

TR-117

談話理解システム DUALS における
オブジェクト同定処理

平川秀樹

May, 1985

©1985, ICOT

ICOT

Mita Kokusai Bldg. 21F
4-28 Mita 1-Chome
Minato-ku Tokyo 108 Japan

(03) 456-3191 ~ 5
Telex ICOT J32964

Institute for New Generation Computer Technology

談話理解システムDUALS における オブジェクト同定処理

平川秀樹

(財)新世代コンピュータ技術開発機構

1. はじめに

I C O T では、文章理解実験システムDUALS (Discourse Understanding Aimed at Logic-based Systems)の開発を行っている。DUALS は、状況意味論 (Situation Semantics [1])をベースとし、物語の理解と、その物語に関する問題の解答を行うシステムである。DUALS はいくつかのモジュールから構成されており、本論文で述べるオブジェクト同定モジュールは、構文/意味解析モジュールと談話構造解析モジュールの間に位置する。本モジュールの入力は、構文/意味解析モジュールの出力すなわち文の意味構造を現わす論理式とその文の発話時点の状況である。オブジェクト同定モジュールは最初の文脈処理を行なうモジュールであり、その主な仕事は、文中に現れるオブジェクトを文脈中のオブジェクトと関連付けることである。例えば、「機長」という単語が文中に現れた場合に、その単語が指示するオブジェクトは、その前の文の「機長」および「ロールさん」が指示するオブジェクトであることを認識することである。ここで言うオブジェクトとは、実体を持つ物だけでなく、物語中の事象も含めて考えている。また、言語処理の立場から言えば、通常の名詞だけでなく、省略 (0-pronoun) や照応 (pronoun) の同定も当然対象として扱っている。以上がオブジェクト同定の直観的な説明であるが、これは状況意味論の用語で言えば「オブジェクト同定モジュールは、文と文脈から新たな資源状況 (resource situation) と話者のコネクション (speaker's connection) を形成する」となる。資源状況 (resource situation) は、限定表現 (definite description) が示す性質 (property) を持つオブジェクトを含んでいるような状況である。また、話者のコネクション (speaker's connection) は、表現 (description) から状況中のオブジェクトへの関数である。実際には、オブジェクト同定モジュールは、状況中のオブジェクトと表現とを結び付けるだけでなく、必要な場合には状況中に新たなオブジェクトを導入する働きをする。オブジェクト同定モジュールの出力は、オブジェクト間の同値関係を現わす等式の集合である。オブジェクト同定の結果は、次の談話構造解析モジュールに渡され談話構造 (Discourse Structure) の認識が行われる。以下では、DUALS におけるオブジェクト同定手法の概要とオブジェクト同定に関連する言語現象、各種ヒューリスティクスについて述べる。

2. オブジェクト同定のモデル

既に述べたように、オブジェクト同定処理を計算機上で実現するためには、自然言語の意味の計算機上での表現とそのセマンティックスを明瞭にする必要がある。DUALS においては、言語の意味の表現としては論理式、そのセマンティックスは状況意味論を設定している。状況意味論の意味表現については[10]を参照することとし、本論文では検討を行わない。また、本節では、オブジェクト同定という処理の計算機上の性質を明確にするために、自然言語の持つ複雑な意味表現（論理式）の代りに非常に単純化した意味表現およびモデルを対象として考察する。

2.1 単純なモデル

単純化したモデルにおいては、文の意味を記述する基本要素を、‘関係’ (relation)、『個体’ (individual)および‘極性’ (polarity)とし、状況意味論で導入されている時空間の位置(space-time location)は、ここでは扱わない。また、‘関係’は‘個体’ (アトムで表現する)間のもののみとする。文の意味を現わす論理式すなわち構文/意味解析モジュールの出力は、真理値(truth value) 付きのリテラルのAND結合を想定する。また、文脈はこの形の論理式の集合(ファクトの集合)とする。また、オブジェクト同定に関する知識(制約条件)を記述するワク組を想定する。この知識は、状況意味論におけるコンストレイントに対応し、ホーンロジックによる記述を想定する。基本的には、ある論理式を与えるとそれから推論できる論理式を生成するワク組である。このようなモデルを想定すると、オブジェクト同定モジュールは、現在の文脈、文脈上のオブジェクト、知識及び入力された文を対象として動作する。この4つの要素はそれぞれ次の様に表現される。

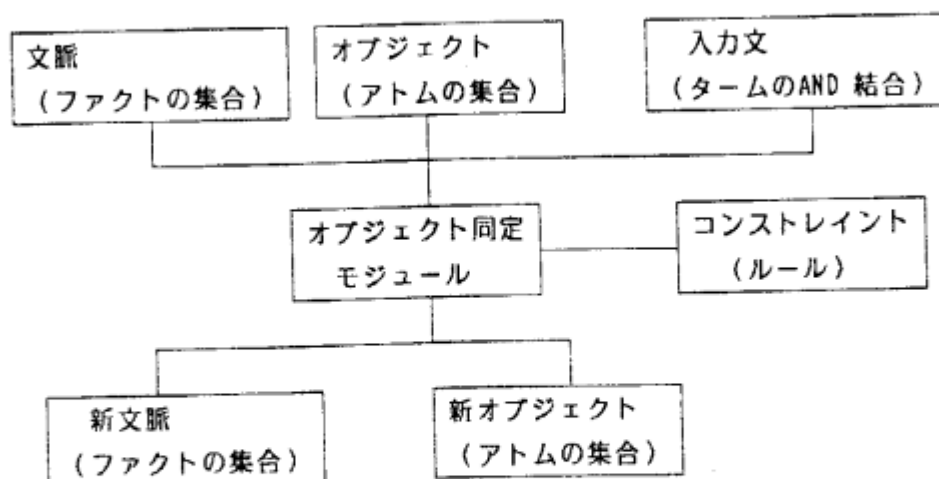


図1 オブジェクト同定サイクル

- (a) 現在の文脈 : ファクトの集合
- (b) オブジェクト : アトムの集合
- (c) 知識 : 規則の集合
- (d) 入力文 : ファクトのAND 結合

