

D-16

企業間電子商取引のための 制約を用いた論理的なルール分析手法 Logical Rule Analysis for B2B e-Commerce by Using Constraints

小澤 正幸[†]
Masayuki Kozawa

岩井原 瑞穂[†]
Mizuho Iwaihara

上林 彌彦[†]
Yahiko Kambayashi

1. はじめに

電子商取引 (E-commerce) に対して、取引処理の自動化を目的に様々な研究が行われ、様々な手法が提案されている。単なるカタログ販売型の電子商取引に留まらず、B2B E-Commerce などのように、様々な事柄が考慮されそして交渉の材料となるような場合を扱っている。このような商取引は大きく、取引相手の「発見」、契約内容の「交渉」、契約の「執行」の3つのフェイズに分けられる。また、そこで扱われる商品は価格のみならず品質や数量、納期や商品構成、使用条件、オプション、制限事項など様々な尺度によって特徴づけられ、単純に価格のみで比較できるようなものではない。

我々が研究している動的制約データベース (Dynamic Constraint Database: DCDB) による交渉フレームワーク [3][5] もこのような複雑な商取引を扱うための研究の一つであり、発見フェイズにおける希望に適した取引相手の検索発見や、あるいは交渉フェイズの自動化のために、ビジネスルールや取引条件を論理的に表現し、かつ処理できるようにすることを目的としている。本稿では、同様の目的を持つ研究を数例紹介し、差異を比較するなかで、我々のフレームワークの特長を述べる。続けて、このような論理的な処理について、それに数値的なスコアリング手法を導入し併用する方法について検討する。

2. DCDB による交渉フレームワーク

我々の先行研究 [3][5] では、このような問題を論理的な手法により解くべく、売り手が商品に付加した売買条件や買い手の希望を、ともに動的制約データベース、つまり変数のスキーマ定義が不要である制約データベースのテーブルとして表現する (表1)。制約データベースとは、変数とそれに与えられた制約条件によってデータを保持するデータベースであり、制約を充足する変数のインスタンスすべてが制約データベースの蓄える具体的な値と見なされる。我々が現在用いている制約条件のクラスは等号論理であり、「 \sim は \sim である (ではない)」という内容を AND, OR, NOT, IMPLY などの論理演算で結び合わせた意味を持つ論理構造を表現可能である。DCDB のフレームワークではこのようにして表現された買い手と売り手の制約条件を結合演算などで結び合わせることでマッチングなどの処理を行ったり、あるいは充足性を判定することで希望を満たす商品が存在するかどうかを調べたりといったことが出来るようになっている。

3. 類似研究との比較

文献 [2] は問題の対象とそれに対するアプローチともかなり似通った研究である。我々同様に交渉により変

Item	Model	Price	Condition
MPU	m_1	p_1	$(m_1 = 500 \vee m_1 = 750) \wedge (m_1 = 500 \rightarrow p_1 = 249) \wedge (m_1 = 750 \rightarrow p_1 = 399)$
RAM	m_2	p_2	$m_2 = 128\text{MB} \vee m_2 = 256\text{MB}$
Fan	Twin	60	$m_1 = 750$

表1: 動的制約データベースのテーブル

化しうる条件が付けられた商品を扱っており、この条件や、売り手のカタログ、買い手の希望などを AND, OR, NOT によるツリー構造で表現している。ただし、我々と異なり、具体的な計算やその可能性よりも契約条件の表現とその交渉手順に主眼を置いている。たとえば、ツリー表現の終端にある葉の要素はテキスト断片などで論理的な解析の対象外であり、その部分でのマッチングなどは「テキストの正規表現やシソーラスを使えばよい」としているのみである。

Commerce Automaton[4] の研究でも、やはり買い手と売り手の交渉材料を AND, OR, NOT で構成されたツリーによって表現し論理を扱うことを検討している。また、これらのツリーをすり合わせて、合意された契約内容を表現するツリーを構成するオートマトンの定式化を行っている。この研究ではツリー終端の要素に数値や文字列などの基本データ型の他に Semantic Web におけるオントロジーに対応する「階層化されたクラスオブジェクト」を使用できるという特徴がある。

多次元オークションやその関連研究 [1] では、多種の評価尺度を持つ商品を扱うという点で、我々の研究と同種の問題を扱っているが、その手法は尺度の数を固定し各々を数値化することで商品を多次元ベクトルと見なし、それを買い手側があらかじめ定義した効用関数 (主として重みベクトルとの内積) にかけることでスコアを計算し、評価や比較を行うという数値的なものである。このような手法はむしろ一般的であるが、我々や他の論理的手法によるものとは大きく異なる。

3.1 論理的な手法と数値的な手法

論理的な手法と数値的な手法とは、表裏一体の得失がある。たとえば数値的な手法では、スコア計算さえしてしまえば商品間の優劣比較は数値の大小比較に置き換えられるのでこれは容易である。また、ベクトル間の距離や類似度の概念から、近傍検索のようなことも可能である。しかしその反面、各評価基準間にどのような論理的依存関係があり、それらが買い手の商品に対する評価にどのような影響を与えるかはこのような手法によっては簡単

[†] 京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻

には解決できない。簡潔に言えば、たとえば高スコアの商品であっても買い手が望む条件を満たしているとは限らない。一般に買い手の好みを適切に反映する効用関数や重みベクトルを定めることは自明ではない。そもそも尺度によってはどのように数値化することかさえ困難な物もある。

