

AI を用いた動画比較による 情報システムのエラー原因抽出手法の検証

藤岡空生^{†1} 木村駿吾^{†1} 山來りん^{†1} 郭庚熙^{†1} 秋野雅央^{†1} 磯和之^{†1}
相浦仁美^{†2} 山田さくら^{†2} 堀内友^{†2} 高橋映治^{†2}

概要：近年、DX が様々な企業で推進されている。本クリニックは主に健康診断業務を行っている。クリニックでは定型的な業務高自動化するため Robotic Process Automation (RPA) を導入し、業務をシナリオ化し定期的に自動で実行させることで、業務の効率化を図っている。しかし、こうしたシステムは、外部システムの GUI の変更等の事象により、シナリオが停止する事がある。クリニックのシステムのエラー原因を調査した結果、GUI の変更が原因のエラーで、シナリオが停止し、エラーの発生により対応作業が負担となっていることがわかった。情報システムに関して専門的な知識をもつ職員がいない現場では、問題の要因の調査や解決に時間がかかり、本来の業務にも影響していることがわかる。そこで、エラーが発生した際に、専門的な知識を持たない職員でも使える、AI を用いた動画比較によりエラー原因抽出と対応方法を提示することで対応時間削減を目指す。想定するシステムとしては、情報システムにおいてエラーが発生している時と発生していない時の GUI 画面の動画から、エラー原因の抽出や解決方法の提示をするものである。本実験の結果として、ヒントとなる画像や RPA のマニュアル情報を入力することで GUI の変更が原因であることを出力させることができた。またマニュアル情報からエラーの正しい対応方法を選択させることができた。しかし、どのボタンの形状が変化したかなど、シナリオ停止の詳細な要因特定には課題が残った。

1. はじめに

現在、国や企業で DX が推進されている。約 56% の企業が DX に取り組んでいる[1]。本クリニック（以下、クリニック）では、DX 化の一環として、定型的な業務を自動化する Robotic Process Automation (RPA) を導入している。こうした、一部業務を自動化することによる生産性の向上を目的と企業は現在 23% とされる[1]。

RPA を運用していると、連携するシステムの仕様変更、動作の基盤としている OS、ブラウザ等のアプリケーションの更新などの様々な要因から自動化したシナリオが停止することがある。こうしたエラーは、わずかな修正で業務を継続できる軽微な問題であったとしても、その問題に関する情報の収集や、対処の可否等は、利用現場にいる職員が行う必要がある。しかし、こうした現場で対応する職員は、必ずしも情報システムに関する専門的な知識や経験をもっておらず、原因の調査等に時間がかかり、本来の業務時間に影響を与えることなどが問題となる。

クリニックで RPA を用いたシステムの 20 ヶ月間に出力されているエラーログを調査、分析した結果 3 種類のエラーが、170 回発生していた。その中で本研究では、「マッチング画像が存在しない」というエラーに注目した。

クリニックでは、健康診断業務を主としている。検査したデータを、連携している病院の医師とセキュアなクラウドサービスで共有し、業務を行っている。こうした業務の中の定型的な業務を RPA で自動化している。しかし、こうしたクラウドサービスでは、利用者の操作性の改善などが

ら、GUI のデザイン変更が行われることがある。人が操作する際には、問題にならないデザインの変更であっても、予め定義されたシナリオのみを実行する RPA で対応することが難しく、自動実行されるシナリオが途中で停止することがある。

そこで、このようなエラーに対応するため、生成 AI を用いる事で対応する手法を検討した。AI を使う方法として、エラーが発生した際に画面をキャプチャし、AI にキャプチャしたデータを読み込ませることで、どういった順序や原因でエラーが起きたのかを抽出させる。また AI にエラー原因の抽出と合わせて、システムのエラー対応マニュアルの情報を利用することにより、対応方法に関する文章の生成を行う。今後、情報システムの専門的な知識を持たない職員へ適切な対応方法を提案するシステムの実現を目指す。こうした問題を AI に解析させ、情報システムのエラーを迅速に適切な対応することで、対応時間を大きく削減できる効果が期待される。

2. 関連研究

DX の推進において、情報システムにより定型的な業務自動化するため、RPA が注目されている[2][3]。RPA は多くの場で活用されており、例えば小売業では在庫管理や注文処理、人事では給与計算やコンプライアンスの報告、医療では患者データ管理や予約スケジューリングなど、繰り返し実施される定型的な業務に活用される[4]。

