

Automaty skończone to matematyczne obiekty będące jednymi z najprostszych modeli obliczeń. Taki automat w danym momencie pamięta tylko i wyłącznie swój stan – jeden ze skończenie wielu możliwych. Odbierając rzeczywistość w postaci sygnałów ze świata może zmieniać swój aktualny stan na inny, przy czym możliwych sygnałów jest oczywiście również skończenie wiele. Zatem automat skończony można opisać w formie listy stanów, podając dla każdego stanu i możliwego sygnału wejściowego na który stan ma się przenieść.

W realnym świecie automaty skończone można spotkać w bardzo wielu miejscach. Na przykład działanie typowej pralki opiera się na automacie skończonym: w uproszczeniu jej zbiór stanów to „wyłączona”, „włączona”, „pranie wstępne”, „pranie główne”, „płukanie”, „wirowanie”. Sygnałami wejściowymi dla pralki są wszystkie naciśnięcia przycisków, jak również sygnał o upływie jakiejś jednostki czasu, co powoduje przejście do kolejnego etapu prania. Oczywiście współczesne pralki mają o wiele większy zbiór stanów związany z wyborem różnych opcji: posiadają stany takie jak „pranie wstępne, wybrany program bawełna”, „pranie wstępne, wybrany program syntetyki” itd. W rzeczywistości każdy komputer jest automatem skończonym - w końcu liczba możliwych stanów (zawartości pamięci) i pojedynczych akcji podejmowanych przez użytkownika jest skończona (choć bardzo duża), niemniej istnieją modele matematyczne dokładniej opisujące te maszyny.

Automaty skończone wykorzystywane są jako modele w takich dziedzinach jak inżynieria, elektronika, lingwistyka, biologia i filozofia. Bardzo często wykorzystuje się je w programowaniu (np. parsery, schematy zachowań sztucznej inteligencji). W informatyce są przedmiotem intensywnych badań teoretycznych; mają też silne powiązania z matematyką, w szczególności z teorią półgrup.

W informatyce, w teorii języków formalnych przyjmuje się, że każdy automat odpowiada na pewne pytanie: wczytuje dane wejściowe i odpowiada „tak” lub „nie”. Sekwencje danych wejściowych które automat zatwierdza nazywamy językiem.

Niniejszy projekt zakłada badania nad wybranymi klasycznymi problemami w teorii automatów skończonych i ich zastosowaniami. Motywem przewodnim jest wykorzystanie nowych pomysłów i metod, które powstały w wyniku ostatnich badań.

Badania będą dotyczyły nowej techniki tzw. *słów unikających*, które można wykorzystać do dokonania postępu w długo otwartym problemie matematycznym – hipotezie Černý’ego z 1969 roku. Hipoteza ta mówi, że jeśli nie znamy aktualnego stanu automatu to możemy go sprowadzić do jednego stanu który znamy przy pomocy sekwencji złożonej co najwyżej z $(n - 1)^2$ sygnałów wejściowych, o ile taka sekwencja w ogóle istnieje (gdzie n to liczba stanów automatu).

Zajmiemy się także problemami uniwersalności – jak stwierdzić, czy dany automat odpowiada zawsze „tak” bez względu na dane wejściowe. Jest to jedno z najbardziej podstawowych i dobrze przebadanych pytań jakie można zadać mając dany automat. Oprócz istotności z teoretycznego punktu widzenia, zagadnienie uniwersalności ma również zastosowania w takich dziedzinach jak reprezentacja wiedzy i bazy danych. Co jednak jeśli interesują nas jedynie niektóre długości danych wejściowych? Albo jeśli wystarczy nam informacja, że automat zaakceptuje niekoniecznie wszystkie, ale odpowiednio dużo różnych możliwych wejść? W projekcie chcemy zająć się takimi wariantami problemu i pogłębić dostępną wiedzę.

Ponadto będziemy pracować nad zastosowaniem języków automatów skończonych w dziedzinie sztucznej inteligencji, do opisu zasad reguł dowolnej gry planszowej. Okazuje się, że automaty (a właściwie ich języki) bardzo dobrze sprawdzają się w tej roli i potrafią w formalny sposób opisać reguły w takich grach jak szachy i warcaby. Uniwersalny język opisu gier planszowych znalazłby zastosowanie w dziedzinach takich jak General Game Playing (gdzie celem jest stworzenie programu, który potrafi nauczyć się grać w dowolne gry planszowe i zrozumieć reguły nimi rządzące), a także w komputerowym generowaniu zasad nowych gier i automatycznym uczeniu się reguł przez obserwację. Z praktycznego punktu widzenia, język ten musi posiadać zarówno wystarczająco dużą siłę wyrazu jak i być przyjaznym pod względem obliczeniowym. Badania przyczynią się do stworzenia silnego fundamentu teoretycznego, który pozwoli nam znaleźć dobrze zbalansowane rozwiązanie pod kątem wymienionych praktycznych celów.