

知識活動支援システムにおける 個人の活動の文脈情報の自動生成とその応用

土田 貴裕^{†1} 高橋 勲^{†1} 石戸谷 顕太郎^{†1}
大平 茂輝^{†2} 長尾 確^{†1}

企業におけるプロジェクトや大学研究室の研究活動のように、ある特定のテーマに関するアイデアを継続的に創造し、具体化・理論化する知識活動が広く行われている。活動を通じて生まれたアイデアや知識は、ノートやプレゼンテーションなどのコンテンツとして記録されるが、コンテンツの作成・編集時に存在するコンテンツ間の関係情報は記録されておらず、成果物に至るまでの文脈に関する情報が失われてしまう。本研究では、知識活動に関する履歴情報の中からコンテンツの引用情報を抽出・組み合わせることで文脈情報を自動生成し、その文脈情報を用いて知識活動を統合的に支援するためのシステムである知識活動支援システムを提案する。そして、実際に筆者らがこれまでに提案してきたさまざまな仕組みを組み合わせることで知識活動支援システムを実現し、個人の活動の文脈情報を自動生成できるようにした。本論文では、実現した知識活動支援システムと、これによって得られた文脈情報の応用について述べる。

Automatic Generation of Contextual Information of Individual Activities and its Application in Knowledge Activity Support Systems

TAKAHIRO TSUCHIDA,^{†1} ISAO TAKAHASHI,^{†1}
KENTARO ISHITOYA,^{†1} SHIGEKI OHIRA^{†2}
and KATASHI NAGAO^{†1}

We proposed and developed a system to support knowledge activities, in which people continuously create ideas about some themes and theorize or materialize them into knowledge. The system, called a knowledge activity support system, enables to generate contextual information of knowledge activities from quotations of various contents. In this paper, we describe the detail of the knowledge activity support system and some applications of the system.

1. はじめに

企業におけるプロジェクトや大学研究室の研究活動のように、ある特定のテーマに関するアイデアを継続的に創造し、具体化・理論化する知識活動が広く行われている。知識活動には、議論や文献調査、システムの実装、実験・検証といったタスクが存在し、それぞれのタスクが相互に関係しながら繰り返し実行されることによって、新しいアイデアや知識が創造される。タスクを通じて生まれたアイデアや知識は、ノートやプレゼンテーションなどのコンテンツとして記録されるが、コンテンツの作成・編集時に存在するコンテンツ間の関係情報は記録されておらず、成果物に至るまでの文脈に関する情報が失われてしまう。このような文脈の情報を獲得・利用することができれば、相互に関係しながら実行されるさまざまなタスクを統合的にサポートできるだろう。そこで本研究では、知識活動に関する履歴情報の中からコンテンツの引用情報を抽出・組み合わせることで文脈情報を自動生成し、その文脈情報を用いて知識活動を統合的に支援するためのシステムである知識活動支援システムを提案する。

そして、筆者らがこれまでに提案してきた、知識活動に内在するタスクを支援するさまざまなシステムを知識活動支援システムに統合することで、個人の活動の文脈情報を自動生成する仕組みを実現した。本論文では、この仕組みに関する詳細と、得られた文脈情報の応用について述べる。

2. 知識活動支援システム

2.1 知識活動におけるコンテンツの再利用

知識活動では、成果報告書やプレゼンテーションのように、これまでの活動内容をまとめて他人に公表するための文書や、その日行わなければならないTODO、気付いたことを簡潔にまとめたメモのように日常的に多くのデータの作成・編集を行っている。成果報告書やプレゼンテーションはもちろんのこと、TODOやメモのように一見すると個人的なものだと思われるデータも状況に応じて他人と共有することがある。たとえば、大学研究室の先輩

^{†1} 名古屋大学 大学院情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nagoya University

^{†2} 名古屋大学 情報基盤センター
Information Technology Center, Nagoya University

が後輩の提案した研究計画をチェックするために、個々の TODO の内容をチェックするような状況が挙げられる。そこで本研究では、知識活動を通じて生み出されるさまざまなデータをコンテンツと呼ぶことにする。

