

Dynamic Semantics Meets Cognitive Science

緒方 典裕

大阪大学 言語文化部

ogata@lang.osaka-u.ac.jp

http://lc301.lang.osaka-u.ac.jp

1 序

本発表では、認知言語学・認知意味論・認知文法 [2, 4, 5] で扱われてきた場所前置詞、方向前置詞、動作動詞などの形式意味論をダイナミックス・セマンティクスと「Private Viewpoint Model」を組み合わせることにより提案する。すなわち、これらの表現を Private Viewpoint Model の状態推移関係としてとらえるのである。その結果、認知言語学が Gestalt 心理学に基礎を置くのとは少し違い、むしろ Gibson 的生態論的實在論に基礎を置くことになる。

2 Dynamic Motion Cognition Logic と Private Viewpoint Model

Private Viewpoint Model (PVM) はカメラの比喩を用いた認知の實在論的モデルである。PVM 上には、互いに時空間的関係をもつ、方向付きの時空間的実体が存在する。PVM はそれらに次の役割を付与する: agent (a), viewfinder (v), focus (f), subject (s), background (b)。これらは、認知言語学での *trajector* (tr) や *landmark* (lm) に相当する働きをし、次の図に示されるような関係をもつ。ある時点におけ

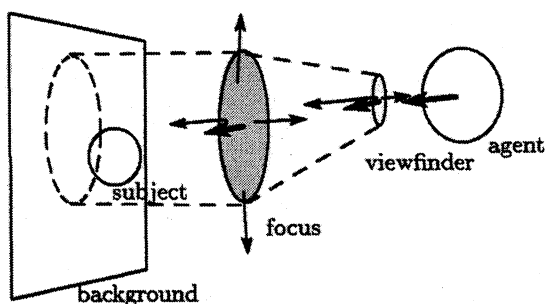


Fig. 1. Private Viewpoint Model

る PVM を認知状態 (w) といい、組 $\langle D_w, g_w, \sqsubseteq_w, N^w, \mapsto_w, a_w, v_w, f_w, s_w \rangle$ で表す。ただし、 D_w は $\{a_w, v_w, f_w, s_w\}$ を含む PMV 上の方向付きの時空間的実体で、 g は変数への値割り当て、 $\sqsubseteq_w, N^w, \mapsto_w$ は次の条件を満たす D_w 間の関係である：

1. $a_w \mapsto_w v_w$ (the agent looks the viewfinder)
2. $v_w \mapsto_w f_w$ (the viewfinder is directed toward the focus)
3. $\exists x.f_w \mapsto_w x \wedge x \sqsubseteq_w b_w$ (the focus is directed toward a part of the background)
4. $\neg v.N_{f_w}^w b_w$ (the viewfinder is not closer to the background than the focus)
5. $\neg a.N_{v_w}^w f_w$ (the agent is not closer to the focus than the viewfinder)

3 Dynamic Motion Cognition Logic (DMCL)

DMCLの言語 $L(\text{Term}, \Phi, \Pi)$ は、一階ダイナミック論理 [1] の拡張で次のように定義される：

(名辞) $\tau ::= x|a|v|f|b|s|F(\tau_1, \dots, \tau_n)$,

ただし x は変数、 F は n 項関数記号。

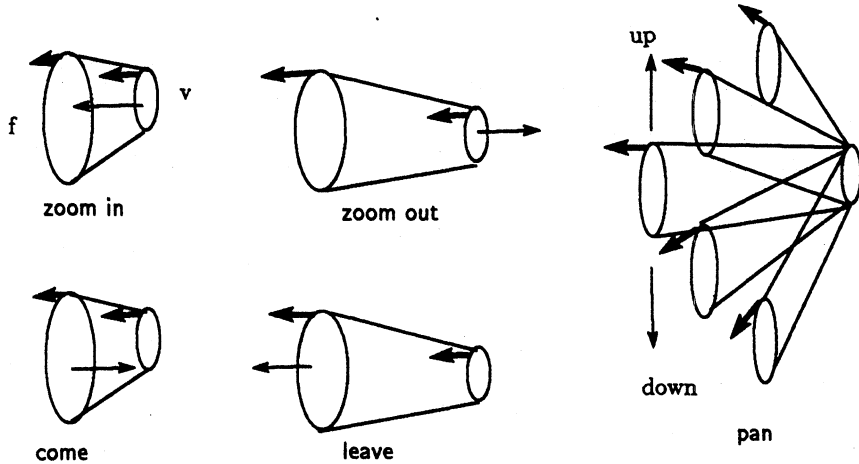
(式) $\varphi ::= (\tau_1 \sqsubseteq \tau_2) | (\tau_1 = \tau_2) | \tau_1 N_{\tau_2} \tau_2 | \tau_1 \mapsto \tau_2 | R(\tau_1, \dots, \tau_n) | \varphi_1 \rightarrow \varphi_2 | [\pi] \varphi | \perp$,

