

コンピュータグラフィックス 情報可視化 レポート

UCI Machine Learning Repository から雲についての観測データをダウンロードして、それを可視化した。(データ: <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Cloud>)

このデータセットは、雲を可視域・赤外域で観測した画像データを 16*16 のスーパーピクセルに分割したのに対してパラメータごとに計算をしたものである。データについての説明はほとんどなかったが、正の相関や負の相関がはっきりと示されていたため、どのような意味があるのか興味を持ち関連する知識を調べながら進めた。

データセットのウェブページによると、パラメータは以下(a),(b)に挙げる 9 つ。

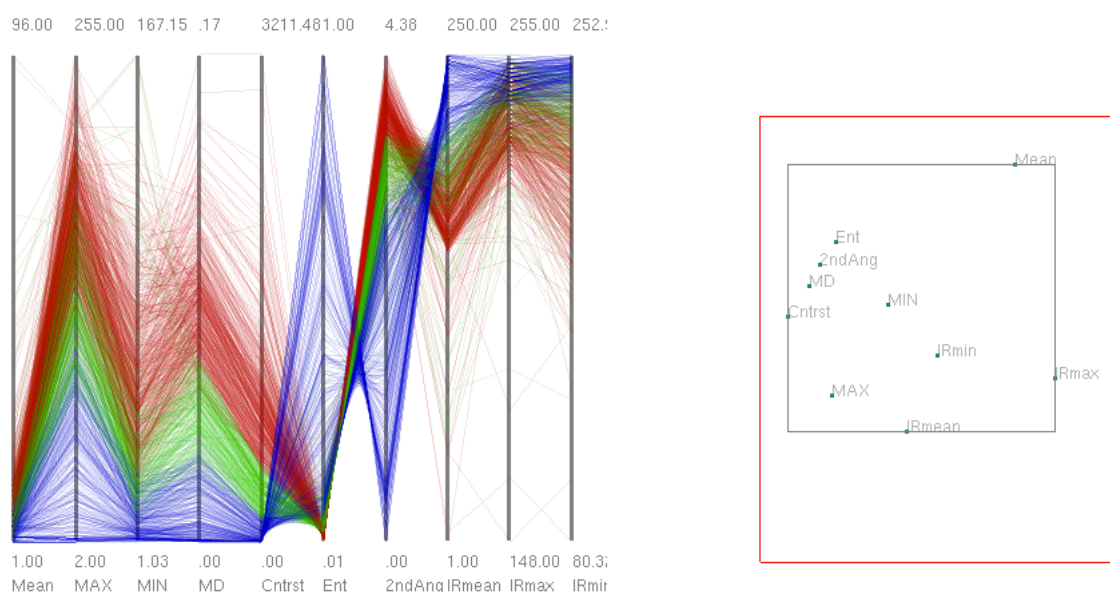
(a) visible: mean, max, min, mean distribution, contrast, entropy, second angular momentum

(b) IR: mean, max, min

(a)は可視域で、(b)は赤外域(IR: infrared の略)で観測されたデータだと考えられる。

これらのパラメータを順に、Mean, MAX, MIN, MD, Ctrst, Ent, 2ndAng, IRmean, IRmax, IRmin として、情報可視化ソフトウェア Hidden でデータ全体を可視化した結果は図 1 のようになった。左端から 5 つ目(Ctrst)までのパラメータは、隣り合うパラメータ同士互いに正の相関が見られる。また、左端から 5~8 つ目のパラメータは、隣り合うもの同士互いに負の相関が見られる。右端 3 つのパラメータ(IRmean, IRmax, IRmin)には、それほど強い相関は見られない。データ中の MIN, MAX, IRmin, IRmax の数値は、いずれの軸の最高値・最低値も 0 から 256 までの範囲にあるため、観測画像中の白黒の濃淡を 0 から 256 までの値で示したものと思われる。

図 1 データ全体の可視化結果



次に、特に相関の強い部分について考察する。Hidden の画面右上のスライダーを動かして、データを 4 つのグラフに分けて表示させた結果は図 2 のようになった。

まず、図 2 の下段左のグラフについて考える。このグラフでは可視域で観測された画像(以下、可視画像)中の画素の最低値である MIN と赤外域で観測された画像(以下、赤外画像)中の画素の最低値である IRmin が負の相関関係にある。一般に赤外線放射量は温度が高いほど多く、画素の値は高いほど白いので、赤外画像では温度が高いほど白く表示される。雲を赤外域で観測して図 4 のような画像にするには、雲の高度が高く温度が低い(赤外線放射量が少ない)場所ほど白く表示させればよい。つまり、赤外域で観測した値をそのまま画像にしたものを反転させれば図 4 が得られる。そのため MIN と IRmin の間には強い負の相関がある。

