

デジタルペンの筆記特性を利用したデジタルノート再構成支援

工藤 良[†] 三浦 元喜[‡]

デジタルな文章が普及する中、現在でも手書きの筆記を利用する人々が多い。それは、手書きの方が文章を作成する時間が短くて済むというメリットがあるからである。しかし、手書きの場合は短い時間でメモとして書けば書くほど文字の大きさや位置、バランス等が損なわれ、文章の読みにくさに繋がってしまう。そこで、我々はそうした問題を解決するために、デジタルペンの筆記特性を用いたデジタルノート再構成支援の提案を行った。本論文では、デジタルノート再構築支援のための概要とデジタルノートの再構築を支援するための文章の調節機能、アウトライン機能、部分的自動補正機能、線の太さ調節機能、装飾機能、文章の移動機能について述べる。

Support for Digitized Note Reconstruction Utilizing Characteristics of Digital Pen Writing

RYO KUDO[†] MOTOKI MIURA[‡]

During the spread of digital texts, people still often use handwritten writing in daily life. Because there is a merit that takes less time to write handwritten text. However, the size and position of the handwritten letter by writing a note to write about in a short time, such a loss of balance, would lead to the readability of the text. To fulfill these requests, we propose digital notebook editing methods for reconstruction assistance according to the characteristics of the digital pen writing. In this paper, the regulatory function of the text to support the reconstruction of a digital notebook and an overview of assistance functions to rebuild the digital notes, adjustment of line width, moving border additional function, text move function, auto-correction part feature, and an outline feature.

1. はじめに

近年、様々なデジタル化が浸透していっている中、ノート作りにおいてはまだまだキーボードでの入力よりもペンで入力を行った方が、メリットが多い。メリットの一つとして、ノート作成を素早く行えることが挙げられる。当然、図形を描画する場合などは手書きのペン入力の方が速く書くことができる。その利点を用いて、辰川らもキーボードとペンを併用するノートエディタを研究した[1]。しかし、素早くメモを取るようにノートを作成した場合、急いで文章や図形を書くことになるため、見にくい文章になってしまうことがある。見にくい文章とは、文字の大きさや太さ、バランス等が損なわれている状態である。そのような状態は、手書きのノートの読みやすさを低減させてしまう原因となる。

では、見やすい文章とはどのような文章であろうか。それは、文頭を揃えるということや余白を大胆にとるといった、いくつかの法則に従った文章であると太田

[2]は述べている。

論文やレポートなどのように、他人が閲覧することを前提とした整った文章とは異なり、ノートは作成者自らが見直しする際に理解できるような文章であれば良い。ノートを書く作業によって、情報のより深い理解や記憶を助けることと、後で読み返したい文書として残すということが、ノートを書く主な目的である[3]。

しかし、ノートに手書きで書いてただけでは、自らが見直したときに見にくいものとなっている可能性がある。ここで我々は、手書きのメリットを残したまま、それをなるべく簡便な操作と短い時間で見直しやすく読みやすいものにするのを考えた。そのために我々は、デジタルペン (digital pen) というものを用いる。デジタルペンを用いると紙に書いたものを送信するだけで簡単にデータにできるというメリットがある。それが、デジタルペンの筆記特性であり、その特性を利用して、デジタルノートの再構成を支援するためのいくつかの機能と、それを備えたシステムを提案する。

この機能は大きく分けて「再構成」と「振り返り」という二つで構成される。まず、自らを書いたノートの文章が文字のサイズに乱れがあることで、見にくい文章になってしまっている場合は、文章の「再構成」

[†] 九州工業大学 工学部 総合システム工学科
Integrated System Engineering Kyushu Institute of Technology

[‡] 九州工業大学 基礎科学研究系
Department of Basic Sciences, Kyushu Institute of Technology

を行う。この「再構成」は、自動で行うことを理想とする。「再構成」が完了すると、「再構成」したものが納得した位置や文字サイズになっているかを確認しながら、それらの文章の「振り返り」を行う。これらは文章を読み進めながら行うことが理想であるので、主に手動で操作を行う。