ただし、 R は n 項関係記号、さらに次の記号が定義できる： $(\tau_1 \sqsubset \tau_2) \equiv (\tau_1 \sqsubseteq \tau_2 \wedge \neg \tau_2 \sqsubseteq \tau_1)$, $(\tau_1 \circ \tau_2) \equiv (\exists v(\tau_1 \sqsubseteq v \wedge \tau_2 \sqsubseteq v))$,

(行為) $\pi ::= (x := \tau) | (x := ?) | (x := ?_X) | \text{pan } r | \text{zoom in} | \text{zoom out} | \text{come} | \text{leave} | \text{go } r'$
 $|\text{chase } r' | \text{pan to } \tau | \text{chase to } \tau | \pi_1; \pi_2 | \pi_1 \cup \pi_2 | \pi^*$

ただし、 $r \in \{\text{up}, \text{down}, \text{left}, \text{right}\}$ 、 $r' \in \{\text{up}, \text{down}, \text{left}, \text{right}, \text{forward}, \text{backward}\}$ 。

直観的には、各行為 (以後カメラワークと呼ぶ) は次のような図で示すことができる。各行為の意味論は次のように定義される。



$w_1 [\text{zoom in}]^M w_2$ iff $f_{w_2} = f_{w_1}$ and $v_{w_2} N_{v_{w_1}} f_{w_2}$,

$w_1 [\text{zoom out}]^M w_2$ iff $f_{w_2} = f_{w_1}$ and $v_{w_1} N_{v_{w_2}} f_{w_2}$,

$w_1 [\text{come}]^M w_2$ iff $v_{w_2} = v_{w_1}$ and $f_{w_2} N_{f_{w_1}} v_{w_2}$,

$w_1 [\text{leave}]^M w_2$ iff $v_{w_2} = v_{w_1}$ and $f_{w_1} N_{f_{w_2}} v_{w_2}$,

$w_1 [\text{pan } r]^M w_2$ iff $v_{w_2} = v_{w_1}$ and $f_{w_2} r f_{w_1}$,

$w_1 [\text{go } r']^M w_2$ iff $v_{w_2} N_{s_1} v_{w_1}$, $s_{w_i} \sqsubset f_{w_i}$, (for $i \in \{1, 2\}$), $s_{w_1} = s_{w_2}$ and $f_{w_2} r' f_{w_1}$,

$w_1 [\text{chase } r']^M w_2$ iff $v_{w_2} = v_{w_1}$, $s_{w_2} \approx s_{w_1}$, $s_{w_i} \sqsubset f_{w_i}$ (for $i \in \{1, 2\}$) and $f_{w_2} r' f_{w_1}$.

$w_1 [\text{pan to } \tau]^M w_2$ iff $v_{w_2} = v_{w_1}$, $s_{w_2} = s_{w_1}$ and $f_{w_2} N_{\tau} f_{w_1}$,

$w_1 [\text{chase to } \tau]^M w_2$ iff $v_{w_2} = v_{w_1}$, $s_{w_2} \approx s_{w_1}$, $s_{w_i} \sqsubset f_{w_i}$ (for $i \in \{1, 2\}$) and $f_{w_2} N_{\tau} f_{w_1}$.

$w_1 [x := ?_X]^M w_2$ iff $g_{w_2} = g_{w_1}[e/x]$ for some $e \in X^M$.