オブジェクト同定モジュールの出力は、新たな文脈、オブジェクトである。新たな文脈、すなわちファクトの集合は、現在の文脈のスーパーセットとなっている。また、文に対応するファクトのAND 結合の各ファクトは、新しい文脈に含まれる。またコンストレイントから導出されるファクトも新しい文脈に含まれる。新たに生成された文脈およびオブジェクトは次の入力文と共に次のオブジェクト同定処理の入力となる。図1はオブジェクト同定モジュールの入出力を示したものである。この1回の処理をオブジェクト同定サイクルと呼ぶ。

一般に、オブジェクト同定処理の結果は、複数個となる。これは、単語の照応関係にあいまい性があるからである。このため、オブジェクト同定結果の‘正当性’に関する判断の基準を設定する事が重要となってくる。もちろん、最も明確で正しい基準は、「その発話の話者が考えているのと同じ単語の照応である」ことであるが、明示的な単語の照応情報を話者が示さない限りこの基準は計算機上における判定の基礎となり得ない。この単純化したモデルにおいては、オブジェクト同定結果の正当性の基準として状況の一貫性(coherency) の概念を取る。一貫性は次の様に定義される。

ファクトの集合 f は次の3つの条件を満たす時に一貫性があると言う。

- (a) f において、いかなる2つのファクトも、それらの極性のみが異なる事はない。すなわち次の様なファクトを含まない。

$$r(X_1, \dots, X_n)@1$$

$$r(X_1, \dots, X_n)@0$$

- (b) f は2つの異なったオブジェクトを同一のオブジェクトとして表現する事はない。すなわち、 $(a=b)@1$ ならば a と b は同一オブジェクトである。
- (c) f はいかなるオブジェクトもそれ自身と異なるというファクトを持たない。すなわち、 $(a=b)@0$ というファクトを持たない。

この一貫性の定義は、Barwise & Perry[1]のcoherency の定義によっている。文脈が一貫性をもたなければならないという条件は、オブジェクト同定の結果の数に関する制約として考えた場合に、与えられたコンストレイントによって強くも弱くもなる。もし、コンストレイントが非常に少ない場合には、オブジェクト同定モジュールは、与えられた文に

対して非常に多くの一貫性のある結果を生成する。また、これとは逆に、コンストレイントが強すぎる場合には、オブジェクト同定モジュールは、一貫性のある同定結果を生成できなくなる。この様に、コンストレイント、すなわち、知識そのものが重要となってくるが、オブジェクト同定のワク組みとしては、一貫性をその正当性の基準とする。

3.2 計算モデル

既に述べたように、オブジェクト同定モジュールの目的は、与えられた文、文脈等より一貫性のある新たな文脈（ファクトの集合）とオブジェクト（アトムの集合）を求める事にある。この処理には、2つの基本的な操作が必要である。1つは、文中の表現（名詞、代名詞、0-代名詞）がどのオブジェクトを示しているかに関する仮説の生成である。また、他の1つは、その仮説が、与えられたコンストレイントに関して一貫性があるか否かの検証である。実際のDUALSに組み込まれた仮説生成、仮説検証の部分の詳細については、後の節で述べることにし、この節では基本的な計算戦略について考察する。

オブジェクト同定モジュールの仕事は、ある局面（あるいは状況）に関する絶対的な評価関数を持たない探索問題として考える事ができる。一般に、こういった探索問題を解くにあたっては、縦形探索と横形探索の2つの基本的な方法を考える事ができる。横型探索は、ある局面において可能な仮説を全て立て、そのおののについて新たな局面を並行に探索してゆく手法である。横型探索は、すべての可能性を追及するため必ず正しい解析結果を含んでいるという保証はある。しかしながら、探索空間は入力文の個数に対して組合せのオーダーで増加するため、実際の計算機に相込む事は現状では困難である。これに対して、縦型探索は、1度に1つの可能性のみを展開するため、横型探索に比べて深いレベル（すなわち多くの文）まで計算を進める事ができる。また、縦型探索は、Prologの動作

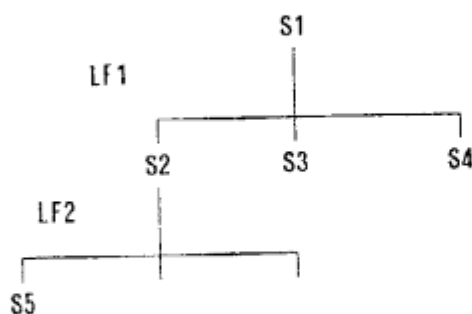


図2 縦型アルゴリズムによるオブジェクト同定

と同じであり、Prologによるインプリメントは非常に容易となる。しかしながら、縦型探索をオブジェクトの同定に適用した場合には、1つの重大な問題がある。既に述べた様に、ある1つの状況と文から新たな状況を生成する際に、新しい状況の可否は、その状況が一貫性を持つか否かにより決定される。縦型探索の場合、1つの新たな状況が生成されると、その状況から後のオブジェクト同定処理が行なわれる。入力文中の全ての表現（名詞の対応）に対して新たなオブジェクトを導入するような仮説は、必ず一貫性のある状況を作り出す事はその定義から明らかである。この事は、一度オブジェクト同定サイクルが進み、新たな状況が生成されると、その状況が1つの選択にすぎないにかかわらず、決してバックトラックにより変更される事が無い事を意味している。図2はこの様子を示している。一貫性のある状況S1と文に対応する論理式LF1 からオブジェクト同定アルゴリズムは新たな一貫性のある状況S2を生成する。S3およびS4は、LF1 に対する他の可能な（計算されていない）状況である。オブジェクト同定アルゴリズムは、いかなる論理式LF2 に対しても、一貫性のある状況S5を生成するため、縦型探索では、可能な状況S3、S4を生成する事は無くなり、オブジェクト同定の正当性が非常に低くなってしまふ。この事実は、縦型探索においては、新たなオブジェクトの導入は、非常に注意深く行なわれなければならない事を示している。