RPA は、主にあらかじめ用意されたクリックやキーボード入力などの典型的な PC に関する操作命令を、1 つ 1 つ

^{†1} 東京情報デザイン専門職大学

^{†2} 京映会 京橋クリニック

組み合わせたシナリオと呼ばれるものを自動で実行させている。シナリオは、命令をドラッグアンドドロップで手作業により組み合わせることや、人が操作した手順を自動で記録する事よりの作成可能である。これにより専門的知識がなくとも作業を自動化することが可能となる。しかし、外的な要因によりシナリオ作成時の手順から何らかの変更があった際、自動実行の途中で作業の停止が発生する。例えば、作業で利用するシステムの GUI デザインが変更されマウスでクリックしていたボタン画像が変更された場合、エラーにより止まってしまうことがある。人間が作業する場合、軽微なボタンのデザイン変更が有ったとしても、同じ機能であることが理解できれば、従来通りの操作が可能であり、問題とならないが、RPA ではボタン画像を適切に認識出来なくなりシナリオが止まってしまうことがある。人による操作を前提としているシステムにおいては、軽微なデザインの変更は日常的に発生する可能性があるが、こうしたエラーが発生することがある。

我々はこうした、GUI を用いた情報システムにともなうシステムのエラーに注目した。GUI による操作は情報システムに関する専門的な知識を持たない人も頻繁に利用する。そうした状況で発生するエラー解決手段として、画像情報から情報を取得できる画像キャプショニング技術の活用が有効だと考えた[5][6]。また、動画への字幕生成を目的としたキャプショニング技術[7] も研究されている。また、特定の業務に用いられる情報システムの対応方法に関する文章を生成する必要がある。RAG [8] は AI に最新やオリジナルの情報を追加で学ばせてそれをもとに解答させることで、より精度の高い回答が可能となることが示されている。動画に対するキャプショニング技術と RAG を組み合わせることで、エラー原因の抽出を行い、特定の情報システムに関する対応方法に関する文章を生成することで、さらに柔軟で精度の高い回答を生成する方法を考えた。

3. 調査と提案手法

本研究では、実際にクリニックで発生しているエラーを調査し、注目すべき問題の特定、その解決方法を検討した。クリニックの RPA でエラーが発生しているシナリオのログを分析した。最も頻度が高い時には、1 ヶ月間に 43 回、エラーが発生していた。その期間のエラーメッセージの割合を表 1 に示す。

表 1 エラーメッセージ割合

No	エラーメッセージ	割合
1	一致するウィンドウが存在しない	57%
2	マッチング画像が存在しない	31%
3	指定したウィンドウの識別ハンドルが取得できない	12%

1, 2 のエラーは、GUI の仕様が変更されたことが原因だと

考えられるエラーであり、合計すると 88%となる。そこで、本研究では、GUI の変更が原因となるエラーを AI により、原因の抽出と対応方法に関する文章を生成することが可能であるかの検証を行った。

4. 実験

4.1 実験の概要と目的

本実験は、システムでエラーが発生している状況の動画キャプチャを連続する画像として、画面説明文生成 AI に送信し、RPA のシナリオ中に起こるエラーの原因を画像説明文生成 AI により抽出可能かを検証する。エラー発生原因が正確に特定できた場合を実験の成功基準とする。

クリニックの RPA システムにおけるエラー記録を元に、エラー発生時と同様の状況を再現した模擬データを作成し実験を行った。RPA のシナリオの中でアクセスする外部の Web アプリケーションの画面仕様の変更等により、シナリオの実行が中断されてしまうエラーケースにおいて、正常に画面が遷移するとき、エラーが発生する画面遷移のデータを作成し、それらのデータを画像説明文生成 AI に送信して実験を行った。AI の応答に記載されたエラー原因と対処方法を確認しながら、複数データの送信パターンを用いて実験を実施した。

4.2 実験装置

実験装置の構成を図 1 に示す。本実験では、OpenAI 社の Chat Completions API を使用し、モデルは、GPT-4o を使用した。PC からは、AI の「役割指示」、エラー原因と対処方法を聞く「質問文」、分析する「データ（動画、RPA のマニュアル情報、エラー原因のヒントとなる画像）」を送信し、AI から生成される説明文を「応答」として受信した。

