

I-51 セルラオートマトンとニューラルネットワークを用いた 一般道路監視領域の自動検出

Roadway Detection in Residential Area using Cellular Automata and Neural Network

吉水 宏† Hiroshi Yoshimizu 香山 健太郎‡ Kentaro Kayama 加藤 晴夫 Haruo Kato 矢入 (江口) 郁子‡ Ikuko Eguchi Yairi 猪木 誠二‡ Seiji Igi

1. はじめに

高齢者・障害者の自立的移動を支援する RCT (Robotic Communication Terminals) として様々な設備/機器の提案が行われている[1]。高齢者・身障者の自立移動支援のためには、経路などの情報を提供だけでなく危険に対する警告など認知の補助が不可欠であることから、RCT の機能の一つとして道路情報提供を行う道路監視システムが必要となる。道路状況を把握するシステムとして我々は、コンピュータビジョンを使用して道路の往來などの状況を抽出するシステムを提案している[2]。

このシステムの問題点として、ターゲットとしている市街地の一般道や生活道路は、樹木、建造物、標識などの周辺環境や設備により、遮蔽や反射などの外乱が発生し画像処理の精度を保つのが困難なことがあげられる。この対策として、動画の抽出時の条件として監視領域として注目すべき領域やそれに付随する道路の環境情報を前提条件として使用することとした。道路の映像からの環境情報の抽出方法としては、セルラオートマトン(以後 CA)とニューラルネットワーク(以後 NN)を組み合わせ使用する方法を提案する。この方式は、人間の脳で行われている物体形状の認識に近い処理方式であり、実際のフィールド試験において、車道および道路以外の部分の区別を自動的に行えることが確認出来た。本報告では、2 節にて CA/NN を用いた物体の検出方法、3 節で構築したシステムの評価結果を報告し、最後にまとめと今後の課題を示す。

2. 提案方式

市街地の道路内の物体(道路、樹木、道路標識、駐停車両、ガードレール、車止めなど)を静止画像から抽出する為には、まず画像を領域として分割することが最初の課題となる。これらの映像からそれぞれの物体の領域を抽出する方法として、我々は、物体の色や明るさを使用して道路や樹木などの領域の分割を試みていたが、季節による葉の色の違いや天候などの影響から汎用的な方式にまで発展させることが出来なかった。このことからより汎用的な領域分割法として、物体の色や明るさなどに左右されない輪郭情報を使用することでより汎用的な方式を模索することとした。処理手順としては、図 1 に示す様にキャプチャされた映像の輪郭情報を抽出し、更に輪郭線を 45°、90°、135°、180°、なしの 5 つの状態に CA の線方向抽出を用いて分類する。さらにこれらを物体の形状情報で学習を実施した NN によって各領域を占める物体の認識を行う。認識されたデータは、画像の座標列から成る領域情報として保存し、動物体認識部に対して動物体抽出時の判定条件として提供する。

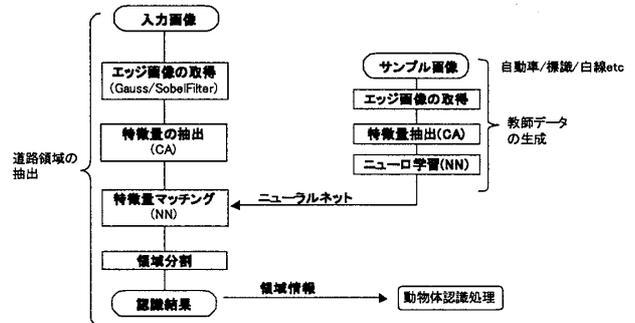


図 1 画像処理手順
Fig.1 Data Processing Flow

2.1 映像情報の取得と線成分の抽出

道路に設置されたカメラからの映像情報は、NTSC カメラによって 320x240 ピクセルのカラー映像として取得される。次段の CA では、物体の輪郭情報を使用するため、映像に対して Gauss フィルタと Sobel フィルタを使用してエッジ画像を求めている。(図 3(a), (b))

2.2 セルラオートマトン(CA)

セルラオートマトン (CA) は、入れ子型 2 次元 CA(2-D NCA)を使用する。この CA は、2 次元で側方入出力と時間軸入出力を備えたものである[3]。また、その遷移関数は入れ子になっており、親 CA の中に子 CA が存在する。親 CA、子 CA ともに Rule は 6 の単純な CA であるが、入れ子にして、多数決の理論を遷移関数内に取り入れている。(図 2)

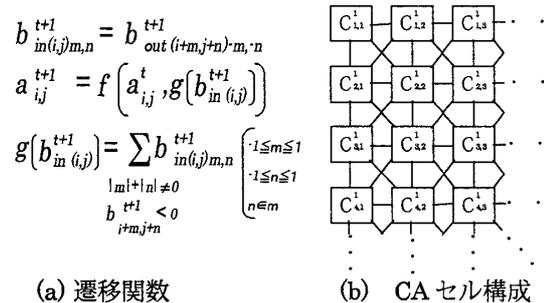


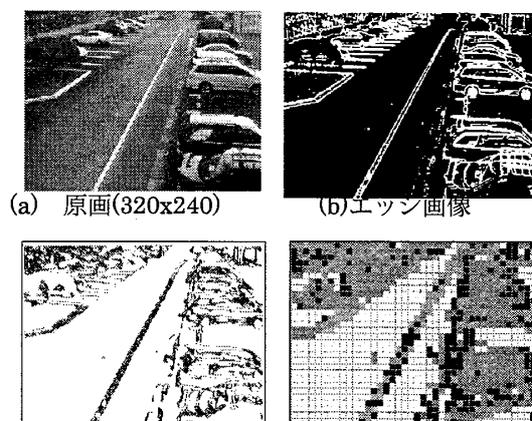
図 2 : 入れ子型 2 次元 CA
Fig.2 Nested Two-Dimensional CA