縦型探索および横型探索の中間的な手法として、優先順位付けされた探索（Best first method）を考える事が出来る。（以降では、ベストファースト探索と呼ぶ）ベストファースト探索は、全ての局面に対してその局面（オブジェクト同定の場合は状況）に関する‘良さ’の基準をもうけて、最も‘良さ’の高い局面に関して展開を行なう手法である。この手法は、横型探索の粗み合わせによる局面数の増大と縦型探索におけるバックトラックの問題に対する中間的な解となりうる。この際に、一番重要な点は、局面の‘良さ’を評価する評価関数をいかに設定するかにある。評価関数が適当でなければ、単純な縦型あるいは横型探索と変わりなく、評価のためのオーバーヘッドが出て、かえって処理の効率を落としてしまふ。

DUALS1のオブジェクト同定モジュールのインプリメンテーションは、DEC-20 Prolog のメモリ上の制約から、基本的に縦型探索を採用している。上記の問題に関しては、

- (a) 仮説の生成時に、ヒューリスティックスを導入し、正当性の高い状況を選択するようにする。
- (b) 文脈へのオブジェクトの導入に関しては、ヒューリスティックスにより制約を加えて、強制的にバックトラックを行なわせる。

といった手法により、オブジェクト同定の正当性を高めている。これらのヒューリスティックスについては、後の節で述べる。

3. 仮説生成

本節では、オブジェクト同定における仮説の生成に関する各種の機能、および言語現象に関する検討を加える。

3.1 フォーカシングメカニズム

自然言語の特徴の一つに、文の意味は、文脈のもとにおいてのみ正しくインタプリトされることがあげられる。フォーカス(focus)は、ある文脈において話者および聞き手によって注目されている出来事(event)や物(object)と考えられている。B. Grosz は、専門家と初心者との間のポンプ修理に関する対話(Task oriented dialog)を解析し、次のようにフォーカスの性質およびその人間（またはコンピュータ）による処理についてまとめている。
[3]

- (a) フォーカスは情報伝達を効率の良いものとする。対話の参加者（通常、話者および聞き手）は、彼／彼女らの持っている知識のごく一部に注目し、他の大部分については無視している。
- (b) フォーカスは、文の理解および文の生成の両方において重要な役割りをする。

オブジェクト同定処理にはフォーカス処理が非常に重要なものとなる。計算量から言っても、オブジェクト同定処理は処理が進むにつれて組み合わせ的に増加するからである。計算機上で、フォーカス処理を行なう場合には、現在の所、次の2種類のフォーカシングメカニズムを考えることができる。（なお、以降では、フォーカス処理の意味理解への応用を中心に考え文合成についての検討は省略する）

- (a) 知識に基づくフォーカス機能(Knowledge oriented focusing mechanism)
- (b) 統語構造に基づくフォーカス機能(Syntactic information oriented focusing mechanism)

知識に基づくフォーカシングは、Shank のScript, Plan, Goal[7] に基づくシステムや Grosz のTask oriented な知識に基づくシステム等で適用される手法である。これらの特徴は、出来事の標準的なパターンや作業パターン等人間の知識を計算機上に表現しておき、それらを使って関連のある知識の引き出し、フォーカスの移動等を扱う。オブジェクトの同定の立場から言えば、文（発話）のシーケンスが既存の知識（例えばスクリプト）にマッチすれば、オブジェクトの同定に対して強いプリファランスが得られ、また省略されていた要素が何かを、常識推論で補完する事ができる。さらに、言語として表現されなかった

出来事等の推定、また出来事の予測等ができる。こういった知識に基づくフォーカシングは、もちろんオブジェクト同定にも関連するが、むしろ談話構造の生成という文章理解と深い関係がある。このため、知識に基づくフォーカス処理の部分は、談話構造解析モジュールの機能を充分利用して、あるいは、談話構造解析モジュールと協調してオブジェクト同定を行なう事になる。一方、統語構造に基づくフォーカシングは、Sidner[4]、Kameyama[5]らの研究に見られる処理である。Sidnerのフォーカスアルゴリズムは、Define pronoun、Kameyamaのアルゴリズムは0-代名詞の認定にフォーカスメカニズムが利用される。これらのアルゴリズムは、次の特徴を持つ。

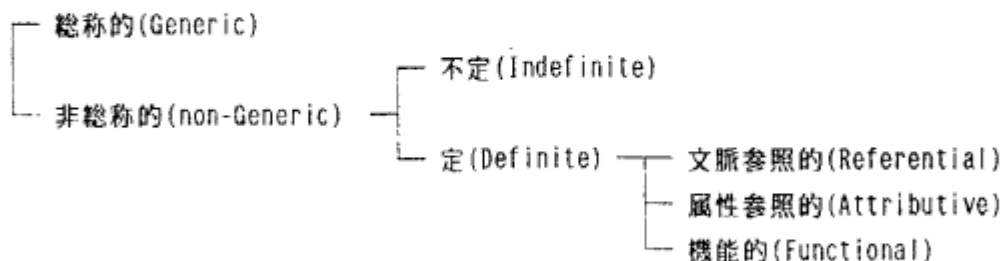
- (a) 基本的には、Subj, Objと言った統語的な情報によりフォーカスを処理し、出来事等に関する知識は特に利用しない。
- (b) フォーカスの予測規則、フォーカスの確立規則、フォーカスの移動規則等から成立している。

Kameyama氏のアルゴリズム、規則については、後の節でより詳細に検討を加える。全体としての動作は、ある文の0代名詞を決定するのに、前の文の構文情報から、候補の順序付けを行なうというものである。DUALS1では、統語情報に基づくフォーカシングのメカニズムを導入して実験を行なった。以下では、言語現象の方向からDUALS1のオブジェクト同定モジュールに導入された仮説生成ヒューリスティックス等について述べていく。

