

Title	状況理論による法的推論の形式化
Author(s)	東条, 敏; WONG, STEPHEN; 新田, 克己; 横田, 一正
Citation	情報処理学会論文誌, 36(1): 51-60
Issue Date	1995-01-15
Type	Journal Article
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/4580
Rights	社団法人 情報処理学会, 東条 敏, Wong Stephen, 新田克己, 横田一正, 情報処理学会論文誌, 36(1), 1995, 51-60. ここに掲載した著作物の利用に関する注意: 本著作物の著作権は(社)情報処理学会に帰属します。本著作物は著作権者である情報処理学会の許可のもとに掲載するものです。ご利用に当たっては「著作権法」ならびに「情報処理学会倫理綱領」に従うことをお願いいたします。 Notice for the use of this material: The copyright of this material is retained by the Information Processing Society of Japan (IPSJ). This material is published on this web site with the agreement of the author (s) and the IPSJ. Please be complied with Copyright Law of Japan and the Code of Ethics of the IPSJ if any users wish to reproduce, make derivative work, distribute or make available to the public any part or whole thereof. All Rights Reserved, Copyright (C) Information Processing Society of Japan.
Description	

状況理論による法的推論の形式化

東 条 敏[†] STEPHEN WONG^{††}
 新 田 克 己^{†††} 横 田 一 正^{†††}

法的推論の研究は、人工知能の研究者にとっても司法の現場からも魅力的な話題であるが、法令文の解釈は常に背後条件や周囲条件に依存するため、その形式化を困難にしている。本稿の目的は、法的推論のしくみを状況理論の観点から整理し、形式化することである。状況理論は、述語論理のみによる記述系に対して、以下の点で有利である。第一に、状況はそれに対応するルールとファクトの集合を定義できるため、モジュールの概念を用いて計算機上に実装が可能であり、モジュール間の集合演算や継承などを実現できる。第二に、いろいろな状況依存に関わる現象が同じ状況推論のルールの形に書くことができるため、法の適用範囲、背後条件、判例などが、一様な記述系で表現できる。本稿では、ひとつの判例を状況と見立て、その中だけで局所的に成り立つ判例に依存したルール、判例を一般化した状況で成り立つルール、普遍的な状況で成り立つ法令文ルールを区別する。これらルールを新事件に対応させるため、ルールの中の個体名や変数を新しい個体名に書き替え、ルールの連鎖により新たな法的判断を求めることができるモデルを示す。また、新事件と過去の判例との類似性判断についても、状況理論的に形式化する。この枠組は知識ベースシステム *QUIXOTE* を用いて実験的に実装されており、実際の判例を用いて推論のしくみの例を紹介する。

A Legal Reasoning System Based on Situation Theory

SATOSHI TOJO,[†] STEPHEN WONG,^{††} KATSUMI NITTA^{†††} and KAZUMASA YOKOTA^{†††}

Research on legal reasoning systems is a new field attracting both artificial intelligence researchers and legal practitioners. However, statutes should be interpreted with its background conditions and applied cases, so that they are difficult to formalize as inference rules. The purpose of this paper is to introduce a formal model of legal reasoning, based on situation theory. This model is advantageous, compared with simple predicate logic, in the following two points. First, situations can be implemented as modules on machine with various inter-module relations such as inheritance. Secondly, we can introduce different kinds of situations, such as background conditions, precedent cases, applicable scopes, and so on, in a uniform representation of situated inference rule. In this paper, we distinguish rules according to the applicable situations, as case rules, induced case rules, and statutory rules. These rules are applied to a new case, that is also a situation, by substitution of names and variable anchoring. Also, a new case is compared with precedent cases, from the viewpoint of situation similarity. On that abstract model, we show an example of reasoning system implemented in a knowledge-base management language *QUIXOTE*, regarding the language as a situated inference system.

1. はじめに

法的推論における問題は、そこで推論ルールとして用いられるべき法令文が高い抽象度を持って書かれていることである。したがって、一見 IF-THEN 型の規則に見える法令文もそのままでは、計算機上にのる推論ルールとはなりにくく、曖昧性のないよう、法令

文の行間に含まれるさまざまな理念や解釈なども同様に形式化する必要がある¹⁶⁾。しかしながら、こうした形式化は人間の恣意的解釈も同時に含み、また解釈の幅をなくしたルールは柔軟な運用に耐えられなくなる。したがって、ルールの形式化にあたっては、理念や解釈の幅をルールの背後条件として分離しておくことが望ましい。

同様に、法にはいろいろな種類があり、法令文の他にも判例・学説・常識的知識などが優先度においてしばしば階層的な強弱関係を持つ。すなわち、一つのルールの適用に際しては、そのルールの持つ解釈の幅と同時に、他のルール群との関わりも考慮する必要が

[†] (株)三菱総合研究所情報科学部
 Mitsubishi Research Institute, Inc.

^{††} University of California, San Francisco

^{†††} (財)新世代コンピュータ技術開発機構
 Institute for New Generation Computer
 Technology

ある。したがって法的推論ルールにはその適用条件が必要になってくる。

このように、人工知能研究の立場⁹⁾からは、法的推論をモデル化する際、法令文が用いられる背景や環境といったものをいかにシステムに取り込むかということが課題であった。この背景や環境に相当する情報としては判例があり、判例はルールと結びつけて運用することにより、上記のルールの背後条件や適用条件を一部肩代わりすることができる。したがって、法的推論の分野では、ルールに基づく推論 (Rule-based Reasoning; RBR) に加えて、判例を事例とする事例ベース推論 (Case-based Reasoning; CBR) も組み合わせたハイブリッドなシステムが研究されてきている^{2), 10), 17)~19)}。われわれも RBR と CBR を組み合わせた法的推論システムを研究してきているが^{15), 16), 20), 21)}、ただ両者を組み合わせただけでは、背景や適用条件は依然アドホックな情報の集積に過ぎない。したがって上に述べた法の適用環境や背後条件の形式化において、状況依存性という立場から統一的な形式化が与えられることが望ましい。