この機能を用いると、手書きの良さを活かしつつ、我々がノートを見直すときに理解しやすいノートを構成することが可能となり、ノートの再解釈を容易にしたり、記憶力の向上につなげることができる。

2. 関連研究

2.1 知覚的解釈を促すノートツールの研究

中村らによる知覚的解釈を促すノートツールの研究[4]では、メモをとるようにキーボード入力を行うことができる。それを実現するにおいて、テキストボックスの自動配置やコマンドの「どつき実行」を提案している。これらの機能により、時間を短縮でき、シンプルながらも講義中にとるノートに必要な要件を満たしているといえる。しかし、グラフや図形、関係線といった手書き筆記が得意とする情報の入力には向いていない。

そこで、我々は、このようなテキスト一つひとつを群とするような中村らの考え方に着目し、デジタルペンの筆記特性を利用して、それらの機能を活かせるように改良した。

2.2 デジタル化されたノートの再配列と注釈が記憶に与える影響の研究

井上らは、デジタル化されたノートの再構成と注釈が記憶に与える影響についての研究を行っている[5]。この研究では、ノートの再構成と注釈を行った場合と、閲覧のみ行った場合で、事後テストの結果に有意差があったことをあきらかにしている。

この研究では、手書きのノートを再構成するためにテキスト追加をできるという考え方を採用しており、その考え方はとても参考になる部分である。デジタルペンの良さも活かそうとしている点も共感できる。しかしこの研究では、手書きの文章を直接編集するというノートの再構成方法はあまり着目していない。我々は、そのあまり着目していない部分にも注目し、見やすいノートというものを追及していった。

2.3 イロノミー：色付き傍線による Web 文章を対象としたフォークソノミーの研究

坂本らは色付き傍線による Web 文章を対象としたフォークソノミーの研究をしている[6]。フォークソ

ノミーとは、インターネットのウェブサイト上の情報に利用者自らが複数のタグを自由に付け加え検索できるようにしていく分類の方法であるが、このイロノミーは、学会で発表される論文の情報が書かれたページ内の論文概要の文章に対し、ユーザが色付きの下線を付加できるシステムである。また、このシステムは三色ボールペン読書法[7]に従っている。三色ボールペン読書法とは、とりあえず重要と思われる箇所を青色、とても重要だと思われる箇所を赤色、本筋とは関係ないが、自らが気になった箇所を緑色で下線を引きながら読書する方法である。

この研究では、下線を引きながらの読書であり、ただ読み進めるだけではないので、文章に対する「振り返り」をしていることになる。しかし、下線を引くという機能の選択肢だけでは文章の追加ができないため、アノテーション機能としては不完全である一面もある。だが、このシステムを用いれば、基本的にはシンプルな操作でわかりやすく効率の良い振り返りを行うことが可能であるといえる。

イロノミーのように文章を編集しながらフォークソノミーを行うという手法を利用して、我々はノートの様々な編集を行いながら「振り返り」を行うという手法を提案する。

3. 群認識手法

手書きで書いた筆記について、個々の線分の構造を認識してから、「再構成」や「振り返り」などを行うと効率よくノートを作り直すことができると考えられる。今回はそのための手法として、群認識手法を用いる。

群認識とは、ある一定の区切りによって区切られた文章や図形などを一つの「群」として認識する手法である。その群認識をするための手法を以下に述べていく。

まず、群認識をするためには、筆記を構成する個々の線分と、その関係を抽出する必要がある。そのために、我々はデジタルペンを採用する。デジタルペンとは、基本的には通常の筆記用具として利用されているペンであるが、紙に書いた内容をコンピュータに送信してデジタルデータに変えるように作られたペンのことである。図1はそのデジタルペンの使用中のイメージ図である。今回はアノト方式のデジタルペンを使用する。

