

無限の完備束に対する束融合

Lattice Fusion for Infinite Lattice

丸山賀史*¹

maruyama yoshifumi

沢村一*²

Sawamura Hajime

*¹新潟大学院自然科学研究科電気情報工学専攻
Graduate School of Science and Technology, Niigata University*²新潟大学自然科学系
Institute of Science and Technology, Niigata University

A Logic of Multiple-valued Argumentation (LMA) proposed by Sawamuwa laboratory represents argumentation concretely by using an Extended Annotated Logic Programming (EALP) as a knowledge representation language and some attack relations. EALP represents uncertainty or vagueness of knowledge by an annotation of a complete lattice. This means, if agents mutually have the same annotation of a complete lattice, LMA enables them to argue having knowledge bases includes uncertain information or vague expressions.

In addition, in a previous research, it has proposed the way to connect two different complete lattices by order relations of the product and create a new lattice structure. But, in this way, it is limited to use only complete lattices of finite sets.

In this paper, to extend the field of argumentation by agents having different annotations of complete lattices, we propose a new way of lattice fusion, which can use complete lattices of a real number interval using the notion of length of segment. Consequently, permitting to use complete lattices of a real number interval, we achieve the argumentation among agents have mutually different annotations of complete lattices.

1. はじめに

澤村研究室では、エージェント同士の議論において、知識を拡張注釈付き論理プログラム (*Extended Annotated Logic Program : EALP*)[1] で表し、さらに、反論、無効化、論破などのいくつかの攻撃関係を用いることで議論を具体化した多値議論の論理 (*Logic of Multiple-valued Argumentation : LMA*)[1] が提案されている。

そして、過去の研究で異なる完備束の注釈を持つエージェントによる議論を可能にする方法として、融合束に基づく融合議論が提案された。しかし、この方法では扱える完備束を有限集合のものに限定している。

そこで本研究では、線分の大きさの概念を用いて、実数区間の完備束に対して束融合を行う方法を提案し、議論例を用いてその意義を述べる。

2. 多値議論の論理

エージェントの知識表現に用いる EALP では、注釈として任意の完備束を用いることで多値による知識表現を可能にし、その結果として不完全な知識の記述を可能としている。また、LMA では EALP で記述された知識ベースを基に議論を行い、受理可能な論証を計算することが可能である。なお、詳しい定義は [1] を参照。

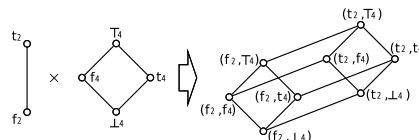
3. 融合束

本節では異なる完備束間での議論を可能にする方法として、完備束の直積を用いた束融合を提案する。

3.1 完備束の直積

まずは異なる 2 つの完備束を一つに結合するために、完備束の直積を求める。

TWO と $FOUR$ を仮定する。このとき、 TWO と $FOUR$ の直積を図 1 に示す。

図 1: TWO と $FOUR$ の直積

直積の各元は 2 項組で表され、片方の要素は片方の完備束の元から、またもう片方の要素はもう片方の完備束の元から成る。よって、2 値の完備 TWO と 4 値の完備束 $FOUR$ の直積 $TWO \times FOUR$ は $8 (= 2 \times 4)$ の元から成る完備束である。

3.2 完備束の融合

完備束の直積をとることによって、2 つの完備束の結合を考えることができた。しかし、エージェントの知識には直積の元である 2 項組の注釈が使われていないため、直積を直接議論に用いることはできない。そこで、直積の順序関係から、完備束の本質的な融合を実現するための新しい束構造を作る。例えば TWO と $FOUR$ の間のすべての元について次のように大小関係が決定できる。なお、詳しい定義は [1] を参照。

- $t_2 \leq_{T \otimes F} T_4$
- $t_2 \geq_{T \otimes F} T_4$
- $t_2 \leq_{T \otimes F} t_4$
- $t_2 \geq_{T \otimes F} t_4$
- $f_2 \leq_{T \otimes F} T_4$
- $f_2 \leq_{T \otimes F} t_4$
- $f_2 \leq_{T \otimes F} f_4$
- $f_2 \geq_{T \otimes F} f_4$
- $f_2 \leq_{T \otimes F} \perp_4$
- $f_2 \geq_{T \otimes F} \perp_4$

連絡先: 丸山賀史, 新潟大学院自然科学研究科電気情報工学専攻, 新潟県新潟市西区五十嵐 2 の町 8050, maruyama@cs.ie.niigata-u.ac.jp

これらの大小関係を表したハッセ図を図 2 に示す。

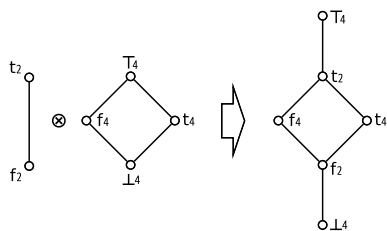


図 2: TWO と FOUR の融合

この方法で生成した融合束は、多数決原理に基づく大小関係の比較、元の完備束が持つ順序関係の保存、そして直積が順序同型であることによる交換則といった性質をもつため、互いの認識論を公平に融合することを可能にしていると言える。つまりこの融合束を用いて、異なる認識論をもつエージェントによる議論が可能になる。