本稿は法的推論における状況依存性を状況理論^{4), 5)}によるモデルで統一的に説明することを目的とする。また、その一部を先端的な知識ベース言語である *QUIXOTE*²²⁾を用いて実装し、われわれのモデルが現実に運用可能なモデルであることを示す。

本稿は以下のような構成をとる。まず第2章においては、状況理論による抽象的なレベルで法的知識と推論のモデル化を行う。第3章では、この抽象的な記述を *QUIXOTE* により実装し、その推論メカニズムを紹介する。最後に第4章でわれわれの寄与をまとめ、将来に渡って関連する課題について議論を行う。

2. 法的推論の形式的モデル

この章では、抽象的なレベルで法的推論の形式的モデルを導入する。このモデルは、次章で説明するような実際のシステムを作る際のガイドラインとなるものである。

2.1 状況理論の導入

意味の状況依存性を書く方法はこれまでさまざまな形で提案されてきた。状況依存性を歴史的に初期の段階で形式化した可能世界⁸⁾、状況理論^{4), 5)}、メンタルスペース¹¹⁾、DRT¹³⁾などが、それぞれ異なった目的と背後哲学を持って提案されてきている。本稿では、その中でも特に論理的基礎において近年研究成果がある

状況理論をもとに形式化を行う。これらのように、陽に状況依存性を提示する理論は、述語論理のみによる記述系に対して、以下の点で有利である。

第一に、状況はそれに対応するルールとファクトの集合を定義できるため、モジュールの概念を用いて計算機上に実装が可能である。一階述語論理においても、一引数として状況を導入してそれをインデックスとして用いたり、あるいは述語の入れ子構造を作り、高階の述語で状況を表現したりすることも考えられる。しかしながら、これらの方法に比べて、モジュールによる実装は集合間の演算と同様の関係を定義できる上、モジュール間の継承も実装できる。したがって述語概念だけによる方法に比べて記述能力が高く、法的知識の状況依存性をより直接に書き下すことができる。

第二に、いろいろな状況依存性に関わる現象が一樣に第2.4節で述べる状況推論のルールの形に書くことができる。状況推論という用語はさまざまな意味を持ちうるが、形式化されて記述されたルールが適用時に、環境や周囲条件から受ける影響を考慮に入れた推論を指す⁴⁾。前述のとおり、法的推論にはさまざまな種類の状況が入り込む余地があるが、その種類ごとに異なる仕様を推論システムに付け加えることなく、一樣な記述系がその役目を負うことができる。以上の理由により、本稿では状況理論により形式化を行う。以下、この状況理論によるモデルのことを *SM* (Situation-theoretic Model) と呼ぶことにする。

2.2 状況理論の一般概念

状況理論では、情報の単位という意味でインフォンを扱う。インフォンは、 $\langle Rel, a_1, \dots, a_n, i \rangle$ のように表わされ、オブジェクト $a_1, \dots, a_n$ が Rel という関係にあることを示す。(最後の i は極性で $1/0$ の値をとり、肯定/否定に対応する。本稿では極性は値が1である限り省略するものとする)。パラメータは任意のオブジェクトを指す変数であるが、しばしばその型が指定される。パラメータが、関係 ' Rel ' に対して動作主であるとか対象物であるなどある固定したロール (role; 役割) を帯びる場合、本稿においてはそれをパラメータの右肩に表示する。例えば、あるパラメータ x が、agent のロールを持ち、型が human であるときは、 $x^{agent} : human$ のように記述される。パラメータを含まないインフォンはパラメータ自由、そうでないインフォンはパラメトリックなインフォンであると言う。パラメータをオブジェクトに束縛する関数

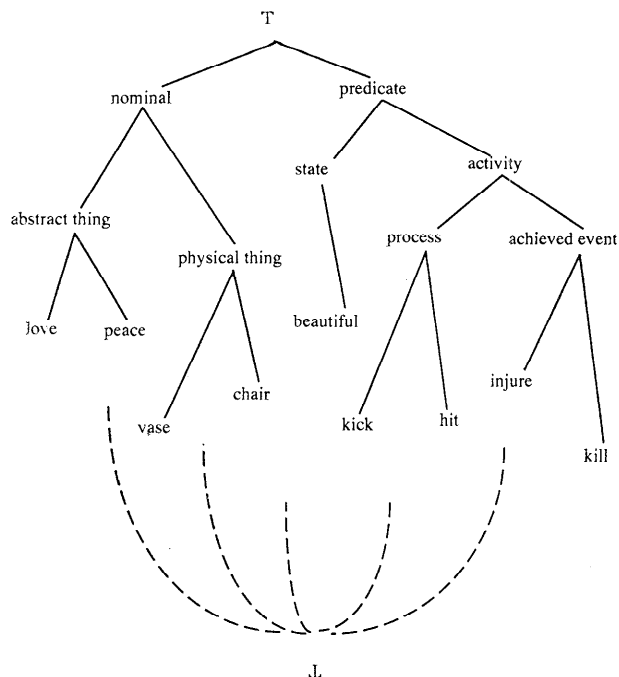


図 1 概念ラティス
Fig. 1 Concept lattice.