3.2 名詞句の用法

オブジェクト同定モジュールでは、文に対応する論理式中のオブジェクトの同定を行なうが、このオブジェクトは、文の表層においては名詞表現に対応する。本節では、名詞表現が取りうる用法について述べ、後の各論における準備をする。

ここでは[6]に基づく日本語の用法の分類を中心に[1]等を参考にして次のように分類を行なう。



総称的用法は、

(a) 飛行機は飛ぶ。

というように、「飛行機」一般を示す用法で、ある特定の飛行機を表現しているものではない。不定の名詞句とは、次の文が初めて発話された場合に対応する。

(b) 飛行機が飛んでいる。

この場合に、聞き手の文脈には対応するオブジェクトは存在せず、聞き手は存在的内容 (Existential entailment) によって文脈中に「飛行機」に対応するオブジェクトを導入する。定名詞句は、文脈参照的、属性参照的、機能的の3つに分類される。文脈参照的用法とは、次に見られるように文脈中に既に存在するオブジェクトを参照する用法である。

(c) 飛行機が飛んでいた。その飛行機は……

この例は、文脈中に存在するオブジェクトを参照する用法であるが、次の場合の様な参照も文脈参照的と考える。

(d) 飛行機が飛んでいた。エンジンは……

これは、文脈中のオブジェクト「飛行機」とエンジンが意味的な関係（この場合は、「全体一部分」の関係を持っている）を持っている場合である。(c)の用法を単純な文脈参照 (simple referential use)、(d)の用法を連想的な文脈参照 (associative referential use) と呼ぶ。属性参照 (attributive use) は、名詞句が初めて現われているにもかかわらず、それに何らかの適切な修飾限定詞がついている為に「定」であると考えられる用法である。

(e) 彼が今日一緒にいた女性は彼にとって危険だ。

状況意味論では、属性参照については、「その名詞句を含む文が表わす状況がその名詞句の資源状況 (resource situation) となる」としている。機能的 (functional use) は、状況意味論の概念により説明される。状況意味論では、定名詞句は、状況から個体への関数と考えられるが、機能的な用法では、その関数の性質自体が文により述べられる。

(f) 温度は20度である。温度は上昇しつつある。

この場合、「温度」は20度というオブジェクトを示すのではなく、「温度」というファンクション自体について言及しているのである。

自然言語文から、オブジェクトの同定を行なう場合には、上記の様な名詞句の用法を認識する処理が当然必要である。特に、ある名詞句が総称的な用法かそうでないかは、文の意味として大きく異なってくる。名詞句の用法については、「その飛行機」というように文の表層から文脈参照的用法であると判断できる場合もあるが、一般の場合には困難な例が多い。DUALS1では、名詞句の用法の決定については、いくつかのヒューリスティックスを導入して対応している。これらのヒューリスティックスについては以降の節で述べる。

3.3 名詞句の形態的分類と仮説生成

DUALS1のオブジェクト同定モジュールでは、名詞句の表層的な形態情報によって、その名詞句が示すオブジェクトの仮説の生成の方法を変えている。これは、人間が文の生成を行なう際に、その話者のフォーカスによって、オブジェクトを示すための言語表現を変える事を考えれば、逆に、その形態情報にオブジェクト同定の手がかりがあるという仮定に基づいている。現在、名詞句表現は、次の4つに分類される。

- (a) 普通名詞
- (b) 名前
- (c) 0 代名詞
- (d) 代名詞

DUALS では、言語の意味記述として状況意味論を基礎においている。状況意味論では、通常の名詞句はタイプとして表現される[1]。ここに挙げた名詞は全てタイプとして表現される。ただし、DUALS1では、名前については、individual（個体）タイプというパーシクタイプとして表現している。以下では、a～d の名詞形態に関して、DUALS1において取られている仮説生成のヒューリスティックスについて述べてゆく。

3.3.1 普通名詞

普通名詞は、一般的に総称的な用法、不定の用法、定の用法のいずれかをとりうる。また、普通名詞は、タイプであるが、集合を示す場合と1つの個体を示す場合の2通りを考えることができる。前節にあげた様にこれらについて構文レベルの処理で扱える場合もある。

その学者 → 定の文脈参照的用法、個体(individual)

しかしながら、一般にはどの用法でベーシックタイプとして何をとるかは構文レベルの処理では判定できない場合が普通である。このため、DUALS1のオブジェクト同定においては、次の様なかなり強いヒューリスティックスを導入している。

H1 物語においては、総称的な用法は使用されない。

これは、物語は、ある登場人物が存在し、ある舞台において様々な行動をしてゆくことから導入されたヒューリスティックスである。これとは逆に、説明文等においては、総称的な用法は頻繁に使用される。この2つの用法の違いは記述は可能である。次の例は、「飛行機は飛ぶ」という文に対する総称的な解釈と非総称的な解釈の違いを示したものである。

総称的	mo (飛行機*X, (in s, at L, 飛ぶ (飛行機*X), 1))
非総称的	in S, at L, 飛ぶ (飛行機*X), 1

ここでは記述の詳細な説明は省略し、概略のみ説明する。総称的な解釈は、「飛行機一般は飛ぶ」という規則に対応する。これは、推論等に使用されうる。非総称的な解釈では、「ある飛行機があり、それは飛ぶ」となり、文脈にある個体が導入される、あるいは、導入されている。

一般名詞の認識については、さらに次のヒューリスティックスを導入している。

H2 文脈中に普通名詞の示すオブジェクトとして一貫性のあるものがあればそれを仮説として優先する。

H3 H2が適用されない場合についてのみ不定の用法であるとする。

このヒューリスティックスは、文脈中に導入するオブジェクトの数をできるだけ減らす様に働く。普通名詞の仮説生成は、文脈中の任意のオブジェクトを対象とする。すなわち、特にどのオブジェクトに焦点をあてるかといったフォーカシング処理は行っていない。

