

通信における電波環境マップを用いた 隠れ端末問題を考慮した パケット到達率補正手法の検討

電気通信大学

先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター(AWCC)

3-B-03 上田有由夢^{*1} 藤井威生^{*2}

ueda@awcc.uec.ac.jp^{*1}

fujii@awcc.uec.ac.jp^{*2}

研究背景

◆ 協調型自動運転

- 外部から提供される情報を取得し，利用して走行
- 目的：交通安全の維持，交通渋滞の緩和

◆ 車車間通信

- 車両間で無線通信によって周辺情報を共有
- 課題
 - ✓ 電波伝搬環境の不特定性による**通信品質の劣化**
 - ✓ **パケット衝突の多発**

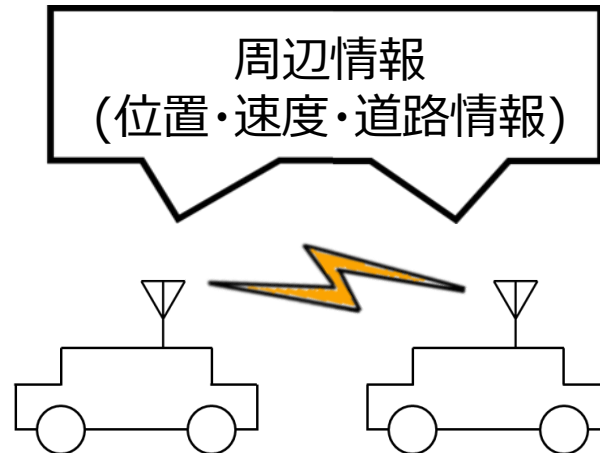


図1 車車間通信

研究背景 -既存研究-

◆分散環境向けMSD*の利用[1]