をアンカーと呼ぶ。

SM とは、 $\langle \mathcal{P}, \mathcal{C}, \models \rangle$ の三つ組を指す。ここで、 $\mathcal{P}$ は、抽象状況の集合であり、判例、新しい事件、世界全体などもこれに含まれる。 $\mathcal{C}$ は、概念のラティスである。すなわち、この抽象モデルを作る構成要素であり、かつそれら要素の間には包摂関係 (subsumption relation) ‘ $\sqsubseteq$ ’が付けられている。 $a \sqsubseteq b$ は情報として a が b より詳細化されていることを示すが、直観的に ‘is-a’には相当する概念の階層関係と理解してよい。このような概念ラティスの例を図1に示す。三つ組の最後の ‘ $\models$ ’は状況とインフォンの間のサポート関係である。本稿における ‘ $\models$ ’の解釈は以下のように決める。

定義 2.1 (サポート関係)

1. 任意の $s \in \mathcal{P}$ に対して、その中に含まれるインフォンからなる集合を $\mathcal{I}_s$ とする。
2. 任意の $s \in \mathcal{P}$ および任意のインフォン σ に対して、 $s \models \sigma$ iff $\sigma \in \mathcal{I}_s$. □

サポート関係はインフォンの集合 I に対しても、 $\forall \sigma \in I, s \models \sigma$ のとき $s \models I$ と略記する。状況 s は、 $\mathcal{I}_s$ が極性だけ異なり他の成分が等しい二つのインフォンを含まないとき、**コヒーレント (coherent)** であると言う。以上のように、 $s \models \sigma$ は命題を表し、 σ の真偽

は状況に依存する。

2.3 インフォンおよび状況の一致

この節では、一般的な SM に加えて、インフォン間や状況間の**一致**の概念を導入する。法的推論の一つの特徴は、以前の判例の中の事実を一般化して、新しい事件記述の中の事実と一致を図り、事例ベース推論に持っていくことである^{2), 15)}。もちろんどの二つのイベントも完全に一致するわけではないが、ある観点で類似した事実があれば、同様な事件の展開を想定して同様な法的判断を可能にするわけである。しかしながら、このような類似性判断には確定的な手段があるわけではない。これまで事例の類似性判断においては、事実間関係のネットワークを考え、ネットワーク間での構造の一致を考えることが多かった。しかしながら、それ以前の段階として情報の単位であるインフォン間 (すなわちネットワークのノード間で) 類似性を形式的に定義する必要がある。ここでは、事例の中に現れるパラメータ自由なインフォンについて一致の概念を形式化する。

て一致の概念を形式化する。

ここでは、まずインフォンの一致について次の三つの概念を与える。

定義 2.2 (インフォンの一致) R はインフォン σ ($= \langle Rel, \dots \rangle$) から関係 ‘ Rel ’ を取り出す関数であるとする。インフォン σ_1 と σ_2 に対して、

1. 二つのインフォンが、関係および構成オブジェクトのすべてにおいて一致するとき、この二つのインフォンは**完全に一致**するものとする。
2. $R(\sigma_1) = R(\sigma_2)$ であるとき、二つのインフォンは**部分的に一致**するものとする。
3. あるインフォン σ_3 $R(\sigma_3) \sqsubseteq (T)^*$ が存在し、概念ラティス $\mathcal{C}$ 上において、 $R(\sigma_1) \sqsubseteq R(\sigma_3)$ かつ、 $R(\sigma_2) \sqsubseteq R(\sigma_3)$ であるとき、 σ_1 と σ_2 は**弱く一致**するものとする。 □

以上のインフォンの一致の概念において弱い一致の概念は、類推や拡張解釈において用いるものである。次に、状況の一致の定義を与える。状況の一致の定義中では、インフォンの一致の概念に言及されるが、両者の概念は独立である。したがってインフォンの一致のどの概念についても状況の一致の概念が定義可能であ

* T は概念ラティス $\mathcal{C}$ のトップであり、すべてのオブジェクトを包摂する (図1)。

る。

定義 2.3 (状況の一致) 任意の二つの状況 s_1 と s_2 に対して、

1. s_1 中の任意のインフォンのに対して、一致するインフォンのが s_2 中にあるとき、そしてまた逆も成り立つとき、二つの状況は**完全に一致**するものとする。
2. s_1 中の任意のインフォンのに対して、一致するインフォンのが s_2 中にあるとき、 s_1 は s_2 に対して**部分的に一致**するものとする。
3. すべてのインフォンには**重要度 (relevance value)** が属性として付与されているものとする。 s_1 中の任意のインフォン σ_1 に対して、それと一致するインフォン σ_2 が s_2 中であって σ_2 の重要度が与えられた閾値より高いとき、 s_1 は s_2 に対してこの**閾値**に関して**部分的に一致**するものとする。

s_1 が s_2 に対して一致するとき、 $s_1 \sim s_2$ と書く。□
このように状況間の部分的一致は一方が他方に埋め込みできるかどうかの一方通行の概念である。状況間の部分的一致について例を与える。

$s_n = \{\langle \text{abandon}, \text{mary}^{\text{agent}} \rangle, \langle \text{leave}, \text{mary}^{\text{agent}}, \text{june}^{\text{object}} \rangle\}$
 $s_o = \{\langle \text{abandon}, \text{jim}^{\text{agent}}, \text{tom}^{\text{object}}, 3^{\text{relevance}} \rangle, \langle \text{leave}, \text{jim}^{\text{agent}}, \text{tom}^{\text{object}}, 2^{\text{relevance}} \rangle, \langle \text{poor}, \text{jim}^{\text{agent}}, 1^{\text{relevance}} \rangle\}$

