

令和 4 年 5 月 16 日現在

機関番号：11301

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K19772

研究課題名（和文）カメラを持たないビジョン技術への挑戦

研究課題名（英文）Challenge to vision technology without cameras

研究代表者

大町 真一郎（OMACHI, Shinichiro）

東北大学・工学研究科・教授

研究者番号：30250856

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,800,000円

研究成果の概要（和文）：コンピュータビジョン研究が発展を遂げ、さまざまなアプリケーションの可能性が見えてきた一方で、カメラによる映像取得の困難さがその実用化を阻む新たな問題となっている。すなわち、プライバシー等の問題で個人が公共の場所で気軽に周囲を撮影することが困難になっている。本研究課題では、ユーザがカメラを持ち歩く代わりに監視カメラ等の既設の固定カメラを利用し、その映像とユーザの行動を結びつけることでユーザにさまざまな情報を提供する技術を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題では携帯型のカメラを用いずに環境中の画像情報を取得するという、これまでとは異なる方向性の技術開発に取り組んだ。研究成果は、これまでコンピュータビジョンの分野で実用化のネックになっていたプライバシーの問題に対する1つの解決策を与えるものであり、映像におけるプライバシーの考え方を変える可能性がある。また、この技術により提供可能なサービスは多岐にわたり、コンピュータビジョンやIoTの研究開発の方向性を変える可能性がある。

研究成果の概要（英文）：While computer vision research has evolved and various applications are being developed, the difficulty of acquiring images with cameras has become a new problem that hinders its practical application. It is difficult for an individual to easily take a picture of public places due to problems such as privacy. In this research project, we have developed a technology that provides various information to the user by using an existing fixed camera such as a surveillance camera instead of carrying the camera and linking the image with the user's behavior.

研究分野：パターン認識

キーワード：パターン認識 コンピュータビジョン センサ融合・統合

### 1. 研究開始当初の背景

コンピュータビジョン研究が発展を遂げ、さまざまなアプリケーションの可能性が見えてきた一方で、カメラによる映像取得の困難さがその実用化を阻む新たな問題となってきた。カメラ付きの眼鏡型デバイスの公共の場所での使用が規制されたように、撮影によるプライバシー権や著作権等の侵害が社会問題となり、個人が公共の場所で気軽に周囲を撮影することが困難になってきた。これにより、特に、個人がウェアラブルカメラを利用して映像取得することを想定した技術、例えば人が見ている情景の映像を利用して作業支援や情報提供等を実現する一人称ビジョンと呼ばれる技術の利用が大きく規制される。

### 2. 研究の目的

本研究課題では、ユーザがカメラを持ち歩く代わりに監視カメラ等の既設の固定カメラを利用し、その映像とユーザの行動を結びつけることでビジョン技術を活用するための基盤技術を構築することを目的とする。ユーザが携帯するカメラ機能のないウェアラブルセンサの出力および測位システムによる位置情報を利用し、固定カメラ映像中のユーザの位置やユーザが見ている映像情報を取得する。さらに、映像と行動の組み合わせにより、映像のみでは困難であったより高度なサービス、例えば駅や路上の監視カメラを用いたユーザの危険回避、子供や高齢者の見守り等への応用についても検討する。

### 3. 研究の方法

固定カメラ、センサ、測位システムがネットワークを介して相互に通信を行うことで必要な映像情報を取得する手法を開発する。固定カメラはプライバシーの問題に配慮し、設置者がユーザに情報提供するという目的で使用することを前提とする。センサデバイスとしては加速度センサおよび角速度センサを搭載した MEMS (微小電気機械システム) を想定しているが、目的を達成するために眼電位センサなど様々なデバイスを模索する。しかし、例えば人間の視線の先にある映像から物体、人物、テキストなどのオブジェクトを検出して認識するアプリケーションを想定した場合、これらのデバイスは単体ではあまりにも非力である。そこで、

- ・センサ出力と固定カメラ映像を用いたユーザの位置・姿勢・視線推定技術
- ・ネットワークを介して必要な情報を実時間で効率良く伝送する技術
- ・超低解像度映像中のオブジェクトを検出して認識する技術

をそれぞれ開発し、統合することで目的を達成することを目指す。

### 4. 研究成果

#### (1) センサ出力と固定カメラ映像を用いたユーザの位置・姿勢・視線推定技術

まず、本研究課題で用いるセンサデバイスを検討した。その結果、商用のメガネ型ウェアラブルデバイスである JINS MEME を用いることとした。JINS MEME は当初想定していた 3 軸加速度センサ、3 軸角速度センサのほか、3 点式眼電位センサを搭載している。眼電位センサは角膜側と網膜側の間に生じている電位差を測定するセンサであり、目の動きや瞬きを検出することができる。測定したデータは Bluetooth Low Energy 通信により送信できるため、実際のシステム構築にも用いることができる。

