

日本語の動作表現中の空間的概念の解析

- 日本語物語文のプロット理解 -

山本唯史 山田篤 西田豊明 堂下修司

京都大学工学部情報工学科

人間が自然言語を用いて記述された文章の意味を理解する際には、言語表現により文章中に明示的に与えられる情報以外に、直接、言語表現に現れないような情報を話題に関する語用論的知識を用いた推論によって獲得していると考えられる。時間的概念は我々が日常的に取り扱っている諸概念の中で最も基本的、かつ、重要な概念の一つであり、時間的概念と密接に関係のある文章に物語文がある。本研究では、物語文のプロット理解を物語の対象世界で発生したイベント及びイベント間の時間的關係と、イベント間の関連の強さを抽出するプロセスと定義し、対象世界に関する知識に基づいて日本語物語文のプロット理解を計算機を用いて行う方法を提案する。

Spatial Concept Analysis in Japanese Active Description

-Plot Recognition of Japanese Story-

Tadashi Yamamoto Atsushi Yamada Toyoaki Nishida Shuji Doshita

Kyoto University

Yoshidahonmachi, Sakyo-Ku, Kyoto, 606, Japan

The natural language description includes a lot of implicit information reasoned by the pragmatic knowledge, besides explicit linguistic one. Among the many concepts, the time is one of the most primitive and important one, and a story description is obtaining many time concepts. In this paper, we define the plot recognition as the extracting process of the event and the relations among the events from a story description, and propose a systematic method of such a recognition.

1 はじめに

本研究では、日本語情景描写文の表層格構造を入力し、対象世界の空間的制約集合を出力するシステムを構築してきた [1][2][3]。このシステムは日本語情景描写文から対象世界のシーンを再構築するシステムのサブシステムとなっている。

入力対象世界の静的な状況を記述した文の場合と異なり、物語文など、対象世界の状況が時間の経過と共に変化する場合、空間的に同一で時間的に異なる対象世界を区別し、それらの異なる時点の対象世界間の時間的制約を抽出する必要がある。

一般に、対象世界で発生するイベントのドメインは連続値をとり、ドメイン上で全順序関係が成り立つ。ところが、我々人間の行っている言語表現をチャンネルに用いた時間の認識は対象世界の完全な全順序を再構築せず、言語表現中の動詞、及びその派生語の瞬間動作相アスペクトで規定されるイベント、即ち、継続動作の開始、終了と瞬間動作の間の半順序関係をとらえ、因果関係の強いイベントや対象をグループ化し関連をとらえるプロセスと考えられる。

本研究ではこのようなプロセスを言語表現からのプロット理解と定義し、そのようなプロット理解の具体的タスクとして、日本語の物語文からのイベントとイベント間の時間的半順序関係の抽出をとりあげる。

2 用語の定義

ここで、以下の議論に用いる用語の定義を行う。

1. 動作時点

動作が継続動作の場合は動作開始の時点及び終了の時点、瞬間動作の場合は動作の瞬間の時点。

2. 無限時点

任意の動作時点より早い時点 $-\infty$ (無限過去時点)、及び、任意の動作時点より遅い時点 $+\infty$ (無限未来時点)。

3. 自明な時間的制約

単一の継続動作について、動作の開始時点は常に終了時点より早いという時間的制約と、 $-(+)\infty$ は任意の動作時点より早い (遅い) という時間的制約。

4. 言語内知識に基づく時間的制約

異なる動作から選んだ二つの動作時点について物語の言語情報に基づいて導出される時間的制約。

5. 言語外知識に基づく時間的制約

同様に、語用論的に導出される時間的制約。

6. 非自明な時間的制約

言語内知識または言語外知識に基づく時間的制約。

7. ストーリーラティス

物語中に現れるすべての動作の動作時点と $-\infty$ 、 $+\infty$ の時点とをノードとし、対象世界におけるそれらの間の時間的制約に基づいてアークを付けた非循環非分離有向グラフ。

