

クラスタリングを用いた知識構造構築システムにおける

知識構造の要約表示

Evaluation of viewing summary method in knowledge structuring system by using clustering

神田 賢一^{*1}
Keniti Kanda

大本 義正 西田 豊明^{*2}
Yoshimasa Ohmoto and Toyoaki Nishida

^{*1} 京都大学工学部情報学科
Kyoto University, Undergraduate School of Informatics
and Mathematical Science.#1

^{*2} 京都大学情報学研究科知能情報学専攻
Department of Intelligence Science and Technology, Graduate
School of Informatics, Kyoto University#2

By using a system that can visualize knowledge relationship, we can share and rebuild knowledge structures effectively through interactions with others. So we make knowledge structuring system in that we can both restructure knowledge structures through interactions and visualize and share knowledge structures. However, in using this system, we recognize a trouble that system strain users too heavy. So we implement a method of viewing summary that summarizes existing knowledge structures by using clustering. By using this method, we assist to estimate the placement of new knowledge in existing knowledge structures and build relationship with other knowledge and we verify the effect of this method.

1. はじめに

日常生活の中で、他者に自分の知識を伝えたいと思うことは多々あるが、上手く知識を伝えることは難しい。その原因として、伝えたい知識の構造を自分でも明確に認識できていないことが多いという点、また例え明確に構造を認識できていたとしても、知識構造内の知識同士の関係性や類似性も含めて他者に伝達するのは難しいという点が挙げられる。また、他者への知識の伝達を試みるインタラクションの過程で自己と他者双方の知識構造が変化していくことも多い。そのため知識構造を他者と共有してインタラクションを行うことで自己の知識構造が変化していくことが期待できる。そこで、知識空間の構築と共有を行うことができるシステムについて考えてみると、知球[1]のように個人の知識構造の構築を支援するシステムは存在するがオブジェクトの配置が球面上と限定されるため、例えば時系列と関係性の表現をシステム上で両立させることが難しく、また複数人での共有が前提とされていない。一方、グループで平面空間を共有し、写真間の関係性を構築できるシステム[2]も存在するものの、個人の知識構造を表示するための機能を備えていない。

そこで

- 他者とのインタラクションを通じての知識構造の再構築
- 知識構造の可視化と共有の補助

を並行して行うことができるシステムを開発し、その後、開発したシステムを実際の議論の場に適用し、

- 知識構造の可視化による参加者間で周辺知識の共有
- インタラクションを通じた知識の再構築の円滑化

が見られるかという評価実験を行った。

その結果、本システムでは、他者とのインタラクションを通しての知識構造構築、共有の補助にある程度の有用性を認めることが

できた[3]が、一方でシステム利用の際に、

- 個人としての知識構造構築に多大な時間がかかる
- 現実での議論の速さにシステム上での知識構造の変更が追いつかない

といった点が見られ、本システム上で表現する知識構造の増大に伴い、知識構造への知識の追加を行う際、使用者への要求、負担が増大するという問題点が挙げられた。

知識管理を目的とするシステムにとって、システムの継続的使用を促すための、利用者の負担の軽減は重要な課題である。

そこで、本稿では、本システム上での知識構造追加、変更の際にクラスタリングを用いて知識構造の要約表示を行うことで、使用者の負担の軽減を図り、またその効果を検証する。

2. システム概要

本システムでは、写真を知識とみなし、3次元空間上に写真を配置し、また写真への情報の付加、写真間の関係性の表示といった機能により、システム使用者の持つ知識の構造をシステム上に可視化し、また文字情報のみでは伝達しにくい知識の構造を他者と共有することを目的としている。本システムのアーキテクチャは図1のようになっている。アーキテクチャの特徴はシステム内の要素の管理をオブジェクトの位置情報管理コンポーネントやリンク情報管理コンポーネントといった基本的な管理コンポーネントで分割して行い、ユーザの入力に対し、それらの管理コンポーネントを通してクラスタリングコンポーネントといった高度なコンポーネントを作用させることにより統一的な知識構造の管理が行える点である。

本システムの特色としては、

1. 写真を3次元空間上の好きな場所に配置できると共に、写真間にリンクを貼ることができる
2. ネットワーク機能を備え自己の知識構造を他者に示すことができる

という点が挙げられる。

使用者は、1 の機能により、写真同士の関係性を示す、写真間の因果関係を表現する、といった知識構造の構築に必要な

連絡先: 神田 賢一, 京都大学工学部情報学科, 〒606-8501
京都市左京区吉田本町(工学部 10 号館 214 号室), Tel:
075-753-5371 Fax 番号 :075-753-4961, E-mail:
kanda@ii.ist.i.kyoto-u.ac.jp

