

# Projekt i implementacja systemu wspomaganie planowania w języku Prolog

Tomasz Nowak

Kraków, 29 maja 2007

# Plan prezentacji

- 1 **Wstęp**
  - Czym jest planowanie?
  - Charakterystyka procesu planowania
- 2 **Planowanie trasy w mieście**
  - Przegląd istniejących rozwiązań
  - Cel tworzonego systemu
- 3 **Propozycja rozwiązania problemu**
  - Geographical Information System

# Plan prezentacji

1

## Wstęp

- Czym jest planowanie?
- Charakterystyka procesu planowania

2

## Planowanie trasy w mieście

- Przegląd istniejących rozwiązań
- Cel tworzonego systemu

3

## Propozycja rozwiązania problemu

- Geographical Information System

# Co to jest planowanie, czym jest automatyczne planowanie?

## Planowanie

To rozsądne, sensowne i uargumentowane wybieranie określonych akcji. W ogólności to proces rozważnego i przemyślanego wybierania i podejmowania działań przez przewidywanie ich oczekiwanych rezultatów. Wynikiem planowania jest plan, czyli zbiór decyzji.

## Automatyczne planowanie

To jedna z dziedzin sztucznej inteligencji (AI), która przy użyciu narzędzi obliczeniowych bada i przeprowadza proces planowania.

# Plan prezentacji

- 1 **Wstęp**
  - Czym jest planowanie?
  - **Charakterystyka procesu planowania**
- 2 **Planowanie trasy w mieście**
  - Przegląd istniejących rozwiązań
  - Cel tworzonego systemu
- 3 **Propozycja rozwiązania problemu**
  - Geographical Information System

# Z czego korzystamy w procesie planowania?

- Baza wiedzy o otaczającym świecie.
- Reprezentacja problemów ogólnego zastosowania.
- Znane algorytmy do rozwiązywania różnego rodzaju problemów w zależności od ich reprezentacji.

# Z czego korzystamy w procesie planowania?

- Baza wiedzy o otaczającym świecie.
- Reprezentacja problemów ogólnego zastosowania.
- Znane algorytmy do rozwiązywania różnego rodzaju problemów w zależności od ich reprezentacji.

# Z czego korzystamy w procesie planowania?

- Baza wiedzy o otaczającym świecie.
- **Reprezentacja problemów ogólnego zastosowania.**
- Znane algorytmy do rozwiązywania różnego rodzaju problemów w zależności od ich reprezentacji.



# Z czego korzystamy w procesie planowania?

- Baza wiedzy o otaczającym świecie.
- Reprezentacja problemów ogólnego zastosowania.
- Znane algorytmy do rozwiązywania różnego rodzaju problemów w zależności od ich reprezentacji.

# Różne formy planowania

- planowanie drogi
- planowanie ruchu i trajektorii
- planowanie rozgrywki w grach
- planowanie sekwencji kroków
- planowanie infrastruktury
- planowanie budżetu
- planowanie harmonogramu zadań
- i wiele innych

# Etapy procesu planowania

- 1. Ustalenie celów.
- 2. Zidentyfikowanie problemów.
- 3. Poszukiwanie alternatywnych rozwiązań.
- 4. Ocenianie konsekwencji.
- 5. Dokonanie wyboru.
- 6. Wdrażanie planu.
- 7. Kontrola realizacji.

# Etapy procesu planowania

- 1. Ustalenie celów.
- 2. Zidentyfikowanie problemów.
- 3. Poszukiwanie alternatywnych rozwiązań.
- 4. Ocenianie konsekwencji.
- 5. Dokonanie wyboru.
- 6. Wdrażanie planu.
- 7. Kontrola realizacji.

# Etapy procesu planowania

- 1. Ustalenie celów.
- **2. Zidentyfikowanie problemów.**
- 3. Poszukiwanie alternatywnych rozwiązań.
- 4. Ocenianie konsekwencji.
- 5. Dokonanie wyboru.
- 6. Wdrażanie planu.
- 7. Kontrola realizacji.

# Etapy procesu planowania

- 1. Ustalenie celów.
- 2. Zidentyfikowanie problemów.
- **3. Poszukiwanie alternatywnych rozwiązań.**
- 4. Ocenianie konsekwencji.
- 5. Dokonanie wyboru.
- 6. Wdrażanie planu.
- 7. Kontrola realizacji.

