

画像分類器による消化管カプセル内視鏡診断補助システムの開発

—数万枚のカプセル内視鏡画像から病変疑いの画像を抽出するシステム—

1. 背景

小腸は人体において食物の消化と栄養吸収という役割を果たしており、生命活動維持において重要である。しかしながら、口からも肛門からも遠い位置にあるため、かつて非侵襲的に小腸を検査することは難しく『暗黒大陸』と呼ばれていた時期もあった。消化管カプセル内視鏡は、ダブルバルーン内視鏡などの大掛かりな検査器具を必要とせず、カプセルを飲むだけで手軽に消化管内、特に小腸を観察できるという点で画期的であり、小腸疾患が疑われる場合のスクリーニング検査や出血箇所不明な消化管出血精査などに用いられている。

消化管カプセル内視鏡検査では、カプセル型内視鏡により一検査あたり数万枚の画像が撮影され、医師が画像一枚一枚を確認し病変があるかどうかを診断する。消化管カプセル内視鏡検査の問題として、読影に高度な技術を必要とする点や、訓練された専門の医師であっても時間がかかるという点がある。要求される専門性の高さから読影ができる医師は多くなく、スクリーニングとして有用であるにも関わらず、この検査を実施できる病院は限られている。さらに、臨床経験の差が読影能力に影響するため、医師によって診断が異なるケースが発生している。また、一つ一つの読影に時間がかかってしまうということが大きな負担になっており、訓練を受けた医師が日中の業務を終えた後に読影しているという現状がある。検査一回あたり、40,000枚～60,000枚の画像が撮影され、専門医は1時間程度かけてこれを読影するのである。この場合、画像の速度は約17枚/秒であり、見逃しのリスクもある。実際、現場では見逃しを減らすために一つの検査データを必ず複数人でチェックしており、このことも負担の一要因となっている。

2. 目的

当プロジェクトの目的は、深層学習により画像分類器を作成し、大量の検査画像のなかから有病である確率が高い画像を抽出して、医師に提示し、医師の負担軽減、診断精度の向上を図ると同時に、これまで医師の診断経験に大きく依存していた診断基準を標準化することである。

3. 製品・サービスの内容

今回実現したサービスはインターネット環境のある Windows, Linux, Mac OS X において動作可能である。

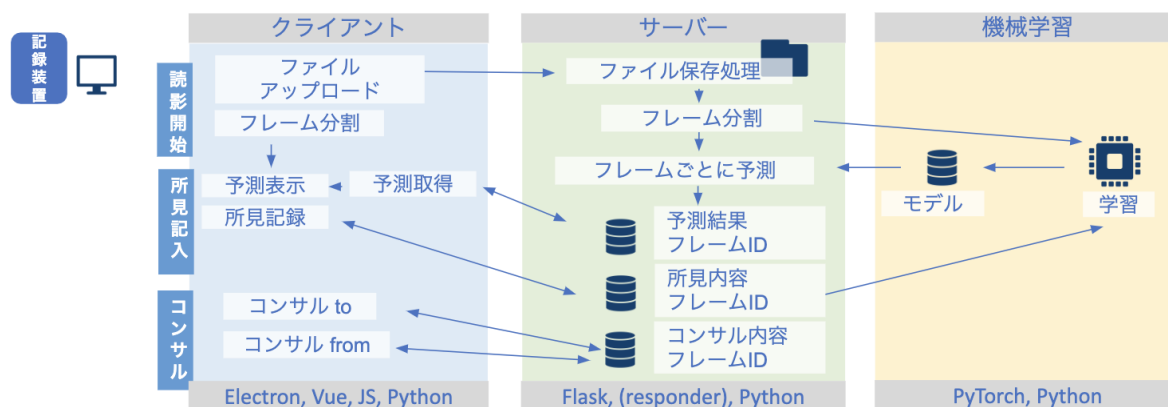


図 1. システムの全体図

上図の通りの構成となっており、ユーザーがカプセル内視鏡で撮影されたデータをクライアントソフトウェアを通してアップロードすると、サーバー側で各画像に対して推論を走らせ、病変である尤度の高い画像のフレーム ID をクライアントソフトウェアに返す。

