

## 6. Выводы

Таким образом, предлагаемая СППР по управлению БЖД структурно состоит из входного блока, выполненного на основе ГИС-технологии, блоков оценки состояния среды обитания и социально-экономических затрат, а также блока, моделирующего изменение показателей жизнедеятельности населения региона в зависимости от параметров среды обитания. Информация на выходе СППР позволит сделать прогноз здоровья населения и оценить ситуацию с социально-экономической точки зрения.

В целом, разработка информационных систем, основанных на БД и правилах логического вывода, является перспективным шагом в решении принятия эффективных управленческих решений в сфере БЖД.

## Литература

1. Безпека життєдіяльності: навч. посіб. / За ред. В.Г. Цапка. — 2-ге вид., перероб. і доп. — К.: Знання-Прес, 2003. — 397с.

2. Матвеев А. В., Котов В. П., Мушкудиани М. И. Применение информационных технологий в управлении средой обитания. — СПб.: ГУАП, 2005. — 96 с.
3. Білінський Б.О., Мірус О.Л., Кусай М.І. Підтримка рішень з управління охороною праці на основі інформаційної аналітичної системи // Пожежна безпека, 2008. — №12. — С.89-95
4. Праховнік Н.А. Застосування системи підтримки прийняття рішень для підвищення ефективності управління охороною праці на галузевому рівні / Вісник НТУ «КПІ», серія «Ірництво». — К.: НТУ «КНІ»; ЗАТ «Техновибух». — 2000, — Вип.3. — С.138-142.
5. Смирнитская М.Б., Колотова Е.Е. О региональной системе мониторинга уровня безопасности жизнедеятельности населения // Науковий вісник будівництва. - Харків: ХДТУБА, 2009. — №52. — С.56-61.

УДК 519.173:004.92

# АЛГОРИТМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ

**Т. М. Басюк**

Кандидат технічних наук, доцент  
Кафедра інформаційних систем та мереж  
Національний університет „Львівська політехніка”  
вул. С.Бандери, 12, м. Львів, Україна  
Контактний тел.: 8 (097) 407-60-84  
e-mail: btaras@rambler.ru

*Проаналізовано основні підходи та алгоритми, які використовуються при візуалізації даних представлених матричними структурами, що надає необхідний апарат для їх відображення із використанням сучасних засобів*

## 1. Вступ

Особливістю нашої цивілізації є зростання виробництва, споживання і нагромадження інформації у всіх галузях людської діяльності. Все життя людства так чи інакше пов'язане з її одержанням, накопиченням та опрацюванням. Що б не робила людина: чи читає книгу, чи дивиться телевізор, чи розмовляє - постійно і безупинно одержує й обробляє інформацію.

У зв'язку із збільшенням об'ємів інформації та із зростаючим попитом на неї виникають умови коли вже неможливо обійтись без спеціальних засобів для її обробки та відображення. З огляду на те, постає необхідність у її опрацюванні з допомогою комп'ютера. Як наслідок, виникає множина алгоритмічного забезпечення, яке призначене для вирішення певного кола задач.

Не є винятком предметні галузі в яких використовуються системи моделювання й візуалізації, що

набувають все більшої популярності внаслідок можливості відображення отриманих даних у зручній для користувача формі [1, 2].

## 2. Огляд літературних джерел

На сьогоднішній день, існує ціла множина методів та алгоритмів візуалізації, які використовуються в різних галузях: медицині, семантиці, екології, повітроплаванні, анімації, сейсмології, машинній графіці, електроніці [3-6]. Кожен з них має свої переваги й недоліки, що визначаються особливістю застосування. Проте, при візуалізації даних представлених у вигляді матричних структур необхідно дотримуватись певних критеріїв [7, 8], що забезпечують як уніфікацію побудови відповідних моделей візуалізації так і передбачають можливість їх верифікації. Зазначені критерії побудови з однієї сторони є загальними і можуть застосовуватись для вирішення більшості задач візуалізації, а з іншої – внаслідок своєї уніфікації – всеохоплюючими, як наслідок важкореалізовуваними. З огляду на це, більшість розробників опускають деякі з них, що приводить до створення вузькоспеціалізованих програмних засобів [4].

## 3. Постановка задачі

Візуалізація даних у двовимірному просторі завжди вимагала від розробників „особливих” засобів, які б забезпечували процедуру відображення даних представлених у матричній формі [4, 6]. Дана задача складається з двох етапів: розміщення елементів та проведення зв'язків між ними. Реалізація зазначених етапів пов'язана з великими труднощами, до яких належать: як технічні особливості так і обмеження, що накладаються специфікою процесу візуалізації зображень у двовимірному просторі [8]. З огляду на це, виникає необхідність у специфікації підходів, які дадуть змогу ефективніше застосовувати наявні методи та здійснювати їх модифікацію в залежності від початкових умов.

