

文章構築時における様々な Representation の 統合に関する研究

勝間 友久[†] 山本 恭裕[†] 高田 眞吾[‡] 中小路 久美代^{†*}
e-mail: {tomo-ka, yasuhi-y, michigan, kumiyo}@is.aist-nara.ac.jp

[†] 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

[‡] 慶應義塾大学 理工学部

* (株) SRA ソフトウェア工学研究所

◇ 科学技術振興事業団 さきがけ研究 2 1

概要 文章構築のプロセスにおいては、アイデアとなる要素、要素のグループ化、文章の構造やフォーマットといった様々な視点から、構築中の文章を眺め評価することが必要となる。本稿では、文章構築の支援を目的とした、Java を用いて実装した i2D (idea to Document) システムを提案する。これは、アイデアとなる要素の作成、アイデアからのテキストの生成・修正、要素のグループ化、文章の構造化といった様々なプロセスを表現し、その表現を統合することを目指したシステムである。

Integrating Multiple Representations that Emerge in a Document Construction Process

Tomohisa Katsuma[†] Yasuhiro Yamamoto[†] Shingo Takada[‡] Kumiyo Nakakoji^{†*}

[†] Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology

[‡] Department of Science and Engineering, Keio University

* Software Engineering Laboratory, Software Research Associates, Inc.

◇ PREST, Japan Science and Technology Corporation

Abstract In constructing a document, such as writing a scientific paper or producing a technical manual, it is necessary to evaluate a document under construction from a variety of viewpoints, including hand-written notes, grouping, structuring, or formatting. The i2D (idea to Document) system, which is developed in the Java environment, supports users in constructing a document by integrating a variety of processes and representations involved in document construction, such as scripting notes, generating clear text from notes, grouping, and rigid structuring.

1 はじめに

文章構築は、非常に複雑なプロセスから成る作業であることが知られ、様々なモデルが提案されている [1][2][3]。例えば、

- 生成 (generate) … アイディアまたは書く内容を思いつき表出する。
- 組織立て (organize) … 生成された内容を

アウトラインなど何らかの形でまとめる。

- 作文 (compose) … 組織立てられた事柄を実際に文にする。
- 修正 (revise) … 文を見て、必要に応じて修正する。

という四つの作業から成るプロセスであるとしたモデルがある [4]。ここでの四つのプロセスは独立しておらず相互に依存しており、複雑に結合しているとされている。

こうした文章構築のプロセスにおいては、様々な形態の表現 (representation) が現れる。そういった representation は、紙面上やコンピュータディスプレイ上に表出されるものもあれば、単に書き手の頭の中に存在するだけのものもある。また、文章構築作業のどの側面に関わるかによって、

- アイデアを記述した手描きのメモから、完成に近い形のテキストといった完成度の異なるもの
- 章立ての記述から、ドキュメントの部分間のつながりといった、視点の異なる構造に関するもの
- 熟考の末構築され決定されたドキュメントの部分から、「とりあえず」作成された走り書きといった、確信度の異なるもの

など様々な種類が存在する。

本研究は、文章構築のプロセスを、人間の思考過程に即して計算機によって統合的に支援することを目指すものである。本論では特に、上述のような文章構築中に用いられる様々な representation を、よりスムーズに、認知的負荷をより少なくする形で統合する手法について論じる。次章ではまず、文章構築中に表出する様々な representation について説明し、続く3章でそれらの representation の計算機環境上での統合について考察する。次に4章では、3章で述べたような枠組を考慮して構築されたプロトタイプシステム i2D (idea to Document) について説明する。最後に、今後の課題について述べ本論を結ぶ。

2 文章構築中に表出する representation

本章では、文章構築プロセスにおいて現れる／利用される様々な representation について考察する。

前章で述べたように、文章構築のプロセスは、生成、組織立て、作文、修正といった様々なプ

ロセスが、様々な粒度で行われることにより文章は構築されてゆく。このように文章を構築する場合、もやもやとしたアイデアやメモが直接的に章立てや段落にマッピングされるわけではない。具体的に文章を書く作業を行ないながら一方で、書くべき事柄を生成し、既にかかれてある文章の部分とのつながりを考える。この段階において思考される事柄は、単に頭の中で考えたことであったり、またあるいはエディタ上や紙などに「外化」されたものであったりする。

様々な段階を経て文書となる。また、段階に応じて、もやもやとしたアイデアのメモ、構造化された目次、など、様々な「確定度 (完成度)」(level of commitment) をもつ表現形態が存在する。