この CA のセルを映像データのピクセルとピクセルの 8 近傍に対応させて、エッジ画像を投影し、時間経過と共にセル配列から時空間パルスが発生する。セルが発生するパルスにより、各セルの値は時間と共に画像の輪郭や線に沿って移動する。この時の移動方向(縦横斜)をセル毎に多数決にて決定し値として保存する。この様に

† 三菱電機エンジニアリング株式会社 (Mitsubishi Electric Engineering Company Limited)

‡ 通信総合研究所 (Communications Research Laboratory)

構成した CA を 10~20 クロック程度実行することで、線成分の方向を各ピクセル (セル) 単位で検出する。CA の処理結果を線成分の方向を色 (緑: 180°、水色: 135°、赤: 45°、青: 90°、白: なし) で表したものを図 3(c) に示す。

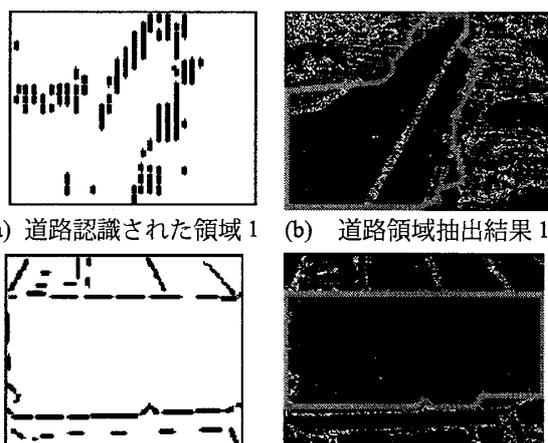


(c) 線成分方向画像(320x240) (d) 線成分方向画像(40x30)
図3 エッジ画像と線成分方向画像

Fig.3 Edge Picture and Line Direction Picture

2.3 ニューラルネットワーク(NN)

NNとして4層型ネットワークを使用し、入力層エレメント数 100、第一隠れ層エレメント 3、第二隠れ層エレメント 2、そして出力層エレメント数 3とした。教師データとして実際の道路映像から抽出した物体の映像情報を、CA を使用して学習用の線成分方向画像とし、メジアンフィルタにて 10×10 の大きさに変換したものを使用した。また、この時線成分長の長いものが画素を代表する角度とした。自動車、白線、標識の 3 種類を 200 パターン用意し、バックプロパゲーション法で 30000 回ランダムに学習させて NN を構築し、認識関数として実装を行った。



(c) 道路認識された領域 2 (d) 道路領域抽出結果 2
図4 道路領域抽出結果

Fig.4 Results of Road Recognition Area

2.4 物体認識と領域抽出

線成分方向画像(図 3(c))の左上から 10x10 サイズの領域を取得し、NN 認識処理にて領域内の物体に対応する物体

コード (自動車、白線、標識) を取得する。この判定結果を X 方向及び Y 方向に 1 ピクセル単位でずらして行き右下まで繰り返し判定結果をプロットして行く。また、物体のサイズの変化に対しては、線成分方向画像を Median Filter を用いて 1/2,1/4,1/8 に間引いた映像 (図 3(d)) に対しても同様な処理を行うことで対応している。

この判定結果は、2次元配列が4種類得られるので同じ結果を得た領域を接続することで、画面全体から物体の領域を求める。道路領域の抽出結果を図 4 に示す。図 4(a)、(c)は、画像の中で道路の境界として認識された部分を黒でそれ以外を白で表現している。領域接続処理により求めた道路領域の抽出結果を図 4(b)、(d)に示す。

3. システムの評価結果

道路情報としては、鎌倉市 1 箇所、小金井市 3 箇所の画像を用いて評価を行った。従来方式での検出 (色と輝度情報を用いた領域分割) に比べ、場所に依存するパラメータや撮影時刻 (夜間を除く) による影響されずに道路領域の抽出が行えることが確認できた。また、道路領域以外にも横断歩道などの路面標識、駐車自動車、道路標識などの領域の抽出も確認が行えることも確認した。道路領域の抽出の実行時間は、何れのデータに対しても約 3.0 秒程度であった。(システム構成 PC:Pentium III

933MHz, MEM:512MB, Windows2000, Visual C++)

4. おわりに

本方法により CA を用いてエッジ画像をピクセル単位の線成分方向データに変換して、NN によるパターンマッチングによって道路領域の領域分割を自動的に行う方法を提案した。今後は、この方式を更に発展させる為に自動車や、道路標識の認識など NN の構成及び教師用データの認識種別を増やし、一般の生活道路に存在する可能性のある物体を正しく認識できる様にする。また、これら抽出されたデータを元に道路環境をモデル化し、歩行者へ無線通信網などを通して道路環境情報として提供可能とする予定である。

参考文献

- [1] 矢入 (江口) 郁子、猪木誠二、「高齢者・障害者の自立的移動を支援する Robotic Communication Terminals(2)」、人工知能学会誌、Vol.17, No.2, pp.170-176, 2002.
- [2] 香山 健太郎、吉水 宏、矢入 (江口) 郁子、猪木誠二、「歩行者支援のための 24 時間対応一般道路監視システム」2002 年度人工知能学会全国大会(第 16 回)論文集, 1B4-05, 2002.
- [3] 加藤 晴夫「入れ子型 2 次元セルラオートマトン」、1993 年電子情報通信学会秋季大会講演論文集 SA-2-1, pp.267-268, 1993.