У зв'язку із цим, актуальною задачею є проведення аналізу відомих засобів візуалізації двовимірних масивів числових даних представлених у вигляді матричних структур, відповідно до критеріїв оцінки [8]. Мета нашого дослідження – проаналізувати методи візуалізації, зробити висновки про можливість їх використання для вирішення поставленої задачі.

## 4. Розміщення елементів на площині

Задача візуалізації даних, в загальному випадку, формулюється таким чином: є множина елементів  $E$ , розмір і конфігурація комутаційного простору, а також матриця з'єднань елементів  $G$ . Для розв'язку цієї задачі відбувається знаходження позиції кожного елемента з врахуванням конструктивних і технологічних обмежень, що забезпечує найкращі умови для проведення всіх з'єднань. Відомі алгоритми та методи розміщення можна представити у вигляді схеми (рис. 1).

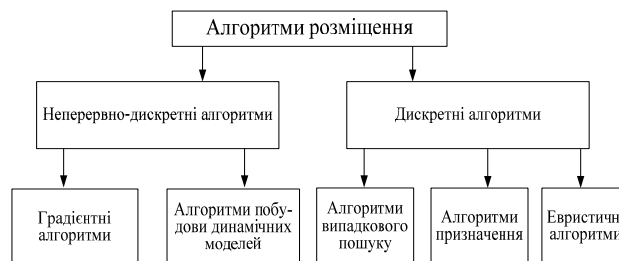


Рисунок 1. Класифікація алгоритмів розміщення

При використанні неперервно-дискретних алгоритмів задача вирішується в два етапи. На першому визначаються координати розташування елементів, при яких цільова функція приймає екстремальні значення, на другому – отримані координати заокруглюються до фіксованого цілочисельного значення координатної сітки. Особливістю gradientних алгоритмів є таке розміщення, при якому забезпечується мінімізація сумарної довжини з'єднань. Ця група алгоритмів використовується у випадку невеликої кількості елементів (менше тридцяти) та задачі мінімізації зв'язків. При значній кількості елементів вирішення задачі пройде з значною нерівномірністю розміщення елементів [2].

При використанні алгоритмів побудови динамічних моделей розташовувані елементи представляються у вигляді матеріальних точок, на які діють сили притягання та відштовхування. Величина цих сил визначається кількістю зв'язків: чим їх більше тим сильнішою є сила притягання і тим ближче вони розміщуються між собою. Результатом вирішення задачі буде таке розміщення елементів, при якому рівнодіюча всіх сил урівноважується. Недоліком цих алгоритмів, як і у випадку gradientних, є велика нерівномірність розміщення елементів при їх значній кількості (більше 50).

Група дискретних алгоритмів призначена для вирішення задач розміщення елементів на фіксованій кількості посадкових місць, розташованих у вузлах координатної сітки [4]. В алгоритмах випадкового пошуку розміщення відбувається з деяким зсувом і подальшим розташуванням на основі критерію зв'язаності. Частковим варіантом застосування розгляданого алгоритму є використання в якості критерію зв'язаності кількості зв'язків, хоча у цьому випадку не буде передбачено варіант утворення еквівалентних зображень [6].

Алгоритми призначення зводяться до встановлення певних елементів у визначені позиції з метою забезпечення одного з критеріїв: мінімальної суми довжин зв'язків, завадостійкості, тощо. Недоліком даної групи алгоритмів є нерівномірність розміщення елементів [3, 4]. Евристичні алгоритми ґрунтуються на застосуванні знань, накопичуваних системою в процесі її функціонування, а також знань, що закладені в ній апріорно. Використання цих алгоритмів для вирішення задач не є, як правило, найкращим, а відноситься лише до множини припустимих варіантів. Застосування евристичних алгоритмів не гарантує досягнення поставленої мети, тому їх використання є обмежене системами, що самонавчаються.