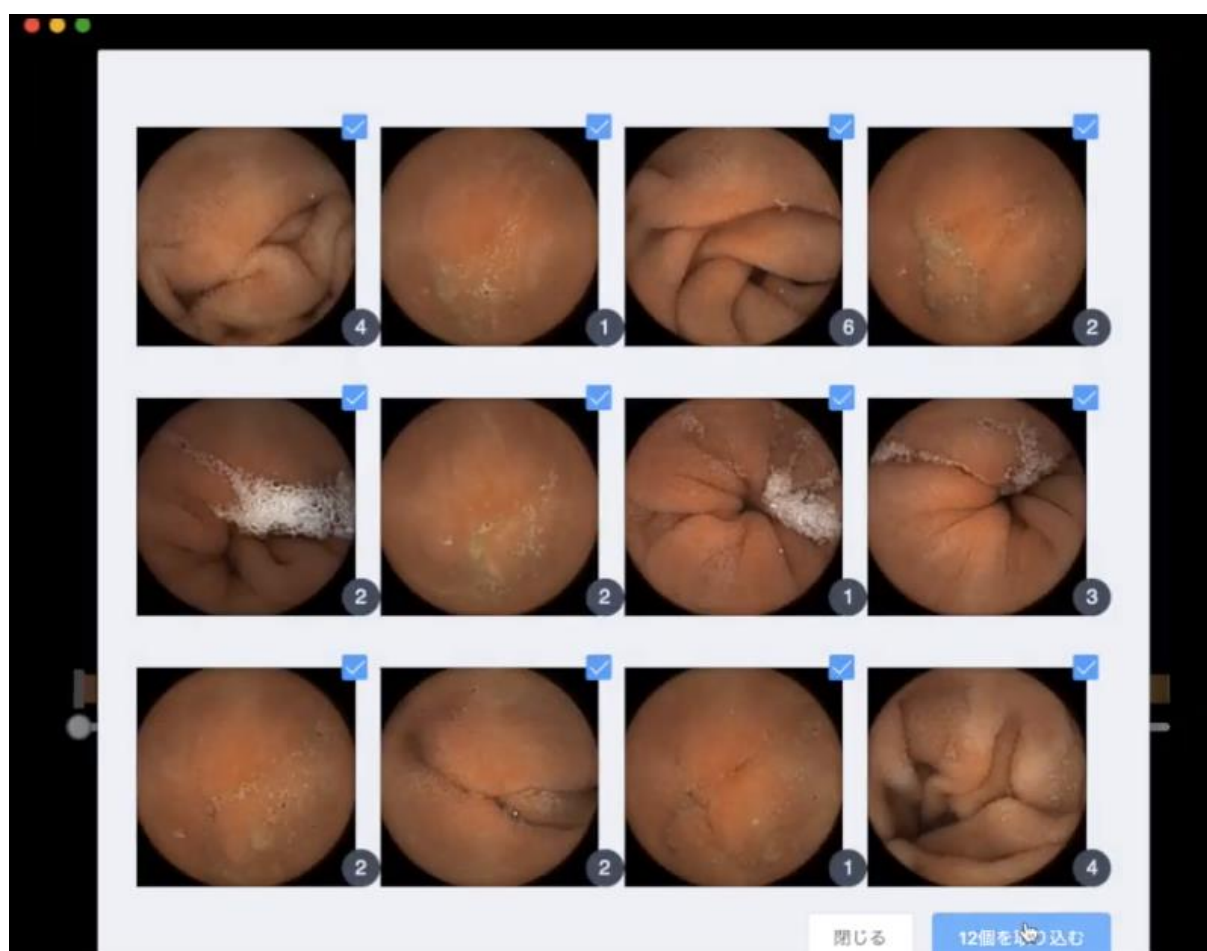


図 2. 医師への疑義画像の提示と取り込み画面

クライアントソフトウェアは病変である尤度の高い画像を医師に提示する。医師はそこから実際に病変であると思われる画像のみを選択的に取り込むことが可能で

ある。医師はサーバーが病変の尤度が高いと提案した画像以外に対しても所見を記録することが可能である。

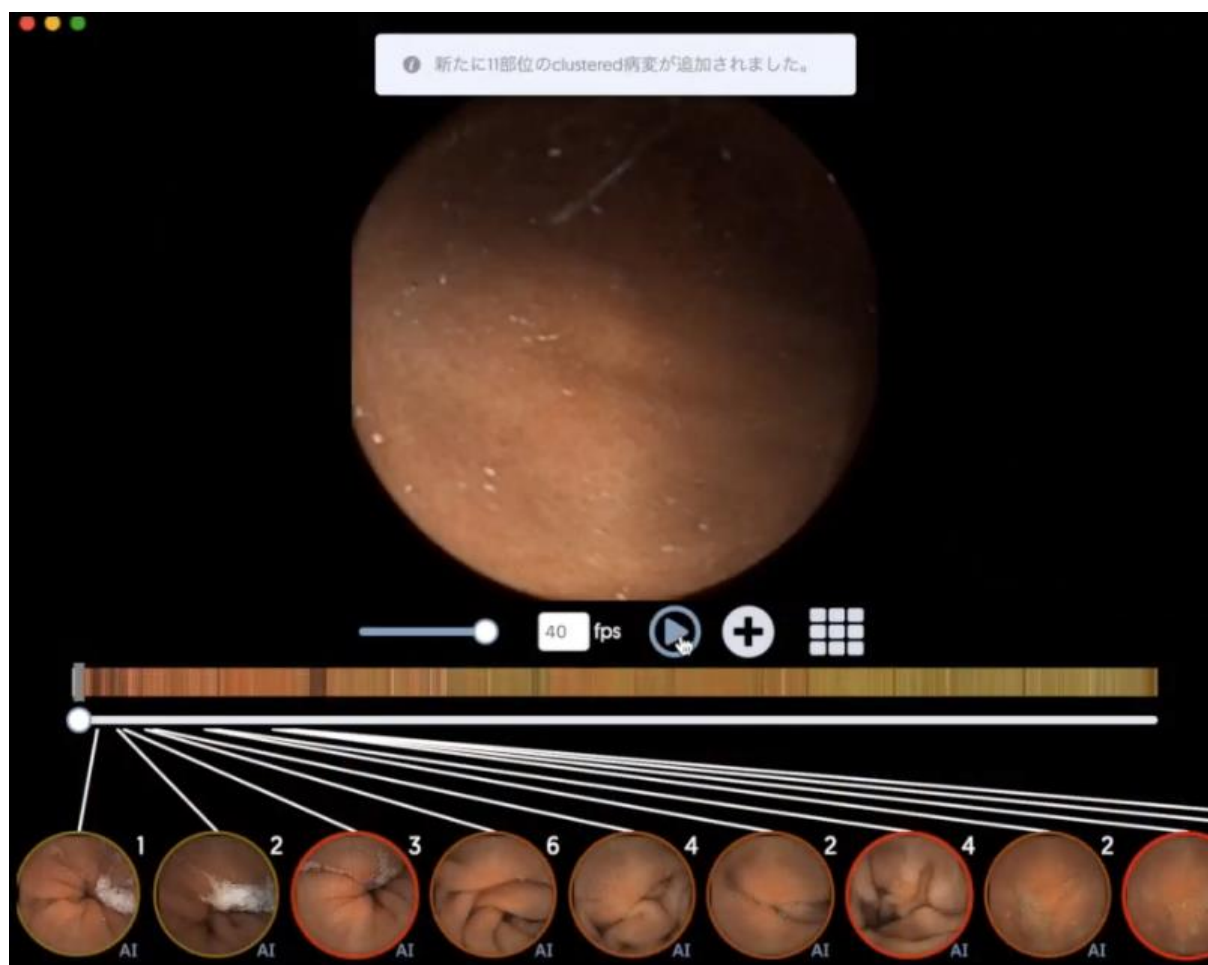


図 3. 読影画面

取り込んだ画像に対して尤度と実際にその病変であった場合の深刻度合いをサムネイル画像の境界ボーダーの線の太さと色で表す。類似した画像はサムネイル上でスクロールすることですべて閲覧可能である。

クライアントソフトウェアは PDF で記録した所見と画像を書き出すことが可能である。

4. 新規性・優位性

既存のカプセル内視鏡の読影ソフトウェアは、動画の再生とユーザーが手動で行う画像のクリップのみが可能であった。我々のソフトウェアは深層学習を用いて病変と疑われる画像を抽出し、提案することが可能であり、ユーザーの読影にかかる時間を大幅に削減することを可能とする。

5. 事業普及（または活用）の見通し

当プロジェクトの期間中に収集することができた新たなデータを用いて、アルゴリズムの精度を向上させた上で、既に協力いただいている約 10 の病院でまずは導入していただく予定である。

6. 期待される波及効果

カプセル内視鏡は国内で年間 2 万件程度行われているが、医師に行ったアンケートでは 9 割以上の医師が、読影に時間がかかりすぎる、読影が疲れると感じていた。当ソフトウェアを用いて読影の時間を短縮し、読影をより効率的に行うことができるようになれば、適応範囲内で医師がカプセル内視鏡をより使用することが増えると考えられる。これにより多くの患者がダブルバルーン内視鏡と比較して、低い侵襲で同じ検査を行うことができると考えられる。

7. イノベータ名（所属）

高峰 航 東京大学医学部医学科 5年生

澤邊 一生 東京大学医学部医学科 5年生