# Etapy procesu planowania

- 1. Ustalenie celów.
- 2. Zidentyfikowanie problemów.
- 3. Poszukiwanie alternatywnych rozwiązań.
- **4. Ocenianie konsekwencji.**
- 5. Dokonanie wyboru.
- 6. Wdrażanie planu.
- 7. Kontrola realizacji.

# Etapy procesu planowania

- 1. Ustalenie celów.
- 2. Zidentyfikowanie problemów.
- 3. Poszukiwanie alternatywnych rozwiązań.
- 4. Ocenianie konsekwencji.
- **5. Dokonanie wyboru.**
- 6. Wdrażanie planu.
- 7. Kontrola realizacji.



# Etapy procesu planowania

- 1. Ustalenie celów.
- 2. Zidentyfikowanie problemów.
- 3. Poszukiwanie alternatywnych rozwiązań.
- 4. Ocenianie konsekwencji.
- 5. Dokonanie wyboru.
- **6. Wdrażanie planu.**
- 7. Kontrola realizacji.

# Etapy procesu planowania

- 1. Ustalenie celów.
- 2. Zidentyfikowanie problemów.
- 3. Poszukiwanie alternatywnych rozwiązań.
- 4. Ocenianie konsekwencji.
- 5. Dokonanie wyboru.
- 6. Wdrażanie planu.
- 7. Kontrola realizacji.

# Plan prezentacji

- 1 Wstęp
  - Czym jest planowanie?
  - Charakterystyka procesu planowania
- 2 Planowanie trasy w mieście
  - Przegląd istniejących rozwiązań
  - Cel tworzonego systemu
- 3 Propozycja rozwiązania problemu
  - Geographical Information System

# Systemy webowe

Większość systemów on-line nie uwzględnia informacji, które mogą być pomocne przy generowaniu realistycznych planów (drogi jednokierunkowe, stan dróg, pora dnia, roboty drogowe, natężenie ruchu, itp. )

Przykłady systemów webowych:

- [www.zumi.pl](http://www.zumi.pl)
- [map24.interia.pl](http://map24.interia.pl)



# Systemy oparte o GPS

Korzystają z technologii nawigacji satelitarnej. Możliwość planowania trasy door to door. Wysoka cena systemów tego rodzaju (od 1000 zł nawet do 7000 zł).

Przykład takich urządzeń:

- produkty firmy Garmin: [www.garmin.com](http://www.garmin.com)



# System Prodigy/Analogy

System stworzony w oparciu o mapę Pittsburgha. Zastosowano w nim ciekawe podejście oparte na generowaniu planów z wykorzystaniem analogii do planów już wykorzystanych i przechowywanych w systemie (system ma możliwość uczenia się i uwzględniania oprócz zależności geometrycznych warunków panujących w mieście i preferencji użytkownika).  
Odnosnik do stron z projektem:

- <http://www.cs.cmu.edu.pl/~khaigh/map.html>

# Plan prezentacji

- 1 Wstęp
  - Czym jest planowanie?
  - Charakterystyka procesu planowania
- 2 Planowanie trasy w mieście
  - Przegląd istniejących rozwiązań
  - **Cel tworzonego systemu**
- 3 Propozycja rozwiązania problemu
  - Geographical Information System

# Cel systemu

## System

Stworzenie platformy wspomagającej planowanie trasy w Krakowie między dwoma wybranymi punktami z wykorzystaniem języka Prolog jako jednego z narzędzi sztucznej inteligencji. System ma za zadanie wygenerować trasę przejazdu z uwzględnieniem warunków panujących w mieście, w oparciu o rzeczywistą mapę Krakowa.



## Wymagania odnośnie działania systemu

Zakłada się, że budowany system będzie uwzględniał następujące warunki i ograniczenia spotykane w mieście przy wyznaczaniu trasy przejazdu:

- zależności geometryczne między ulicami
- drogi jednokierunkowe i wielopasmowe
- stan nawierzchni i roboty drogowe
- porę dnia
- natężenie ruchu
- rozkład świateł na skrzyżowaniach
- wiadukty i tunele
- dodatkowe preferencje użytkownika
- ...

## Wymagania odnośnie działania systemu

Zakłada się, że budowany system będzie uwzględniał następujące warunki i ograniczenia spotykane w mieście przy wyznaczaniu trasy przejazdu:

- zależności geometryczne między ulicami
- drogi jednokierunkowe i wielopasmowe
- stan nawierzchni i roboty drogowe
- porę dnia
- natężenie ruchu
- rozkład świateł na skrzyżowaniach
- wiadukty i tunele
- dodatkowe preferencje użytkownika
- ...