次にコンテンツの再利用の定義について述べる。その前にわれわれが日常的に行っているコンテンツ（の部分要素）の参照・引用について触れておく。われわれは、過去のプレゼンテーションの一部をコピーして新しいプレゼンテーションを作成したり、同じイメージファイルを成果報告書や論文に使いまわしたりするように、日常的にコンテンツ（の部分要素）の参照・引用を行っている。この典型例は、コピーアンドペーストと呼ばれるコンピュータ上の編集操作である。コピーアンドペーストは、テキストだけでなく、ファイルそのものや画像、文書のレイアウト情報などをクリップボードと呼ばれるデータ領域にコピーし、異なる箇所へその内容を複製する機能であり、コンテンツの引用を容易に行うことができる。

コピーアンドペーストの問題点は、使用時に引用元および引用先の関係情報が記録されないことである。結果として、時間が経過するにつれてペーストされた情報が、どこからコピーされたものなのかが分からなくなってしまい、成果物に至るまでの文脈に関する情報が失われてしまう（そもそもそれがペーストされた情報なのかどうかも分からなくなる可能性もある）。そこで本研究では、引用元および引用先の関係情報を記録しながら、コピーアンドペーストのようにコンテンツの部分要素を引用しながら新たなコンテンツを生み出すことをコンテンツの再利用と呼ぶことにする。「利用」ではなく「再利用」という言葉を用いているのは、引用元の本来の目的（閲覧する、検索するなど）にとらわれず、さまざまなコンテンツにさまざまな用途を持って引用できる、という意味を含んでいるからである。

2.2 知識活動マップ

テーマに対する目標への達成度（達成できていない場合は、それに加えて現状及び問題点）を知ることで、達成度に対する満足感からモチベーションを引き出したり、次に取り組むべきタスクを決定しやすくなるため、円滑な知識活動の遂行につながると思われる。そのため、知識活動支援システムでは、ユーザの操作履歴に関する情報の中から「どのようなタスクを行い、どのようなアイデアや知識を生み出したか」という知識活動に関する文脈情報の収集と蓄積を行う。この文脈情報を本研究では知識活動マップと呼ぶ。

知識活動マップは、図 1 のように、活動を通じて作成されるコンテンツもしくはコンテンツの部分要素（以下、エレメントと呼ぶ）をノード、エレメントの引用時に得られるリンク情報をエッジとするグラフ構造を持っている。テキスト文書のようにコンテンツの中に含まれている部分要素を定義できるコンテンツを引用した場合は、その部分要素（章や段落、

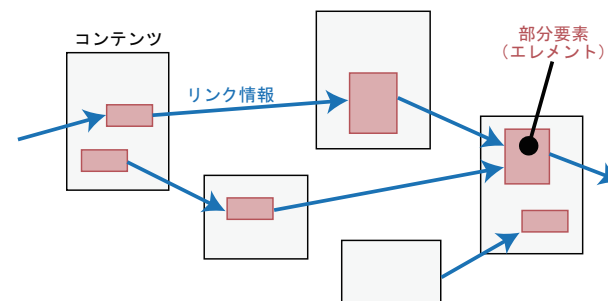


図 1 知識活動マップ

文章など)がノードとなりえるが、画像のように部分要素を明確に定義できないようなコンテンツを引用した場合は、コンテンツそのものがノードとなる。

2.3 システム構成

本稿で提案する知識活動支援システムの構成を図 2 に示す。知識活動支援システムは、主に以下に示すものから構成されている。

- コンテンツサーバ (Web サーバ)
- RecNode (クライアントアプリケーション)
- SyncNode (Web サーバ)

コンテンツサーバは、知識活動におけるコンテンツの作成・編集・公開を管理し、コンテンツの編集情報を SyncNode へ逐次送信する機能を持つ Web サーバである。利用するコンテンツの種類に応じて、異なるコンテンツサーバを用意する必要がある。その際、コンテンツのデータ構造やデータ通信のプロトコルに関する仕様に準拠する必要がある。

