

概念レベルにおける合意形成支援

相羽 康郎† 吉高 淳夫‡ 平川 正人‡ 市川 忠男‡

†広島大学大学院工学研究科
‡広島大学工学部

複数の人間が共同、または協調して作業を効率的に進めるためには、あらかじめ作業内容に関して合意をとる必要がある。しかし、各個人が遠隔地にいるため頻繁に議論ができない場合、問題について自他の持つ概念を比較しながら、合意をとることは困難である。そこで本稿では、他人との概念の差異を認識させることにより合意形成を支援する手法を提案する。

まず各個人は、非同期にそれぞれの持つ概念を計算機に入力する。それら入力された概念を計算機上で比較して、概念中に存在する個人間の概念の差異を抽出する。そして、その情報を各個人に提示することによって、他人との概念の差異を示し、合意形成の支援をする。

Support of Mutual Agreement Formation among Concepts

Yasuro Aiba† Atsuo Yoshitaka‡ Masahito Hirakawa‡ Tadao Ichikawa‡

†Graduate School of Hiroshima University
‡Faculty of Engineering, Hiroshima University
1-4-1 Kagamiyama Higashi-Hiroshima 739, Japan

Mutual agreement in cooperative work is mandatory for pursuing efficient work by many people. But in case that members can't argue frequently each other being locationally isolated, it is difficult to reach mutual agreement through comparison of the concepts maintained by individual members. In this paper, we propose a method to support the formation of mutual agreement by letting each member be aware of conceptual gaps existing among the members.

In the proposed system, each member asynchronously describes the concept of his/her own. The system extracts the information about conceptual gaps existing among the members. Based on this information, Each member then recognizes the derivation of his/her own concept from the concepts of others.

1 はじめに

従来、計算機の利用形態として、単に数値計算をしたり、ワードプロセッサとして利用することが多かった。しかし最近では、人間の活動の中でも計算機を人間の協調活動(グループワーク)の支援に利用する CSCW (Computer-Supported Cooperative Work)[1][2] や、人間の知的創造活動の支援に利用する発想支援 [3][4][5] といった研究が盛んに行われている。

本研究では、CSCW の一環として、計算機の利用により、各ユーザの持つ概念に関する合意形成を支援する手法を提案する。さらに、提案手法を実現するシステムを開発する。

複数の人間が共同、または協調して作業を効率的に進めるために、前もってそれについて合意をとることが必要である。本来、合意とは人間同志が議論をすることにより形成するものである。しかし、合意をとるべき相手が遠隔地にいるため頻繁に議論ができない場合、電話や電子メール等の手段だけによって合意をとることは非常に困難である。数少ない議論を円滑に行うために、あらかじめ他人との概念の差異を認識し、論点を明確にしておくことは有用である。

そこで本研究での合意形成支援とは、各個人のもつ概念間の差異をそれぞれに提示し、他人との相違を認識させることであると定義する。概念間の差異を認識させるため、まず個人の頭の

中にあるそれぞれの概念を非同期に計算機に入力させる。次に、入力された概念を複数集め、それらと比較することによって、概念中に存在する個人間の概念の差異を計算機に抽出させる。そして、その情報を各個人に提示することにより、他人との概念の差異を容易に認識させ、合意をとることを支援する。

2 研究概要

2.1 合意形成支援

合意形成支援とは、複数の人間が問題、話題に対して一致した認識を持つための助けとなる情報と環境を提供することである。本研究では、各個人のもつ概念を共通のものとするために、概念間の差異情報を提示することで合意形成の支援を行う。

2.2 定義

本研究で取り扱う概念を以下のように定義する。

定義 1 “概念とは、自然言語で表現される語句の集合とそれら語句間の関係の集合を合わせたものである。”

定義 2 “自然言語で表現される語句は 1 つの概念である。”

定義 1 と定義 2 より、本研究でいう概念は、ある 1 つの自然言語で表現される語句と対応する。それを構成する要素は、概念とその概念間の種々の関係からなり、構成概念もまた 1 つの語句と対応する。よって、概念は階層構造持つことになるが、現在のところ合意形成支援過程において階層構造は取り扱っていない。

