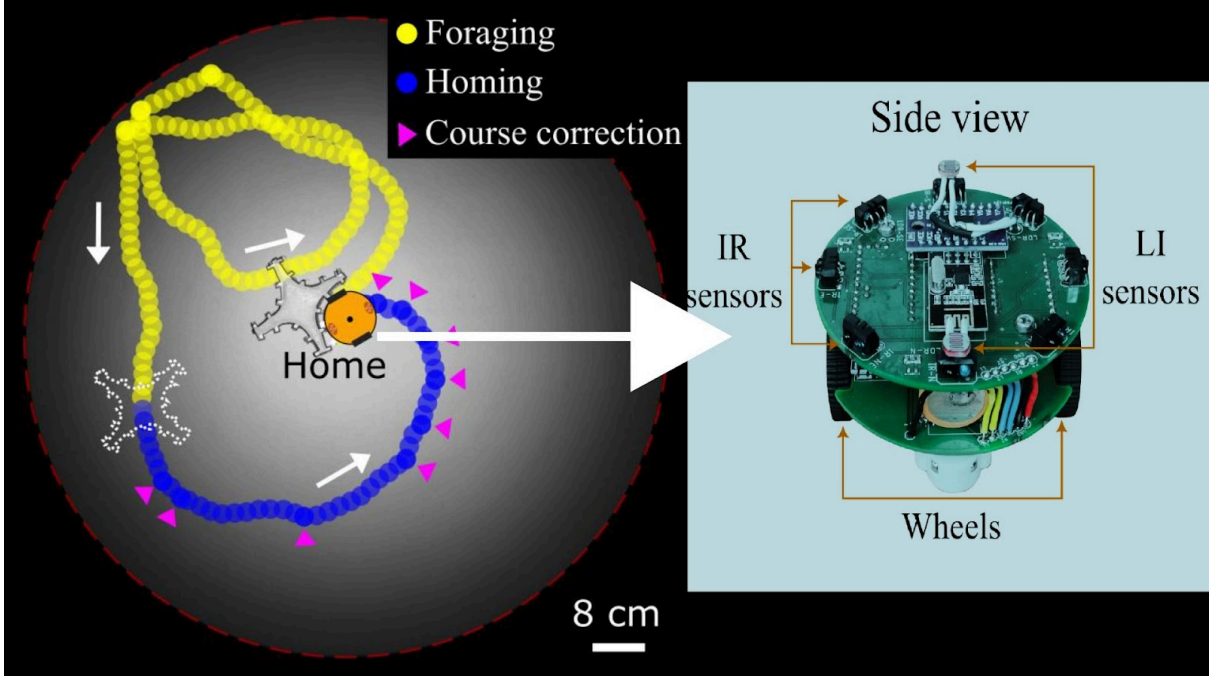


प्राणी घरचा रस्ता कसा शोधत असतील? : रोबोटसच्या मदतीने संशोधन

प्राण्यांच्या मार्गक्रमणाचे अनुकरण करणारा रोबोट वापरून आयआयटी मुंबईच्या संशोधकांनी प्राणी अचूकपणे त्यांच्या घरी कसे पोहचतात याचा अभ्यास केला.



होमिंग रोबोटचा मार्गक्रम आणि रोबोटची प्रतीमा

श्रेय: डॉ. नितीन कुमार

एखाद्या अपरिचित ठिकाणाहून सुद्धा स्वतःच्या मूळ स्थानी किंवा घरी पोहचायचे अद्भुत कसब बऱ्याच प्राण्यांमध्ये दिसून येते. त्यांच्या या कौशल्याला 'होमिंग' म्हणले जाते - अर्थात स्वगृहागमन. हजारो मैलांवर स्थलांतरित होणारे पक्षी असो वा अन्नाचा शोध घेऊन परतणाऱ्या मुंग्या, स्वगृही परतण्याचे कौशल्य त्यांच्या अस्तित्वाचा अविभाज्य भाग आहे. कबुतरांच्या याच स्वगृहागमन कौशल्याचा उपयोग करून मनुष्याने लांबच्या अंतरावर संदेश पोहचवायला कबुतरांना शिकवले. तरी देखील प्राणी स्वगृहाचा मार्ग इतक्या सहजतेने कसा शोधतात हे कोडेच आहे.

