

## 論文内容の要旨

博士論文題目 **Measuring and Characterizing Eye Movements for Performance  
Evaluation of Software Review**

氏名 上野 秀剛

ソフトウェアの品質を向上させる方法として、開発時に作成される文書を読むことで誤りや不具合を検出するソフトウェアレビューが行われている。今までにソフトウェアレビューにおける不具合の検出数や検出効率（レビュー能力）を向上させるために、さまざまなレビュー手法やその支援環境が提案されている。

しかし、レビュー能力には、開発者の個人差が大きな影響を与えている。そのため、レビュー手法や支援環境の開発のみならず、レビューにおける開発者の行動を分析し、どのような行動がレビュー能力に影響を与えているかを理解することで、レビュー能力の高い開発者の行動を元にした教育や支援を行う必要がある。

本論文では、開発者の行動の違いがレビュー能力（不具合検出効率や検出率）にどのような影響を与えているか明らかにすることを目的とする。レビュー行動を定量的に分析するために、レビュー時における開発者の視線を行・文書単位で計測する手法を提案する。

提案手法を実装した実験環境 **DRESREM** を用いて、本論文では、レビューにおける視線移動を(1)文書を構成する各行の間の遷移と、(2)複数の文書を用いたレビューにおける文書間の遷移の2つに分類し、実験からレビュー能力との関係を分析する。

まず、(1)を分析するための実験として、ソースコードを用いたコードレビューについて視線移動とレビュー能力を計測した。計測した視線移動のデータから、多くの開発者の視線移動に見られるパターンを抽出し、不具合検出時間との関係を分析する。実験の結果として、レビュー開始時にコード全体を概観するのに時間を費やしていない開発者ほど不具合の検出に時間がかかることを示している。

次に、(2)を分析するためにソースコードレビューと詳細設計書レビューにおける視線移動と不具合の検出割合・効率を計測する実験を行った。実験ではレビュー対象文書と共に要求仕様書のような上位文書を開発者に提示し、各文書をどれだけ読んでいるかを計測した。分析においては、上位文書を長時間読んでいくほど、レビュー対象文書に含まれる不具合をより多く、より短時間で検出できるという仮説を立て、それぞれのレビューについて検証を行った。

## (論文審査結果の要旨)

ソフトウェア開発の現場において、開発時に作成される文書を読むことで誤りや不具合を検出し、品質を向上させる活動である、ソフトウェアレビューが広く実施されている。レビューにおいては開発者ごとに効率や効果に大きな違いが見られる。そのため、手法や支援環境の開発のみならず、レビューにおける開発者の行動から効率や効果に影響を与えている要因を明らかにし、教育や支援に役立てる必要がある。

本論文は、ソフトウェアレビューにおける開発者の行動の違いを定量的に分析するために、レビューにおける開発者の視線移動を行・文書単位で計測する手法を提案している。提案手法は、従来困難であったレビュー対象文書の各行に対する開発者の注意を分析することができ、高い有用性が認められる。また、提案手法を実装した実験環境 DRESREM は計測した視線移動を可視化することで分析を容易にしている。

本論文では、レビューにおける視線移動を(1)文書を構成する各行の間の遷移と、(2)複数の文書を用いたレビューにおける文書間の遷移の2つに分類し、提案手法を用いた実験からレビュー能力との関係を分析している。

まず、(1)を分析するために、ソースコードを対象としたレビューについて視線移動とレビューに要した時間を計測する実験を行っている。計測した視線移動から、レビュー開始時にコード全体を概観する動作である"scan"に費やす時間が短い開発者は不具合の検出に時間がかかることが定量的に示されている。この結果を元に、レビューの有効性を高めるため開発者の教育において学習者に提示できる、より具体的な行動を示しており、提案手法の有用性の高さを示している。

次に、(2)を分析するためにソースコードの他に、要求仕様書や設計書を用いたレビューにおける視線移動と不具合の検出割合・効率を計測する実験を行っている。実験の結果、レビュー対象文書の上位文書を長時間読んでいる開発者ほど、効果的に不具合を検出していることが示された。また、コードレビューにおいては、上位文書である要求仕様書と詳細設計書をバランスよく読んでいる開発者ほど、多くの不具合を検出している傾向が示されている。この結果は、レビューにおいて上位文書を読むことの有用性について定量的な証拠を示すものであり、分析結果の有効性がうかがえる。

以上のとおり、本論文は、ソフトウェアレビューにおける開発者の行動の違いを視線の移動から分析する手法を提案しており、実験の結果から提案手法の有効性が示されている。これらの研究成果は、ソフトウェアレビューの学術研究の発展に貢献すると共に、ソフトウェア開発者の教育に貢献するものであり、本論文は博士(工学)論文として価値あるものと認める。