

革新的コンピューティング技術の開拓  
2020年度採択研究代表者

2022年度  
年次報告書

入江 英嗣

東京大学 大学院情報理工学系研究科  
教授

ユーザに寄り添うオンデマンド近似計算基盤の開拓

## 研究成果の概要

本研究課題では近似計算技術と HCI 技術の融合により、実行時に適切な近似度で計算を行う計算基盤を開発する。この目標に向け、i)適切な近似度推定技術、ii)同じプログラムを実行時に多段階に近似度を変化させて実行する技術、iii)これらを効率的に実行するアーキテクチャ技術の3つのサブテーマを設定し、並行して開発を進めている。2021年度の研究では以下のような成果が得られた。

i)適切な近似度の実行時推定技術、のテーマでは、昨年度開発した動的近似 MPEG デコーダをさらに発展させ、視線情報を用いてユーザの体験する品質を落とさずに計算量を削減するアルゴリズムの提案・評価を行った。提案手法では領域を視線からの距離に応じて3段階に分割し、さらに画像の持つ高周波成分や視線のサッカード状態を検出し、計算量を変化させる。実装・ユーザ評価を行い、画像を注視しているユーザに気づかれず10%程度の計算量を削減した。成果は、体験可能デモとして国内査読付き会議で発表された。

ii)多段階的で滑らかな近似度変化の実現、のテーマでは、昨年度までに整備した SIA 手法の実装を進め、この研究成果が国内論文誌に掲載された。また、反復によって精度を高めていくようなアルゴリズム構造にも、本研究開発基盤を適用可能なフレームワークと、高効率化を達成するリカバリレス分岐の導入を行った。IDCT アルゴリズムやレイトレーシングへの適用により、効率的な計算量削減が期待されている。

iii)動的な近似度制御の効果的な実装、のテーマでは動的近似プロセッサのチップ製作を行った。プロセッサは TSMC28nm プロセスで製造され、統計的分岐命令や近似ロード命令、リカバリレス分岐命令など、新しい命令を備えている。RISC-V の OoO スーパスカラ実装である RSD をベースとし、これを発行幅拡張など高性能化した。現在、動作ボード製作、実チップ動作によるデモ環境開発など、評価環境の整備を進めている。このチップ設計に関する論文は国内査読付き会議 xSIG で発表され、best research award を受賞した。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) 富田 和孝, 中村 朋生, 小泉 透, 出川 祐也, 入江 英嗣, 坂井 修一: 「近似の積極性を動的制御可能なアーキテクチャのための コンパイラフレームワーク」, 情報処理学会論文誌, Vol. 63, No. 4, pp. 1019-1028, Apr., 2022.
- 2) 吉田 智裕, 中村 朋生, 門本 淳一郎, 入江 英嗣, 坂井 修一: 「動的近似計算プロセッサのマイクロアーキテクチャ設計とソフトコア実装」, The 6th cross-disciplinary Workshop on Computing Systems, Infrastructures, and Programming, Jul., 2022. (Best Research Award)
- 3) 中村 朋生, 吉田 智裕, 依田 勝洋, 伊藤 真紀子, 入江 英嗣, 坂井 修一: 「可変精度 SIMD 実行機構を備えた近似計算アーキテクチャの検討」, 情報処理学会研究報告システム・アーキテクチャ, Vol. 2022-ARC-250, No. 22, pp. 1-7, Oct., 2022. (研究会優秀若手発表賞)
- 4) 河野 翔太, 中村 朋生, 門本 淳一郎, 入江 英嗣, 坂井 修一: 「ユーザの視線動作に応じたインタラクティブな映像デコード手法」, インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ(ロングティザー発表), pp. 1-3, Dec., 2022.