

Robotic roach creates order from chaos

ゴキブリロボットはカオスから秩序を作り出す

Zeeya Merali doi:10.1038/news.2010.15/17 January 2010

カオス理論を応用して、複雑な地形変化に素早く対応する自律歩行ロボットができた。

「カオスのゴキブリ」といえば、悪夢のように聞こえるかもしれない。しかし、このゴキブリロボットは順応性の高いロボットを開発するカギとなる可能性がある。カオス理論を使った技術が、動物の運動の解明に役立ったり、医療へ応用できるようになったりするかもしれないのだ。

岩だらけの惑星や交戦地帯などは、人間が容易に立ち入ることができない場所だ。こうした危険な環境に挑む自律性のロボットは、状況に合わせた運動が要求される。しかし、ベルンシュタイン・コンピューテーショナル・ニューロサイエンス・センター（ドイツ・ゲッティンゲン）の物理学者 Marc Timme によると、ロボットの運動のレパートリーに歩行時の脚の運び方などの新しい行動パターンをつけ加えるのは、とてもやっかいなことだという。そのためには、制御装置など新たなハードウェアの追加が必要なうえに、あらゆる意思決定過程で、すべての制御装置が互いに情報を調整する必要があるからだ。このため、ロボットは非効率的になり用途が限定されてしまう。

「ところが自然界では、ゴキブリのような原始的な生物でさえ、比較的少数の神経細胞しかもたないのに、複雑な運動を素早くかつ容易に制御できます」と Timme は話す。彼らは、ゴキブリの能力をヒントに、6本脚の「AMOS (Advanced MObility Sensor driven walking device 06; 高度移動センサー駆動歩行装置 06)」というロボットを作った。AMOS は脚の動きを制御する 18 個のモーターと、光や熱、地面との接触を感知する 18 個のセンサーをもっている。彼らは、今回、1 個の制御プロセッサだけで、AMOS の歩行パターンを環境の変化に合わせて素早くかつ自動的に調節することに成功した¹。

カオスで制御

Timme らが応用したカオス理論は、システムへの入力の小さな変化が、どのようにして著しく異なったさまざまな出力を作り出すのかを記述する理論だ。彼らで作った新しいプロセッサは、わずか 2 個の「神経細胞」からなる回路でできていて、カオスアルゴリズムを使って AMOS のセンサー入力データから可能な出力パターンを生成し、えり分ける。不安定な選択肢を素早く捨てて安定した歩行パターンを選ぶのだ。

このカオス制御技術のおかげで、AMOS は起伏の多い地形を乗り越え、捕食動物から走って逃げ、坂を上るときはエネルギーを節約する歩き方を選ぶ。また、脚のうち 1 本が地面から離れるとカオスの振る舞いが優勢になり、その状況を脱するまで、気でも狂ったようにランダムに歩き方の組み合わせを試す。

Timme は、「単一の中枢パターン発生器とそれによる制御というこの仕組みは、ほかのロボットにもすぐに適用できます」と話す。

脳とカオス

ベルリン工科大学（ドイツ）のカオス制御の専門家である Eckehard Schöll は、「Timme らは、多数のセンサーからの複数の入力をうまく処理し、非常に複雑ながら安定した昆虫ロボットの動きを作り出しました」と話す。この単純な神経回路で自律性ロボットを制御できる技術は、てんかんやパーキンソン病、偏頭痛に苦しむ患者の有害な神経活動を安定化させるなど、分野を越えた応用が可能かもしれないと Schöll は指摘する。彼らは現在、偏頭痛が起こる前に脳内に生じる興奮波を研究している²。健康な人には、興奮波を抑えるフィードバックループが脳内に



カオスはロボットが歩き回るのに役立つかもしれない。

あると考えているのだ。もしそうなら、特定のやり方で光の強度を変化させて患者に当てるなどの方法でカオス制御を利用して、興奮波を抑制できるかもしれない。

ケルン大学（ドイツ）の動物学者 Ansgar Büschges は、実際の動物の歩行時にもカオス制御が使われるかどうかを研究している³。「神経科学の難題の 1 つは、どのようにして動物は一度に複数のことを行うのかということです。例えば人間は、歩き、話し、ものを運ぶことを同時に行えます。神経を画像化すれば、動物でもゴキブリロボットと同様の神経活動パターンをもつかどうかを調べられるかもしれませんが」と Büschges は語っている。（新庄直樹 訳）■

1. Steingrube, S., Timme, M., Wörgötter, F. & Manoonpong, P. *Nature Phys.* doi:10.1038/NPHYS1508 (2010).
2. Dahlem, M. A., Schneider, F. M. & Schöll, E. *Chaos* **18**, 026110 (2008).
3. Von Uckermann, G. & Büschges, A. *J. Neurophysiol.* **102**, 1956-1975 (2009).

参考動画

<http://www.youtube.com/watch?v=leSlejzONQ>
<http://www.nature.com/nature/newsvideo/nphys1508-s4.mov>
<http://www.nature.com/nature/newsvideo/nphys1508-s5.mov>
<http://www.nature.com/nature/newsvideo/nphys1508-s6.mov>