我々や文献 [2][4] のような論理的手法ではその逆が起こる。つまり、条件を満たすか満たさないか、あるいは満たす可能性があるかなどを、充足性問題を解くことによって判定することは特に我々の研究においての特長であるが、反面、条件を満たす度合いに大小を付けないため、たとえば指定した検索条件から外れているが少し条件を緩めれば満たすようになるような商品を検索することは容易ではない。これらを考え合わせると、論理的な表現に対して、数値的な比較手法を用意し、この二つを組み合わせて使えるようにすることは有益であると言える。

4. 複数の尺度を持つ商品

商品を、各尺度を軸とする多次元空間のベクトルとみなす。ただし従来の手法で行われているように一つの商品を一点と見なす[†]のではなく、制約を用いて値が取りうる可能領域として表現し、その値が変動しうることでオプションなどの選択肢を表現する。各尺度は次のような要求を満たさなければならない。紙数の都合により詳細な定式化は省略する。

1. 各尺度において、全順序の関係、あるいはスコア化する方法が自明であると仮定してはならない。価格のように買い手によらず優劣を決めることができる尺度ももちろん存在するが、そうでない物も多い。一般には尺度ごとの評価は買い手により、また個々の買い手ごとに与えられるものである。ただしこれは最初から明示的に分かっているのではなく、売り手からの提示を見ながらシステムとの対話の中で学習的・試行錯誤的に構成していく物とする。
2. 商品が持つ尺度の種類、つまりスキーマが、共通であるとは限らない。従ってスキーマ変更に対してシステムは柔軟でなければならず、また、ある商品においてその尺度についての記述がない場合、つまり空値を取る場合にそれをどのように解釈すべきかが分からなければいけない。空値の解釈には Unknown(未知), Not Disclosed(非公開), No Value(値無し), Any Value(任意)などが挙げられる。
3. 買い手側の希望や好みを表す条件に対して厳密に満たすべきものと、満たすことにより高いスコアを与えられるものとを区別して表現できなければならない。あるいはシステムに入力された希望がこれらの二種類に分離できなければならない。

5. 多尺度商品の探索

このフレームワークの中では、買い手にとっての商品の価値は、様々な尺度に対しての買い手の効用関数の値であると思なすことができる。また、提示された商品の

[†]現状の E-Commerce ではたとえばオプション選択によって分岐する 2 商品も全く関連のない 2 点として表現される。

価格は尺度の一つであるが、売り手側の効用により定まる関数値であると思なしてよい。(売り手と買い手の都合・効用が一致するとは限らない。)ただし、尺度間のとりうる値の組み合わせには、先にも述べたとおり制約条件による制限が加わり、この多次元空間の中のごく一部の領域にのみ、商品が存在し、価格の値が定義されているということになる。

希望に添う商品の探索手順は以下ようになる。買い手側の希望を前述のように、厳密に満たすべき論理的なものとはそうではないものに分離し、論理的な部分を制約で表す。そしてこの売り手が提示した商品空間に対し、買い手側の制約での積集合演算や結合演算などを用いて、まず確実に満たさねばならない条件についての絞り込みを行う。次に残った空間に対して効用関数を適用することでスコア計算を行い最適な商品を得る。

また、各尺度の変化に対する効用の変化、つまり傾きを求めることで、どの変化にこれらが敏感であるかが分かる。そして、この敏感さの違いを得ることができたら、それに対して重みを調整し再検索を行うことで、学習的な評価関数の構成が可能となるのではないかと思われる。

6. 結論

本稿では電子商取引において多様な価格条件のオプションが与えられている商品を扱うために動的制約データベースを用いた手法についてその特長を述べた。また、特に論理的な手法と数値的な手法を対比し、両方を併用する方法の道筋について検討した。将来の課題としては、依然として残っている効用関数の決定・構成方法や、そのためのシステムとの対話手法の検討、そして具体的なアルゴリズムの開発や、実装への反映などが挙げられる。

参考文献

- [1] M. Bichler and H. Werthner, "A Classification Framework of Multidimensional, Multi-Unit Procurement Auctions", *Proceedings of the DEXA Workshop on Negotiations in Electronic Markets*, Greenwich, UK, September 4-8, 2000.
- [2] W. Hummer, W. Lehner, and H. Wedekind "Contracting in the Days of eBusiness", *SIGMOD RECORD* Volume 31, Number 1, March 2002
- [3] Mizuho Iwaihara, "Supporting Dynamic Constraints for Commerce Negotiations", *2nd Int. Workshop in Advanced Issues of E-commerce and Web-Information Systems (WECWIS)*, IEEE Press, pp.12-20, June 2000.
- [4] David Konopnicki, Lior Leiba, Oded Shmueli, and Yehoshua Sagiv, "A Formal Yet Practical Approach to Electronic Commerce", *International Journal of Cooperative Information Systems* Vol.11, Nos. 1 & 2 pp. 93-117, 2002
- [5] 小澤正幸 岩井原瑞穂 上林彌彦, "多様なインセンティブを含む売買制約ルールの表現と動的制約代数による検索支援", 第 13 回データ工学ワークショップ (DEWS2002) 論文集 ISSN 1347-4413, May. 2002, <http://www.ieice.org/iss/de/DEWS/proc/2002/>