

## 水中アドホックネットワークのホップ数を用いたはぐれダイバー検出方法

B-7

A Method for Detection Stray Scuba Diver from the Instructor  
Using the hop count in Underwater Acoustic Ad Hoc Networking海道 真哉<sup>†</sup> 高見 一正<sup>†</sup>Shinya KAIDOU<sup>†</sup> Kazumasa TAKAMI<sup>†</sup><sup>†</sup> 創価大学工学部情報システム工学科<sup>†</sup> Faculty of Engineering, Soka University

## 1. はじめに

レクリエーションダイビングで、より安全に楽しむ方法の一つとして、水中での通信技術の発達が求められる。現在、スキューバダイビングでは様々な情報の伝達はハンドシグナルを用いられることが多い。そのため意思疎通が困難なため些細なことが事故に直結することがある。本稿では、ダイバーの端末同士が水中でアドホックネットワークを構成し、グループからはぐれたダイバーを検出するアルゴリズムを提案する。

## 2. ホップ数を用いたはぐれノード検出方法

ホップ数やノード ID などを含んだ探索メッセージを、送信出力を調整することによって、一定の範囲内のみを送信し、マルチホップさせ、その応答メッセージに含まれるホップ数からはぐれかけているノードを検出する。メッセージに含まれる情報と手順を以下に示す。ノードのタイプはグループのリーダーとなる LEADER と、それ以外の MEMBER の二種類に分類する。

(1) メッセージが持つ情報

- ① マルチキャスト ID ② ノード ID (通番で付与)  
③ メッセージタイプ ④ シーケンス番号 ⑤ ホップ数

(2) はぐれノード検出アルゴリズム

STEP1. ノードタイプが LEADER のノードは送信間隔 T で探索メッセージを送信する。

STEP2. 探索メッセージを受信した MEMBER ノードは、メッセージの衝突回避のため、 $D (= \text{自身のノード ID} \times \text{ホップあたりの伝送遅延時間 } \delta d \times \text{ホップ数})$  ミリ秒待機したのち、応答メッセージを送るとともに、受信した探索メッセージもフォワードする。

STEP3. LEADER ノードは各ノードからの応答メッセージに含まれるホップ数から、はぐれかけているノードを判定する。2 ホップ以上、または timeout のノードをはぐれたと検出する。

## 3. シミュレーション評価

ネットワークシミュレータ Scenargie[1]を用いて、提案方式を実装し、表 1 の条件で評価した。また、グループ遊泳移動モデルと超音波伝搬モデルは、新たに拡張したモデルを実装した。

5 回のシミュレーションのうちの 1 回の LEADER ノードとの距離とホップ数との関係を図 1 に示す。

表 1 シミュレーション条件

項目	条件
シミュレーション時間	120[秒]
送信間隔(T)	10[秒]
ホップあたりの伝送遅延( $\delta d$ )	70[ミリ秒]
ノード遊泳移動速度	0.1~0.5[m/s]
はぐれ検出距離	20[m]
送信電力	-40[dBm]
ノード数	5[台]
はぐれる確率	3[%]
試行回数	5[回]
グループ遊泳移動モデル	GroupRandomWayPoint
超音波伝搬モデル	UnderWaterFreeSpace

20m以上離れたノードは 2 ホップ以上または timeout により検出できた。20m以内でも誤検出したノードがあったが、false positive と判定でき、事故を未然に防ぐ効果が期待できる。5 回の試行で、リトライ回数の合計は 220 回あり、そのうち 20m 以上離れた地点でのはぐれ検出回数が 16 回で 100% 検出された。また、残り 204 回が 20m 以内で通信した地点であり、誤検出が 15 回の 7.3% であった。

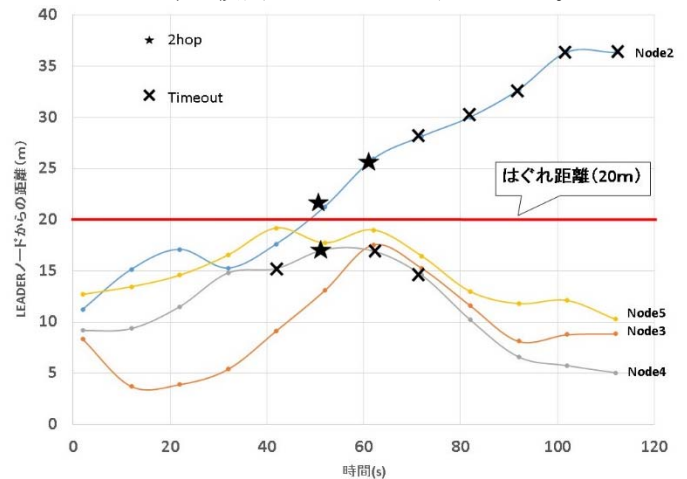


図 1 LEADER ノードとの距離と検出結果

## 4. まとめ

本稿では、ホップ数を用いたはぐれノード検出方法を提案し、シミュレーションによってその有用性を確認した。

参考文献

[1] Scenargie, Space-Time Engineering,  
<https://www.spacetime-eng.com/jp/products> (2016/1/16)