生成 AI を用いた漢字を正しく書くための学習を支援するツールの提案と開発

鎌田真央[†1]　加藤直樹[†2]

概要：現在の漢字指導では形の細部に過剰な注意が向けられ，本来であれば問題にならない違いによって漢字の正誤が決められている傾向にあることから，漢字学習に対して苦手意識や学習意欲の低下などが懸念される．本研究では生成 AI を活用し，学習者の書いたストロークデータを基に，字形を損なう誤りを判定する手法を提案し実装を行った．検証の結果，筆点列座標や変位などはそれぞれ明確な役割を果たし，誤り指摘に有効であり，適切なフィードバックを提供する可能性が示された．

1. はじめに

1.1 研究背景

GIGA スクール構想が実現され，令和４年度末時点で全 1,812 自治体の内，1,810 自治体等で全ての児童生徒が学習者用端末を活用できる環境の整備が完了している[1]．これにより，教育の情報化，さらには DX が進められており，教員はデジタルドリルなど様々なツールを活用し，子どもの実態に応じた適切な支援を行う必要があるとされている．

「GIGA スクール構想のもとでの校務 DX 化チェックリスト」によると，公立小中学校において，“宿題をクラウドサービスやデジタルドリル教材を用いて実施・採点していますか”という質問に対して，一部していると回答した学校が 77.3%，児童生徒一人一人に配備された PC・タブレットなどの端末を持ち帰って家庭で利用させていると回答した学校が 82.9%となっており[2]，学習者は場所や時間を問わず学習に取り組むことが可能となってきている．

デジタルドリルを使用する学習のひとつとして漢字学習がある．漢字学習では，漢字の形，読み方や意味，筆順などの指導が行われる．正しい漢字の評価について常用漢字表の字体・字形に関する指針では，手書き文字と印刷文字の表し方には習慣の違いがあり，一方だけが正しいのではない，字の細部に違いがあっても，その漢字の骨組みが同じであれば，誤っているとはみなされないとされている．しかし現状の漢字指導では，文字の細部に必要以上の注意が向けられ，本来であれば問題にならない違いによって，漢字の正誤が決められる傾向が生じており，字体や字形についての周知が不十分であるとされている[3]．学習者の文字の個人差なども誤りとされる，とめ・はね・はらいなどの字形に関する指導も細かく行われるなど，正しい漢字の評価は曖昧なところがあり，結果として，学習者の学習意欲の低下や，主体的に学ぶ姿勢を妨げることが懸念される．

既存のデジタル漢字ドリルでは，パタンマッチングや機械学習を用いて画数や筆順，文字の始点や終点などの誤りの指摘が行えるが，突き出しの有無や，曲がり具合，線の長さの偏りなど，字形を大きく損なうような漢字の誤りに対して指摘を行うことが難しいといった課題がある．ここで，大規模言語モデル（Large Language Models）で構成される生成 AI は，空間と時間の線形表現を理解することが発見されており[4]，これと関連して筆記した字形を定義する筆跡の座標点列を理解できる可能性がある．座標点列の理解を通して正しい字形について判定することができれば，誤り部分を明確にし，学習者の様々な字形に対応した適切なフィードバックを行うことができる可能性がある．

1.2 研究の目的

本研究では，学習者が書いた様々な字形の漢字に対して，字形を大きく損なうような誤りの指摘を行う漢字学習教材の実現を目標として，生成 AI を用いて漢字の誤りを判定・指摘する手法について提案する．

2. 関連研究と製品

2.1 スマイルゼミ

学習者の書いた漢字に対し，どの部分が正しくないかを指摘することのできるツールとしてジャストスマイルが提供するスマイルゼミがある．このツールでは，画数や筆順，文字の始点や終点等の誤りを指摘することができる．しかし始点と終点が正しい位置であれば途中どのように文字を記述しても正しいとされてしまう．また，お手本アニメーションと比較し学習者がどのように文字を記述したかを確認する機能がある．

2.2 iLabo 書字学習システム

漢字書字のきれいさを判定できるツールとして，iLabo 書字学習システムがある．これは，リアルタイムで画数・筆順を高速・高精度で判定し，多様な項目で文字の「きれいさ」

†1 東京学芸大学教育学部初等教育教員養成課程情報教育選修
†2 東京学芸大学

© 2025 Information Processing Society of Japan.