SyncNode は、コンテンツサーバから送信されるコンテンツの編集情報や RecNode から送信されるコンテンツエレメントの引用情報を知識活動マップとして蓄積し、必要に応じてその情報をコンテンツサーバや RecNode へ提供する機能を持つ Web サーバである。

RecNode は、ユーザが日常的に使用する機能（メモを書く、など）を提供し、その操作の中で行われたコンテンツの部分要素の引用に関するログ情報を収集し、SyncNode へ逐次送信するためのクライアントアプリケーションである。コンテンツの部分要素を引用する際に必要となるコンテンツ情報は、必要に応じてコンテンツサーバから取得する。また、SyncNode から知識活動マップの情報を取得できるため、知識活動マップを利用してユーザの活動をより円滑にする機能も提供できる。RecNode 自体は、ユーザに提供する機能や

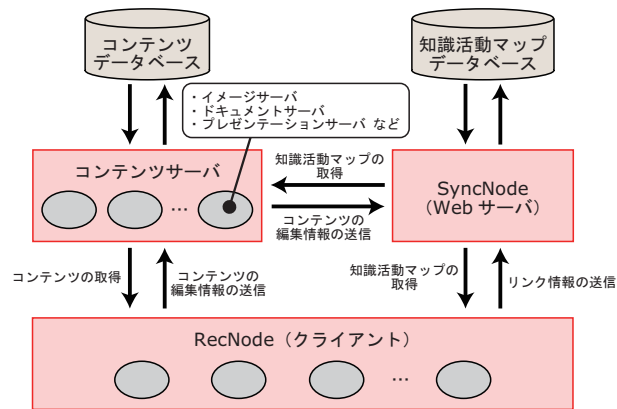


図2 知識活動支援システムの構成図

ユーザが使用する状況・環境に合わせて適宜カスタマイズすることができる。

3. コンテンツの再利用に基づく知識活動マップの自動生成

前章では、コンテンツの再利用に基づいて知識活動マップを作成するための仕組みである知識活動支援システムについて述べた。しかし、実際に知識活動支援システムを運用するためには、知識活動に関わるコンテンツに合わせたコンテンツサーバや RecNode を用意する必要がある。筆者らは、これまで、日常の活動を通じて生まれたアイデアをテキストや図として記録する仕組みや、蓄積されたアイデアを再利用しながらプレゼンテーションを作成する仕組み、自身の活動内容に関する発表を通じて獲得した議論内容を記録する仕組みなど、知識活動に関わるさまざまな作業を支援するシステムを提案してきた^{1)~4)}。本研究では、上記のシステムを知識活動支援システムにおけるコンテンツサーバや RecNode として組み込むことで、アイデアが創出されてから成果物ができる過程を統合的に支援できるようにした、これにより、操作履歴から抽出されたコンテンツおよびコンテンツ間の引用情報から知識活動マップを自動生成することができる。図3に、本研究で実現した知識活動支援システムの構成図を示す。

本研究では、まず、知識活動において重要な役割を果たしている、以下に示すコンテンツに合わせてコンテンツサーバを用意した。

- ドキュメント(メモやノート)