8. 合流ノード

ストーリーラティス中のノードの内、入力アークが複数あるもの。

9. 分岐ノード

同様に、出力アークが複数あるもの。

10. 冒頭ノード

同様に、 $-\infty$ からのアーク以外に入力アークのないノード。

11. 結末ノード

同様に、 $+\infty$ へのアーク以外に出力アークのないノード。

12. 同期ノード

合流ノードまたは分岐ノード。

13. サブストーリーラティス

あるストーリーラティス中のいくつかの分岐ノードを冒頭ノード、いくつかの合流ノードを結末ノードとして、冒頭ノードよりも遅く結末ノードよりも早いノードだけから構成されるストーリーラティスの部分グラフ。

14. *Nodes* 関数と *Lattice* 関数

Nodes(*l*) はストーリーラティス *l* を引数とし、*l* に含まれるノードの集合を返す関数。

Lattice(*Nodes*(*l*), *c*) は *Nodes*(*l*)、*Nodes*(*l*) の時間的制約集合 *c* を引き数とし、*l* 自身を返す関数。

15. Future 関数と Past 関数

$Future(n, l)$ ($Past(n, l)$) は、ノード n 、 n を含むストーリーラティス l を入力として、 l 上で n よりも遅い (早い) ノードから構成された l のサブストーリーラティス。

16. P 関数

$P(l)$ はストーリーラティス l を全順序化する際の $Nodes(l)$ の順列を返す関数。

17. N 関数

$N(x_1, \dots, x_i)$ は $-\infty$ から $+\infty$ に至るパスの長さがそれぞれ $x_1 \dots x_i$ の i 本のパスだけから構成されるストーリーラティス l の $P(l)$ 。

18. ストーリーラティスの縮退

ストーリーラティス中の二つのノード、 X 、 Y に複数のパスが存在し、それらのパスに X と Y を直接結ぶアークが含まれる場合に直接結ぶアークを元のストーリーラティスから取り除くこと。

19. 正規ストーリーラティス

あるストーリーラティスについて縮退を可能な限り繰り返し適用して得られるストーリーラティス

3 言語表現からのストーリーラティスの生成

ここで、物語文が与えられたとき、対象世界のイベントの抽出とイベントをノードとするストーリーラティスの生成するプロセスについて述べる。

3.1 解析手順

解析は、大きく分けて、

1. 言語表現から対象世界のイベントの抽出
2. 時間的制約を基にしたストーリーラティスの生成

の2ステップから成る。

3.1.1 イベント抽出

対象世界のイベントは言語表現中の動作動詞およびその派生語の瞬間動作相アスペクト、すなわち、継続動作の開始、終了と瞬間動作の時点によ

り規定される。これらのイベントは言語表現中に現れる動作について以外に、言語外知識を用いてその存在が導出される動作のものも含まれる。一般に、言語表現の観測時点では動作が、継続性のものか瞬間性のものかは判らないので、すべての動作が継続動作であるという仮定を置く。

3.1.2 ストーリーラティスの生成

まず、抽出されたイベントに $\pm\infty$ を加え、ノード集合 N を生成する。次に、 N に順次、時間的制約、「 X は Y よりも早い (遅い) (X, Y はイベント)」をもとにノード X と Y をアーク (→) で連結することにより、ストーリーラティスを生成してゆく。以下、自明な時間的制約のみを適用して得られるストーリーラティスを l_{init} とする。また、 l_{init} に言語内的知識に基づく時間的制約を加えて得られるストーリーラティスを l_{lang} 、 l_{lang} に更に言語外的知識に基づく時間的制約を加えて得られるストーリーラティスを l_{comp} とする。非自明な時間的制約によりある動作が瞬間動作であると判った場合には、当該動作の開始、終了イベントに対応するノードをストーリーラティス上で単一化する。得られたストーリーラティスは一般に、冗長なアークを含むのでそれを正規化する。

3.2 解析例

次の4文からなる文章の解析を示す。文中の番号は言語内的知識に基づいて抽出される動作の番号を表す。

三時の急行に乗る [1] ため、二人は二時半に宿をでた [2]。

志保子は宿の前へきて [3] 待っている [4] 車に乗った [5]。

新館の前では、下りの列車でついた [6] のだろう、団体らしいスキー客が幾台ものタクシーから降りていた [7]。

タクシーの屋根にはいずれもスキーが積まれていた [8]。

輸送機関から降りるためには輸送機関に乗り込まなければいけないという言語外的知識に基づき言語表現には現われないスキー客がタクシーに乗り込む動作が抽出される。この動作を [9] とする。

l_{init} を図1に示す。ノードのアルファベットと数字 i は、動作 [i] の開始 (s) イベントと終了 (e)

