog/2013/05/16/git-rebase-reference/>

^{*3} <http://qiita.com/at skimura/items/a90dfa8bfc72e3657ef9>

- `git cherry-pick`

6.5.2 ユーザ別の詳細な考察

ユーザ A

ユーザ A は他の被験者と比べると総参照時間が短く、今回対象とした課題の解決法をもとから把握していたと言える。さらに、検索結果の参照時間もかなり短いのでどのように検索すれば必要な情報が得られるか理解している。

ユーザ B

ユーザ B はリファレンスよりも記事のページを参照する傾向が強く見られた。`Git` の体系的な情報よりも、実際のコマンドの実行の仕方やその結果の情報を重視して学習している。また、検索結果の参照時間が長く、検索結果から課題に役立つような情報を慎重に選んでいることがわかる。

ユーザ C

ユーザ C はリファレンスに該当するページに長く参照しており、体系的な情報を使って学習している。ユーザ C のようにまだ `Git` についての知識が浅い学習者は、`Git` の概念や基本的なコマンドの動作を先に理解する必要があることがわかる。

7. まとめ

本研究では、学習者の行動によって自動的に学習マニュアルを生成する新しい手法を提案した。我々は提案した手法のアプリケーションを実装した。実験では、提案手法を `Git` の学習に適用し、個人差を考慮して、視線移動検出のための閾値を決定し、また、個人のレベルや思考過程に応じた、学習に有効な参照ページの差異を確認した。以下に、今後の展望を示す。

- ユーザの行動特徴を考慮してより適切なしきい値の調整
- マニュアル生成時のスクリーンショット配置の最適化
- 更に複雑な動作を分析し、各学習者の弱点を考慮した詳細なマニュアルの生成

参考文献

- [1] S. Ishimaru et. al., “Smart Eyewear for Interaction and Activity Recognition”, *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pp.307-310, (2015)
- [2] K. Murakami et. al., “A Proposal of an Automatic In-

表 5 例題 3 でのユーザ別の参照時間上位 5 位までのページの参照時間と URL

Table 5 Viewing time and URL of Top 5 reference pages by user in Example 3

順位	ユーザ	URL	参照時間 [秒]
1	A	https://liginc.co.jp/web/tool/79390	81
	B	https://www.google.co.jp/q=cherry+pick	44
	C	なし	0
2	A	https://www.google.co.jp/q=git+cherry-pick	15
	B	http://d.hatena.ne.jp/mrgoofy33/20100910/1284069468	3
	C	なし	0
3	A	http://rfs.jp/server/git/gite-lab/git-cherry-pick.html	4
	B	https://www.google.co.jp/q=commit+amend	1
	C	なし	0
4	A	なし	0
	B	http://sotal235.com/blog/2015/03/19/git-rebase.html	70
	C	なし	0
5	A	なし	0
	B	なし	0
	C	なし	0

表 6 例題 3 でのユーザ別の参照ページ種別と参照時間

Table 6 Types and viewing time of reference pages by user in Example 3

ユーザ	記事 [秒]	リファレンス [秒]	検索結果 [秒]	質問 [秒]	総参照時間 [秒]
A	85	0	15	0	100
B	3	0	45	0	48
C	0	0	0	0	0

表 7 ユーザ別の参照時間上位 5 位までのページの参照時間と URL

Table 7 Viewing time and URL of Top 5 reference pages by user

順位	ユーザ	URL	参照時間 [秒]
1	A	https://liginc.co.jp/web/tool/79390	81
	B	http://d.hatena.ne.jp/mrgoofy33/20100910/1284069468	412
	C	http://www.backlog.jp/git-guide/stepup/stepup2.3.html	135
2	A	http://www.backlog.jp/git-guide/stepup/stepup7.6.html	77
	B	https://www.google.co.jp/q=git+master+移動	388
	C	http://www.backlog.jp/git-guide/stepup/stepup6.4.html	134
3	A	http://tkengo.github.io/blog/2013/05/16/git-rebase-reference/	43
	B	http://www.backlog.jp/git-guide/stepup/stepup2.5.html	347
	C	http://www.backlog.jp/git-guide/stepup/stepup2.2.html	134
4	A	https://www.google.co.jp/q=git+cherry-pick	15
	B	http://www.backlog.jp/git-guide/stepup/stepup7.5.html	234
	C	https://www.google.co.jp/q=git+ブランチ+移動	131
5	A	https://www.google.co.jp/q=git+rebase	6
	B	http://sotal235.com/blog/2015/03/19/git-rebase.html	70
	C	http://qiita.com/atskimura/items/a90dfa8bfc72e3657ef9	112

表 8 ユーザ別の参照ページ種別と参照時間

Table 8 Types and viewing time of reference pages by user

ユーザ	記事 [秒]	リファレンス [秒]	検索結果 [秒]	質問 [秒]	総参照時間 [秒]
A	128	77	39	0	244
B	820	674	659	5	2158
C	408	674	281	0	1363

stallation Manual Generation Method Using Operating Logs for Open Source Software” , *Information Processing Society of Japan*, pp.926-939, (2008)

[3] M. Dougiamas and P. Taylor, ”Moodle: Using learning communities to create an open source course management system” , pp.171-178, (2003)

[4] Git: <https://git-scm.com/>

[5] JINS MEME Academic: <https://jins-meme.com/en/>

[6] Dhuliawala, Murtaza, et al. ”Smooth eye movement interaction using EOG glasses.” *Proceedings of the 18th ACM International Conference on Multimodal Interac-*

tion, pp.307-311, (2016)

[7] Learn Git Branching: <http://learngitbranching.js.org/>

[8] サルでもわかる Git 入門 ~バージョン管理を使いこなそう~: <http://www.backlog.jp/git-guide/>

[9] Qiita: <http://qiita.com/>

[10] stackoverflow: <http://stackoverflow.com/>