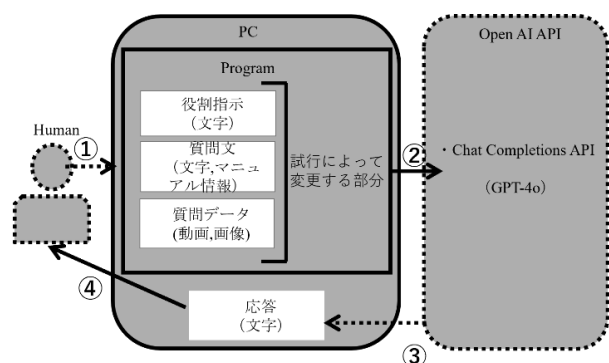


図 1 実験装置

4.3 実験データの作成方法

本実験では、医療用クラウドサービスのページを模した画面を、RPA システムを使って遷移させる様子をキャプチャした動画を使って実験を行った。

画像説明文生成 AI がエラー原因について精度の高い回

答を生成できるように、エラーが発生した際の画面を再現した「エラー発生時の動画」と、エラーが発生せず RPA のシナリオが正常に動作している際の画面を再現した「正常時の動画」の二つの動画を作成し、AI への送信データとした。動画データを AI に送信するに際、データ量を削減するため、一定間隔ごとにフレームを抽出して送信するようにした。本実験では、30 フレーム/秒の動画から 0.3 秒ごとに 1 フレームを抽出し、これを解析データとして使用した(図 2)。このフレーム抽出間隔は、解析の効率性と計算負荷のバランスを考慮して実験的に設定したものである。

動画

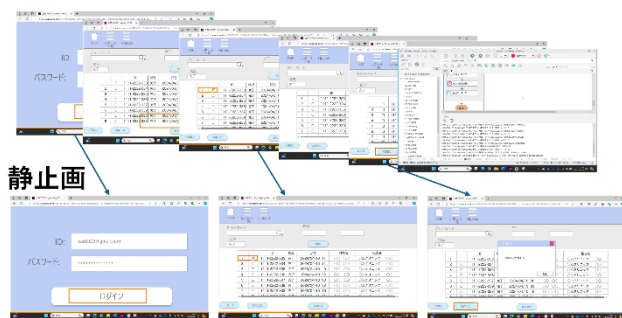


図 2 フレーム抽出イメージ

実際に使用した動画の一部を以下の図3「正常時の動画」で、図 4「エラー発生時の動画」に示す。

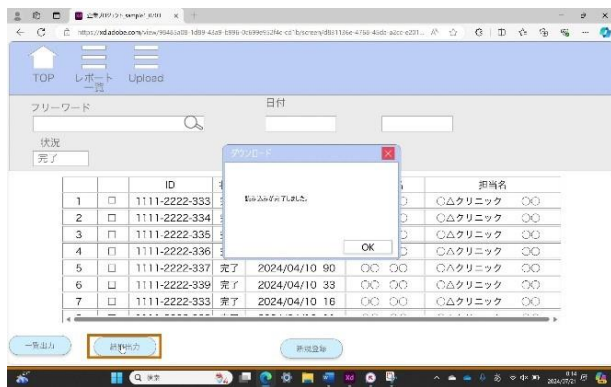


図 3 RPA シナリオ正常終了時の web ページの画面

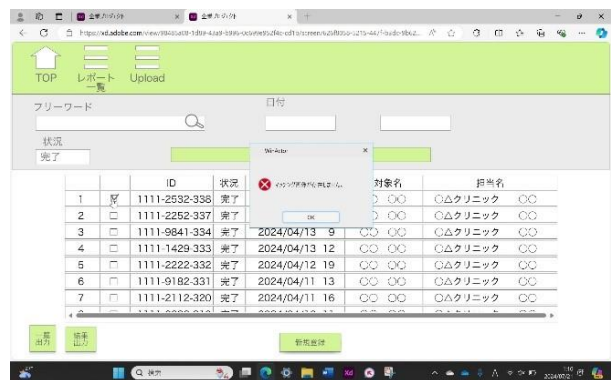


図 4 外部 web アプリケーションの GUI 変更による RPA シナリオエラー発生時の web ページの画面

図 4 の「エラー発生時の動画」では左下の「結果出力」と書かれたボタンを押す際に、ボタンの形を楕円形から四角形に変更し、ボタンの色を青色から緑色に変更した。これにより、RPA がボタン画像のマッチングを行えず、エラーが発生する状況を再現している。

