

Automaty skończone: wybrane problemy i zastosowania łączące różne obszary badań

Automaty skończone to jedne z najprostszych modeli obliczeń w informatyce. Taki automat pamięta jedynie swój aktualny stan spośród skończenie wielu możliwych i działa na zasadzie ustalonego schematu określonego tablicą przejść między stanami.

Zastosowania automatów mają charakter interdyscyplinarny. Używane są między innymi do modelowania różnych urządzeń, układów elektronicznych, schematów zachowań, czy prostych algorytmów. Odgrywają ważną rolę w wielu dziedzinach inżynieryjnych, biologii molekularnej, lingwistyce, a nawet filozofii. Często wykorzystuje się je w programowaniu (np. kompilatory, protokoły sieciowe, kompresja danych).

Automaty skończone pełnią fundamentalną funkcję w teorii informatyki, występując praktycznie w każdym jej obszarze. Wykazują także związki z wieloma gałęziami matematyki (np. z kombinatoryką, algebrą, teorią grup, teorią grafów), dlatego zwykle bada się je przy pomocy metod matematycznych. Pomimo że badania nad automatami skończonymi rozpoczęły się dawno temu (jak na informatykę), wciąż istnieje tu wiele nierozwiązanych problemów.

W tym projekcie podejmujemy badania mające na celu rozwiązanie wybranych problemów teoretycznych oraz wykorzystanie automatów skończonych w dziedzinie sztucznej inteligencji. Motywacją dla naszych badań jest rozwój używanych metod matematycznych i możliwości zastosowania automatów w innych dziedzinach.

Jednym z zagadnień, które podejmujemy, jest synchronizacja automatów, czyli problem polegający na tym, jak szybko można sprowadzić automat do jednego, ustalonego stanu, nie znając aktualnego, w którym się znajduje; zagadnienie to obejmuje wciąż nierozwiązaną hipotezę Černý'ego z 1969 roku – jeden z najdłużej otwartych problemów w teorii automatów. Będziemy rozważać m.in. nowe podejścia jak nowe wielkości charakteryzujące automaty synchronizowalne oraz problem synchronizacji w klasach automatów istotnych z punktu widzenia teorii kodów. Będziemy także rozwiązywać problemy związane ze złożonością języków regularnych, rozważając na przykład operacje na językach regularnych motywowane biologią molekularną i odpowiadając na pytanie, jak duże muszą być automaty umiejące rozpoznawać powstałe języki.

W dziedzinie sztucznej inteligencji będziemy stosować automaty do formalnego opisywania reguł gier (albo ogólniej: reprezentacji problemów pewnego typu). Ulepszymy nasz zaprojektowany wcześniej język opisu reguł, inspirując się przy tym koncepcjami teoretycznymi z teorii automatów. Następnie chcemy wykorzystać specyficzne zalety takiej reprezentacji do rozwiązywania problemów związanych z jednym z głównych wyzwań w tej dziedzinie: stworzenia sztucznej inteligencji umiejącej dobrze grać w dowolną daną grę / rozwiązywać dowolny dany problem.

Spodziewanym efektem naszych badań jest rozwiązanie wybranych problemów teoretycznych i ulepszenie stosowanych metod matematycznych. Choć nasze badania mają charakter podstawowy, wyniki mogą zaowocować odkryciem nowych zastosowań automatów.