

情報の縄張り理論に基づく幼児学習環境での行動記述

Description of infant behavior based on the theory "Territory of Information" in infant learning school

石川翔吾*¹
Shogo Ishikawa當眞沙織*²
Saori Toma桐山伸也*²
Shinya Kiriyama堀内裕晃*²
Hiroaki Horiuchi竹林洋一*²
Yoichi Takebayashi北澤茂良*²
Shigeyoshi Kitazawa*¹ 静岡大学情報学研究科
Graduate School of Informatics, Shizuoka University*² 静岡大学情報学部
Faculty of Informatics, Shizuoka University

We aim at constructing a 'Multimodal Infant Behavior Corpus', which makes a valuable contribution to the elucidation of human commonsense knowledge and its acquisition mechanism. For this purpose, we have developed environments for recording and examining natural infant behavior. Utilizing the environments, we propose a "situation understanding model" based on the findings by observing demonstratives uttered by infants, because demonstratives appear frequently in conversations and become a precious clue to understand situations. The proposed model enables us to predict speakers' psychological states using demonstratives as the trigger. We have also considered that smart and intelligent conversations should be realized by integrating the proposed model into spoken dialogue systems.

1. はじめに

人と人との会話は、相手の出方や状況によって様々な変化を遂げる。それは人間の複雑な思考が会話を成立させている。しかし既存の対話システムでは、DARPA Communicator program[communicator]の旅行計画支援や、LIMSI ARISE system[L.Lamel 1999]の列車運行案内など、限定された目的で実現されているとしか言えず、また数パターンでの対話のやり取りしかできないのが現状である。

一方、幼児の思考というものは、大人ほど複雑ではなく、人間の根源的なメカニズムを抽出できる可能性が高い。その知見を得るために、継続的に幼児学習プロジェクトを実施すると共に、幼児の自然な行動を解析、収録するための環境を開発し、「幼児行動コーパス」の設計を行ってきた。[石川 2005]そこで、本研究では、幼児の発話に注目し、発達段階である言語の獲得過程を観察する。幼児はわずかなボキャブラリーしか持っていないが、コミュニケーションをすることができる。また、多くの指示語が幼児発話に現れる。指示語を使うことは、主要なコミュニケーションにおいての幼児の手段である。この観点から、指示語に着目し、観察・解析を行った。

幼児の発話した指示語を手掛かりに発話者、聞き手の意図を推測できる状況理解モデルを構築する。提案モデルは、情報の縄張り理論[神尾 1999]に即して作成されたもので、発話者、聞き手、オブジェクト間の心理的状態の関係を記述している。この状況理解システムが実現すれば、音声対話システムを広範囲かつ汎用的に使用できるようになり、大きな飛躍に貢献できると考える。

2. なわ張り理論に着目した幼児の行動記述

2.1 情報のなわ張り理論とは

我々は情報のなわ張り理論に着目した。これは、発話者あるいは聞き手にとって近い情報が<内>、遠い情報が<外>という様に、話して・聞き手と情報の物理的距離・心理的距離を定義したものである。例えば発話者にとって、「これ」という言葉は近



図1. 幼児教室での学習風景

い情報であり、「あれ」は遠い情報である。

このなわ張り理論では、多くの言語現象を発話者、聞き手の観点から<近>、<遠>の2つの軸で適切に整理されている。この表現形式は、コンピュータで表現するのに非常に適した形式である。この形式は、言語活動を記述するだけでなく、行動パターンまで、コンピュータ上で同じ枠組みを使って記述することができる。この特長によって、言語を理解して行動を起こす、という一連の動作を観察・分析することができるのである。

2.2 幼児教室の開催

幼児の行動を記述する上で、幼児の行動、発話を詳細に観察することが必須となる。我々は、週1回、先生1人親子3組で1歳児クラスと2歳児クラスに分かれ、それぞれ30分程度の授業を行っている(図1)。先生役には実際に幼児教育を主催している専門家を軸に幼児教育の理念の下、幼児教育を実施する。教室は学習の場とプレイルームに分かれており、カメラを4台、マイクを4つ設置し収録を行っている。さらに、幼児にはリック型の接話マイクを装着してもらい、より質の良い音声の収録を実現している。このような幼児教室を開催することで、データを継続的に蓄積していき、幼児の成長過程を詳細に観察することが可能となっている。また、親は家庭での幼児の様子を日記として

