

論 文 内 容 の 要 旨

博士論文題目 Decoding the representation of source code categories in the brain of expert programmers

氏 名 幾谷 吉晴

Expertise enables humans to achieve outstanding performance on domain-specific tasks, and programming is no exception. Many studies have shown that expert programmers exhibit remarkable differences from novices in behavioral performance, knowledge structure, and selective attention. However, the underlying differences in the brain of expert and novice programmers are still unclear. This thesis addresses the issue by associating the cortical representation of source code with individual programming expertise using a data-driven decoding approach. The approach identified multiple distributed brain regions, located in the frontal, parietal, and temporal cortices, that have a tight relationship with programming expertise. In these brain regions, functional categories of source code could be decoded from brain activity and the decoding accuracies were significantly correlated with individual behavioral performances on a source-code categorization task. The results suggest that programming expertise is built upon fine-tuned cortical representations specialized for the domain of programming.

(論文審査結果の要旨)

本論文は、プログラミングにおける初心者と熟練者の脳活動の差異を、データ駆動型の脳活動デコーディング手法を用いて明らかにするものである。具体的には、プログラムコード（ソースコード）の脳皮質表現とプログラミングにおける熟練度の関連付けを行った。人間は特定領域に関する専門知識を獲得、保持することで、当該領域に特化したタスクの実行において優れた性能（高い生産性等）を発揮することができる。プログラミングにもそうした傾向がみられるとされ、初心者と熟練者とは、行動性能、知識構造、選択的注意力において顕著な差があることが報告されている。本論文は、プログラミングにおける初心者と熟練者の差異を脳活動の観点から初めて明らかにした。具体的には、被験者実験を通じて、プログラミングの専門知識と密接な関係を持つ複数の脳領域が、前頭前野、頭頂部、および、側頭葉に広く分布していることが分かった。これらの脳領域では、「ソースコードの機能カテゴリ」脳活動から解読することが可能であり、その解読精度はソースコード分類タスクにおけるプログラマの性能と有意に相関していた。この結果は、プログラミングの専門性が、プログラミングという特定領域に特化するために微調整された皮質表現の上に構築されていることを示唆するものである。

以上のとおり、本論文は、プログラミングという特定領域における初心者と熟練者の差異、すなわち、専門性の差を脳活動という観点から明らかにすることで、これまでにない明確で具体的な知見を明らかにしている。その手法を得られた知見は、広くソフトウェア開発に係る人材育成や人的資源の有効活用、そして、ソフトウェア工学研究の発展に大きく貢献することから、博士（工学）論文として価値あるものと認める。