Experts

Penyelesaian Masalah Pengoptimuman melalui Kecerdikan Kawanan

Fri, 12/22/2023 - 16:09

“Pengoptimuman adalah revolusi sebenar proses membuat keputusan”. Itulah bait tersohor yang diungkapkan oleh seorang saintis matematik terkenal Amerika Syarikat, George Dantzig (1914-2005). Secara harfiah, pengoptimuman ialah proses untuk mendapatkan suatu keputusan minimum atau maksimum terbaik tertakluk pada syarat-syarat yang tertentu.

Kini, pelbagai bidang termasuk sains, kejuruteraan, teknologi, pengurusan, perniagaan, dan ekonomi mengguna pakai pendekatan proses pengoptimuman dalam usaha untuk menjimatkan masa, kos dan sumber pada ketika yang sama cuba meraih keuntungan, output, prestasi dan kecekapan yang lebih baik.

Biasanya, masalah pengoptimuman boleh dikelaskan kepada dua kumpulan utama iaitu pengoptimuman objektif tunggal dan pengoptimuman objektif berbilang. Pengoptimuman objektif tunggal ialah proses mencari satu unit penyelesaian sahaja untuk sesuatu masalah. sementara pengoptimuman objektif berbilang adalah proses mencari unit-unit penyelesaian yang boleh berkompromi ke atas beberapa objektif yang bercanggah. Oleh sebab tiada penyelesaian yang unik pada pengoptimuman objektif berbilang, kompromi unit-unit penyelesaian atau dirujuk sebagai penyelesaian optimum Pareto yang mampu memberikan situasi hampir menang-menang untuk semua objektif yang terlibat.

Sedari satu abad yang lepas, kebanyakan masalah pengoptimuman diatasi menggunakan kaedah matematik atau kaedah pengaturcaraan berangka. Semua kaedah ini mengadaptasi model-model yang ringkas demi mencapai penyelesaian yang optimum. Namun, pendekatan ini cenderung untuk memperoleh hasil penyelesaian yang tidak begitu tepat dan konsisten seperti yang diharapkan selain perlu bergantung kepada maklumat tambahan yang pelbagai terkait dengan masalah yang ingin diselesaikan.

Atas sebab kelemahan-kelemahan berkenaan, wujud kaedah alternatif yang mempunyai prospek yang lebih baik demi menyelesaikan masalah pengoptimuman. Dalam konteks ini, pendekatan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang mementingkan elemen metaheuristik menjadi pilihan. Metaheuristik ialah konsep penyelesaian masalah yang menekankan penggunaan strategi rawak dan tidak terlalu bersifat realistik. Kaedah pengoptimuman metaheuristik ini menjadi antara tumpuan utama penyelidik-penyelidik untuk menyelesaikan masalah pengoptimuman dalam pelbagai bidang kerana wujud banyak kelebihan padanya. Kaedah pengoptimuman metaheuristik mudah untuk dibangunkan dan diaplikasikan. Selain itu, kaedah ini berupaya untuk memberikan perspektif global terhadap domain masalah pengoptimuman. Dalam pada itu, kadar penumpuan berimpak tinggi pada kaedah ini mampu menjana hasil penyelesaian tepat atau hampir tepat sebarang masalah pengoptimuman berbanding dengan pendekatan kaedah pengoptimuman yang lain.

Pada beberapa dekad yang lepas, algoritma kecerdikan kawanan iaitu salah satu pendekatan

kecerdasan buatan, telah berkembang pesat dan semakin diperbaharui keupayaannya. Algoritma kecerdikan kawanan adalah diinspirasikan daripada kelakuan kolektif kawanan iaitu daripada sekecil bakteria, semut, lebah, kelawar, burung, ikan lumba-lumba sehingga sebesar serigala, gajah mahupun ikan paus yang melalui interaksi kompleks antara individu dan kelompoknya dengan alam.

Secara umumnya, kawanan ini mempunyai organisasi kehidupan yang unik. Semua individu dalam kawanan mematuhi tatacara hidup yang sama, bekerjasama serta berinteraksi dalam populasi dan persekitaran terutama sewaktu mencari makanan atau bersosial. Sesungguhnya, ciri-ciri paling terbaik yang wujud dalam algoritma kecerdikan kawanan adalah simpanan memori yang bersaiz mega, kebolehan dalam menyatukan kepelbagaian tingkah laku dalam kawanan, mempunyai mekanisme peningkatan penyelesaian yang pantas serta mudah mengadaptasi dengan perubahan dalaman dan luaran komuniti.

