

マルチエージェントを用いた MODIS データの解析

MODIS data analysis using multi agents

関口 亮一^{*1}
Ryoichi Sekiguchi

ケネス J. マッキン^{*1}
Kenneth J. Mackin

^{*1} 東京情報大学 総合情報学部情報システム学科
Department of information Systems, Tokyo University of Information Sciences

Monitoring the earth's surface using satellite data has become an important method in monitoring environmental changes. By accurately identifying the land usage or type of vegetation for a given area, the information can be used for calculating the changes in carbon dioxide absorption or emission for that area. For this research, we analyze MODIS satellite data using a multi-agent approach, applying genetic algorithms for agent training. The aim of the research is to provide a method to learn and automatically categorize a land area depending on the user's categorization criteria.

1. 背景

現在日本国内の土地被覆のデータとしては、環境省が発行している植生図が利用されている。しかし、このような土地被覆のデータは多大な時間や労力をかけて作成されているものであり、データの更新がとても困難な作業である。それに加え、現在の地球規模で起こっている環境の激変、都市部の再開発による植物の伐採や埋め立てが頻繁に行われている。よってこの変化に対応するべく、Terra、MODIS に代表される衛星データからの解析を目的とした研究が行われるようになった。しかし、この手法は未だ定式化されておらず、解析精度、効率の向上が急務と言える。

そこで本研究では MODIS データの解析を行うエージェントに遺伝的アルゴリズムを用いた学習を用いることにより、解析の精度、効率の向上を行う。

2. MODIS

MODIS(中分解能撮像分光放射計)とは、NASA の地球観測衛星 Terra/Aqua に搭載されている NASA/GSFC により開発された光学センサの名称である。このセンサによって得られたデータを解析することによって、「雲、放射エネルギー束、エアロゾル、土地被覆、土地利用変化、植生、地表温度、火災、噴火、海面温度、海色、積雪、気温、湿度、海氷」等の観測を行うのに利用されている。

また、主に陸地では土地利用の変化や森林・植生の変化監視、森林火災の監視、砂漠化など地球環境の把握、海洋では海水面の温度測定や植物性プランクトンの分布状況の把握、大気では天気予報や気象現象の解析などに使われている。

東京情報大学では一日に平均、昼と夜で 4 回ずつ、計 8 回の MODIS データを受信している。各受信データは観測範囲が

異なるため同一地点は 1 日 1 回観測している。つまり観測範囲は東経 105 度から 180 度、北緯 15 度から 65 度までを昼、夜 4 回に分けて観測を行っている。

今回の実験では関東、主に千葉県一帯(図 1)を対象とし、土地被覆の分類を行う。分類の種類には建物、道路等の人工物、木や草といった植物、と分類する。この分類に必要な近赤外線、赤色反射率のデータ解析を行う。

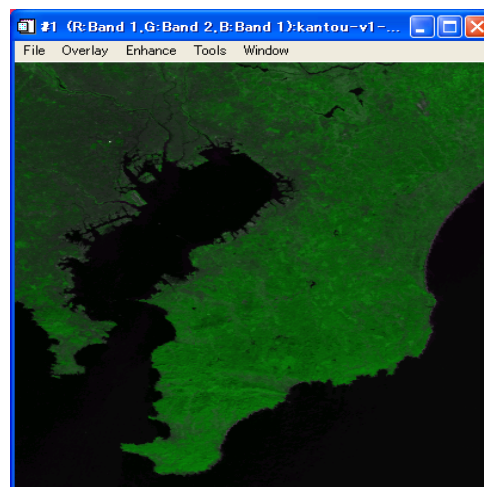


図 1: 千葉県一帯の MODIS データ画像

3. マルチエージェント

エージェントは多くの場合、一つのエージェントが全ての機能を実現するのは難しい。そこである機能に着目して一つのエージェントに仕事をさせる。エージェントは外界からの様子をセンサ等を通して認識し、認識した情報をもとにして次にどのような行動を取るかを決定し、実際の動作へと反映させる。エージェントは外界からの認識、働きかけは他のエージェントとのメッセージのやりとりで実現される場合がある。したがってエージェントを実現させる上で重要な課題は、受け取ったメッセージに対してどのようなアクションをとるかを決めることである。

連絡先: ケネス J. マッキン,

東京情報大学 総合情報学部 情報システム学科
〒265-8501 千葉県千葉市若葉区谷当町 1200 - 2
e-mail: mackin@rsch.tuis.ac.jp

マルチエージェントは前述のようにエージェントが一つだけ存在するのではなく、複数のエージェントが連携して機能する。そのためには一つのエージェントを実現させるだけでなく、複数のエージェント間の連携をいかに実現するかが大きな問題となってくる。また、分散人工知能の分野では一つの仕事をいかに複数のエージェントで分担して実行することが最初の目標とされている。

