



いて複数の対応関係を生成する。その後、視点情報を用いてそれらの妥当性を評価し、妥当性の高いものをアナロジー推論に適切な対応関係として出力する。「対応関係の妥当性が高い」とは、対応関係にある対象の組が視点の属性に関して類似している場合のことをいう。知識スキームの理論上、このような対応関係に基づいてアナロジー推論を行った場合、ベースの知識をターゲットに適用できる可能性が高い。

以降ではこのマッチング手法の詳細を説明する。

### 3.1 深層格による構造の類似性を用いたマッチング手法

本節では、深層格をもとに対象の対応関係を作成する手法について説明する。本手法では、ターゲットとベースにおいて、類似する述語と同一の深層格によって結びつけられている対象のみを以下の手順により対応付ける。また作成する対応関係を一対一対応のみとし、一対多、および多対多の対応は許さないものとする。

#### (1) キー述語の選択

ユーザがターゲットから重要と考える述語（キー述語）を選択する。キー述語の選択は、その述語とグラフ構造的に近い対象に対して、構造的な一貫性の高い対応関係を生成する役割がある。一方で組合せ爆発を起こさないための制約としても機能する。

#### (2) 対象ポイントの設定

キー述語に直接深層格がつながっている対象  $O$  に対して対象ポイント ( $OP(O)$ ) として 1 を与える。ポイント 1 を与えられた対象と同じ述語につながっている対象に対しては、ポイント 2 を与える。同様にポイントが  $n$  となる対象と同じ述語につながっている対象に対して与えるポイントを  $n+1$  とし、全ての対象に対してポイントを設定する。対象ポイントはキー述語とのグラフ構造上における距離を意味する。

#### (3) 述語ポイントの設定

(2) で設定した対象ポイントを利用して、述語ポイントを設定する。この述語ポイントはキー述語のグラフ構造的に近い述語に対して高いポイントが設定される。

$$preP(pre) = \frac{\sum_i \sqrt{OP(O_{pre,i})}}{numTerm(pre)}$$

ここで  $O_{pre,i}$  は述語  $pre$  と深層格でつながっている対象、 $OP(O_{pre,i})$  は  $O_{pre,i}$  のポイント、 $numTerm(pre)$  は述語  $pre$  と深層格でつながっている対象の数を表す。

#### (4) ベースのキー述語の選出

ベースからターゲットのキー述語と類似する述語を選出し、ベースにおけるキー述語とする。以降の手順ではこのベースとターゲットのキー述語を基点として対応関係を作成する。述語同士の類似度 ( $preSim$ ) は一般的な類似度算出方法である以下の式により求める [6]。

$$preSim(preT, preB) = \frac{preT, preB \text{ の共通段数} \times 2}{preT \text{ の段数} + preB \text{ の段数}}$$

ここで、 $preT$ ,  $preB$  はそれぞれターゲットの述語、ベースの述語を表す。また段数とは、階層構造のオントロジーにおける最上位のカテゴリを 1 段とし、それよりカテゴリが 1 つ下位になるごとに 1 つずつ段を加算したものである。ベースの対象との類似度がある閾値以上の場合、その対象をベースのキー述語として選出する。

#### (5) ベースの対象ポイントの設定

(2) と同様にベースの対象に対してポイントを設定する。

#### (6) ベースの述語ポイントの設定

(3) と同様にベースの述語に対してポイントを設定する。

#### (7) 構造的対応ポイントの設定

次にベースとターゲットの対象の組に対して構造的対応ポイントを以下のようにして設定する。構造的対応ポイントは対象 - 深層格 - 述語の結合関係が類似しているほど高くなる。対象  $OT$  と対象  $OB$  の構造的対応ポイント =

$$\sum_{OT\_dc_1=OB\_dc_m} (preP(pre_{OT\_dc_1}) \times preP(pre_{OB\_dc_m}) \times preSim(pre_{OT\_dc_1}, pre_{OB\_dc_m}))$$

