2章 Computer Vision meets Fashion

山口 光太†

キーワード：コンピュータビジョン，画像認識，ファッション，Street-to-shop，トレンド分析，スタイル生成

1. まえがき

機械学習の応用が拡大するにつれ，ファッション分野でもコンピュータビジョンの適用が広がりを見せている。

AmazonはIoTデバイスによるパーソナルスタイリストサービスを発表し*1，またEC活用などを目指し数多くのスタートアップ企業（Fashwell, Wide Eyes, VASILY）がファッション画像の認識をコアにしたデータ分析や検索サービス開発を進めている。ファッション業界のマーケットは全世界で3兆ドル規模にも達し*2，コンピュータビジョンや機械学習による技術革新が大きな影響をもたらす産業分野でもある。日本国内でも機械学習コンペが開催されるなど*3，学術研究の面からも近年はファッションを題材にしたものが数多く見られるようになり，国際会議KDDやICCVでもファッションを題材にしたワークショップが開催されるなど研究分野の進展も著しい*4*5。本稿では著者がこれまでに取組んできた事例を含めて研究課題を解説し今後の展望について述べる。

2. これまでの研究動向

2.1 衣服の画像認識

コンピュータビジョンが取り扱う最も基本的なファッション認識の問題が衣服の種類の認識（Clothing recognition）である。これは与えられた画像についてどのような衣服であるのかを自動で判別するもので，基本的な衣服のカテゴリー（トップス，パンツ，スカート）の他にVネック，フレアスカートといった細部のパーツやスタイルの分類は属性認識（Attribute Recognition）として取り扱われている^{1)~3)}。衣服の画像認識は一般的な物体認識に比べ，対象物の見た目が身体の姿勢に応じて変形し，色や模様な

図1 衣服の認識は身体の姿勢と密接に関わる
著者らの手法⁶⁾では姿勢推定結果(a)を条件入力としてセグメンテーション(b)を求めている。

ども同じカテゴリーでもさまざまであることが挙げられる。例えば，同じスカートという分類でも花柄のフレアスカートと黄色のマキシスカートでは見た目が大きく異なる。衣服に関する研究で古くは上半身の衣服の形状の分類や⁴⁾，変形する衣服の構造をAnd-Orグラフで記述するモデリング方法などが提案されていた⁵⁾。

著者らは2012年に，変形する衣服形状をセグメンテーションによって認識する試みを発表した⁶⁾。この研究では身体構造と衣服の着用部位に着目し，人物の姿勢認識を行った結果を条件入力とする画像のセグメンテーション問題として定式化し，確率的推論によって解く手法を提案している。セグメンテーションはその後さまざまな研究が提案されており^{7)~12)}，特に近年では深層学習モデルを用いた高速で性能の高いセグメンテーションモデルが見られるようになっている^{13)~15)}。

2.2 Street-to-Shopとカタログ検索

画像を使ったファッション認識応用の中でも実用に結びつきが強いものがStreet-to-Shop検索だろう。これはユーザがモバイル機器で撮影したストリートのスナップ写真から

*1 Amazon Echo Look

*2 fashionunited.com

*3 <https://deepanalytics.jp/compe/36>

*4 KDD 2017 workshop: Machine Learning meets Fashion

*5 ICCV 2017 workshop: Computer Vision For Fashion

† 株式会社サイバーエージェント

"Computer Vision meets Fashion" by Kota Yamaguchi (CyberAgent, Inc., Tokyo)

図2 Street-to-shop検索¹⁷⁾

左のスナップ写真に写る青いドレスとまったく同一の商品をECサイトから検索する。

同じECサイトのショップ商品を検索するというもので、姿勢の推定を元に特徴量を抽出する手法¹⁶⁾や深層学習モデルを用いて類似度の計算を一貫して行う手法¹⁷⁾がこれまでも提案されている(図2)。また、ECサイトでのユーザ体験を向上させることを目的に、カタログの商品を形状などの細かい属性によってインタラクティブに並べ換える手法¹⁸⁾も試みられている。最近では属性の一部を書換えた商品の検索を可能にするモデルも提案されている¹⁹⁾。