以下、自然言語で表現される語句を“キーワード”、語句間の関係を単に“関係”とする。また、概念 C を構成するキーワードの集合を $W(C) = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ とし、任意の 2 つのキーワード (w_i, w_j) 間の関係を $r_{ij}(C)$ 、 $(i, j = 1, 2, \dots, n)$ とする。

2.3 方針

CSCW として行われている研究の大多数は、計算機内に共有空間を持ち、その空間内で協調活動を行うといったアプローチを採っているものが多い。しかし本研究では、個人個人が概念を計算機上で表現する時点では共有空間を持た

せず、各人はローカルな作業空間で作業を行う。なぜならば本研究の目標が、① 個人間の概念の差異の抽出、② 遠隔地ユーザに対する非同期での合意形成の支援だからである。

第 1 の目標を実現するためには、他人に影響されずに自分の概念を忠実に表現させる必要がある。よって共有空間を持たず、ローカルな空間で各個人の概念を記述することとする。また非同期で合意形成支援を行う場合には、あえて共有空間を持たせる必要はなく、ローカルな作業空間で各個人の概念記述を行い、電子メール等でシステムに送ればよい。

本研究の目的である合意形成の支援において、その基本方針は合意を多数決に行うのではない。他人との概念の差異を計算機に抽出させ、それをもとにユーザに対して同意 / 不同意を質問することで、ユーザ間で合意のとれていない部分を明確にする。この情報をもとにユーザは、合意のとれていない部分を合意に向けて重点的に議論すればよい。

また、概念の比較によって概念間の合意形成支援を行う過程において、システムはキーワード自体の意味、つまり、その語句が表す概念については考慮せず、キーワードを表面的な語句としてのみ取り扱う。すなわち、システムはキーワードを単なる文字列としか見ない。システムが重視するのはキーワード間の関係とし、この関係の有無、種類、そしてつながり方によって概念間の比較を行う。そして、それら概念中の差異等を抽出し、概念の合意を形成することを支援する。

2.4 概念の合意形成支援過程

本研究は概念の合意形成過程の支援を計算機環境のもとで行うことを目的とする。以下に本研究でのユーザ側から見た概念の合意形成支援過程の概略を、また図 1 にユーザが自分の概念をシステムに記述してから、合意形成支援情報をシステムが提示するまでのユーザと計算機との間の情報の流れを示す。

step1: 代表者が概念を構成するための複数のキーワードを選定する。

step2: それぞれのユーザが自分の概念を記述する。

step3: 各々の概念の比較を計算機に行う。

step4: step3 によって抽出された他人との概念中の差異の情報に対して、同意 / 不同意を表す。

step5: 必要に応じて step3 ~ step4 を繰り返す (4.3節参照).

step6: 他人との概念の差異等の合意形成支援情報を得て, 論点を認識する.

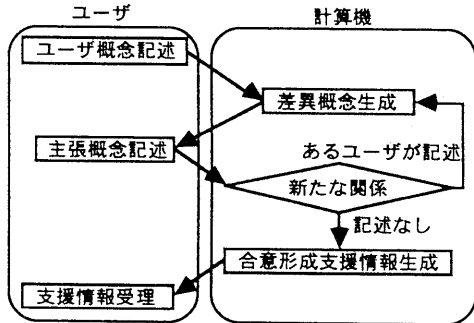


図 1: 合意形成支援情報を得るまでの流れ

以降の章で支援手法について具体的, 詳細に説明する.

3 概念の表現

3.1 キーワードの選定

個人個人の概念を計算機上に表現する前に, その概念を形成するためのキーワードをあらかじめ選定する必要がある. このため, グループの代表者が, 合意をとうろうとしている概念を構成するであろうキーワードを 10 ~ 30 個ほど選定する. そして, グループのすべてのユーザにそれらのキーワードを送信する.

