

Projektowanie ergonomicznego rozmieszczenia obiektów z użyciem programu Links

Jerzy Grobelny
Politechnika Wrocławska

1. Zapoznaj się możliwie szeroko z problemem rozmieszczania obiektów (Facilities Layout Problem) - tak, aby wiedzieć co to jest funkcja celu i jak się ją oblicza. Dane dotyczące podstaw zadania rozmieszczania i podejść algorytmicznych do tego zagadnienia można znaleźć na przykład w:
 - a) książce S. Lisa i K. Santarka „Projektowanie rozmieszczenia stanowisk roboczych”
 - b) Internecie – wprowadzić do wyszukiwarki (np. <http://www.google.com>) wyrażenia „facilities layout” lub „facility layout”.
2. Zapoznanie się z programem Links

Program **Links** dostępny w Laboratorium realizuje kilka różnych podejść do zagadnienia rozmieszczania obiektów – a właściwie wspomaganie decyzji w tej dziedzinie. Jest zaopatrzony w zbiory **Help**, pozwalające zorientować się w sposobach pracy. Ogólna koncepcja programu polega na tym, że w oknie graficznym projektant operuje modelami rzeczywistych obiektów w formie ich prostokątnych obrysów. Zakładka **Regular** oferuje natomiast analizy na regularnej prostokątnej siatce modułowej, na której odległości środków sąsiadujących pól są równe jednościami (niezależnie od ilości kolumn i wierszy tej siatki). W trakcie wykonywanych operacji cały czas na górnym panelu wyświetlane są wartości wskaźników oceniających jakość rozwiązania.

Sugerowana kolejność zapoznania się z programem jest następująca:

- a) Wprowadzanie danych.

Nowe obiekty wprowadza się na zakładce **Edit**. Sposób wprowadzenia i edytowania obiektów opisano w zbiorze **Help**, w rozdziale **Funkcje programu -> definiowanie obiektów i powiązań**.

*Wprowadź kilka obiektów na scenę i poprzesuwyj je w różne miejsca za pomocą myszy. Wprowadź powiązanie pary obiektów. Wykasuj ostatni wprowadzony obiekt a następnie zaznacz obiekt i wykasuj za pomocą przycisku **DelObj**.*

- b) Wprowadzanie powiązań poprzez pokazanie sekwencji działań.

Druga zakładka, **Sequences**, pozwala wprowadzić dane dotyczące powiązań funkcjonalnych obiektów, poprzez pokazywanie sekwencji działań na obiektach.

*Wypróbuj ten sposób wprowadzania danych, wykorzystując rozdział **Help: Funkcje programu -> Definiowanie powiązań poprzez sekwencje czynności**.*

c) Zapisywanie i wczytywanie projektów.

Wprowadzone dane graficzne i powiązania obiektów można w każdej chwili zapisać do zbioru dyskowego za pomocą opcji **File -> Save as...** z menu. Na dysku powstaje zbiór tekstowy o rozszerzeniu **lay**. Zbiór taki zawiera parametry projektu i może być wczytany za pomocą opcji **File -> Open**.

*Zapisz wprowadzone obiekty wybierając **File -> Save as....** Wybierz **New Project** z menu **File** (spowoduje to wyczyszczenie systemu) a następnie wczytaj zapisany projekt wybierając **File -> Open**.*

d) Ograniczenia.

Każdy obiekt może mieć przypisane preferowane położenie na projektowanej scenie. Temat pomocy: **Definiowanie preferencji położenia obiektów** (w rozdziale **Funkcje programu**) pozwoli zorientować się w możliwości przypisania preferencji położenia. Preferencja ma znaczenie w działaniu algorytmów. Obiekt o przypisanych współrzędnych preferowanych jest rysowany na zielono i jest przyciągany do miejsca preferowanego w algorytmie **Links** (na zakładce **AlgorithmLinks**) przy ustawieniu suwaka **Preferences** (grupa **Forces**) maksymalnie w prawo (na **1**) obiekt zajmuje dokładnie położenie preferowane i operacjom algorytmu podlegają tylko obiekty bez przypisanych preferencji. Na zakładce **RegularLayout** obiekty z przypisanymi preferencjami nie podlegają losowaniu (przycisk **Rand**). Pozostają na swoim miejscu także po zastosowaniu algorytmu zamiany miejsc położenia parami oraz algorytmu wyżarzania (simulated annealing, **SimAnn**). Położenie takiego obiektu można zmienić tylko poprzez ręczną zamianę położenia pary obiektów (przycisk **PairChange**).

e) Algorytm **Links**.