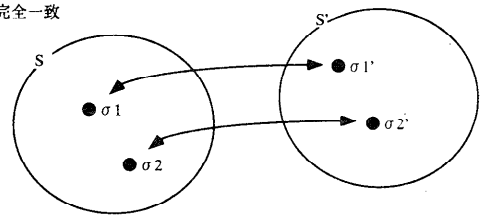
ここで閾値が2であれば、 s_n は s_o 中の重要なインフォンをすべて含むために閾値に関して部分的に一致する ($s_n \sim s_o$) が、閾値が3であるときは s_n 中の $\langle \text{leave} \rangle$ に対応しかつ重要度が閾値より高いインフォンが s_o 中にないため、 s_n は s_o に対して閾値に関して部分的に一致させることはできない ($s_n \not\sim s_o$)。また s_o 中の $\langle \text{poor} \rangle$ に一致するインフォンが s_n にないため、常に $s_o \not\sim s_n$ である。状況の一致の概念を図2にまとめる。

2.4 状況推論のルール

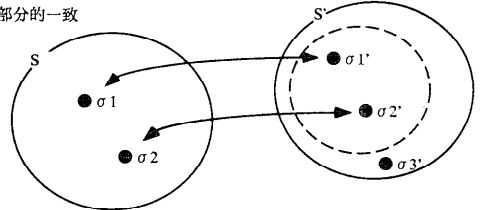
法的推論は、ルールに基づく判断形成のシステムである。しかしながら、このルールの構成は複雑である。特に法的推論の場合は利害の対立する二人のエージェント（検察と弁護）による立論生成であるため、両者が一致して認める事実のほか、さまざまな解釈や法理念、仮定などがルールに付随することになる。

本稿においては、ルールと事実を次の4階層に分類した。最下層は事実もしくは仮説である。その一つ上

1. 完全一致



2. 部分的一致



3. 閾値に関する部分的一致

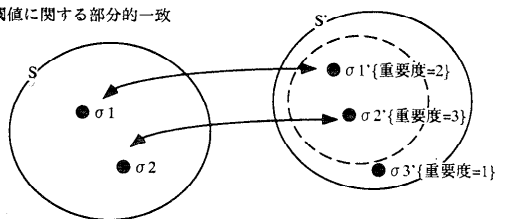


図2 状況の一致

Fig. 2 Situation matching.

の層は過去の判例の中にある判断であり、一つの判例の中のみで成り立ち、述語名や名前などがすべて定項であるルールである。本稿はこれらを**判断ルール**と呼ぶ。判断ルールは判例により変わり、個別の視点と状況を加味して初めて成り立つものである。その上の層には複数の判断ルールから一般化された**判例ルール**があり判例中では定項であったもののいくつかが変数になっている。さらに最後の層において法令文 (statute) に相当する**法令文ルール**がある。法令文ルールはその国の法体系において常に有効であり、また中立的である。場合によってはこれら4層のルールはすべてが必要というわけではなく、判断ルールが直接法令文と結びついたりすることも可能である。これらルールの連鎖のようすは図3にまとめる。本稿においては、これらのルールを以下の**状況推論**の形で記述する。以下、状況推論ルールを一般に定義する。

定義 2.4 (状況推論ルール) $s_0, s_1, \dots, s_n, B \in \mathcal{S}$ とし、 $\sigma_0, \sigma_1, \dots, \sigma_n$ をインフォンとしたとき、 $s_0 \models (\sigma_0 \Leftarrow s_1 \models \sigma_1, s_2 \models \sigma_2, \dots, s_n \models \sigma_n) / B$ の形式のルールを状況推

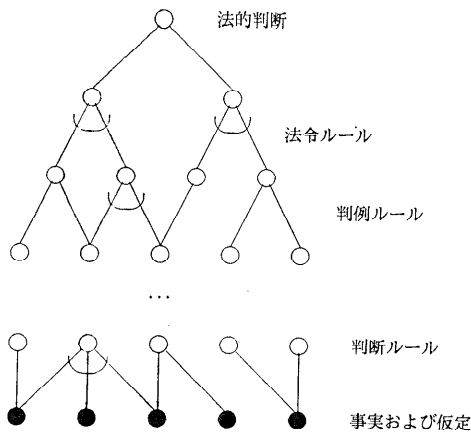


図 3 法的推論の連鎖
Fig. 3 Inference chaining.

論ルールと呼ぶ。□

状況推論ルールは次のように解釈される。すなわち、状況 s_1 がインフォンの σ_1 をサポートし、 s_2 が σ_2 をサポートし、 $\dots$ 、 s_n が σ_n をサポートするとき、 B という背後条件のもとに、 s_0 が σ_0 をサポートする。一般に s_0 と s_i ($i=1\sim n$) は無関係である。矢印 ($\Leftarrow$) の左辺はヘッド、右辺はボディである。右辺において ' s_i ($i=1\sim n$)' が省略された場合、左辺 s_0 のスコープは右辺に及び、 s_0 は s_i ($i=1\sim n$) もサポートするものとする。 $s \cup B$ がコヒーレントであるとき、 $s \models I/B$ ならば $s \cup B \models I$ とする。このとき B を背後状況と呼ぶ。法的推論のことばで言えば、 s は法が適用されるスコープであり、適用条件と考えられ、また B は法解釈における背後条件と考えることができる。

いま状況を一つの判例であるとする。このとき判断ルールは形式的に以下のように定義される。

ルール 2.1 (判断ルール) $c \in \mathcal{D}$ のとき、

$$c \models \sigma \Leftarrow c \models I/B. \quad \square$$

ここで I はルールの前件であり、 σ は帰結である。 σ も I もパラメータ自由であるものとする。判断ルールの信頼性と適用範囲は背後条件 B による。この背後条件には、推論の目的 (goal) や仮定など、事実として必ずしも認定されていることではない情報をインフォンとして含む状況である。(もしこのルールの適用によって他のルールとの衝突などが起きた場合、この背後条件の中身が検討される必要がある。この背後条件は一つの判例に依存しているため、そのまま他の場合に適用することができないことが多い。しかしながら、判断ルールの形成に際して、何が事実と認定され

