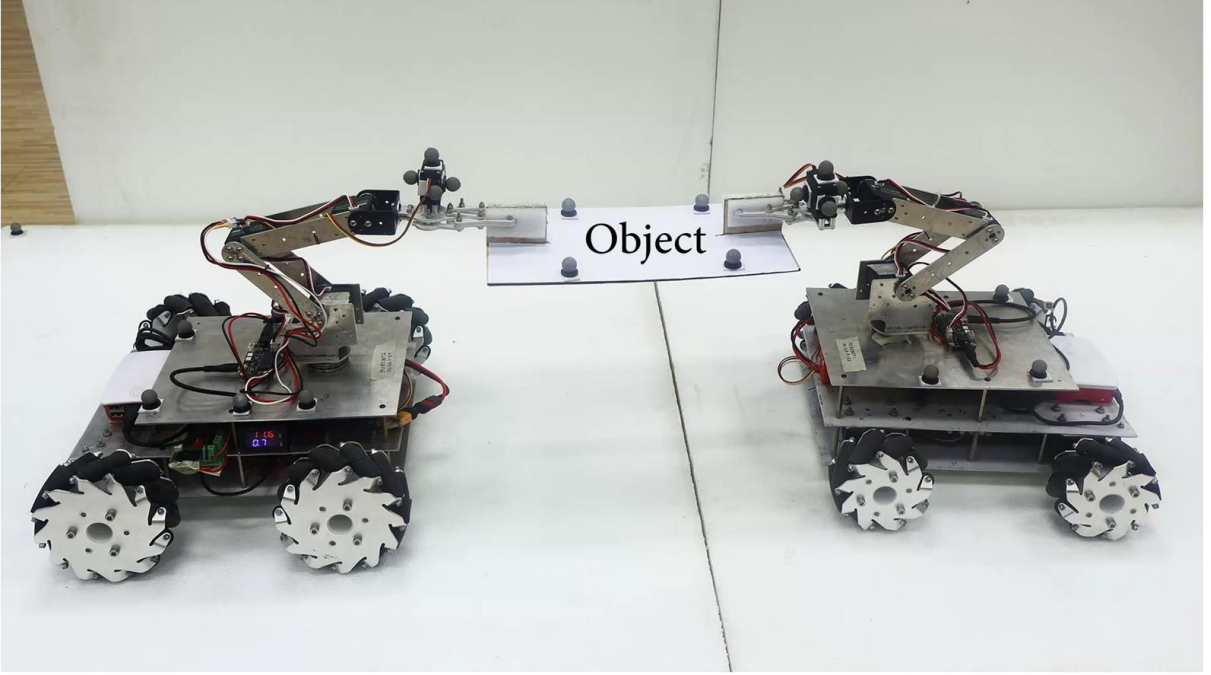


## एकत्र काम करणाऱ्या रोबॉट्स मध्ये सहकार्य वाढवू शकणारा आयआयटी मुंबई मधील नवीन अभ्यास

क्षणोक्षणीचे निरीक्षण व कामाची संदर्भानुरूप विभागणी करणारे नवीन अल्गोरिदम एकत्र काम करणाऱ्या स्वायत्त रोबॉट्सचे आपापसातील सहकार्य सुधारण्यासाठी प्रभावी.



सहकार्यात्मक काम करणारे दोन भिन्न रॉबोट्स/मॅनिप्युलेटर्स  
श्रेय: केशव पात्रा

मानवी संस्कृतीच्या अगदी सुरवातीच्या काळापासून माणसाने स्वतःचे काम सोपे करायला आणि मर्यादांवर मात करायला यंत्र तयार केली. पाण्यासाठी रहाटापासून ते यांत्रिक शक्तीने युद्धात शत्रूवर मोठाले दगड टाकू शकणाऱ्या शस्त्रांपर्यंत माणसाने नेहमीच यंत्रांचा आधार घेतलेला आहे. औद्योगिक क्रांतीमुळे आणि 'असेम्बली लाईन' पद्धतीच्या उत्पादन प्रक्रियांमुळे कारखाने आणि संरक्षण क्षेत्रात एकसुरी कामे सातत्याने करायला मानवी कामगारांच्या जागी रोबॉट्सचा वापर करता येऊ लागला. स्वायत्त रोबॉट्सचा वापर आता वाढला आहे आणि माणसांना कंटाळवाणी, अवघड किंवा धोकादायक वाटणारी कामे ते करू शकतात, अगदी भांडी घासण्यापासून ते वाहने तयार करणे, सुरंग निकामी करणे व अंतराळातील शोध मोहिमा सुद्धा.

