

Т.В. Ковалюк, Д.С. Іващенко, О.І. Шумар
**ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ
ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ ЗАГРОЗИ
ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ**

Аннотация. В статье рассмотрена проблема предоставления пользователям информации об оптимальном комплекте средств экологической защиты, которая гарантирует безопасность пребывания в заданном регионе. Описанная постановка задачи выбора оптимального комплекта средств защиты человека от влияния экологических факторов. Рассмотренный метод, что позволяет на основе информации о доступных средствах защиты, существующих нормах действия вредных факторов на человека и данных об экологической обстановке в заданном регионе, получить рекомендации по обеспечению безопасности населения.

Ключевые слова - экологические факторы, средства защиты от экологических факторов, генетический алгоритм, метод веток и границь

Вступ

Україна на карті ООН через поганий стан довкілля зафарбована чорним кольором. Це колір країни, де мешкає вимираюча нація. Україна займає перше місце у світі по темпах вимирання населення [1]. Не останню роль в такій шокуючій статистиці грають екологічні проблеми.

Існуючі екологічні проблеми актуальні для людства і підвищення рівня екологічної інформованості населення в контексті побудови інформаційного суспільства вимагають створення нових механізмів організації, зберігання, поширення і актуалізації інформаційних ресурсів екологічної спрямованості.

Однією з важливих функцій проекту EcoSpotter, що розглядається, є надання користувачам рекомендацій щодо зменшення дії шкідливих чинників довкілля на людину. Актуальним є завдання розробки програмних засобів, що надають людині рекомендації щодо забезпечення безпеки її життєдіяльності відповідно до даних

про існуючу екологічну ситуацію, норми дії небезпечних і шкідливих для життя людини екологічних факторів і доступні засоби захисту.

1 Стан проблеми екологічної інформованості та захисту населення

Аналіз доступних населенню інформаційних ресурсів і сервісів, що надають дані про екологічну ситуацію, показує, що отримання достовірної та оперативної інформації про стан екологічного забруднення конкретного регіону пов'язане з великими труднощами.

Інформаційний ресурс Environmental Interactive Maps [3] надає список інтерактивних екологічних карт Європи. Найповніше представлені карти забруднень водоймищ і ґрунтів. У меншій мірі подані дані про стан озонового шару, забруднення повітря різними видами відходів, шумове забруднення, а також про зони рекреації. Недоліком є труднощі в пошуку потрібних даних.

Портал Baltic GIS Portal [4] подає дані про екологічну ситуацію в районі Балтійського моря. Користувачі можуть отримати відомості про кліматичні дані, про рослинність, тваринний світ і заповідники, про різні види забруднення. З точки зору зручності використання інтерактивні карти значно поступаються сучасним картографічним сервісам (Google Earth, Bing Maps та іншим).

Проект GSensus Каліфорнійського університету є спробою розширити картографічний сервіс Google Earth даними про екологічну ситуацію. Проект знаходиться на стадії розробки і не підтримується компанією Google.

Розглянувши існуючі інформаційні ресурси, що зображують дані про екологічну ситуацію і параметри довкілля, можна зробити такі висновки: існуючі інформаційні сервіси мають недостатню інтерактивність: дані подані у формі статичних карт, або у вигляді інтерактивних карт із складним і недружнім графічним інтерфейсом і обмеженою функціональністю; існуючі інформаційні сервіси не мають засобів пошуку даних екологічного моніторингу; інформаційні сервіси вимагають виконання тривалої процедури установки і налаштування програмного забезпечення; інформаційні ресурси вузько спеціалізовані за територіальною ознакою і за типом даних, що надаються; інформаційні ресурси не дають рекомендації щодо зменшення дії шкідливих чинників довкілля на людину і способів підвищення екологічної безпеки.

2 Постановка задачі

Метою даної статті є розробка алгоритмічних і програмних засобів інформаційної підтримки прийняття рішень в умовах загрози екологічної безпеки із забезпеченням швидкого і зручного доступу до даних про екологічну ситуацію у заданого регіоні.