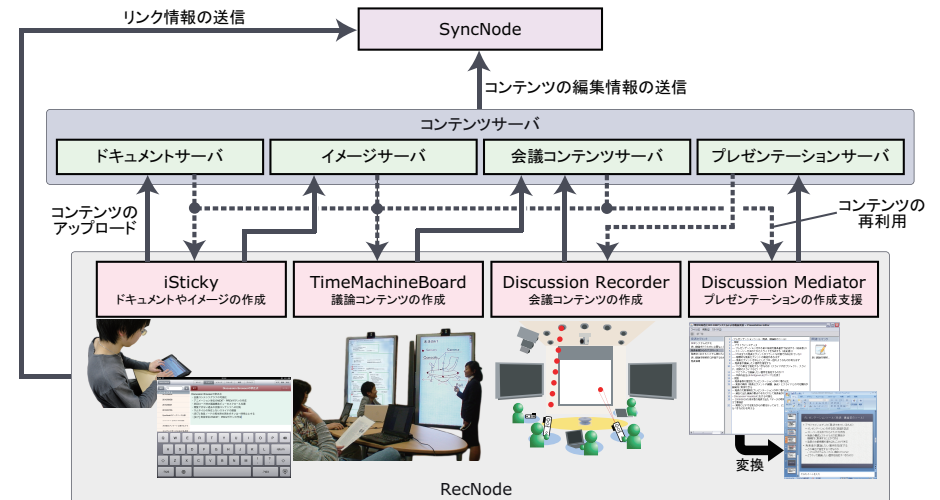


図3 筆者らがこれまでに提案したシステム群と知識活動支援システムとの関係

- イメージ
- プレゼンテーション
- 会議コンテンツ

ドキュメントは、日常の活動の中で創出されたアイデアを書き記したメモや、メモの内容や活動内容を整理・構造化しながら記録したノートが含まれる。モデル図やシステム構成図のようにテキストによる表現が困難な概念はイメージにして記録する。プレゼンテーションは、研究室におけるゼミ発表や学会発表のような場で、自身のこれまでの活動内容を他者に分かりやすく伝えるために作成されるコンテンツであり、具体例として Microsoft PowerPoint 形式のスライドファイルが挙げられる。会議コンテンツは、自身の活動内容に関する議論を通じて得られた意見やアドバイスを、議論後も確認できるように記録したコンテンツである。

上記のコンテンツの作成・編集、および他のコンテンツの再利用を行うため、RecNodeとして以下に示すシステムを用意した。

iSticky¹⁾ パッド型デバイス上で動作し、自身の中で考えていたことや、議論によって得られた知見やアドバイスを基に考えたアイデアをメモやイメージとして記録するためのアプリケーション。また、記録したメモの一部やイメージを引用・構造化しながら

ノートを作成する機能を持ち、考えたアイデアを整理（文字色やサイズの変更、配置の変更など）できる。

TimeMachineBoard²⁾ 事前準備をあまり必要とせず、少人数で気軽に行うようなミーティングにフォーカスした会議支援システム。iSticky で作成されたドキュメントの一部やイメージの表示、移動・拡大縮小を行いながら分類・整理することで議論を進行する。テキストやイメージに関する操作履歴や、専用のペンを用いて描画されたストローク情報などを会議コンテンツとして記録する。記録された会議コンテンツは iSticky 上で閲覧や再利用ができる。

Discussion Mediator³⁾ 蓄積されたドキュメントやイメージの引用によってプレゼンテーション作成を支援するためのアプリケーション。会議コンテンツに含まれる重要な発言を引用することで議論内容を整理し、次に行うべき TODO を作成するための機能も持つ。

Discussion Recorder⁴⁾ プレゼンテーションを用いて自身の活動内容を他者に向けて発表し、参加者と議論を行うような会議にフォーカスした会議コンテンツ作成システム。議論の様子を映像・音声に記録し、発言テキストやプレゼンテーションの他に、発言者情報や発言時間といったメタデータによって、議論の意味構造化を行い、会議コンテンツの作成を行う。作成された会議コンテンツは Web ブラウザを用いて閲覧できる。

上記のシステムによって作成されたコンテンツに関する情報や、コンテンツサーバを経由して SyncNode へ送信・記録される。また、iSticky 上で作成したコンテンツを TimeMachineBoard へ送信したり、Discussion Mediator 上でプレゼンテーションを作成する際に引用したりすることで得られるコンテンツの引用情報も自動的に SyncNode へ送信・記録される。このように、ユーザが知識活動支援システムを繰り返し使用することで、暗黙的に SyncNode へ情報が集約され、知識活動マップが拡張されていく。

4. 自動生成された知識活動マップの利用

前章で述べた知識活動支援システムを用いることによって、アイデアが創出されてから成果物に至るまでに作成されたドキュメントやプレゼンテーションなどのコンテンツ情報、およびコンテンツ間の引用関係から知識活動マップを自動生成することができる。このようにして生成された知識活動マップを利用することで、以下のような応用を実現できる。