図 2 データを 3 つのグラフに分けて表示した結果

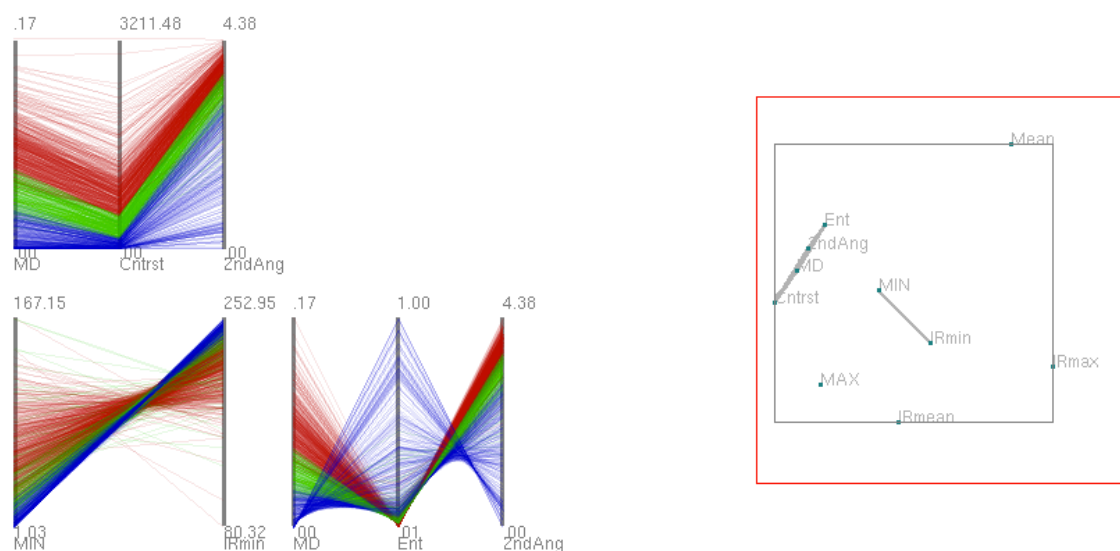


図 3 可視域で気象衛星から雲を撮影した画像
(2017 年 2 月 3 日 14:00 の可視画像)

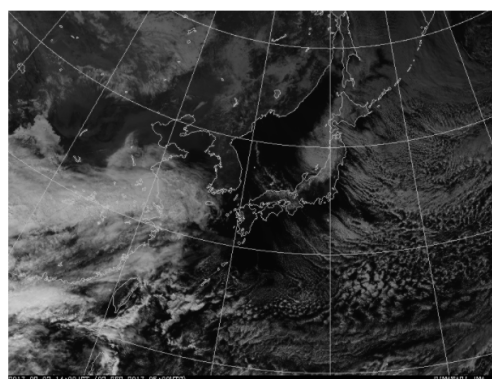
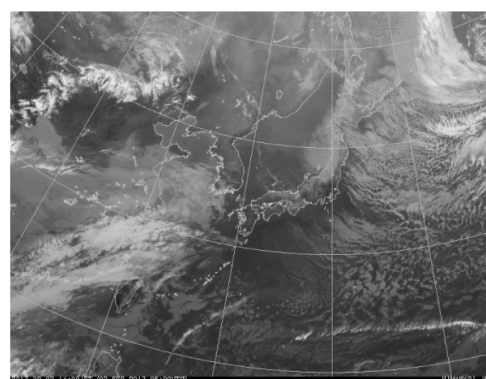


図 4 赤外域で気象衛星から雲を撮影した画像
(2017 年 2 月 3 日 14:00 の赤外画像)



