

Deep Learning に基づく画像認識を用いた月および火星表面の 擬似不自然構造物探索

栗原一貴^{†1} 笹尾和宏^{†2} 山本光穂^{†3} 田中秀樹^{†4} 奈良部隆行^{†5}
國吉雅人^{†6} 会田寅次郎^{†7} 岡田裕子^{†8} 高須正和^{†9}
関治之^{†10} 飯田哲^{†2} 山本博之^{†11} 生島高裕^{†12}

本論文では、月および火星の衛星画像からあたかも知的生命体によって構築されたかのような構造物（擬似不自然構造物, pseudo-artificial structures）を自動検出する試みについて報告する。NASA Jet Propulsion Laboratory から公開されている観測データを対象として近年発展の著しいパターン認識手法である deep learning を採用し、顔認識技術として Deep Convolutional Network Cascade for Facial Point Detection, およびオブジェクト検出技術として 1000 種類の物体を検出可能な DeCAF (A Deep Convolutional Activation Feature for Generic Visual Recognition) を適用することで、興味深い結果を得た。

Detecting Pseudo-artificial Structures on the Moon and Mars Surfaces using Image Processing

KAZUTAKA KURIHARA^{†1}, KAZUHIRO SASAO^{†2}, MITSUO YAMAMOTO^{†3},
HIDEKI TANAKA^{†4}, TAKAYUKI NARABU^{†5}, MASATO KUNIYOSHI^{†6},
TORAJIRO AIDA^{†7}, YUKO OKADA^{†8}, MASAKAZU TAKASU^{†9}, HAL SEKI^{†10},
SATOSHI IIDA^{†2}, HIROYUKI YAMAMOTO^{†11}, TAKAHIRO IKUSHIMA^{†12}

In this paper, we report our trial to automate discoveries of "pseudo-artificial" structures, which are geographical patterns that seem to have been built by an intelligent life. State-of-art pattern recognition techniques based on deep learning such as Deep Convolutional Network Cascade for Facial Point Detection as our face detector, and DeCAF (A Deep Convolutional Feature for Generic Visual Recognition) for object detection among 1000 objects are applied to huge amount of satellite images that are available at NASA Jet Propulsion Laboratory. Many inspiring detection results are presented.

1. はじめに

我々はこれまでに、地球、月および火星の衛星写真に対し画像認識技術を適用し、人面状構造物を自動探索した試みについて報告してきた（図 1） [1][2]。しかし探索対象を人面状構造物に限定していた。また、採用した顔認識アル

ゴリズムによる誤検出が多く、集合知的な手法で精度を高める必要があった。

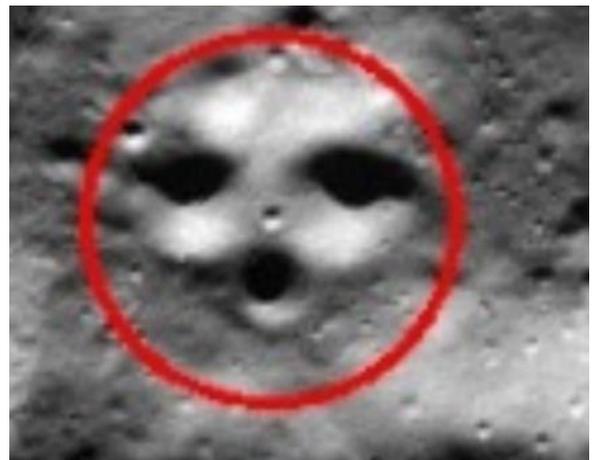


図 1 月から発見した人面状構造物の例

Figure 1 An Example of Detected "Face-like" Structures on the Moon.

本論文では、自動探索対象を人面状構造物から擬似不自然構造物へと拡張する。擬似不自然構造物とは、人面状構造物およびその他の「一見すると自然発生しそうな地形的な構造物」一般を指す造語である。また、画像認識技

†1 津田塾大学
Tsuda College
†2 ニコニコ技術部
Nico-TECH
†3 株式会社デンソーアイティラボラトリー
Denso IT Laboratory, Inc.
†4 コニカミノルタ株式会社
Konica Minolta, Inc.
†5 NTT データ CSS
NTT DATA CCS CORPORATION
†6 E-グラフィックコミュニケーションズ
E-GRAPHICS COMMUNICATIONS
†7 川崎市立向丘中学校
Mukaigaoka Junior High School
†8 多摩美術大学
Tama Art University
†9 チームラボ
teamLab, INC
†10 Georepublic Japan
Georepublic Japan
†11 株式会社デンソー
DENSO CORPORATION
†12 数理先端技術研究所
Mathematical Science Advanced Technology Laboratory Co., Ltd

術として Haar-like feature detection, Anime face detection [3], and Brightness Binary Feature [4][5]を採用した従来研究[2]と比較して、最新のパターン認識手法である deep learning を採用したことによる以下の点が新しい。まず人面状構造物検出について、より人間が「人の顔である」と認識する仕組みに肉薄したロバストな顔認識手法である Deep Convolutional Network Cascade for Facial Point Detection [6]を用いた。また人面状構造物以外の擬似不自然構造物の自動検出にも取り組み、1000種類の物体を検出可能な DeCAF (A Deep Convolutional Activation Feature for Generic Visual Recognition) [7]を用いた。