を判定する．また閾値を設定することで判定のレベルを使用者に合わせて調整することができる．しかし，これらの判定は，漢字の字形を大きく損なわない誤りに関する指摘であり，本来問題にならない違いによって正誤が決められている．

2.3 関連研究

堀田らは，小学校 3-6 年生を対象として漢字書き取りテストを実施し，児童の解答を 15 の誤答パターンに類型化した．小学校教員に対して漢字書き取りの採点時に類型化した誤答パターンをどのぐらい重視しているのかについて調査したところ，「つけるべき所を離している」，「はねるべき所を止めている」という誤答が多かったのに対し，教員はていねいさに対する項目を重要視して採点を行っていた．これらの結果から，漢字書き取りのためのデジタル教材における判定機能には判定を優性すべきではないものもあること，児童に対するフィードバックについて検討が必要であること，判定した誤答に対して正答を提示できる機能が必要であることが示唆された．

3. 手書き漢字の誤りを判定する手法の設計

3.1 正しい漢字と漢字の誤りの定義

本研究において「正しい漢字」とは，堀田らが類型化した誤り[5]の中から，とめ・はね・はらいに関する誤りと異字となる項目を除外した「漢字の字形を損なう可能性のある誤り」がないものとする．常用漢字表の字体・字形に関する指針においても，とめ・はね・はらいの有無は，個人の字形によって異なり，漢字の誤りとされる字形の誤りとは言えないことが示されており，正しい漢字の判定には用いないこととする．

次に，この正しい漢字の字形を損なうことになる「漢字の誤り」を記す．

- つけるべき所を離している．
- 離すべき所をつけている
- 短くすべき所を長くしている．
- 長くすべき所を短くしている．
- 突き出すべきでない所を突き出している．
- 曲がるべき所を丸く書いている．
- つなげてはいけない所をつなげて書いている．
- 方向がまちがっている．

3.2 判定手法の基本設計

既存のデジタル漢字ドリルでは，機械学習を用いて画数や筆順，文字の始点や終点などの誤りの指摘が行える．しかし，とめ・はね・はらいなどの筆跡の個人差などの要因から突き出しの有無や，曲がり具合，線の長さの偏りなど字形を大きく損なうような漢字の誤りに対して指摘を行うことが難しいといった課題がある．また，従来の機械学習モデルでは，誤り判定や指摘の精度を向上させるために大量の学習データや特徴量の設計が必要であり，データ収集や前処理に多くの時間と労力を要する．

そこで本研究では，字形を大きく損なう可能性のある突き出しの有無や線の長短，数，向きを，生成 AI を利用して判定し，指摘することを目指す．

大規模言語モデルは事前に学習された汎用的なモデルであるため，漢字の筆跡データや正解データを少量与えるだけで，ストロークの特徴や字形の誤りを判定・指摘を行うことが期待できる．

学習者が書いた手書き漢字の誤りの判定・指摘を，生成 AI を用いて行うためには手書き漢字を表す入力データ，入力データに対して正確な誤りの指摘を行うための正解データ，及びそれらを用いて漢字の誤りを指摘できるプロンプトが必要となる．次節からこれらの設計について述べる．

3.3 入力データ

学習者が書いた手書き漢字の誤りを判定・指摘するためには，その手書き漢字を表すデータ群が必要となる．具体的なデータとしては，漢字の構造や筆跡を表すために必要な画数，筆点列座標，変位，速度，加速度，筆圧，文字認識照会結果を候補として選定した．各データの詳細について次に示す．

(1) 画数

手書きで書かれた漢字のストローク（漢字を書く際に，ペンや指を画面から離さずに書かれる一つの連続された線）の数を画数として生成 AI に渡すデータとする．画数は手書き漢字のストロークをグループ化し，それぞれのストロークを生成 AI に線として正しく認識させるために必要と判断した．