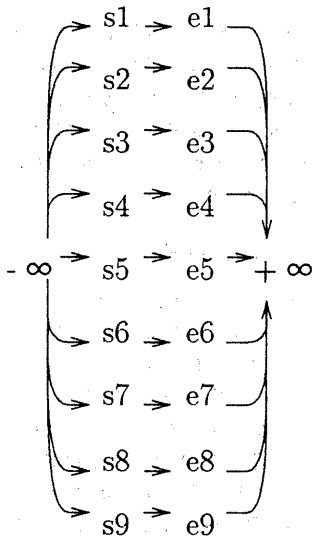


図 1: 自明な時間的制約だけから導かれるストーリーラティス

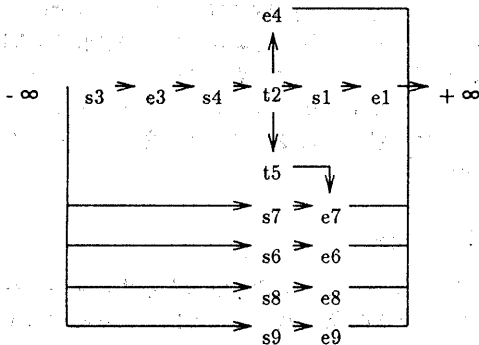


図 2: 言語内の知識に基づく時間的制約を加えた正規ストーリーラティス

イベントを表す。このストーリーラティスはこれ以上縮退できず、正規ストーリーラティスとなっている。一般に、 l_{init} は抽出された動作数個の $-\infty$ から $+\infty$ に至る長さ 3 のパスから構成される正規ストーリーラティスとなる。

l_{init} に以下に示す言語内の知識に基づく時間的制約を加えて正規化すると l_{lang} が得られる。 l_{lang} を図 2 に示す。

言語内の知識に基づく時間的制約の導出

1. 一般に言語表現、「A するため B する」では、A は B の目的で、 $B \rightarrow A$ の逐次動作を表す。ゆえに、 $e_2 \rightarrow s_1$ 。

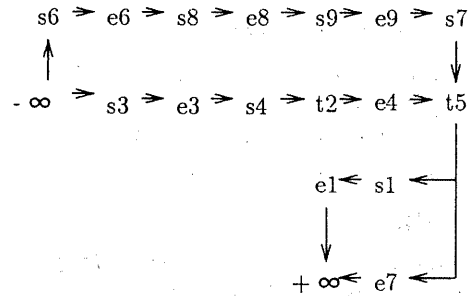


図 3: 言語外的知識に基づく時間的制約を加えた正規ストーリーラティス

2. 一般に言語表現、「A して B する」は $A \rightarrow B$ の逐次動作を表す。ゆえに、 $e_3 \rightarrow s_4$ 。
3. 一般に言語表現、「A している X に B する」は、A が継続動詞の時、A の開始の後に B が開始されることを表す。ゆえに、 $s_4 \rightarrow s_5$ 。
4. 一般に言語表現、「A したのだから B する」では、B は A の結果で、 $A \rightarrow B$ の逐次動作を表す。ゆえに、 $e_6 \rightarrow s_7$ 。
5. 一般に言語表現、「A する。B する。」は $A \rightarrow B$ の逐次動作を表す。ゆえに、 $e_2 \rightarrow s_5$ 。
6. 「待つ」が継続動詞なので [4] のアスペクト、「ている」は進行態。ゆえに、一つ前の文の主文の動作 [2] の動作中の一時点が [4] の継続時間に含まれる、すなわち、[2] と [4] は並行動作である。ところで、「出る」は瞬間動詞。以上より、 $s_4 \rightarrow s_2 \rightarrow e_2 \rightarrow e_4$ 。
7. 同様に、 $s_7 \rightarrow s_5 \rightarrow e_5 \rightarrow e_7$ 。

l_{lang} に更に以下に示す言語外的知識に基づく時間的制約を加えて正規化して図 3 に示す l_{comp} が得られる。

言語外的知識に基づく時間的制約の導出

1. (A、X、B) の特殊な組 ((待つ、乗り物、乗る)、(寝る、動物、起こす) など) については A と B との並行動作が不可能であり、A の終了と B の開始の間に他の動作イベントは発生しない。ところが、 $s_4 \rightarrow s_5$ によって $e_4 \rightarrow s_5$ 。
2. 先に述べたように、[4] \rightarrow [5] の一連の動作の間に他の動作は始まらないので $s_5 \rightarrow s_{10}$ 。ところで、[5] の「乗る」は瞬間動詞。瞬間動