Na zakładce **AlgorithmLinks** można prowadzić eksperymenty z zastosowaniem analogii fizycznej działania odpowiednio skierowanych sił na wprowadzony zespół obiektów. Temat pomocy: **Realizacja algorytmu Links** omawia sposób sterowania eksperymentami a także wskaźniki oceniające jakość rozwiązań. Inne parametry algorytmu mogą być ustawiane w oknie wywoływanym z menu **Parameters** - omawianym w temacie pomocy **Parametry**.

*Z menu **File** wybierz **NewProject**.*

*Wprowadź przykładowe obiekty (kilka, lub kilkanaście) na zakładce **Edit** a następnie wprowadź powiązania pokazując sekwencje czynności na zakładce **Sequences**.*

*Sprawdź efekty algorytmu **Links** przy różnych ustawieniach suwaka **Scattering** w grupie **Forces**. Zmień w oknie **Parametry** wartości **Virtual Force** i **Neutral zone**. Zaobserwuj zachowanie obiektów poddanych działaniu algorytmu.*

*Przejdź na zakładkę **LayoutPreferences**. Ustaw jeden z obiektów np. na środku i wciśnij przycisk **Write as preferred**. Zaobserwuj zachowanie obiektu w trakcie działania algorytmu **Links** przy położeniu suwaka **Preferences** maksymalnie w prawo (na **1**) i na środku (**0.5**) zakresu.*

Wejść na zakładkę **Preferences**, kliknij na obiekt preferowany i kliknij przycisk **DelPref**. Po kliknięciu na obiekt w polach **Preferences** powinny pojawić się zera. Ponownie sprawdź zachowanie obiektu w trakcie działania algorytmu **Links**.

f) Rozwiązania na siatce regularnej.

Zakładka **Regular** pozwala uzyskiwać rozwiązania na siatce modułowej, zdefiniowanej poprzez podanie ilości wierszy w polu **Rows**. Dwa pola, **Fsq** i **F**, pokazują odpowiednio w danym momencie wartość funkcji celu dla danego układu, przy założeniu odległości jednostkowych między środkami poszczególnych modułów, liczonych jako tzw. odległość miejska (**Fsq**) – tzn po liniach prostopadłych do brzegów sceny – i kartezyjska (**F**).

Przechodząc na zakładkę **RegularLayout** na przykład z zakładki **AlgorytmLinks** można dla rozwiązania ‘rozproszonego’ uzyskać odpowiadające mu rozwiązanie regularne, podając ilość wierszy w polu **Rows** i wciskając przycisk **Regular**. W takim przypadku uruchamiana jest prosta procedura analizująca (poczynając od dolnego, lewego rogu) który obiekt jest najbliższy środkowi danego pola siatki i przypisująca kolejno najbliższe obiekty kolejnym, pozostałym polom.

*Dla wprowadzonych uprzednio danych po zakończeniu algorytmu **Links** przejdź na zakładkę **RegularLayout** i wpisz w polu **Rows** liczbę wierszy a następnie wciśnij przycisk **Regular**. Sprawdź wartość funkcji **Fsq** i **F**. Przejdź na zakładkę **AlgorithmLinks** i ponownie uruchom algorytm przyciskiem **Start**. Wróć na zakładkę **RegularLayout** i ponownie wciśnij **Regular**. Zmień liczbę wierszy. Zaobserwuj funkcje a następnie porównaj sąsiedztwa obiektów na stronie algorytmu **Links** i na siatce modułowej.*

Przycisk **RegRot** powtarza tę procedurę kolejno obracając rozproszony układ (tylko analitycznie!) co 5 stopni. Po przejściu pełnego obrotu pozostawia takie rozmieszczenie na siatce, które ma najmniejszy wskaźnik **Fsq**.

*Wciśnij przycisk **RegRot** dla ostatniego układu i sprawdź wartości funkcji.*

Przycisk **Pairs** uruchamia procedurę zamiany obiektów miejscami. W literaturze ta procedura znana jest jako algorytm CRAFT. Procedura sprawdza, czy zamiana dwóch obiektów miejscami poprawia wskaźnik **Fsq** i jeśli tak to dokonuje takiej zamiany. Sprawdzenie obejmuje wszystkie pary obiektów występujących w danym układzie.