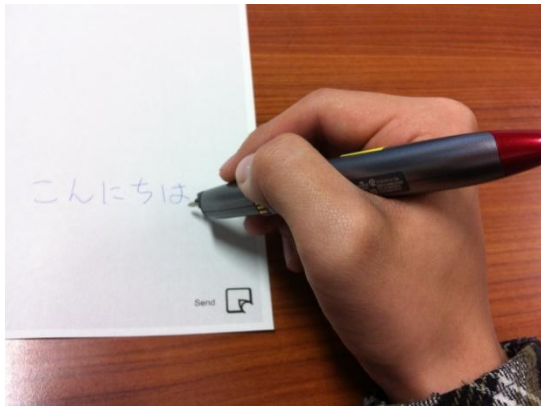


図1 デジタルペンのイメージ図

そのデジタルペンで、紙に文章を記入し「送信」ボタンをタップすると、文字データがパソコンに送られる。その「送信」から「送信」までの時間に記入した文章を一つの大きな「群」と認識する。

図2は群認識手法のイメージ図である。図2では、「こんにちは」と入力を行った後に「送信」をした場合の群認識である。赤で囲った部分が一つの「群」となる。また、これと同様に、「こんばんは」や「ありがとうございます」と入力したごとに「送信」をするとその部分が一つの群となる。また、筆記時間や筆記位置を考慮して、大きな群をより小さな群に分割する。こうすることで、以下に述べるその後の再構成段階での選択操作の自由度と効率を高めることができる。

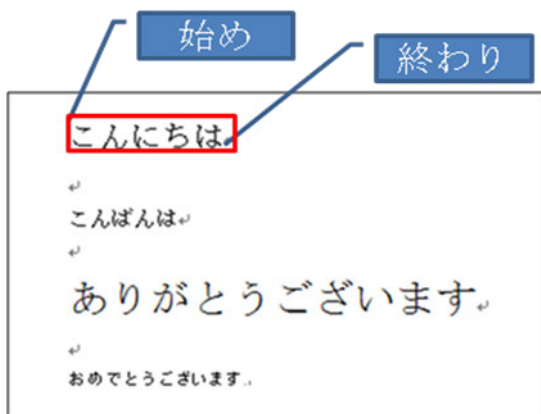


図2 群認識手法のイメージ図

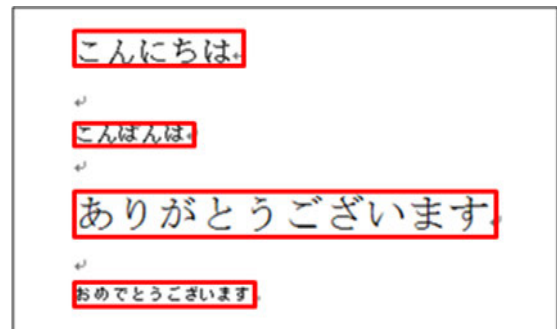
4. 再構成

Saundらが研究開発した「ScanScribe」というシステムでは、手書きのメモやスケッチなどをツールモードなどに頼ることなく、簡単に編集することができる[8]。このように、手書きのメモなどをパソコン上で簡単に編集することができれば、ノート構成に気を遣うことなくメモなどを残すことができる。

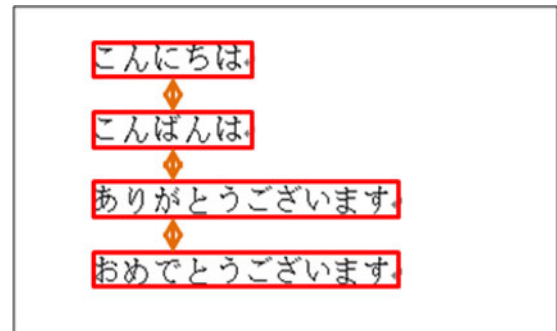
このような考え方を利用して、我々はデジタルノートの「再構成」を行う。「再構成」では、手書きによって生まれる文章の見にくさがあれば、それを解消することを目的とする。では、デジタルノートをどのようにしたら具体的に「再構成」することができるのかについて以下に述べていく。