## Wymagania odnośnie działania systemu

Zakłada się, że budowany system będzie uwzględniał następujące warunki i ograniczenia spotykane w mieście przy wyznaczaniu trasy przejazdu:

- zależności geometryczne między ulicami
- drogi jednokierunkowe i wielopasmowe
- stan nawierzchni i roboty drogowe
- porę dnia
- natężenie ruchu
- rozkład świateł na skrzyżowaniach
- wiadukty i tunele
- dodatkowe preferencje użytkownika
- ...

# Wymagania odnośnie działania systemu

Zakłada się, że budowany system będzie uwzględniał następujące warunki i ograniczenia spotykane w mieście przy wyznaczaniu trasy przejazdu:

- zależności geometryczne między ulicami
- drogi jednokierunkowe i wielopasmowe
- **stan nawierzchni i roboty drogowe**
- porę dnia
- natężenie ruchu
- rozkład świateł na skrzyżowaniach
- wiadukty i tunele
- dodatkowe preferencje użytkownika
- ...

# Wymagania odnośnie działania systemu

Zakłada się, że budowany system będzie uwzględniał następujące warunki i ograniczenia spotykane w mieście przy wyznaczaniu trasy przejazdu:

- zależności geometryczne między ulicami
- drogi jednokierunkowe i wielopasmowe
- stan nawierzchni i roboty drogowe
- **porę dnia**
- natężenie ruchu
- rozkład świateł na skrzyżowaniach
- wiadukty i tunele
- dodatkowe preferencje użytkownika
- ...

## Wymagania odnośnie działania systemu

Zakłada się, że budowany system będzie uwzględniał następujące warunki i ograniczenia spotykane w mieście przy wyznaczaniu trasy przejazdu:

- zależności geometryczne między ulicami
- drogi jednokierunkowe i wielopasmowe
- stan nawierzchni i roboty drogowe
- porę dnia
- **natężenie ruchu**
- rozkład świateł na skrzyżowaniach
- wiadukty i tunele
- dodatkowe preferencje użytkownika
- ...

## Wymagania odnośnie działania systemu

Zakłada się, że budowany system będzie uwzględniał następujące warunki i ograniczenia spotykane w mieście przy wyznaczaniu trasy przejazdu:

- zależności geometryczne między ulicami
- drogi jednokierunkowe i wielopasmowe
- stan nawierzchni i roboty drogowe
- porę dnia
- natężenie ruchu
- rozkład świateł na skrzyżowaniach
- wiadukty i tunele
- dodatkowe preferencje użytkownika
- ...

# Wymagania odnośnie działania systemu

Zakłada się, że budowany system będzie uwzględniał następujące warunki i ograniczenia spotykane w mieście przy wyznaczaniu trasy przejazdu:

- zależności geometryczne między ulicami
- drogi jednokierunkowe i wielopasmowe
- stan nawierzchni i roboty drogowe
- porę dnia
- natężenie ruchu
- rozkład świateł na skrzyżowaniach
- **wiadukty i tunele**
- dodatkowe preferencje użytkownika
- ...



## Wymagania odnośnie działania systemu

Zakłada się, że budowany system będzie uwzględniał następujące warunki i ograniczenia spotykane w mieście przy wyznaczaniu trasy przejazdu:

- zależności geometryczne między ulicami
- drogi jednokierunkowe i wielopasmowe
- stan nawierzchni i roboty drogowe
- porę dnia
- natężenie ruchu
- rozkład świateł na skrzyżowaniach
- wiadukty i tunele
- **● dodatkowe preferencje użytkownika**
- ...

# Wymagania odnośnie działania systemu

Zakłada się, że budowany system będzie uwzględniał następujące warunki i ograniczenia spotykane w mieście przy wyznaczaniu trasy przejazdu:

- zależności geometryczne między ulicami
- drogi jednokierunkowe i wielopasmowe
- stan nawierzchni i roboty drogowe
- porę dnia
- natężenie ruchu
- rozkład świateł na skrzyżowaniach
- wiadukty i tunele
- dodatkowe preferencje użytkownika
- ...