*Wciśnij najpierw przycisk **Regular** i zaobserwuj wartość funkcji a następnie **Pairs** i sprawdź o ile poprawiła się wartość **Fsq**.*

*Powtórz kilka razy procedurę: **AlgorithmLinks** - **RegRot** i zapisz (na kartce) uzyskane **Fsq**.*

*Powtórz kilka razy procedurę: **AlgorithmLinks** – **Pairs** i zapisz uzyskane **Fsq**. Porównaj wyniki.*

Przycisk **OnePair** pozwala ręcznie zamienić miejscami dowolną parę obiektów. Odbywa się to poprzez kliknięcie kolejno w pola, gdzie przypisane są oba obiekty.

Wypróbuj procedurę, klikając najpierw w przycisk a następnie w parę obiektów. Obserwuj zmianę funkcji.

Przycisk **SimAnn** uruchamia algorytm symulowanego wyżarzania (simulated annealing). Działanie algorytmu kończy się, kiedy w pasku pokazującym temperaturę po pierwotnym spadku temperatura podniesie się do wartości maksymalnej. Parametry procesu wyżarzania ustala się w oknie wywoływanym z menu **Parameters**.

*Kliknij ponownie **Regular** na zakładce **RegularLayout**. Uruchom proces wyżarzania (klikając przycisk) dla domyślnych wartości. Powtórz te czynności kilka razy i zanotuj wartości funkcji. Porównaj z uzyskiwanymi poprzednio. Sprawdź jak zmieniają się wyniki, jeśli znacznie podniesiesz/obniżysz temperaturę wyżarzania w oknie dialogowym **Parameters**.*

Przycisk **Rand** uruchamia procedurę losowego rozmieszczenia obiektów w polach siatki w oparciu o generator liczb losowych. Losowaniu nie podlegają obiekty, którym przypisano preferowane położenia w zakładce **Preferences**. Takie obiekty także nie są zamieniane w procedurach wyżarzania i zamiany miejscami.