作の開始と終了の間に他の動作の開始、終了は行われぬ。ゆえに、 $e_5 \rightarrow s_{10}$ 。

3. 一般に言語表現、「A している。B している。」は二つのアスペクト、「している」がともに進行態の時 (A、B ともに継続動作の時) に限り、並行動作である。ところが、「スキー」は「スキー客」の荷物。輸送機関の客は輸送機関に乗るときに荷物を「積み」、降りるときに荷物を降ろす。ゆえに、[7] と [8] は並行動作でない。ゆえに、[7] は継続動詞なので [8] は瞬間動詞、[8] のアスペクト、「ている」は已然態。このような解釈のもとでは、[7] の最中のある時点で [8] の動作がすでに終了した後だったという意味になるので、 $e_8 \rightarrow e_7$ 。

4. 一般的に言語表現、「A する。B₁ している。B₂ している。… B_n している。」の B_n は、B₁…_n のそれぞれのアスペクト、「している」が進行態であれ、已然態であれ、A の行われた時点に参照する。ゆえに、上記の [7] の最中のある時点とは瞬間動作 [5] の発生時点のことである。ゆえに、 $e_8 \rightarrow s_{50}$ 。

5. 輸送機関から降りるにはそれ以前にその輸送機関に乗らなければならない。その間、別の輸送機関は利用できないので、 $e_6 \rightarrow s_9$ 、 $e_9 \rightarrow s_{70}$ 。

6. 輸送機関に乗り込む直前に客は荷物を輸送機関に「積む」。ゆえに、 $e_8 \rightarrow s_9$ 。

4 プロット理解プロセスにおける非自明な時間的制約の役割

一般に、言語内知識に基づく二つの動作間の時間的制約は、二つの動作の因果関係が前提とならず、逆に、言語外的知識に基づいて、時間的制約が導出される二つの動作は、物語中で、強い因果関係があると考えられる。例えば、「車が止まった。家が燃えていた。雨が降ったのだろう。」という文では、言語表現中に記述された三つの動作 (車の停止、火事、降雨) の間の因果関係が弱いので言語外的知識に基づく時間的制約の導出は困難であるが、「A した。B していた。C したのだろう。」という A、B、C に依存しない言語内的知識に基づき時間的制約が導出される。また、言語表現が与えられなくとも、因果関係が強い二つの動作、例えば、降雪と雪解けが与えられれば

言語外的知識に基づき時間的制約の導出は可能となる場合がある。

これら 2 種類の非自明な時間的制約のうちの少なくとも一方が不足している場合、文章の理解が困難となると考えられる。例えば、ある回路の挙動をタイミングチャートを用いて記述するのは、言語表現を用いても同期のタイミングを理解する上で言語外的知識を用いにくいからであり、逆に、短歌や俳句がその内容を説明した文より理解しにくいのは、古語で記述されていたり、語数が制限されたりした結果、言語内的知識の使用が難しくなったからである。

解析例の場合、最初の二つの文が宿に泊まっていた二人に関する記述で、後の二つの文がスキー客に関する記述である。故に、[1] から [9] までの動作は、因果関係の強さから [1] から [5] と [6] から [9] の二つのグループに分かれる。

まず、 l_{lang} を見ると、言語内的知識に基づく時間的制約によって、[1] と [5] の関係を除き、二人に関する記述のグループの動作イベントは全順序化されているが、スキー客に関する記述のグループの動作イベント間の時間的制約は導出されていないことが判る。言語内的知識に基づく時間的制約に、二つのグループにまたがるもの ([5] と [7] の関係) が含まれている。一般に、言語表現に現れる任意の動作は前後の比較的近い分脈に現れる動作との間に因果関係のあるなしにかかわらず、言語内的知識に基づく時間的制約が導出され、このような制約が因果関係を持たない複数の動作イベント系列間の同期を表現する。解析例の場合では、[5] と [7] の関係により二つのグループの動作イベント系列の同期、すなわち、二人とスキー客が新館の前で遭遇したことが判る。二人に関する記述のグループに含まれる動作イベントが言語内的知識に基づく時間的制約により全順序化されたのは、その因果関係の存在を前提としていない。例えば、[2] は二人に関する記述とは全く関係のない別の動作でも瞬間動作であれば何でも同一の l_{lang} が得られる。