4.1 文章の調整機能

日常、我々が文章を書くとき、または何かのメモを取るときには、急いでメモをすることがあるため、文字のサイズがばらつくということが起こりうる。そんなノートを見直すと、書き直しをしたくなるが面倒であるために諦めがちである。そこで文章のサイズを整えてあげると、ノートに統一感が生まれ、ノートを振り返りやすくなる。そうすると、再解釈もしやすくなる。



(a)文章の調整前

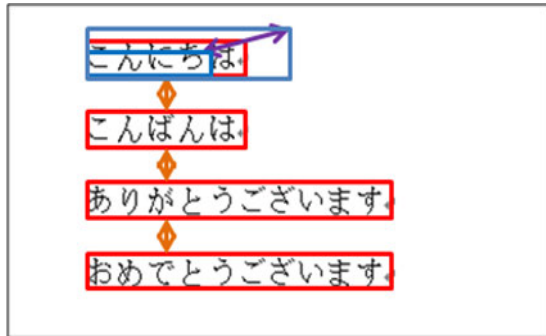


(b)文章の調整後

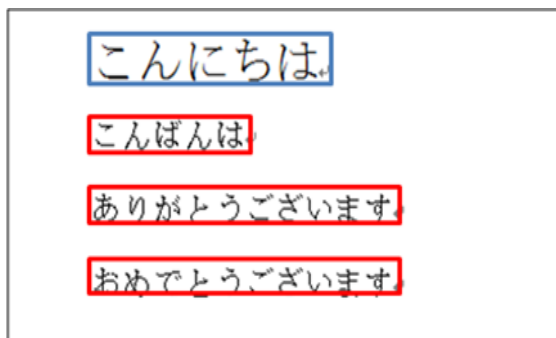
図3 デジタルノートの文章の調節のイメージ

図3がデジタルノートでの文章の調整のイメージ図である。図3(a)が文字サイズを考慮せず、適当にメモをした文章である。サイズはある程度文章ごとにばらつきがある。このような文章があるときに、「サイズ補正」コマンドを選択すると、図3(b)のようにサイズを統一することができる。また、そのときには縦と横の大きさの比率を崩さずに行う。そのとき、余白のばらつきもあるということが考えられるが、その場合は余白のスペースも一定感覚で統一することを可能

にする。



(a)限定した文章の拡大・縮小方法



(b)限定した文章の拡大・縮小後

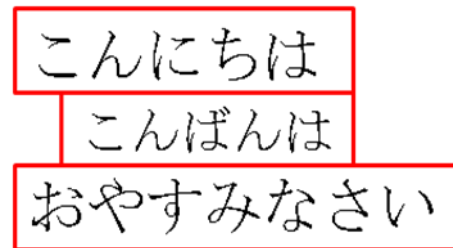
図4 限定した文章の拡大・縮小のイメージ

図4は限定した文章の拡大や縮小のイメージ図である。自動でサイズの補正が行われてしまった場合や、後々になって、一部の文章についてサイズを大きくしたいという場合に、簡単にサイズの変更ができるようにした。図4(a)で、ユーザが「こんにちは」のサイズを大きくしたい場合、赤い枠をドラッグ操作で広げることで大きくする。拡大した結果の例を、図4(b)に示す。ここでは青い枠のサイズに文字の大きさが変更されたことを表している。これと同様に、縮小も行うことができる。これらの拡大・縮小は文章や図形の強調などに影響すると考えられるので、後に示す「振り返り」の部分でも用いることができる機能である。なおドラッグ操作でサイズを変更しても余白部分は保存される。そのため、全体のバランスを崩さずにサイズを調整することができる。また、操作に伴う再レイアウトの結果は即座に画面に反映するため、ユーザは画面プレビューを見て全体とのバランスを考慮しながら微調整をすることができる。