4.4 実験方法

エラー原因と、対応法に関する文生成の性能を調べるため、三つの実験を行った。

1. 正常時の動画とエラー発生時の動画活用した手法

動画と、エラーの内容を導出させる指示のみの質問文を送信した。外部データを用意する必要がなく、エラーケースを問わずにエラーの原因を抽出できる。

2. エラー原因のヒントとなる画像を活用した手法

エラー発生時の動画に加えて、本実験で検証するものと同様のエラー原因を示す画面のキャプチャを入力データと質問文にその詳細を入れる。加えた画像キャプチャのデータを、エラー原因の導出のヒントとすることで、エラー原因の抽出精度の向上を目指す。エラーケースごとにヒントとなるデータを事前に用意し、エラー発生後に適切な画像を選ぶ必要がある。

3. RPA のマニュアル情報を活用した手法

RPA のエラーメッセージと RPA のマニュアル内に記載されているエラー発生時の対応方法に関する文章を利用する。マニュアル内のエラーケースにしか対応できないが、応答文とマニュアルを照らし合わせてエラーの対応をすることができる。同じエラーメッセージでも複数のエラー原因があり、対応方法を適切に選択する必要がある。マニュアルを入力データとして用意しておく必要がある。

5. 実験結果

5.1 汎用的な質問応答形式

正常時の動画データと、エラー発生時の動画データを入力する実験を行った。入力画像と合わせて設定した文字列および、AI からの応答文の抜粋した文を次に示す。

役割指示: あなたは RPA を使用した業務を行っています。エラーの原因を探しています。

質問文: 一つ目の動画はエラーが発生し、シナリオが停止した動画で、二つ目の動画は正常に動作しているものです。二つの動画からエラーの原因を導き出してください。

応答文 (一部抜粋):

動画 1 (エラーが発生した動画)

1. **ログインページの表示**:

正常に表示され、ID とパスワードの入力が行われている。

2. **ID とパスワードの入力**:

- 正常に入力されている。

3. ****ログインボタンのクリック**:**

- 正常にクリックされている。

4. ****データの表示**:**

データが表示されているが、最後に「マッチング条件に合致しません。」というエラーメッセージが表示されている。

エラーの原因

エラーの原因は、動画1の最後に表示される「マッチング条件に合致しません。」というエラーメッセージにあります。このメッセージは、特定の条件に合致するデータが見つからなかったことを示しています。

応答文の「エラーの原因は、動画1の最後に表示される「マッチング条件に合致しません。」というエラーメッセージにあります。このメッセージは...」にあるように、エラーメッセージから合致するデータが画面上に存在しないことを原因として推測しているが、エラー原因がボタンの形状の変更や、色の変更、そのボタンがどれであるかななどの情報は抽出出来ていない。

5.2 エラー原因のヒントとなる画像を活用した手法

5.1 から質問データと質問文を変更して実験を行った。質問データとして動画キャプチャと同じケースのエラーが発生した時と正常時の画像を追加した。



図5 大学ポータルサイトのログインページ



図6 ボタン部分を楕円形加工した画像

質問文: 一枚目の画像と二枚目の画像は、過去に起きたエラーの例でエラーの原因が分かっています。一枚目の画像は正常に動作しているもので、二枚目の画像はエラーが発生した時の画像です。画面右上にある「Web シングルサインオン」という緑

色のボタンを押してログインするというRPAのシナリオを実行している最中です。一枚目の画像のボタンは長方形ですが、二枚目では楕円形になっておりボタンの形が違ってきます。そのためRPAが止まってしまいました。次に送った二つの動画も最初の二枚の画像とは違うシナリオにおいて正常時の様子と、エラー発生時の様子を記録したものです。この二つの動画内のエラーの原因について最初の二枚の画像をヒントに解析してください。一つ目の動画がエラーが発生しシナリオが停止した動画でフレーム数は67つです。二つ目の動画が正常に動作しているものでフレーム数は51つです。「画像マッチング」でエラーが発生しました。「マッチング画像が存在しません。」というエラーメッセージが出ます。RPAのシナリオはオレンジ色の枠線で囲われたボタンで遷移していきます。二つの動画内のエラーの原因について、具体的にどのボタンが押されていて、どのボタンが原因となっているのかも含めて分析して回答してください。

応答文（一部抜粋）:

動画1の解析

****エラー発生**:**

「画像マッチング」でエラーが発生し、「マッチング画像が存在しません。」というエラーメッセージが表示される。

エラーの原因

動画1と動画2の違いを比較すると、以下の点がエラーの原因として考えられます。

1. ****ボタンの形状**:**

動画1では、**エラーが発生した際に「新規登録」ボタンの形状が変わっている可能性があります。**

動画2では、正常に動作している際に「新規登録」ボタンの形状が一致している。

2. ****画像マッチングの失敗**:**

動画1では、RPAが「新規登録」ボタンを認識できず、画像マッチングに失敗している。

動画2では、RPAが「新規登録」ボタンを正しく認識し、正常に動作している。

結論

エラーの原因は、動画1において「新規登録」ボタンの形状が変わっているため、RPAがボタンを正しく認識できず、画像マッチングに失敗していることです。動画2では、ボタンの形状が一致しているため、正常に動作しています。

応答文の「エラーが発生した際に「新規登録」ボタンの形状が変わっている可能性があります。」から、エラー原因としてボタンの形状の変更が有ることが示されるようになったが、原因となる「結果出力」ボタンとは違うものを示している。

5.3 RPAのマニュアル情報を活用した手法

5.1 から質問文を変更して実験を行った。質問文にRPAのマニュアルに記載されているエラーメッセージと、マニュアルに記載された対応方法の情報を追加した。

質問文: 一つ目の動画が正常に動作しているもので、二つ目の動画がエラーが発生し、シナリオが停止した動画です。「画像マッチング」でエラーが発生しました。「マッチング画像が存在

しません。」というエラーメッセージが出ます。RPA のシナリオはオレンジ色の枠線で囲われたボタンで遷移していきます。

次の 5 つの選択肢から失敗の状況に合致する解決策を教えてください。1. 対象画像そのものが変化した場合、イメージ画像を再取得する。2. ウィンドウサイズが異なる場合、ウィンドウサイズを固定化します。3. OS やディスプレイの仕様が異なる場合、環境を揃えます。4. 表示倍率が異なる場合、表示倍率を揃えます。5. マッチ率が高すぎる場合、下げます。

応答文（一部抜粋）：

動画 1 と動画 2 を比較すると、UI の色が異なっていることが確認できます。これは、対象画像そのものが変化したことを示唆しています。したがって、最も適切な解決策は以下の通りです。

****1. 対象画像そのものが変化した場合、イメージ画像を再取得する。****

この解決策により、RPA シナリオが新しい UI に対応できるようになります。

応答文より発生したエラーがマニュアルの 5 つの選択肢の中から期待される項目を導き出している。

6. 考察

6.1 実験結果の考察

5.1, 5.2, 5.3 の三つの実験から正常時の画像とエラー発生時の画像の違いとして、色や形状が変化していることを示す情報の提示は出来るが、シナリオが停止した原因となるボタンを特定し、そのボタンの形状が変化していることまでを詳細にエラー原因として抽出することはできなかった。

5.1 では動画内に表示されているエラーメッセージを読み取り、原因を抽出している。しかし、二つの動画で GUI の変更については言及がなかった。これは、「二つの動画からエラーの原因を導き出してください。」とだけ指示をしたためだと考えられる。

一方、5.2 では、UI の特定の領域が変更されたことを示す文が生成された。これは、予め GUI の変更が原因であるということをヒントとなる画像を使って提示し、AI が GUI の変更に着目した文章を生成するようになった為と考えられる。しかし、言及した GUI は実験データの中でエラー原因として設定していたボタンとは違うボタンであったため、正確に原因となる箇所を特定出来るようにするには、改善が必要である。

5.3 で、ヒント画像は使用していないが、5.2 と同様に GUI の変更について指摘する内容があった。これは、マニュアルの情報を使って 5.1 で原因として出力されていた

「マッチング画像が存在しません」というエラーケースに絞らせたことが要因だと考えた。しかし、GUI が変更されていることを示す内容が回答に含まれるが、エラー原因となる特定のボタンについての言及はなく、この生成文を読んだだけではエラー原因を正確に理解することは出来ない。ただし、マニュアルを使いエラーメッセージに対する対応方法の選択肢を加えることで、正しいエラーの対応方法を選んで文章を生成している。