ていて、何が仮説あるいは視点であったかを区分するために背後条件は重要である。)

判例から導かれるルールには判断ルールの他に、複数の判例から導かれた一般的なルールが考えられる。これを判例ルールと呼ぶ。一般化の過程において判例は当然のことながら抽象化されたものである。したがって判例に相当する状況も帰結もパラメトリックとなる。判例ルールは以下のような形に書くことができる。

ルール 2.2 (判例ルール) $c_1, \dots, c_k \in \mathcal{D}$ のとき、 $c = c_1 \cup c_2 \cup \dots \cup c_k$ とすると、 c がコヒーレントであるとき、 $c \models \sigma' \Leftarrow I'/B'$ □

ここで、プライム ($'$) をつけたインフォンおよび背後状況はパラメトリックであることを示す。ルールの連鎖による推論が矛盾なく行われるためには、事件記述や各ルールが導入する状況の和がコヒーレントでなければならない。この状況の和を推論状況と呼ぶ。法令文から導かれた法令文ルールは普遍的な規則であり、各推論状況の中で成り立つため、次のように書くことができる。

ルール 2.3 (法令文ルール) w を推論状況として、 $w \models \sigma' \Leftarrow I'/B$. □

B は背後にある法理論であり、立法の目的、刑罰や犯罪防止の理念などが記述される。

2.5 置換とアンカー

新しい事件に相当する状況 c_n を考える。このとき、この c_n が同様な前例 c_o による判断ルールと同じものを導くことができるならば、同様な法的判断を引き出すことができる。したがって、 c_o 中のオブジェクトや述語名を c_n のものに置換することにより、新しい判断ルールを作ることができる。これを判断ルールの置換と呼ぶ。

手続き 2.1 (判断ルールの置換) $c_n, c_o \in \mathcal{D}$ 、 $c_o \models \sigma \Leftarrow I_o/B_o$ 、 $c_n \models I_n/B_n$ であって、かつ $c_n \sim c_o$ であるとき、ある置換 θ が存在して $B_o \theta \cup B_n$ がコヒーレントであれば、 $c_n \models \sigma \theta \Leftarrow I_n/(B_o \theta \cup B_n)$. □

この置換手続きは以下のように考えられる。 $c_n \sim c_o$ であるということは、 c_n 中の事実群 I_n に一致するのが c_o 中にも存在することを意味する。このとき両者の背後条件を結合させて、 c_o 中にあった法的判断 σ も同様に $\sigma \theta$ として c_n 中に持ってくるということが出来るものである。 θ の内容は、定義 2.2 で述べたインフォンの一致の概念の強弱に強く依存する。もし完全に一致の定義であれば θ の内容はすべての属性

についてのオブジェクトの置換リストとなるが、部分的一致もしくは弱い一致では、概念ラティス C に言及するだけで、 θ の中身は空である。

以下、判例ルールと法令文ルールについても同様に新しい問題に適用することを考える。ただし、判例ルールと判断ルールはもともとパラメータを含んだ概念であるため、置換ではなく、パラメータのアンカーである。いま σ をインフォンの、 f をインフォンの中の自由パラメータに対するアンカーであるとするとき、 $\sigma[f]$ はその中のパラメータ v がオブジェクト $f(v)$ によって置換されたインフォンである。 I をインフォンの集合、 f をこの中のパラメータに対するアンカーであるとするとき、 $I[f] \equiv \{\sigma[f] \mid \sigma \in I\}$ と定義する。

手続き 2.2 (判例ルールのアンカー) $c_1, \dots, c_k \in \mathcal{D}$ に対して $c = c_1 \cup c_2 \cup \dots \cup c_k$ で c がコヒーレントであるとき、 $c \models \sigma' \Leftarrow I'/B$ かつ、 $c_n \models I'[f]/\{B[f] \cup B_n\}$ ならば、 $c_n \models \sigma'[f]$ 。□

手続き 2.3 (法令文ルールのアンカー) $c_n \in \mathcal{D}$ に対して、もし $w \models \sigma' \Leftarrow I'/B_i$ であり、かつ $c_n \models I'[f]/\{B_i[f] \cup B_n\}$ であれば、 $c_n \models \sigma'[f]$ 。□

3. QUIXOTE による実装

この章では知識ベース言語 QUIXOTE^{(22),(23)}により、 $\mathcal{SM}$ を実際に計算可能な推論システムに実装する例を述べる。この言語は、基礎オブジェクトの間の包摂関係、モジュールの間の包含関係、ルールなどをデータ構造として持つ。本章では、まず最初に QUIXOTE のオブジェクトとモジュールがわれわれの法的推論システムにどのように適用されるか述べ、次にルールが状況推論のルールとしてどのように用いられるかを示す。

3.1 インフォン、状況、一致の概念およびルールの実装

$\mathcal{SM}$ のインフォンは、QUIXOTE により、基礎オブジェクトを‘関係’とし、その後任意個の外的属性のリストを付加したもので以下のように表現する*。

基礎オブジェクト/[属性 1=値 1, 属性 2=値 2, ...] | {制約}。

制約の中にはオブジェクト間の包摂関係を書くことができる**。例えば、abandon (遺棄する) という出来

事は、その名の基礎オブジェクトに属性でロール表示を付加して、次のような記法で書くことができる。ここで大文字で始まる英字並びが変数である。

abandon/[agent=X, object=Y]

| {abandon= $\langle$ act, X= $\langle$ human, Y= $\langle$ human}.