➤通信エリアを2次元メッシュに分割し、送信位置ごとにREM**を構築

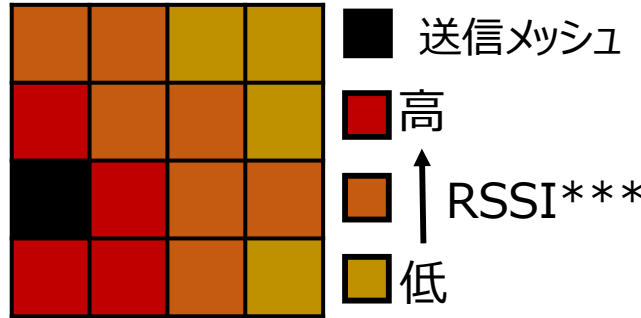


図2 REMの例

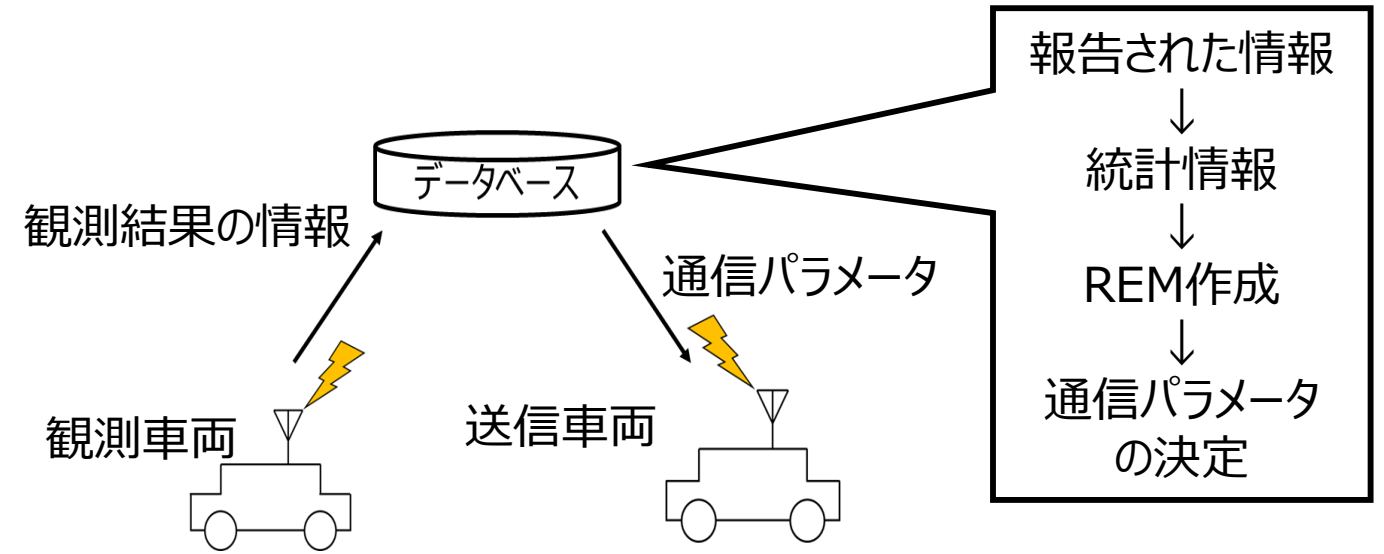


図3 分散環境向けMSDの利用

MSD* : Measurement-based Spectrum Database (実観測型スペクトラムデータベース)

REM** : Radio Environment Maps (電波環境マップ)

RSSI*** : Received Signal Strength Indicator (受信信号強度)

[1] S. Tsurumi and T. Fujii, "Reliable vehicle-to-vehicle communication using spectrum environment map," in Proc. 2018 ICOIN, Chiang Mai, pp. 310-315, 2018.

研究背景 - 既存研究 -

◆分散環境向けMSDの利用

➤利点

✓実観測したデータを利用するため、高精度な電波伝搬特性予測が可能

➤問題点

✓パケット衝突の生じる位置や頻度の変化が考慮されていないため、**PDR*マップの精度が著しく低下する可能性がある**

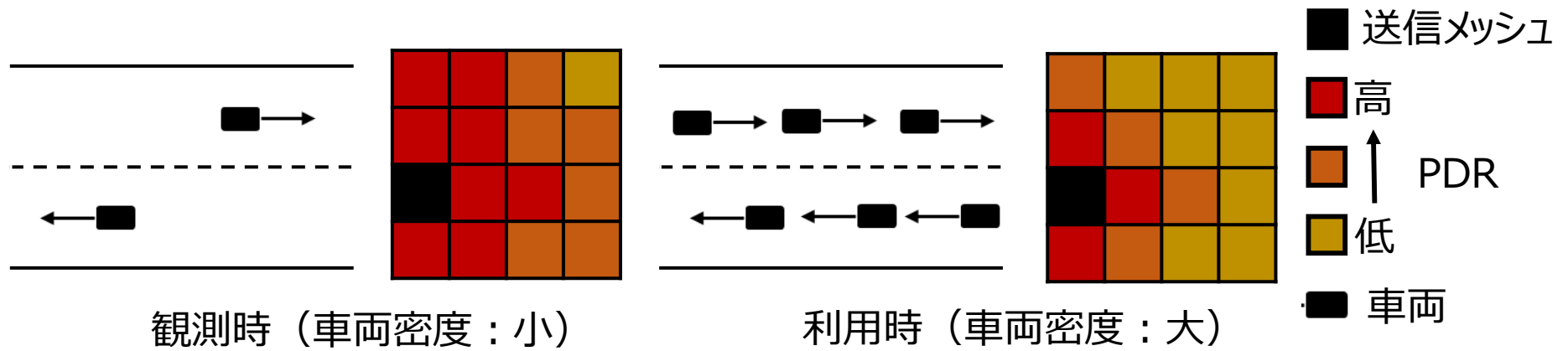


図4 PDRマップの精度の劣化例

PDR* : Packet Delivery Ratio (パケット到達率)