つぎに、 l_{comp} を見ると、 l_{init} から l_{lang} へのストーリーラティスの生成プロセスでは情報を得ることのできなかつたスキー客に関する記述のグループに含まれる [6] から [9] の動作イベントが言語外的知識に基づく時間的制約によって全順序化されていることが判る。

5 対象集合のワーキングセット

ここで、対象世界に存在するすべての対象の集合を全対象集合 U 、ストーリーラティスのあるバス p に含まれる動作イベントに関連のある対象からなる全対象集合の部分集合を p のワーキングセット $Ws(p)$ と定義する。

解析例の場合に全対象集合が

1. 三時の急行
2. 駅
3. 線路
4. 志保子
5. 高階 (志保子と宿からでてきた人物)
6. 宿
7. 車
8. 駅から宿への道
9. 新館
10. 下りの列車
11. スキー客
12. タクシー
13. スキー

から成り立っていたとする (以下、対象を上記の番号で表す)。 l_{comp} の $-\infty$ から $e4$ 、 $s1$ を経由して $+\infty$ へ至るバスを p_1 、 $-\infty$ から $s7$ へ至るバスを p_2 、 $-\infty$ から $s7$ を経由して $t5$ へ至るバスを p_3 とすると、

$$\begin{aligned} Ws(p_1) &= \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\} \\ Ws(p_2) &= \{2, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 13\} \\ Ws(p_3) &= \{2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13\} \end{aligned}$$

となる。 $Ws(p_1) \cup Ws(p_2) = U$ より、 $Ws(p_1)$ 、 $Ws(p_2)$ は U の被覆 (covering) となっていることが判る。 $Ws(p_1)$ の要素は二人に関して、 $Ws(p_2)$ はスキー客に関してそれぞれが元の対象世界の異なる部分対象世界を構成していると考えられる。このような部分対象世界を図4に示す。

また、バスのシンクを合流ノード $t5$ まで伸ばした p_3 では、 $Ws(p_3) \cap Ws(p_2) = \{4, 5, 6, 7\}$ より、車に乗り込む二人との遭遇によって二人と

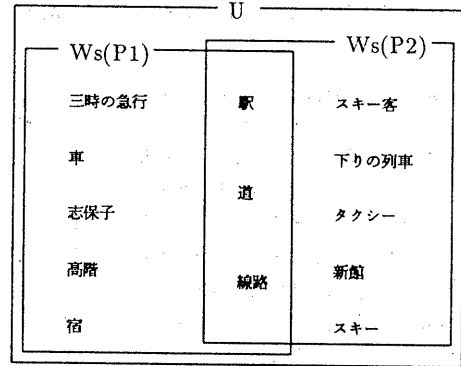


図4: 解析例の二人とスキー客のワーキングセット

車と宿がスキー客に関する部分対象世界に入ってきたことが判る。このことは、解析例のスキー客に関する記述を理解する上で二人に関する記述の全体を理解する必要があることの支持にはならない。それは、 $Ws(p_3) \cap \overline{Ws(p_1)} = \{1\} \neq \phi$ から明らかである。このように、ストーリーラティスの任意のバス p は、 $Ws(p)$ を全対象集合とするような U の部分対象世界内で閉じたプロットを持つ。 $Ws(p_1) \cap Ws(p_2) = \{2, 3, 8\} \neq \phi$ より、 $Ws(p_1)$ を全対象集合とする U の部分対象世界と $Ws(p_2)$ を全対象集合とする U の部分対象世界は空間的に完全に独立して存在しておらず駅と、線路と、道とを共有する。このことは、解析例を駅、線路、道に関する記述と見ると、部分対象世界は単一の対象世界 U となることを示している。 $Ws(p_1) \cap Ws(p_2) = \phi$ の場合には、 $Ws(p_1)$ と $Ws(p_2)$ は U の分割 (partition) となり、元の対象世界を独立な二つの部分対象世界に分割する。

