

Autor: Konrad Giżyński
Promotor: prof. dr hab. Jerzy Górecki

***„Feedback and teaching in reaction-diffusion information processing”
(w tłumaczeniu na język polski: „Kontrola i uczenie układów reakcja-dyfuzja
służących do przetwarzania informacji”)***

Streszczenie

W niniejszej rozprawie doktorskiej zaprezentowano wyniki badań nad układami bazującymi na reakcji Biełusowa-Żabotyńskiego (BŻ) pod kątem ich zastosowania do przetwarzania informacji. Omówiono takie problemy jak zjawiska fizykochemiczne pozwalające na kodowanie informacji, wprowadzanie informacji do układu chemicznego oraz strategie uczenia układów aby wykonywały określone funkcje.

Większa część pracy poświęcona jest systemom składającym się z kropeł zawierających roztwór BŻ, zanurzonych w fazie organicznej. W kolejnych rozdziałach opisano ogólne własności reakcji BŻ w kroplach, metody kontroli pobudzeń takiego układu, badania nad konstrukcją eksperymentalną prostej komórki pamięci oraz wyniki symulacji klasyfikatorów chemicznych opartych na sieci kropli BŻ.

Najważniejszym rezultatem rozprawy jest podanie strategii uczenia, opartej na przepływie informacji wzajemnej. Opracowaną metodę zastosowano do układu 25 kropli umieszczonych na sieci kwadratowej, tak aby stworzyć klasyfikator chemiczny dla różnych zbiorów danych. Do wprowadzenia informacji i kontroli układu wykorzystano oświetlenie. Dla liniowo separowalnych problemów binarnych (CANCER) dokładność klasyfikacji wyniosła ponad 93%. W przypadku skomplikowanych zbiorów syntetycznych (SPHERE) uzyskano dokładność powyżej 70%. Dla zbioru o czterech klasach wyjściowych dokładność wyniosła ok. 80% jednak poprzez wprowadzenie bardziej rozbudowanych reguł klasyfikacji można podnieść dokładność do 90%.

Spośród zbadanych metod kontroli reakcji BŻ, mechanizm fotoinhibicji reakcji katalizowanej mieszką bathoferroiny i katalizatora rutenowego, wydaje się być najodpowiedniejszy. Dla kontroli układu zbudowano komputerowy sterownik diód LED, charakteryzujący się wysoką rozdzielczością czasową, a dzięki doprowadzaniu światła do kropeł przy pomocy światłowodów optycznych, również wysoką rozdzielczością przestrzenną.

Przeprowadzono doświadczenia nad sprzężonymi modami oscylacyjnymi dwóch i trzech oddziałujących kropli. Dla par kropli zaobserwowano jeden stabilny mod wymuszający (jedna kropla pobudza drugą). W przypadku trójek kropli dwa mody rotacyjne (zgodny i przeciwny do wskazówek zegara) tzn. takie w których pierwsza kropla pobudza drugą, druga trzecią a trzecia ponownie pierwszą, są jednakowo stabilne. Pokazano w eksperymencie, że możliwe jest, wymuszone światłem, przełączanie pomiędzy tymi modami. Dlatego układ złożony z trzech kropli wydaje się ciekawym kandydatem na podstawową komórkę pamięci chemicznej.

W rozprawie opisano wykorzystanie technik mikroprzepływowych do tworzenia par i trójek kropli. Dzięki ich wykorzystaniu krople są powtarzalne i możliwe jest badanie jednocześnie wielu kopii tego samego układu co umożliwia statystyczną analizę wyników.