रोबॉट्सना करायला लागणारी कामे अधिक गुंतागुंतीची होत आहेत, त्यामुळे किचकट कामे करायला एका वेळेस सारख्या किंवा भिन्न क्षमतेचे अनेक रोबॉट्स वापरले जातात. या कामांमध्ये रोबॉट्स एकमेकांच्या सहाय्याने काम करत असल्यामुळे त्यांच्या कृतींमध्ये समन्वय असणे गरजेचे असते. भारतीय तंत्रज्ञान संस्था मुंबई (आयआयटी मुंबई) मधील प्राध्यापक अनिर्बान गुहा आणि प्राध्यापिका अर्पिता सिन्हा यांच्या मार्गदर्शनाखाली केशव पात्रा सहकारी रोबॉट्सचा अभ्यास करत आहेत. केशव यांच्या गटाने सहकारी रोबॉट्सची कार्यक्षमता वाढवणारी एक [नवीन पद्धत](#) विकसित केली आहे. या पद्धतीमध्ये रोबॉट्स एकमेकांशी पूर्वीपेक्षा जास्त कार्यक्षम पद्धतीने संवाद साधू शकतात.

आयआयटी मुंबईच्या संशोधकांनी सदर अभ्यासात तीन नाविन्यपूर्ण अल्गोरिदम मांडले आहेत. ह्या अल्गोरिदमच्या सहाय्याने रोबॉट्स स्वतःची कार्य करण्याची तत्कालीन क्षमता क्षणाक्षणाला (रियल-टाइम मध्ये) निश्चित करू शकतात आणि बदलत्या परिस्थितीनुसार व प्रत्येक रोबॉटच्या तत्कालीन स्थितीतील बलस्थान आणि मर्यादेनुसार कामाची विभागणी करू शकतात. “समजा दोन एकसारखे रोबॉट एक वस्तू उचलून नेत आहेत. कधीकधी जमीन उंचसखल असल्यामुळे किंवा वस्तूच्या आकारामुळे एका रोबॉटला दुसऱ्यापेक्षा वस्तूची जास्त चांगली पकड मिळू शकते. आमचे अल्गोरिदम अशी स्थिती ओळखू शकतात आणि रोबॉटच्या कामात त्या त्या वेळी उपयुक्त बदल करून जास्त चांगल्या प्रकारे काम करून घेऊ शकतात,” असे केशव यांनी स्पष्ट केले. या अल्गोरिदम संचामार्फत कमी सामर्थ्य असलेले रोबॉट ओळखून कामाची विभागणी बदलण्याच्या सूचना मिळू शकतात किंवा रोबॉट्सच्या गटाचा अधिक चांगला उपयोग होण्याच्या दृष्टीने किती रोबॉट्स लागतील हे ठरवता येऊ शकते.

रोबॉट्सवर आणि एका केंद्रीय संगणकावर चालणारा तीन अल्गोरिदमचा संच निर्णय घेताना प्रत्येक सहभागी रोबॉट कडून सद्यस्थितीची माहिती गोळा करतो. ‘टास्ककेपेबिलिटी’ नावाचे पहिले अल्गोरिदम प्रत्येक सहभागी रोबॉटचे मूल्यांकन करते. त्याची वस्तू पकडण्याची क्षमता व स्थिरता असे घटक निश्चित करून त्यांना मूल्य देते. त्यानंतर ‘ऑनलाईन टास्क केपेबिलिटी’ नावाचे दुसरे अल्गोरिदम रोबॉट्सच्या क्षमतांची तुलना करून कोणते रोबॉट त्यावेळेस क्षमतेपेक्षा कमी काम करत आहेत हे निश्चित करते. शेवटी ‘ऑनलाईन टास्क अलॉकेटर’ नावाचे तिसरे अल्गोरिदम पहिल्या दोन अल्गोरिदम कडून मिळालेल्या माहितीवरून काम करायला किती रोबॉट्सची आवश्यकता आहे आणि कुठल्या रोबॉट ने कुठले काम करावे ते ठरवते.

