

時空間データ滞留のためのデータ拡散制御の効率改善手法*

Improvement of Efficient Data Diffusion Control Method for Spatio-Temporal Data Retention

山崎 駿平
Shumpei Yamasaki

野林 大起
Daiki Nobayashi

塚本 和也
Kazuya Tsukamoto

池永 全志
Takeshi Ikenaga

九州工業大学大学院
Kyushu Institute of Technology

1 研究背景

IoT技術の発展に伴い、時間や場所に依存するIoTデータ(時空間データ:STD)が生成される。このSTDを特定の時間・場所で地産地消するために、車両を用いた時空間データ滞留システム(STD-RS)を提案してきた。先行研究では、滞留期間と滞留完了時間を新たに考慮し、滞留完了までの送信間隔決定手法を提案した。しかし、情報発信源が自身の周囲の車両台数に応じてSTDの送信間隔を決定するため、車両密度が変化する際のデータ拡散効率に課題があった。そこで本研究では、この問題を改善する新たな手法を提案する。

2 時空間データ滞留システム(STD-RS)

STD-RSでは、インフラ故障時などの代替手段を主な目的として、ノード(車両)が送信間隔 d でSTDを送信し滞留エリア内にデータを滞留させることで、エリア内のユーザにSTDを受動的に受信させる。このときデータ衝突回避のため、隣接車両密度によって送信確率を制御するが、多様な滞留データのうち、データの活用期限と拡散時間の制約が厳しいデータに対しては即時拡散が重要となる。先行研究[1]では、目標時間までにSTD拡散を完了する送信間隔決定手法を提案した。

3 先行研究

先行研究では、まず、滞留時間を T_R 、拡散完了目標時間を T_c と定義する。活用期限と拡散時間の制約が厳しいSTDは、 T_c を T_R に対し小さく設定しなければ、STDを受信する前に滞留時間が経過するため、その後データを受信できても滞留時間内に利用できない。よって、 T_c を満たすデータ送信間隔 d_f は、 $0 < d_f \leq T_c$ となるように設定する必要がある。

次に、全方向にSTDを拡散するための最小ノード数 γ を定義する。STDを受信した n 台のノードのうち $\gamma (< n)$ 台が送信を行えば、全方向にデータが拡散される。このとき、 γ 台のうち情報発信源から最も遠いノードまでの距離を x とおき、1.O.case($x = r$)、2.E.case($x = \frac{r}{\sqrt{2}}$)、3.P.case($x = \frac{r}{2}$)の3つのデータ送信間隔を設定した。

最後に、隣接ノード台数 n 台が T_c 以内で転送可能なホップ数を考え、滞留エリア全体(半径 R)に T_c 秒以内に満遍なくデータを配信するために、式(1)により情報発信源が送信間隔を設定する手法を提案した。

$$d_f = \frac{n}{\gamma} T_c \times \frac{x}{R} \quad (1)$$

先行研究ではシミュレーション評価により、E.caseを用いることで、 T_c までに拡散を完了しつつ、データ送信回数及びデータロス数を抑制可能であることを示した。

*本研究の一部は、JSPS 科研費 JP18H03234、及び国立研究開発法人情報通信研究機構の委託研究による成果を含む。ここに記して謝意を表す。

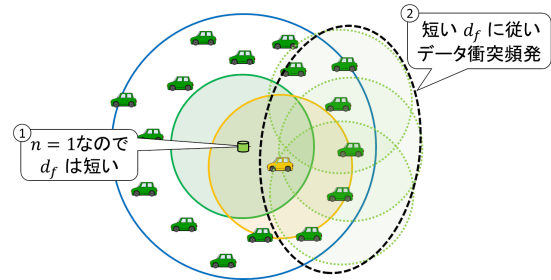


図1 情報発信源の隣接ノード台数が少ない場合

4 先行手法の問題点と提案手法

先行手法では、情報発信源が自身の隣接ノード台数 n に応じて動的にデータ送信間隔 d_f を決定し、各車両は情報発信源が決定した d_f に従ってSTDを拡散する。そのため、特に情報発信源周辺の車両密度よりその外側の車両密度が大きい状況では(図1)、情報発信源が決定した短い d_f で多くの車両が送信を行うことになる。この場合、データ衝突が頻発し、拡散が効率的に行えない。

そこで、各車両が自身の隣接ノード台数に応じてデータ送信間隔 d_f を決定する。この際、車両がSTDを受信した時間や位置に応じて、拡散完了目標時間を満たすための送信間隔 d_f を適応的に変更する必要がある。ここでは、 T_n を現在時刻、 T_s をデータ配信開始時刻、 r_c を情報発信源から車両までの距離とし、 γ 台のうち情報発信源から最も遠いノードまでの距離 x はE.case($x = \frac{r}{\sqrt{2}}$)を用いる。このとき、データを受信した車両は、 T_c までの残滞留完了時間($T_c - (T_n - T_s)$)、及び現在位置から滞留エリア端までの残拡散距離($R - r_c$)を考慮し、式(2)によりデータ拡散間隔 d_f を決定する。

$$d_f = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{n}{\gamma} \{T_c - (T_n - T_s)\} \times \frac{r}{R - r_c} \quad (2)$$

今後、本改善手法の有効性をシミュレーションを用いて検証する予定である。

5 まとめ

本研究では、先行研究において提案したデータ拡散手法が、車両密度が滞留エリア内で変化する場合に効率的なデータ拡散ができない点を明らかにした。さらに、この問題を解決するために各車両が自身の隣接ノード台数、現在位置、残滞留完了時間を考慮して、動的にデータ送信間隔を決定する手法を提案した。今後は提案手法の有効性を評価すると共に、実環境に近く大規模な環境で手法の有効性を検証する。

参考文献

- [1] S. Yamasaki *et al.*, "On-demand transmission interval control method for Spatio-Temporal Data retention," The 11th WIND-2019, vol.1035, pp.319-330, Oita, Japan, 2019.