3.3.2 名前

DUALS において、名前(Name)の意味的な表現は、他の名詞句と同様にタイプとなっている。但し、名前に対応するタイプのインデターミネイトは、物語等の世界においてユニークである。実際には、同じ名前で異なったオブジェクトを示す場合、また逆に、複数の名

前で同じオブジェクトを示す場合のいずれも考える事ができる。これに関しDUALS1のオブジェクト同定モジュールでは、次のヒューリスティックスを導入している。

H4 物語において、名前はユニークな個体を示し、また名前が異なれば個体も事なる。

また、普通名詞に関するヒューリスティックスH2、H3は、名前についても成立する。また、仮説の生成についても、普通名詞同様、特にフォーカシング等の処理を導入せず、文脈中のオブジェクト全体を対象として単純に仮説生成を行なう。

3.3.3 0代名詞

0代名詞は、Kameyamaにより次のように定義にされる。

"the morphologically unrealized grammatical functions, SUBJECT, and OBJECT2 that are subcategorized in the lexical form of the main predicate in a clause nucleus (anaphoric control). The unexpressed SUBJ of XCOMP or XADJUNCT(functional control), and the "gaps" ground to TOPIC or FOCUS(constituent control) are not zero pronouns"

非常に単純化すれば、「省略された名詞句」と言い換えられる。日本語の特徴の1つに、0代名詞が頻繁に使用される事があげられる。日本語の0代名詞の用法としては、次のように不定の用法、文脈参照用法の2つが考えられる。

文脈参照用法：太郎は花子を見た。（0は）本を読んでいた。

不定用法：（0が）サンマを焼くにおいがした。

0は0代名詞を現わしている。一般には、文脈参照用法が不定用法に比べて非常に多い。

また、不定用法については主文(Matrix sentence)の各要素に現われる場合は非常に少ない。このような観察から、DUALS1では、0代名詞に関して次のヒューリスティックスを導入している。

H5 0代名詞は基本的に文脈参照用法を取る。文脈参照の可能性が無い時に限り不定の解釈とする。

また、0代名詞の指示する内容については、次のヒューリスティックスを導入している。

H6 0代名詞は、個体(individual)またはその集合(set)を示す。

H6は、0代名詞の仮説の生成の対象を狭くするのに役立つ。すなわち、文脈中にある出来事(event)に対応する部分は、0代名詞の対象から除外される。

0代名詞に関しては、3.1で述べた統語構造に基づくフォーカス機能を導入して処理を行っている。以下では、参考としたKameyamaによるZero-pronoun Interpretation Ruleについて説明を行ない、その問題点と、DUALS1におけるアルゴリズムについて述べる。彼女のワク組みは、LFG(Lexical Functional Grammar)を用いており、以降で使用するSUBJ、OBJ、OBJ2等は、LFGにおける定義に従っている。[8]

Kameyamaの理論で中心となる概念は‘CENTER’と呼ばれ、次の様に定義されている。

Center is : a non-linguistic entity centrally being talked about "or" in the center of attention " (of the discourse participants) at the time an utterance is produced or understood in discourse.

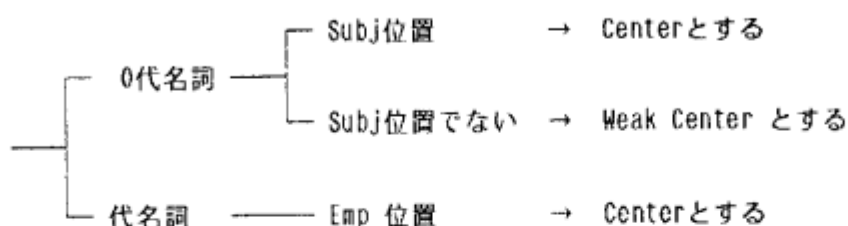
CENTERの定義は、それが非言語的entityである点を除けばフォーカスと同義であると考えて良い。彼女の0代名詞インタープリテーションは、CENTERという概念を使うと次の様なアルゴリズムで進行する。

- (i) ある文S1に対して、Expected Center Order 規則を適用して、次の文S2に対するCENTERの候補を文S1から順序付けして抽出する。
- (ii) 文S2を入力し、CENTER Establishment規則により、(i)で作られた候補とS2から文S2のCENTERを決定する。文S2に対して(i)を適用する。

Expected Center Order 規則とは、「文の中のCf(forward-looking center)に関して次の文のCb(backward-looking center)の候補としての暗黙の優先付けが存在する。」という仮説に基づいた規則で次の様に定義されている。(Cfは通常その文に現われる名詞句の示すentity、Cbはその文のCENTER)

- 1) TOPIC [SUBJ > OBJ(2) > POSS]
- 2) SUBJECT
- 3) OBJECT(2)
- 4) others [TOPIC-OBLIQUE, TOPIC-ADJUNCT, POSSESSOR, OBLIQUE, ADJUNCT]

CENTER Establishment規則とは、文のCbを決定する規則であり次の様に定義されている。



この読み方は、例えば上方向だけだとすると、“0代名詞がSUBJ位置にあれば、その0代名詞が示すCf（前の文に対してExpected Center Order 規則を適用して得られる）をその文のCENTERとする”となる。Weak Center とは、Cfのオーダリングとしてその文のCbの次にあげられるものである。以上の規則のほかに、1つの文に2つ以上の0代名詞が使用された場合に関するMulti Pronoun 規則がある。

- ・1つの文に2つ以上の0代名詞が存在する場合に、Emp 位置が文のCENTERとなる。

ここで、Emp 位置とは、Emphathy position であり、通常の動詞はSUBJ位置になる。Emp 位置が明確に現われるのは、次の様な場合である。

Emp 位置	“あげる”、“もらう”	→ SUBJ位置
	“くれる”	→ OBJ2位置

また、DUALS1では、Multiple Pronounに関して、さらに、次のヒューリスティックスを導入している。

H7 Multiple Pronounは異なったオブジェクトを指示する。

次に0代名詞の同定の非常に単純な例について、[5]より引用する。

- 1) Seiji wa tennis ga umai.
TOPIC-SUBJ OBJ
- 2) 0 Tadashi ni katu.
SB OBJ2
- 3) 0 Saikin atarashii raketto wo katta.
SB OBJ

