

特集 技術に今、何が求められているか



乳幼児事故を予防するための 日常行動モデリング

これまでの科学技術が手つかずにしてきた人間行動のモデリング。それを可能にするのが、ウェアラブルとインターネットというセンシング技術と、新しい確率論によるモデリング技術との融合だ。「ドロドロの知からサラサラの知へ」。産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究センターは、このスローガンとともに、研究室、家庭、社会がグループとなった、サステイナブルな技術を目指している。



もとむら・よういち
1993年電気通信大学大学院修士課程修了。93年電子技術総合研究所入所。現在、産業技術総合研究所 デジタルヒューマン研究センター主任研究員。人工知能学会論文賞、ベストプレゼンテーション賞、研究奨励賞など受賞。



にしだ・よしふみ
1998年東京大学大学院博士課程修了。同年電子技術総合研究所入所。現在、産業技術総合研究所 デジタルヒューマン研究センター 人間行動理解チーム長。05年から「事故予防のための日常行動センシングと計算論の基盤技術」(科学技術振興機構CREST)の研究代表者。日本ロボット学会論文賞など受賞。

独立行政法人 産業技術総合研究所 デジタルヒューマン研究センター

西田佳史

人間行動理解チーム チーム長

本村陽一

主任研究員

取材・文=斎藤哲也

不慮の事故を予防する——
日常行動のモデル化は可能か？

子どもの行動というのはまったく予想できない。ちょっと目を離した隙に、思いも寄らない方向に歩いて行ってしまったり、危険なモノをつかもうとしたり。大人には安全と思える家の中でさえ、子どもにとっては危険がいっぱいなのだ。実際、統計を見ても、子どもの死亡原因で最も多いのは「不慮の事故」である。

では、どうすればこうした事故は予防できるのだろうか。これは、次のように問題を置き換えることができるだろう。すなわち、「人間の日常の行動のモデルをつくることはできるのか」と。このような問題意識から、乳幼児事故予防のための日常行動モデリングに取り組んでいるのが、産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究センターの西田佳史氏と本村陽一氏だ。

先の問題に対して、両氏は次のように考える。

「従来の科学技術のフィールドは実験室でした。実験室では、自然現象を再現するためのモデルはうまくつくれても、日常行動のモデルをつくることはできませんでした。しかし現代では、ユビキタスセンサ技術