これらのアルゴリズムは GPU による高速計算が可能であり、クラウドコンピューティングによる大規模並列計算で高速化を測った従来研究[2]に比べて誤検出を抑えつつ、8倍の画像データ(約800億ピクセル)の走査を行うことができた。なお、走査対象は[2]と同様、NASA Jet Propulsion Laboratory で公開されている月および火星の衛星写真[8]を用いた。

我々の研究にはエンタテインメントコンピューティングの観点から見ると、2つの意義がある。一つ目は、地形情報に基づく新しいエンタテインメントコンテンツの発掘できるという意義である。NASA が発見・発表した[9]が大きな影響力をもつエンタテインメントコンテンツとして成立したことを考えると、従来、膨大なマンパワーにより達成されてきた擬似不自然構造物の発掘が自動化されることには市場に大きなインパクトがあるだろう。

二つ目は、コンピュータサイエンスによる、人類に蔓延するオカルト的思想への挑戦であるという意義である。人間には機械では達成し得ない神秘的な力があるという幻想は、チェスや将棋のチャンピオンが人工知能に敗北するという近年の事件により崩れつつある。我々の研究により擬似不自然構造物がありふれた存在であり、コンピュータにすら自動検出可能であるという事例が示されれば、安易にオカルトに傾倒する人々に警鐘を鳴らすことが可能だろう。

なお、これらの2つの意義は一見すると矛盾している。一方でオカルトコンテンツの発掘を礼賛し、また一方でオカルト批判をしている。我々の真のフォーカスは、人々に発掘されたコンテンツを表層的に楽しんでもらう機会を創出しつつ、同時に、真剣にオカルト主義者に走ってしまう人々に立ち止まるヒントを与えることにある。

2. 探索結果例

図2および図3に、探索された擬似不自然構造物の例を示す。

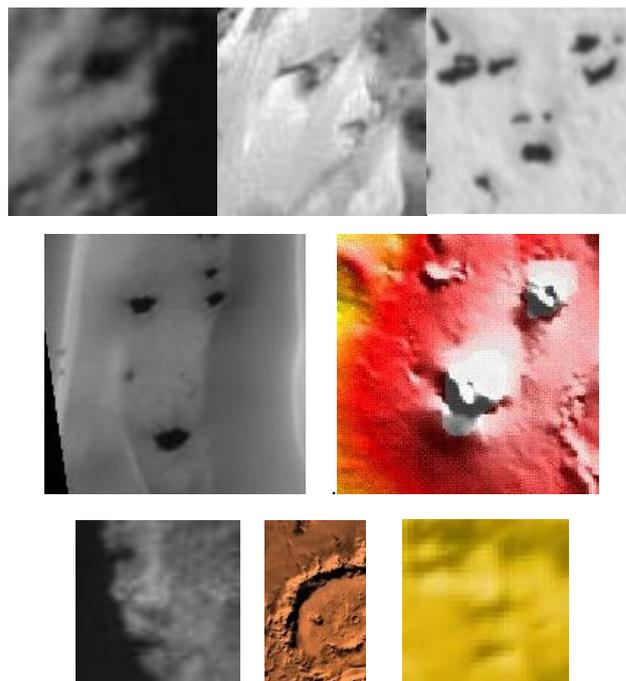


図2 検出された人面状構造物の例

Figure 2 Examples of Detected “Face-like” Structures



図3 検出されたその他の擬似不自然構造物の例 (African Grey Parrot). 左図が検出物、右図は参考画像[10]

Figure 3 Another Example of Detected Pseudo-Artificial Structures (African Grey Parrot). The Right Figure is a Reference [10]

参考文献

- 1) 栗原 一貴:画像認識と集合知による地球上の人面状構造物の探索, EC2010 予稿集, 2010.
- 2) Kurihara et al. “A Face-Like Structure Detection on Planet and Satellite Surfaces Using Image Processing,” Advances in Computer Entertainment, Vol.8253, pp.564-567, 2013.
- 3) <http://ultraist.hatenablog.com/entry/20110718/1310965532>
- 4) Chang Huang et al. “High-Performance Rotation Invariant Multiview Face Detection,” IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell. Vol.29, No.4, pp.671-686, 2007.
- 5) <http://libccv.org/>
- 6) Y. Sun, X. Wang, and X. Tang. Deep Convolutional Network Cascade for Facial Point Detection. In Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2013.
- 7) J. Donahue, Y. Jia, O. Vinyals, J. Hoffman, N. Zhang, E. Tzeng, T. Darrell. DeCAF: A Deep Convolutional Activation Feature for Generic Visual Recognition. <http://arxiv.org/abs/1310.1531>, 2013.
- 8) NASA Jet Propulsion Laboratory. <http://photojournal.jpl.nasa.gov/>
- 9) Face on Mars. [http://en.wikipedia.org/wiki/Cydonia_\(region_of_Mars\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Cydonia_(region_of_Mars))
- 10) <http://www.africangreyparrot.org/>