表現を行うことができる。また 2 の機能により、作成した個人の知識構造を他者と共有するといったことができる。その他の機能として写真へのコメントやタグ情報の付加も行うことができる。

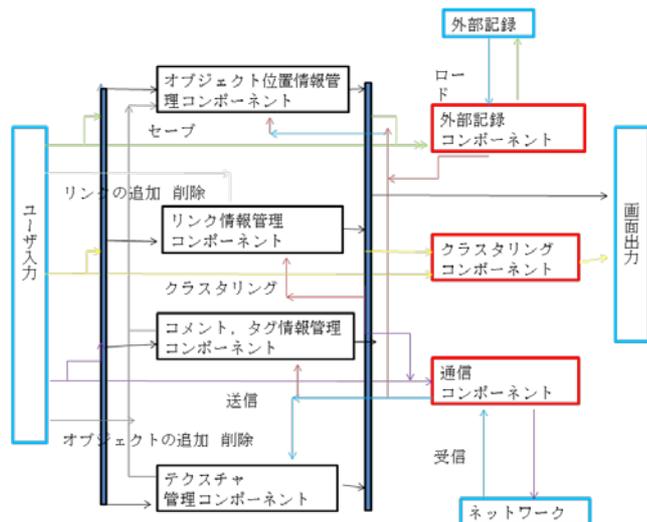


図1 システムアーキテクチャ

本システムの構成は個人の知識構造の構築を行うシステム(個人用システム)と、持ち寄った互いの知識構造の共有を行うシステム(共有システム)に分かれる。

この二つのシステムにより、システムの利用者は個人用システムで作成した知識構造を共有システムにアップロードし、その構造に関してシステム上で議論を行い、同様にアップロードされてきた他者の知識構造の一部を自己の知識構造の一部に取り込む、元から知識構造に組み込まれていた写真の配置やリンクを変更するといった作業を行うことで、議論によって生じる自己の知識構造の再構築の過程をシステム上に表現することができ、また議論を進める過程で他者と知識構造の共有を行える。

3. システムによる知識構造構築の補助

知識構造内への知識の要素としての新たな写真追加に際し、システムが使用者に要求する主な作業として、

1. システム内の三次元座標への写真の配置位置の決定、およびそれに伴う周辺知識構造の改変
 2. 新たに配置した写真と既存の写真とのリンクの作成
 3. 写真へのコメントやタグ情報の付加
- が挙げられる。

知識管理を含むシステムにおけるデータ量の増大に伴う作業負担の増加は先行する研究[4],[5]においても問題とされており、使用者の負担の軽減のため、何らかのシステムからの補助が必要であると思われる。

そこで、本研究では、クラスタリング手法を用いて、知識構造を複数領域へ分割し、使用者による領域選択とクラスタリングによる選択された領域の分割の繰り返しにより、使用者が最終的に希望する配置位置の選択を行える機能を実装した。

クラスタリングの手法としては分割最適化クラスタリングの手法である k-means 法を用いた。

クラスタリングの際に考慮するデータとしては、写真の配置位置、他の写真へのリンク情報、写真のコメントやタグ、写真そのものの明暗や色彩の情報などが考えられるが、今回考慮するデータとしては写真の配置位置、リンク情報、タグ情報のみとして

いる。具体的には写真の配置位置間の距離情報をクラスタリングの目的関数とし、各写真のリンク情報、タグ情報の重みづけを行った上で目的関数に組み込み、距離情報の修正を行った。

具体的にはまずクラスタリング対象となっている各写真をランダムに各クラスタに格納し、各クラスタに含まれる写真の座標の中心を計算し、クラスタの中央値とする。つぎに、各クラスタの中央値と、クラスタリング対象の各写真の座標との距離を算出し目的関数としている。ここまでは一般的な k-means 法と同じであるが、今回のクラスタリングではさらにクラスタリング対象の各写真間に貼られたリンクを検出し、重みづけに従ってリンク先の写真が含まれるクラスタとの距離を減少させることで目的関数に修正を加えている。また同様にタグ情報を参照し、同一のタグを持つ写真を検出し、各クラスタに含まれるそれらの写真の枚数に応じて、重みづけに従い目的関数に修正を加えている。