固定カメラ映像とユーザが装着したウェアラブルセンサのデータから、ユーザが実環境内のどの場所に注目しているのかを推定する技術を開発した。

提案手法の概要を図 1 に示す。提案手法では、まず固定カメラの画像から、画像中の人物およびその骨格を検出し、骨格の情報から人物の目の位置を推定する。一方で、この人物が注視していると思われる領域をヒートマップの形で抽出する。そして、一定時間に変化した頭部回転角を用いて、前回の推定結果からの注目位置の変化を計算していくことで注目位置の推定を行う。頭部回転角は

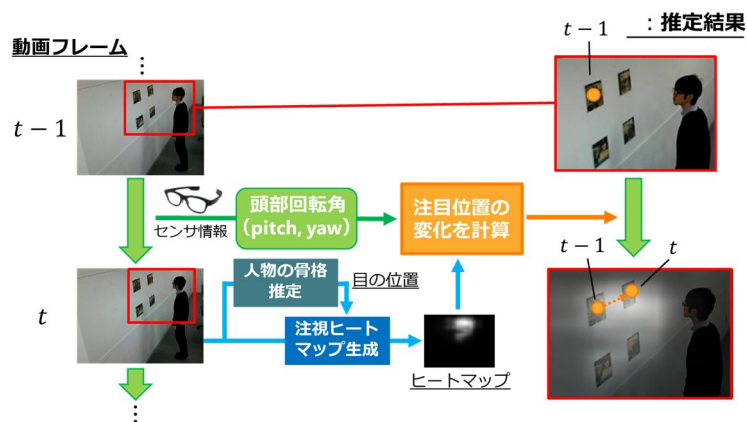


図 1 位置・姿勢・視線推定手法の概要

ユーザが装着したウェアラブルセンサから取得する。

注目位置を正確に推定するために粒子フィルタを用いる。まず粒子の初期化として、最初のフレームのヒートマップで各画素値が閾値以上の座標にランダムに粒子を配置する。ただし、ランダムに座標を選択する際に、ヒートマップの各座標における画素値を重みとして用いる。その後、予測、尤度計算、リサンプリングを繰り返すことで視線を追跡する。予測では、時刻が推移する際にガウス分布に従うノイズが付与されるものとし、モンテカルロ法により予測分布に従う粒子を発生させる。尤度計算では、ヒートマップおよび、ユーザ情報（位置、目線の高さ）、屋内環境の情報（寸法、対象の位置）などの環境パラメータを用いて各粒子の重みを計算する。注目される対象が存在する位置に対してヒートマップの出力が大きくなると考えられるので、ヒートマップの画素値が大きい位置にある粒子ほど、大きな重みを与える。リサンプリングでは、重みの小さい粒子を消滅させ、重みの大きい粒子で置き換えて、粒子の再配置を行う。そして、さらに精度を上げるために、粒子のバックトレースを任意のタイミングで行う。具体的には、一定時間提案手法を適用して得られた粒子に対して、その移動経路をさかのぼっていき（バックトレース）、過去の時点での注目位置を修正する処理を行う。

#### (2) ネットワークを介して必要な情報を実時間で効率良く伝送する技術

静止画像や動画像を、必要な情報を残したまま高圧縮することで効率良く伝送する技術について検討した。動画像符号化を高効率化するためにアフィン変換による動き補償に着目し、アフィン変換のパラメータを高速に推定する手法について検討した。フレーム全体から求めた動きベクトルを用い、ブロックごとの統計量を利用して動き補償のための変換のモデルを選択する手法を提案した。さらに、人物が注視している物体を高精度に認識することを想定し、符号化の際に映像全体を一様に圧縮するのではなく、注視している物体の領域を高精細に符号化することで、通信量を抑えつつ認識精度を向上させる手法を検討した。

また、必要な情報を効率良く伝送するために、ユーザの視線の先にあるオブジェクトを検出し、その領域の情報を高精細に伝送し、残りの領域は必要最小限の情報を伝送する手法を検討した。ユーザの視線の先にあるオブジェクトを検出する手法として、画像を表すキャプションを生成し、キャプションを用いて画像中からオブジェクトを検出する手法を提案した。

#### (3) 超低解像度映像中のオブジェクトを検出して認識する技術

テキスト領域を対象とし、画像中からテキスト領域を高精度に検出し、認識する手法を提案した。テキストの形状を考慮し、ニューラルネットワーク中の複数の階層からテキストらしい領域を検出し、統合することで最終的にテキスト領域を特定する。カメラで撮影した映像中のテキストは一般的には射影変換を受けているため、斜めに配置されたテキストも検出できる手法を開発した。さらに、多様なテキスト画像を機械学習により高精度に認識するための学習データ生成手法についても検討し、一定の見通しを得た。