- 現在の活動内容に関連するコンテンツの探索
- 知識活動マップのコンテンツとしての利用

- 文脈情報を利用したコンテンツの作成支援

4.1 現在の活動内容に関連するコンテンツの探索

知識活動マップ内のリンク情報を芋づる式にたどることによって、成果物のきっかけとなる現象や要求、議論を通じて得られた結論や問題点を含むコンテンツを探索することができる。たとえば、現在閲覧している会議コンテンツに付与されているリンク情報を可視化することで、過去の発言やプレゼンテーションの内容を効率的に確認することができる（図4）。また、現在編集しているメモに付与されているリンク情報をたどることによって、問題点を指摘している会議コンテンツ内の発言に加え、その周辺で行われていた議論を閲覧することができる（図5）。

知識活動を行う過程の中には、成功しているものだけでなく、失敗したものも多く存在するだろう。しかし、失敗や失敗の積み重ね自体が非常に重要な意味を持つこともある。別の見方をすれば、それらの失敗は当時扱っていたテーマにおいて「失敗」要因となっているだけであり、別のテーマから捉えなおしてみれば「成功」要因となる可能性もある。時間の経過とともに新しいコンテンツが追加されるにつれ、このような「失敗」要因は忘失されてしまうが、リンク情報をたどることによって、過去に埋もれてしまった「失敗」要因を発見することができる。

関連コンテンツを探索するためのインタフェースとして、図4や図5のように、特定のコンテンツの編集・閲覧インタフェース内にリンク情報や関連コンテンツを可視化するコンポーネントを埋め込んだものと、図6のように知識活動マップを俯瞰的に閲覧できるようにしたものがある。前者は、現在行っている活動に内容的にも時間的にも強く関連する情報を探索することに適しており、後者は、過去に埋もれてしまった重要な情報や現在の活動を行うきっかけに相当する情報を探索することに適している。これらのインタフェースを効果的にユーザに提示することにより、よりよい知識活動を行うことができる。

4.2 知識活動マップのコンテンツとしての利用

知識活動マップには「そのコンテンツがどのような考えに基づいて作成されているのか」という文脈情報が引用情報という形で記録されている。この文脈情報をコンテンツとして閲覧できるインタフェースを提供することで、そのユーザの知識活動に関する背景知識の獲得を支援できる。たとえば、知識活動マップそのものを可視化することで前述の関連コンテンツの探索に利用することができる。そのほかにも活性拡散アルゴリズム⁵⁾を用いて要約したグラフを可視化することで、ユーザの知識活動に関する理解を支援できると考えている。活動を行っている本人が閲覧することで、現在行っていることの位置づけを確認したり、