भारतीय तंत्रज्ञान संस्था मुंबईचे (आयआयटी मुंबई) संशोधक स्वगृहागमनाच्या नैसर्गिक प्रक्रियेमागील रहस्ये उलगडायचा प्रयत्न करत आहेत. "आमचा संशोधन गट मुख्यतः क्रियाशील व सजीव गोष्टींच्या भौतिक क्रियांचा अभ्यास करतो. प्रोग्रॅम करता येतील असे छोटेसे, काही सेंटीमीटर आकाराचे स्वचलित रोबोट आम्ही वापरतो. सजीवांच्या स्वतंत्र किंवा सामूहिक हालचालींची नक्कल करण्यासाठी आम्ही हे रोबोट प्रोग्रॅम करतो," अशी माहिती भौतिकशास्त्र विभाग, आयआयटी मुंबई मधील सहायक प्राध्यापक डॉ. नितीन कुमार यांनी दिली.

प्राण्यांमध्ये दिसून येणारी अन्नाचा शोध घेण्याची प्रवृत्ती (फोरेजिंग) आणि मूळ स्थानी अचूक परतायची प्रवृत्ती (होमिंग) यांचे अनुकरण करणारा एक 'फोरेजिंग आणि होमिंग' रोबोट डॉ. कुमार यांच्या गटाने विकसित केला आहे. या स्वचलित रोबोटची रचना अन्नाच्या शोधात फिरणाऱ्या प्राण्याप्रमाणे फिरण्यासाठी, तसेच प्रकाशाचे संकेत वापरून मूळ स्थानी परतण्यासाठी सक्षम आहे. होमिंग प्रक्रियेच्या

मागे कोणती तत्वे कार्यरत असतात याचा अभ्यास करायला या रोबोटचा उपयोग आयआयटी मुंबईच्या संशोधकांनी केला.

ज्या सेमी-रँडम पद्धतीने (पूर्णतः स्वैर नाही) प्राणी अन्नाचा शोध घेत संचार करतात, त्याच पद्धतीने संचार करायला सदर रोबोटचे प्रोग्रामिंग केलेले आहे. या प्रकारच्या हालचालींना 'सक्रिय ब्राउनीय गती' म्हणतात, जे सजीवांच्या गतिशीलतेचे एक संगणकीय मॉडेल आहे. 'रोटेशनल डिफ्युजन' नामक घटनेमुळे रोबोट आपली दिशा वरचेवर बदलतो आणि त्याचा मार्ग काही प्रमाणात रँडम किंवा स्वैर होतो. मूळस्थानी परतायचे असल्यास मात्र रोबोट त्याची कार्यपद्धत बदलतो. मार्गदर्शक प्रकाशाचा मागोवा घेत परतीचा मार्ग शोधायला रोबोटचे प्रोग्रामिंग केले गेले आहे. संशोधक रोबोट वर सावकाश बदलत जाणाऱ्या तीव्रतेचा प्रकाश टाकतात (लाईट ग्रेडियंट) आणि रोबोट त्या आधारे मूळ स्थानी परत येऊ शकतो. सूर्यप्रकाश किंवा पर्यावरणातले इतर काही संकेत वापरून काही प्राणी मार्ग शोधत असावेत, त्याचे अनुकरण रोबोट मध्ये होते.

डॉ. कुमार यांनी स्पष्टीकरण दिले, "स्वगृहागमन प्रक्रियेची गती सक्रीय ब्राउनीय गतीच्या मॉडेल सारखी असते, परंतु एक फरक म्हणजे, जेव्हा जेव्हा रोबोटच्या संक्रमणाची मूळस्थानाच्या दिशेशी फारकत होते तेव्हा तेव्हा ज्याप्रमाणे सजीव आपला मार्ग दुरुस्त करतात त्याप्रमाणे रोबोट आपला मार्ग वरचेवर दुरुस्त करत पुढे जातो."