4. 線分融合束

本節では、無限集合の一種である実数区間の完備束に対する束融合の方法を提案する。なお、本論文では融合の対象となる完備束の一方を有限集合、もう一方を実数区間のものとする。

まず前節では束融合を行うために異なる完備束間のそれぞれの元に対して順序関係を定義した。そこで実数区間の完備束に対しても同様に束融合を行えないかと考えた。しかし、実数区間の完備束は無限個の元を持つため、直積の元も無限個存在する。したがって、前節のように直積の元の数の大小関係比較によって順序を定義することができない。そこで、無限個ある元の集合を線分の長さとして有限の値を用いて表現することで、元の大小関係比較を行い、異なる完備束間のそれぞれの元に対して順序関係を定義する。この方法による束融合を本論文では線分融合と呼ぶ。

線分融合の例として、2 値の完備束 TWO と 0 から 1 の実数区間 $R[0, 1]$ の完備束の融合結果を図 3 に示す。なお、詳しい定義は [1] を参照。

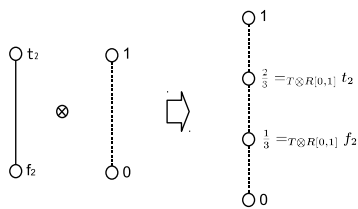


図 3: 2 値の完備束 TWO と実数区間の完備束 $R[0, 1]$ の線分融合

また線分融合では、得られる融合結果は完備束になる。本論文ではその完備束を線分融合束と呼ぶ。

4.1 融合議論例

ここでは、線分融合束に基づく議論を行った例を示す。なお、今回の例では 2 値の注釈を用いるエージェント A, $R[0, 1]$ の注釈を用いるエージェント B を仮定する。エージェント A, B がそれぞれ持つ知識 KB_A 及び KB_B を以下に示す。

$$KB_A = \{ \text{change}(\text{national_language_of_japan}, \text{english}) : t_2, \\ \leftarrow \text{essential}(\text{english}) : t_2, \\ \text{essential}(\text{english}) : t_2 \leftarrow \text{the_largest}(\text{population}, \text{english}) : t_2, \\ \sim \text{precious}(\text{japanese}) : t_2 \leftarrow \text{overseas}(\text{origins}, \text{japanese}) : t_2, \\ \text{the_largest}(\text{population}, \text{english}) : t_2 \leftarrow, \\ \text{overseas}(\text{origins}, \text{japanese}) : t_2 \leftarrow \}$$

$$KB_B = \{ \sim \text{change}(\text{national_language_of_japan}, \text{english}) : 0.8 \\ \leftarrow \text{beautiful}(\text{japanese}) : 0.7, \\ \text{precious}(\text{japanese}) : 0.8 \leftarrow \text{small}(\text{population}, \text{japanese}) : 0.9, \\ \text{beautiful}(\text{japanese}) : 0.7 \leftarrow, \\ \text{small}(\text{population}, \text{japanese}) : 0.9 \leftarrow \}$$

前の例で示した線分融合束の順序関係に基づいて議論を行う。正当化される論証は次のようになる。

$$KB_A = \{ [\text{change}(\text{national_language_of_japan}, \text{english}) : t_2 \\ \leftarrow \text{essential}(\text{english}) : t_2, \\ \text{essential}(\text{english}) : t_2 \leftarrow \text{the_largest}(\text{population}, \text{english}) : t_2, \\ \text{the_largest}(\text{population}, \text{english}) : t_2 \leftarrow], \\ [\text{essential}(\text{english}) : t_2 \leftarrow \text{the_largest}(\text{population}, \text{english}) : t_2, \\ \text{the_largest}(\text{population}, \text{english}) : t_2 \leftarrow], \\ [\text{the_largest}(\text{population}, \text{english}) : t_2 \leftarrow], \\ [\text{overseas}(\text{origins}, \text{japanese}) : t_2 \leftarrow] \}$$

$$KB_B = \{ [\sim \text{change}(\text{national_language_of_japan}, \text{english}) : 0.8 \\ \leftarrow \text{beautiful}(\text{japanese}) : 0.7, \text{beautiful}(\text{japanese}) : 0.7 \leftarrow], \\ [\text{beautiful}(\text{japanese}) : 0.7 \leftarrow], \\ [\text{small}(\text{population}, \text{japanese}) : 0.9 \leftarrow] \}$$

以上のように、定義した融合束に基づいて実際の議論例を示すことができた。今回定義した線分融合束によって、実数区間の完備束を含む 2 つの完備束を合理的に融合した上での議論が実現したと言える。

5. 結論

実数区間の完備束に対して新しい束融合の定義を行い、議論例を示した。その結果として、融合束を用いた融合議論をより汎用化する可能性を示した。もし各エージェントが自身の認識論にのみ固執してしまっていたら、コミュニケーションをもつ機会を失ってしまうだろう。本論文はそのような事態をなるべく避け、エージェントが自身の信念や知識に基づいて、共通の関心事について議論を可能にするための試みである。

謝辞

本論文を書くにあたり、多大なるご指導を頂いた沢村先生や萩原先生、また協力をして頂いた沢村・萩原研究室の方々に、ここに心から感謝の意を表す。

参考文献

[1] 丸山賀史: 無限の完備束に対する束融合 (2011) <http://www.cs.ie.niigata-u.ac.jp/Paper/Storage/graduation_thesis_maruyama.pdf>