ここで  $OT\_dc_1$  は対象  $OT$  から出ている深層格  $dc_1$ ,  $pre_{OT\_dc_1}$  はその深層格  $dc_1$  につながっている述語、 $preP(pre_{OT\_dc_1})$  はその述語のポイントを示す。同様に  $OB\_dc_m$  は対象  $OB$  から出ている深層格  $dc_m$ ,  $pre_{OB\_dc_m}$  はその深層格  $dc_m$  につながっている述語、 $preP(pre_{OB\_dc_m})$  はその述語のポイントを示す。

#### (8) 対応表の作成

対応表とは一対一対応を満足する対象の対応関係をまとめたものである。(7) で設定した構造的対応ポイントをキーとして降順に対応関係を選出し対応表に登録する。すでに登録されている対応関係と矛盾を生じるような (一対一対応を満さない) 対応関係は採用せずにスキップする。

なお (4) においてベースのキー述語となる述語が複数選出されている場合には、再び (5) に戻り、全てのキー述語に対してそれぞれ対応表を作成する。

### 3.2 視点情報を用いた妥当性評価

3.1 で述べた手順により得られた対応表の対応関係に対して、ベースにおける視点に注目した類似性判定を行い、作成した対応表の妥当性を評価する。ターゲットの対象  $OT$  とベースの対象  $OB$  の視点に注目した対象の類似度 ( $objSim$ ) は以下の式で定義される。この類似度は、対象の組が視点となっている属性において類似しているほど高くなる。

$$objSim(OT, OB) = \frac{\sum_k^{numPOV(OB)} attrSim(A_{OB,k}(OT), A_{OB,k}(OB))}{numPOV(OB)}$$

ここで  $attrSim(A1, A2)$  は属性値  $A1$  と属性値  $A2$  の類似度、 $numVP(OB)$  はベースの対象  $OB$  に関する視点の数、 $A_{OB,k}$  は  $OB$  に関する視点であり、 $A_{OB,k}(OT)$  は  $OT$  の属性  $A_{OB,k}$  の属性値を表す。なお属性値の類似度は述語の類似度の算出方法と同様である。

対応表の全ての対応関係に対してこの類似度を算出し、その和を妥当性の評価関数として用いる。このような評価法を導入することで、知識スキームにおいて妥当性の高いアナロジー推論が実現可能となる。

### 4. 結論

これまでに提案した UAS の知識スキームを実装し、利用するために、深層格による構造の類似性を用いたマッチング手法と視点情報を用いた妥当性の評価手法を提案した。

今後は、実際に知識ベースを構成し、妥当な対応関係が作成されるかどうかの検証を行う。また得られた対象の対応関係に基づく仮説知識の生成手法について検討する。

### 参考文献

- [1] 森本, 他: Universal Abduction Studio の開発 (第 5 報) -UAS における知識スキーム-, 2004 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, pp. 71-72, CD-ROM, 2004.
- [2] K. J. Holyoak, et al: Mental Leaps; Analogy in Creative Thought, Cambridge, MA: MIT Press, 1995. (鈴木, 他監訳, 「アナロジーの力 認知科学の新しい探求」, 新曜社, 1998.)
- [3] 鬼城, 他: Universal Abduction Studio の開発 (第 6 報) -拡張 RDF に基づく知識エディタの実装-, 2005 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, in-printing, CD-ROM, 2005.
- [4] Fillmore, Charles J: the case for case in E. Bach & R. T. Harms (eds.) Universals in Linguistic Theory, New York, Holt, Rinehart & Winston, pp. 1-88, 1968.
- [5] Toshio Yokoi: The EDR electronic dictionary, Communications of the ACM, 38(11), pp. 42-44, 1996.
- [6] 川島, 他: 言葉の意味に関する類似性判別能力における概念ベースとシソーラスとの性能比較, 情報処理学会第 65 回全国大会, 2M-1, 2003.