

4 Q-1

Inverting Resolution の概念を用いた
経済定性モデルの学習

森 和夫 大和田 勇人 溝口文雄

東京理科大学 理工学部

1 はじめに

近年、機械学習の研究が盛んに行われなかでも CIGOL[1] や Golem に代表される帰納的学習に於ける Inverting Resolution という基本オペレータの操作概念は述語発明などを含みその有用性が期待されている。しかし、それらの帰納学習システムでは、

- 定量データからの学習が行えない
- member/2 の学習に代表される人間が絶対と判断できる概念をもつ対象にしか有効な学習結果を望めない
- ある一般化された節の他の一般化された節に対する重要性の度合いが明示的に示されなく一般化節間の重要性が客観的に判断できなく得られた知識の有効な利用を妨げている

などといった問題点がある。

そこで本稿では上記の問題点を踏まえ、定量データからの帰納学習を行う試みとして経済系を例にとりここでとった枠組みについて具体的に報告する。

2 Inverting Resolution

Inverting Resolution は CIGOL などを用いられている帰納的学習を行う truncation, absorption, intra-construction といった3つのオペレータでの操作概念を指すが、ここではその詳細は文献 [1] に譲る。

3 定性モデル学習方針

経済系に於ける定性モデルの学習方針は下図の通りとする。但し、CRR は経済系の帰納的定性推論システム [2] である。

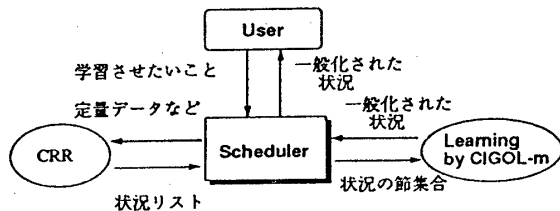


図1 経済系の定性モデル学習の概略図

Inductive Learning of Qualitative Economic Model
Using Inverting Resolution Concept
Kazuo MORI, Hayato OHWADA, Fumio MIZOGUCHI
Scinenc University of Tokyo

4 CIGOL-m

CIGOL をベースに帰納的学習システム CIGOL-m を設計した。そのためまず、CIGOL に内在する問題点をいくつかの点で改善した。中でも新しいオペレータを導入したので以下ではこのことを中心に述べる。

4.1 CIGOL の最大の問題点

CIGOL は絶対的な概念をもつ対象の学習しかできない。これは、例えば member /2 とはどのようなものかユーザが明確にわかっているということである。つまり、次のような質問に容易に答えることができるということである。

Is member(A, [A|B]) always true? yes
Is member(A, [B|C]) <- member(A, C) always true? yes

しかし、この実験を通してわかったことであるが、学習対象には相対的な概念を持つ対象が存在するということである。相対的概念対象とは、例えば金利の傾向 rate_trend/2 とはどのようなものかといったような概念である。つまり、相対的概念対象の場合、次のような質問には答えることができない。

Is rate_trend(inc, A) always true? ?
Is yen_trend(inc, A) <- oil_trend(dec, B)
always true? ?

一つめの質問は「金利はいつも増加傾向ですか?」ということであるが、これは、例のなかに存在する rate_trend 全体に対する相対的な割合を示さないとなんとも言えない一般化であり答えることができない。また、2つめの質問は「原油が減少傾向を示しているときはいつも円レートは増加しているのですか?」という問いであるが、確かにヒューリスティクスとして存在するが、全体を見ないと学習の途中段階ではなんとも言えない。以上のような理由のため次のようなオペレータを導入する。

4.2 新しく導入するオペレータ

4.2.1 probabilistic truncation

probabilistic truncation は本来 absorption が行われる単位節集合に対して適用される。この基本的概念は truncation の概念とほぼ同じであり、size の概念を使ってその部分集合をみつける。そしてその単位節の適用対称述語全体としての割合を確率として提示する。

4.2.2 probabilistic intra-construction

probabilistic intra-construction の適用対象となる節は本来 intra-construction が適用される節である。この基本的概念も上記の probabilistic truncation とほぼ同じで、Plotkin の節の最小汎化を使い、size の大きい順に適用対象節に対する割合を確率として提示する。

