

長期浸水域での浸水深さの動的変化を考慮したボート救助戦略立案のためのモデル開発 Development of Rescue Model to Support Suggestions on Rescue Strategy with Boats, Considering Dynamic Changes on Flood Depth in Long-term Flooded Area

○松木 彰・畑山 満則

○Akira MATSUKI, Michinori HATAYAMA

Due to the effects of global warming, it is feared that flood damage will become more severe in the future. In the past, rescue strategy manuals have been developed for long-term flooding, especially in areas with high risk of flooding. On the other hand, there has been no verification of the feasibility of existing rescue policies and strategy evaluation in flooded areas. Therefore, in this study, we developed a boat rescue model that describes the rescue team's activities in an agent model, considering the change in flooding depth over time and moves strategically in the virtual space of a real urban area. Using the new model, we evaluated the strategy for several scenarios in the Koto Delta Area. In addition, we will discuss the concept of a platform using simulation to enable evaluation of “quality” instead of the conventional evaluation based on “numbers”.(143 words)

1. はじめに

昨今の気候変動の影響を受け、各地での水害リスクの増加や、被害の激甚化が懸念されている。一方で、従来から水害リスクの高い地域では、長期浸水を想定した救助マニュアル[1]が策定されているが、その計画の実行可能性や戦略の妥当性について、検証可能なツールが十分に整備されているとは言い難い。

そこで本研究では、浸水域での救助活動を表現する手法としてマルチエージェントシステム(以下、MAS)を採用し、戦略性を考慮可能な救助活動モデルの開発を行う。エージェントの活動環境をGISにより構築し、また長期浸水域での活動に大きな制約を与えると考えられる、浸水深さの動的変化を考慮したシミュレーター構成とする。[1]

2. エージェントの活動空間

MASモデルの活動空間を、GISを用いて構築する。これにより、実市街地の環境をデジタル空間上で再現し、エージェントの動作表現を可能にする。

2.1 江東デルタ地帯の概要

今回救助モデル適用の対象となる市街地は、東に荒川、西に隅田川に囲まれている江東デルタ地帯と呼ばれる地域である。内閣府中央防災会議の調査会では、洪水時に最大73万人ほどの孤立者が出ると想定されている[2]。

2.2 GISによる環境構築

本研究では、Plateauのオープンデータ[3]を活用し、GIS上で江東デルタ地帯の道路ネットワークの構築及びエージェントの活動空間の表現を行った。Plateauで公開されているデータとして道路ポリゴンデータがあるが、これを適切に加工し、交差点の抽出及び交差点間の接続関係及びリンクの重み(距離)の計算を行った。

2.3 氾濫シミュレーション

洪水発生時の江東デルタ地域内の浸水深さの変化を考慮する上で、iRICのNays2DFlood[4]による氾濫シミュレーションを利用した。氾濫シミュレーションの結果として、25mメッシュごとの時刻歴の浸水深さデータを、今回構築した救助MASモデルの入力として与える。(図2参照)

2.4 救助エージェントの動き

救助エージェントは、浸水域内(或いは浸水域外境界部分)に前進拠点を設置し、ボートを用いて孤立住民の救助に向かうとする。

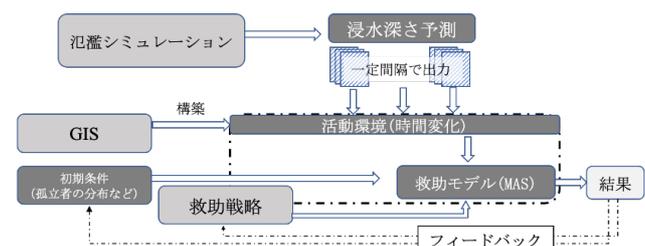


図1. 本シミュレーターの流れ

2.4.1 ボートの性能

ボートでの移動については、水底の流木や瓦礫などによるボートの破損を避けるために、手漕ぎによる移動とした。一方で、適度な浸水深さが無い領域では、ボートによる移動はかえって危険であるため、ロープでの牽引移動へと切り替える。その際の移動速度については、人が歩行可能な水深を70cmと想定し、それ以下の水深での歩行速度については線形に変化すると見立て、浸水深さごとの歩行速度を調整した。

またボートの乗船定員は、隊員を除き2名とした

2.4.2 エージェントの役割

本研究では、孤立者の位置については事前に知られているとし、その場所へ逐次対応するものとする。その際には、各救助エージェントの前進拠点から救出先の場所までは最短経路による移動経路をとるものとする。一方で、浸水深さの変化が移動速度に影響を与えることから、道路網ネットワークのリンクの重みも時間ごとに変化していることに注意し、その都度最短経路を計算し直し、安全かつ早急に救助可能なルートを選択するものとする。

