Környezeti folyamatok modellezése Soft Computing módszerekkel

**Időtartam:** 2003-2006***Támogató:***OTKA***Témavezető:*** Dr. Bulla Miklós***A kutatási program további résztvevői:*** Dr. Keresztes Péter (SZE Automatizálási Tanszék), Dr. Horváth Zoltán (SZE Matematika és Számítástudomány Tanszék), Dr. Csík Árpád (SZE Matematika és Számítástudomány Tanszék), Dr. Horváth András (SZE Fizika és Kémiai Tanszék), Pestiné Dr. Rácz Éva Veronika (SZE Környezetmérnöki Tanszék), Szalay Dénes (SZE Környezetmérnöki Tanszék)

**Célok:**A környezeti folyamatok összetettsége, és nemlineáris volta miatt tanulmányozásukhoz adekvát modellek szükségesek. Az ún. soft computing módszerek (rács alapú celluláris neurális hálózatok és fuzzy szabályok) a környezeti folyamatok modellezésének ígéretes eszközei. A korszerű módszerek alkalmazása mellett a szakértői rendszer kidolgozásához nagyfokú interdiszciplináris kollaboráció is szükséges (ökológusok, kémikusok informatikusok, matematikusok, közgazdászok bevonásával).Elvileg sem lehetséges olyan mérő, megfigyelő rendszer létrehozása, amely a tér minden pontjára teljes mértékben reprezentatív információkat szolgáltat az állapot értékelésére választott paraméterekről. Mindezek mellett a mérések, adatgyűjtések, vizsgálatok költségei igen magasak, és egyidejűleg a valós időben általában nem is lehetségesek. Ennek következtében a parciális differenciálegyenletekkel való modellezés mind a modell teljes meghatározottsága, mind pedig a számítási bonyolultság szempontjából megoldhatatlan, illetve kezelhetetlen problémákhoz vezethet. Ennek nagyon összetett problémának megoldására lehetőséget kínálnak a celluláris neurális hálózatok (CNN), melyek alkalmazhatók a felmerülő parciális differenciálegyenletek közelítő megoldására  a CNN architektúrával kapcsolatos kutatások egyik legperspektivikusabb iránya éppen a parciális differenciálegyenletek modellezését és megoldását célozza. A környezetgazdálkodási problémák modellezésére a celluláris neurális hálózatok alkalmasnak ígérkeznek. A környezeti paraméterek a modell egy-egy rétegének feleltethető meg, az egyes rétegekben alkalmazott hely- és időfüggő template-mátrixok és additív konstansok pedig az egyes rétegbeli transzportfolyamatokat írják le, figyelembe véve az egyes rétegek közötti kölcsönhatásokat is.A regionális léptékű környezetgazdálkodás a környezet állapotát leíró állapotjellemzőkhöz kapcsolódó komplex fuzzy optimalizálási problémákat tartalmaz. A probléma tanulmányozásában tehát a fuzzy szabály alapú technológiák jól használhatóak. A nagyon nagy bonyolultságú rendszerekre sikerrel alkalmazott hierarchikus strukturált bázisos technikákat és strukutrált fuzzy modelleket érdemes alkalmazni.***Kitűzött feladatok:***A soft computing módszerek környezeti rendszerekre való alkalmazásában az alábbi célokat tűztük ki: a komplex környezetállapot-értékelésben eddig elért eredmények összefoglalása, a lehetőségek és a nehézségek felmérése; transzport-folyamatokat leíró modellek vizsgálata, szennyezések terjedésében való alkalmazási lehetőségük feltárása, megoldásukat segítő numerikus módszerek keresése; a környezeti médiumok, mint alrendszerek vizsgálatában CNN alkalmazhatóságának vizsgálata, összevetés más módszerekkel; fuzzy szabályrendszerek kidolgozása a környezetállapot-értékelő döntéstámogató rendszerek megalapozásként, a fuzzy modellek alkalmazhatóságának és a neurális hálózatokkal való implementálásának kutatása;***Eredmények:***• Összefoglaltuk a komplex környezetállapot-értékelésben korábban elért eredményeket, és megállapítottuk, hogy a hagyományos analitikus módszerek önmagukban nem alkalmasak hatékony, döntéstámogatásra is használható modellrendszer létrehozására • Részletesen megvizsgáltuk a szennyezések transzportjának soft computing módszerekkel való megközelíthetőségét. Folyadék és gázáramlási modelleket hoztunk létre, amelyek hatékony kezelésére új numerikus és szimulációs módszere fejlesztettünk. Megmutattuk, hogy a környezetállapot-értékelésben használható komplex döntéstámogató modellrendszer megvalósítható úgy, hogy az egyes környezeti alrendszereket különböző, részben más soft computing módszereket alkalmazó modulokból építjük fel. Ez a szerkezet mind számítási időben, mind pedig közelítő pontosságban optimalizálhatóvá teszi a rendszert. Az élővilág, mint a környezeti alrendszerek között legbonyolultabb komponense szintén kezelhető számítógépes szimulációkkal támogatott módszerekkel. Megmutattuk, hogy sejtautomata modellekkel vizsgálhatók a természetvédelmi-állapotot meghatározó legfontosabb folyamatok. Létrehoztunk egy sejtautomata modellrendszert, amelynek segítségével vizsgálható a fajok közötti versengés, és rugalmasan beépíthetők a közvetlen és a többi környezeti médiumon keresztül ható humán eredetű hatások. Megtörtént egy fejlett numerikus szimulációs technológiákra épülő informatikai rendszer prototípusának megalkotása, mely tetszőleges úthálózatok gépjárműforgalmának, és a társult környezeti terhelés eloszlásának számítógépes modellezésére használható.