2.3 スタイルの認識とリコメンデーション

個別の衣服の認識に対して全体の組合せ(Style, Outfit)の認識も試みられている。例えば、文献²⁰⁾では衣服の組合せやソーシャルメディアのプロファイル情報からFashionabilityをスコアとして導き出し、ユーザへの助言を行うパーソナルアシスタントを目指した手法を提案している。衣服の組合せ全体が醸し出すスタイルはそもそも明確な定義が難しく、教師データを用意することが難しい。そのため、著者らは文献²¹⁾でスタイルの定義を言語によるタグ付けではなく、あるスタイルについて順位付けをしたデータを元にスタイルを構成する要素を分析するというアプローチを取っている。ファッションスタイルについてYes/Noで判断することが難しい場合でも、写真を見比べるとどちらがよりGothスタイルかといった判断を人は行いやすいためである²²⁾。

文献²³⁾では順位付けを持つ弱教師データから深層学習モデルによりファッションに適した特徴量表現を学習する手法を提案している。

2.4 ファッションの意味構造

衣服のカテゴリーや色などの単純な視覚的要素とスタイルのような抽象化された要素の間にどのような関係があるのかといった問いに対し、近年ではデータ主導で分析する試みが見られるようになってきた。文献²⁴⁾では画像を用いずに言語情報を用いて色などの低レベルな概念とスタイルのような高レベルな概念との間にどのような関係が成り立つのか、翻訳モデルを用いて相互の関係を分析している。

衣服の組合せに関しても、二つのアイテムがマッチするかという関係性をデータから学習する試みが見られる。文献²⁵⁾では衣服のペアについて相性が良いか悪いかを、大規模な購買データを元に深層学習モデルで予測する手法を提案している。文献²⁶⁾では衣服の組合せに関して衣服の部位

の相互間の相性を分析し、組合せができるもの、できないものの関係をマイニングするアプローチを提案している。著者らは全身の衣服の組合せや属性すべてを予測するモデルについて、CNNの予測結果から相互の関係性を同時確率により組込んだ予測手法を提案している²⁷⁾。

2.5 弱教師データからの属性認識

ファッション画像は一般画像認識と比べてECサイトなどの実応用に直接的に結びついており、学術研究も実環境を想定したノイズのあるWebデータを用いた研究が行われてきた²⁸⁾。学術用に利用できるデータセットもWebデータをクロールした弱教師データ^{20) 27)}が主体であるが、最近ではクラウドソーシングを活用してWebデータに大規模なアトリビュートのアノテーションを施したDeepFashionデータセットも公開され³⁾、深層学習モデルの学習に利用されている²⁹⁾。

明示的なアノテーションが行われていない弱教師データから、教師データを発見するというアプローチもこれまでに提案されている。文献³⁰⁾では、商品データと一緒に表出するキーワードの可視性をスコアとして求めてキーワードが学習可能な概念であるか判別し、また画像中での位置も求めるという手法を提案している。著者らはこの考え方を発展させ、深層学習モデルの内部発火を用いて可視性を導く手法を提案した³¹⁾(図3)。

2.6 トレンド分析

アパレル業界では、ファッションショーから始まるトレンドをいち早く取り入れつつ季節ごとの商品をデザインする。このトレンドの分析は、ファッションについて深い知識と経験を持つ専門家が担ってきたが、これを機械学習によって再現する試みが始まっている。文献³²⁾では身体の各部位についてパッチ特徴量をクラスタリングすることでショー単位でのトレンドの分析を試みている。著者らは文献³³⁾で過去のファッションショーに現れたスタイルと、

図3 データから画像で判別可能なキーワードを検出³¹⁾

図4 クリック数の予測³⁸⁾

画像の品質やユーザプロフィールにより人気度は影響される。

ソーシャルメディアに掲載されるスナップ写真との間の類似性を学習することで、特定のスタイルについてストリートでの人気の分析を行った。文献³⁴⁾では全世界のファッショントレンドの時系列分析を提案し、またそのための大規模なデータセットを収集している。最近ではファッショントレンドが将来どのように変遷するかを予測する手法も提案されている³⁵⁾。