4.3 CIGOL-m に於ける帰納的学習の流れ

学習対象が絶対的な概念なのか相対的な概念なのかは人間もシステムも理解できない。よって、システムはまず、対象が絶対的な概念であるものとして従来の CIGOL のアルゴリズムで学習を行う。もし対象概念が絶対的なものならここで概念が学習できる。しかし、相対的な概念であった場合、質問に答えられないためここから提案した2つのオペレータを随時適用することになる。学習の終了はこの probabilistic truncation あるいは probabilistic intra-construction が適用できなくなったときか、或いはユーザの意思により終了し、最後に残った Theory が入力節集合に対する Theory となる。

5 学習結果の比較と評価

本節では実際にマクロ経済の観測量データに対して適用した結果をオリジナルな CIGOL と CIGOL-m について比較した結果を示す。

5.1 学習例

date(9,16,90) から date(9,30,90) に於いて3日ベースでみた場合、日経平均が下がる定性モデルを学習させたいとする。

5.2 学習プロセス

5.2.1 Input(User ⇒ Scheduler)

ユーザは学習例を Scheduler に次の問い合わせで行う。

```
!?-learn(date(9,16,90),date(9,30,90),
3,dir(nikkei,dec,_)).
```

これを Scheduler は解釈して CRR へ送信する。但し、CRR と Scheduler との間で途中で世界限定の問い合わせがあり、ここでは当該のパラメータの nikkei 以外に {future,yen/dollar,mark/dollar,oil} を含めたマクロ経済の世界とした。

5.2.2 Output(CRR ⇒ Scheduler)

CRR から Scheduler に返ってきた定性状況リストは以下の通りである。

```
!situation(!glevel(nikkei,higher,moderate),
dir(nikkei,inc,small),
pp(nikkei,negative,medium),
glevel(future,higher,moderate),
dir(future,inc,small),
pp(future,negative,small)),
situation(!glevel(nikkei,higher,moderate),
|
```

5.2.3 Input(Scheduler ⇒ CIGOL-m)

Scheduler から CIGOL-m に転送されるリストは以下の通りである。

```
!(dir(nikkei,dec,small) <-
dir(future,dec,small),
dir(yen/dollar,inc,medium),
dir(mark/dollar,inc,large),
dir(oil,inc,medium)),
(dir(nikkei,dec,medium) <-
dir(future,dec,medium),
dir(yen/dollar,dec,small),
dir(mark/dollar,inc,large),
dir(oil,inc,medium))).
```

5.2.4 Output(Scheduler ⇒ User)

probabilistic intra-construction を起動させたため有効な規則は3つ得ることができた。

```
dir(nikkei,dec,_) (with 1.00)
<- dir(future,dec,_)

dir(nikkei,dec,_) (with 0.86)
<- dir(future,dec,_)
dir(oil,inc,_)

dir(nikkei,dec,_) (with 0.80)
<- dir(future,dec,_)
dir(oil,inc,_)
dir(yen/dollar,_,small).
```

5.3 評価

以下に、オリジナルな CIGOL と CIGOL-m' と CIGOL-m の質問数および知識の有効性の評価を行っておく。結局 CIGOL では、5.2.4 の一番上の概念しか得ることができなかった。

表1 学習結果の評価

	質問数	得られた知識の数
CIGOL	約900回	1つ
CIGOL-m'	5回	1つ
CIGOL-m	3回	3つ

ただし、CIGOL-m' は CIGOL-m から probabilistic truncation および probabilistic intra-construction を省いたもの

6 まとめ

本稿では Inverting Resolution という概念をベースに実体の掘みにくいとされている経済系を例にとり定量データからの帰納学習する枠組みを提案した。これに依れば、よりリアル性のあるモデル学習や公定歩合引き上げ前兆1カ月レベルの定性モデルの学習といった意義がありかつ興味深い学習も可能となる。今後は、得られた知識のオプション取引等への応用について検討していく。

参考文献

- [1] Stephen Muggleton, Wray Buntine *Machine Invention of First-order Predicates by Inverting Resolution*, Proc. of Machine Learning '88, pp.1-14 (1988)
- [2] 森, 大和田, 溝口 経済予測のための定性推論, 情報処理学会第44回全国大会予稿集, (1992)