6 評価

ここで、言語内知識を用いた時間的制約の導出と言語外知識を用いた時間的制約の導出で得られる情報量を、ストーリーラティスのエントロピーを基に定量的に評価する。評価にさきだち、まず、ストーリーラティス l が与えられたときに $P(l)$ を求める方法を簡単に述べる。

6.1 $P(l)$ を求める方法

まず一般に、 l を構成する最も基本的な要素である $N(x, y)$ について考える。自明な定理として、

$$\begin{aligned} N(x, y) &= N(y, x) \\ N(x, 1) &= 1 \end{aligned}$$

が導かれる。長さが x の方のバスの最もソースに近いノードと、長さが y の方のバス中のノードとの y 通りの全順序関係について、そのそれぞれの場合について残りの $x - 1$ 個のノードからなるバスと、 x からシンクに至るバスとの間に $N(x - 1, i) (i = 1, 2, \dots, y)$ 通りの順列が全順序化が可能である。故に、次の定理が得られる。

$$N(x, y) = \sum_{i=0}^y N(x - 1, i) \quad (x > 2)$$

以上の定理を繰り返し適用することによって任意の x, y について $N(x, y)$ を求めることができる。

次に、 $N(x_1, x_2, \dots, x_i)$ を考えると、 x_1 と x_2 について $N(x_1, x_2)$ 通りの順列があり、そのそれぞれについて全順序化された二本のバスと残りのバスの間に、 $N(x_1 + x_2 - 1, x_3, \dots, x_i)$ 通りの順列が存在する。故に、次の定理が得られる。

$$N(x_1, x_2, \dots, x_i) = N(x_1, x_2) \times N(x_1 + x_2 - 1, x_3, \dots, x_i) \quad P(l_{init}) = N(3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3)$$

また、ノードを共有しない二つのストーリーラティス、 $N(w, x)$ 、 $N(y, z)$ に、 $N(w, x)$ のシンクから $N(y, z)$ のソースへのバスを加えて得られるストーリーラティス l の場合、元々、 $N(w, x)$ と $N(y, z)$ の間に時間的制約がなかったので $P(l) = N(w, x) \times N(y, z)$ である。

任意のストーリーラティス l について、ある分岐ノードから合流ノードに至る同期ノードを経由しないようなバス p のいくつかを l から取り除いたストーリーラティス l' のうちここまで述べた手続きだけで $P(l')$ の求められるものが存在する。 p のソースを *source*、シンクを *sink*、バスの長さを *length* とすると $Nodes(p)$ の各ノードは

1. $Nodes(Past(source, l))$
2. $Nodes(Future(sink, l))$

のいずれにも属さないノードとの順序関係についてのみ曖昧さが残る。

ゆえに、 l' の $P(l')$ 個の順列のうち、*source* から *sink* へのバスの長さが i のものが全体の P_i だけ、存在すれば、 $Nodes(l)$ の全順序化可能な順列 $P(l)$ は、

$$P(l) = P(l') \times \sum_i (P_i \times N(i, length))$$

で導かれる。

6.2 時間的制約の導出で得られる情報量

任意の正規ストーリーラティス l_0 に新たな時間的制約の導出を加えると、 l_0 をさらに縮退した正規ストーリーラティス l_1 を得ることができる。このような導出で得られる情報量は次のようにして求められる。

まず、問題を単純化するためにストーリーラティスの全順序化パターンはすべて等確率で発生するという仮定を置く。この時、 l_0 (l_1) のエントロピーは等確率で発生する $P(l_0)$ ($P(l_1)$) 個のシンボルの内の一つを観測したときに得られるエントロピーに等しい。一般に、このようなエントロピーはシンボル数 n の場合、 $E(n) = \log_2 n$ (bit) で与えられる。よって、時間的制約の導出で得られた情報量は、導出に伴うエントロピーの減少量、 $E(P(l_0)) - E(P(l_1))$ により与えられる。