コンピュータを用いた文章構築支援としてはエディタやワードプロセッサソフトウェアがあるが、こういったアイデアと文書の間の様々な representation を結ぶ作業の支援は依然として不十分である。

文章構築に関与する representation は、以下のような視点からみることができる。

- 表現の明瞭度：書くべき事柄を手描きのメモとして表す場合もあれば、きちんとした文章として作成する場合もある。一般に、文章を構築のプロセスの初期にはメモ描き状態の表現が多く、プロセスが進むにつれ次第に文章化されてゆく。最終的な目標は、すべてをきちんとした文章で表出することである。
- 表現間の関係：表現されたものはすべて一つの塊 (チャンク) として認識されている。チャンク間の関係を考慮する上で、様々な関係の確定度が現れる。「何となく関係している」場合から、目次や章立てといったきちんとした構造を成す場合まである。最終的なゴールは、きちんとした構造化である。
- 構造化のプロセス：複数のチャンクを考慮した上で、その中から塊を見出し上位の一つの塊を生成する場合 (bottom-up な構造化) もあれば、先に章立てや構成を考え各部分に対する文章を作成するという上位概

念を順次分割する場合 (top-down な構造化) もある。前章でも述べたように、これらの top-down, bottom-up なプロセスは、様々な粒度で混在する。

3 Representation の統合へのアプローチ

前章で論じたように、文章構築中には様々な representation が思考される。計算機を用いてより「思考に即して」文章構築プロセスを支援するためには、これらの representation の間の繋がりが理解しやすく、行き来がしやすいように統合する必要がある。本章では、前章で論じた 3 つの representation の側面のそれぞれに関し、その統合の手法について論じる。

3.1 表現の明瞭度の統合

文章構築時における様々な表現の明瞭度を統合するためには、文章表現として最終目的であるテキスト表現と、アイデアなどの「もやもや」とした思考の結果を外化する表現の両方を支援する必要がある。

テキスト表現は、計算機上のエディタにより支援されており、テキスト表現を直接コンピュータ上で行なうことは非常に一般的になりつつある。一方で、もやもやとしたアイデアは、携帯用 PC, PDA に代表される小型コンピュータが普及しつつある現在においても、紙に手描きのスケッチやメモ書きとして外化されることが多い [6]。この理由としては、紙とペンでの手描きメモの作成は書く場所、書き方など様々な点において制約が少ないので、思いついたことをメモとして記録する行為を妨げるような精神的負荷がほとんどないといった点が挙げられる。計算機ベースのツールにおいては一般に、「絵」と「文字」という紙の上でメモを取る際にはさほど意識せず区別しているものを厳然と区別することを要求するツールが多く、タッチパネルを

備えた PDA, タブレットなどでも「絵」としての「文字」を描く事はできるが、ペンを使って紙に書く場合と比較すると非常に精度の低いものとなる。

そこで、エディタを用いて入力されるテキスト表現と同様に、紙の上に表されたアイデアなどを外化したものを計算機上に取り込み統合する必要がある。紙面上の representation は、スキャナでメモをスキャンすればコンピュータに「絵」としての「文字」を取り込むことができるが、非常に煩わしい作業である。

そこで我々は、CrossPad [7] という電子ノートパッドを利用する。Cross Pad とは、CrossWriter ペンを用いてその上に置かれた紙上にメモを取ると、自動的に筆跡を追跡しイメージとして保存することができるデジタルノートパッドと呼ばれるものである。これにより、紙とペンという従来のメディアを用いた漠然とした概念の外化を行ないながら、計算機にわざわざスキャンして取り込むという作業に煩わされることなく、テキストと手描きメモの representation を統合する。

3.2 表現間の関係度の統合

文章構築は、ある文や段落、また 1 枚のメモ、といった、ある塊 (チャンク) について、その間の「関係」を徐々に規定してゆくプロセスであるとみることができる。一般に複数のチャンク間の関係には、その確定度から以下のような様々なレベルが存在すると考えることができる。

1. ある要素とある要素の間には何らかの関係がある
2. ある要素とある要素は異なる「組」に属する
3. ある要素は、他の要素と、明確な違いや区切りがある

こういった表現間の関係度を統合するためには、このような様々な粒度での関係を、ユーザが表せるようにする必要がある。

そこで、我々は、山本ら [5] の研究に基づき 2 次元空間上のチャンク表示を利用することにより、(1) 何らかの関係がある、および (2) 明確な境界がある、という 2 つの関係表現を支援する。

ユーザは 2 次元空間を用いて、前節で述べたような文章構築に関わる様々な representation をチャンクとして自由に配置することができる。チャンク間に何らかの関係があるかどうかは、それらのチャンクを近くに配置したり、また大きさを揃えるなどにより、視覚的に表現することができる。

