4M-6

プログラム理解支援を目的とした 分散ペアプログラミングのコミュニケーションログの活用

秀毛嶺維馬† 奥野拓‡

公立はこだて未来大学大学院† 公立はこだて未来大学‡

1. はじめに

離れた二者が一緒にコーディングする分散ペアプログラミングという手法がある[1]．この手法では，作業者の間で交わされるコミュニケーションの記録が容易である．しかしこのコミュニケーションは通常であれば意図伝達以上に活用されることはない．そこで本研究では，分散ペアプログラミングにおけるコミュニケーションの活用手法として，プログラム理解を効率的にする手法を提案する．

ソフトウェア開発において，他者が書いたソースコードを読解しなければならない状況が発生する．特に，コードレビューやシステムの機能拡張の際には，プログラムの細かな理解が必要である．一般的には，コード中のコメントやドキュメント，実装の担当者の説明をプログラム理解に活用する．しかしこれらの手がかりが無い場合，プログラム理解には非常に時間が掛かる．

本稿ではこの問題に対して，分散ペアプログラミングのコミュニケーションログ用いてプログラム理解の支援を行う手法を提案する．特に手書き注釈によるコミュニケーションログの活用に焦点をあて，本稿ではその有効性について述べていく．

2. プログラム理解における問題

プログラム理解のためにドキュメントを参照できない場合，ソースコードやその編集履歴を読解する．以下に編集履歴の読解における問題について述べる．

2.1 編集履歴の数量

プログラムの統合開発環境やバージョン管理システムでは，ファイル内容の変更差分が編集履歴として残される．この編集履歴から，ソースコードの変遷を追うことができる．しかし，ステップ数の多いソースコードや頻繁に編集されたソースコードは編集履歴の量が膨大となるため，ソースコードの特定箇所を参照するのに時間がかかる．

2.2 編集理由の類推

編集履歴には，何を意図して変更されたかは記述されていない．バージョン管理システムではコミットメッセージを残すことができるが，ソースコード一行単位でどのような意図をもって変更されたかは類推するしかない．ソースコードの細かい部分の変更意図を知りたい場合，編集履歴やコミットメッセージでは不十分である．

Understanding Support of Program by Communication Log of Distributed Pair Programming
†Reima SHUKE, Graduate School of Future University Hakodate
‡Taku OKUNO, Future University Hakodate

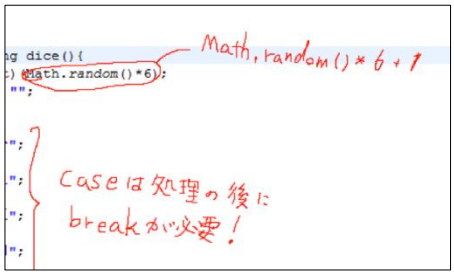

図 1:コードに付記された手書き注釈

3. 既存の支援手法

編集履歴の調査時間を短縮する手法として，大森らが提案した編集操作再生器がある[2]．これは，編集履歴を動画の様に再生や巻き戻しを行える．さらに，編集履歴の内容をタイムライン化して利用者に提示する．大森らの行った評価実験では，提案手法を用いない場合 8 分掛かっていた調査時間が，1 分に短縮されたという結果が得られた．このタイムラインによる編集履歴の視覚化は，編集履歴の調査時間の短縮に貢献するものだと考えられる．

次に，編集理由の類推を支援する手法として，西川らの提案したコミュニケーションログの利用がある[3]．西川らは分散ペアプログラミング中に交わされるコミュニケーションが編集理由の類推に有用と考え，テキストチャットと編集履歴を紐付けて提示するという手法を提案した．この手法の評価実験では，編集履歴の 68.8%がテキストチャットのログとほぼ対応すると評価された．しかし，テキストチャットのログには，曖昧さや不必要な情報が含まれる．例えば相槌のための発言は，目的の情報を見付けるためのノイズとなる．そのため，それらのノイズを防ぐ工夫が求められる．

4. プログラム理解支援手法の提案

本稿では 2 節で述べた編集履歴の読解に関する問題解決に取り組む．以下に既存の支援手法と問題解決のための提案を述べる．

4.1 手書き注釈ログの利用

本研究では編集理由の類推の簡易化という課題に対して，手書き注釈のコミュニケーションログを利用する．ここでの手書き注釈とは，図 1 のようにソースコード上に付記された文字や下線，記号を指す．

表 1 は 3 種類のコミュニケーション手法が分散ペアプログラミングにおいて，どのような状況で使われるかを示したものである[1]．この 3 種類のコミュニケーション手法を用いた場合，相槌やコーディングと無関係な会話は音声で伝達されると予測できる．そのため，手書き注

釈を抽出することで、編集履歴により対応づいたコミュニケーションログをユーザに提供できると考えられる．

4.2 編集履歴と手書き注釈ログの可視化

本稿では，ソースコードの編集履歴と手書き注釈によるコミュニケーションログを，タイムラインとしてユーザに提示する手法を提案する．本手法は作業中のテキストチャット，音声通話，手書き注釈を記録したコミュニケーションログと併用する．