提案手法

◆本研究の目的

- パケット衝突を考慮した補正によるPDRマップの信頼性の向上

◆提案手法の概要

- 送信車両が1台の場合のPDRマップを補正

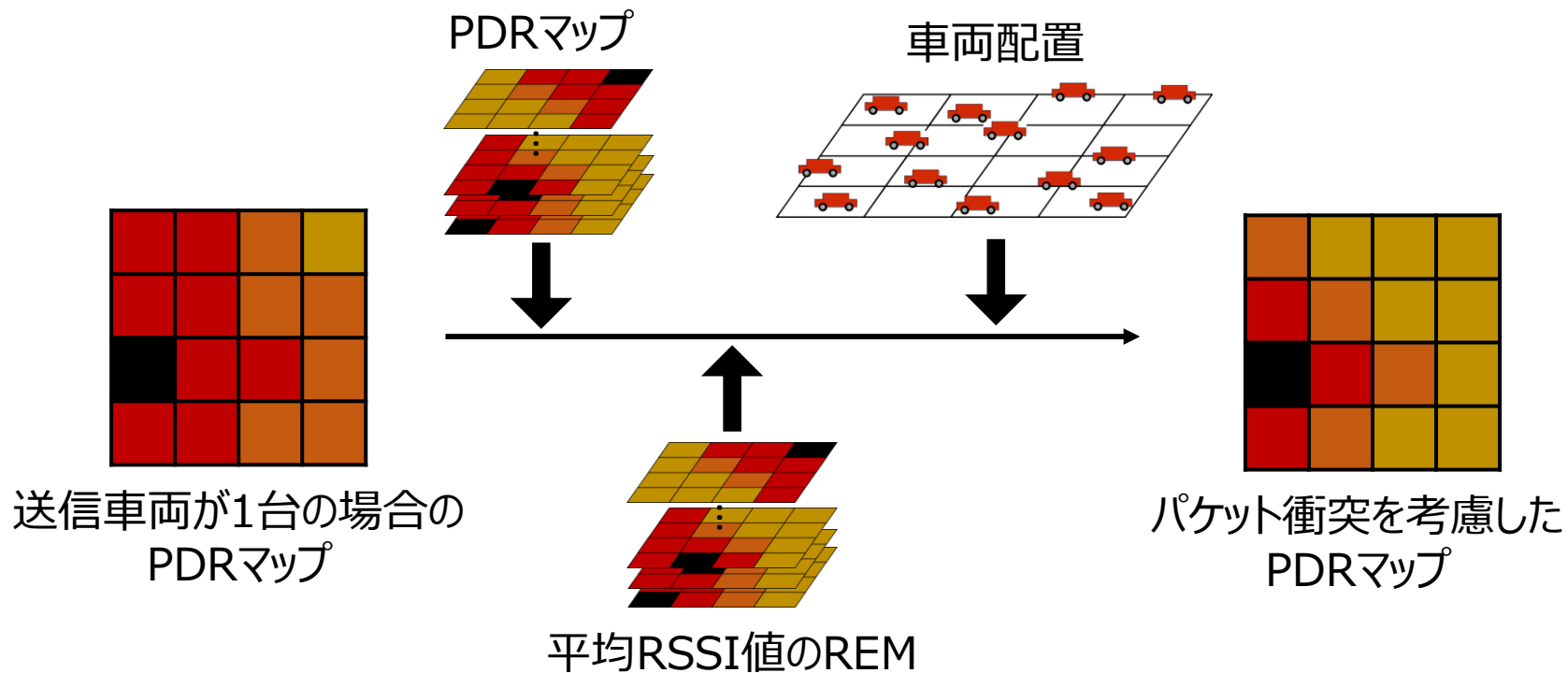


図5 提案手法の概要

提案手法

◆想定する環境

➤データベース

- ✓送信車両1台の場合のPDRマップが作成されている
- ✓平均RSSI値のREMが作成されている
- ✓車両の位置が既知

➤車両

- ✓IEEE802.11p規格で定期送信を行う

◆PDR補正式

$$PDR'(C_{Tx}, C_{Rx}) = PDR_{C_{Tx}, C_{Rx}} \times PH(C_{Tx}, C_{Rx}) \quad (1)$$

C_{Tx} : 送信メッシュの座標

C_{Rx} : 受信メッシュの座標

$PDR'(C_{Tx}, C_{Rx})$: パケット衝突を考慮したPDR

$PDR_{C_{Tx}, C_{Rx}}$: 送信車両1台の場合のPDR

$PH(C_{Tx}, C_{Rx})$: 隠れ衝突しない確率

提案手法

◆想定する環境

➤データベース

- ✓送信車両1台の場合のPDRマップが作成されている
- ✓平均RSSI値のREMが作成されている
- ✓車両の位置が既知

➤車両

- ✓IEEE802.11p規格で定期送信を行う

◆PDR補正式

$$PDR'(C_{Tx}, C_{Rx}) = PDR_{C_{Tx}, C_{Rx}} \times PH(C_{Tx}, C_{Rx}) \quad (1)$$

