

Analiza i sterowanie niektórymi nielokalnymi jednowymiarowymi układami hiperbolicznymi pierwszego rzędu

(Streszczenie popularnonaukowe)

GUILLAUME OLIVE

Wiele różnych zjawisk fizycznych można opisać za pomocą lokalnych jednowymiarowych (1D) układów hiperbolicznych pierwszego rzędu. Te ugruntowane modele matematyczne są wykorzystywane na przykład do opisu ruchu drogowego, przepływów płytkiej wody, wymienników ciepła, reaktorów chemicznych, rur gazowych i wielu innych zjawisk. Lokalny charakter tych modeli wynika ze znaczenia pobliskich skutków środowiskowych.

Obecnie pojawiły się również wersje nielokalne, z powodzeniem modelujące różne zjawiska, które naturalnie powstają w wielu obszarach nauki. Można do nich zaliczyć ponownie ruch drogowy, ale także zjawiska epidemiczne, chemotaksję, produkcję ogrzewania omowego, dynamikę roju owadów i wiele innych. W przeciwieństwie do modeli lokalnych, stosowanie modeli nielokalnych do opisu zjawisk jest wymagane, gdy dominującą rolę odgrywają odległe jednostki lub nielokalne skutki środowiskowe. Modele te wykorzystują wszystkie informacje, co w pewnym sensie czyni je dokładniejszymi i bardziej realistycznymi niż modele lokalne.

Celem tego projektu badawczego jest zbadanie ważnej klasy takich układów nielokalnych i zajęcie się jedną podstawową właściwością zwaną sterowalnością. Mówiąc ogólnie, układ jest sterowalny, jeśli znając konfigurację początkową i konfigurację końcową, można w jakiś sposób oddziaływać na niego w taki sposób, aby po pewnym czasie osiągnąć daną konfigurację końcową. Przykładowo, w przypadku ruchu drogowego może to sprowadzać się do odpowiedzi na pytanie: czy można za pomocą urządzenia regulować natężenie ruchu na autostradzie w taki sposób, aby uzyskać określoną, ustaloną wcześniej płynność ruchu? Takie urządzenie nazywa się „sterowaniem”, stąd nazwa „sterowalność”. W przytoczonym przykładzie taką rolę może pełnić np. sygnalizacja świetlna przy wjeździe na autostradę.

Obecna literatura matematyczna dotycząca proponowanej klasy układów jest bardzo ograniczona. Poza tym wiele technik stosowanych wcześniej z powodzeniem do badania sterowalności układów lokalnych lub nielokalnych równań niezwiązanych ze sobą napotyka poważne problemy. W tym projekcie badawczym postaramy się opracować nowe narzędzia, które można wdrożyć, aby uporać się z bieżącymi problemami. Odpowiedzi są istotne ze względu na wyżej wymienione potencjalne zastosowania. Projekt otworzy przed nami nowe horyzonty.