Розглянемо математичну модель, що покладена в основу системи прийняття рішень щодо засобів захисту від впливу екологічних факторів. Нехай в заданому регіоні на людину впливає сукупність шкідливих екологічних факторів. Вважається, що забезпечення гранично допустимих концентрацій небезпечних речовин, встановлених державними стандартами, не шкодить здоров'ю людини. У розпорядженні людини є набір засобів захисту, кожний з яких зменшує дію деяких із шкідливих екологічних факторів певною мірою. Необхідно визначити найбільш доступний набір засобів захисту, який забезпечує безпеку життєдіяльності людини.

Нехай на людину впливає множина F шкідливих екологічних факторів довкілля. Кожний i -й екологічний фактор характеризується мірою f_i впливу на здоров'я людини: $F = \{f_i, i = \overline{1, m}\}$. Нехай, гранично допустимі значення екологічних факторів знаходяться в межах від a_i до b_i згідно з державними санітарними нормами. Отримуємо систему обмежень (1):

$$\begin{cases} a_1 \leq f_1 \leq b_1 \\ a_2 \leq f_2 \leq b_2 \\ \dots \\ a_m \leq f_m \leq b_m \end{cases} \quad (1)$$

У розпорядженні людини є множина $D = \{d_{ij}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}\}$ засобів захисту. Для кожного j -го засобу захисту відомі його вартість c_j , $j = \overline{1, n}$ та міра d_{ij} зменшення негативної дії i -го екологічного фактору $i = \overline{1, m}$ завдяки застосуванню j -го засобу захисту. Тоді, негативний вплив i -го екологічного фактора на людину можна визначити як $f_i - \sum_{j=1}^n d_{ij}x_j$, де компоненти вектора $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ набувають дискретні значення із діапазону $[0, 1]$ згідно з (2):

$$x_j = \begin{cases} 1, \text{якщо } j\text{-й засіб захисту застосовує людина} \\ 0, \text{у протилежному випадку} \end{cases} \quad (2)$$

Для визначення найбільш доступних за вартістю засобів захисту людини можна задати цільову функцію у вигляді (3):

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min \quad (3)$$

Мінімізація цільової функції (3) здійснюється на множині обмежень (4):

$$\left\{ \begin{array}{l} a_1 \leq f_1 - \sum_{j=1}^n d_{1j} x_j \leq b_1 \\ a_2 \leq f_2 - \sum_{j=1}^n d_{2j} x_j \leq b_2 \\ \dots \\ a_m \leq f_m - \sum_{j=1}^n d_{mj} x_j \leq b_m \\ x_j \in \{0, 1\}, \quad j = \overline{1, n} \end{array} \right. \quad (4)$$

Задача (2), (3), (4) є задачею булевого програмування. Розв'язок задачі полягає у визначенні вектора $X = \{x_j \mid x_j \in [0, 1], j = \overline{1, n}\}$ при мінімізації (3) на множині обмежень (4).

Інколи гранично допустимі значення екологічних факторів обмежені тільки верхньою межею. Наприклад, рівень радіації має бути не більш за 12мкР/годину. Для урахування змін в значеннях параметрів моделі та їх діапазоні досить покласти в обмеженнях (4) нескінченно малим (для обмеження знизу) $-\infty \leq f_i \leq b_i, i \in I, I \subset N, N = \{1, \dots, n\}$ або нескінченно великим (для обмеження згори) $a_i \leq f_i \leq \infty, i \in I', I' \subset N, N = \{1, \dots, n\}$. Наприклад, у випадку обмеження на радіаційний фон маємо $-\infty \leq f_1 \leq 12$. У випадку, якщо деякі із засобів захисту недоступні, досить покласти їх вартість рівної нескінченності, наприклад, $c_j = \infty, j \in J, J \subset M, M = \{1, \dots, m\}$. Таким чином забезпечується гнучкість моделі.