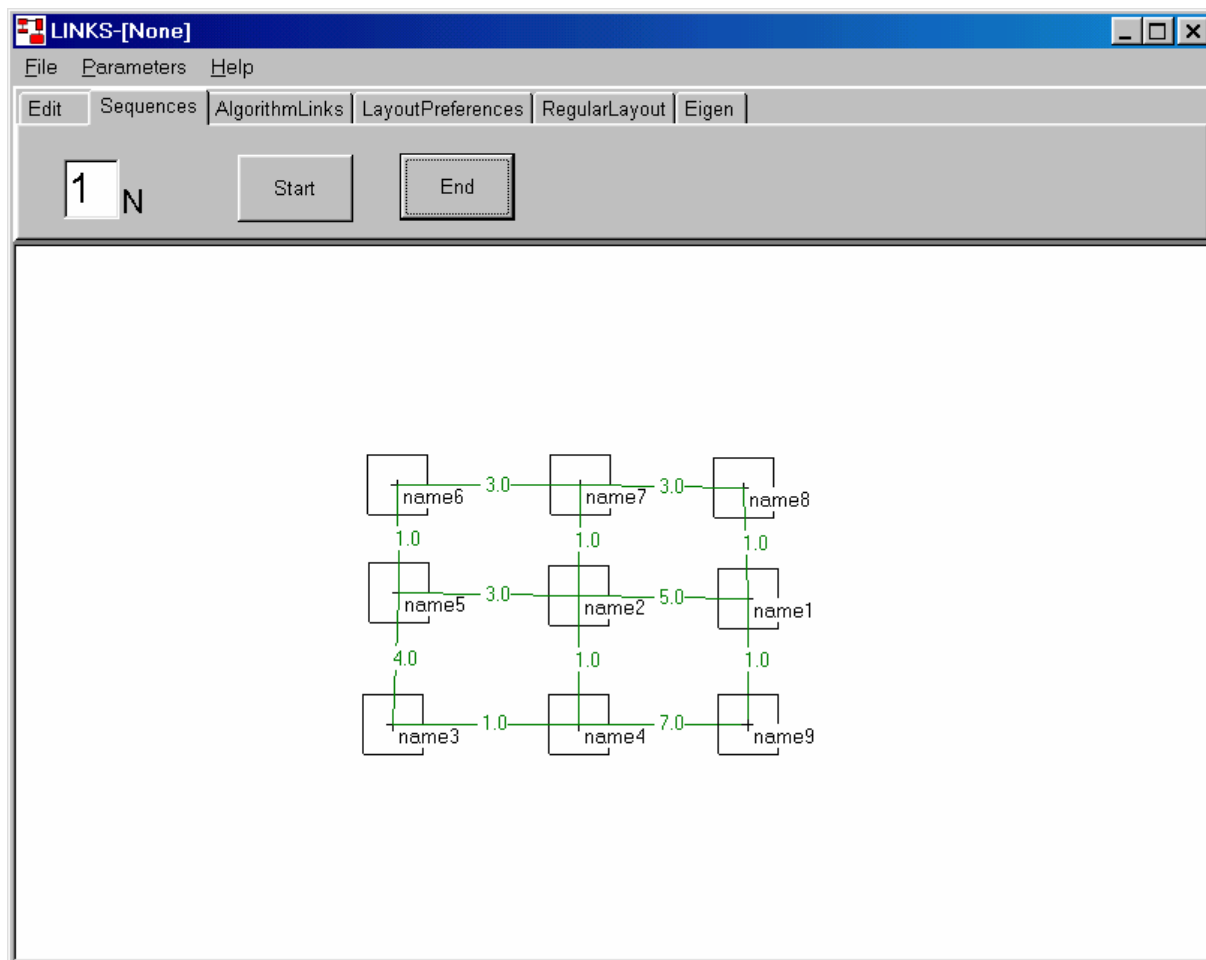
*Kliknij ponownie **Regular**. Kliknij **Rand** i zaobserwuj efekt graficzny oraz wartość funkcji. Zapisz wartości funkcji z kilku losowań. Porównaj z uzyskanymi wcześniej. Sprawdź działanie procedury **Pairs** w połączeniu z **Rand**, powtarzając kilkakrotnie **Rand** + **Pairs** i zapisując wyniki. Podobnie spróbuj połączyć **Rand** + **SimAnn**. Zapisz rezultaty. Przejdź na zakładkę **LayoutPreferences** i dla dowolnego obiektu ustal dowolne miejsce jako preferowane (przyciskiem **Write as preferred**). Wróć na zakładkę **RegularLayout** i zaobserwuj wyniki losowania – tzn. głównie sprawdź czy obiekt z przypisanym położeniem preferowanym pozostaje w miejscu. Zamień miejscami obiekt z preferencją z innym obiektem (przycisk **OnePair**) i ponownie wykonaj losowania oraz algorytm zamiany miejscami.*

Wyniki działania algorytmów, czyli wartości funkcji **Fsq** i **F** mogą być zapisywane do pamięci, do specjalnego wektora o pojemności 1000 elementów (dwuwartościowych). Zapis jest dokonywany po każdej operacji zmieniającej wartość funkcji jeśli zaznaczone jest pole **WriteR**. Przycisk **ClearR** czyści cały wektor wpisując 0 do wszystkich pól. Wektor można zapisać do pliku tekstowego wybierając z menu **File** -> **SaveResults**.

*Zaznacz pole **WriteR** i wykonaj 20 losowań. Z menu **File** wybierz opcję **SaveResults** i zapisz wyniki w dowolnym pliku w swojej katalogu. Zwiń okno programu do paska i obejrzyj plik z wynikami np. w Notatniku.*

Zadanie domowe:

- 1) Zapoznać się z ideą problemu i algorytmów rozmieszczania, np. na podstawie dokumentu "Ergonomiczne rozmieszczanie obiektów - teoria", który jest umieszczony na serwerze.
- 2) Pobrać z serwera program Links (demo). Przygotować w domu zadanie testowe do badań właściwości algorytmów. Zadanie to powinno być tak skonstruowane, aby znane było rozwiązanie optymalne. Można to zrobić w ten sposób, że dla danego układu geometrycznego, powiązania funkcjonalne przypiszemy tylko obiektom sąsiadującym. Poniżej przykład takiego układu. Łatwo zauważyć, że każda zmiana w tym układzie może tylko pogorszyć funkcje celu (dowolnie liczone).



Przykładowe okno programu Links; widoczne wprowadzone obiekty oraz powiązania między nimi.