なお, グループの代表者がキーワードを選定する際には注意が必要である. キーワードがあまりにも抽象的な語句である場合, 効果的な情報が現れない. なぜならば, 抽象的な語句はユーザによって様々な意味に捉えられ, その間の関係を素直に記述するのは困難だからである. キーワードとしては, 合意形成を行おうとする概念を構成する具体的な語句 (物体, 事象) を選定した方が, 合意形成支援のための有用な情報が引き出せると考える.

3.2 関係の分類と表現

ある概念において同一のキーワードを用いた場合, 複数の人間の間にある概念の差異とはキーワード間の関係の差異に現れてくることになる. その関係の種類には多くのものが考えられる. 例えば, 関係の分類として, 論理学の分野で分析

されている概念相互の関係 [8] がある. しかし本研究では, 以下の関係を用いて研究を進めている.

- 同義関係 (w_i と w_j は同じ概念である)
- 反対関係 (w_i と w_j は逆の概念である)
- 単方向影響関係 (w_i は w_j に影響を与える概念である)
- 双方向影響関係 (w_i と w_j は互いに影響を与える概念である)

どの二項関係も記述する際には直接 2 つのキーワード間にその関係を表すリンクを張る. 図 2 に上記の関係の表現形態を示す.

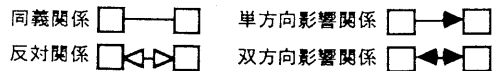


図 2: '関係' の表現形態

このような限定した関係を導入した理由は, 本研究の目的が複数の人間のそれぞれが持つ概念の差異を抽出することで概念の合意形成を支援することだからである. 多くの関係を導入すれば, 各個人の持つ概念の記述自体は自由度が高まる. しかし, 概念の比較を行う際には, 同一概念を複数の関係により表現し得るといった曖昧性が生じる. そこで本研究では, 表現の自由度と曖昧性の排除とのトレードオフを考慮して, 上記の 4 つの関係に限定する.

4 概念の合意形成支援

4.1 ユーザ概念の記述

各ユーザ (U_k , ($k = 1, 2, \dots, m$)) のユーザ概念 (C_{U_k}) は, 2.2 節の定義より, キーワードを示す文字列とそれらの関係を表すリンクで表現される. 各ユーザは代表者から提示されたキーワード間の関係を 3.2 節で示した関係で記述していく. このとき, 関係を限定したこと起因する無理な関係づけをしてはならない. 無理な関係づけをすることにより, 最終的にユーザに提示される情報の信頼性が減少するからである.

また, 自分の概念を記述する際に提示されたキーワードのみでは不足である場合がある. そのときには, 新たなキーワードを入力し, それに対する関係を記述する.

図 3 に本研究で取り扱う概念を表現するためのプロトタイプシステムによる概念表現形態のイメージを示す.

