

## 研究課題終了時評価書

## 1. 提案課・室名問合せ先

国土地理院 地理地殻活動研究センター 地理情報解析研究室

TEL : 029-864-1111(内8434) FAX : 029-864-2655 e-mail : iwahashi-j96pz@mlit.go.jp

代表担当者 : 地理情報解析研究室 岩橋 純子

## 2. 研究課題名

浸水状況把握のリアルタイム化に関する研究

## 3. 研究期間

平成 29 年 4 月～令和 2 年 3 月 (3 年間)

## 4. 予算

特別研究経費 48,858 千円 (3 年間の総額)

## 5. 分科会委員

○島津 弘、久保 純子、巖 網林

## 6. 成果の概要

本研究による成果は 3 つにまとめられる。第 1 は浸水範囲の自動検出システムの開発、第 2 は高精度湛水量把握のためのシステムの開発、第 3 は夜間における浸水状況把握の試験に基づく知見の蓄積である。

第 1 の浸水範囲の把握においては、各地方整備局の防災ヘリから国土地理院に伝送される画像を用い、機械学習によって濁水部を自動検出し、その位置をネットワークノードにアップロードするシステムを開発した。防災ヘリからの斜め撮影画像での自動検出及び地図投影が成功したことにより、撮影後 30 秒以内での検出及び地図投影を実現できた。

第 2 の高精度湛水量把握では、空撮画像を元にした水際の位置情報から湛水量を求める様々な手法について検討し、動水勾配があり浸水領域全体を位置精度が良く把握できているケースでは曲面を使った内挿補間、他は水際点の平均標高で平面を作ることが適当であることがわかった。この手順は、ダイアログボックスで動作レポート作成・GIS データ出力までを一括サポートする湛水量計算プログラムに実装できた。

第 3 の夜間の浸水状況把握の試験では、有効と考えられるセンサとして夜間運用が比較的容易なヘリコプターに装備可能で、入手や操作が容易な超高感度カメラと熱赤外線カメラを選定し、試験を行った。その結果、市販の中級レベル以上の一眼レフカメラが夜間における浸水域把握に実用的であり、高性能ビデオカメラなども利用可能であることがわかった。熱赤外線カメラは水域を識別可能だったが、様々な条件の影響を受けやすいため、補足的な併用が有効と考えられた。

## 7. 当初目標の達成度

防災ヘリのヘリサットシステムの運用が本格化した。研究当初の想定である直下視の撮影はほとんど無く、斜め撮影が大部分であり、カメラパラメータの計測誤差も大きかった。このため、当初目標を変更し、斜め画像を利用せざるを得なくなった。機械学習の一分野である深層学習を取り入れることによって、防災ヘリ 1 機の状況であれば撮影後 30 秒で浸水範囲を検出し、地図上に投影することに成功した。また、実用システムとして、撮影開始後概ね 2 分間隔で次々に最新の浸水到達範囲を更新できるようになった。これは当初目標の解析速度を大幅に上回ったほか、手動を併用する必要がない完全自動で動作するシステムとして構築することができた。湛水量の

計算については、最良な手順をまとめ、作業量の大幅な軽減につながるプログラムを用意できた。夜間の浸水状況把握実験によって市販の中級以上のカメラでも実用的であることを示すことができた。以上のことから、当初目標は十分達成されたといえる。

## 8. 成果公表状況

研究報告書3件、発表論文2件、学会発表等6件である。本研究の成果は現在取りまとめ段階であることもあり、査読つき論文はなく、本研究の中核である浸水状況把握のリアルタイム化については研究報告書と発表予定の学会発表にとどまっており、成果公表はまだ十分であるとはいえない。本研究で開発されたシステム自体は、日本国内の防災・減災に貢献できるだけでなく、海外における防災・減災への日本からの発信という形で世界に貢献できるものと考えられる。このため、早い段階で国際誌への投稿・掲載が求められる。

## 9. 成果活用の見込み

本研究で開発された浸水範囲を自動検出するシステムに関して、防災ヘリの撮影画像から浸水範囲をリアルタイムに抽出し、浸水推定図の作成に活用するためのシステム整備が令和元年度補正予算で認められ、令和2年の出水期からの対応を目指し実装が決定しており、今後の河川氾濫に対して、すぐに活用できる状態になっている。さらに、DiMAPS（国土交通省の総合災害情報システム）上で判読結果を即時共有するシステムの開発を、総合流域防災対策事業調査費（平成30年度～令和3年度）で、すでに進めていることから、実際の対策にも近く活用される見込みである。湛水量計算プログラムは、応用地理部の浸水推定図の作業等に活用が見込まれる。夜間水域観測に関しては、防災ヘリ等の夜間運用が可能となれば、市販カメラを含めた超高感度カメラに必要な応じて熱赤外線カメラを併用した夜間水域観測に活用されることは期待される。

## 10. 達成度の分析

当初の想定より条件が悪いデータしか得られなくなったことにより目標を変更せざるを得ず、より困難な研究・開発となった。最先端の研究・開発においては、時代や状況の変化に応じて研究手法や研究条件など当初目標の変更は仕方がないものであると判断される。当初目標よりもより困難な状況において、当初想定していたよりも新たな手法も取り入れ、内容においてより高い成果が得られたことは、十分に評価されるべきであり、達成度は十分であると判断される。また、深層学習、画像認識、災害判読、DEM解析など、各分野を専門とする研究官がテーマを分担して研究を実施したことにより効率よく今回の成果を得るに至ったと判断される。

## 11. 残された課題と新たな研究開発の方向

浸水範囲の抽出について、ヘリ出動のタイミングと氾濫水の経過時間や浸水状況による誤差が出てしまう問題については、今後の研究によってより精度を高めることが期待される。また、夜間における浸水状況の把握については、国土交通省の定点カメラデータなどもあわせて解析するシステムの開発も期待される。さらに、これらのシステムが実装され、活用されることが求められる。これらが他の予算も活用して解決されることが望まれる。

## 12. その他、課題内容に応じ必要な事項

本研究で得られた成果を実用化したときの、浸水範囲や浸水等のデータが一般社会へどのように公開されるべきかということについては、行政的な問題ではあるものの、開発者の立場からも発言していく必要があると考えられる。

## 13. 総合評価

- |                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| ①. 十分目標を達成できた     | 2. 概ね目標を達成できた      |
| 3. あまり目標を達成できなかった | 4. ほとんど目標を達成できなかった |

6 から 10 の項目を総合的に評価して本研究では当初目標からの変更があったものの、当初の想定より条件が悪いデータからより当初目標より短時間で精度の高い結果が得られるシステムを構築できたことから、研究としては十分目標を達成できたと判断できる。なお、11、12 で記した内容については、今後の課題として検討を続けていただくとともに、一般社会における活用を含めた新たな研究の提案もしていただきたい。また、早い段階で国際的な発表を行うことが望まれる。