

アラスカ水産業
エレクトロニック・モニタリング・
イノベーション (EMI) プロジェクト

自動漁業モニタリングの開発

加工工場からの混獲報告の検証

**Pacific States Marine
Fisheries Commission**
(米国太平洋岸海洋漁業委員会)

Craig Rose

Suzanne Romain

Kelsey Magrane

Graeme LeeSon

**National Oceanic and
Atmospheric
Administration**
(NOAA)

Jennifer Ferdinand

Paul Packer

Andy Kingman

Farron Wallace

**University of Washington
Department of Electrical
and Computer Engineering**
(ワシントン大学電気コンピューター工学学科)
Jenq-Neng Hwang

Jiarui Cai

Jie Mei

Jingxi Yu

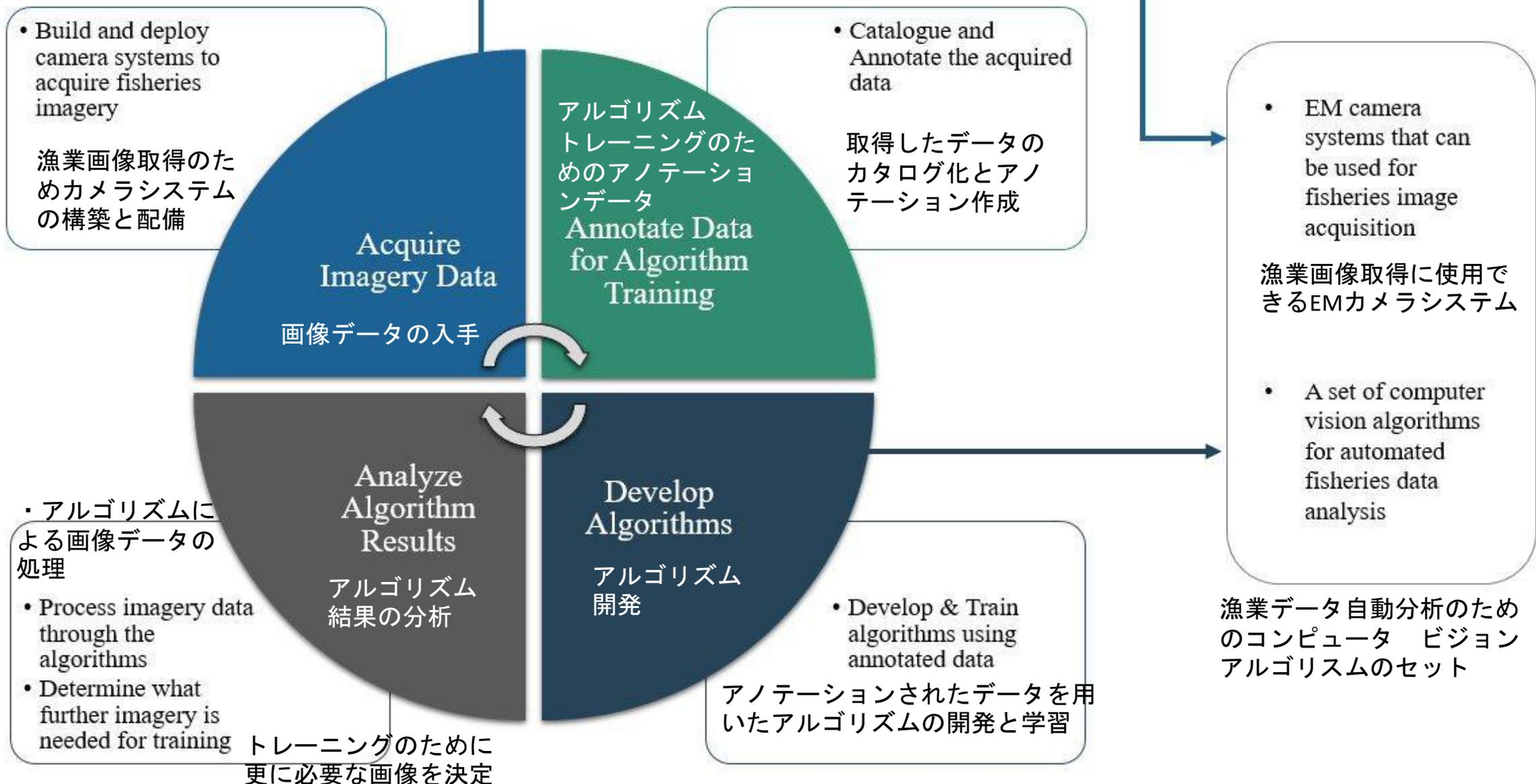
Aotian Zheng

Research Cycle

リサーチサイクル

Output

アウトプット



- Build and deploy camera systems to acquire fisheries imagery

漁業画像取得のためカメラシステムの構築と配備

Acquire Imagery Data

画像データの入手

- Catalogue and Annotate the acquired data

取得したデータのカタログ化とアノテーション作成

アルゴリズム
トレーニングのためのアノテーションデータ
Annotate Data for Algorithm Training

- アルゴリズムによる画像データの処理

- Process imagery data through the algorithms
- Determine what further imagery is needed for training