मूळ स्थानाकडे परतीचा मार्ग अधिकाधिक विचलित असेल तर रोबोटला परत मूळ स्थानी यायला किती वेळ लागतो याचा अभ्यास संशोधकांना करायचा होता. त्यांना असे दिसून आले की यशस्वी स्वगृहागमनाच्या दृष्टीने रोबोट (किंवा प्राणी) किती वेळा दिशा सुधारतो याचा संबंध रोबोटचा (किंवा प्राण्याचा) मार्ग किती रँडम किंवा स्वैर आहे या बाबीशी आहे. संशोधकांना निरीक्षणातून विशिष्ट पातळीच्या रँडम गतीसाठी पुनर्दिशानिदेशनाचा एक इष्टतम दर (ऑप्टिमल रिओरिएंटेशन रेट) दिसून आला. या दरापलीकडे, गती अधिक रँडम असेल तर त्याचे परिणाम खोडून काढायला रोबोट जास्त वेळा दिशा बदलतो, म्हणजेच त्याचे पुनर्दिशानिदेशन जास्त होते. यामुळे अंतिमरीत्या रोबोट (किंवा प्राणी) यशस्वीपणे स्वगृही पोहचतो. वरील निरीक्षणे असे सुचवतात की वातावरणात कुठलीही व्यत्यये किंवा अनिश्चितता असली तरीही इष्टतम दराने पुनर्दिशानिदेशन (रिओरिएंटेशन) करत स्वगृहाचा मार्ग शोधण्यासाठी बहुधा प्राण्यांची उक्कांती झालेली असावी.

संशोधनाबद्दल आणखी माहिती देत डॉ. कुमार म्हणाले, "मूळ स्थानी पोहचायला लागणारा वेळ एका ठराविक मर्यादितपेक्षा कधीही जास्त नव्हता. याचा अर्थ स्वगृहागमनासाठी केलेले मार्गक्रमण हे मुळात कार्यक्षम असणार. जर प्राण्यांना त्यांच्या मूळ स्थानाच्या दिशेशी नेहमीच जाणीव असेल आणि तिथे परतताना अपेक्षित मार्गापासून विचलित झाले असता ते सतत मार्ग सुधारू शकत असतील तर ते नक्कीच एका ठराविक कालावधीत इच्छित स्थानी पोहचतील असे आमचे निष्कर्ष दाखवून देतात."

रोबोटच्या वर्तनावरून त्याला मूळ स्थानी पोहचायला किती वेळ लागू शकेल याचे अनुमान लावू शकणारे एक सैद्धांतिक प्रतिरूप (मॉडेल) संशोधकांनी विकसित केले. आपली निरीक्षणे पडताळून पाहण्याकरता याचा उपयोग त्यांनी केला. या प्रतिरूपाने प्रायोगिक निरीक्षणे तर स्पष्ट केलीच, शिवाय परतीच्या मार्गात सरत्या काळानुसार दिशानिदेशन कसे बदलते या सारखी वैशिष्ट्ये देखील दाखवली. या प्रतिरूपामुळे रोबोटच्या संचार धोरणामध्ये पुनर्दिशानिदेशनाचे महत्व अधोरेखित झाले व प्रभावी मार्गक्रमणासाठी मार्गात वरचेवर सुधार करणे अत्यावश्यक आहे हे दिसून आले.

संशोधकांनी प्रत्यक्ष रोबोटवरील प्रयोगांबरोबरच प्राण्यांच्या गतीचे अनुकरण करणारे आभासी रोबोट सारखे संगणकीय अनुरूपण देखील वापरले. हा आभासी रोबोट ब्राउनीय गती व अधूनमधून स्वगृहाच्या दिशेने मार्गसुधार असे संयुक्तपणे वापरताना दिसून आला. अनुरूपणातील आणि प्रत्यक्ष प्रयोगातील