Sejak dua dekad yang lalu, terdapat beberapa algoritma kecerdikan kawanan yang telah terbukti keberkesanan dalam menyelesaikan masalah pengoptimuman. Ini termasuk algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) yang diperkenalkan oleh James Kennedy dan Russell Eberhart pada 1995 yang mensimulasikan tabiat sosial dan pergerakan kawanan burung. Ini diikuti oleh *algoritma Ant Colony Optimization* (ACO) oleh Marco Dorigo pada 1999. Algoritma ACO ini pula mengambil inspirasi daripada aktiviti kawanan semut sewaktu mencari laluan terbaik untuk ke sumber makanan. Dalam saiz mikro pada algoritma kecerdikan kawanan, Kevin M. Passino pada 2002 telah berjaya meniru kaedah pergerakan sosial bakteria jenis *Escherichia coli* (E-coli) dalam mencari nutrien sehingga terhasilnya *algoritma Bacteria Foraging Optimization* (BFO).

Pada tahun 2007, wujud *algoritma Artificial Bee Colony* (ABC) yang mana telah dimodelkan oleh Dervis Karaboga berasaskan koloni lebah. Algoritma ini menjadi antara yang mendapat perhatian dalam komuniti penyelidik. Seterusnya, beberapa penyelidik di ketuai oleh Timothy Havens telah berjaya memperkenalkan *algoritma Roach Infestation Optimization (*RIO) pada tahun 2008 yang berinspirasi daripada tabiat sosial kumpulan lipas meneroka makanan di tempat gelap.

Pada 2012, Mohammed Tawfeeq juga telah memformulasikan satu lagi algoritma yang berasaskan penggemaan kelawar. Dalam algoritma ciptaan Tawfeeq yang dinamakan Bat Sonar Algorithm (BSA) ini, beliau telah menerapkan prinsip sonar pada kelawar sewaktu proses penggemaan dalam kawanan. Bertitik-tolak daripada kejayaan menerbitkan BSA oleh Tawfeeq, Nafrizuan Yahya pada 2016 telah berjaya memperkemaskan algoritma tersebut dan seterusnya telah memperkenalkan tiga variasi algoritma baharu. Algoritma-algoritma yang dimaksudkan ialah *Adaptive Bat Sonar Algorithm* (ABSA), *Modified Adaptive Bat Sonar Algorithm* (MABSA) serta *algoritma Dual-Particle Swarm Optimisation-Modified Adaptive Bats Sonar Algorithm* (D-PSO-MABSA) iaitu sinergi antara algoritma MABSA dengan algoritma PSO.

Algoritma BSA asal telah ditambah baik dengan memasukkan beberapa ciri-ciri tambahan yang wujud sewaktu penggemaan kelawar sebenar. Misalnya, teori altriusme timbal balik (reciprocal altruism) yang wujud dalam koloni kelawar. Pada sudut biologi, teori ini menyentuh tentang kerjasama antara ahli kawanan demi mempertahankan kelestarian sumber makanan dalam kawanan agar dapat dinikmati oleh semua ahli. Selanjutnya, strategi pencarian baharu dalam kawanan iaitu strategi lantunan semula sebagai satu mekanisme untuk mengawal transmisi sonar pada proses penggemaan kelawar turut diperkenalkan. Selain itu, dua faktor pencarian iaitu attitud penerbangan kawanan dan strategi pencarian kawanan juga diterapkan dalam algoritma-algoritma berkenaan. Manakala, melalui bantuan algoritma PSO, proses pencarian baharu telah dipecahkan kepada dua peringkat proses pencarian iaitu pencarian global pada peringkat pertama diikuti pencarian tempatan pada peringkat kedua.

Keberkesanan algoritma-algoritma berkenaan telah dibuktikan apabila berjaya mencapai keputusan yang diharapkan dalam menilai beberapa masalah pengoptimuman dalam bidang perniagaan dan kejuruteraan. Ini termasuk pengoptimuman kos perkapalan untuk produk minyak serta gas, pengoptimuman keuntungan penjualan set televisyen daripada dua model yang berbeza, pengoptimuman berat besi dalam mereka bentuk hentaman sisi rangka kereta, pengoptimuman operasi motor DC jenis roda tanpa berus, pengoptimuman proses pemotongan logam dan pengoptimuman sistem rangkaian generator elektrik.

Sesungguhnya, setiap hari kita akan berdepan dengan masalah-masalah pengoptimuman yang semakin kompleks namun perlu diselesaikan segera demi kesejahteraan umum. Wujud pelbagai teknik dan strategi terkait dengan sains dan teknologi boleh digunakan dalam menyelesaikan pelbagai masalah berkenaan. Dewasa ini, pelbagai kajian, penyelidikan dan penciptaan baharu algoritma kecerdikan kawanan sedang giat dilakukan di seluruh dunia. Maka, kita boleh menjangkakan bahawa pada tahun-tahun mendatang, masalah-masalah pengoptimuman ini boleh diselesaikan dengan lebih pantas, efisien dan tepat dengan bantuan pendekatan algoritma kecerdikan kawanan.





Ts. Dr. Nafrizuan Mat Yahya, PhD, PTech

Penulis ialah pensyarah kanan, Fakulti Teknologi Kejuruteraan Pembuatan dan Mekatronik (FTKPM), Universiti Malaysia Pahang Al-Sultan Abdullah (UMPSA).
E-mel: nafrizuanmy@umpsa.edu.my

- 246 views

View PDF