C_{Tx} : 送信メッシュの座標

C_{Rx} : 受信メッシュの座標

$PDR'(C_{Tx}, C_{Rx})$: パケット衝突を考慮したPDR

$PDR_{C_{Tx}, C_{Rx}}$: 送信車両1台の場合のPDR

$PH(C_{Tx}, C_{Rx})$: 隠れ衝突しない確率

シミュレーション -比較手法-

- ◆ SNR*とPER**の関係をj用いて、送信車両が1台の場合のPDR($PDR_{No-Collision}$)のマップを作成
- ◆ シミュレーションで得たパケット衝突の情報からパケット衝突を考慮したPDR($PDR_{Simulation}$)のマップを作成
- ◆ 提案手法により補正したPDR($PDR_{Proposed}$)のマップを作成

評価方法

- $PDR_{No-Collision}$ と $PDR_{Simulation}$, $PDR_{Proposed}$ と $PDR_{Simulation}$ を比較

$$(PDRの差) = PDR_{No-collision} - PDR_{Simulation} \quad (5.a)$$

$$(PDRの差) = PDR_{Proposed} - PDR_{Simulation} \quad (5.b)$$

SNR* : Signal to Noise Ratio (信号対雑音比)

PER** : Packet Error Rate (パケット誤り率)

シミュレーション -想定シナリオと諸元-

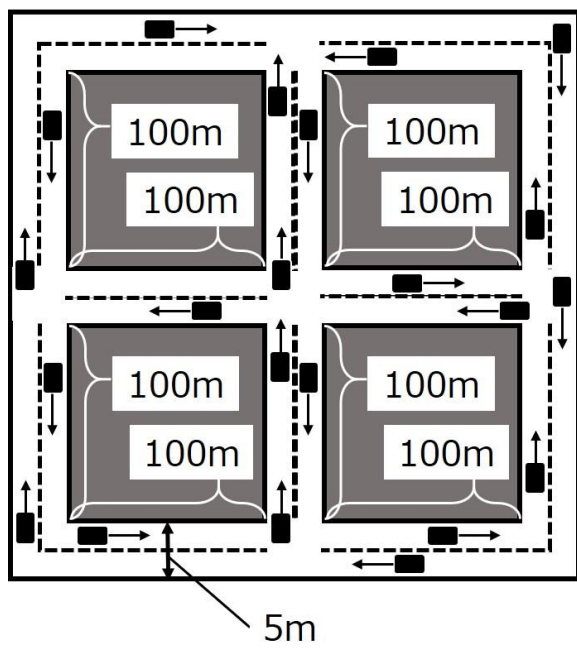


図6 想定シナリオの概要図

表2 シミュレーション諸元

メッシュサイズ	5 m × 5 m
車両台数	480 台
周波数帯	5.8 GHz
帯域幅	10 MHz
送信電力	20 dBm
送信周期	100 ms
DIFS時間	64 μs
キャリアセンスレベル	-70 dBm
SINR閾値	10 dB
CWサイズ	15
ノイズ	-100 dBm
パケット長	100 byte
車両速度	50 km/h
変調方式	QPSK
符号化率	1/2
パスロスモデル	3.5 乗則
シャドウイングモデル	平均0, 標準偏差8 dB の対数正規分布
フェージングモデル	レイリーフェージング

