\*本研究は○○で発表したものである．

1. **はじめに**

**概要**  メタヒューリスティックの手法として，最適化問題に対する大域的探索が可能なBat Algorithmを用い，災害時における大多数の被災者を探索するアルゴリズムを提案し，シミュレーション実験にて有効性の検証をすることを目的とする．各個体に探索範囲を持たせ，その範囲内に他の個体が入らないよう制御し，効率的な探索を行うようアルゴリズムの改良を行った．

**キーワード:** Meta-Heuristics, Bat Algorithm, Optimization Problem

災害時における不特定多数の被災者を探索可能なBat Algorithm

○岩瀬拓哉　高野諒　上野史　髙玉圭樹（電気通信大学）

震災や火災といった災害時において，被災者の数や状態により救助の優先順位を考慮し，効率的な探索を行う必要がある．大域的な探索が可能なメタヒューリスティック手法には，魚や鳥といった群れを成す動物の行動をモデル化した粒子群最適化(Particle Swarm Optimization: PSO)[1]や，ホタルの光強度によって明るいホタルの方へ他のホタルが惹きよせられる特性を利用したFA(Firefly Algorithm)[2]が例として挙げられる．中でもYangが提案したBat Algorithm(BA)[3][4]は，コウモリの特性であるエコロケーションを用いて対象物に向かって超音波を発し，その反射波から対象物との距離を計測し，周囲の状況を知ることで探索をするアルゴリズムである．本研究では，不特定多数の被災者の探索を行う救助ロボットへの適用を想定して，Bat Algorithmにおけるコウモリ特有の周波数を用いて確率的な行動を抑制し，複数解探索性能の向上を図る．特に，災害時での不特定多数の各被災者を多峰性関数における複数の局所解と見立て，シミュレーション実験にて性能の検証を行った．

1. **Bat Algorithmについて**
   1. **Bat Algorithmの概要**

BAは群知能アルゴリズムの一つで，複数の局所解を持つ目的関数から最適解を見つけることが可能な大域的探索に適した手法である．コウモリの特性であるエコロケーションを用いて対象物との距離や周囲の状況を知ることができる．コウモリの行動は以下３つのルールに基づいて行動する．

1. 各コウモリは，自身が発する超音波の反響によって対象物との距離を測る．
2. コウモリは位置において速度で，対象物に近い他のコウモリの方へランダムに移動する．
3. コウモリが対象物に近づくにつれ，コウモリの持つ超音波ラウドネスは減少する
   1. **アルゴリズムについて**

BAにおいて，各コウモリの速度と位置，発する周波数は以下の式で定義し，更新される．

(1)

(2)

(3)

は0から1までの一様乱数を表す．初期個体生成時，全てのコウモリの初期位置から最適解を算出する．各コウモリは最適解に向かって速度でまで移動する．

また，現在の最適解の周辺に確率的に新しい解を生成する．生成式は次の通りである．

(4)

は区間でランダムな値が割り当てられ，は全てのコウモリの平均ラウドネス値を時間ステップごとに表す．初期生成されたコウモリはラウドネスを発して対象物を探し始め，その反射波をパルスレートで表される．

ラウドネスとパルスレートは以下に基づいて更新される．

(5)

(6)

ラウドネスとパルスレートは世代数毎に更新される．初期生成されたコウモリは対象物に近づくにつれラウドネスを下げていき，その間にパルスレートは増加する．初期のパルスレートは0周辺，あるいは区間の値を持つ．式(4)で生成した新しい解が更新されたとき，式(5)，(6)によってとも更新される．αとγは減衰係数を表し，シミュレーション上ではとして使用した．実験プログラムのコードはAlgorithm1に記す．

Bat Algorithm

1. **提案Bat Algorithm**

従来のBAは大域的な探索により，すべてのコウモリが最適解の方へ向かっていくアルゴリズムであるため，複数の局所解を探索するためには個体間にある程度の距離を保たせ，局所解付近に留まるよう修正を加えなければならない．そこで本研究では各コウモリが複数の異なる解探索を行うために従来BAに改良を加えた分散型BAを提案する．まず，全てのコウモリが散らばるように式(2)を次式のように変更した．

(7)

(8)

ここでは*i*番目と*j*番目のコウモリの距離を求め，2個体間の距離が近いほど速度を増加させる．2個体の組み合わせはランダムで選択される．

式(4)において，現在の各コウモリの評価値の周辺にランダムで新しい解を生成する．

分散型BAのアルゴリズムの流れは次のとおりである．

**ステップ1 初期個体の生成**個体数を*n*として初期状態で個体を*(i=1,2,…,n)* をランダムで配置し，各個体の速度を生成する．目的関数を*f(x)*とし，初期値としてラウドネスとパルスレート，周波数を設定する．

**ステップ2 新しい解の生成**式(3)により新しい解を生成する．

**ステップ3 生成した解近辺を局所探索**を満たした場合，生成した解の周辺に新しく解を生成する．

**ステップ4 ランダムで新しい解を一つ生成**イタレーション毎に新しく解を一つ生成する．

**ステップ5 解の評価と更新**を満たす場合に，解と，の３つの中から評価値を良い解を選択する．解の更新をしたら，式(5)(6)によりとも更新する．

**ステップ6 ループ**ステップ2へ戻る

**参考文献**

1. R. Everhalt
2. Yang, X. S. “A Metaheuristic Bat-Inspired Algorithm”, *in: Nature Inspired Cooperative Strategies for Optimization (NISCO 2010)* (Eds J.R. Gonzalez et al.), Studies in Computational Intelligence, Springer Berlin, 284, Springer, 65-74 (2010)
3. 松野，中野：第7回計測自動制御学会制御部門大会サンプル原稿，第7回計測自動制御学会制御部門大会予稿集，1/4（2007）