Analyze Algorithm Results

アルゴリズム結果の分析

トレーニングのために更に必要な画像を決定

- Develop & Train algorithms using annotated data

アノテーションされたデータを用いたアルゴリズムの開発と学習

Develop Algorithms

アルゴリズム開発

- EM camera systems that can be used for fisheries image acquisition

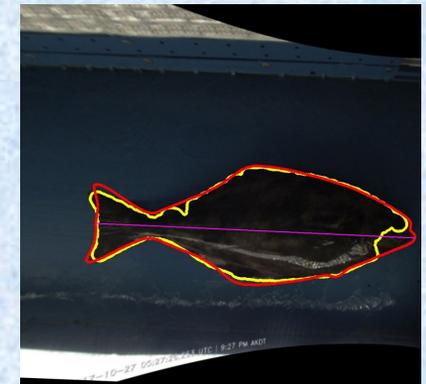
漁業画像取得に使用できるEMカメラシステム

- A set of computer vision algorithms for automated fisheries data analysis

漁業データ自動分析のためのコンピュータビジョンアルゴリズムのセット

EMI プログラム開発

- 船上での延縄漁水揚げの監視（カメラ付きレール）
 - 漁獲の種とサイズの構成
- トロール船から廃棄された漁獲物を監視する。（船外への傾斜台で）
 - 廃棄するとされた種のサイズ構成
 - すべての廃棄物の種とサイズ
- クルーの位置や活動を監視する（デッキ撮影用カメラ）
 - 廃棄物の検出、カメラの起動
- 工場の選別工程を検証する（コンベア撮影用カメラ）



なぜプラント・キャッチ・レポートを検証するのか？

禁漁種の管理

- アラスカ漁業では、一部の高価値種（サケ、カニ、オヒョウ）の捕獲を特定の漁業に限定し、トロール船による保持を禁止。
 - 例：オヒョウ漁獲枠を持つ延縄漁船のみがオヒョウを保持できる - トロール漁船が捕獲したオヒョウは廃棄されなければならない
- トロール漁業による禁止種の混獲は監視され、制限される
 - 漁船または漁業者に割当量 - 割当量を超えた場合、漁を中止しなければならない

なぜプラント・キャッチ・レポートを検証するのか

禁漁種の混獲を監視

- 禁止されている種は、通常、漁獲量のごく一部であり、1%未満であることが多い。
 - 正確なモニタリングが難しい
 - オンボード（船上）サンプリングは精度が低い
 - 稀な観察結果は外挿
 - 工場視察者にとって非常に時間のかかる作業
 - コンベア常時監視が必要
- 加工工場はすべての水揚げを選別し、報告するが、独立した利害関係のない当事者ではない。



なぜプラント・キャッチ・レポートを検証するのか？

- コンセプト：電子モニタリングにより、すべてのサケが漁獲量から選別され、正確にカウントされていることを確認し、管理者が工場からのサケ混獲レポートを自信を持って使用できるようにする
- 課題：
 - サケが漁獲物の中に埋もれてしまい、発見できないことがある
 - 捕獲魚を1層だけにすると、工場のオペレーションが大幅に遅延
- 解決策：
 - 工場に入るほとんどの魚を検出
 - ソーターが鮭を発見するとカメラに表示（登録）
 - 検出と登録時間によって、検出されたサケがその漁獲物から選別されているかどうかを示す

選別エリアに入るサケを検出

アラスカ州コディアックの4工場からの映像を収集し、目に見えるサケをアノテーション



トロール船からのサケの自動検出

- Yolv4でサケをシングルフレームで検出
- DeepSortを使って検出結果を映像の記録にまとめる
 - 多重カウントを排除し、誤検出を低減

約7万件のアノテーションから得られた結果

メバル漁船の内84%、スケソウダラ船の内73%からサケを検出

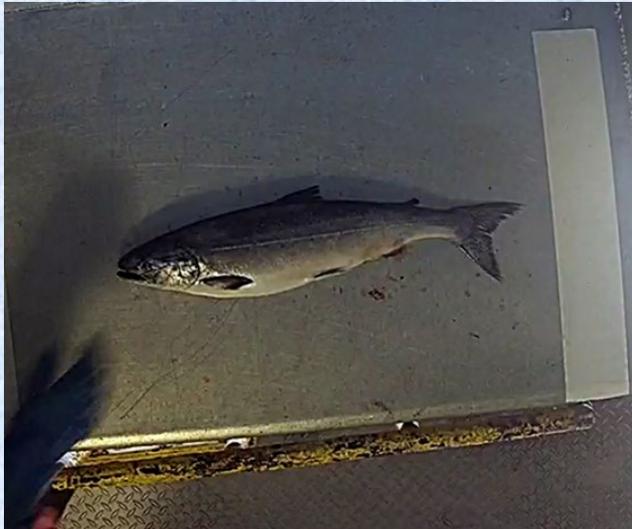


Yolov4: Bochkovskiy, Alexey, Chien-Yao Wang, and Hong-Yuan Mark Liao. "Yolov4: Optimal speed and accuracy of object detection." arXiv preprint arXiv:2004.10934 (2020).