# Plan prezentacji

- 1 Wstęp
  - Czym jest planowanie?
  - Charakterystyka procesu planowania
- 2 Planowanie trasy w mieście
  - Przegląd istniejących rozwiązań
  - Cel tworzonego systemu
- 3 Propozycja rozwiązania problemu
  - Geographical Information System

# GIS – System Informacji Geograficznej

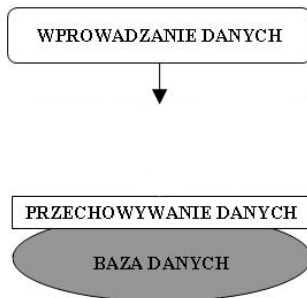
System bazuje na pomysśle stworzenia pewnego rodzaju systemu GIS, gdzie mapa wektorowa będzie odzwierciedlała relacje geometryczne między ulicami i obiektami a dane atrybutowe zawarte w bazie danych posłużą do sformułowania ograniczeń.

# Ogólna struktura funkcji programu typu GIS

PRZECHOWYWANIE DANYCH

BAZA DANYCH

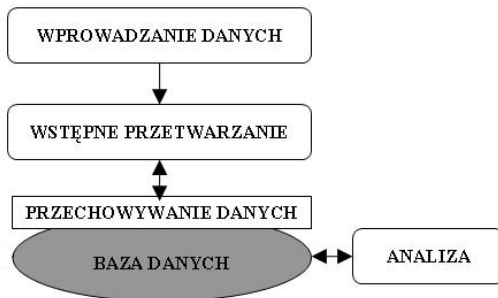
# Ogólna struktura funkcji programu typu GIS



# Ogólna struktura funkcji programu typu GIS

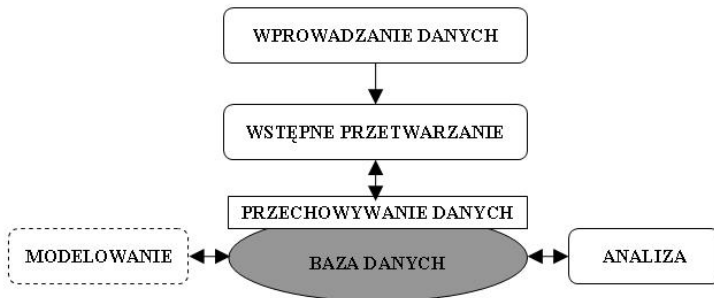


# Ogólna struktura funkcji programu typu GIS

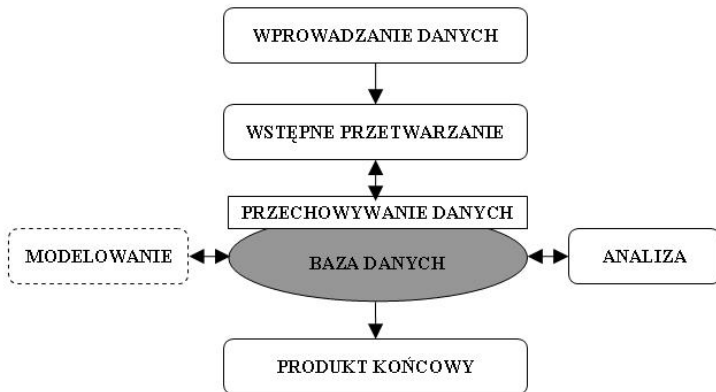




# Ogólna struktura funkcji programu typu GIS



# Ogólna struktura funkcji programu typu GIS



# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Wprowadzanie danych:

- wspomaganie digitalizacji
- wprowadzanie danych GPS
- półautomatyczna konwersja raster-wektor

## Wstępne przetwarzanie:

- konwersja formatów
- redukcja i generalizacja danych
- wykrywanie i poprawianie błędów
- zgrywanie krawędzi
- integracja
- rejestracja
- tworzenie topologii
- odwzorowania kartograficzne

# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Wprowadzanie danych:

- wspomaganie digitalizacji
- wprowadzanie danych GPS
- półautomatyczna konwersja raster-wektor

## Wstępne przetwarzanie:

- konwersja formatów
- redukcja i generalizacja danych
- wykrywanie i poprawianie błędów
- zgrywanie krawędzi
- integracja
- rejestracja
- tworzenie topologii
- odwzorowania kartograficzne

# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Wprowadzanie danych:

- wspomaganie digitalizacji
- **wprowadzanie danych GPS**
- półautomatyczna konwersja raster-wektor