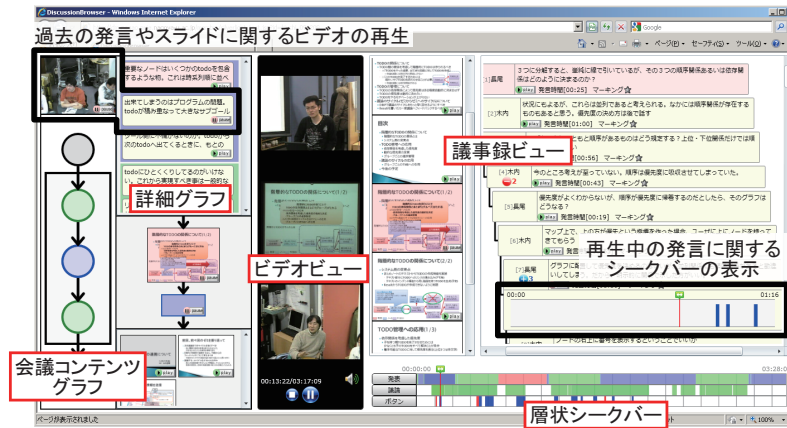


図 4 会議コンテンツ閲覧インターフェースにおける会議コンテンツ間の関連性の可視化

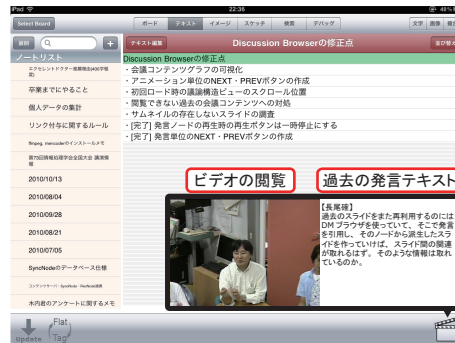


図 5 iSticky における関連コンテンツの表示

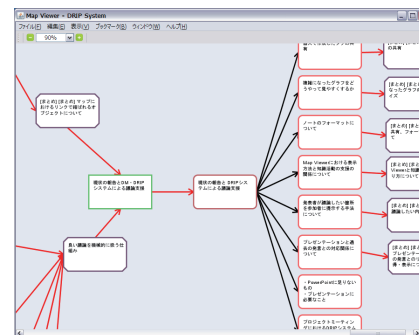


図 6 Discussion Mediator における記録・蓄積された知識活動マップの可視化

疎かにしていることを確認することができるため、よりよい活動を行うことが期待できる。また、第三者が知識活動マップを閲覧することによって、知識の伝承を効果的に行うことができる。特に後者の応用は、人材の流動化が進む現代社会にとって非常に重要な貢献をもたらすことが予想される。

4.3 知識活動マップを利用したコンテンツの作成支援

前述の Discussion Mediator は、蓄積された知識活動マップに含まれるコンテンツを引用

することで、プレゼンテーションの作成を支援する機能を持っている。この機能の特徴は、知識活動マップを利用して、他者にこれまでの活動内容を伝えるためのコンテンツを作成する、という点である。現在は、活動内容に関連するコンテンツの検索および引用を行っているが、知識活動マップ内の、リンク情報で関連付けられているコンテンツの部分要素のみを抽出し、ダイジェストを生成することで、プレゼンテーションのひな型を自動的に生成できると考えている。生成されたひな形をより分かりやすいようにユーザが整形することで、効率的にコンテンツを作成できるようになる。

5. おわりに

本論文では、知識活動に関する履歴情報からコンテンツの引用情報を抽出・組み合わせることで文脈情報を自動生成し、その文脈情報を用いて知識活動を統合的に支援するためのシステムである知識活動支援システムを提案した。また、筆者らがこれまでに研究・開発を行ってきた、知識活動に内在するタスクを支援するためのさまざまな仕組みを知識活動支援システムに統合し、個人の活動の文脈情報を生成し利用するための仕組みを実現した。そして、この仕組みによって得られた文脈情報の利用例として、現在の活動内容に関連するコンテンツの探索、知識活動マップのコンテンツとしての利用、および文脈情報を利用したコンテンツの作成支援を提案した。

今後は、実現した仕組みの長期的な運用を通じたデータの収集と分析、それに基づくユーザインターフェースの改善を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 高橋 勲, 石戸谷顕太郎, 土田貴裕, 大平茂輝, 長尾 確: 個人の知識活動支援のためのメモと議事録の効率的な関連検索, 情報処理学会第 73 回全国大会講演論文集 (2011).
- 2) Ishitoya, K., Ohira, S. and Nagao, K.: TimeMachineBoard: A Casual Meeting System Capable of Reusing Previous Discussions, *Proc. 5th International Conference on Collaboration Technologies (CollabTech 2009)*, pp.84-89 (2009).
- 3) 土田貴裕, 大平茂輝, 長尾 確: ゼミコンテンツの再利用に基づく研究活動支援, 情報処理学会論文誌, Vol.51, No.6, pp.1357-1370 (2010).
- 4) 土田貴裕, 大平茂輝, 長尾 確: 対面式会議コンテンツの作成と議論中におけるメタデータの可視化, 情報処理学会論文誌, Vol.51, No.2, pp.404-416 (2010).
- 5) Collins, A.M. and Loftus, E.F.: A spreading-activation theory of semantic processing, *Psychological Review*, Vol.82, No.6, pp.407-428 (1975).