これに対応する $\mathcal{SM}$ の表現は以下のものである。

《abandon: act, x^{agent} : human, y^{object} : human》

QUIXOTE では、包摂関係‘ $\subseteq$ ’により、変数の型が制約として与えられている。これはオブジェクト間の部分関係であり、 $\mathcal{SM}$ の‘ $\sqsubseteq$ ’に相当する。 $\mathcal{SM}$ における複合的な述語表現、例えば、

《cause, x^{agent} , 《accident, x^{agent} , traffic^{of}》object》

は、QUIXOTE において次の二行で表現できる。

cause/[agent=X, object=accident] | {X= $\langle$ human}.

accident/[agent=X, of=traffic] | {X= $\langle$ human}.

$\mathcal{SM}$ における状況は、QUIXOTE のモジュールであるとする。したがって QUIXOTE においてオブジェクト o があるモジュール m に含まれるということ‘ $m::o$ ’を、そのオブジェクトに相当するインフォンに対するサポート関係‘ $m \models o$ ’と解釈する。QUIXOTE のモジュールはさらにサブモジュールに分割され、親元でのルールやファクトは継承される。このサブモジュール関係は‘ $\supset$ ’で示される。

次に、第 2.3 節で述べたインフォンおよび状況の一致の概念を QUIXOTE で実装する。インフォンの一致は‘関係’となる基礎オブジェクトのオブジェクト同一性とする。もし伴う属性およびその値もすべて一致するとき、両者はインフォンとして完全に一致する。また abandon/[agent=jim] と abandon/[agent=tom] は、部分的に一致する。もし、abandon と leave は次の包摂関係があるとき、act の下で弱く一致する。

abandon= $\langle$ act, leave= $\langle$ act

次に状況の一致はモジュール間において対応インフォンの存在として第 2.3 節の定義をそのまま用いる。閾値はインフォンに付帯する制約の中に記述されるものとする。以下実験システムの実装においては、置換リスト θ の実装を簡単化する目的で、インフォンの一致の概念として部分的な一致 (基礎オブジェクトが等しいこと) を用いることとする。また、状況の一致の概念としては閾値に関する部分的な一致の概念を用いること

* 本稿では状況理論におけるインフォンの部分情報性 (インフォンに表示されている情報は一部分であり、これにはまだ多くの未知の属性-値のペアが追加される可能性があるとする立場) を反映するため、属性はすべて外的に追加されたものとして書く。

** 第 2 章で状況理論のオブジェクトの概念を導入し、それはインフォンのパラメータに束縛される個体概念であるとした。QUIXOTE では、この個体概念も含めて、インフォンの‘関係’もオブジェクトであるとする。

にする。

最後に、状況推論ルールの実装について述べる。

QUIXOTE のルールは次の形をしている。

$$\frac{\text{ヘッド}}{m_0 :: H} \Leftarrow \frac{\text{ボディ}}{m_1 : B_1, \dots, m_n : B_n} \parallel \frac{\text{ボディ 制約}}{BC} ; ;$$

ここで、 H や B_i は（属性をとまなうかも知れない）オブジェクトで、 BC は包摂関係を集めた制約である。このルール自体は m_0 に存在し、ボディ部にある各々 B_i がモジュール m_i で成り立ち、かつ制約 BC が満たされれば、 H は m_0 において成り立つことを示す。また背後状況はボディ制約として実装される。したがって *QUIXOTE* のルールは第2.4節で述べた定義2.4のルールにそのまま対応させることができる。

3.2 事件およびルールの記述

この節では、ある事件内容を *QUIXOTE* の構文で記述した例を示す。

“**甲女の事件**：ある寒い冬の日、甲女は貧しさに耐えかねて幼児太郎を道に置き去りにした。乙は太郎が路上で泣いているのを見つけ、自らの車で警察署に運ぼうとした。ところが途中事故を起こし、太郎は怪我をした。乙は太郎が死亡したものと勘違いし、再び路上に置いて逃げた。太郎は凍死した。”

QUIXOTE による実装では、この事件記述はそれぞれ異なる重要度を持った人間とイベントからなる。重要度の値の序列は、包摂関係 ($l1 = \langle l2 = \langle l3$) によって次のように表される。

```
mary_case ::
{mary, tom, jim, accident, cold,
 poor/[agent=mary]
 | {relevance=11},
 abandon/[agent=mary, coagent=tom]
 | {relevance=12},
 find/[agent=jim, object=tom]
 | {relevance=11},
 cause/[agent=jim, object=accident]
 | {relevance=12},
 injure/[agent=jim, coagent=tom, by=
 accident]
 | {relevance=12},
 leave/[agent=jim, coagent=tom]
 | {relevance=13},
 death/[agent=tom, cause=cold]
 | {relevance=13} } ; ;
```

罪状のありかに関して、法律家はこの甲女の事件をそれぞれの観点から異なったように解釈できる。すなわち、一方は太郎の死は甲女に責任があるとし、他方は乙に責任があるとする。判例においてはこれら相反する主張が最終判決とともに文書化されている。*QUIXOTE* による実装では、これらの主張は因果関係に関する異なる解釈の判断ルールとして扱われる。

```
c :: responsible/[agent=mary, for=death]
<=
abandon/[agent=mary, coagent=tom],
death/[agent=tom, cause=abandon] ; ;
c :: responsible/[agent=jim, for=death]
<=
leave/[agent=jim, coagent=tom],
death/[agent=tom, cause=leave] ; ;
```

c においては、双方は少なくとも太郎の怪我が乙の行為によるものであることについて一致しているが法的判断において異なる判断ルールを含む。

判例ルールは判断ルールに含まれる定項を変項に抽象化したものと考えることができる。例に示すように、同じような事故のケースが複数存在する場合、法律家は以下のような抽象化を行う。

```
ir :: responsible/[agent=X, to=Y, for=Inj]
<=
Acc/[agent=X],
Inj/[agent=Y, cause=Acc]
|| {Acc=<accident,
 Inj=<physical_damage,
 X=<person, Y=<person} ; ;
```

ir においては、交通事故 (traffic accident) と怪我 (injury) はそれぞれ、変数 Acc と Inj に抽象化され、その変数は辞書内の上位概念によって包摂されている。