一方、いくつかのチャンクが明らかに異なるグループに属すると考えられる時は、それらをまとめて別の 2 次元空間を表す「容器」へと移動することにより、それらの間の明確なグループ分けをおこなうことができる。

3.3 構造化プロセスの統合

文章構築時における bottom-up なプロセスとは、前節で述べたように、チャンクからあるグループを認識し、別のグループ (2 次元空間) を生成した際、新たに生成した空間が、既存の空間とどのように関連しているか (親子関係、兄弟関係) を規定してゆくプロセスである。

一方、例えば科学論文といったように、典型的な構造のパターンを有するような文章を構築する際には、先に章立てを考えあとから中身を埋めてゆくという top-down なプロセスも存在する。

これら 2 つのプロセスは混在するために、双方向のプロセスが統合的に支援されている必要がある。

そこで我々のアプローチでは、前節で生成した 2 次元空間と他の空間との繋がりを規定するエディタと、文章全体からはじめてそれを分割し章立てを生成する構造化のエディタの両方を提供することにより、その統合を図る。

次章では、これらを考慮して作成したプロトタイプシステム i2D (idea To Document) について説明する。

4 i2D システム

i2D システムは、前章で述べたような枠組を元に、Java 言語を用い構築されたプロトタイプシステムである。

4.1 システムの概観

図 1 に示すように、i2D システムは、

- 中央：シート
- 左部：シートオーガナイザ (SO)
- 右部：ドキュメントビュー (DV)

という三つの部分から構成される。

i2D を用いた文章構築は、「パーツ」と呼ばれる文章構築に関わる構成要素を作成し、それを「シート」上で自由に配置、複数のシートを作成し、シート間の関係を SO で徐々に定めることにより進められる。

パーツには、

1. テキストを表示するテキストフレーム
2. Cross Pad を用いて入力した手書きメモ

の 2 種類がある。

シートは何枚でも作成することができ、各シートにはラベルとして名前をつけることができる。現在表示されているシートの名前はシート上部にラベルとして表示される (e.g., 図 1 中では、「論文」シートを利用)。

シート間の関係は、SO を用いておこなう。各シートは、SO ではアイコンとしてシートのラベル名とともに表示されている。SO においては、シート間の構造を編集することができる。

DV には、上位シートから順に、各シートに存在するすべてのテキストフレームの内容を上から下にすべてアペンドした内容が、表示されている。このウィンドウにより、シートで現在構築中の文章の全体を観ることができる。

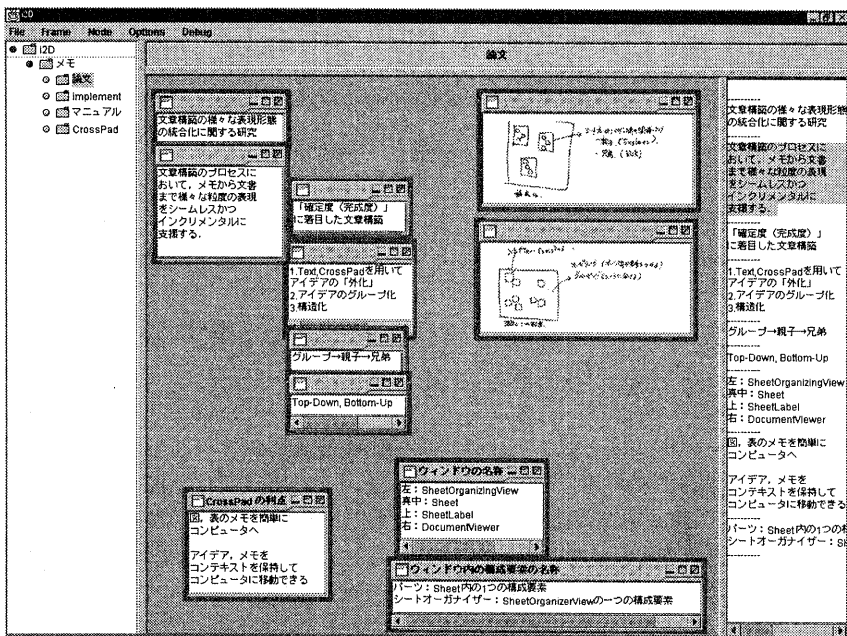


図 1: i2D システム

4.2 i2D の利用例および考察

本節では、i2D の利用例について簡単に説明すると共に、3 節で述べた representaiton の統合がどのように支援されているかについて論じる。

明瞭度

図 1 に示すように、ユーザはテキストおよび CrossPad により手描きのメモを混在して1つのシートに表示することができる。これにより、手描きのメモからきっちりとしたテキスト表現まで、様々な明瞭度での表現を統合して支援する。