連絡先: 石川翔吾, 静岡大学大学院情報学研究科北澤研究室, 静岡県浜松市城北3-5-1, cs1007@s.inf.shizuoka.ac.jp

記述しているため、教室だけではなく、日常生活も網羅した観察を行うことを実現している。

2.3 記述項目

記述項目を図 3 に示す。観察の着眼点として幼児が発話する指示語に絞る。今まで提案されている[須賀 2000]のが記述項目のうち②～⑥である。しかし、情報の縄張り理論の観点から、聞き手との距離や心理的な距離が重要であることから、本論文では⑦～⑩の項目を追加し、記述する。

これらの項目は状況理解モデルを構築する上で、必要最低限の状況をカバーするものとなっている。また、コンピュータ上で表現することへの応用を考え、「フレームベースの知識表現言語」[P.Singh 2005]のような書式を用いる。この表現形式は、commonsense reasoning systems を構築するために設計されている。

物理的距離(⑥～⑧)を表す指標として、手に触れていたら<0>、<手が届く範囲(近い)>、<遠い>の3つを使用する。心理的距離(⑨～⑩)は、2章で述べた通り心理的に近いものを<内>遠いものを<外>と表すが、聞き手がその時点ではまだ被動者が何なのかわからない場合の<認識なし>という指標を新たに加える。

(Situation (Time 2006/03/24 14:40:23) ① (Same time (Word "are are") ② (Behavior pointed finger) ③ (Object block) ④ (Listener mother) ⑤ (Distance (Distance from object (distant Speaker block)) ⑥ (Distance from listener (close Speaker (Listener mother))) ⑦ (Distance between object and listener (distant (Object block) (Listener mother))) ⑧) (psychology (Speaker's psychological distance (is-out-of-territory Speaker (Object block))) ⑨ (Listener's psychological distance (do-not-care (Listener mother) (Object block))) ⑩) (other info: comments of parents He likes blocks. ⑪)

図 2. 観察における幼児行動記述例

3. 指示語発話の観察結果

3.1 幼児行動の観察例

指示語をターゲットにし、第 2 章 2 節で述べた記述項目に即して観察を行った。100 個を超える指示語発話があり、この方針に則って記述した例を示す。

場面 1. ① A 君が B 君の持っているオブジェクトを欲しがり、「あれ」と言いながら取りに行く。②オブジェクトを取り合いながら、「これ」と言う。③奪えなかった結果、「あれ」と言いながら泣き叫ぶ。

・場面 1-①では、A 君は B 君が持っているおもちゃが欲しいらしく、隣の母親の所から離れ「あれあれ」と言いながら遠くにいる B 君に近寄る。発話者の心理的距離<外>、聞き手<認識なし>。

・場面 1-②で、A 君は無理やり「これいいんだよ」と言いながら B 君からおもちゃを奪い取ろうとするが、抵抗する B 君に負

表 1. 心理的距離の分類体系

⑨⑩心理的距離	②発話内容	⑥オブジェクトとの距離	⑦聞き手との距離	⑧聞き手と被動者との距離
I 話 (★) 聞 (×)	これ	0 遠い	0、近い	近い 遠い
II 話 () 聞 (×) ★	あっち あれ	遠い	近い、遠い	遠い
III 話 (★) 聞 ()	これ こっち ここ	0 近い、遠い	0、近い、遠い	近い 近い、遠い
IV 話 (★) 聞 ()	これ こう	0	0、近い	近い
V 話 () 聞 (★)	あれ	近い 遠い	0、近い	近い 近い、遠い
VI その他	—	—	—	—

※話:発話者 聞:聞き手 ★:被動者 ×:認識なし

※心理的距離の円内が<内>、円外が<外>

けておもちゃを取ることができない。発話者の心理的距離<内>、聞き手<内>。

・場面 1-③で、暴れる A 君に母親が駆け寄り、B 君がもっているおもちゃから無理やり A 君の手を離す。発話者の心理的距離<外>、聞き手<内>。

このように、幼児は物理的距離だけで指示語を選択しているわけではなく、自分の心的な要因を発話に含めていることが分かる。単に「これ」と「あれ」という指示語を観察するだけでも、発話者の意図や聞き手との関係などを読み取ることができる。

3.2 心理的距離による分類

観察してきたデータを記述項目の⑨心理的距離、⑩聞き手の心理的距離の2つにおいて分類を行うと、表 1 に示す I ~ VI の6つのパターンに分ける事ができる。これが本論文で提案する、「状況理解モデル」である。

- I. 発話者:<内> ⇔ 聞き手:<認識なし>
- II. 発話者:<外> ⇔ 聞き手:<認識なし>
- III. 発話者:<内> ⇔ 聞き手:<内>
- IV. 発話者:<内> ⇔ 聞き手:<外>
- V. 発話者:<外> ⇔ 聞き手:<内>
- VI. その他(第三者の介入、独り言、etc...)