(2) 筆点列座標

手書きで書かれた漢字の画数分のストロークを構成する筆点の座標を生成 AI に渡すデータとする．筆点列座標は，手書きされたストロークを構成する筆跡の座標データであり，各ストロークの形状や位置関係を評価するために必要と判断した．

(3) 変位

筆点列の連続する二点の距離（ベクトルの長さ）を変位として生成 AI に渡すデータとする．変位は，ストロークの方向や動きの特徴を評価するために必要と判断した．

変位d_nは，n 番目の点の座標(x_n, y_n)と n+1 番目の点の座標(x_{n+1}, y_{n+1})を用いて,次の計算式で求める．

$$d_n = \sqrt{(x_{n+1} - x_n)^2 + (y_{n+1} - y_n)^2}$$

(4) 速度

漢字学習教材に記述された筆跡の速度を生成 AI に渡すデータとする．速度は，筆記動作の特徴を捉えるための補助情報として必要と判断した．

前述した変位を次式のように，各点が筆記された時間の差分である経過時間Δtで割ることで，速度$v_n[px/s]$を求める．

© 2025 Information Processing Society of Japan.

$$\Delta t = \frac{t_{n+1} - t_n}{1000}, v_n = \frac{d_n}{\Delta t}$$

(5) **加速度**

漢字学習教材に記述された筆跡の加速度，つまりペンや指が触れた位置の移動速度の変化率を生成 AI に渡すデータとする．加速度も，筆記動作の特徴を捉えるための補助情報として必要と判断した．

前述した速度を用いて，加速度$a_n[px/s^2]$を求める．

$$a_n = \frac{v_{n+1} - v_n}{\Delta t}$$

(6) **筆圧**

筆圧としてペンが画面に及ぼす圧力を生成 AI に渡すデータとする．圧力は 0 から 1 の範囲で値を取り，0 を最低値，1 を最大値とする．

(7) **文字認識照会結果**

手書き漢字がどの「漢字」であるかとして，文字認識の結果，及びその結果が書くべき漢字であったかの正誤を生成 AI に渡すデータとする．これにより既存のデジタルドリルでは正解とされてしまうような字形の誤りに対してもより詳細な指摘ができるようになることが期待される．

3.4 正解データ

学習者が書いた手書きの漢字の誤りを判定・指摘するために比較対象となる正解漢字を表すデータ群が必要となる．このデータ群の候補として，正解漢字，画数，正解漢字の筆点列座標，正解漢字の画像を選定した．

(1) **正解漢字**

学習者が漢字学習教材を使用する際，書くべき漢字を「正解漢字」として生成 AI に渡すデータとする．このデータは，学習者の書いた漢字と正解漢字を照らし合わせ，誤りを判定するために必要だと判断した．また正解漢字を参照することで，生成 AI が漢字の正誤を的確に判定し，学習者へ適切なフィードバックを行うことが期待される．

(2) **画数**

正解漢字の画数を生成 AI に渡すデータとする．学習者が書いた漢字の画数と正解漢字の画数を照らし合わせ，画数が異なる場合に誤りがあるという指摘を行うことが期待される．

(3) **正解漢字の筆点列座標**

正解漢字を構成する画数分のストロークの筆点列座標を生成 AI に渡すデータとする．学習者が書いた漢字と正解漢字の筆点列を渡すことで，生成 AI が漢字をストローク単位で認識し誤りを指摘することが期待される．

(4) **正解漢字の画像**

正解漢字の画像を生成 AI に渡すデータとする．学習者が書いた漢字のストロークと画像を照らし合わせ，画像との違いから字形を大きく損なう誤りについて指摘することが期待される．

3.5 プロンプト

学習者が書いた漢字を表す入力データと正解データから，漢字の誤りを判定・指摘を行うための，生成 AI に与える命令であるプロンプトに必要な要素を次に示す．

(1) **生成 AI の役割**

生成 AI がフィードバックを行う役割であることを伝える．これにより生成 AI の役割を明確にし，求められる機能や振る舞いを限定し，プロンプト設計の際に，指示の焦点を定めることができることが期待できる．

