

地上解像度にスケーラブルな雪ハザードマップ生成とその情報発信 (072305005) Construction of Scalable Snow Hazard Map in the Geographic Ground Resolution and its Information Delivery

研究代表者

堀田裕弘 富山大学大学院理工学研究部(工学)

Yuukou Horita, Graduate School of Science and Engineering, University of Toyama

研究分担者

對馬勝年^{†1}、広瀬貞樹^{†2}、田島正登^{†2}、広林茂樹^{†2}、大西宏治^{†3}、
沖野浩二^{†4}、柴田啓司^{†2}、諸橋康平^{††}、土肥貞^{††}、南雲弘之^{†††}

Katsutoshi Tsushima, Sadaki Hirose, Masato Tajima, Shigeki Hirobayashi, Kouji Ohnishi,
Kouji Okino, Keiji Shibata, Kouhei Morohashi, Tadashi Doi, Hiroyuki Nagumo

^{†1} 富山大学大学院理工学研究部(理学) ^{†2} 富山大学大学院理工学研究部(工学)

^{†3} 富山大学人文学部人文学科 ^{†4} 富山大学総合情報基盤センター

^{††} 立山科学工業株式会社技術本部 ^{†††} セト電子工業株式会社

^{†1†2} Graduate School of Science and Engineering, University of Toyama,

^{†3} Faculty of Humanities, University of Toyama,

^{†4} Information Technology Center, University of Toyama,

^{††} Technical Research & Development Division, Tateyama Kagaku Industry Co. Ltd.

^{†††} Nippon SEC Co. Ltd.

研究期間 平成 19 年度～平成 20 年度

概要

定点のビデオカメラや全方位カメラなどから得られる映像情報に対して、画像処理を施すことで路面状態などを自動的に画像解析し、得られた解析情報と温度・湿度など各種センサからのセンシング情報を統合して、積雪・降雪時の路面状態を高精度に判断可能とする新しい安価な路面センサの開発を行った。さらに、このセンサ情報を統合化することにより、都道府県レベルから地域コミュニティ・町内レベルまで、様々な地理的な地上解像度に対応した雪(降雪・積雪・凍結など)に関するハザードマップ(災害予測地図)の生成とその情報配信・表示に必要な基盤フレームワークの創生を行った。

Abstract

The road surface conditions are automatically analyzed by using image processing for captured still image from fixed-point video camera and omni-directional camera. By integrating the analyzed road surface conditions and several sensing information such as temperature and humidity, we have developed a cheap new road surface sensor that can judge road conditions at snowfall and snow in high accuracy. In addition, by using several sensing information, we investigate new conception of snow hazard map that adapt the geographic ground resolution such as from prefecture level to town level. And also, we have developed the fundamental framework of snow hazard map for information delivery and its display.

1. まえがき

我々が居住する北陸エリアは恒常的に積雪・降雪エリアであるために、冬期の雪害に対する様々な減災対策は、住民にとって地震・津波対策に匹敵するくらいの、最も緊急性を有する課題であるといえる。この雪害を減災することで、我々国民の安心・安全で質の高い生活ができる社会が実現できると期待される。そこで、本提案課題では、冬期の雪害に対して ICT 技術を用いることによる減災対策に着目して、以下の事柄の実現を研究目的とした。

1. 路面観測カメラによる路面センサの高精度化
2. 全方位カメラを用いた路面センサの精度検証
3. センシング情報の統合とハザードマップ化、Web ページなど ICT 経由の情報配信
4. LED アレイと高速度カメラによる可視光通信

2. 研究内容及び成果

2. 1. 路面観測カメラによる路面センサ

センシング情報の高精度化として、定点カメラから得られた映像情報や温度などの気象データを利用し、路面の乾

燥、湿潤、水膜、積雪、凍結、圧雪、シャーベット状態の 7 状態を認識する。また、定点カメラを実際に設置し、長期間のセンシングを行った。カメラから得られた画像をブロックで領域分割し、ブロックごとに路面状態を判別する。ブロック分割後、ブロックごとの特徴量として、色相、彩度、明度の平均と、輝度の平均、分散、コントラスト、エネルギー、エントロピーの計 8 種類の特徴量を用い、この特徴量を基にニューラルネットによる判別器を作成した。

判別精度は全体としては 81% 程度であるが、湿潤、水膜などの判別率は 70% と低く、圧雪、凍結の判別率は 90% 以上と状態によって大きなばらつきがある。従来手法などと比較しても、可視光のみで 7 状態の判別という条件下においては、比較的高い精度が得られている。

富山大学工学部情報棟 3 階に撮影用カメラを設置し、'08 年 10 月より '09 年 3 月まで継続的に撮影を行い、実証実験を行った。撮影された画像のうち、数日間の積雪が見られた '09 年 1 月の 31 日間の画像を実験用に用いた。各状態の判別について図 1 に示す。緑色は湿潤状態と判別されたブロック、赤色は積雪状態と判別されたブロックである。

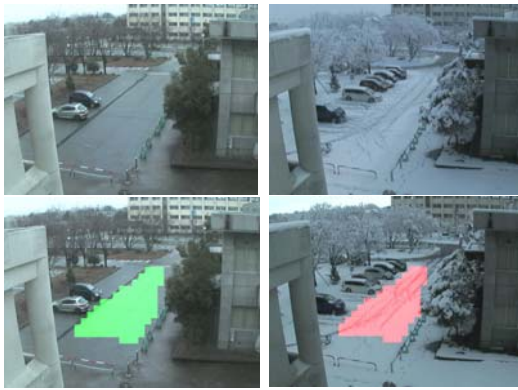


図1: 撮影した路面画像と判別結果

2. 2. 全方位カメラを用いた路面センサ

PAL(Panoramic Annular Lens)、鏡、水平・垂直の偏光板を組み合わせて、1台の全方位カメラで2つの偏光画像を取得できる新しい全方位カメラを立山科学工業株式会社と試作した(図2)。(特願2007-322529)