4. 状況理解モデルによる行動予測

オブジェクトが遠くにあるが、心理的距離が近い場合には、欲求という動機から行動を起こすことが観察された。これは、物理的距離と心理的距離のギャップを埋めるために、起こした行動である可能性が高い。これは、心理的距離による分類 I から心理的距離による分類 III へ以降させるための行動だと言うことができる。一方で、この欲求を制御するために、他の介入、例えばオブジェクトの場所に行かせないなど、により抑制されることがある。このパターンでは、I ⇒ III が起こった後、抑制により V となる。

この仮説を検証するために、まだ観察されていない新たなシーンと照らし合わせる。

①ある幼児Aが、遠くの壁にかかっているおもちゃを「これ」と指差した。それに対し隣にいる聴き手である講師はまだそのオブジェクトに気づいていない。②何度か言っても講師は「後でね」と言い、別のことをさせようとする。そこで、Aはオブジェクトに近づいていき指差し「これ」と講師を見ながら発話した。③講師はこのことに気づいていて、Aに対し、同じように「後でね」と言う。それを聞いたAは、講師のところへ戻り「あれ」と言う。その後、Aはオブジェクトのことは口に出していない。

これらの一連の行動は「状況理解モデル」により、 $I \Rightarrow III \Rightarrow V$ と変化していると予測される。それぞれのシーンに対して細かく分析すると次のようになる。

①の場面は、発話者の心理的距離が内にも関わらず、聴き手が認識していない場合となるため、心理的距離による分類Iとなることが分かる。

②の場面は、何度も主張しているが自分の欲求が満たされないため、心理的距離と物理的距離のギャップを埋めるために起こした行動だと推測することができる。これは、心理的距離による分類IIIに相当する。

最後に③の場面では、言葉の変化に裏付けられるように、これまで欲求としてあったものが抑制されたことを意味している。これは、心理的距離による分類のVに相当する。

このように、発話された状況を知ることによって、現在の状況から次にどのような行動を取るかを予測することができる。この行動予測を用いると、観察において活用することができる。

5. 結論

記述項目①～④から構成される、幼児行動の記述方法を提案した。これにより指示語を観察することによって、幼児行動コーパスを構築し、情報のなわ張り理論に基づいた「状況理解モデル」を提案した。このモデルは幼児行動を6つのカテゴリに分類していて、発話者、聞き手、オブジェクト間の心理的距離を記述している。また、提案モデルが音声対話システムに組み込むことで、汎用的で、知的な振る舞いをさせるために非常に効果的であることを証明した。

今後、幼児教室のクラスを増やすことによって、より多くの幼児発話を収集することができる。これは、成長過程による指示語の概念獲得が観察できるようになるということである。その中で発達的に学習される「それ」などの中称も獲得していく過程も観察していけるだろう。これにより、相手に対する意識、自我の意識と関わる可能性があり、他の人の行動をもとに判断したり、相手に気持ちを汲み取ったり、という行動をパラレルに記述することができる。また、模倣は学習や概念獲得に大きく起因している。そのため、模倣に着目することによって、どのように概念を獲得していくか、学習するかということを観察することができる。これらの項目を提案モデルに追加することによって、より複雑な社会環境に適応することのできるモデルにしていく。そして、提案モデルを統合した音声対話システムを実装し、実際にこのモデルの実用的な効果を検証する。

参考文献

- [石川 2005] 石川翔吾, 桐山伸也, 北澤茂良: 親子共学の間からの発話に着目した幼児学習コーパスの構築, 第19回人工知能学会全国大会, 1E2-04, 2005
- [神尾 1999] 神尾昭雄: 情報のなわ張り理論, 大修館書店, 1990
- [communicator] <http://communicator.sourceforge.net/index.shtml>

- [須賀 2000] 須賀哲夫, 久野雅樹: ヴァーチャルインタラクト言語獲得の謎を解く, 北大路書房, 2000
- [P.Singh 2005] Push Singh: EM-ONE An Architecture for Reflective Commonsense Thinking, Massachusetts institute of technology PhD thesis 2005
- [L.Lamel 1999] L. Lamel, S. Rosset, J.L. Gauvain, S. Bannacef: The Limsi Arise System for Train Travel Information, Proc. IEEE Int.Conf. Acoust., Speech, Signal Process., Phoenix, 501-504, 1999