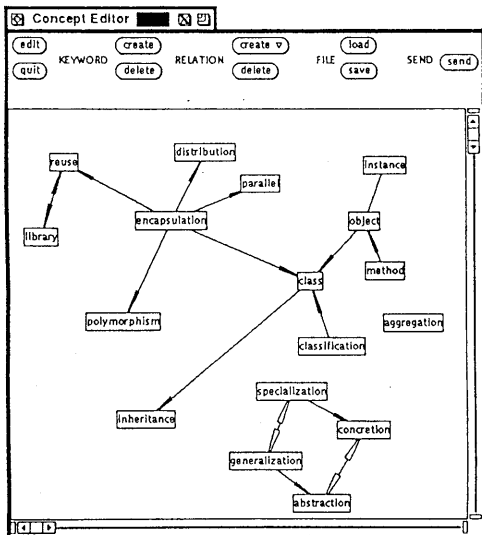


図 3: 概念表現形態のイメージ

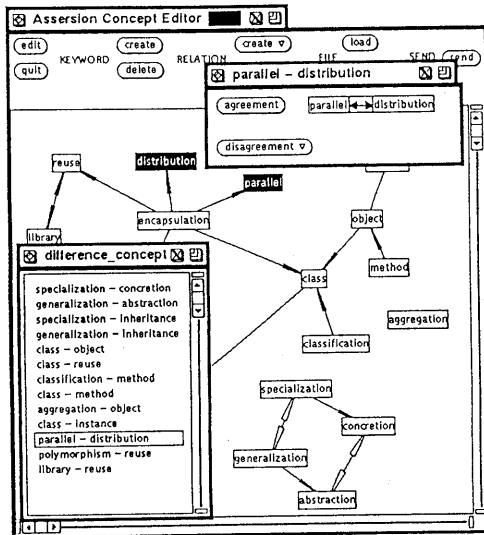


図 5: 主張概念記述インターフェース

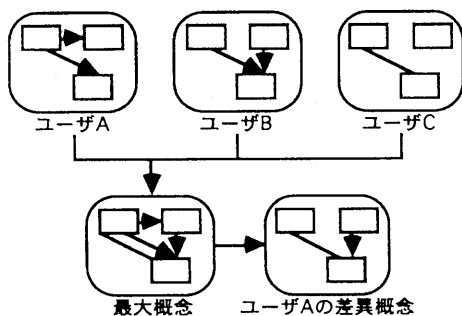


図 4: 差異概念の生成

4.2 差異概念

3.2節で述べた関係を用いて表現された各個人の概念 C_{U_k} を組み合わせることにより、各ユーザ毎に差異概念 (C_{D_k}) を生成する。差異概念とは、ユーザ全員の概念の union によって作られる概念 (以降、最大概念 (C_M) とする) から自分の概念中の関係を除いたものである。よって差異概念は他のユーザの概念中にある関係のうち、自分が持っていない関係から成る概念となる。

差異概念の生成例を図4に、また具体的な生成方法を以下に示す。

step1: 全キーワード間に対してすべてのユーザの概念中の関係の和 (OR) をとり、最大概念を生成する。ただし、同キーワード間で関係の衝突が起こった場合には、そのすべての関係を最大概念中の関係とする。

$$\text{for(全ての2キーワード}(w_i, w_j)\text{間)}\{ \\ r_{ij}(C_M) = r_{ij}(C_{U_1}) \cup \dots \cup r_{ij}(C_{U_m}) \\ \}$$

step2: 差異概念を提示するユーザの概念 (C_{U_k}) 中の関係と一致するものすべてを最大概念より削除する。

$$\text{for(全ての2キーワード}(w_i, w_j)\text{間)}\{ \\ r_{ij}(C_{D_k}) = r_{ij}(C_M) - r_{ij}(C_{U_k}) \\ \}$$

差異概念をもとに合意形成支援をするということは、本研究の基本方針が多数決によって合意形成をしていくのではなく、すべてのユーザの概念を広く取り入れ、他のユーザと合意できない部分を抽出、認識して合意形成を図ることを意味する。また、差異概念を用いる利点として、① 自分以外の人間の持つ概念を一度に見ることができる、② 差異概念を提示されることにより、自分の持たない概念を発見する発想支援効果が副次的に期待できる(発想支援)といった点が挙げられる。

4.3 主張概念

最終的にシステムに合意形成支援情報を提示させるため、各ユーザは差異概念に対して新たに主張概念 (C_{A_k}) を提示する。主張概念とは、システムにより提示された差異概念中の個々の関係に対してユーザが同意/不同意を示したものである。