この3つの文に対するセンタリングプロセスは次の様になる。

- 1)' [Cf1= Seiji ; Cf2=tenisu]
- 2)' [Cb = Seiji ; Cf1=Tadashi]
- 3)' {[Cb = Seiji ; Cf1=raketto]/ [Cb=Tadashi ; f1=raketto]}

1)' では、Expected Center 規則により、Cfが順序付けられて求まる。2)' では、0代名詞Subj位置の条件により、Center Establishment規則で"Seiji" がCENTER(Cb)となり、また、Expected Center Order 規則により、3)に対するCfが決定される。3)' では同様にCbが"Seiji" となり、また、Cfが求められる。3)' では"Cb=Tadashi"の可能性もあげているが、アルゴリズムに従えば、"Cb=Tadashi"となる。

DUALS1のオブジェクト同定モジュールでは、以上のアルゴリズムを導入しているが、導入にあたり、いくつかの点での拡張が必要であった。Kameyamaによれば、Gap 等は構文レベルの解析で認識されるものであるが、次の様な例の扱いが実際の文には必要であった。

- 1) あと1時間で 0がマニラに着こうという時、エンジンから煙が吹き出した。
- 2) あと1時間で 0がマニラに着こうという時、飛行機は高度を下げた。

2)については、代名詞は、構文的な解析により主文の主語“飛行機”であることができるが、1)については、その議論は成り立たない。DUALS では構文解析のレベルで、主文の主語と0代名詞が同じであるという解釈と独立した0代名詞であるという解釈の2つを出力することになっている。いずれの解釈が正しいかの判定は、意味的なチェックにより行なう。

2番目の点として、処理の単位があげられる。Kameyama氏のアルゴリズムは動詞を含む句を単位として実行され、1つの文を単位として行なわれるものではない。このため、アルゴリズムの計算機によるインプリメントをするためには、1つの文を1つ以上の句に分割する基準が明確でなければならない。例えば、次の文では、'/'の部分で区切る必要がある。

太郎は大学へ行って/ 0が友達と会った。

このためには、構文/意味解析モジュールより区切り情報を渡す等の処理が必要である。しかしながら、どこで区切るかという判定はそれ自身困難であるため、DUALS1では、アルゴリズムの適用を1文単位という事になっている。このため、前記の例における0代名詞の認識は全て構文解析モジュールで行なうようにモジュール間の役割分担を行なっている。また、処理単位を1文、すなわち、1つ以上の句の集まりとしたため、Expected Center 規則の処理についても変更が必要であった。DUALS1では、次のヒューリスティックスを入れている。

H8 一つの文におけるCfは、主文の主述語(main predicate)にsubcategorizeされる要素およびそのPOSS位置にあるもののみと限定する。

このようなヒューリスティックスにより、上記の例では次の様にCfが作られる。

太郎は学校に行って友達と会った。 [Cf1=太郎、Cf2=友達]

ここでは、「学校に行く」という部分が対象から除外されている。また、埋め込み文についても同様の事が言える。次の例では、主文の格要素ロールさんのみがCfとなる。

これを発見した機長のロールさんははっとしました。 [Cf= ロールさん]
0が急いでスチュワーデスを呼びました。

H8を実現するために、オブジェクト同定モジュールは、構文意味解析モジュールより文の意味構造に対応するタイプの他に、オブジェクトリストと呼ばれるデータを受け取る。オブジェクトリストは、H8で定義される要素（主文の要素およびPOSS）のリストである。

3.3.4 代名詞

代名詞には、性質上総称的な用法はない。また、不定の用法は非常特殊な場合に限られ、通用は文脈参照的に用いられる。このためDUALS1では、代名詞については次のヒューリスティックスを導入している。

H9 代名詞は、文脈参照用法としてのみ使用される。

ここで文脈参照用法という時には、その代名詞の発話時における文脈という意味であり、次の例のように代名詞が現われている文自体も文脈の一部となりうる。

(a) 太郎が愛した女性は彼に話しかけた。

この場合、「彼」は「太郎」という解釈と、「彼」は文脈上の第3者という解釈の2通りがある。「太郎が愛した女性」という文の一部も「彼」の解釈時の文脈となると言う事ができる。これに対して、次の文では事情が異なってくる。

(b) 彼に、太郎が愛した女性は話しかけた。

この場合、「彼」が「太郎」であるとする解釈は、非常に困難である。その解釈を取ら

せる場合には、むしろ次の(c)、(d)の様な文とするのが妥当である。

(c) 太郎に、彼が愛した女性は話しかけた。

(d) 太郎に、太郎が愛した女性は話しかけた。

この様に、代名詞の同定を行なうためには、その代名詞に時間的に先行する文の発話部分も文脈の1部として扱う事が望ましい。この処理については、文の構文的な情報が大きな役割を持つため、オブジェクト同定モジュールではなく、構文意味解析で行なうのが妥当であると思われる。すなわち、構文意味解析モジュールは、(a)の文に対しては、「彼=太郎」と「彼=文脈中の誰か」という2つの解釈を、(b)の文に対しては、「彼=文脈中の誰か」という解釈のみを生成するものである。(実際、この現象について、'Precede and Command' という構文上の概念で説明可能である)

代名詞の同定におけるフォーカシングについては、0代名詞と同様のメカニズムを用いて仮説生成のオーダリングを行なっている。0代名詞の処理においては、H7により、主文の要素のみを対象としていたが、代名詞の場合は、文脈に登場するオブジェクトの全体を候補とするようにする。例えば、次の文において、「彼」は埋め込み文中のオブジェクトを示す。