2.7 ユーザ行動の理解

コンピュータビジョンを用いた視覚的な分析に加え、推薦などの実応用にはユーザ行動の理解も不可欠である。この方面から、ユーザの行動データを用いたマッチするアイテムの予測と推薦手法がこれまでに提案されている²⁵⁾³⁶⁾。また、文献³⁷⁾ではユーザの好みを反映したランキング関数を推定する手法を提案している。

人の行動データを取り入れた分析に関し、著者らはソーシャルメディア上でのファッション画像の人気度を予測するタスクに取り組んでいる³⁸⁾。具体的には、ファッションブログChictopiaにおいて画像やタグなどのコンテンツ要因や友人数などのソーシャル要因からユーザクリック数を回帰分析し、統計的にどのような要因がクリック数に影響しているのか分析した(図4)。結果からは極めて強いソーシャル要因の影響が示唆されている。ファッション画像の品質については文献²⁸⁾でもさまざまな要因を使った分析を行っている。

2.8 スタイルの生成

明示的なアノテーションが存在しないデータから学習することができる深層学習手法としてGenerative Adversarial Networks (GAN) が注目を浴びているが、ファッション分野でもGANをはじめとする生成モデルの研究が見られるようになってきている。文献³⁹⁾では、衣服を着用したスナップ写真からカタログにあるような商品のみの画像を条件付きGANにより生成するという試みを報告している。文献⁴⁰⁾では、セグメンテーション結果に条件付きVariational Auto Encoderでスタイル付けを行うという手

法で、衣服を着用した人物画像を生成している。文献⁴¹⁾では、姿勢を条件入力として異なる画像の人物を別の姿勢で再描画するモデルを提案している。スタイルの生成はヴァーチャルフィッティングに直接応用でき、今後も高品質な生成手法が提案されることが期待される。

3. 今後の展望

高性能な深層学習モデルの普及とそのための大規模学習データの出現により、衣服の画像認識技術はすでにビジネス課題を実現する段階に来ている。どのように画像認識を解決するかという基本的な研究課題から、画像認識ができたとしてどのような新たな問題を解き価値を生み出すかという点に研究の主軸が移ると予想される。

ファッション応用について、コンピュータビジョンや機械学習は言葉に明示できない概念を計量するツールとして機能する。例えば、「フォーマルさ」のような概念を言語によって定義し、手動で画像特徴量を設計して画一的な基準で認識することはほとんど不可能である。データ主導のファッション分析により、このような定義の難しい概念をWebのビッグデータから統計的に学習し定量化することが可能となった。また、定量化された概念を他の分野の問題に適用することが可能になり、例えば、ファッションに関するソーシャルメディアやECサイトの分析、ファッショントレンドの定量分析が実現可能となった。見た目に関する、必ずしも言葉にできない概念さえも定量化、言語化し、計量を可能にすることこそが、ファッション分野にコンピュータビジョンがもたらす革新の本質である。

今後もコンピュータビジョン、機械学習を活用したファッションに関する研究が現れると想定されるが、データ主導の研究が成功するか否かを分ける鍵は学習データをどう設計するかという点が大きい。例えば、「原宿系」のような指標を計量するようなモデルを学習するデータを集めるとすると、Yes/Noの絶対的な判断データを人に聞いて収集すること困難である。しかし、2枚の画像の比較のような方法では判断がつく場合もある。また、あらゆるボキャブラリーについての辞書のようなデータセットを構築することは不可能であるが、こういった語彙が学習可能であるかをビッグデータから自動で判別するような手法であれば、人手を最小限にして学習データを構築することができ可能性がある。これからも新しいファッション応用についてデータの収集から活用手法まで見据えた研究が進展することを期待している。

(2017年6月15日受付)

〔文 献〕

- 1) Chen, H., Gallagher, A. and Girod, B.: "Describing clothing by semantic attributes", ECCV, pp.609-623 (2012)
- 2) Chen, Q., Huang, J., Feris, R., Brown, L. M., Dong, J. and Yan, S.: "Deep Domain Adaptation for Describing People Based on Fine-Grained Clothing Attributes", CVPR, pp.5315-5324 (2015)