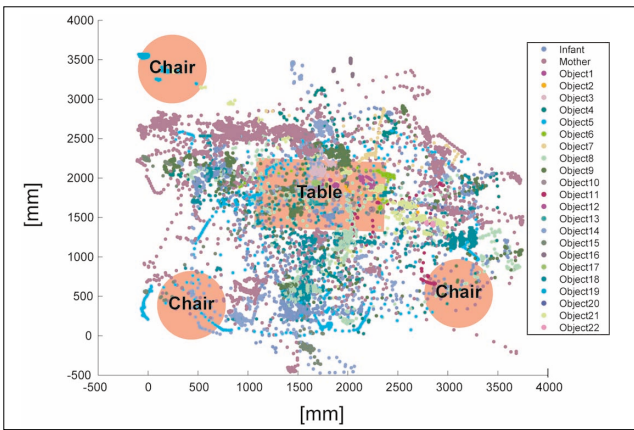


図2 子ども、母親、モノの軌跡データ

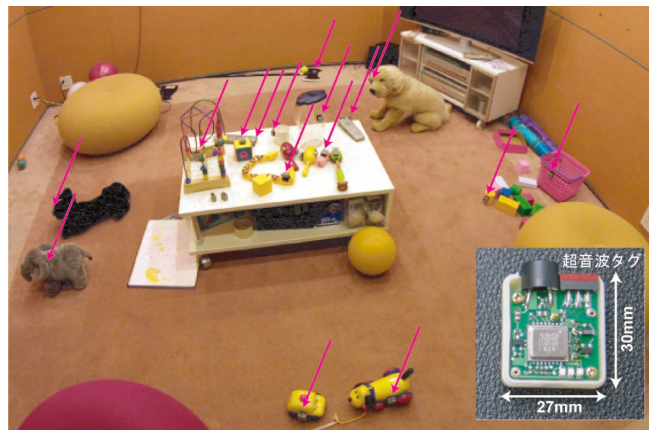


図1 超音波タグを用いた子どもの行動観察

やインターネット技術という二つの新しいセンシング技術があります。こうしたセンシング技術と後ほど説明する新しい確率論にもとづいたモデリング技術とを融合させることで、日常行動のモデルをつくることのできるんじゃないか、というのがこの研究のコンセプトです」(西田)

物理現象のセンシング

ユビキタスセンサは文字通り、生活空間も含めて全空間的な物理現象を記述する観察装置だといえるだろう。ユニークなのは、「携帯やウェアブルも、全世界的な社会現象を意味情報として吸い上げるといふ点では、センサだと思っんです」(西田)というように、インターネットもまたセンシング技術と捉えている点だ。

具体的な研究の中身を紹介しよう。まず、ユビキタスセンサの活用については、図1のように生活空間を模擬した部屋に置かれたさまざまなモノに超音波タグを取り付け、乳幼児や母親の行動をセンシングする。図2は、子ども、母親、モノの軌跡データであり、図3は、このデータの解析をもとにして、母親やモノに対する子どもの興味の高さを確率的に表したものだ。

「この実験から、たとえば九か月〜二歳の乳幼児の場合、母親は広い範囲にわたって、子どもの興味・関心の対象になること、また、モノについては手を伸ばせばつかめる四〇センチぐらいの距離の対象物に対して、もっとも興味を抱くということがわかりました」(西田)

西田氏らは、ユビキタスセンサをさらに実際の家庭空間で活用することも視野に入れている。

「図4のようなウェアラブルな筋電計を試作しました。これは一日にどのくらいものをつかむのか、という把持回数を計るものです。把持行動は、誤飲事故の基礎データや発達度合いの指標にもなる大事な行動ですが、これまでは回数の単位すらよくわかりませんでした。この筋電計を使った実験では、誤差率は三割程度なので、把持回数のオーダーは推定することができます。こうしたデータを蓄積して、ゆくゆくは乳幼児計測学という形で体系化していくことを目指しています」

センシング技術としてのインターネット

ウェアラブルなセンサを用いれば、乳幼児の行動データは得ることができるが、怪我や事故の事例の蓄

積となるとなかなか難しい。そこで、もう一つのセンシング技術であるインターネット技術の出番となる。

「事故や怪我の事例が集まるのは病院なので、病院の医師に協力してもらい、家庭内の事故の電子化をおこないました。その際、私たちが注目したのは子どもとモノ・状況との関係性です。集めたデータを解析すると、図5のように月齢によって、事故の原因となるモノや子どもの行動が変化していることがわかりました。

ただ、こうしたデータは集めること自体が目的になりがちですが、市民技術という点ではそれを社会に還元し、製品開発や育児のためにならなければならない。そのためには、マクロなデータ収集システム、事故を具体的に再現できる詳細なシステム、得られた事故情報を保護者や製品メーカーなどに伝達するシステム——という三つのシステムが必要だと考えています」(西田)