Завдяки проведеному аналізу виявилось, що перелічені алгоритми розміщення здійснюють розташування елементів згідно з такими ознаками:

- повний перебір – дозволяє найкраще, з точки зору оцінювання, забезпечити процес розташування елементів. Проте, на практиці майже не використовується, оскільки вимагає значних витрат машинного часу. Наприклад, для розміщення 50 елементів потрібно здійснити близько  $3 \times 10^{64}$  перестановок (великі витрати часу навіть для потужних обчислювальних комплексів);

- мінімум перетинань – забезпечується за допомогою квазіоптимального алгоритму, суть якого полягає у проведенні вертикальної або горизонтальної сітки з деяким кроком по вісі ординат або абсцис і підрахуванні кількості перетинань ( $P_x$  або  $P_y$ ) зв'язків з цією сіткою. Далі вибирається варіант розміщення, при якому здійснюється мінімальна кількість перетинань за аналогічним ітераційним алгоритмом як для мінімуму сумарних довжин зв'язків:  $\text{Min} \{ S(P_x) \}$ , або  $\text{Min} \{ S(P_y) \}$ .

- мінімум сумарних довжин зв'язків – ця ознака досягається при використанні квазіоптимальної залежності, що аналітично описується виразом

$$\text{Min} \{ \Sigma(l_{ij}) \}, \text{ де } l_{ij} = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}.$$

Дана ознака повністю співпадає з вимогами, що висуваються до градієнтних алгоритмів. А саме: на початку роботи вибирається довільне розміщення елементів та проводяться всі зв'язки за найкоротшим шляхом, незважаючи на перетинання. Далі обчислюється їх довжина, і якщо вона менша ніж попередня, то запам'ятовується нове розташування вершин, якщо ні, то знову здійснюється розміщення елементів довільним чином і повторюється процедура підрахунку довжин зв'язків. Процес триває до тих пір, поки наступне розміщення елементів не дасть зменшення суми довжин зв'язків більше за деяке задане граничне значення (наприклад, кожен наступний варіант повинен зменшувати довжину зв'язків на 0,5%) [4].

- парні перестановки елементів, розташованих поруч по горизонталі або вертикалі. Ця ознака є найпростішою в процесі розташування. Суть її полягає у наявності деякого розміщення (початкового або результату попередньої ітерації), при якому вибираються два елементи, які міняються місцями. Далі обчислюється нове значення критерію оптимальності, і якщо воно менше за попереднє, то здійснюється переставлення елементів. Потім вибирається інша пара елементів і здійснюється аналогічна процедура. Процес продовжується доти, поки не буде використане правило зупинки, або не будуть перебрані всі елементи.

## 5. Відображення зв'язків між елементами

Після етапу розміщення здійснюється проведення зв'язків між елементами системи. На цьому етапі відбувається процес моделювання відповідних з'єднань на можливість їх проведення. Алгоритми, що здійснюють процедуру відображення можна розділити на хвильові та ортогональні [2].

Хвильові алгоритми трасування, побудовані на ідеї Лі та мають різні модифікації. Вони дозволяють враховувати технологічну специфіку відображення з сукупністю конструктивних обмежень. Зазначені алгоритми забезпечують побудову зв'язку у випадку його існування шляхом сканування всього поля конструктиву (рис.2).

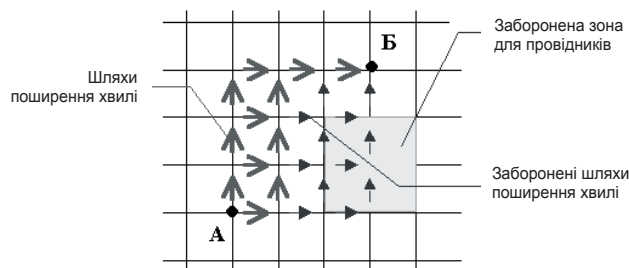


Рисунок 2. Робота хвильового алгоритму

Робота алгоритму Лі полягає у знаходженні найкоротшого шляху між точками А і Б, які розташовані на площині. Поверхня площини розбивається прямокутною решіткою з кроком  $d$  і в точці А генерується деяка мікрохвиля, що поширюється в чотирьох напрямках сітки. З доступних у даній точці площини напрямків, що не мають перешкод, вибирається такий, що максимально скорочує відстань до точки Б. Таким чином, реалізується ітераційний алгоритм з повторною генерацією мікрохвилі в кожному новому вузлі сітки. Як видно із схеми (рис. 2), навіть дві точки, розташовані в діагональних вузлах одного сегменту сітки, можуть бути з'єднані двома способами, а в діагональних вузлах сітки розміром  $2d \times 2d$  – шістьма різними способами (при відсутності перешкод). Із збільшенням розмірів сітки, кількості елементів, а також наявних перешкод – істотно збільшується час роботи і складність реалізації алгоритму.

Ортогональні алгоритми володіють значною швидкістю та вимагають в 75-100 разів менше обчислень у порівнянні з хвильовими. Їх застосовують при проектуванні друкованих плат з наскрізними металізованими отворами [4]. Недоліки цієї групи пов'язані з одержанням великої кількості переходів із шару на шар, відсутністю стовідсоткової впевненості в проведенні зв'язків між елементами, значною кількістю паралельних зв'язків та незабезпеченням критеріїв візуалізації [8].