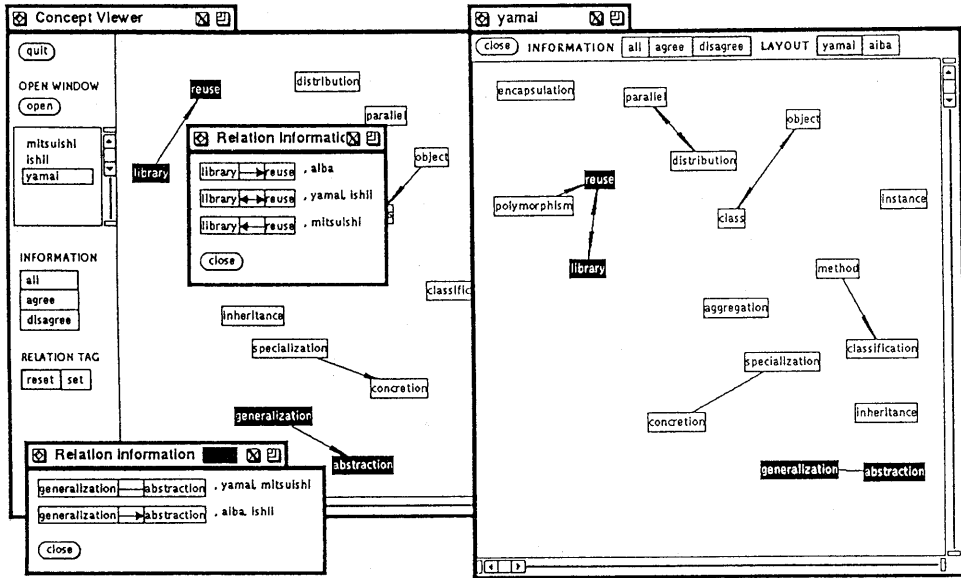


図 6: 概念の差異情報提示インタフェース

主張概念を各ユーザが記述することによって、キーワード間に結ばれたすべての関係に対して全ユーザが自分の主張を表したことになり、これに基づいて合意形成支援情報を形成する。

図 5 に主張概念を記述するためのインタフェースを示す。difference concept window には、差異概念中に関係が存在するキーワード対が表示されている。ユーザは、difference concept window で提示されたキーワード対の関係について、それぞれ同意/不同意を入力することにより主張概念を記述する。

なお、4.2 節で差異概念を用いることにより発想支援につながるという利点を挙げたが、その効果を増大させる目的で、代表者によって選定されたキーワード以外の新たなキーワードとそれに結ばれる関係を思いついた場合、また代表者によって選定されたキーワードに対してどのユーザも記述していない関係が想起された場合、それらを入力することも許す。ただし、新たな関係を入力するユーザが存在した場合は再び全ユーザに対して差異概念を生成し、それを提示する必要がある。

4.4 合意形成支援情報の提示

最初に記述したユーザ概念と主張概念を合わせた概念をユーザ間で比較することにより、全ユーザ間で完全に合意してしている関係、合意していない関係を抽出し、その情報をユーザに提示する。ユーザは提示された情報から、今後合

意をとるために議論しなければならないことを明確に認識する。

合意形成支援情報として、① 全ユーザが合意している関係、② ある関係に関するユーザ間の合意/非合意情報、③ あるユーザに対する合意/非合意関係といった情報を提示することによって、合意形成を支援する。

図 6 に情報提示のためのインタフェースを示す。① の情報は Concept viewer, ② は Relation Information window, ③ は Concept viewer より開かれる各ユーザの window により提示される。

5 実験と考察

本研究で提案した合意形成支援の手法を用いて 5 種類の topics により、概念記述に関する実験を行った。その結果、ユーザ概念、最大概念中の関係数の傾向を以下の表にまとめる。

	n	m	①	②	③	④	④/③
topic1	17	4	12.25	30(24)	0.72	1.76	2.40
topic2	14	4	12.00	35(31)	0.85	2.50	2.94
topic3	12	6	9.50	28(28)	0.79	2.33	2.95
topic4	10	7	5.43	19(15)	0.54	1.90	3.52
topic5	8	7	4.56	16(15)	0.57	2.00	3.51

n : キーワード数

m : ユーザ数

① : ユーザ1人あたりの記述した関係数

② : 最大概念中の関係数(キーワード間の関係数)