तीन अल्गोरिदमच्या या संचामुळे रोबॉट्ससाठी संतुलित कार्यप्रवाह मिळतो आणि प्रत्येक रोबॉट आपापल्या क्षमतेनुसार कामात सहभागी असतो. यामुळे संपूर्ण प्रणालीच्या कार्यक्षमतेमध्ये एकंदरीत बरीच वाढ होते. याशिवाय रोबॉट्स वास्तविक वेळेत एकमेकांशी तत्क्षणीच्या माहितीची देवाणघेवाण करत असल्याने चुका कमी होतात व एकमेकांना धडकण्याच्या शक्यता पण कमी होतात. यामुळे एकत्रित कार्य अधिक चांगले होते. पारंपरिक अल्गोरिदम सहसा कार्यसूची आधीच निश्चित असलेले (प्री-प्रोग्रॅम्ड) रोबॉट्स वापरतात. ह्यात कार्याची सुरुवातही करायच्या आधीच रोबॉट्सचे मार्ग आणि कार्य निश्चित केलेले असतात आणि तत्क्षणी असलेल्या वास्तविक परिस्थितीनुसार त्यात फारच कमी बदल करता येतात. त्यातून जे अल्गोरिदम त्या त्या वेळेच्या स्थिती सामावून घेऊ शकतात आणि कामाची विभागणी गरजेप्रमाणे करू शकतात त्यांना जटिल संगणनाची गरज असल्यामुळे संगणनाला लागणारा वेळ जास्त असतो.

युआर५ आणि फ्रँका-एमिका पांडा नावाच्या दोन प्रचलित औद्योगिक रोबॉट्स वर संशोधकांनी त्यांचा नवीन अल्गोरिदम संचाचे प्रयोग केले. स्कुरिक (Skuric) आणि ससाकी (Sasaki) सारख्या पारंपरिक अल्गोरिदमच्या तुलनेत नवीन अल्गोरिदम कमी वेळात दिलेले काम करू शकतात असे दिसून आले. “आमच्या अल्गोरिदमने तेच काम स्कुरिक पेक्षा १५ पट आणि ससाकी पेक्षा ८ पट वेगाने करून दाखवले,” अशी माहिती केशव यांनी दिली. संशोधकांनी चार रोबॉट्स वापरून नवीन अल्गोरिदम संचाच्या कार्यक्षमतेचे परीक्षण केले. सहभागी रोबॉट्सची संख्या वाढली तर केंद्रीय संगणकावर चालणाऱ्या तिसऱ्या

अल्गोरिदमवर परिणाम होऊ शकतो कारण जास्त रोबॉट्समुळे संगणक आणि रोबॉट्सना त्यांच्यातील संपर्काला वेळ लागू शकतो. असे असले तरी त्यांनी पुढे स्पष्ट केले, “चार रोबॉट्स वरील प्रयोगातील संगणनाची माहिती गोळा केली असता असे दिसते की रोबॉटची संख्या दुप्पट किंवा तिप्पट केली तरी तत्कालिक स्थिती लक्षात घेऊन कार्य करण्याच्या क्षमतेत विलंब न होता व अल्गोरिदम मध्ये बदल न करता आहे ती प्रणाली वापरता येईल.”

रोबॉट्स वरील संगणन करायला लागणारा वेळ देखील नवीन अल्गोरिदम संचामुळे ८५%ने कमी झाला, त्यामुळे चालू स्थितीतील बदलांप्रमाणे सहकार्यात्मक कामासाठी रोबॉट्सच्या कार्यात फेरफार करायला अवकाश मिळाला. “आमचे नवीन अल्गोरिदम तुलनेने खरोखर नाविन्यपूर्ण आहेत कारण या पूर्वी वापरात असलेल्या अल्गोरिदमना खूपच मोठ्या प्रमाणावर संगणनक्षमता लागते. मात्र आमची नवीन पद्धत चालू स्थितीतील बदलांना अनुसरून बदलत्या वातावरणात रोबॉट्सच्या कामांची विभागणी करण्यात जलद आणि कार्यक्षम आहे,” असे प्रा. गुहा यांनी नमूद केले.