निष्कर्ष एकसारखे असल्याचे अधोरेखित झाले. गती रँडम/स्वैर असणे आणि पुनर्दिशानिर्देशन होणे, या दोन्ही घटकांचे स्वगृहागमन प्रक्रियेमध्ये एकमेकांबरोबर कार्य होऊन इष्टतम पद्धतीने रोबोट स्वगृही पोहचतो. “हे मॉडेल आम्ही सजीवांच्या प्रत्यक्ष गतिमार्गांना लागू केले. स्वगृहागमन प्रक्रियेत असलेल्या कबुतरांच्या थव्याचे मार्ग आम्ही तपासले. त्यात आमचे हे अनुरूपण आणि सैद्धांतिक प्रतिरूप यांचे परिणाम जुळलेले दिसले. आमच्या प्रस्तावित सिद्धांताप्रमाणे वरचेवर मार्गात दुरुस्ती होण्याने मूळस्थानी अधिक प्रभावीपणे पोहचता येते याची खात्री यामुळे झाली.”

प्राण्यांमधील स्वगृहागमनाचे कौशल्य रोबोट मध्ये उतरवता आल्याने संशोधकांना या प्रक्रियेमागचे विज्ञान समजायला मदत होणार आहे. आयआयटी मुंबईच्या या अभ्यासामुळे प्राणी मार्ग कसा शोधतात याबाबत आणखी माहिती मिळाली आहे आणि त्याचबरोबर रोबोटिक्सच्या क्षेत्रात लक्षणीय तांत्रिक प्रगतीची आशा आहे. प्रत्यक्षात मात्र रस्ता शोधत मार्गक्रमण करताना केवळ एखादा मार्गदर्शक संकेत पुरेसा नसतो. त्या प्रक्रियेमध्ये बदलती भौगोलिक परिस्थिती, इतरांशी व्यवहार, आणि पर्यावरणातील इतर घटकांचा समावेश असतो.

“प्रत्यक्ष जगात परिस्थिती जास्त गुंतागुंतीची असते. त्यात स्वगृहागमनासाठी वापरले जाणारे सूचक प्रयोगात वापरलेल्या प्रकाशाच्या संकेताइतके साधे सोपे नसतात. भविष्यातील अभ्यासात प्रकाशाच्या तीव्रतेमध्ये स्थळ-काळ यानुसार होणारे बदल आणि वाटेतील अडथळे यांचा आमच्या प्रतिरूपात समावेश करायचा हेतू आहे,” डॉ. कुमार यांनी शेवटी कामाची पुढील दिशा स्पष्ट केली.

| | |
|--|--|
| VETTED / UNVETTED | Vetted |
| Title of Research Paper | Uncovering Universal Characteristics of Homing Paths using Foraging Robots |
| DOI of the Research Paper as a link | https://link.aps.org/doi/10.1103/PRXLife.2.033007 |
| List of all researchers with affiliations | Somnath Paramanick, Department of Physics, Indian Institute of Technology Bombay Arup Biswas, The Institute of Mathematical Sciences Harsh Soni, Homi Bhabha National Institute Arnab Pal, School of Physical Sciences, Indian Institute of Technology Mandi Nitin Kumar, Department of Physics, Indian Institute of Technology Bombay |
| Email of researcher/s | Nitin Kumar <nkumar@iitb.ac.in> |
| Writer name | Dennis C. Joy |
| Transcreator name | Shilpa Inamdar-Joshi |

| | |
|---|---|
| VETTED / UNVETTED | Vetted |
| Credits to Graphic: | Prof. Nitin Kumar |
| Subject [FOR EDITOR] - Please Highlight in RED (Multiple allowed) | Science/Technology/Engineering/Ecology/Health/Society |
| Article to be Sectioned Under [FOR EDITOR] - Please Highlight in RED | Deep Dive/Friday Features/Fiction Friday/Joy of Science/News+Views/News/Scitoons/Catching up/OpEd/Featured/Sci-Qs/Infographics/Events |
| Social Media TAGS separated by Comma | #Homing #Foraging #Robotics #BrownianMotion |
| Social Media Handles to be added | @iitbombay |
| Social Media handles of writer | @denniscj8 |
| Social Media handles of researchers | X: @AllLivingActive @Somnath73831947 |
| Location: | Mumbai |