(2) **目的**

生成 AI は多様なタスクに対応できる汎用的なモデルであるため，漢字の誤りを効率的かつ正確に特定し，学習者に必要な情報や指摘を適切に提供させる必要がある．これにより余分な処理を省き，学習者に必要な情報を提供することが期待される．

(3) **入力データについて**

入力データを明確に定義することで，生成 AI が学習者の筆跡の特徴を正確に把握し，誤りのある箇所を適切に指摘することが期待される．

入力データとは，学習者が書いた漢字のストロークデータやその漢字の文字認識照会結果などの，筆記よって得られるデータであり，生成 AI が誤りを判定するための分析対象である．

(4) **正解データについて**

生成 AI が学習者の漢字が正しいか判定する基準として明確に定義する必要がある．これを基に，誤りのある箇所を特定し，どのように修正すべきかをフィードバックすることが期待される．

正解データとは，本ツールが持つ正しい漢字に関する情報であり，生成 AI が入力データとの比較を行う基準となる．

(5) **評価条件**

生成 AI がどの基準に基づいて，漢字の正誤，誤りの箇所を判定するかを示すために必要である．評価基準を明確にすることで，生成 AI からの出力に一貫性を持たせ，学習者にとってわかりやすいフィードバックを行えるようになることが期待される．

(6) **観点**

生成 AI が誤りを指摘する際に使用する字体を大きく損なうような誤りの具体例を示すために，必要であると判断した．観点を明確にすることで，生成 AI が誤りの特定に際して，曖昧さを排除し，具体的かつ適切な指摘を行うことが期待される．

(7) **出力形式**

生成 AI が提供するフィードバックの形や表現を指示する必要がある．これにより学習者に伝わりやすい表現や一貫した形で学習者にフィードバックを提供することが期待される．

© 2025 Information Processing Society of Japan.

4. 判定に有効なデータの検証

4.1 漢字誤り指摘ツール

提案した生成 AI による誤り判定手法を検証するために，それを実装したツールを作成した．

本ツールは OS を限定しないために，Web アプリケーションとした．また，本ツールは Visual Studio Code を用いて開発を行った．開発言語は，JavaScript，HTML，CSS を使用した．誤りの判定の流れを図 1 に示す．実装に当たり，文字の誤りを判定・指摘する生成 AI として，Open AI の GPT-4o API，文字認識エンジンには，Cloud Vision API を採用した．

本ツールの画面構成を図 2 に示す．画面上の漢字練習用マス（①）に文字を書き込み，採点ボタン（②）を押すことで，フィードバックコンテナ（③）に誤りの指摘が表示される．

4.2 検証方法

提案した生成 AI による誤り指摘手法の検証を行うために，候補として選定した各データを渡す場合と渡さない場合で，生成 AI が行うフィードバックの内容の違いを調査した．フィードバックの内容によって，各データが有効なデータであるかを次節以降で述べる．なお，本検証で用いたプロンプトを 図 3 に示す．今回，プロンプトの妥当性の検証は行わなかった．

4.3 入力データの検証結果と考察

(1) 画数

画数を入力データとして渡した場合，何画目に誤りがあるかについて指摘を行えた．一方で，画数を渡さない場合は，座標を用いて指摘を行っていたが，学習者は誤り箇所のおおよその位置しかわからず誤り箇所が曖昧になることが考えられる．

これらの結果より，画数を入力データとして生成 AI に提供することで，誤り箇所を明確にすることができることが確認できたため，画数は有効な入力データであると言える．

(2) 筆点列座標

筆点列座標を入力データとして渡した場合，ストローク同士のつながりに関しての指摘を行っていた．一方で，筆点列座標を渡さない場合は，ストロークごとの変位や速度，加速度などから指摘を行っていた．速度や加速度の変化による指摘から字形を損なう誤りを学習者が判断し，修正するのは難しい．

図 1 誤り指摘の流れ

これらの結果より，筆点列座標は有効な入力データであると言える．

(3) 変位

変位を入力データとして渡した場合，ストロークの向きについての指摘を行えた．一方で変位を渡さない場合は，何画目に誤りがあるという指摘のみで座標だけを用いて指摘を行った際と同様に，ストローク同士のつながりに関して指摘を行っていたが，ストロークの向きに関する指摘は行えなかった．