早期のサービスを可能にするモデリング技術

ここまで説明してきたようなセンシング技術によって得られたデータにもとづいて、事故の背景にある因果関係を推定し、再現可能な知識を

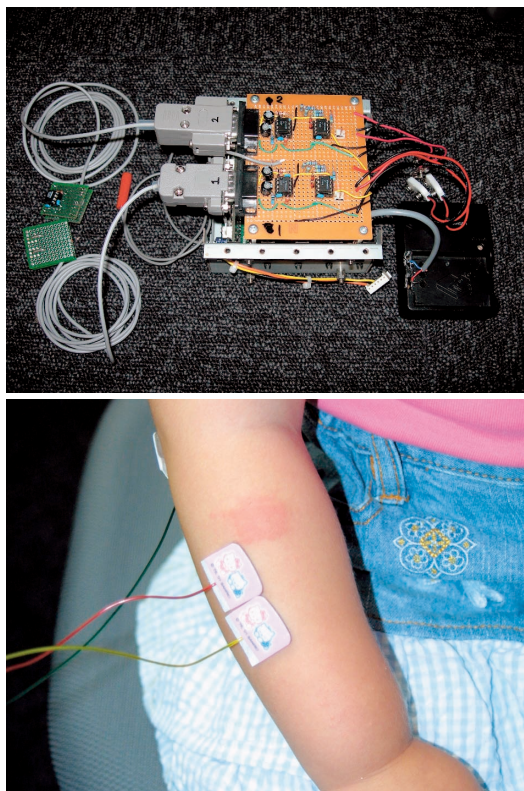


図4 ウェアラブル筋電計の試作

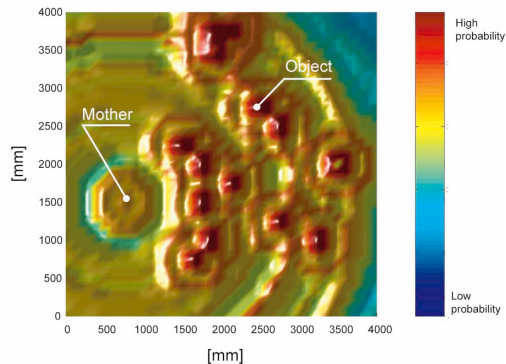


図3 日常環境におけるモノの興味誘発度分布

抽出するのが、「ベイジアンネットワーク」というモデリング技術だ。「ベイジアンネットワーク」の基礎となる「ベイズ推定」とは、確率的な理論の一つで、主観的な予測や不完全な観測情報のもとで、確率を計算する手法である。このベイジアンネットワークの利点とは——、「データの蓄積や変化にともなつて、確率計算を処理できることです。つまりデータから学習をするわけです。その利点は、現状のサンプルから徐々に推定を積み上げられるということ」で、従来の統計処理のように、膨大なデータを集めてそれを解析して、という必要がありません。ベイジアンネットワークは、最近さまざまな分野で注目を浴びていて、たとえばスパム・メールのフィルター機能などもベイズ推定を活用したものです」(本村)

このモデリング技術を用いて、先のセンシング技術で得られたデータを処理すると、ある状況において、ある行動をとる確率、状況の変化によつて事故が起こり得る確率などを推定することができるという。こうしたモデリング技術を使ってつくられたのが、子どもの行動をシミュレートしたアニメーションだ(図6参照)。

「従来も乳幼児の行動と事故との

因果関係を研究する論文はたくさんありました。しかし、それでは市民技術という意味では役に立ちづらい。そこで私たちは、得られた知見を人間として統合する、つまり赤ちゃんらしく動くようにすることを目指しました。

このアニメは、乳幼児が、ある月齢、ある環境でどんな行動をするのか、その結果どんな事故が起きるのか、を再現するシミュレーションです。こうやって可視化することができます。安全な環境の設計支援にも役立つと思われ、ウェアラブルセンサーと組み合わせれば何分後にどういう場所に危険性があるとか、発達段階による危険性もわかりやすい」(西田)

ベイジアンネットワークは、インターネットとも相性がいい。「この技術を使えば、事故や怪我の事例を一般家庭から収集するだけでなく、そこで入力された情報に基づいて、その子どもが起こしやすい事故や怪我を推定することも可能です。実際、昨年の一二月から、ベネッセコーポレーションのWebページ上で、このような試みを開始しました。そこでは、保護者の方が子どもの行動や年齢を入力すると、その子が起こしやすい事故をアニメーション