関係度

ユーザはシート上で、パーツがテキストフレームであるか手描きのメモであるのかに関わらずそれらを自由にドラッグし配置、リサイズすることができる。3.2 で述べたような「単に関係のありそうなもの」は、近くに配置することで、視覚的にその関係を表現することができる [5]。また、シートにいくつかのパーツを配置してい

くうちに、明らかに異なる「組」に属するパーツを見つけたとすると、それらをクリックにより選択し、まとめて既存の別のシートや、新たに作成するシートに移動することができる。

このようにしてi2D は、様々な粒度での関係度を支援する。

構造化プロセス

上述のように新たに作成したシートを既に存在しているシートとどのような関係にあるかを考え、木構造のその部分にドラッグ&ドロップにより配置することができる。このようにしてユーザは、まずパーツを作成し、そこから、あるまとまりを認識して一つのシートとして分離するという作業を通して bottom-up に構造化を行なえる。

一方、パーツを作成するよりも前に、入れものとして単にシートを作成しておくことが可能である。例えば図 1 に示すように、科学論文には典型的な構造をもつシートを、SO においてま

ず作成しておくことができる。ユーザは、たとえば「概要」シートを SO においてクリックすることにより選択すると、中央部ウィンドウに「概要」シートが表示される。ユーザはそこに、論文の「概要」に関するパーツを作成していくことが可能である。既に作成してある別のシートから、「概要」部分に関係ありそうなパーツを移動してくることも可能である。このようにして、i2D を用いて top-down な文章の構造化も行なえる。

5 まとめ

本論文では、文章構築のプロセスにおいて、アイデアと文章との間の様々な「確定度（完成度）」をもつ表現形態と、その間の関係をシームレスにマッピングを行なうことにより文章構築のプロセスを支援する手法について論じた。また、そのために構築中のプロトタイプシステム i2D についても紹介した。

今回のプロトタイプ作成を通じて、現在の i2D システムでは未考慮の部分についての以下の問題が明らかとなった。

- bottom-up と top-down の構造化プロセスの間の整合性をどう行なうか
- 表現間の関係度には「ある要素とある要素が明確に異なる、明確な関係を持つ」と述べたが、実際どのような関係が存在し、それら関係をどう表現し、どうマッピングするかが必要である。
- 人によって文章構築のプロセスは異なる（システムが提供する文章構築プロセスをユーザに押しつけるのも困りものだが、ユーザのやりたいことをシステムがすべて満たすのも困難）う扱うか

今後の課題としては、作成したプロトタイプをもとに観察実験を行ない、プロトタイプが文章構築のプロセスを支援しているかどうかを検証する。

その際、

- 「プロトタイプが提供する「確定度（完成度）」の粒度（段階）は、人間が思考するに当たって十分なものか、本論文で述べていないような「確定度（完成度）」の粒度は見られないか」
- 「ユーザに認知的な負荷を与えていないか？（ユーザはシステムの見ためから、何をやるウィンドウか理解できるか）」

などに着目して観察実験を行ないたい。

参考文献

- [1] W. Kintsch and T. A. van Dijk: "Towards a model of text comprehension and production," *Psychological Review*, Vol.85, No.5, pp.363-394, 1978.
- [2] J. R. Hayes and L. S. Flower: "Writing research and the writer," *American Psychologist*, Vol.41, No.10, pp.1106-1113, 1980.
- [3] C. Neuwirth, D. Kaufer, R. Chimera, and T. Gillespie: "The notes program: A hypertext application for writing from source texts," In *Hypertext '87 Papers*, pp.121-142, Chapel Hill, NC, 1987.
- [4] W.J.Hunter and J.Begoray: "A framework for the activities involved in the writing process," *The Writing Notebook*, Vol.8, No.1, 1990.
- [5] 山本 恭裕, 高田 眞吾, 中小路 久美代, "Representation Talkback" の増幅による「書いてまとめる」プロセスの支援に向けて," *人工知能学会誌* Vol.14 No.1, pp.82-92, (Jan. 1999)
- [6] M.Gross, C.Ziming, E.DO Using Diagrams to access a case base of architectural designs, J.S.Gero and F.Sudweeks(eds.), *Artificial Intelligence in Design '94*, pp.129-144
- [7] CrossPad,
<http://www.ibm.co.jp/pc/vlp/vhcrp8b/vhcrp8ba.html>