シミュレーション -結果-

◆各手法によってPDRマップを作成

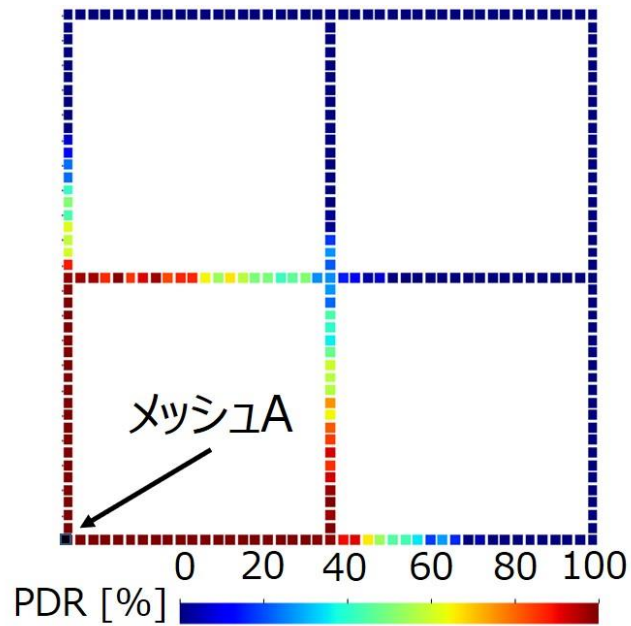


図7 送信メッシュがAの時の
 $PDR_{No-Collision}$ のマップ

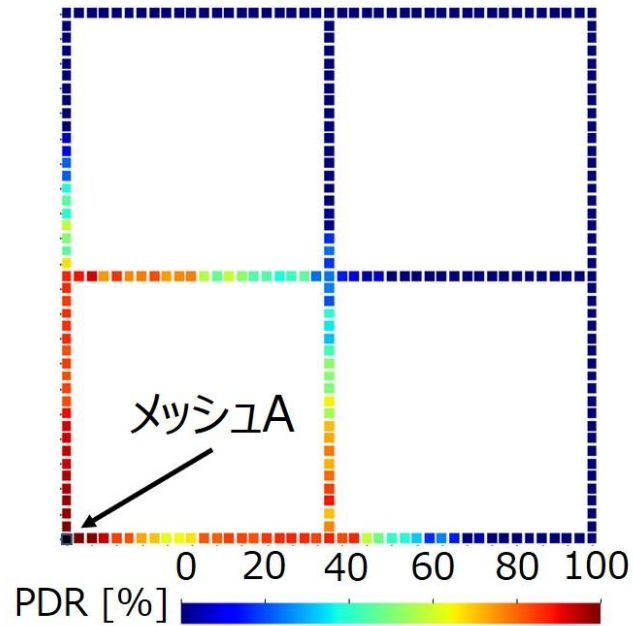


図8 送信メッシュがAの時の
 $PDR_{Simulation}$ のマップ

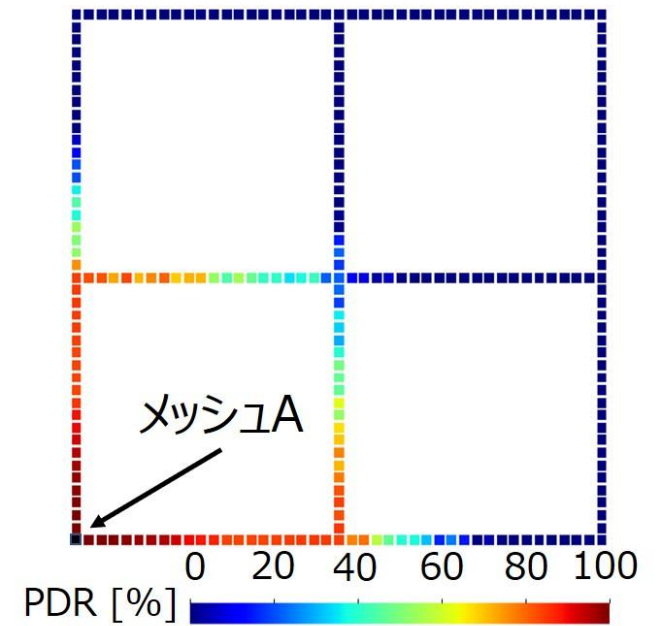


図9 送信メッシュがAの時の
 $PDR_{Proposed}$ のマップ

シミュレーション -提案手法の評価-

◆ $PDR_{No-Collision}$ と $PDR_{Simulation}$ 、 $PDR_{Proposed}$ と $PDR_{Simulation}$ を比較

(PDRの差)	=	$PDR_{No-collision} - PDR_{Simulation}$	(5.a)
(PDRの差)	=	$PDR_{Proposed} - PDR_{Simulation}$	(5.b)

