

NoC に基づく血管径計測手法におけるネットワークトポロジの検討

江野口 裕希[†] 横川 智教^{††} 佐藤 洋一郎^{††} 近藤 真史[†]

[†]岡山理科大学 工学部 ^{††}岡山県立大学 情報工学部

1. はじめに

血管等の生体における管状組織の管径計測には高いニーズがあり、画像処理により管径を網羅的に算出し、その長短に応じた可視化画像を生成する手法が提案されている^[1]。これに対して本研究室では、ハードウェアによる管径計測の高速化を目的として、次世代の回路コア接続技術である Network on Chip(NoC)の応用に着手している^[2]。本研究では、NoC におけるネットワークトポロジをトーラス構造へ拡張するとともに、それに伴うネットワーク負荷のシミュレーション結果を報告する。

2. NoC に基づく血管径計測手法

管状組織像上の注目画素における管径は、その位置を通して管壁に至るまでの線分(探索線)長を計測し、これを任意の角度 θ を単位に繰り返すことで得られる最短の探索線として求めることができる。これには網羅的な画素探索を伴うことから多大な解析時間を要する。そこで文献^[2]では、チップ上に多数の演算コアとルータをメッシュ(格子)状に配置した NoC に着目し、各コアに管状組織像の画素を対応付けたパケットルーティングにより、電氣的に管径を計測する手法を提案している。この手法では、注目画素のコアから送出されたパケットは、内包される θ を基に管壁のコアまで動的にルーティングされ、その座標を記録したパケットが同様の手順で注目画素まで返送されることで管径を計測できる。

3. トーラス構造に基づいた動的ルーティング手法

2.の手法における返送時のパケットは、送出時と同様に管状組織像上のルータ間でのみ伝搬される。その結果、管状組織像上のルータの演算負荷は増大する半面、それ以外のルータは休止状態となっている。そこで本研究では、格子の両端を環状に接続した、いわゆるトーラス構造を NoC のトポロジに応用し、パケットの返送時に管状組織像を迂回するようルーティングを行うことにより、NoC における回路資源の効率的な利用を図る。

提案する管径計測手法を図 1 に示し、パケットの送出時と返送時のルーティング動作の説明を以下に記す。

送出動作: θ 方向へ送出されたパケットが隣接するいずれのルータへ伝搬されるかは、注目画素と現在のルータの位置関係より求めることができる。具体的には、 45° 単位の探索線と θ の探索線とがなす弧の長さを大小比較することで、簡便なルーティングを実現できる^[2]。

返送動作: 管壁のルータに到達したパケットは、そのまま θ 方向へのルーティングを継続する。格子の両端に

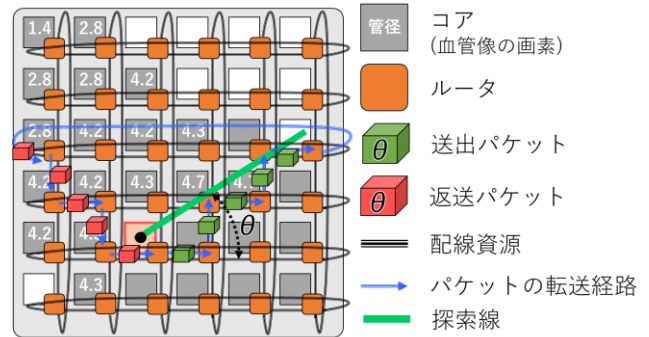


図1 トーラス構造に基づく管径計測

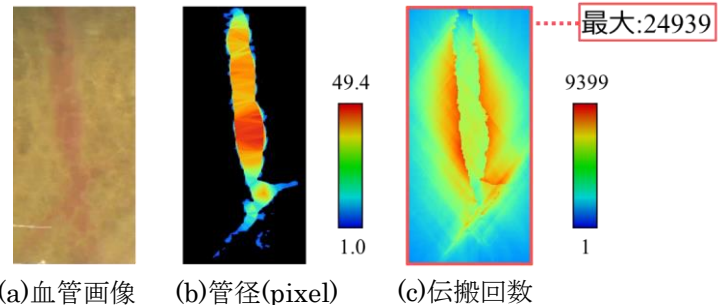


図2 管径と伝搬回数の可視化結果

達すると、送出時に内包していた注目画素の X-Y 座標との差分が大きい方向に隣接するルータへルーティングすることにより、最短経路で注目画素に返送できる。

4. パケットシミュレーションによる動作確認

以上に基づいた NoC のパケットシミュレータを開発し、血管径と各ルータの伝搬回数を可視化した結果を図 2 に示す。 $\theta = 5^\circ$ であり、各ルータが保持可能なパケット数は 5 とした。また、格子の両端において突出した伝搬回数が確認されたため、(c)では他の伝搬回数を強調するために両端の結果を除いている。(b)は従来手法と同様の可視化結果であり、ルーティングの妥当性を確認できる。そして(c)の結果より、画像全体に亘ってルータが休止状態になることなく動作していることが分かる。

5. まとめ

本研究では、トーラス構造に基づく管径計測手法を提案し、シミュレーションを通じて所望の動作を確認した。

参考文献

- [1] M. Ueda, et al., "A Fast and Accurate Tube Diameter Visualization Method for Digestive System Medical Images," IEEJ Trans. Electronics, Information and Systems, Vol. 141, No.9, pp. 982-991 (Sept. 2021)
- [2] 江野口 裕希, 他, "NoC に基づいた血管径計測手法における動的ルーティングアルゴリズム," 第 73 回 電気・情報関連学会中国支部連合大会, R22-14-01-03 (Oct. 2022)