③ : ユーザ1人,1キーワードあたりの記述した関係数

④ : 最大概念中の1キーワードあたりの関係数

当然ながら、ユーザ数が増加するにつれて最大概念中の関係数は増加する。しかし、ユーザ数の増加に対する最大概念中の関係の増加の割合は抑えられる傾向が見られる。これはユーザが増加することによりユーザ間で同じ関係を記述することが多くなるからだと考えられる。

また実験を通じて分析を行ったところ、①思いがけない関係が差異概念から得られる、②段階的に提示される方が互いの概念の差異をはっきりと認識できる、そして③複数のユーザに対する概念の差異が認識できるといった効果があることがわかった。しかし、次のような問題点も挙げられる。

- キーワードの選定の仕方が概念記述に強く影響する。
- 概念を構成するキーワードが増加するにつれて概念を記述することが困難になる。
- 提示される差異概念中の関係が多い。

3.1節でキーワードの選定方法について述べたように、選ぶべきキーワードが不適切だと概念記述に無理が生じ、合意形成支援のための情報の効果が減少する。

キーワードの増加にともなう概念の記述の困難さの増大は、多くのキーワードから関係を記述するものを発見する手間に大きく依存している。この問題を解決する1つの方法として、はじめから1つの概念として記述していくのではなく、まず複数の小さな部分概念を記述する。そして、それらを計算機の支援のもとで1つの概念としてまとめあげていくことが考えられる。

合意形成を行おうとする人数が増加すれば、そのテーマに関する広い概念が差異概念として得られるが、個人に提示する差異概念中の関係が非常に多くなる。

後の2つの問題点については、ユーザインタフェースの設計に依存する部分も多く、今後検討を重ねる必要がある。

6 おわりに

複数の人間が、ある概念の合意をとる際の一手法として、非同期に記述された各個人の概念を計算機上で比較し、その間の差異を抽出、提示することによって合意形成を支援する手法を提案した。この手法の基本方針は、合意形成を支援する場合、多数決的な合意形成を目指すのではない。自分以外のすべての人間の概念を含む差

異概念に対して、同意 / 不同意を表し、自分の概念と他人の概念の差異を明確に認識することによって合意形成を支援していく。これにより差異概念の提示による発想支援効果、複数のユーザに対する概念の差異が認識できる効果が期待される。今後の課題として、より効果的な合意形成支援情報の提示方法に関する考察、提示された合意形成支援情報による合意支援効果の分析、情報提示等のユーザインタフェースの考察が挙げられる。

なお、合意形成支援システムは SPARC Station 上に C 言語、XView により構築している。

参考文献

- [1] Norbert A. Streitz, Jörg Geißler, Jörg M. Haaka, and Jeroen Hol: DOLPHIN: Integrated Meeting Support across Local and Remote Desktop Environments and LiveBoards, *Proceedings of CSCW '94*, ACM, pp.345-358, October, 1994.
- [2] M. Stefic, G. Foster, D. G. Bobrow, Kahn, S. Lanning, and L. Suchman: Beyond the Chalkboard: Computer Support for Collaboration and Problem Solving in Meetings, *Communications of the ACM*, Vol.30, No.1, pp.32-47, January 1987.
- [3] Koichi Hori: A System for Aiding Creative Concept Formation, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol.24, No.6, pp.882-894, 1994.
- [4] 國藤進: 発想支援システムの研究開発動向とその課題, *人工知能学会誌*, Vol.8, No.5, pp.552-559, September, 1993.
- [5] 遠藤聡志, 大内東: 統合型発想支援システム: FISM, *人工知能学会誌*, Vol.8, No.5, pp.611-618, September, 1993.
- [6] 大内東, 栗原正仁: FISMによる合意モデル構築支援, *情報処理学会論文誌*, Vol.32, No.2, pp.256-264, February, 1994.
- [7] 角康之ほか: 思考空間の可視化によるコミュニケーション支援システム CSS, *電子情報通信学会 信学技報*, TL95-5~6, Vol.95, No.263, pp.11-22, 1995.
- [8] 武市健人: 論理学概説, 青春出版社, 1973.