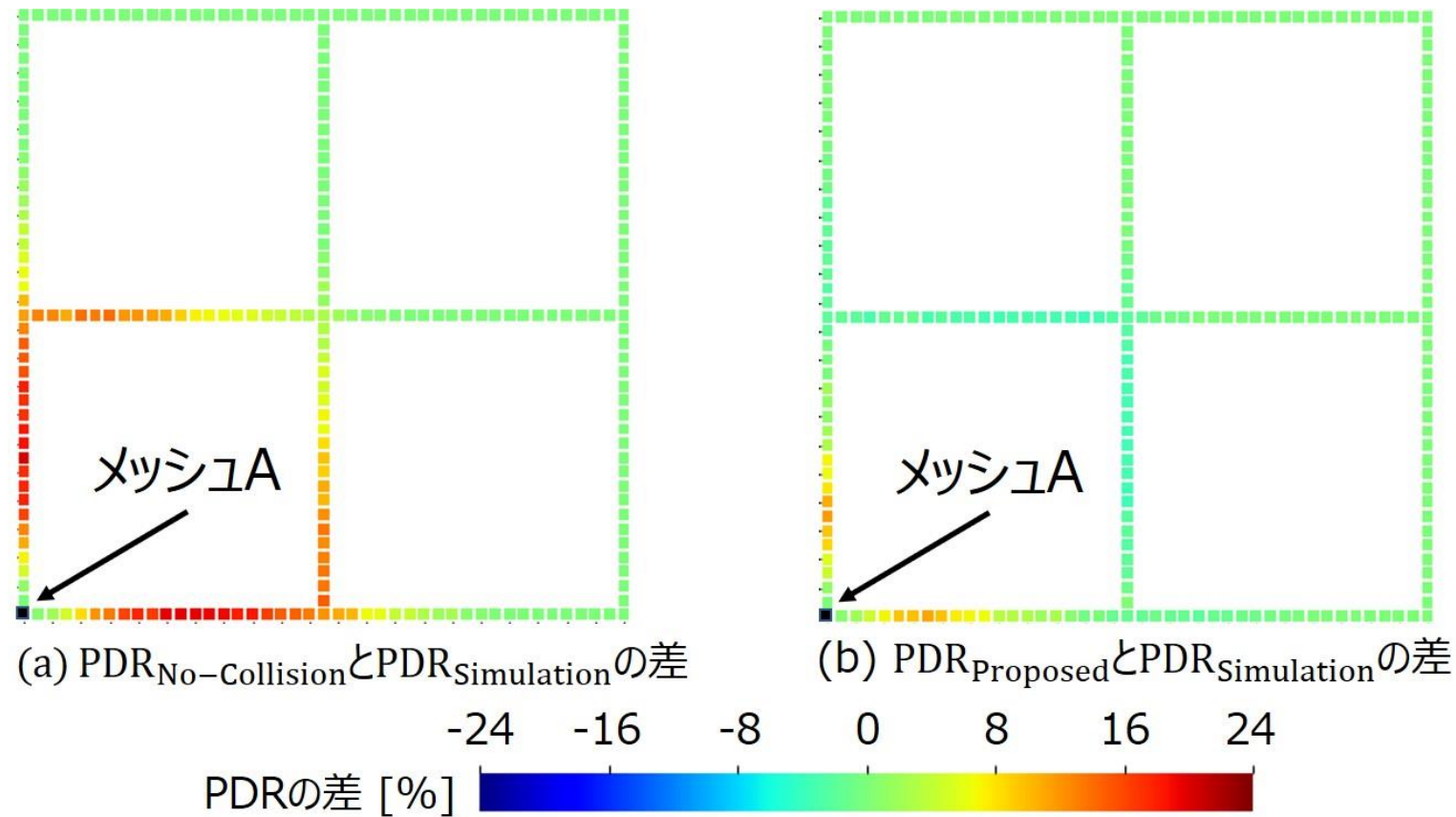


図10 送信メッシュがAの時のPDRの差

シミュレーション -提案手法の評価-

◆ $PDR_{No-Collision}$ と $PDR_{Simulation}$, $PDR_{Proposed}$ と $PDR_{Simulation}$ を比較