- 3) Liu, Z., Luo, P., Qiu, S., Wang, X. and Tang, X.: "Deep-Fashion: Powering Robust Clothes Recognition and Retrieval with Rich Annotations", CVPR, pp.1096-1104 (2016)
- 4) Borras, A., Tous, F., Llado -s, J. and Vanrell, M.: "High-level clothes description based on colour-texture and structural features", Pattern Recognition and Image Analysis, pp.108-116 (2003)
- 5) Chen, H., Xu, Z. J., Liu, Z.Q. and Zhu, S. C.: "Composite templates for cloth modeling and sketching", CVPR, pp.943-950 (2006)
- 6) Yamaguchi, K., Kiapour, M. H., Ortiz, L.E. and Berg, T. L.: "Parsing clothing in fashion photographs", CVPR, pp.3570-3577 (2012)
- 7) Dong, J., Chen, Q., Xia, W., Huang, Z. and Yan, S.: "A deformable mixture parsing model with parselets", ICCV, pp.3408-3415 (2013)
- 8) Liu, S., Feng, J., Domokos, C., Xu, H., Huang, J., Hu, Z. and Yan, S.: "Fashion parsing with weak color-category labels", IEEE Transactions on Multimedia, 16, 1, pp.253-265 (2014)
- 9) Liu, S., Liang, X., Liu, L., Lu, K., Lin, L. and Yan, S.: "Fashion Parsing with Video Context", ACM Multimedia, 17, 8, pp.467-476 (2014)
- 10) Simo-serra, E., Fidler, S., Moreno-noguer, F. and Urtasun, R.: "A High Performance CRF Model for Clothes Parsing", ACCV, pp.2-11 (2014)
- 11) Yang, W., Luo, P. and Lin, L.: "Clothing co-parsing by joint image segmentation and labeling", CVPR, No.2013, pp.3182-3189 (2014)
- 12) Yamaguchi, K., Kiapour, M. H., Ortiz, L.E. and Berg, T. L.: "Retrieving similar styles to parse clothing", TPAMI, 37, 5, pp.1028-1040 (2015)
- 13) Liang, X., Shen, X., Yang, J., Liu, S., Tang, J., Lin, L. and Yan, S.: "Human Parsing with Contextualized Convolutional Neural Network", ICCV (2015)
- 14) Liang, X., Liu, S., Shen, X., Yang, J., Liu, L., Dong, J., Lin, L. and Yan, S.: "Deep Human Parsing with Active Template Regression", TPAMI, 37, 12, pp.2402-2414 (2015)
- 15) Tangseng, P., Wu, Z. and Yamaguchi, K.: "Looking at Outfit to Parse Clothing", arXiv (2017)
- 16) Liu, S., Song, Z., Liu, G., Xu, C., Lu, H. and Yan, S.: "Street-to-shop: Cross-scenario clothing retrieval via parts alignment and auxiliary set", CVPR (2012)
- 17) Kiapour, M. H., Han, X., Lazebnik, S., Berg, A.C. and Berg, T. L.: "Where to Buy It: Matching Street Clothing Photos in Online Shops", ICCV, pp.3343-3351 (2015)
- 18) Kovashka, A., Parikh, D. and Grauman, K.: "Whittle-search: Image search with relative attribute feedback", CVPR, pp.2973-2980 (2012)
- 19) Zhao, B., Feng, J., Wu, X. and Yan, S.: "Memory-Augmented Attribute Manipulation Networks for Interactive Fashion Search", CVPR (2017)
- 20) Simo-serra, E., Fidler, S., Moreno-noguer, F., Urtasun, R. and Rob, I. D.: "Neuroaesthetics in Fashion: Modeling the Perception of Fashionability", CVPR (2015)
- 21) Kiapour, M. H., Yamaguchi, K., Berg, A.C. and Berg, T. L.: "Hipster wars: Discovering elements of fashion styles", ECCV, pp.472-488 (2014)
