



Title	Code Clone Analysis Methods for Efficient Software Maintenance
Author(s)	肥後, 芳樹
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/47259
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名 肥 後 芳 樹

博士の専攻分野の名称 博 士 (情報科学)

学 位 記 番 号 第 20756 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 18 年 12 月 28 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 1 項該当

情報科学研究科コンピュータサイエンス専攻

学 位 論 文 名 Code Clone Analysis Methods for Efficient Software Maintenance
(効率的なソフトウェア保守のためのコードクローン分析法)

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 井上 克郎

(副査)

教 授 増澤 利光 教 授 楠本 真二

論 文 内 容 の 要 旨

ソフトウェア保守を困難にしている原因の 1 つとしてコードクローンが指摘されている。コードクローンとは、ソースコード中の他の部分と一致または類似しているコード片を指す。バグ修正や機能追加のためにソースコードに対して変更を加える場合、もしその部分がコードクローンであれば、対応する全てのコード片に対しても同様の修正を検討しなければならない。特に大規模ソフトウェアでは、このような処理は非常に煩雑であり、修正すべきコード片を見逃す危険性も含んでいる。本研究では、コードクローン情報を利用することによって効率的にソフトウェア保守を行うための手法を提案する。

まず、コードクロンの状態を理解するための支援手法を提案する。俯瞰的にコードクローンを表示し、分析者が瞬時に、大まかにコードクロンの量や分布状態を把握できるように支援する。また、メトリクスを用いてコードクローンやソースファイルの特徴を定量化する。これにより、多くのコードクローンを含んでいるファイルや、同形のコード片が多く存在するコードクローンのような特徴的な要素を簡単に特定することが可能になる。また、ソフトウェア保守に悪影響を与えていないコードクロンのフィルタリングを行っており、効率的に分析を行うことができる。

次に、コードクロンの集約支援手法を提案する。この手法では結合度メトリクスと距離メトリクスを用いてコードクローンの特徴を定量化し、その数値のパターンによってどのように集約可能であるかを予測する。結合度メトリクスは、コードクローンがその周辺コードとどの程度強く結びついているのかを表す。このメトリクスはコードクロンの集約のしやすさの指標となる。距離メトリクスは、コードクローンが、クラス階層内でどの程度離れた位置に存在しているのかを表す。このメトリクスはコードクロンの集約位置の指標となる。例えば、全てのコードクローンが単一クラス内にある場合は、そのクラス内に重複部分を新しいメソッドとして抽出すればよい。

最後に、コードクロンの修正支援手法を提案する。全てのコードクローンが集約できる、もしくはすべきというわけではない。集約が不適切なコードクローンに対しては、漏れなく修正を行うための支援手法が有効である。この手法は、ソフトウェア保守者が修正すべき部分を特定した場合に、その部分と対応するコードクローンを提示する。

上述の手法をコードクローン分析ツール ICCA として実装し、オープンソースソフトウェアや産業ソフトウェアに対して適用した。適用の結果、提案手法を用いることにより、コードクロンの理解、集約、修正を効率的に行えることが確認できた。

論文審査の結果の要旨

コードクローンとは、ソースコード中の他の部分と一致または類似しているコード片を指す。近年、コードクローンの存在は、ソフトウェア保守における理解や変更時の一貫性保障を困難にしており、ソフトウェア業界において非常に大きな課題となっている。本論文ではコードクローンを対象とした保守支援手法を提案している。

まず、本論文ではコードクローンの理解支援手法を提案している。この手法は、分析の必要がないコードクローンをフィルタリングしている点、大規模ソフトウェアに対しても適用可能な点において、既存手法よりも優れている。また、提案手法をツールとして実装し、オープンソースソフトウェア・産業ソフトウェアに対して適用実験を行った結果についても述べている。適用の結果、本手法を用いるとコードクローンの状態を容易に把握することができ、またコピーアンドペースト後の修正漏れなど、保守作業を困難にしているコードクローンを特定することもできることがわかった。これらのことから提案手法は実用的で有益なものである。

次に、本論文ではコードクローンを対象とした集約支援手法を提案している。提案手法は検出したコードクローンから、集約可能なもののみを抽出し、さらに抽出した各部分がどのように集約できるのかを予測する。このため、保守管理者はソースコードの修正作業に集中することができ、効率的に集約作業を行うことが可能となる。提案手法をツールとして実装し、オープンソースソフトウェア・産業ソフトウェアに対して適用実験を行った結果、提案する集約方法は現実的で、将来の保守コストを下げるができることがわかった。

最後に、コードクローンを対象とした修正支援手法を提案している。集約が不適切なコードクローンに対しては、実際に修正しなければならない時に、漏れなく修正を行うことが重要である。本論文では、このような“漏れなく修正を行う”手法を提案している。適用実験では、既存の検索ツールとの比較を行っている。実験の結果、提案手法は既存ツールに比べ検索時間は長いものの、適合率が優れていることがわかった。この結果より、提案手法は既存ツールと併用することで、より効率的な修正支援を行えることが確認されている。

以上のように本論文の内容は、コードクローン情報を用いてソフトウェア保守支援を行うものであり、保守作業の効率化に非常に有益である。よって本論文は博士（情報科学）論文として十分な価値があるものと認める。