ただし $x \approx y$ iff x と y が同一個体の stage である。他の行為も次のように定義できる (while ループについては [1] を参照のこと)。

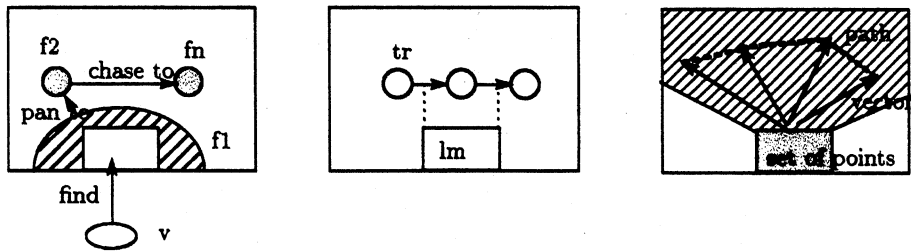
$$(\text{find } \phi) \equiv (\text{while } \neg\phi(s) \text{ do } s := ?_{E(b)})$$

ただし、 $E(x)$ は x 上にいる実体の集合である。

つぎに方向前置詞と位置前置詞について、認知意味論とベクタ意味論 [6] の扱いとの比較を行いながら見る。(動作動詞、位置関係、認知形容詞、程度形容詞、感情移入等他の表現については紙面上紹介できない。[3] を参照のこと。)

3.1 方向前置詞 'over'

方向前置詞 'over' の意味は、次の図のようにそれぞれカメラワーク、認知スキーマ、ベクタ空間として定義される。重要なのはそれぞれ経路 (path) が定義されていることである。しかし、(1a) は、ベクタ空間意味論では (1b) の論理式、



Private Viewpoint Model

Image Schema

Vector Space Semantics

Fig. 2. 'Over'

DCML では (1c) のカメラワークとして形式的に定義される。

- (1) a. The bird flew over the house.
- b. $\text{closest}(\Theta, \text{the_house}') \wedge \exists i \in [0, 1]. \text{above}(\text{the_house})(\Theta(i))$, where Θ is the flying path of the bird and $\text{the_house}'$ is the vector assigned to entity "the house".
- c. $(\text{find House}; x := s; z := ?; \text{pan to } z; \text{Side}(z, x)?; y := b; \text{find Bird}; (u := ?; \text{Side}(u, x)?; u \neq z?; \text{while } \neg(s \sqsubset u) \text{ do chase to } u))$

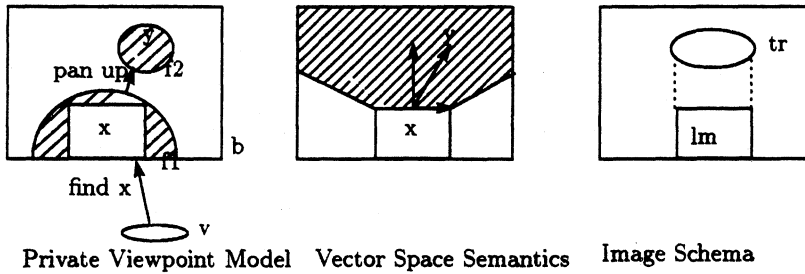


Fig. 3. 'x is above y'

3.2 位置前置詞 'above'

位置前置詞 'above' もつぎの図のようなカメラワーク、ベクタ空間、イメージスキーマで表されるが、文 (2a) に対して、形式意味論を与えられるのは、ベクタ空間意味論 (2b)、DCML (2c) である。

- (2) a. A bird is above the tree.
 b. $v = \text{the_bird}' \wedge \text{ext}(v, \text{the_house}') \wedge c(\text{up}, v) > |v_{\perp \text{up}}|$
 c. (find house; f := s; (while $\neg \text{bird}(s)$ do(pan up; s := ? $E(f)$)))

4 終わりに : ベクタ意味論と DCML

ベクタ意味論と DCML の大きな違いは、前者が客観的な「神の視点」で意味を定義しているのに対し、DCML は認知者の視点から意味を定義している点である。この結果、認知意味論で明らかにされたような視点移動や「fictive motion」、他の行為体への感情移入（つまり、他の行為体から見た世界）などが扱える。

References

1. Robert I. Goldblatt. *Logics of Time and Computation: Second Edition, Revised and Expanded*. CSLI, Stanford, 1992.
2. George Lakoff. *Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal about the Mind*. University of Chicago Press, Chicago, 1987.
3. Norihiro Ogata. Dynamic semantics meets cognitive science and social science. In *人工知能学会 (第9回) 『ことば工学研究会』*, pages 43–59, 東京, 2001. 人工知能学会.
4. Leonard Talmy. *Toward a Cognitive Semantics, Volume I: Concept Structuring Systems*. The MIT Press, Cambridge, 2000.
5. Leonard Talmy. *Toward a Cognitive Semantics, Volume II: Typology and Process in Concept Structuring*. The MIT Press, Cambridge, 2000.
6. Joost Zwarts and Yoand Winter. Vector space semantics: A model-theoretic analysis of locative prepositions. *Journal of Logic, Language, and Information*, 9:169–211, 2000.