太郎が音楽を学んだ学校は神田にあった。

彼はそこでピアノを習った。

代名詞と0代名詞は、それらが指示できる要素において差がある。0代名詞は、文脈中の個体(individual)のみを示すか、代名詞は次の例の様に出来事(event 又は状況意味論の用語ではsituation)を示す事ができる。

どうした事が急にエンジンから白い煙が吹き出しました。

これを発見した機長のロールさんははっとしました。

(これ=エンジンから白い煙が吹き出したこと)

このため、代名詞の仮説の生成については、オブジェクトおよび出来事の両者を仮説の対象としている。代名詞がオブジェクトを示すか、出来事を示すかについての優先度については、現在の所、特に何のヒューリスティックスも導入していない。また、疑問代名詞については、オブジェクト同定モジュールは何も処理を加えない。これは、問題解決モジュールにおいて、必要な場合に同定が行なわれる。

4. 仮説検証

仮説検証部は、仮説生成部で作られたオブジェクトの同定仮説が、与えられたコンスト
 レイントに関して一貫性があるか否かを検証する部分である。既に述べた、単純化したオ
 ブジェクト同定の所では、コンストレイントとしてホーン節の形で表現する事としたが、
 DUALS1では、コンストレイントは全てのタイプのマッチングの可否として表現する。これ
 は、将来的にCIL[9]で記述する事を想定しているためである。また、DUALS1におけるコン
 ストレイントは、関係(relation)のアーギュメントにおけるタイプの制限のみに限定して
 いる。これは、言語処理における意味素性のチェックに対応している。コンストレイント
 にどのような知識を入れるか、あるいは入れられるかという点はDUALS 全体としての設計に
 深く係わってくる。すなわち、オブジェクト同定におけるコンストレイントに、談話の流
 れ、人間の一般的動作に関する知識を入れる事も考えられるが、このような知識は、談話構
 造解析モジュールにおいて処理されるものである。このため、オブジェクト同定モジュ
 ールでは、意味レベルのコンストレイントを記述するにとどめ、談話構造作成モジュールか
 らの要求に従って、別のオブジェクト同定結果を作成する様に設計してある。

コンストレイントの適用は既に述べたようにタイプのマッチングとなる。次はDUALS1の
 例題に現われた関係「ふき出す」に関するタイプの定義である。

type-definition (ふき出す、Self、(流体?、具象物?)、Env, Cond)

この記述自体は、「ふき出す」のタイプは「流体」と「具象物」をパラメタとして持ち、
 その定義は「cond」の部分に書かれる。「self」の部分は、is-aの階層を構成する部分、
 「Env」は、このタイプ定義の使用事の計算環境に付加すべき情報を記述する部分である。
 オブジェクト同定では関係とそのアーギュメントの関係のみを使用するため、他の部分は
 使用していない。また、この記述自体はCIL に置換されるべきものである。仮説生成部
 より作られた仮説は、上記のタイプとのマッチングが取られる。例えば「エンジンから白
 い煙がふき出す」という表現に対しては、次の様な式が仮説として生成される。

```
in (sit#S1, loc#l1, (ふき出す、煙#煙1、エンジン#エンジン1), pol#1)
in (sit#S1, loc#l1, (白い、煙#煙1), pol#1)
```

この場合、「流体」タイプと「煙」タイプ、および「具象物」タイプと「エンジン」タ
 イプとの整合性チェックが行なわれる。このチェックは、いわゆるシソーラスを用いたコ
 ンシステンシーチェックに相当する。単純化したモデルにおけるコンストレイントの記述、
 すなわち、ホーン節を用いてこのシソーラス情報を表現する事は可能であるが、一貫性の
 定義によれば、インプリメンテーション上フレームプロブレムが生じる。例えば「ある物

が赤色である」という知識を記述した場合に、それだけを記述するだけでなく、「その物は青でない」、「その物は黄色でない」……という否定知識を全て記述しなければ正しい一貫性のチェックが行えない。このため、DUALS1では、シソーラスシステムをPrologでインプリメントし、一貫性チェックに組み込んでいる。この部分ではNegation as Failure が導入されている。また、シソーラスシステムの導入は、処理スピードの向上のためにも必要なハックである。この様なシステムにおける一番の問題点は、否定の取扱いである。例えば、次の文は意味的には全く正しい。

(a) ふたは飛ばない。

これは、「飛ぶ」タイプのパラメタ部分には、「鳥」あるいは「飛行機」というタイプであるという知識があるが、「ない」という否定表現により、その制約が変わるため「ふた」タイプともマッチするからである。しかし、次の様な例においてはこれは成立しない。

(b) 「お客様にはお知らせしますか」
「いや、知らせない方が良い」

「知らせる」のSUBJ、OBJ 共に「知らせる」タイプのコンストレイントを満たさなければならぬ。1)と2)では否定のスコープが異なっているためである。DUALS1では、仮説検証において否定によるコンストレイントの変更は行なっていない。今後の研究課題の1つである。以上、DUALS1の仮説の検証について述べたが、この部分についてはより詳細な検討を加え、CIL 等のより一般的なワク組みに基づくシステム設計が必要である。

5. 会話文の処理

DUALS1のオブジェクト同定処理における特徴の1つに会話文の処理がある。文章中に現われる会話のオブジェクト同定処理では、その発話者が誰であるかに応じて同定処理を変える必要がある。例えば、「私」という表現が会話文中に現われた場合には、その文の発話者と「私」とを同定する必要がある。この様な処理のために、オブジェクト同定モジュールは構文意味解析モジュールと自分自身を再帰的に呼び出す機能を有している。図3は、会話処理の様子を示している。

DUALS1は、先生が国語の問題を生徒に解かせ、システムは生徒の役割りを演ずるという状況である。このため、トップレベルの発話は、全て先生の発話としている。このトップレベルの文の中に会話が現われると、オブジェクト同定モジュールは話者を「先生」から「登場人物」へとスイッチする。この操作をDiscourse situation のスイッチと呼ぶ。会話の内容の処理では、オブジェクト同定モジュールは、構文解析モジュールを呼び出す。