नवीन अल्गोरिदम संच उपयोगात आणल्यास रोबॉट्सच्या सहकार्यात्मक कामाचा वेग वाढल्याने आणि अकार्यक्षम व अनावश्यक रोबॉट्सना वगळता आल्यामुळे एकंदरीत नियोजित कार्य अधिक प्रभावीपणे पार पडू शकेल. उदाहरणार्थ, वाहन उत्पादन क्षेत्रात वाहन जुळवणीच्या ‘असेम्ब्ली लाईन’ पद्धतीमध्ये एकत्रितपणे काम करत रोबॉट्स बारकाईने वाहनाचे भाग जुळवू शकतात. प्रत्येक रोबॉट मध्ये काही वैशिष्ट्ये असतात ज्यांचा लाभ घेऊन कामाची इष्टतम विभागणी करता येईल आणि प्रणालीची कार्यक्षमता वाढेल.

या अभ्यासात सादर केलेल्या अल्गोरिदम सारखे नाविन्यपूर्ण अल्गोरिदम वापरून रोबॉट्सना चालू परिस्थितीतील बदलांनुसार त्यांचे मार्ग आणि कार्य ठरवून त्यांची अंमलबजावणी करता येईल. रोबॉट्सना आखून दिलेल्या सूचनांप्रमाणे चालण्याऐवजी बदलत्या परिस्थितीत कार्य करण्याची स्वतःची क्षमता तपासून त्यानुसार कामे दिल्यास गुंतागुंतीच्या स्वयंचलित प्रणाली आणि यंत्रांच्या कार्य विभाजन पद्धतीत क्रांती घडू शकते.

<b>VETTED / UNVETTED</b>	Vetted
<b>Title of Research Paper</b>	Online Capability Based Task Allocation of Cooperative Manipulators
<b>DOI of the Research Paper as a link</b>	<a href="https://doi.org/10.1007/s10846-024-02050-1">https://doi.org/10.1007/s10846-024-02050-1</a>
<b>List of all researchers with affiliations</b>	Keshab Patra, Department of Mechanical Engineering, Indian Institute of Technology Bombay Arpita Sinha, System & Control Engineering, Indian Institute of Technology Bombay Anirban Guha, Department of Mechanical Engineering, Indian Institute of Technology Bombay

<b>VETTED / UNVETTED</b>	Vetted
<b>Email of researcher/s</b>	Keshab Patra <a href="mailto:keshabpatra19@gmail.com">keshabpatra19@gmail.com</a> Anirban Guha <a href="mailto:anirbanguha1@gmail.com">anirbanguha1@gmail.com</a> Arpita Sinha <a href="mailto:dr.arpita.sinha@gmail.com">dr.arpita.sinha@gmail.com</a>
<b>Writer name</b>	Dennis C Joy
<b>Transcreator name</b>	<a href="#">Shilpa Inamdar-Joshi</a>
<b>Credits to Graphic:</b>	Keshab Patra, Author of the study
<b>Subject [FOR EDITOR] - Please Highlight in RED (Multiple allowed)</b>	Science/ <b>Technology/Engineering</b> /Ecology/Health/Society
<b>Article to be Sectioned Under [FOR EDITOR] - Please Highlight in RED</b>	<b>Deep Dive</b> /Friday Features/Fiction Friday/Joy of Science/News+Views/News/Scitoons/Catching up/OpEd/Featured/Sci-Qs/Infographics/Events
<b>Social Media TAGS separated by Comma</b>	
<b>Social Media Posts Suggestions/ Links to interesting relevant content [optional] [writer]</b>	
<b>Social Media Handles to be added</b>	(as an example, @DSTIndia @iitbombay)
<b>Social Media handles of writer</b>	
<b>Social Media handles of researchers</b>	
<b>Location:</b>	Mumbai