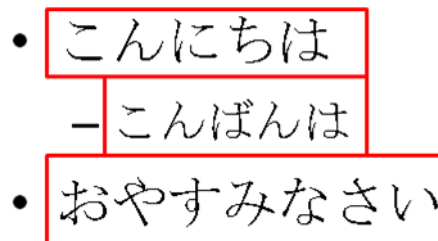
4.2 アウトライン機能

アウトラインプロセッサでは、箇条書きで書かれた項目を移動したり、階層を深くしたりするなど複数の項目を構造化することで、関係性の表現や理解しやす

さを向上させている。今回我々の群認識では段落というものを認識することが可能であるため、このような階層構造の記述を調整するアウトライン機能も実現する。この機能を上手く使うと、項目間の関係を明確化できるため、ノートの内容がまとまり、理解を促進したり記憶力を向上したりすることの支援になるのではないかと考えられる。まず、図5はアウトライン機能のイメージの図である。図5(a)は群認識のみ行っている段階である。認識した群をあらわす矩形について、「こんばんは」だけ右側にあることを認識する。これを段落とみなすと、図5(b)のように構造化することができる。また、このアウトライン機能は同じ段落の文章でも、階層を深くしたい文章を選択した後、Tabキーを押すことで、図5(b)のような段落下げを行うことができる。



(a)アウトライン機能前



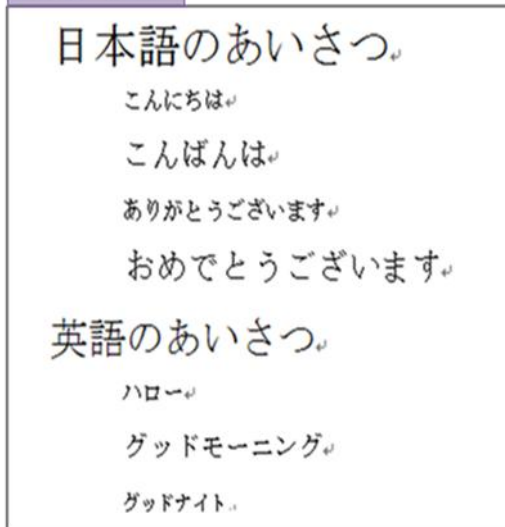
(b)アウトライン機能後

図5 アウトライン機能のイメージ

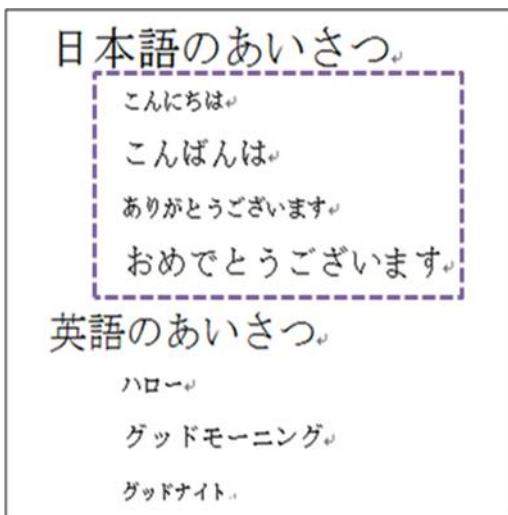
4.3 部分的自動補正機能

これまであげた自動で様々な文章を見やすく補正する機能はそのページ全体で行われていた。その場合、補正したくない場所も補正をしてしまう可能性が挙げられる。そこで、それを防止し修正の効率を上げるために部分的自動補正機能を提案する。まず、部分的自動修正をしたい場合は「部分補正ボタン」を押して部分補正モードに移行する。そして、部分補正したい部分をドラッグして囲う。その囲った部分が部分補正できる部分となる。その後は囲った部分でさまざまな補正を今までと同様に行う。