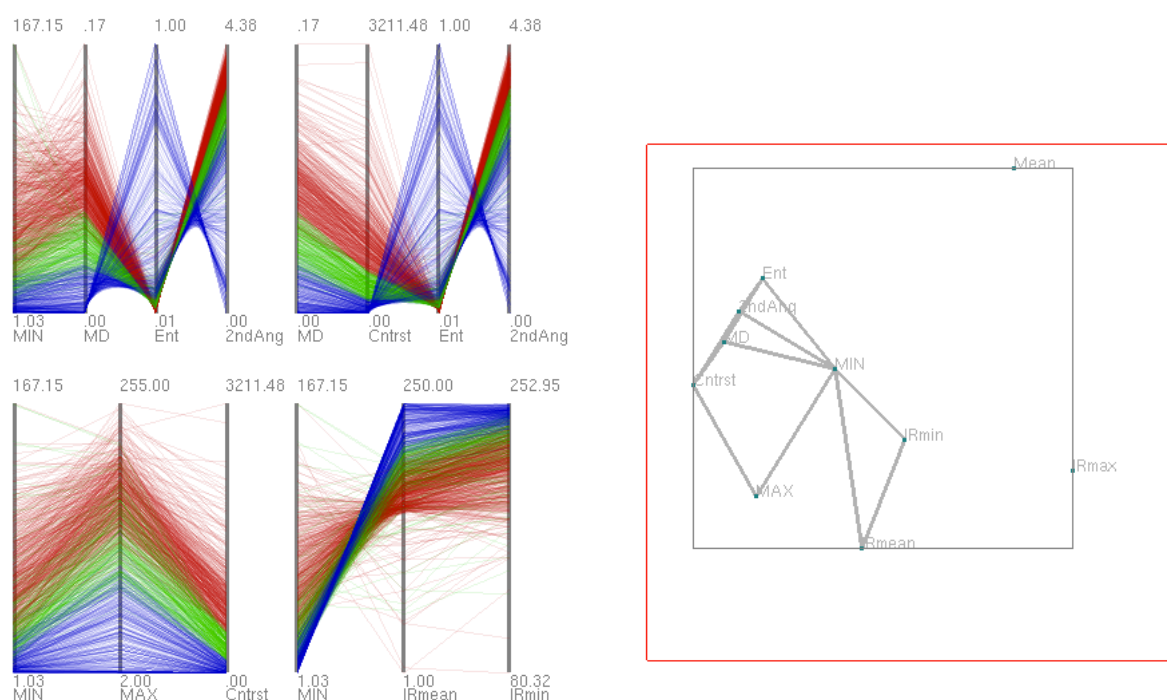
(図 3 と図 4 は、<http://www.jma.go.jp/jp/gms/index.html> より引用。)

次に、図2の上段の2つのグラフでは、エントロピー(Ent)と角運動量(2ndAng)が負の相関関係にある。エントロピーと角運動量が具体的に何から求めたものなのかはデータセットの説明文からはわからなかったが、それぞれの量の次元を比べることで負の相関の理由付けにならないかと考えた。エントロピーの次元は $ML^2T^{-2}\theta^{-1}$ であるのに対し、角運動量の次元は ML^2T^{-1} であるため、T や θ に関連する量が負の相関に関係していると考えられる。

また、図5の下段左のグラフでは、可視画像の画素の最大・最小値(MAX と MIN)が正の相関関係にある。同様に図5の下段右のグラフでは赤外画像の画素の最大・最小値(IRmax と IRmin)がそれぞれ正の相関関係にある。画像中で最も白い画素の画素値が高いほど、画像全体としても白っぽくなる傾向にある。つまり、雲が分厚い一点があると、その周辺で急激に薄い箇所ではなく雲が全体的に分厚くなるのだと考えられる。

最後に、図3と図4を見ると可視画像と赤外画像での雲の様子は似ており、図2の下段左のグラフでは MIN と IRmin の間に強い相関があったにもかかわらず、可視画像中の画素値の最大値(MAX)と、赤外画像中の画素値の最大値(IRmax)にあまり強い相関が見られない(図2・図5のどちらにおいても MAX と IRmax の軸が隣り合わない)理由について考えた。反転処理後の赤外画像中で画素値が最大になるのは、温度が低く高度が高い雲である。高度の高い雲は上層雲といい、温度が低い場合ほとんどの場合白く写る。しかし、上層雲には巻雲(すじ雲)・巻積雲(うろこ雲)・巻層雲(うす雲)などがあるが、これらを可視光のもとで見ると下層雲などに比べるとあまり濃く見えない。そのため最大値に差が出てしまいあまり強い相関関係は見られないのだと考えた。

図5 データを4つのグラフに分けて表示した結果



参考文献・参考サイト

- ・Oxford Dictionary of English
- ・気象庁「日射・赤外放射の知識」
http://www.data.jma.go.jp/gmd/env/radiation/known_std_rad.html
- ・気象庁「衛星観測画像について」 <http://www.jma-net.go.jp/sat/data/web/satobs.html>
- ・バイオウェザーサービス「気象衛星ひまわりの「可視画像」と「赤外画像」」
<https://www.bioweather.net/column/weather/contents/mame022.htm>
- ・石垣島地方気象台「雲について（その１）」
<http://www.jma-net.go.jp/ishigaki/school/200411/ws200411.html>
- ・ジャパンセンサー株式会社「赤外線、黒体、放射率について」
<http://www.japansensor.co.jp/products/thermo/more-about>
- ・湘南お天気相談所「静止気象衛星「ひまわり」の話」
<http://www.shonan-tenki.com/weather/gms.html>
- ・ウィキペディア「エントロピー」「角運動量」
<https://ja.wikipedia.org/wiki/エントロピー> <https://ja.wikipedia.org/wiki/角運動量>
- ・名古屋大学 電磁気学Ⅱ講義ノート 2「補足：次元解析」
<http://www.phys.cs.is.nagoya-u.ac.jp/~tanimura/class/H25tanimura-elemag2b.pdf>
- ・広島市江波山気象館 「お天気 Q&A」 <http://www.ebayama.jp/q-a/kumonamae/kumo.htm>