また、上記の手法で分割された各クラスタを視覚的に使用者に表示し、同時に各クラスタに属する知識(写真)に含まれるタグ情報を一覧としてシステム画面上に表示することで新たな写真追加の際の使用者の補助を行う。

4. 評価実験

システムの機能を確認するために必要な、ある程度の大きさを持つ知識構造を構築するために、データ取得実験を行った。構築する知識構造の対象としてはバーベキューの手順を選択し、実際に 2 グループにバーベキューを行ってもらい、その過程を写真で撮ってもらった。このとき 1 番目のグループでは約 1200 枚、2 番目のグループでは約 800 枚の写真が撮られていた。その後、両グループの 1 人ずつに知識構造の構築をしてもらい、また知識構造を構築した 2 人に、バーベキューの参加者 2 人を加えた 4 人での議論と再構築を行ってもらった。

その結果、バーベキューの手順に関する個人としての知識構造を 2 人分得ることができた。1 人目の知識構造には写真が約 400 枚配置され、写真を結ぶリンクは約 800 個貼られていた(図 2)。また 2 人目の知識構造には写真が約 200 枚配置され、リンクは約 250 個貼られていた(図 3)。

両者の知識構造の違いとしては、まず撮影した写真のうち知識の表現に有用な写真の枚数の違いもあるが、両者の知識や性格の違いもあると思われる。

図 2、図 3 はそれぞれ 1 人目、2 人目の構築した知識構造のうち、バーベキューの炭をおこす場所、火のおこし方の知識構造部分を示している。

図 2 の知識構造では知識の要素となる写真の数、また写真間の関係性を示すためのリンクの数が多く、図 3 に比べて詳細な知識の説明を行っているが、一方図 3 の知識構造では位置関係に気を配り、重要な知識と思われる写真を前面に出すことで強調し、他者の知識構造の理解を助けている。



図2 1人目の構築した知識構造の一部

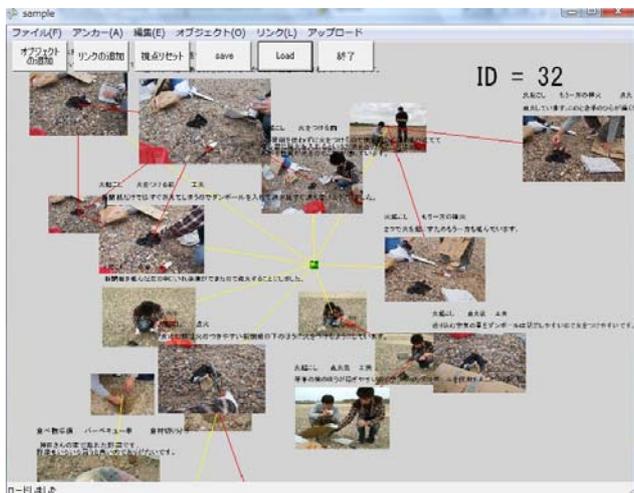


図3 2人目の構築した知識構造の一部

前述の、クラスタリングによる使用者の補助効果を検証するために、実際に知識構造への知識(写真)の追加を行った。使用する知識構造は、データ取得実験で得られた、バーベキューの手順に関する知識構造であり、その構造内に「バーベキューで使う網を支える石を見つけてきている」写真を追加した。図4、図5はその際のシステム画面の一部である。



図4 クラスタリング結果画面の一部

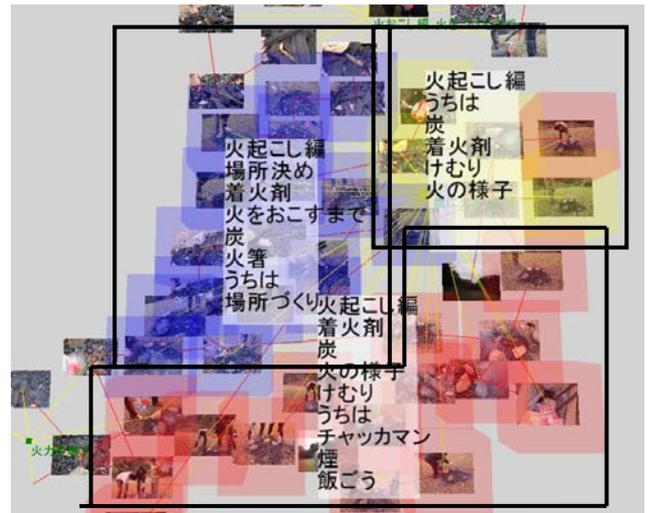


図5 クラスタリング結果画面の一部

図4では知識構造全体に対して初めてクラスタリングを行った結果を表示している。図4中には枠線で囲った二つのクラスタが存在しており、各クラスタに含まれる写真が色づけされて表示される。また、各クラスタの中身の一覧が羅列表示されている。表示内容を見ると、右のクラスタは主に食材の調理に関する知識構造が属するクラスタであり、左のクラスタは炭や火といったバーベキューを行う場所づくりに関する知識構造が属するクラスタであることがわかる。