これらの結果より，ストロークの向きについて指摘を行える変位は有効な入力データと言える．

(4) 速度

速度を入力データとして渡した場合，筆記動作の速さや変化に基づいて，とめ・はね・はらいなどの字形を大きく損なう誤りではない特徴が指摘された．一方で速度を渡さない場合は，主に画数や座標に関する誤り箇所の指摘が行われていた．

これらの結果から，速度を入力データとして生成 AI に提供することは誤りの指摘が過剰になる可能性があり，精度が減少することが考えられるため，有効なデータとは言えない．

(5) 加速度

加速度を入力データとして渡した際には，速度を入力デ

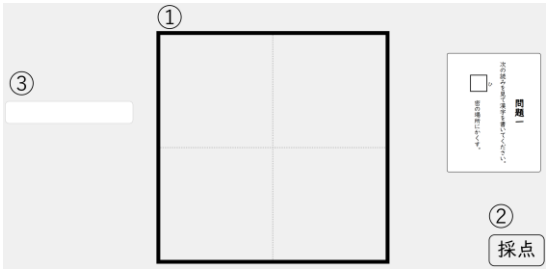

図 2 画面構成

あなたは、小学校の国語教師です。以下の指示に沿って、小学生に漢字の誤りをフィードバックしてください。
#目的:漢字の誤りを指摘する。
#条件:
・正解の漢字のデータとユーザーが書いた漢字（ストロークデータ）を比較し、ストロークデータの中で正解の漢字の字形を損なう重大な誤りがあれば、誤りのある画のみ指摘してください。
・誤りの指摘には明確な根拠を持って、一貫性のある指導をしてください。
・漢字の基本的な字形を崩すような重大な誤りがない判断したら褒めてください。
・誤りの種類は観点を参考にすること
・ 各ストロークの詳細データは以下の形式で提供されます:
- 各ストロークは複数のデータポイントで構成されています。
- データポイントには、画数（stroke Count）、時間（time）、X 座標（x）、Y 座標（y）、変位（Displacement）、速度（Velocity）、加速度（Acceleration）、筆圧（pressure）が含まれます。
- 画数ごとに配列に分け、各画には複数のデータポイントが含まれます。
・ 指摘は簡潔かつ具体的にしてください。(30 字以内)。
・ 小学生にもわかりやすい文章にしてください
・特に何画目（数字）が違うかを伝えてください
#観点：
・基本的な漢字の形を重要視し、厳しすぎないように。よくできたときはしっかりと褒めるようにしてください。
・部首やつくり
・線の長短、数
・線の向き（上から下、左から右）
・特に以下の点は、文字の字体を大きく損なう可能性がある誤りですので重要視してください。
1．つけるべき所を離して書いている．
2．離すべき所をつけて書いている．
3．短くすべき所を長くしている．
4．長くすべき所を短くしている．
5．突き出すべきでない所を突き出している．
6．曲がるべき所を丸く書いている．
7．つなげてはいけない所をつなげて書いている．
8．方向がまちがっている．
#出力形式：箇条書き

図 3 プロンプト

© 2025 Information Processing Society of Japan.

ータとして渡した際と同様に，加速度の変化に基づいて，とめ・はね・はらいなどの特徴が指摘された．一方で，加速度を渡さない場合でも，主に画数や座標に関する誤り箇所の指摘が行われていた．

これらの結果から，加速度を入力データとして生成 AI に提供することは，学習者に対するフィードバックを過剰にし，適切な指摘を妨げる可能性があるため，有効なデータとは言えない．

(6) 筆圧

筆圧を入力データとして渡した際には，筆記時の力加減に基づいて，とめ・はね・はらいなどに関する指摘が多く見られた．しかし筆圧の強弱字形を大きく損なう誤りに直結するとは言い切れず過剰な指摘により学習者に不要な修正を促す可能性が考えられる．一方で，筆圧を渡さない場合でも，主に画数や座標に関する誤り箇所の指摘が行われていた．