鏡により同じ場所を、鏡に映る鏡像と実像の2種類の像で同時に撮影することができる。この2種類の像を水平方向と垂直方向の偏光フィルタを通して撮影することで同時に2種類の偏光画像を撮影することが可能となった(図3)。

4層の画像から鏡像による水平偏光成分と実像による垂直偏光成分の差分を取ることで路面の湿潤状態の判別・認識を周囲360度同時に行うことが可能となった。

2. 3. センシング情報の統合とハザードマップ化、Web ページなど ICT 経由の情報配信

定点カメラや全方位カメラを用いた路面解析結果から得られる危険情報を外部に発信する GIS(Geographical Information Systems)として、Google マップを利用した雪ハザードマップの作成を行った。Google マップを利用したハザードマップは、地上解像度にスケラブルといった面に加え、実時間更新型マップの作成に適し、このようなフレームワークのハザードマップは、これまでの紙ベースの静的なハザードマップに取って代わり得る新しいシステムである。

図4は、地図に気温のメッシュを重ね合わせ、地図の下部に国土交通省が設置している道路監視カメラの画像の一覧を表示し、クリックすることで情報ウィンドウに画像が表示

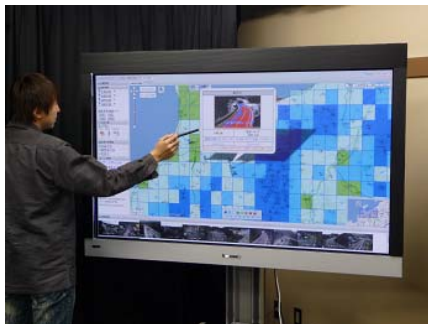


図4: ハザードマップシステム

される様子を示す。大型表示装置およびタッチパネルなどのインタフェースを有するシステムを作成し、これを利用した実証実験を行うことで、インタフェースの有用性や情報提示方法の妥当性を検証した。

2. 4. LED アレイと高速カメラを用いた可視光通信の基礎検討

LED の高速点滅応答特性を利用して、可視光素子を人の目に知覚されないレベルで点滅させ、これを高速度カメラで撮影し、その点滅状態を画像処理することでデータを可視光通信する。この通信の問題の一つとして点滅によるフリッカ(ちらつき)の発生が挙げられる。そこで、高速駆動可能な LED アレイを試作し、各 LED 素子を個々に点滅させた場合のフリッカ知覚について検討した。試作した LED アレイ(セト電子工業株式会社製作)を図5に示す。

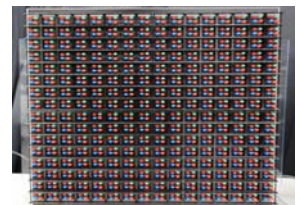


図5:装置正面(LEDアレイ)

2PPM (Pulse Position Modulation)で変調された空間周波数の異なる刺激を青色 LED(波長 450nm)で提示し、フリッカの知覚実験を行った。実験は、照明なし(暗室)で、視距離 5mで、被験者 10名で行った。フリッカを知覚した最大変調速度[baud]を検知限とした結果、検知限は空間周波数に比例する結果が得られた。

3. むすび

これまでになかった実時間更新型で地上解像度にスケラブルな雪ハザードマップの考え方が、情報通信技術の雪害に積極的に活用する事例となったことで、北陸エリアの雪害に対する減災対策として重要な課題解決策であることを印象づけた。また、安価な路面センサとして、定点カメラから得られた映像情報や偏光ユニットを有する全方位カメラから得られた映像情報から画像処理技術により路面状態のセンシングがある程度可能となったことで、国土交通省や高速道路株式会社、県が有する道路監視カメラ映像など、北陸エリアの既存の社会インフラを積極的に活用しながら、特定の道路区間に特化した雪ハザードマップの構築も実現可能となってきた。

【誌上発表リスト】

- [1] Yuukou Horita, Yuji Hayashi, Keiji Shibata, Kazunori Hayashi, Kouhei Morohashi, Tadashi Doi “Omni-directional polarization image capture using omni-directional polarization camera and polarization filter”, The 8th ITST International Conference (Thailand) (October 22, 2008)
- [2] 吉田伸一郎、柴田啓司、堀田裕弘、“ITS に対応した路面状態判別手法の提案”、ViEW2008 ビジョン技術の実用ワークショップ (横浜市) (2008年12月5日)
- [3] 浦上創史、前田恵、柴田啓司、堀田裕弘、沖野浩二、大西宏治、田島正登、広瀬貞樹、“地上解像度にスケラブルな雪ハザードマップの構築”、2009年電子情報通信学会総合大会 (松山市) (2009年3月18日)

【申請特許リスト】

- [1] 堀田裕弘、諸橋康平、林和則、土肥貞、パノラマ撮像方法と装置、日本、(2007年12月13日)

【受賞リスト】

- [1] 前田恵、平成20年度とやまビジネスプランコンテスト、“地上解像度にスケラブルなリアルタイムハザードマップ生成とその情報発信”、2008年5月21日
- [2] 前田恵、浦上創史、第6回キャンパスベンチャーグランプリ中部 特別賞・中部経済産業局長賞、“リアルタイムハザードマップ配信事業”、2009年2月3日
- [3] 前田恵、浦上創史、第5回キャンパスベンチャーグランプリ全国大会 特別賞・TDK 賞、“リアルタイムハザードマップ配信事業”、2009年3月5日

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://mict.eng.u-toyama.ac.jp/>