部分補正



(a)部分補正前のイメージ



(b)部分補正選択後のイメージ

図6 部分的自動補正機能のイメージ

図 6 に、部分補正の動作例を示す。図 6(a) の状態で、部分補正ボタンを押してからドラッグで範囲選択すると、図 6(b) で示す紫の点線の矩形で囲まれる。この紫の矩形で囲まれた部分のみ自動補正が有効になる。

5. 振り返り

2 章の関連研究でも述べた、坂本らのイロノミー[6]では、色付き傍線を引くことで文章の「振り返り」を実現している。また、上田らが行っている文字アニメーションの研究[9]では、文字の表示面積を大きくするようなアニメーションは、観賞者が受け取る感情の度合いを大きくする傾向があり、文字の表示面積を小

さくするようなアニメーションは、観賞者が受け取る感情の度合いを小さくするという傾向があるということをあきらかにしている。このことから、文字には感情というものがあり、文字のサイズや強調を効率よくすることで、印象をつけることができるといえる。そうすることで、記憶に影響することができると考えられる。

我々の提案するシステムでは、「再構築」した文章の確認を行いながら、線の太さ調整、囲い付加、文章の移動などを行っていく。そのような動作を手動で行うことで記憶力の向上を促進させ、読み返しやすいノートを作成することを「振り返り」の目的とする。そのようなデジタルノートでの具体的な「振り返り」の方法について以下に述べていく。

5.1 線の太さ調整機能

デジタルペンはペン先が 1 種類のみであることが多く、その制約上、ツールパレットやコマンド等で設定しない限り、文字の太さを簡単に調整することができない。しかし、大きな文字を書いたときはそれに適した線の太さが適切である場合もある。逆に小さな文字の場合は、標準の太さよりも線を細くしたほうが見やすさを向上できるのではないかと考えられる。また、こうした線の太さは記憶力や印象にも影響する。そのため、我々は線の太さを文字の大きさによって自動調整する機能を追加した。

まず、文字の大きさは、筆記領域の高さから抽出する。そして、線の太さをその文字の大きさを基に決定する。文字の大きさから線の太さを決定する際の関数は「MSPゴシック」フォントを参考にして決定した。もちろん太さを自動調整したあとで、後にユーザの意図で太さを変更することも可能である。

5.2 装飾機能

5.1 でも述べたように、デジタルペンのペン先の種類の制約により、色や装飾をその場で使い分けて記入していく方法は一般には実現されていない。その代わり、括弧や囲いをつけることによって文章を強調したり、隣接部分との切り分けを明確にしたりする手法は一般的である。例えば、タイトルのような大きい文字に囲いを付けるとかなりの強調になるため、うまく用いると見やすさを大幅に向上させることが可能である。そこで我々は、囲いや色を簡単に付加できる装飾機能を追加した。囲いは「楕円」「角丸四角形」「長方形」の 3 種類から選択できる。またマーカ（塗りつぶし）の機能も入れるとさらにわかりやすいノートにすることができる。図 7 に囲いによる装飾付加機能利用の具

体例を示す



図7 囲いの付加機能(左から楕円, 角丸四角形, 長方形)

5.3 文章の移動機能

会議メモや講義ノートをとっているときなど、本来あるべきところでない場所に記入してしまっている場合がある。特に内容を漏らさず、急いでメモをしなければならぬ場面ではそのようなことが起こりがちである。また、紙面の都合により、ひとまとまりの内容であっても次のページに記入したり、余白部分に引き出して記入したりする場合もある。そのような位置の不整合についても、筆記をデジタル化したノートであれば簡単に修正できる。我々は移動したい範囲を選択し、文章(群)をドラッグすると、その群ごとドラッグ先の場所へ移動する機能を追加した。また、前述した「余白補正機能」もあるので、それをして、自分が思う目的の場所に位置していないときに使用する機能だと考えるとわかりやすいかと思う。