図6 子どもの行動をシミュレーションしたアニメ

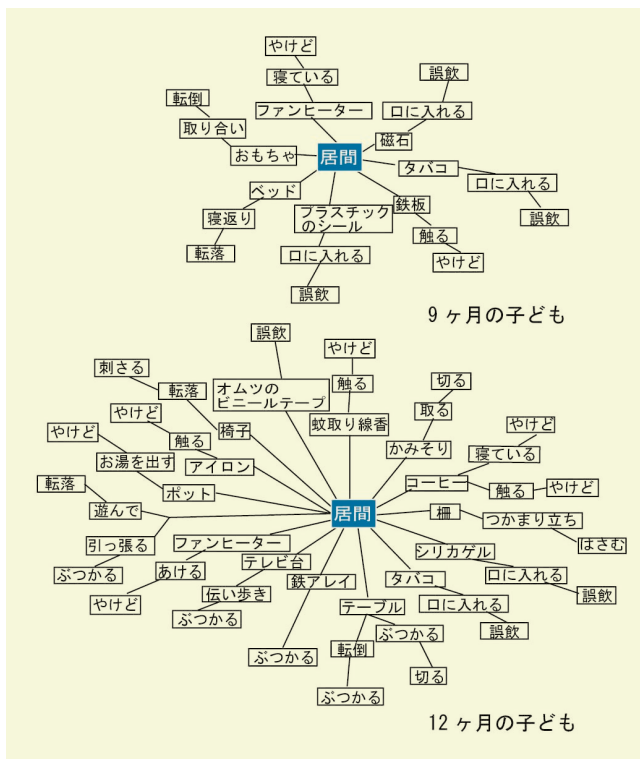


図5 事故の構造分析

ョンで再現するというサービスを提
供しています」(本社)

単に情報収集だけを求めたので
は、ユーザーにはメリットがない。
このシステムでは、ユーザーはデー
タを提供すると同時に、「子どもの
安全情報」というサービスを受ける
ことができ、提供したデータはサー
ビスにフィードバックされる——と
いう好循環をつくり出すしくみにな
っているのである。

「技術」のパラダイムシフトへ

時々刻々と発展を続けるセンシン
グ技術とモデリング技術。この応用
範囲は、乳幼児の行動モデリングだ
けでなく、さまざまな可能性を秘め
ている。

「高齢者の事故なども、同じよう
にアプローチできますし、カーナビ
による運転者支援、携帯電話を用い
たナビゲートシステムなど、私たち
の技術は日常生活の広い範囲にわた
って活用することができると思いま
す」(本社)

「こうした技術を使って、社会と
ともに発展する知の体系をつくって
いきたい。従来の技術開発は、研究
室、実験室のなかである意味、完全

を求められてきました。ただ、それ
は技術自体の完成度であって、いざ
できあがってもサービスに結びつか
ないというケースも少なくありませ
ん。

私たちは、ある程度の技術になれ
ば、サービスとして社会に出し、そ
のなかで問題点をセンシングしなが
ら、よりよい技術に持続的に発展さ
せていく。ウェアラブルとインター
ネットという二つのセンシング技術
やベイジアンネットによるモデリン
グ技術は、そういった技術を社会に
還元していくための新しい方法論と
して捉えることができると思います」
市民、社会とのギブ&テイクによ
って持続的に発展する技術とその方
法論。これは、これからの「市民技
術」を考えていく上で非常に示唆に
富む指摘だ。

これまで人間の行動をマクロな単
位でモデル化する役割は、主として
政治学、経済学、社会学などの社会
科学が担ってきた。が、最近の脳科
学の目覚ましい発展や、今回紹介した
日常行動モデリング技術は、新たな
文理融合の知をも予感させる。「技
術」のパラダイムシフトを担う研究
の今後に期待したい。

尚、このプロジェクトは、JSTのCREST
研究として採用されました。