Крім наведених груп алгоритмів при розташуванні вершин та проведенні зв'язків у двовимірних системах можуть використовуватися: алгоритм Дейкстри, алгоритм Флойда, алгоритм Йена, алгоритм Краскала, алгоритм Прима [4-6]. Зазначені алгоритми забезпечують реалізацію тієї чи іншої цільової функції і застосовуються як додаткові до основних методів візуалізації [4].

При дослідженні алгоритмів розташування вершин та проведення дуг у двовимірних системах слід також приділити увагу алгоритмам побудови наперед визначених типів графових моделей: планарних, ієрархічних, порівневих [4, 6].

Алгоритми формування планарних графів використовуються в тих галузях де відсутні перетини між лініями зв'язку. Наприклад, в радіоелектроніці при виготовленні мікросхем друкованим способом, при проектуванні залізничних та інших розв'язок, де небажані перетини. Алгоритми формування планарних графів дозволяють побудувати зображення, вершини якого є точками на площині, а дуги – неперервними лініями без самоперетинань, які з'єднують відповідні вершини так, що будь-які дві дуги не мають спільних точок, крім інцидентних їм вершин. Створені зображення характеризуються високою наочністю, проте нерівномірність розміщення вершин та значний відсоток систем, в графах яких припустимий перетин дуг, робить неможливим застосування алгоритмів при розв'язанні даної задачі.

Формування ієрархічних зображень здійснюється із використанням алгоритму розміщення елементів (вершин та дуг) на площині у відповідності з певними критеріями. Створені таким чином зображення характеризуються значною наочністю у разі відображення ієрархічних моделей, проте не завжди добре асоціюються із певним типом зображень в порівнянні з іншими представленнями. Найрозповсюдженішими серед зазначених алгоритмів є засоби формування порівневих графів, оскільки більшість реальних систем є ациклічними або перетворюються до ациклічних шляхом заміни направленості частини дуг. Для виділення порівневої структури з допомогою визначених алгоритмів рисунок зображається з одностороннім направленням всіх дуг. Позитивною рисою методології порівневого представлення є її інтуїтивна зрозумілість та масштабність, під якою вбачається розділення предметної області на ряд задач, що можуть вирішуватись окремо. Алгоритми, що ґрунтуються на порівневому розміщенні, значно випереджають розглянуті алгоритми побудови наперед визначених типів рисунків, проте вони майже не зустрічаються при побудові зображень матричних структур, що представляють певні топології реальних систем.

## Висновок

У статті приведений аналіз методів та алгоритмів, які забезпечують процедуру розташування вершин та відображення дуг у двовимірних системах на основі сформованих критеріїв візуалізації [8]. Показано, що жоден з існуючих засобів не можна безпосередньо використати в процесі візуалізації матричних структур, що представляють топології реальних систем. З огляду на те, виникає потреба у створенні нових методів і відповідних алгоритмів візуалізації та проектування на їх основі прикладної програми, яка б здійснювала відображення рисунків представлених у матричній формі.

## Література

1. Аниканов А.А., Потий О.А. Проблемы и подходы к решению задачи визуализации данных // «Научная визуализация в прикладных задачах». Изд. МГУ. - 2003. С. 20–22.
2. Басюк Т.М. Аналіз та класифікація методів візуалізації // Поліграфія і видавнича справа. –2003. – Вип. 40. – С. 109-114
3. Басюк Т.М. Аналіз програмних продуктів для візуалізації графів та критерії їх оцінки// Комп'ютерні технології друкарства. – 2003. - №10. – С.109-115.
4. Касьянов В.Н., Евстегнеев В.А. Графы в программировании: обработка, визуализация и применение. – СПб.: БХВ, 2003. – 1104 с.
5. Петренко А.П. Топологічні алгоритми трасування багатопарових друкованих плат. - М.: Радио и связь, 1993. – 152 с.
6. Курейчик В.М. Математическое обеспечение конструкторского и технологического проектирования САПР. М.: Радио и связь, 1998. – 352 с.
8. Басюк Т.М. Основні підходи до побудови програмних засобів візуалізації даних// Інформаційні системи та мережі. – Львів: Нац. ун-т “Львівська політехніка”, 2008.– № 673. – С.3-11.
9. Басюк Т.М. Критерії відображення графів в процесі візуалізації. // Наукові записки Української академії друкарства – 2004.-Вип. 7. – С. 60-63.