次に手法の利用手順について述べる．ユーザはまずタイムラインからソースコードの編集箇所を探し，その中から目的の編集履歴を見付ける．そして，目的箇所の付近でやり取りされた手書き注釈をタイムラインから見つけ，その付近のコミュニケーションログを再生する．以上により，ユーザはソースコードの編集操作とコミュニケーションログの内容を手がかりとして，プログラム理解を進めていく．

5. 手書き注釈の有効性検証

3.2節で述べた手書き注釈の有効性を測るために，検証を行った．具体的には，手書き注釈が行われた前後でソースコードの編集理由を類推できる対話がされているか確認した．以下にその方法と結果について述べる．

5.1 実験方法

統合開発環境を利用し，2組の被験者に分散ペアプログラミングを行わせた．一方はテキストチャットと音声通話で，もう片方の組はそれらに加え手書き注釈を用いてコミュニケーションをとった．被験者らにはプログラムのデバッグ課題を出題し，その様子を撮影した．

動画を元に手書き注釈有りの場合と無い場合でタイムラインを作成し，それぞれを比較した．タイムラインにはコード変更箇所と注釈付与の箇所，コード変更理由を類推するのに有用な対話と判断した箇所を記述した．

5.2 実験結果

分散ペアプログラミングの試行結果を表2に示す．また，これらの試行の動画から作成したタイムラインを図2に示す．

ペア1のタイムラインから，手書き注釈が付記された前後でコード変更理由となる対話がされていたと読み取れる．今回の試行では，付記された注釈はソースコードの特定箇所を指すために利用されていた．

被験者の発言内容を観察すると，コード変更前はバグの出所について話されていた．またコード変更後は今の変更がどのような物だったかソースコードに注釈を付記しながら話されていた．

手書き注釈の無い試行のタイムラインからは，コード変更数が手書き注釈を利用した場合に比べ多いことが読み取れる．こちらもコード変更の前後でソースコード変更の手がかりとなる内容の対話がされていた．

5.3 考察

今回の検証では，手書き注釈の付記された前後でコード変更理由となる対話がされていた．手書き注釈が無い場合は，コード変更理由となる対話は実際にコード変更された前後でされていた．また，コード変更の回数が手書き注釈有り場合に比べ増加した．これは，言葉で伝えるより先に一時的にソースコードを変更して，結果を協調作業者に見せていたためである．

表 1:対話手法とその利用状況

対話手法	利用状況	頻度
テキストチャット	・URL や Web サイトの文章の引用	少
音声通話	・ソースコードの説明 ・疑問点への問いかけや対応	多
手書き注釈	・図表による音声通話の補助 ・記号による注目点の指示 ・気づいたことのメモ	中

表 2:タイムライン作成に用いた実験データ

	所要時間	手書き注釈	注釈数
ペア 1	07m05s	あり	15
ペア 2	09m05s	なし	-

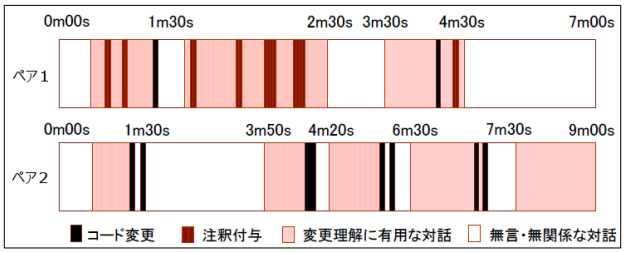

図 2:比較を行ったタイムライン

手書き注釈が無い場合でもコードが変更された前後の対話を参照すれば，コード変更理由の類推は可能であると考えられる．しかし，一時的な変更によってコード変更箇所が増加し，変更履歴が冗長になった．後にプログラム理解をするにあたって，変更履歴は少ないほど調査する時間が減少する．そのため両者を比較した場合，手書き注釈がある方が優位と考えられる．

6. おわりに

本研究では分散ペアプログラミング中に蓄積された手書き注釈によるコミュニケーションのログを利用して，プログラム理解を支援する手法を提案した．ユーザに提示する手がかりとしての手書き注釈の有効性を検証し，従来手法よりも優位であることが確認できた．しかし今回は検証例が少なく，ステップ数の少ないソースコードでの検証であったため，今後は条件を変えて更なる検証が必要である．それに併せて，提案手法全体での評価を行っていきたい．

参考文献

[1]秀毛ら：分散ペアプログラミングにおける手書き注釈を用いたコラボレーション機能の提案，情報処理学会北海道シンポジウム講演論文集，pp. 175-180，(2012)

[2]大森ら:プログラム変更履歴調査のための編集操作再生器，ソフトウェア工学の基礎 XVII，pp. 45-54，(2010)

[3]西川ら:分散ペアプログラミングにおけるコミュニケーションログとコード変更箇所の対応付けによる理解支援,情報化が来技術フォーラム一般講演論文集，pp. 103-104，(2005)