この会話処理手法によれば、会話後の中の会話、さらにその中の会話といった構造の文章の解析が可能である。ここで1つ問題になるのは、オブジェクトの認識に関するパースペクティブである。すなわち、会話文の中の表現は、発話者のものであるため、オブジェクトの同定は、「先生」の中の「発話者」のモデルの中のオブジェクトでなければならない。次はこの関係を示す例である。

A が「B が『太郎は学生だ。』と言った。」

ここで、「太郎」は、「A が、'B が太郎だと信じている人' と信じている人」に対応する。現在のオブジェクト同定モジュールでは、次のヒューリスティックスを導入している。

H10 登場人物の持つ文脈（あるいはResource Situation）は、物語の話者（先生）の持つ文脈と等しい。

このヒューリスティックスにより、N 段レベルの会話においても全て共通の文脈のもとでオブジェクト同定処理を行なう結果となる。これは、あくまで便宜上の処置であり、今後の研究により、登場人物の持つ文脈等を別に扱うようにしてゆく必要がある。また、連続した会話文の話者、聞き手の同定に関しては、次のヒューリスティックスを導入している。

H11 会話文の連続「……」「……」「……」については、明示的な話者、聞き手の表現

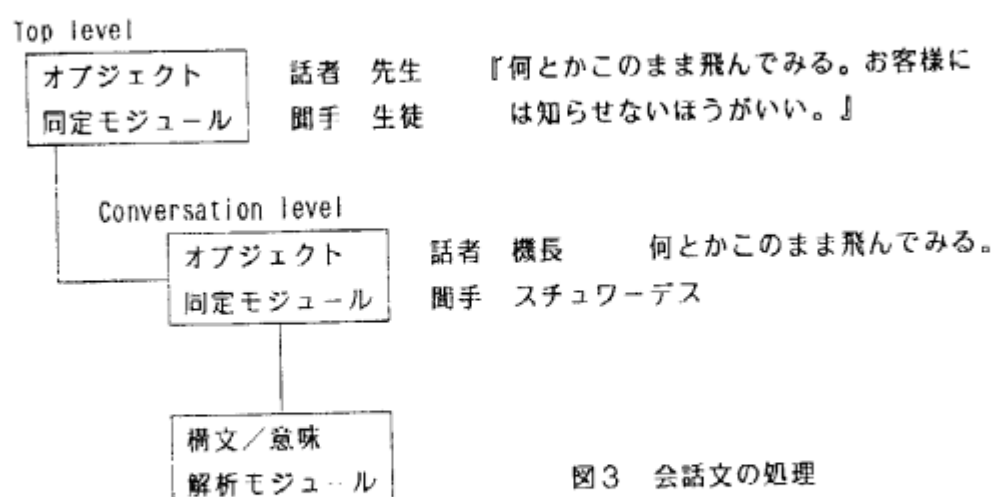


図3 会話文の処理

がなければ、会話文ごとに話者と聞き手の立場の交替が起こる。

6. 結論および今後の課題

本論文では、文章理解実験システムDUALS のオブジェクト同定モジュールについて、述べた。DUALS1のオブジェクト同定モジュールの特徴は次のようにまとめられる

- 1) PrologのバックトラックによるGenerate and Test 法による処理を行なっている。深さ優先の探索の問題については、仮説生成に優先順位を導入して正当性をあげている。
- 2) 仮説の生成においては、構文情報に基づくフォーカシングメカニズムを導入し、処理の効率化と正確化を図っている。
- 3) Discourse switching を行ない、会話文の処理を行なっている。

また、DUALS1のオブジェクト同定モジュールの今後の課題としては、次のものがあげられる。

- 1) Reason Maintenance的手法によるオブジェクト同定の検討
- 2) 知識に基づくフォーカシングメカニズムの導入と談話構造生成モジュールとの密接な結びつき
- 3) 登場人物のパースペクティブを扱うことのできるオブジェクト同定モデルおよびその処理の実現
- 4) Formalで統一のとれた知識記述言語によるインプリメント

[謝辞]

本研究を行う機会を与えて下さった渕一博研究所長、横井俊夫第3研究室長に深謝いたします。有益なご討論を戴いたICOT自然言語グループ諸氏、向井國昭氏、安川秀樹氏、三好秀夫氏、田中裕一氏 に感謝いたします。

[参考文献]

- [1] J. Barwise and J. Perry, "Situation and Attitude", MIT press, 1983
- [2] W.G. Lehnert et.al., "BORIS -An Experiment in In-Depth Understanding of Narratives", Artificial Intelligence, 20, 15-62, 1983
- [3] B.J. Grosz, "Focusing and description in natural language dialogues", in Elements of Discourse Understandings, A. Joshi, B. Webber and I. Sag (eds.), Cambr

- idge University Press, 1981
- [4] C.L.Sidner, "Focusing in the Comprehension of Definite Anaphora", Computational Models of Discourse in M.Brady and R.C.Berwick (eds.), MIT Press, 1983
 - [5] M.Kameyama, "Centering in Japanese : Basic Observation". Draft of Ph.D thesis, Dept. of Linguistics, Stanford University, 1984
 - [6] 白井賢一郎, 日本語における指示(Reference)の問題についてーモンタギュー文法の観点からー", 京都大学、文学部、修士論文、1979
 - [7] R.Shank and R.Abelson, "Scripts Plans Goals and Understanding", Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, 1977
 - [8] J.Bresnan ed., "The Mental Representation of Grammatical Relations", MIT Press, 1982
 - [9] K.Mukai, "Horn Clause Logic with Parameterized Types for Situation Semantics Programming", ICOT TR , 1985
 - [10] 安川秀樹, ユニフィケーションによる意味合成, ICOT TR ,1985
 - [11] 三古秀夫, 談話理解システムDUALS における質問応答処理, ICOT TR ,1985