これらの結果から，筆圧は入力データとして有効なデータとは言えない．

(7) 文字認識照会結果

文字認識結果と正解漢字との正誤を渡すことで，正解と判断された漢字の中でも字形を損なうような誤りを指摘することが可能であった．一方で文字認識結果を渡さなかった場合，ストロークデータから記述された漢字を特定することは難しく，誤りの指摘以前に文字の判別自体が曖昧になる傾向が見られた．

これらの結果から，正誤は入力データとして有効なデータであると言える．

4.4 正解データの検証結果と考察

(1) 正解漢字

正解漢字を正解データとして渡すことで，学習者が書いた漢字を特定し，誤りの指摘を行う．一方で正解漢字を渡さない場合は，学習者が書いた漢字の正誤を判定することができない場合が多かった．

これらの結果から，正解漢字は入力データとして有効なデータであると言える．

(2) 画数

正解漢字の画数を正解データとして渡した場合では，画数からその漢字を予想し，画数の誤りについての指摘を行っていた．つまり，「しんにょう」などの，続けて記述しても大きく字形を損なわない誤りに関して指摘を行っていた．一方で画数を渡さなかった場合，画数以外の字形を損なう誤りについて指摘を行っていた．

これらの結果から画数を正解データとして渡すことは，字形を損なう誤りを指摘することに関しては有効なデータとは言えない．

(3) 筆点列座標

正解漢字の筆点列座標を正解データとして，生成 AI に渡した際には，ストロークの差分から突き出しや線の向きについて指摘をすることが可能であった．一方で，筆点列座標を渡さなかった場合，学習者の書いた漢字を基に生成 AI が突き出すべき箇所や線の抜けについて判定することは難しく，指摘に明確な根拠を欠いた内容が含まれた．

これらの結果から，筆点列座標を正解データとして渡すことで学習者に対して根拠を持った指摘を行えるため，筆点列座標は有効なデータと言える．

(4) 正解漢字の画像

画像を正解データとして渡した場合では，突き出しなどに関する指摘を行うことが可能であったが，線の向きなどについて指摘を行うことは難しかった．一方で，画像を渡さなかった場合，座標点列を渡したときと同様に，突き出しや線の向きなどについて指摘を行っていた．

これらの結果から，画像を正解データとして渡すことで画像が明確な役割を果たしているとはいえず，必要なデータの数を増やす原因となりうるため，有効なデータとは言えない．

4.5 検証のまとめ

入力データとして提供する画数，筆点列座標，変位，文字認識照会結果はそれぞれ明確な役割を果たし，誤り箇所の正確な特定や指摘内容の具体性を向上させる点で非常に有効であることが確認された．一方で速度，加速度，筆圧といったデータは誤りの指摘を過剰にする傾向があり，学習者に不適切な修正を促す可能性があるため生成 AI に渡すべきデータとしては適切ではないと考えられる．これらのデータが字形を損なう誤りに直接的に寄与するとは言い難く，誤り指摘の精度を下げる可能性が高い．

次に正解データとして提供すべきデータとして正解漢字，筆点列座標が重要な役割を果たすことが示された．正解漢字を基準とすることで学習者が書いた漢字の誤りを評価することが可能となるが根拠のない指摘を防ぐためには筆点列座標のような詳細なデータの併用が必要である．

5. AI 指摘漢字ドリルの開発

提案した生成 AI による誤り判定手法を実装するとともに，漢字学習を支援するための機能を実装した AI 指摘漢字ドリルを開発した．本ドリルは OS を限定しないために Web アプリケーションとした．また，Visual Studio Code を用いて開発を行った．開発言語は JavaScript，HTML，CSS を使用した．

(1) ログイン機能

ログイン機能の実装には Amazon Cognito を利用して学習者の認証情報を管理した．本機能は，学習者の進捗や履歴を個別に保存・取得するための認証基盤を提供する．Cognito の User Pool を利用し，ユーザーの登録，ログイン，及びトークン管理を行った．

(2) 書字機能

画面上の漢字練習用マスに文字を書き込めるよう

© 2025 Information Processing Society of Japan.