法令ルールは成分化された法律を形式化したものである。ここでは日本の刑法 199 条の例を与える。

「甲の意図的な行為により乙が死亡し、かつその行為が合法的である理由を持たない場合、甲は殺人の責めを負う。」

この法令分の *QUIXOTE* による表現は以下のようになる。

```
w :: responsible[agent=A, to=B, for=
homicide]
<=
```

```

Action/[agent=A],
illegal/[act->Action],
death/[agent=B, cause->Action],
|| {Action=<intend, A=<person,
    B=<person};;

```

上の表現では, illegal[agent=A, action->Action] は, Action done by A が正当防衛のように合法でないことを述べている. 防衛行為の合法性については日本の刑法 36 条で以下のように記述されている.

「急迫不正の侵害に対し, 自己又は他人の権利を防衛するためやむことを得るに出でたる行為は之を罰せず。」

この法令分の *QUIXOTE* による表現は以下のようになる.

```

w :: illegal[act=Action]
    <=
    Action,
    | {Action=<intend};;

```

3.3 質問の処理と応答

前節のすべてのルールおよび事件記述は, 以下のようにサブモジュール関係によってすべて w に継承されているものとする.

```
w>-mary_case;; w>-c;; w>-ir;;
```

ここで w に対して以下のような質問を行う.

```
?-responsible/[agent=jim, to=tom, for=
    homicide].
```

すなわち, 「乙は太郎の死に責任があるか?」に対して, *QUIXOTE* は以下のような返答を行う.

```

**2 answers exist**
**Answer 1**
IF mary_case : death.cause=<leave
THEN YES
**Answer 2**
IF mary_case : death.cause=<traffic_accident
THEN YES

```

最初の答は, この事件に対する一つの解釈であり, もし太郎の死が乙の放置行為によるものとしたら, は殺人罪に問われるべきであるとする. 二番めの答乙は, 太郎が交通事故死した場合の乙の罪を述べている. しかしながらこのケースでは, 二番めの解釈が否定されることで双方が合意している. 以下はさらなる質問である.

```

?-mary_case : responsible
|| {mary_case : death.cause==leave}.

```

この質問に対して, *QUIXOTE* は次のように応答する.

```

**1 answer exists**
**Answer 1**
IF mary_case : death.cause==leave
THEN YES

```

4. おわりに

本稿は, 法的推論のモデルを状況理論の観点から形式化し, 推論のしくみについて論理的な基礎を与えた. また, その形式化において, 状況推論をそのまま表現できる言語 *QUIXOTE* によって実装し, このモデルが実用的なシステムとして開発可能であることも併せて示した.

本稿の第一の寄与は, 法的推論における状況理論の有効性の検証である. 第 1 章で述べたとおり, 状況理論の優位性には, それが, (1) 状況をモジュールとして直接実装できることと, (2) 状況推論ルールの一様性が考えられる. (1) に対しては, 判例や背後条件などの状況をファクトとルールのセットからなるモジュールとして計算機上で実現できた. また, (2) に対しては, 法の適用可能な領域と判例とを同様な状況としてモデル化して法的知識を分節した. したがって, さまざまなレベルの法をモジュールの継承によって組み上げ, 連鎖させることができることを示した. (1), (2) により, 第 1 章で問題とした法令文の形式化において, もとの文の IF-THEN 型の構造を維持したまま, 適用条件をルールをサポートする状況とし, 背後状況をルールに付加する形式化を提唱できた. また, CBR と RBR の結び付きにおいても判例・法の適用範囲・法の背後条件などを一様に状況という観点から形式化できることを示した. いずれも計算機上では述語論理に展開して実装できる方法ではあるが, その表現力, すなわちもとの法的知識の構造を直接に記述できる能力において状況理論に基づく方法は評価できる.

また第二の寄与は状況推論と演繹オブジェクト指向データベースのフレームワークを結びつけたことである. すなわち, 純粋な哲学体系である状況理論に対して, その理論を構成する状況・インフォンのサポート関係などの概念に計算機言語の概念であるモジュール・オブジェクト項・メンバシップなどを対応させ, 知識ベースシステムとして実装できることを示した.

またその他, 法律の実務家にとっても *QUIXOTE*

の利点は以下のものがある。まず, *QUIXOTE* は解消されない制約を仮説として提示するアブダクションの機能があるため, 必要な仮説を発見することができる。また, 付加情報を入れ子トランザクションできるように, 柔軟なユーザインタフェースも提供している。

現在このシステムは複数エージェントの論争のモデルとして発展させることを考えており, 異なった観点を持つ原告・被告から異なった立論形成をする研究を行っている。この結果, 法的推論においてより健全で堅固な論理的基盤を作るとともに, 教育システムや論争のシミュレーションとしてより実際的な使用を可能にする計算モデルを提示できるものと考えられる。