DeepSort: Wojke, Nicolai, Alex Bewley, and Dietrich Paulus. "Simple online and realtime tracking with a deep association metric." 2017 IEEE international conference on image processing (ICIP). IEEE, 2017.

サケの登録と魚種の分類

- 検知されたサケはビデオがついた滑り台を通ったり、カメラの下の専用の場所に置かれる。-動体検知により、ビデオストレージを大幅に削減
- 尾部に焦点を当てた識別ルーティンにより、トロール漁でしばしば混獲されるサケの種類を効果的に分離



サケの混獲に関するプラントレポート検証時のチェックポイント

- 自動分析により、検出と登録の時間、およびサケの種の分類を提供
- 選別プロセスを検証するためには、全てのサケの検出を速やかに登録する必要がある
- 工場報告書は登録したサケの数や種類と一致すること

実装上の注意点

- カメラの映像は、十分な照明と適切なフレームで撮影
- ソート担当者に登録手順のトレーニング
- 主要水揚げ魚種が異なる場合は、検出モデルを再度学習させる必要が出てくる
- 検知時や登録時のビデオクリップを保存し、必要に応じて人が確認できるようなアプリ

参考文献

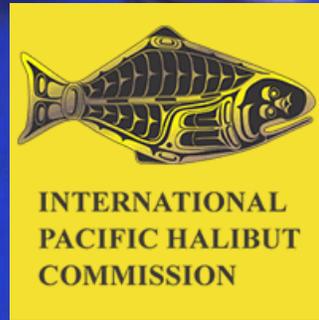
- Fitzgerald, S., F. Wallace, K. Magrane. 2019. Improving seabird species identification in electronic monitoring applications using machine learning systems. In: ACAP - Ninth Meeting of the Seabird Bycatch Working Group. ACAP SBWG9 Inf 21, Florianópolis, Brazil.
- Huang, T., J. Hwang, S. Romain and F. Wallace. 2019. Fish Tracking and Segmentation from Stereo Videos on the Wild Sea Surface for Electronic Monitoring of Rail Fishing. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 29, no. 10, pp. 3146-3158, Oct. 2019, doi: 10.1109/TCSVT.2018.2872575.
- Huang, T., J. Hwang and C. S. Rose. 2016. Chute based automated fish length measurement and water drop detection. IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), Shanghai, 2016. pp. 1906-1910, doi: 10.1109/ICASSP.2016.7472008.
- Huang, T., J. Hwang, S. Romain and F. Wallace. 2019. Recognizing Fish Species Captured Live on Wild Sea Surface in Videos by Deep Metric Learning with a Temporal Constraint, *IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, Taipei, Taiwan, 2019. pp. 3407-3411, doi: 10.1109/ICIP.2019.8803592.
- Wallace, F., K. Williams, R. Towler, and K. McGauley. 2015. Innovative Camera Applications for Electronic Monitoring. In: G.H. Kruse, H.C. An, J. DiCosimo, C.A. Eischens, G.S. Gislason, D.N. McBride, C.S. Rose, and C.E. Siddon (eds.), *Fisheries Bycatch: Global Issues and Creative Solutions*. Alaska Sea Grant, University of Alaska Fairbanks. <http://doi.org/10.4027/fbgics.2015.06>
- Wang, G., J. Hwang, C. Rose and F. Wallace. 2019a. Uncertainty-Based Active Learning via Sparse Modeling for Image Classification. *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 28, no. 1, pp. 316-329, Jan. 2019, doi: 10.1109/TIP.2018.2867913.
- Wang, G., J. Hwang, Y. Xu, F. Wallace and C. S. Rose. 2019b. Coarse-To-Fine Segmentation Refinement and Missing Shape Recovery for Halibut Fish. *2018 IEEE Global Conference on Signal and Information Processing (GlobalSIP)*, Anaheim, CA, USA, 2018, pp. 370-374, doi: 10.1109/GlobalSIP.2018.8646442.
- Mei, J, Hwang, Y. Romain, S., Rose, C., Moore, B., Magrane, K. 2021 Absolute 3D Pose Estimation and Length Measurement of Severely Deformed Fish from Monocular Videos in Longline Fishing, *ICASSP2021*, <https://arxiv.org/abs/2102.04639>



深謝

この発表はEMIプロジェクト協力者様のお力添えで実現しました。

商業船
と加工工場
有志の皆様



Alaska
Groundfish
Data Bank