HTML5 の canvas 要素を用いて実装した. 学習者のドラッグ動作に応じて，筆跡データを記録しながらリアルタイムでキャンバスに描画を行う.

(3) Undo/Redo 機能

学習者が書いた漢字を修正できる機能として，筆跡単位で消去，消去の取り消しを可能とする Undo 機能と Redo 機能を用意した．Undo/Redo 機能は，HTML5 の canvas 要素と JavaScript を用いて実装した．描画内容の履歴を管理するためにスタック構造を採用し，操作の取り消しとやり直しを実現した.

(4) 全消し機能

学習者が最初から書き直したい時のために，書字機能で書いているすべての筆跡を消す機能を用意した．Undo 機能により初めからやり直す場合，学習者は何度も同じ操作を繰り返す必要があるが，この機能を使用することで一回の操作で漢字の書き直しが可能になる．全消し機能の実装には Canvas API を利用してキャンバスの内容を初期化する方法を採用した．この機能により，Undo や Redo などのスタックやストロークデータも初期化される.

(5) 誤り箇所指摘機能

学習者が自らの漢字の誤りを理解し修正を行う助けとするため，誤り判定手法で判定した誤り箇所を視覚化する機能を提供した. 誤り箇所視覚化機能の実装には JavaScript と HTML5 の Canvas API を使用した．生成 AI による誤り指摘結果を受け取り，正規表現を用いて数字を抽出する. 誤りをフィードバックコンテナに表示すると共にこの数に対応するストロークをハイライトすることで誤り箇所を視覚化する（図 4）.

(6) なぞり書き機能

正しい漢字を学習者に理解させるために，なぞり書き機能が必要である．なぞり書き機能の実装には HTML5 の canvas 要素を使用し正解漢字を透かし文字として表示する仕組みを構築した. 正解漢字は HTML の data-kanji 属性から取得し，「UD デジタル教科書体 NK-R」で表示される．透かしの描画には，Canvas API を活用し，キャンバスの大きさに合わせて示されるよう設定した.

(7) 一覧表示機能

学習者ごとのデータを管理し，これまでの学習について蓄積し，それを確認する機能として一覧表示機能を提供した．一覧表示機能では，学習者が書いた漢字を AWS S3 で保存する．キャンバス画像，フィードバック，日時，採点結果のデータを学習者ごとに表示する（図 5）.

6. おわりに

本研究では，学習者が書いた様々な字形の漢字に対して，字形を大きく損なうような誤りの指摘を行う漢字学習教材の実現を目標として，生成 AI を用いて誤った漢字を判定・指摘する手法について提案した．本稿では，生成 AI を用いた誤り判定手法の設計と学習者にとってその指摘が容易に理解できるような機能の実装について示した.

今後の課題として，誤り判定の精度向上を図るとともに，開発したドリルを実際の教育現場で使用してもらうことを通して評価を進めていきたい.

参考文献

[1] “文部科学省：義務教育段階における 1 人 1 台端末の整備状況（令和 4 年度末時点）”. https://www.mext.go.jp/content/20230711-mxt_shuukyo01-000009827_01.pdf, (参照 2024-12-20).
[2] “文部科学省：GIGA スクール構想のもとでの校務 DX 化チェックリスト”. https://www.mext.go.jp/content/20240402-mxt_jogai01-000033278_01.pdf, (参照 2024-12-20).
[3] “文化庁：常用漢字表の字体・字形に関する指針（報告）“. https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkashingikai/kokugo/hokoku/pdf/jitai_jikei_shishin.pdf, (参照 2024-12-20).
[4] “Wes Gurnee , Max Tegmark：LANGUAGE MODELS PRPRESENT SPACE AND TIME”. https://arxiv.org/pdf/2310.02207, (参照 2024-12-20).
[5] “堀田龍也・中沢美仁・長勢美里・山口直人・高橋純：「小学生の漢字書き取りにおける誤答の分布及び教員の採点における重要度に関する分析」（2015）”. https://office.microsoft.com/ja-jp/, (参照 2024-12-20).

図 4 誤り箇所視覚化機能

図 5 一覧表示機能

© 2025 Information Processing Society of Japan.