また、環境中にある多くのテキストのうち重要なテキストを特定することでユーザにとってより有益な情報を提供する手法を開発した。どのテキストがどの程度重要かを表すデータベースを構築し、画像特徴を用いて機械学習により重要度を学習し、画像が与えられたときにその中のテキストの重要度を推定する。さらに、多様なテキスト画像を機械学習により高精度に認識するための学習データ生成手法についても検討した。

#### (4) システムとしての性能評価

固定カメラから得られた映像をもとにユーザの視線を推定する技術と、ユーザが携帯しているセンサ情報をもとにユーザの動きを推定する技術とを組み合わせることで、より正確にユーザの視線を検出する手法を開発し、実験用の簡易的なシステムを構築した。複数の実験参加者により、視線を移動させながら対象物を見てもらう実験を行った結果、視線位置の推定誤差は平均で18cm程度となり、従来法と比べて大幅に改善され、ある程度実用的な精度で推定できることを確認した。

図2に提案手法により視線を推定した例を示す。実際の視線と比較すると、十分な精度で視線の推定ができていることが分かる。

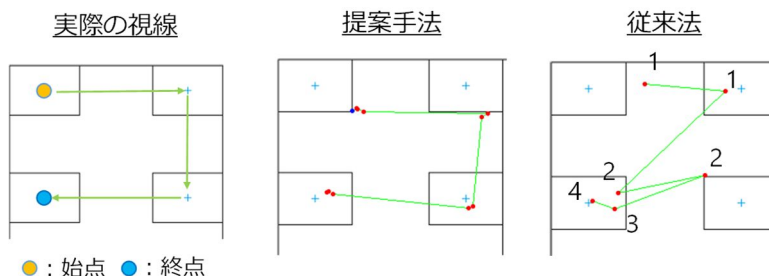


図2 推定結果の例

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Kota Odaira, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya, Shinichiro Omachi	4. 巻 -
2. 論文標題 Importance Estimation for Scene Texts Using Visual Features	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Interdisciplinary Information Sciences	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Zhengmi Tang, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya, Shinichiro Omachi	4. 巻 30
2. 論文標題 Stroke-Based Scene Text Erasing Using Synthetic Data for Training	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Image Processing	6. 最初と最後の頁 9306 ~ 9320
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TIP.2021.3125260	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Junpei Masuho, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya, Masako Omachi, Shinichiro Omachi	4. 巻 70
2. 論文標題 A Framework for Estimating Gaze Point Information for Location-Based Services	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Vehicular Technology	6. 最初と最後の頁 8468 ~ 8477
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TVT.2021.3101932	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Shoma Iwai, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya, Shinichiro Omachi -	4. 巻 -
2. 論文標題 Self Texture Transfer Networks for Low Bitrate Image Compression	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) Workshops	6. 最初と最後の頁 1901 ~ 1905
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/CVPRW53098.2021.00214	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yoshito Nagaoka, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya, Shinichiro Omachi	4. 巻 21
2. 論文標題 Text Detection Using Multi-Stage Region Proposal Network Sensitive to Text Scale	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sensors	6. 最初と最後の頁 1232 ~ 1232
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/s21041232	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Naoko Tsukamoto, Yoshihiro Sugaya, Shinichiro Omachi	4. 巻 10
2. 論文標題 Pansharpening by Complementing Compressed Sensing with Spectral Correction	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 5789 ~ 5789
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app10175789	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Chauvet Antoine, Sugaya Yoshihiro, Miyazaki Tomo, Omachi Shinichiro	4. 巻 10
2. 論文標題 Optical Flow-Based Fast Motion Parameters Estimation for Affine Motion Compensation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app10020729	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Naoko Tsukamoto, Yoshihiro Sugaya, Shinichiro Omachi	4. 巻 6
2. 論文標題 Spectrum Correction Using Modeled Panchromatic Image for Pansharpening	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Imaging	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/jimaging6040020	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nagaoka Yoshito, Miyazaki Tomo, Sugaya Yoshihiro, Omachi Shinichiro	4. 巻 7
2. 論文標題 Automatic Mackerel Sorting Machine Using Global and Local Features	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 63767 ~ 63777
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2019.2917554	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Antoine Chauvet, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya, Shinichiro Omachi	4. 巻 7
2. 論文標題 Fast Image Quality Enhancement for HEVC by Postfiltering via Shallow Neural Networks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Image Electronics and Visual Computing	6. 最初と最後の頁 2 ~ 12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11371/tievciieej.7.1_2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 菅谷至寛, 坂井清士郎, 宮崎 智, 大町真一郎	4. 巻 48