今回扱うマルチエージェントとは、受信した MODIS データのスペクトルによりエージェント集団に仕事を分散させ、機能の限定化を行う。建物を扱うエージェントを BA、田畑を扱うエージェントを RA、森林を扱うエージェント PA とし、最終的な解析結果を出力するエージェントを ExA とする。これは仕事を分けることにより、学習面での効率化を図る目的が他、道路である可能性が 60%、植物である可能性が 80%といった場合にそれぞれのデータを考慮した上での判断が必要となると考えたからである。また、各解析エージェント集団の解析結果から得られた 2 種類のデータを合わせ最終的な結果を出力する。このデータの入出力を前述のエージェント間のメッセージのやりとりに見立て、エージェント間の連携を実現するものとする。

また、マルチエージェントを用いるもう一つの理由として、後述の遺伝的アルゴリズムによる強化学習を行う際に、一つのエージェントに複数の分類を分担させる場合の学習量と、分類ごとにエージェントを配置したときの学習量を考えた場合、なるべくエージェントが持つ機能を限定化し学習効率を上げる狙いもある。

この処理の流れを図 2 に示す。

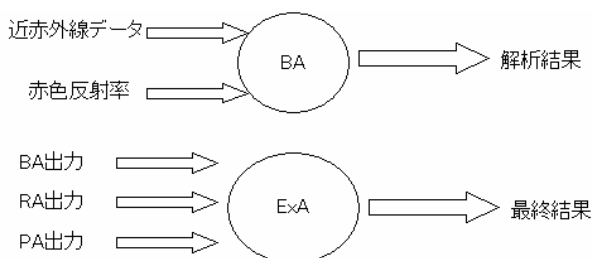


図2: 各エージェントの処理の流れ

4. 遺伝的アルゴリズム

4.1 遺伝的アルゴリズムのモデル

遺伝的アルゴリズムとは、進化過程を地球環境に適応化と見てモデル化した進化アルゴリズムである。ダーウィン流の進化論では進化は突然変異などによる形質の変化が地球という環境により評価を受けて選別され、適応した結果であるから、遺伝現象そのものから進化現象が生じている。この立場では、進化は地球環境への最適化過程と考えることができ、突然変異が確率的に生じることから、確率的最適化探索ともいわれる。このような進化過程を単純化しモデル化したものが遺伝的アルゴリズム(以下 GA)である。基本的な GA は次のような一連の手続きで実行される。

(a)初期世代の生成: 探索を行う個体を複数用意して、協調や競争を行うことで集団全体が探索空間中の最適解に接近しようと進化させる。(b)メイティングと交叉: メイティングで個体を選び染色体を組み換えて新しい個体を生成する。(c)突然変異: 交叉によって得られ染色体に対し突然変異を掛け、新しい遺伝形質を持たせる。(d)選択・淘汰: 交叉、突然変異を行った染色体集団から、選択・淘汰を行って次世代の染色体を残す。

この(b)~(d)を遺伝的操作と呼び、この操作を繰り返すことにより世代交代をする。

4.2 教師あり学習

教師あり学習とは学習のためのデータセットが存在し、それぞれについての期待すべき学習結果があらかじめ与えられている場合を主として扱っている。このような学習では理想的な結果という学習の方向が与えられている。教師あり学習では例として与えられたデータの系列から規則を学習する。しかし、学習した規則を他の同系列のデータにも適応させるために、規則を一般化する必要がある。

5. 実験

MODIS から得られた 2 種類のデータを、データの種類ごとに担当するエージェント集団を用いて解析を行う。具体的には近赤外域の解析を担当するエージェント集団と赤の波長域を解析するエージェント集団が存在する。それぞれのエージェント集団は解析結果を出力し、ExA が最終的な解析結果を出力する。

各エージェントには教師あり学習の GA を用いた強化学習を行い、解析の精度、効率の向上を図った。

6. 考察

本研究では今後実験を繰り返し、得られたデータを参考にし、検討及び再実験を行うことが必要である。

今後の流れとしては、一定のデータが得られた段階で解析結果を考察し、解析に使用するデータの見直しを行う。また、今回の実験でこの手法が精度、効率の向上に繋がると判断した場合、解析に使用するデータの種類を増やし、それに伴いエージェントの機能の新規構築、再実験が必要であると考えられる。

参考文献

- [1]枝澤 一寛,高橋 泰岳,浅田 稔:“複数学習器を用いたマルチエージェント環境における行動獲得”
- [2]北本 朝展,高木 幹雄:“進化的計算論に基づく対話的な画像散策法”
- [3]三條 和博:“ニューラルネットワークによる衛星リモートセンシングデータ分類”
- [4]木下 哲男:“エージェントシステムの作り方” pp.120 - 171,社団法人 電子情報通信学会 2001
- [5]小倉 久和,小高 知宏:“人工知能システムの構成”pp.101 - 111,pp.162 - 177,近代科学社 2001
- [6]長谷川 均:“リモートセンシングデータ解析の基礎”古今書院 2001