3. 活動シナリオ

新たな救助モデルの開発により、様々な救助戦略の実装及び検証が可能になったが、ここでは前進拠点の地理的な配置と、有限のボートリソースの配分計画について検証を行う。

3.1 リソースの配分計画

大規模災害時には、救助リソースが不足や孤立者の健康状態、ボートの移動速度を考慮し、早急の救助完了のためには、前進拠点の位置に留意する

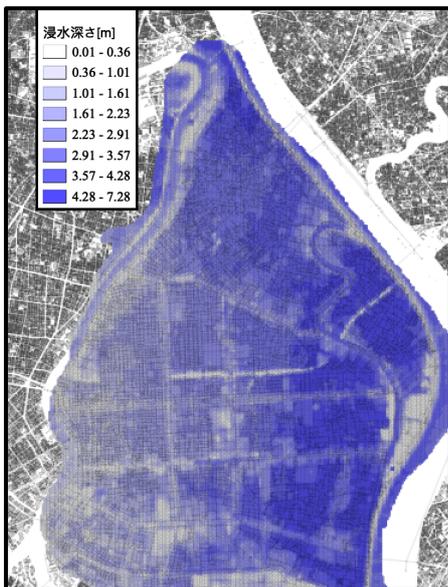


図2. 氾濫シミュレーションの様子

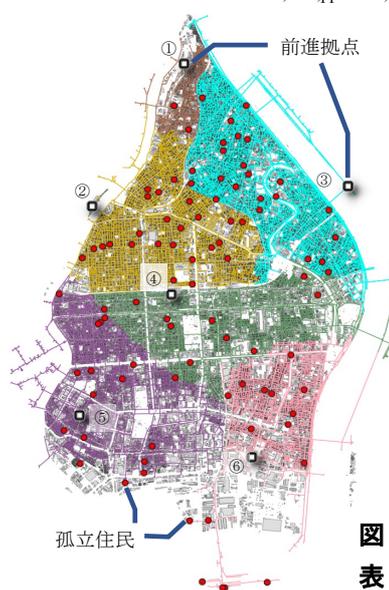


図3. 前進拠点及び孤立住民の配置
表1, 2. ボートの配備状況と移動速度

必要がある。そこで、ここでは限られた数のボートをどの前進拠点にどのように配分するかといった、リソースの配分計画について検証する。

3.2 前進拠点とネットワークボロノイ

江東デルタ地帯の中で、6ヶ所の前進拠点と、初期のボートの配分計画を図3と表1, 2にまとめた。重複検索及び往來の無駄を省くため、前進拠点を母点としたネットワークボロノイに基づき、浸水域内の孤立住民の救助を行う。その際、該当するボロノイ領域内に孤立住民が居なくなった場合には、別の前進拠点へと移動するものとする。

3.3 結果と考察

計算の結果、約17時間で全ての孤立住民を救助することができた。ボートでの移動は遅いものなので、移動距離を短縮可能な前進拠点の設定が重要である。本ケースでは、要救助者が100名と規模の小さな救助活動であったが、前進拠点及びボートリソースの配備の際、孤立住民の分布を考慮するなど、救助戦略立案支援に資すると考える。

4. まとめ

本研究では、今後激甚化が予測される長期浸水での救助モデルの開発をした。今後は、諸々の状況設定とそれに応じた救助戦略を検証・評価していくこととする。

【参考文献】

- [1] 例えば、高知県宿毛市「南海トラフ地震宿毛市長期浸水対策検討結果」
- [2] 中央防災会議大規模水害対策に関する専門調査会：荒川洪水氾濫時の人的被害想定結果（概要）, 2008.
- [3] PLATEAU, <https://www.mlit.go.jp/plateau/>
- [4] The International River Interface Cooperative: Public Domain Flow and Morphodynamics Software for Education and Applications, *Advances in Water Resources*, 93A, pp.62-74, 2016.

| 前進拠点 | ボート数 |
|------|------|
| 1 | 3 |
| 2 | 2 |
| 3 | 2 |
| 4 | 3 |
| 5 | 5 |
| 6 | 5 |
| 合計 | 20 |

| 手漕ぎ時 | |
|---------|-----------|
| 往路 | 復路 |
| 2[km/h] | 1.2[km/h] |

| 牽引時 | |
|---------------|----------|
| 往路 | 復路 |
| 浸水深さに応じて変化(※) | (※)の0.6倍 |