$$(PDRの差) = PDR_{No-collision} - PDR_{Simulation} \quad (5.a)$$

$$(PDRの差) = PDR_{Proposed} - PDR_{Simulation} \quad (5.b)$$

- 全体の約97%のメッシュで,
(a)より(b)の方がPDRの差の絶対値が小さい
- 残りの約3%のメッシュで, (a)と(b)の差は高々0.37%

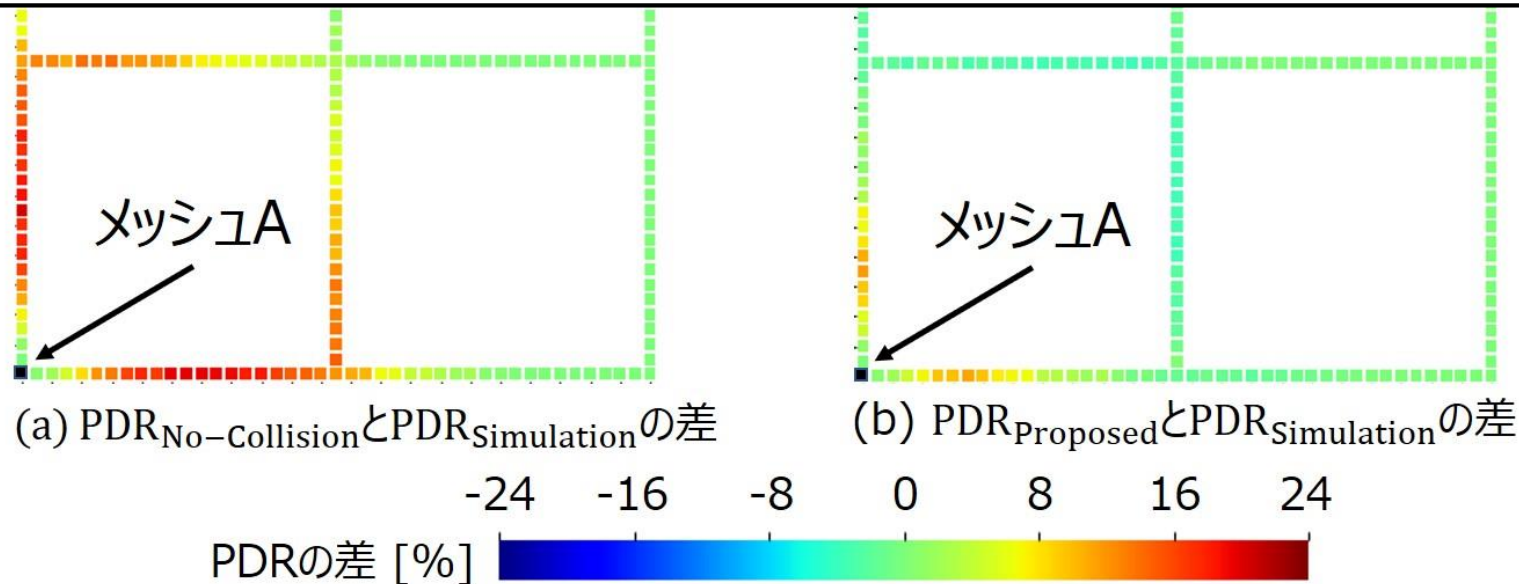


図10 送信メッシュがAの時のPDRの差

まとめ

◆研究背景

- 車車間通信における課題
 - ✓ 電波伝搬環境の不特定性による通信品質の劣化
 - ✓ パケット衝突の回避
- 既存の分散環境向けMSDの問題点
 - ✓ PDRマップの精度が著しく低下する可能性がある

◆提案手法

- 本研究の目的
 - ✓ パケット衝突を考慮した補正によるPDRマップの信頼性の向上
- PDR補正式

$$PDR'(C_{Tx}, C_{Rx}) = PDR_{C_{Tx}, C_{Rx}} \times PH(C_{Tx}, C_{Rx}) \quad (1)$$

◆シミュレーション

- 全体の約97%のメッシュで, $PDR_{No-collision}$ より $PDR_{proposed}$ の方が $PDR_{Simulation}$ との差の絶対値が小さい

◆今後の方針

- 複数台のPDRマップの補正式の提案
- パケットの再送信の考慮