

学生番号	09232038	氏名	鷹取 奨
論文題目	コグニティブ無線環境における制御チャンネル用統合 MAC プロトコルに関する研究		

### 1 はじめに

近年、車車間通信における様々なサービスが期待されているが、ほぼ全ての無線周波数帯に固定のサービスが割り当てられているため、車車間通信用の周波数が不足している。そこで、各周波数帯を占有するユーザに影響しない範囲で通信するコグニティブ無線技術が注目されている。しかし、トポロジ変化が頻繁に発生することから、ノード間の情報共有のための制御チャンネルが必要となる。現状の制御チャンネル構成では複数の周波数帯の利用を想定しているが、コグニティブ無線技術の導入時には利用可能な周波数帯は制限されることが予想される。

そこで本研究では、周波数帯有効利用のために複数の周波数帯を統合して1周波数帯で制御チャンネルを構成する統合 MAC プロトコルを提案する。

### 2 想定環境と制御チャンネル

想定している制御チャンネルは図1のように地表を仮想的な正六角形のゾーンに分割し、ゾーン内とスワーム内で以下に示す異なる2つのチャンネルを設定し、各制御情報を交換する。スワームとは位置・移動方向がほぼ等しく、アプリケーション通信を行うノード群のことである。ZACC(Zone Aware Control Channel):ゾーン内のノード間で位置・移動情報等を交換する制御チャンネル。SACC(Swarm Aware Control Channel):スワーム内のメンバー間で詳細な移動情報や利用可能な周波数情報等を交換する制御チャンネル。

ここで1ゾーン内の通信に着目すると、ZACC用に1周波数帯、SACCでスワーム数分の周波数帯を使用することになる。

### 3 チャンネル統合用 MAC

本研究では、ZACCとSACCによる制御情報の交換を1ゾーン内に1周波数帯のみで実現することを目的とする。ゾーン半径とスワーム半径は異なるので各状況に適した電波到達距離を満たすように送信電力を調整する。すなわち、ゾーン内の送信ノードはZACCの制御情報はそのゾーン内全体に送信し、SACCの制御情報はそのノードが参加しているスワーム内のみ届くように制御する。さらに、送信情報がZACCの制御情報か、SACCの制御情報かの識別に以下の2つの方式を検討する。

#### 3.1 時分割識別方式 (TID:Time Identification)

時分割によって各制御情報の送信タイミングを調整し、送信時間帯によって制御情報の種類を識別する。すなわち、ZACCの制御情報をゾーン内に送信する期間とSACCの制御情報をスワーム内のみ送信する期間を交互に時分割で実現する。制御情報の交換は、ZACC情報は  $A$ [ms]、SACC情報は  $B$ [ms] 毎に周期的に送信されると仮定し、さらに  $B < A$  とする。そのため、時分割割り当て時間について ZACC 期間を  $A$  [ms]、SACC 期間を  $B$  [ms] とすると、 $A + B = T$  と設定する。

#### 3.2 パケット識別方式 (PID:Packet Identification)

各制御情報の送信タイミングはランダムであるが、パケットにチャンネル識別子を付加することで受信ノードが識別する。

### 4 シミュレーション

ノードはゾーン内にランダムに静止しているものとし、ノード数は100~1000台とする。データレートは1[Mbps]、各制御情報のパケットサイズは57[byte]、スワーム数は1とする。1ゾーン内に着目し、ゾーン半径  $R$  は300, 1000[m]とする。スワームはイニシエータ(アプリケーション通信の開始を要求するノード)から半

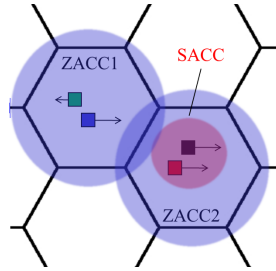


図1: 想定環境

表1: 最適な割り当て時間

$r$ [m]	$R$ [m]	300	1000
100		TID(50,50)	TID(80,20)
150		TID(40,60)	TID(70,30)
200		TID(20,80)	TID(60,40)

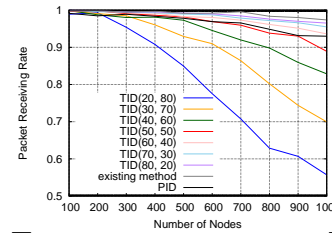


図2: ZACC情報のパケット受信率

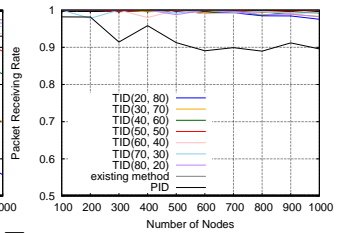


図3: SACC情報のパケット受信率

径  $r$ [m] 以内に存在するノードで形成し、 $r$  は100, 150, 200[m]とする。また、メッセージ交換間隔は  $A = 1.0$ [s]、 $B = 0.1$ [s]とする。評価指標はパケット受信率とする。以上の環境において、提案手法 TID を ( , )、比較手法を PID、また、2つのチャンネルを使用する従来の方式を既存手法 existing method とし、比較する。

### 5 結果・考察

図2, 3に  $R = 1000$ [m]、 $r = 100$ [m]の場合のZACC情報、SACC情報のパケット受信率をそれぞれ示す。図2より、TIDとPIDを比較すると  $> 60$ [ms]においてTIDの受信率がPIDを上回っていることがわかる。PIDはゾーン内ノード数が増加するにつれ、受信率が低下している。これはZACC情報とSACC情報の送信が混在し、各情報の送信範囲が異なることによる隠れ端末問題の影響である。TIDでは、時分割制御により、送信範囲を明確に分割することでそのような衝突を防いでいる。既存手法と比較するとノード数が600台程度までは同等の受信率となっていることがわかる。

図3より、ゾーン内ノード数によらず、TIDの受信率はPIDを上回り、既存手法と同等である。また、割り当て時間の、の影響はほとんどないことがわかる。

TIDにおける割り当て時間、について、ZACC情報とSACC情報の受信率の平均をとり、最大となるものを各条件における最適値として表1に示す。 $R = 1000$ [m]、 $r = 100$ [m]の場合のようにノード密度が低く、スワーム内のノードが少なければ、に多く時間を割り当て、 $R = 300$ [m]、 $r = 200$ [m]の場合のようにノード密度が高く、スワーム内のノードが多ければ、に多く時間を割り当てる必要がある。

以上のように、各条件下で最適な割り当て時間を設定することで1周波数帯のみしか使用しない提案手法においても複数の周波数帯を使用する既存手法と同等の受信率を実現することができ、提案手法は有効といえる。

### 6 まとめ

制御チャンネル用統合 MAC として TID を提案、評価した。その結果、環境に適した割り当て時間を設定すれば、1周波数帯でも制御情報の交換が可能であることを明らかにした。