

近似コンピューティングとフォトニクス

Approximate Computing and Photonics

国立情報学研究所, 鯉渕 道紘

National Institute of Informatics, Michihiro Koibuchi

E-mail: koibuchi@nii.ac.jp

1 近似コンピューティング

近似解を求める方法論として、近似コンピューティングという概念が提唱されている。古くは、NP 困難な問題に対する、近似率が定数、あるいは任意の近似率を保証する多項式時間アルゴリズムの研究が該当する。2010 年代以降、同様の概念に基づき、コンピュータの電力性能比向上や性能向上のために回路からソフトウェアに至る幅広い研究が行われてきた。具体的には、コンピュータ上での数値表現の量子化のビット幅を必要となる精度に最適化する Precision Scaling, プログラムにおけるループ処理の部分省略, プロセッサのキャッシュミス時の遅延を隠蔽するロード値/メモ化近似, 遅延が生じたタスクの到着を待たずに先のタスクを実行するタクススキップ, 省電力化のためにコンピュータの電圧を過度に低下させる Voltage Overscaling, 不正確なハードウェアの利用技術などがある。

2 オプティクス

データセンタやスパコンを含む並列計算機の結合網のルータ、ネットワークインタフェースの性能向上は、依然半導体の集積度の向上に頼っている。そのため、現状、光通信技術の利用は、Active Optical Cable に留まる。しかし、デナード則による電力性能比の向上が終焉し、2020 年代後半にはムーア則に支えられた集積度の向上が難しくなる（以後ポストムーア時代と呼ぶ）。そのため、半導体技術の微細化に頼った結合網の性能向上には限界がある。一方、光通信技術は依然として大きく発展を遂げる余地が残されている。ポストムーア時代の結合網は、(現時点で成熟していないが有望な) 光通信デバイス技術を極限まで利用することで飛躍的発展の可能性が大きい。これらの光通信デバイス技術の実用化の敷居を下げる 1 つの方法は、計算機システム内の厳しい要求 (例: ビット誤り率 $10^{-12} - 10^{-15}$) を緩和させるために、近似コンピューティングの概念を適用することである。

3 近似コンピューティングとオプティクスの協調

我々は、ビッグデータ、機械学習、NP 困難問題の近似解を求める計算アプリケーションを対象にして、近似コンピューティングとオプティクスの協調による並列計算システムの高速化、省電力化に関する研究活動を行っている。本発表では、その全体像について述べる。

謝辞

本研究は、JST さきがけ JPMJPR19M1, JSPS 科研費 #19H01106 の支援を受けたものである。