- 22) Parikh, D. And Grauman, K.: "Relative attributes", ICCV, pp.503-510 (2011)
- 23) Simo-Serra, E. And Ishikawa, H.: "Fashion Style in 128 Floats: Joint Ranking and Classification Using Weak Data for Feature Extraction", CVPR, pp.298-307 (2016)
- 24) Vaccaro, K., Shivakumar, S., Ding, Z., Karahalios, K. and Kumar, R.: "The Elements of Fashion Style", UIST (2016)
- 25) Veit, A., Kovacs, B., Bell, S., McAuley, J., Bala, K. and Belongie, S.: "Learning Visual Clothing Style with Heterogeneous Dyadic Co-occurrences", ICCV (2015)
- 26) Oramas, J. And Tuytelaars, T.: "Modeling Visual Compatibility through Hierarchical Mid-level Elements", arXiv:1604.00036v1 (2016)
- 27) Yamaguchi, K., Okatani, T., Sudo, K., Murasaki, K. and Taniguchi, Y.: "Mix and Match: Joint Model for Clothing and Attribute Recognition", BMVC (2015)
- 28) Bossard, L., Dantone, M., Leistner, C., Wengert, C., Quack, T. and Van Gool, L.: "Apparel classification with style", ACCV, pp.321-335 (2012)
- 29) Liu, Z., Yan, S., Luo, P., Wang, X. and Tang, X.: "Fashion Landmark Detection in the Wild", ECCV (2016)
- 30) Berg, T. L., Berg, A.C. and Shih, J.: "Automatic attribute discovery and characterization from noisy web data", ECCV, pp.663-676 (2010)
- 31) Vittayakorn, S., Umeda, T., Murasaki, K., Sudo, K., Okatani, T. and Yamaguchi, K.: "Automatic Attribute Discovery with Neural Activations", ECCV (2016)
- 32) Hidayati, S. C., Hua, K.-L., Cheng, W.-H. and Sun, S.-W.: "What are the fashion trends in new york-", ACM Multimedia, pp.197-200, ACM (2014)
- 33) Vittayakorn, S., Yamaguchi, K., Berg, A.C. and Berg, T. L.: "Runway to realway: Visual analysis of fashion", WACV, pp.951-958 (2015)
- 34) Abe, K., Suzuki, T., Ueta, S., Nakamura, A., Satoh, Y. and Kataoka, H.: "Changing Fashion Cultures", arXiv (2017)
- 35) Al-Halah, Z., Stiefelhofen, R. and Grauman, K.: "Fashion Forward: Forecasting Visual Style in Fashion", arXiv (2017)
- 36) McAuley, J., Targett, C., Shi, Q. and Hengel, A.v. d.: "Image-based Recommendations on Styles and Substitutes", SIGIR (2015)
- 37) He, R. And McAuley, J.: "Ups and Downs: Modeling the Visual Evolution of Fashion Trends with One-Class Collaborative Filtering", WWW, pp.507-517 (2016)
- 38) Yamaguchi, K., Berg, T.L. and Ortiz, L. E.: "Chic or Social: Visual Popularity Analysis in Online Fashion Networks", ACM Multimedia, pp.773-776 (2014)
- 39) Yoo, D., Kim, N., Park, S., Paek, A.S. and Kweon, I. S.: "Pixel-Level Domain Transfer", ECCV (2016)
- 40) Lassner, C., Pons-Moll, G. and Gehler, P. V.: "A Generative Model of People in Clothing", arXiv (2017)
- 41) Ma, L., Jia, X., Sun, Q., Schiele, B., Tuytelaars, T. and Van Gool, L.: "Pose Guided Person Image Generation", arXiv (2017)

やまぐち こうた 2006年, 東京大学工学部計数工学科卒業。2008年, 東京大学情報理工学系研究科修士課程修了。2014年, Stony Brook大学コンピュータ科学のPh.D.取得。2017年まで, 東北大学情報科学研究科助教。現在, (株)サイバーエージェントAI Lab研究員。2015年, 2016年, 2017年, MIRU優秀賞受賞。CVF, IPSJ, IEICE各会員。