

Streszczenie rozprawy doktorskiej pt. „Automatyczne systemy modelowania w hydrologii”

Bartłomiej Miziński

Trzy w pełni automatyczne, autorskie systemy modelowania procesów hydrologicznych zostały przedstawione w niniejszej rozprawie doktorskiej. Działają one w różnych skalach przestrzennych: globalnej, regionalnej i lokalnej.

Przykładem rozwiązania funkcjonującego w skali globalnej jest system Prognosean Plus, który oblicza prognozy lokalnych zmian poziomu oceanu co dobę na 14 dób do przodu oraz co tydzień z horyzontem 12-tygodniowym. Dane pochodzą z obserwacji radarowych prowadzonych przez satelity altymetryczne i charakteryzują się rozdzielczością przestrzenną $1/4^\circ \times 1/4^\circ$. Prognozy zmian poziomu oceanu realizowane są czterema modelami empirycznymi (wielomianowo-harmonicznym, autoregresji, autoregresji progowej oraz wektorowej autoregresji) i są dostępne jako mapy rastrowe przedstawiające spodziewane wartości anomalii poziomu oceanu. Prognozowanie lokalnych zmian poziomu oceanów oparte na metodach empirycznych pozwala uzyskać dokładność porównywalną z prognozami otrzymanymi modelami fizycznymi.

Przykładem automatycznego systemu prognozowania procesów hydrologicznych działającego w skali regionalnej lub lokalnej jest system HydroProg wdrożony w zlewni górnej Nysy Kłodzkiej. Generuje on w czasie rzeczywistym prognozy stanu wody o horyzoncie 3-godzinnym z krokiem 15-minutowym. Pięć modeli empirycznych (autoregresji, wektorowej autoregresji, metoda autokowariancyjna oraz dwie metody oparte na sieciach neuronowych) jest uśrednianych z modelem fizycznym (TOPMODEL) w celu uzyskania prognozy kombinowanej opartej na multimodelingu. Zastosowanie prognozy kombinowanej nie zawsze pozwala na uzyskanie lepszej dokładności niż przy użyciu każdego z kombinowanych modeli. Zaproponowano też rozszerzenie systemu HydroProg, łącząc go z modelem hydrodynamicznym FloodMap, co umożliwiło obliczanie prognoz zasięgu obszarów zagrożonych podtopieniem. Skuteczność tych prognoz przestrzennych była weryfikowana dzięki zastosowaniu obserwacji terenu wykonywanych kamerami w zakresie światła widzialnego zamontowanymi na bezzałogowym statku powietrznym. Pokazano, że możliwa jest walidacja prognoz zasięgów obszarów zagrożonych podtopieniem na podstawie zdjęć lotniczych pozyskiwanych przez bezzałogowy statek powietrzny.

Opracowano też system wspierający ocenę zagrożenia powodziąmi roztopowymi, który funkcjonuje w skali lokalnej. Jest to system estymacji grubości pokrywy śnieżnej na podstawie zdjęć lotniczych na potrzeby szacowania ekwiwalentu wodnego śniegu, który działa na żądanie, przy czym cała analiza tworzenia rastrowej mapy grubości pokrywy śnieżnej jest zautomatyzowana. System wykorzystuje m.in. algorytmy Structure-from-Motion oraz Iterative Closest Point. Estymacja grubości pokrywy śnieżnej, wymaganej do obliczenia ekwiwalentu wodnego śniegu, jest możliwa do przeprowadzenia w sposób automatyczny przy użyciu bezzałogowego statku powietrznego bez użycia fotopunktów.

Przedstawione autorskie automatyczne systemy modelowania cechują się porównywalną skutecznością prognozowania z rozwiązaniami uznanymi przez środowisko naukowe i niejednokrotnie wymagającymi ingerencji człowieka. Zautomatyzowanie generowania prognoz procesów hydrologicznych jest kluczowe dla budowy systemów ostrzegających o możliwości wystąpienia ekstremalnych zjawisk hydrologicznych, które stanowią zagrożenie dla ludzkiego życia i mienia.