## Wstępne przetwarzanie:

- konwersja formatów
- redukcja i generalizacja danych
- wykrywanie i poprawianie błędów
- zgrywanie krawędzi
- integracja
- rejestracja
- tworzenie topologii
- odwzorowania kartograficzne

# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Wprowadzanie danych:

- wspomaganie digitalizacji
- wprowadzanie danych GPS
- półautomatyczna konwersja raster-wektor

## Wstępne przetwarzanie:

- konwersja formatów
- redukcja i generalizacja danych
- wykrywanie i poprawianie błędów
- zgrywanie krawędzi
- integracja
- rejestracja
- tworzenie topologii
- odwzorowania kartograficzne

# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Wprowadzanie danych:

- wspomaganie digitalizacji
- wprowadzanie danych GPS
- półautomatyczna konwersja raster-wektor

## Wstępne przetwarzanie:

- konwersja formatów
- redukcja i generalizacja danych
- wykrywanie i poprawianie błędów
- zgrywanie krawędzi
- integracja
- rejestracja
- tworzenie topologii
- odwzorowania kartograficzne

# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Wprowadzanie danych:

- wspomaganie digitalizacji
- wprowadzanie danych GPS
- półautomatyczna konwersja raster-wektor

## Wstępne przetwarzanie:

- konwersja formatów
- **redukcja i generalizacja danych**
- wykrywanie i poprawianie błędów
- zgrywanie krawędzi
- integracja
- rejestracja
- tworzenie topologii
- odwzorowania kartograficzne



# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Wprowadzanie danych:

- wspomaganie digitalizacji
- wprowadzanie danych GPS
- półautomatyczna konwersja raster-wektor

## Wstępne przetwarzanie:

- konwersja formatów
- redukcja i generalizacja danych
- **wykrywanie i poprawianie błędów**
- zgrywanie krawędzi
- integracja
- rejestracja
- tworzenie topologii
- odwzorowania kartograficzne

# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Wprowadzanie danych:

- wspomaganie digitalizacji
- wprowadzanie danych GPS
- półautomatyczna konwersja raster-wektor

## Wstępne przetwarzanie:

- konwersja formatów
- redukcja i generalizacja danych
- wykrywanie i poprawianie błędów
- **zgrywanie krawędzi**
- integracja
- rejestracja
- tworzenie topologii
- odwzorowania kartograficzne

# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Wprowadzanie danych:

- wspomaganie digitalizacji
- wprowadzanie danych GPS
- półautomatyczna konwersja raster-wektor

## Wstępne przetwarzanie:

- konwersja formatów
- redukcja i generalizacja danych
- wykrywanie i poprawianie błędów
- zgrywanie krawędzi
- **integracja**
- rejestracja
- tworzenie topologii
- odwzorowania kartograficzne

# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Wprowadzanie danych:

- wspomaganie digitalizacji
- wprowadzanie danych GPS
- półautomatyczna konwersja raster-wektor

## Wstępne przetwarzanie:

- konwersja formatów
- redukcja i generalizacja danych
- wykrywanie i poprawianie błędów
- zgrywanie krawędzi
- integracja
- **rejestracja**
- tworzenie topologii
- odwzorowania kartograficzne

# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Wprowadzanie danych:

- wspomaganie digitalizacji
- wprowadzanie danych GPS
- półautomatyczna konwersja raster-wektor

## Wstępne przetwarzanie:

- konwersja formatów
- redukcja i generalizacja danych
- wykrywanie i poprawianie błędów
- zgrywanie krawędzi
- integracja
- rejestracja
- **tworzenie topologii**
- odwzorowania kartograficzne

# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Wprowadzanie danych:

- wspomaganie digitalizacji
- wprowadzanie danych GPS
- półautomatyczna konwersja raster-wektor

## Wstępne przetwarzanie:

- konwersja formatów
- redukcja i generalizacja danych
- wykrywanie i poprawianie błędów
- zgrywanie krawędzi
- integracja
- rejestracja
- tworzenie topologii
- odwzorowania kartograficzne

# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Analiza:

- wyszukiwanie i klasyfikacja
- pomiary
- funkcje sąsiedztwa
- funkcje łączenia
- nakładanie
- analiza statystyczna

## Modelowanie:

- projekt
- scenariusz
- realizacja

# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Analiza:

- wyszukiwanie i klasyfikacja
- pomiary
- funkcje sąsiedztwa
- funkcje łączenia
- nakładanie
- analiza statystyczna

## Modelowanie:

- projekt
- scenariusz
- realizacja



# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Analiza:

- wyszukiwanie i klasyfikacja
- pomiary
- funkcje sąsiedztwa
- funkcje łączenia
- nakładanie
- analiza statystyczna

## Modelowanie:

- projekt
- scenariusz
- realizacja

# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Analiza:

- wyszukiwanie i klasyfikacja
- pomiary
- **funkcje sąsiedztwa**
- funkcje łączenia
- nakładanie
- analiza statystyczna

## Modelowanie:

- projekt
- scenariusz
- realizacja

# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Analiza:

- wyszukiwanie i klasyfikacja
- pomiary
- funkcje sąsiedztwa
- **funkcje łączenia**
- nakładanie
- analiza statystyczna

## Modelowanie:

- projekt
- scenariusz
- realizacja

# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Analiza:

- wyszukiwanie i klasyfikacja
- pomiary
- funkcje sąsiedztwa
- funkcje łączenia
- nakładanie
- analiza statystyczna

## Modelowanie:

- projekt
- scenariusz
- realizacja

# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Analiza:

- wyszukiwanie i klasyfikacja
- pomiary
- funkcje sąsiedztwa
- funkcje łączenia
- nakładanie
- analiza statystyczna

## Modelowanie:

- projekt
- scenariusz
- realizacja

# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Analiza:

- wyszukiwanie i klasyfikacja
- pomiary
- funkcje sąsiedztwa
- funkcje łączenia
- nakładanie
- analiza statystyczna

## Modelowanie:

- projekt
- scenariusz
- realizacja

# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Analiza:

- wyszukiwanie i klasyfikacja
- pomiary
- funkcje sąsiedztwa
- funkcje łączenia
- nakładanie
- analiza statystyczna

## Modelowanie:

- projekt
- **scenariusz**
- realizacja

# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Analiza:

- wyszukiwanie i klasyfikacja
- pomiary
- funkcje sąsiedztwa
- funkcje łączenia
- nakładanie
- analiza statystyczna

## Modelowanie:

- projekt
- scenariusz
- realizacja



# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Produkt końcowy:

- formatowanie tytułu i ramki
- wybór symboli graficznych
- wybór szrafu i stylu rysowania linii
- edytor napisów

# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Produkt końcowy:

- formatowanie tytułu i ramki
- wybór symboli graficznych
- wybór szrafu i stylu rysowania linii
- edytor napisów

# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Produkt końcowy:

- formatowanie tytułu i ramki
- **wybór symboli graficznych**
- wybór szrafu i stylu rysowania linii
- edytor napisów

# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Produkt końcowy:

- formatowanie tytułu i ramki
- wybór symboli graficznych
- **wybór szrafu i stylu rysowania linii**
- edytor napisów

# Funkcje poszczególnych elementów typowego systemu GIS

## Produkt końcowy:

- formatowanie tytułu i ramki
- wybór symboli graficznych
- wybór szrafu i stylu rysowania linii
- edytor napisów



## Informacje dodatkowe

- Źródło mapy Krakowa, które została użyta w tworzonym systemie:
  - <http://ump-krakow.gif.krakow.pl/>
- Implementacja języka Prolog:
  - SWI-Prolog (Multi-threaded, Version 5.6.25)
- Prezentacja została stworzona w oparciu o klasę beamer.cls w wersji 3.06

## Literatura i przydatne linki I

-  Malik Ghallab, Dana Nau, Paolo Traverso *Automated planning: theory and practice*
-  Nils J. Nilsson *Principles of Artificial Intelligence*
-  Ivan Bratko *Prolog programming for artificial intelligence*
-  Michael A. Covington *Prolog programming in depth*
-  Jacek Urbański *Zrozumieć GIS*
-  <http://www.swi-prolog.org/>  
*SWI-Prolog Reference Manual*
-  <http://mapcenter.cgpsmapper.com/>  
*Mapy wielu regionów świata do pobrania*

## Literatura i przydatne linki II

-  <http://www.geopainting.com/en/>  
*Na stronie znajduje się program do wizualizacji map*
-  <http://latex-beamer.sourceforge.net/>  
*Strona domowa Beamer Class do tworzenia prezentacji w systemie  $\text{\LaTeX}$*



# Koniec

Dziękuję za uwagę.