3 Вибір алгоритмів розв'язання задачі та їх тестування

Задачу можна розв'язати, застосувавши точні або евристичні алгоритми. У роботі проведений аналіз результатів використання генетичного алгоритму (ГА), методу гілок та границь, і динамічного програмування для розв'язання задачі (2) (3) (4). Визначалися оцінки часової складності алгоритмів.

Оскільки генетичний алгоритм в процесі пошуку використовує деяке кодування множини параметрів замість самих параметрів, то

він може ефективно застосовуватися для розв'язання задач дискретної оптимізації. За параметри налаштувань ГА були взяті наступні величини: максимальна кількість ітерацій – 50; імовірність кросовера – 0,9; імовірність мутації – 0,01; розмір популяції – 20; критерій зупинки алгоритму – по досягненню максимальної кількості ітерацій, схема відбору батьківських особин – рулетка в сукупності з елітарним відбором, мутація і кросовер – стандартні одноточечні.

Якщо розв'язки задачі оптимального вибору засобів екологічного захисту подати у вигляді дерева рішень, в якому на кожному рівні здійснювати розгалуження множини розв'язків та визначати оцінку наближення їх до оптимального рішення, очевидна доцільність застосування методу гілок та границь.

Процес вибору засобів захисту можна уявити як покроковий. На кожному кроці здійснюється вибір категорії або комплекту засобів, згодом вибирають певний засіб. За такою схемою розв'язують задачі методом динамічного програмування.

За часом виконання у випадку, коли розмірність задачі мала, і критичною є точність розв'язку, доречно використовувати точні алгоритми, наприклад, метод гілок та границь або та метод динамічного програмування. У задачах більшої розмірності, за умови того, що критичним є час виконання, а не точність, доречно використовувати евристичні методи, такі як генетичний алгоритм.

4 Програмна реалізація системи EcoSpotter

В процесі реалізації поставленого вище завдання розроблена програмна система для отримання необхідної інформації про стан довкілля в місцях дислокації користувачів. Програмна система EcoSpotter включає такі компоненти: сервер бази даних під управлінням MS SQL Server 2008; XML веб-сервіс Microsoft Bing Maps для управління координатами відміток на карті; Microsoft Bing Maps Silverlight SDK компонент реалізує графічний інтерфейс, який дозволяє наносити на географічну карту полігони, геометричні фігури; ASP.NET застосування для створення веб-інтерфейсу; веб-сервер Microsoft IIS для функціонування кінцевого веб-застосування; ExpertSystem-компонент, який розробляє і оцінює можливі альтернативи рішення. Ухвалення рішення зводиться до вибору однієї із запропонованих альтернатив.

Висновок

Авторами проаналізований стан проблеми екологічної інформованості населення та захисту від впливу екологічних факторів, формалізована задача оптимального вибору засобів захисту від негативного впливу екологічних факторів на людину. Задачу сформульовано в термінах булевого програмування. Розглянуті методи розв'язання поставленої задачі та проведено тестування на задачах малої та великої вимірності. Як перспективу подальших досліджень можна відмітити необхідність врахування елементів нечіткої логіки, пов'язаної з відсутністю точних даних про параметри забруднення та засобів захисту, або малою за величиною вибіркою даних. У поєднанні з плагіном Silverlight використання Microsoft Bing Maps дозволило створити застосування, що реалізує сучасні технології server-side логіки та client-side інтерфейсу користувача.

ЛІТЕРАТУРА

1. Новый рекорд: Украина - первая в мире по темпам вымирания населения. [Электронный ресурс] / режим доступа: <http://rus.newsru.ua/ukraine/05mar2008/>.
2. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 р. № 1264-XII
3. Environmental Interactive Maps [Электронный ресурс] / режим доступа: <http://www.eea.europa.eu>
4. Baltic GIS Portal [Электронный ресурс] / режим доступа: <http://www.gridano/baltic>
5. Холланд Дж. Генетические алгоритмы / Дж. Холланд // В мире науки. — 1992. — №9 — 10. — С. 32 — 40.
6. Байдачный С.С. Silverlight 4: Создание насыщенных Web-приложений. — М.: Солон-Пресс», 2010 — 288 с.