6.2 導入効果と課題

最も高い頻度でエラーが発生した時期は、月に 43 回、日に 1 度以上のエラーが発生していた。その中の約 88% が外部システムの GUI 変更が原因となるエラーである。シナリオは定期的に行われるため、同様のエラーを繰り返し発生していると考えられる。この期間は、業務の自動化が出来ない為、代替でして人が作業を行うことに加え、エラー発生時の事後対応も必要となる。こうした GUI を変更したことが発端となっているエラーの原因を特定し、現場で対応できるようにすることが出来れば、問題発生初期に修正することが出来る。そうすることで、以降に発生しうるエラーを未然に防ぐとともに、本来は必要とされていない代替した人手による作業や、エラー対応業務が削減される。こうした軽微の問題は日常的に発生することが考えられる。

一方で、正しいエラー原因と対応方法を抽出するためには、エラー発生時の様子に加え、原因特定のヒントとなる情報や、対応方法を示す情報を加える必要があることが実験により確認された。AI に対して新たに入力に必要な情報の準備が必要となる事は、利用現場の負担となる。情報システムを利用した普段の業務の中で作成される情報を利用できるようにすることが期待される。

今回の実験で使用しているマニュアルは、システム利用者に配布される。このマニュアルから AI が正しく対応方法を提示するために、見るべき箇所、指定する範囲について、今後実験を行い検証する必要がある。さらに、役割や、エラー要因、対応方法の提示を求めるテキストプロンプトについては、汎用的なもの、エラー事象別、もしくはエラー事象を観察しているユーザに何らかの情報を入力させるなど比較して検証する必要がある。

また、使用する情報システムが RPA の場合、シナリオに組み込むことで、入力自動化の可能もある。正常動作時の画像・動画、エラー発生時の画像・動画も同様に自動化し収集、入力することが考えられる。しかし、それ以外の情報システムへの拡張を考えた場合、そうした情報を新たに入力自動化するシステムを考える必要がある。情報システムに関する専門的な知識を持たない人が、日常的に使用することを前提とし、単純なシステムが求められる。

7. まとめ

クリニックでは DX を推進するため定型業務を自動化する RPA が導入されているが、外部システムの仕様変更等により、頻度が高い月には 43 件のエラーが発生していた。情報システムに関する専門的な知識を持たない職員だけでは、エラー対応を行うことは困難となり、問題に対応するための作業が発生することが問題となっていた。そこで、専門的な知識の部分を AI に任せ、エラー原因の抽出と、対応方法を提示することで、現場職員の対応に対する負担軽減をするシステム構築を目指している。本実験では正常動作時の GUI の画面遷移と、エラー発生時の画面遷移の動画を比し AI を用いてエラーの原因抽出とその対応方法に関する文章生成をする検証を行った。エラー原因の抽出においては、GUI の変更が原因だということを示す文が生成されることを確認出来た。しかし、シナリオ停止の要因について詳細な変更箇所の指摘については課題がある。エラーの対応方法については、与えたマニュアルの情報から場面に合ったものを選択されることを確認した。マニュアルやヒントとなる画像など準備についてユーザの負担にならない方法の検討が今後の課題である。

参考文献

- [1] “企業活動における利活用の動向”, 2022, 情報通信白書第 2 部第 8 節 2, 総務省.
- [2] W. M. P. van der Aalst, M. Bichler and A. Heinzl.. Robotic Process Automation, Business & Information Systems Engineering, 2018, vol. 60, no. 4, pp. 269-272.
- [3] 「RPA 導入失敗の理由・事例と導入成功のための 5 つのポイント」 https://winactor.com/column/about_rpa_10/, (参照: 2024-12-10)
- [4] 「病院のニーズに合致したローコード開発のロボオペレータ RPA により、医療現場の DX・働き方改革を推進」, <https://service.is-c.jpn.panasonic.com/case/174>. (参照: 2024-12-10)
- [5] M. D. Z. Hossain, F. Sohel, M. F. Shiratuddin and H. Laga.. A Comprehensive Survey of Deep Learning for Image Captioning, ACM Comput. Surv., 2019, vol. 51, no. 6.
- [6] 藤岡空生ほか. 画像説明文生成 AI を用いた情報システムのエラー原因の抽出, 2024, 画像電子学会 第 309 回研究会 講演予稿, pp. 25-28.
- [7] K. Lin, et al.. Mm-vid: Advancing video understanding with gpt-4v (ision), 2023, arXiv preprint arXiv:2310.19773.
- [8] P. Lewis, et al.. Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP tasks」, 2020, Proc of the NIPS '20, pp. 9459 - 9474