参 考 文 献

- 1) Allen, J.F.: Towards a General Theory of Action and Time, *Artif. Intell.*, Vol. 23, No. 2, pp. 123-154 (1984).
- 2) Ashley, K.: *Modeling Legal Argument*, MIT Press, Cambridge, MA (1990).
- 3) Branting, L.K.: Representing and Reusing Explanations of Legal Precedents, *Proc. 2nd Int. Conf. on Artificial Intelligence and Law*, Vancouver, British Columbia, pp. 103-110 (1989).
- 4) Barwise, J.: *The Situation in Logic*, CSLI Lecture Notes 17, Stanford, CA (1989).
- 5) Barwise, J. and Perry, J.: *Situations and Attitudes*, MIT Press, Cambridge, MA (1983).
- 6) Chikayama, T.: Operating System PIMOS and Kernel Language KL1, *Proc. Int. Conf. of Fifth Generation Computer Systems*, ICOT, Tokyo, pp. 73-88 (June 1992).
- 7) Devlin, K.: *Logic and Information*, Cambridge University Press (1991).
- 8) Dowty, D., Wall, R. and Peters, S.: *Introduction to Montague Semantics*, D. Reidel (1981).
- 9) Fuchi, K.: Launching the New Era, *Comm. ACM*, Vol. 36, No. 3, pp. 49-54 (1993).
- 10) Gardner, A.v.d.L.: *An Artificial Intelligence Approach to Legal Reasoning*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts (1987).
- 11) Fauconnier, G.: *Espas Mentaux*, Editions de Minuit (1984).
- 12) Jaffer, J. and Lassez, J.: Constraint Logic Programming, *Proc. 4th IEEE Symposium on Logic Programming* (1987).
- 13) Kamp, H.: A Theory of Truth and Semantic Representation, Groenendijk, J., Jansson, T. and Stockhof, M. (ed.), *Methods in the Study of Language Representation*, Math Carter, Amsterdam (1981).
- 14) Kifer, M. and Lausen, G.: F-logic—a Higher Order Language for Reasoning about Objects, Inheritance, and Schema, *Proc. ACM SIGMOD Int. Conf. on Management of Data*, Portland, pp. 134-146 (June 1989).
- 15) Nitta, K., Ohtake, Y., Maeda, S., Ono, M., Ohsaki, H. and Sakane, K.: HELIC-II: A Legal Reasoning System on the Parallel Inference Machine, *Proc. Int. Conf. of Fifth Generation Computer Systems*, ICOT, Tokyo, pp. 1115-1124 (June 1992).
- 16) Nitta, K., Wong, S. and Ohtake, Y.: A Computational Model for Trial Reasoning, *Proc. 4th Int. Conf. on AI and Law*, Amsterdam (June 1993).
- 17) Rissland, E.L. (ed.): Special Issue: AI and Legal Reasoning, Part 1, *International Journal of Man-Machine Studies*, Vol. 34, No. 6 (1991).
- 18) Rissland, E.L. (ed.): Special Issue: AI and Legal Reasoning, Part 2, *International Journal of Man-Machine Studies*, Vol. 35, No. 1 (1991).
- 19) Sergot, M.: The Representation of Law in Computer Programs: a Survey and Comparison, Bench-Capon, T. (ed.), *Knowledge Based Systems and Legal Applications*, Academic Press (1990).
- 20) Wong, S.: A Situation-Theoretic Model for Trial Reasoning, *Proc. of the 6th Int. Symp. on Legal Knowledge and Legal Reasoning Systems*, Tokyo, pp. 32-54 (Oct. 1992).
- 21) Yamamoto, N.: TRIAL: a Legal Reasoning System, *Proc. of Joint French-Japanese Workshop on Logic Programming*, Renne, France (July 1991).
- 22) Yokota, K. and Yasukawa, H.: Towards an Integrated Knowledge Base Management System, *Proc. Int. Conf. on Fifth Generation Computer Systems*, ICOT, Tokyo, pp. 89-112 (June 1992).
- 23) Yokota, K., Tsuda, H., Morita, Y., Tojo, S. and Yasukawa, H.: Specific Features of a Deductive Object-oriented Database Language *QUIXOTE*, *Proc. of the Workshop on Combining Declarative and Object-oriented Databases*, ACM SIGMOD, Washington, D.C. (May 1993).

(平成 6 年 6 月 13 日受付)

(平成 6 年 10 月 13 日採録)



東条 敏 (正会員)

1981年東京大学工学部計数工学科卒業。1983年東京大学工学系大学院修了。同年三菱総合研究所入社。現在情報技術開発部知能システム室長、主任研究員。1986-1988年、米国カーネギー・メロン大学機械翻訳センター客員研究員。自然言語理解、状況推論の研究に従事。その他人工知能一般に興味を持つ。人工知能学会、ソフトウェア科学会、Association for Computational Linguistics 各会員。



Stephen T. C. Wong

(born Sept., 1959) received Ph. D. in Computer Science from Lehigh University, USA in 1991. He is an assistant professor, Department of Radiology, the University of California at San Francisco (UCSF) and Bioengineering Graduate Program, UCSF/UC Berkeley. Previously, he worked several years with ICOT, AT & T Bell Labs, and Hewlett Packard. His current research interests are multimedia databases, medical imaging, and DAI. He is a member of IEEE, ACM, and AAPM (American Association of Physicists in Medicine) and a registered Professional Engineer (PE) in USA.



新田 克己 (正会員)

1952年生。1975年東京工業大学工学部電子工学科卒業。1977年同大学院修士課程修了。1980年同大学院電子物理工学専攻博士課程修了。工学博士。1980年に電子技術総合研究所に入所し、論理型言語の並列処理、論理型言語による知識情報処理の研究に従事。1988年弁理士試験合格。1989~1992年に(財)新世代コンピュータ技術開発機構(ICOT)に出向し、並列推論マシンの応用プログラムの開発に従事。1993年から再びICOTに出向し現在に至る。現在、ICOT第2研究部部長。元岡賞、情報処理学会学術奨励賞、同論文賞を各1回受賞。



横田 一正 (正会員)

1972年京都大学理学部卒業。1985年沖電気工業(株)入社。同年(財)新世代コンピュータ技術開発機構出向。現在同機構研究所主席研究員。データベース、知識ベースなどの研究開発に従事。著書に、『ゲーデルの世界』(共著、海鳴社)、『新データベース論』(共著、海鳴社)など、日本ソフトウェア科学会、人工知能学会、ACM SIGMOD、ACM SIGMOD 日本支部各会員。