2. 論文標題 環境中文字認識を利用した情報提供アプリケーションのためのウェアラブルシステムの開発	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 画像電子学会誌	6. 最初と最後の頁 248-257
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11371/iieej.48.248	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計19件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 Shinichiro Omachi
2. 発表標題 Character recognition of historical Japanese documents considering character structures
3. 学会等名 Symposium of Yotta Informatics - Research Platform for Yotta-Scale Data Science (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shinichiro Omachi
2. 発表標題 Image and Video Compression Preserving Important Information for Humans
3. 学会等名 6th International Conference on Signal and Image Processing (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shoma Iwai, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya, Shinichiro Omachi
2. 発表標題 Self Texture Transfer Networks for Low Bitrate Image Compression
3. 学会等名 The 4th Workshop and Challenge on Learned Image Compression (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Zhengmi Tang, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya, Shinichiro Omachi
2. 発表標題 Erasing Scene Text Based on Stroke Prediction
3. 学会等名 2021年度電気関係学会東北支部連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shoma Iwai, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya, Shinichiro Omachi
2. 発表標題 Semantic Guided Extreme Image Compression with Generative Adversarial Networks
3. 学会等名 2021年度電気関係学会東北支部連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩井翔真, 宮崎智, 菅谷至寛, 大町真一郎
2. 発表標題 参照型超解像による特徴転移を利用した高品質な画像符号化
3. 学会等名 第24回 画像の認識・理解シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 内ヶ崎翔平, 菅谷至寛, 宮崎智, 大町真一郎
2. 発表標題 文字の可読性を考慮した画像の高効率符号化手法の実験的検証
3. 学会等名 第24回 画像の認識・理解シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Taku Suzuki, Daisuke Sato, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya, Shinichiro Omachi
2. 発表標題 Study of Detecting Important Regions in Natural Images with Image Captioning
3. 学会等名 The 17th International Workshop on Emerging ICT (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木 拓, 佐藤大亮, 宮崎 智, 菅谷至寛, 大町真一郎
2. 発表標題 キャプションを用いた画像中の重要領域判別手法の検討
3. 学会等名 第23回 画像の認識・理解シンポジウム
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 Nagasaki Yutaka, Miyazaki Tomo, Sugaya Yoshihiro, Omachi Shinichiro
2. 発表標題 Image Coding Method with a Super-Resolution Convolutional Neural Network
3. 学会等名 The 16th International Workshop on Emerging ICT (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nguyen Manh Huy, Miyazaki Tomo, Sugaya Yoshihiro, Omachi Shinichiro
2. 発表標題 Joint Video and Language Understanding with Visual-Semantic Embedding
3. 学会等名 2019年度電気関係学会東北支部連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 増保純平, 宮崎 智, 菅谷至寛, 大町真一郎
2. 発表標題 ウェアラブルセンサと固定カメラを用いたユーザの注目位置推定
3. 学会等名 2019年度電気関係学会東北支部連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹村貴文, 菅谷至寛, 宮崎 智, 大町真一郎
2. 発表標題 屋内撮影画像中の案内板までの実距離推定手法の検討
3. 学会等名 2019年度電気関係学会東北支部連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長崎 大, 宮崎 智, 菅谷至寛, 大町真一郎
2. 発表標題 超解像ネットワークを利用した画像符号化手法の検討
3. 学会等名 2019年度電気関係学会東北支部連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 桑野拓朗, 菅谷至寛, 宮崎 智, 大町真一郎
2. 発表標題 画像生成を取り入れた適応的符号化に関する検討
3. 学会等名 2019年度電気関係学会東北支部連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Junpei Masuho, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya, Shinichiro Omachi
2. 発表標題 Estimation of the Real World Position of the User Using Surveillance Camera
3. 学会等名 The 2nd Tohoku U-NTU Symposium on Interdisciplinary AI and Human Studies (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takafumi Takemura, Yoshihiro Sugaya, Tomo Miyazaki, Shinichiro Omachi
2. 発表標題 Analysis of a Floor Map and Signboard on the Ceiling for Indoor Navigation
3. 学会等名 The 2nd Tohoku U-NTU Symposium on Interdisciplinary AI and Human Studies (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 増保純平, 宮崎 智, 菅谷至寛, 大町真一郎
2. 発表標題 監視カメラを活用したユーザの実世界位置の推定
3. 学会等名 平成30年度電気関係学会東北支部連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹村貴文, 菅谷至寛, 宮崎 智, 大町真一郎
2. 発表標題 天吊り案内板を用いた屋内ナビゲーション手法の検討
3. 学会等名 平成30年度電気関係学会東北支部連合大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	菅谷 至寛  (SUGAYA Yoshihiro)  (80323062)	東北大学・工学研究科・准教授   (11301)	
研究 分担者	宮崎 智  (MIYAZAKI Tomo)  (10755101)	東北大学・工学研究科・助教   (11301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------