クラスタリング結果の表示に対し、使用者がいずれかのクラスタを選択すると、そのクラスタに含まれる写真に対する新たなクラスタリングが行われ、システム画面上にクラスタリング結果が新たに表示される。図5では図4の左のクラスタを選択し、さらに複数回クラスタリングによる領域の分割を行った結果を表示している。知識構造の中で図5に表示されているは火のおこし方に関するものであり、クラスタリングを行うと図5のように3個のクラスタに分割された。各クラスタの中身の一覧を見ると左上のクラスタはバーベキューを行う場所に関するクラスタだということがわかる。現在追加しようとしている写真の適切な配置位置はこのクラスタの内部であろうと思われ、これ以上のクラスタリングは必要ないと考えクラスタリングを終了したが、クラスタリングによる結果はあくまでシステムによる提案に過ぎず、その結果に従うかどうかは使用者にゆだねられる。

上記の検証により、システム内の三次元座標への写真の配置位置の決定に際し、クラスタリングによる補助機能がある程度の有用性を示していると考えられる。また今回検証に用いた知識構造は400枚ほどの写真を含む規模のものであり、知識構造全体を把握することが比較的容易であったが、より大規模な知識構造においては知識の配置位置、知識間の関係性の把握は困難となる。そのような場合において、段階的にクラスタリングを行うことで使用者の補助を行う機能は、使用者の負担を軽減する効果に加え、使用者自身の、また他者の、知識構造の把握に役立つことが期待できる。

また、クラスタリングの際のタグ情報、リンク情報の重みづけの値次第で、クラスタがシステム画面上で一つのまとまりとならず、他のクラスタによって分断される場合があった。そこで、重みづけの値を上手く調整することで、使用者に対し知識構造の見直しや改変を提案することができるのではないかとと思われる。

一方、問題点としては、今回は2人が構築した知識構造だけをクラスタリングの対象としており、異なる思想で構築された知識構造に対し同様の結果を得られるかは不明であるという点が挙げられる。この点は、今回は固定としたタグ情報やリンク情報の

重みづけを可変とし、クラスタリング中で調整することである程度対処可能であると考えられる。

また今回はクラスタリングによる写真の配置位置の決定の補助のみを行ったが、写真に対するタグ付けの提案といった機能を追加することも目標としたい。この機能の付加により、さらなる使用者の負担の軽減が予想され、またタグのつけ忘れといったミスの軽減により、結果的にクラスタリングの精度の上昇につながると考えられる。

5. まとめ

本稿では他者とのインタラクションを通しての知識構造構築、共有を補助するシステムを提案し、またシステム上でのクラスタリングを用いた知識構造の要約表示の手法と使用者への補助効果の検討を行った。その結果、ある程度の有用性を認めることができたが、クラスタリングの汎用性の確認、精度の向上といった面での問題点も見つかった。

参考文献

1. [久保田 2007] Kubota H, Nomura M, Sumi Y, and Nishida T.: Sustainable Memory System Using Global and Conical Spaces: Journal of Universal Computer Science, vol. 13, no. 2 (2007), 135-148
2. [Meredith 2006] Meredith R M, Anqi H, Andreas P, and Terry W.: Cooperative Gestures: Multi-User Gestural Interactions for Co-located Groupware.: CHI 2006 Proceedings · Gestures and Visualizations, (2006), 1201-1210.
3. [神田 2010] 神田賢一, 大本義正, 西田豊明 Development of the system which visualize knowledge space and support to show the structure. 情報処理学会第72回全国大会 論文集 2010
4. [Robertson 1998] Robertson, G., Czerwinski, M., Larson, K., Robbins, D.C., Thiel, D., Dantzich, M.V.: "Data mountain: using spatial memory for document management", Proceedings of the 11th annual ACM symposium on User interface software and technology (UIST '98), pp.153-162, 1998.
5. [黄 2004] 黄宏軒, 角康之, 西田豊明: Galley: 人間記憶支援システム. 日本人工知能学会全国大会(第18回)論文集, 2004.