6. おわりに

本論文では、デジタルペンによってもたらされる筆記の特性を用いて、デジタルノートの再構成支援についての検討を行った。そして、その再構成支援を行うための具体的な機能を挙げた。今後は、これらの機能を実装した後に、これらの機能を利用する人々に対して、総合的な評価実験をしていく。

また、現段階では一行ごとに「群」の認識をしているので、一行のなかで文字の大きさが異なっている場合の修正は対応できていない。また、待井らが研究している、文字と図形が混在する文章を分離させる手法[10]も適用できていない。他にも、神原らが研究開発したオノマトペン[11]というものがある。オノマトペンとは、「キラキラ」「もこもこ」といったオノマトペを音声で入力することにより、そのオノマトペに応じた質感のブラシで描くことのできるペイントシステムである。このような機能を5.2の装飾機能で適用するとさらに楽しみながらノート作りをすることができると考えられる。五十嵐らは電子白板である「Flatland」を開発している[12]。この「Flatland」は、「手書きの線を書き付けるだけ」という本来のホワイトボードの簡便さを失うことなく、筆記の内容を部分ごとに解釈して、適切な編集機能を実現している。我々のシステムでも、そのように筆記の内容を適切に

解釈しながら様々な機能を実現できるようにしていきたい。最終的には、一文字ごとに文字認識を行い、図形も認識し、初期段階では文字の大きさや場所を自動で修正し、その後ユーザがノート記述内容の振り返りを楽しみながら、効率よく理解促進ができるようにしていきたいように、このシステムを改良していきたいと考えている。

謝辞 本研究の一部は科学研究費補助金(20300046および20680036)の支援によるものです。

参考文献

- 1) 辰川 肇, Nigel WARD: キーボードとペンを併用するノートエディタ, インタラクシオン 2002, pp209-216 (2002)
- 2) 太田あや: 東大合格生のノートはかならず美しい, 文藝春秋, p.28 (2008)
- 3) Keneth A. Kiewra. Investigating NoteTaking and Review: A Depth of Processing Alternative. Educational Psychologist 1985, pp.23-32 (1985)
- 4) 中村美恵子, 宮下芳明: 知覚的解釈を促すノートツール, 情報処理学会研究報告, Vol.2010-HCI-139 No.12(2010)
- 5) Yoshitugu Inoue, Nonmember, Motoki Miura, and Susumu Kunifuji: Effect of Rearrangement and Annotation in Digitized Note on Remembrance, IEICE TRANS. INF. & SYST., VOL.E86-D, NO.5 (2003)
- 6) 坂本竜基, 中田豊久, 伊藤禎宣, 松岡有希, 小暮潔, 武田英明: イロノミー: 色付き傍線による Web 文章を対象としたフォークソノミー, 第20回人工知能学会全国大会(JSAI2006)論文集 (2006)
- 7) 齋藤 孝: 三色ボールペン情報活用術, 角川書店, ISBN:4047041351 (2003)
- 8) Eric Saund, David Fleet, Daniel Larner, James Mahoney: Perceptually-Supported Image Editing of Text and Graphic, Proc. of UIST2003, pp. 183-192 (2003)
- 9) 上田晃寿, 水口充, 山本景子, 倉本到, 辻野嘉宏: 文字アニメーションが観賞者の感情に与える影響, 情報処理学会研究報告 IPSJ SIG Technical Report, Vol.2011-HCI-142No.22 (2011)
- 10) 待井君吉, 中川正樹: オンライン手書き紙面パターンにおける文字, 図形分離の一手法, 情報処理学会論文誌, pp490-499 (1996)
- 11) 神原啓介, 塚田浩二: オノマトペン, MISS 2008 (2008)
- 12) 五十嵐 健夫, W. Keith Edwards, Anthony LaMarca, Elizabeth D. Mynatt: 自由ストロークに基づく電子白板システムのためのソフトウェアアーキテクチャ, 情報処理学会シンポジウム「インタラクシオン 2000」, 東京工業大学, pp.213-220 (2000)