これを、例題についてあてはめると、

$$\begin{aligned} P(l_{init}) &= N(3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3) \\ &= 1986345344 \\ P(l_{lang}) &= N(2, 3, 3) \times N(3, 3, 3) \times N(10, 7) \\ &\quad \times \left(\frac{1}{10} \times N(6, 2) + \frac{2}{10} \times N(7, 2) \right. \\ &\quad \left. + \frac{3}{10} \times N(8, 2) + \frac{4}{10} \times N(9, 2) \right) \\ &= 108108000 \\ P(l_{comp}) &= N(2, 3) \times N(8, 6) \\ &= 2376 \end{aligned}$$

より、 l_{init} 、 l_{lang} 、 l_{comp} のエントロピーは、

$$\begin{aligned} E(P(l_{init})) &= \log_2 P(l_{init}) \\ &= 30.887469 \text{ (bit)} \\ E(P(l_{lang})) &= \log_2 P(l_{lang}) \\ &= 26.687898 \text{ (bit)} \\ E(P(l_{comp})) &= \log_2 2376 \\ &= 11.214319 \text{ (bit)} \end{aligned}$$

ゆえに言語情報のみを用いて得られた情報量 I_{lang} 、それに常識的言語外知識を加えて得られた情報量 I_{comp} は、

$$\begin{aligned} I_{lang} &= E(P(l_{init})) - E(P(l_{lang})) = 4.199571 \text{ (bit)} \\ I_{comp} &= E(P(l_{lang})) - E(P(l_{comp})) = 15.473579 \text{ (bit)} \end{aligned}$$

となる。対象世界を動作イベントの系列を発生する情報源、言語を通信路と考えると、この場合、情報源の持つ情報の36.307018%が言語理解の過程で損失されたことになる。

情報源に映画や芝居のように、 $N(x, y)$ の二本のバスのプロットを逐次化するようなメディアを仮定すると、ストーリーラティス上の同期ノードが入らないバスは全順序化する際にもバスが保存されるという時間的制約が加わるのでエントロピーは、連続する非同期ノードを単一化したストーリーラティスについて考えれば良い。この場合、

$$\begin{aligned} P(l_{init}) &= N(2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2) \\ &= 362880 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(l_{lang}) &= N(2, 2, 2) \times N(2, 2, 2) \times N(7, 4) \\ &\quad \times \left(\frac{1}{6} \times N(2, 2) + \frac{2}{6} \times N(3, 2)\right) \\ &\quad + \frac{3}{6} \times N(4, 2)) \\ &= 16128 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(l_{comp}) &= N(2, 2) \times N(2, 2) \\ &= 4 \end{aligned}$$

より、

$$E(P(l_{init})) = 18.469133 \text{ (bit)}$$

$$E(P(l_{lang})) = 13.977280 \text{ (bit)}$$

$$E(P(l_{comp})) = 2.000000 \text{ (bit)}$$

ゆえに言語情報のみを用いて得られた情報量 I_{lang} は4.491853(bit)、それに常識的知識を加えて得られた情報量 I_{comp} は11.977280(bit)となる。この場合、言語理解の過程で情報源の持つ情報の10.828879%しか損失していないことがわかる。

7 おわりに

本研究では、対象世界のイベント間の半順序関係を表現する枠組みとしてストーリーラティスという概念を導入し、日本語の物語文から動作時点をイベントとするストーリーラティスを生成することによりプロット理解を試みた。また、このような枠組みの元では対象世界を部分対象世界に分解でき、プロットを構成するイベントを部分対象世界ごとに分類できることを示した。さらに、このようなプロット理解プロセスによって獲得でき

た情報量を言語内的知識に基づくものと言語外的知識に基づくものに分けて定量的に測定し、情報理論的評価を行った。その結果、言語理解のプロセスで対象世界の動作イベント系列の時間的制約のうち約90%を抽出することができた。検証システムを用いた大規模な実験は行っておらず今後の課題となっている。

参考文献

- [1] 山本、山田、西田、堂下：日本語の動作動詞に含まれる空間的概念の解析、人工知能学会第4回全国大会論文集、pp.305-308、1990。
- [2] 山本、山田、西田、堂下：状態遷移モデルに基づく日本語の動作動詞の分析、情報処理学会第42回全国大会論文集第3分冊、pp172-173、1991
- [3] 古川、舟渡、花田、宮本：アスペクトをもとにした文脈解析、自然言語処理 82-11、1991